

Die

STÄRKEKÖRNER.

Morphologische, physiologische, chemisch-physiologische
und systematisch-botanische Monographie

von

Carl Nägeli.

Unter Mitwirkung von Dr. C. Cramer und Dr. B. Wartmann.

Pflanzenphysiologische Untersuchungen. 2. Heft.


ZÜRICH,

bei Friedrich Schulthess.

1858.

Pflanzenphysiologische
UNTERSUCHUNGEN

von

Carl Nägeli und Carl Cramer.

2. Heft von Carl Nägeli.

Die Stärkekörner.


C. ZÜRICH,
bei Friedrich Schulthess.

1858.

BIOLOGICAL LABORATORIES LIBRARY
HARVARD UNIVERSITY

Im ersten Hefte der pflanzenphysiologischen Untersuchungen, welches am Schlusse des Jahres 1855 erschien, wurde die Publikation des zweiten Heftes, das eine Abhandlung über die Stärke enthalten sollte, als nahe bevorstehend versprochen. In der That lag schon im Sommer 1855 ein Manuscript grösstentheils bereit, und es waren die Anstalten zum Druck getroffen. Meine Uebersiedlung nach Zürich brachte die Ausführung ins Stocken. Das Manuscript, welches in Freiburg bereits in der Druckerei gelegen hatte, wurde wieder zurückgenommen. Mit dieser äusserlichen Gelegenheit, dasselbe durch weitere Beobachtungen zu vervollständigen, traf der Umstand zusammen, dass die bisherigen Resultate selbst es als sehr wünschbar erscheinen liessen, die Arbeit in verschiedenen Richtungen weiter zu führen. Die neuen Untersuchungen vermehrten das Material bald so sehr, dass eine andere Redaktion nothwendig wurde. Sie dauerten, da fortwährend neue Gesichtspunkte sich darboten oder ergänzendes Material hinzukam, bis auf die letzte Zeit fort. Die Ausarbeitung des Manuscripts während des Druckes brachte den Nachtheil, dass Einzelnes in den frühern Kapiteln nicht berücksichtigt oder vervollständigt werden konnte, dass die streng logische Anordnung einige Male gestört wurde, und dass das Werk nicht immer bloss die fertige Ansicht des Verfassers, sondern mitunter auch den mühsamern und weitläufigern Weg, auf dem dieselbe gewonnen wurde, enthält. Durch die fortgesetzten Beobachtungen häufte sich ferner das Material so an, dass die Abhandlung zu einem dicken Buche anschwell, ein Umstand, der, wenn er sich hätte voraussehen lassen, eine Theilung in mehrere Hefte veranlasst haben würde.

Wenn indess beim Ueberblick eines fertigen wissenschaftlichen Werkes sein Verfasser gewöhnlich lebhafter fühlt, was noch zu leisten bleibt, als was wirklich geleistet wurde, so ist das in hohem Grade mit der vorliegenden Monographie der Fall. Sie verfolgt ihr Objekt in drei Hauptrichtungen, nämlich mit Rücksicht auf Bau und Wachsthum, auf die physikalischen und chemischen Eigenschaften und auf das Vorkommen der Stärkekörner. Wenn ich die Lehre betreffend den ersten Punkt, der namentlich wegen der Analogie mit anderen geschichteten Gebilden, und vor allem aus mit den Zellmembranen, von Bedeutung ist, zwar im Detail als noch sehr unvollständig, doch den Hauptzügen nach als abgeschlossen betrachte, so sind es dagegen die beiden andern Punkte, in denen noch Wesentliches und Folgereiches zu leisten ist.

Den Untersuchungen, welche über das chemische und physikalische Verhalten der Substanz Aufschluss geben, also allen denjenigen, welche Austrocknen, Rösten, Imbibition, Aufquellen und Lösung der Stärkekörner zum Vorwurf haben, besonders wenn sie sich auf verschiedene Stärkearten und verschiedene Entwicklungszustände beziehen, dürfen wir die allergrösste Wichtigkeit beilegen. An sie knüpft sich nicht bloss manches praktische Interesse, sondern sie sind auch allein im Stande, uns eine Einsicht in die Wachsthumsvorgänge und deren nähere Ursachen zu gestatten. Aber sie haben eine noch viel allgemeinere Bedeutung; denn das Stärkekorn ist nach meiner Ueber-

zeugung jedenfalls das geeignetste und vielleicht das einzige Objekt der vegetabilischen, wo nicht der ganzen organischen Natur, welches Aussicht auf Begründung einer neuen Disciplin eröffnet, die als Lehre vom Gleichgewicht und den Bewegungen der Molecüle oder als Molecularmechanik der organisirten Körper bezeichnet werden kann. Die Thatsachen, welche ich liefere, lassen mit Rücksicht auf Genauigkeit und Vollständigkeit noch grosse Lücken, und was die Verwerthung derselben betrifft, so beanspruche ich weiter nichts, als einen schwachen Versuch gemacht zu haben.

Das Vorkommen der Stärkekörner ist geeignet, nach einer andern Seite hin Licht zu verbreiten. Ein Mittel, unsere Einsicht in das Leben der Pflanze zu fördern, wird auch darin begründet sein, dass wir erforschen, wo, wann und in welchen Mengen die verschiedenen Stoffe auftreten, dass wir eine Statistik über die Verbreitung und die Bewegung der im vegetabilischen Haushalte wichtigen Verbindungen zu erhalten suchen. Das Amylum ist der tauglichste Stoff, um einen Anfang in dieser Beziehung zu machen, da es am leichtesten erkannt und sein Mengenverhältniss wenigstens approximativ geschätzt werden kann. Auch hier bin ich nicht über einen ersten, noch rohen Versuch hinausgegangen. Die Resultate laden aber zu weiterer Bearbeitung ein. Denn, um nur zwei Organe zu nennen, es muss eine wichtige und tiefliegende Beziehung zum Lebensprozess bestehen, dass die einen Pflanzen weder in Wurzeln noch Samen, die andern in beiden zugleich Amylum bilden, dass es ferner Gewächse gibt mit stärkereichen Samen und stärkeleeren Wurzeln, und hinwieder solche mit stärkeleeren Samen und stärkereichen Wurzeln; — oder um eine allgemeinere Form zu gebrauchen, dass bei den Einen in allen auf einander folgenden Organen Amylum erzeugt, und dass bei Andern dieser Prozess da oder dort, ein oder mehrmals, für längere oder kürzere Zeit unterbrochen wird, so dass auf eine Reihe von stärkebildenden Theilen eine solche von stärkeleeren folgt. — Die Verbreitung der Stärke im Gewächtsreiche bietet übrigens ein anderes nicht minder wichtiges Interesse dar; dieselbe bildet einen neuen Charakter für die Pflanzengruppen. Das Vorhandensein oder der Mangel von Amylum ist namentlich in den Samen constant, und scheidet meistens die natürlichen Ordnungen, seltener bloss die Gattungen innerhalb einer Ordnung. Die Struktur der Stärkekörner charakterisirt bald die Ordnungen, bald die Gattungen, bald die Arten; und gibt Fingerzeige für die natürliche Affinität, indem sie z. B. den Mangel einer innern Verwandtschaft zwischen Festuca und Bromus, zwischen Lolium und den übrigen Hordeaceen darthut etc.

Die Untersuchungen über die Stärke begannen im Jahr 1850 und 1851; das Ergebniss derselben war die nähere Kenntniss der Struktur, die Wirkung der Quellungsmittel, die Art der Rissebildung, das Wachsthum im Innern durch Einlagerung, die Entstehung der halbzusammengesetzten und einiger zusammengesetzten Körner. Im Herbst 1853 und im Frühjahr 1854 wurden die Beobachtungen von Hr. Dr. Cramer fortgesetzt, und ausser der Vervollständigung und Bestätigung der früher gewonnenen Resultate namentlich das Verhalten der verschiedenen Schichten, sowie deren Theilung, die Verschmelzung vorher getrennter Körner und Theilkörner, die verschiedenen Formen der Auflösung festgestellt. Vom Frühling 1854 bis zum Sommer 1856 machte ich in Verbindung mit Hrn. Dr. Wartmann Untersuchungen über die Verbreitung der Stärkekörner, wozu in erster Linie die Samenkataloge und meine eigene Pflanzensammlung das Material, dann das Universitätsherbarium in Freiburg und das Regel'sche Herbarium in Zürich Beiträge lieferten. Im Frühjahr und Sommer 1856 beobachtete ich die Infusorienbildung und die in Auflösung begriffenen Amylumkörner in faulenden Kartoffeln, die Auflösung durch den Speichel und die Wirkung von Säuren und alkalischen Lösungen verschiedener Concentrationsgrade. Im Herbst 1856 gewährten mir die Sammlungen des botanischen Gartens in Wien, deren Benutzung mir Hr. Prof. Fenzl mit äusserst verdankenswerther Bereitwilligkeit zur Verfügung stellte, wichtige Materialien, um die Beobachtungen über den Stärkegehalt

der Samen zu vervollständigen. Im Winter 1856 auf 1857 untersuchte ich noch einmal die Corpuscula amylacea, mit denen sich Hr. Dr. Cramer schon früher beschäftigt hatte. Im Frühjahr 1857 erhielt ich von Hrn. Professor *Sandtner* eine Sendung von Samen aus dem K. Herbarium in München, und war es mir vergönnt, in der so reichen Pflanzensammlung von Hrn. de Candolle in Genf noch manchen Beitrag für denjenigen Theil meiner Arbeit, welcher von der Verbreitung des Amylum in den Samen handelt, zu finden; so dass derselbe, wenn auch nicht zu einem Abschluss, doch zu einer gewissen Vollständigkeit gelangte. Es wurden im Ganzen über 2500 Pflanzentheile auf Stärke untersucht, darunter die Wurzeln und Wurzelstöcke von beinahe 800 Arten und die Samen von etwa 1700 Arten, welche Letztere fast eben so vielen Gattungen angehören, und auf die natürlichen Ordnungen und Familien sich so vertheilen, dass nahezu alle derselben repräsentirt sind.

Die Tafeln wurden im Frühjahr 1855 von Hrn. Dr. Cramer grösstentheils nach dessen eigenen Zeichnungen lithographirt. Die Zeichnungen, welche meine späteren Untersuchungen lieferten, konnten leider nicht mehr aufgenommen werden. Ich beabsichtige, dieselben theilweise in einem Nachtrag zu veröffentlichen. Der Druck begann im Frühling 1856 und dauerte, durch wiederholte Abwesenheit, sowie durch den Umzug nach München verzögert, bis April 1858. Einiges, das während dieser Zeit über Stärke publizirt wurde, konnte nicht berücksichtigt werden, weil der betreffende Abschnitt schon gedruckt war, so namentlich die Beobachtungen von Cienkowsky und von Regel an faulenden Kartoffeln. Ich kann die nachträgliche Besprechung dieser Arbeiten übergehen, da dieselben zwar die von mir angeführten Thatsachen kompletiren würden, aber weder zu einer Berichtigung derselben noch zu einer Modification meiner Schlüsse Veranlassung geben.

Ich hätte in der Darstellung präziser sein und manche Wiederholungen vermeiden können, wenn ich eine andere Anordnung gewählt, wenn ich z. B. das Kapitel über den Bau mit demjenigen über das Wachsthum vereinigt, ferner wenn ich die Theorie der Wachstumsursachen mit der Hypothese über die Molecularwirkungen verschmolzen hätte. Allein, da es sich um Begründung neuer Ansichten handelte, so schien es zweckmässig, zu untersuchen, in wie weit jede Frage für sich beantwortet werden könne, statt sie mit andern zu vermengen. — In der systematischen Uebersicht bin ich, was die Phanerogamen betrifft, dem Endlicher'schen System als demjenigen, das sich der allgemeinsten Verbreitung erfreut, gefolgt, mit der einzigen Ausnahme, dass ich die Cycadeaceen neben den Coniferen, die Rhizantheen nach den Aristolochieen und Nepentheen, und Narthecium bei den Liliaceen aufzählte.

MÜNCHEN, im April 1858.

C. Nägeli.

Inhaltsverzeichnis.

	Pag.		Pag.
I. Einfache, zusammengesetzte Theil- und Bruchkörner. Gestalt und Grösse derselben.	1	Schichtung um mehrere Kerne in halbzusammengesetzten Körnern	84
Unterscheidung von einfachen K., Ächten und unächten zusammengesetzten K., Körnergruppen, Theil- und Bruchk.	—	Bei Formen mit centralem verlängertem Kern	85
Gestalt der einfachen und zusammengesetzten K.	3	Bei solchen mit excentrischem kugeligem Kern	—
Bau der Ächten zusammengesetzten K. Zahl ihrer Theilk.	5	Schichtung der Theilkörner von ganzzusammengesetzten K.	86
Anordnung gleichgrosser und ungleichgrosser Theilk.	6	Bei Formen mit centralem verlängertem Kern	37
Bau der unächten zusammengesetzten K.	9	Bei solchen mit excentrischem kugeligem Kern	—
Gestalt der Theil- und Bruchk.	—	III. Bildung von Rissen durch Druck, Austrocknen, Aufquellen, so wie innerhalb der lebenden Pflanzen	89
Grösse der einfachen, zusammengesetzten und Bruchkörner	10	Wirkung des Druckes. Elastizität und Dehnbarkeit der feuchten Stärke	—
II. Schichtung der Stärkekörner.	16	Rissebildung beim Eintrocknen und Aufquellen sowie durch den Vegetationsprocess	41
Alle Körner sind geschichtet	—	in centrisch-geschichteten Körnern von linsenförmiger, cylindrischer, länglich-zusammengedrückter und kugeligem Gestalt	43
Verhalten der einzelnen Schichten; wechselnde Mächtigkeit; sie sind geschlossene Blasen oder Stücke von solchen; im letztern Falle findet Spaltung statt	18	in excentrisch-geschichteten, stielrunden K.	45
Schichtencentrum, Kern, Achse, Bau des ganzen Kornes	21	in excentrisch-geschichteten, zusammengedrückten K. bei <i>Canna</i> , <i>Sternbergia</i> , <i>Gagea</i>	47
Körner mit entralem (linsenförmigem, verlängertem, kugeligem) Kern	—	Risse, die nicht vom Schichtencentrum ausgehen	48
Körner mit excentrischem (kugeligem) Kern	24	Risse in Theil- und Bruchkörnern	—
Verhalten der Schichten in der Längsansicht (bei horizontaler Lage der Achse)	—	Risse, die mit den Schichten parallel laufen	49
Zunahme in der Ungleichheit der Mächtigkeit von innen nach aussen. Unvollständige Schichten ausserhalb der vollständigen	25	Spalten zwischen den Theilkörnern in halb- und ganzzusammengesetzten Formen	—
Excentricität des Kerns	27	IV. Wassergehalt der Stärkekörner und ihrer einzelnen Theile im frischen Zustande.	51
Verhalten der Schichten in der Quersicht (bei senkrechter Lage der Achse). Querprofil kreisrund, elliptisch und keilförmig	—	Wassermenge im ganzen (feuchten und lufttrockenen) Korn	53
Unregelmässigkeit in der Schichtenbildung; mehrere Schichtensysteme in einem Korn	29	Röthliches Aussehen der wasserreichen Schichten und des Kerns	—
Richtung und Gestalt der Achse; gemader, gebogener und gebrochener Verdickungshalbmesser	30	Wechsel der weichen und dichten Schichten	54
Gestalt des ganzen Kornes	31	Grösserer Wassergehalt der innern Substanz	55
Eintheilung der verschiedenen Formen geschichteter einfacher K.	—	Bedingungen für die Bildung von Rissen beim Austrocknen einer geschichteten Kugel	56
		Anwendung auf die Stärkekörner im Allgemeinen	57

Ungleicher Wassergehalt auf verschiedenen Seiten des nämlichen (einfachen und Theil-) Korns	
Größerer Wasserreichthum in den tangentialen Richtungen einer Schicht als in der radialen	
Erklärung der beim Austrocknen entstehenden radialen Risse bei verschiedenen Stärkekörnern	
Ungleiche Dichtigkeit in den tangential nebeneinander liegenden Stellen der gleichen Stärkeabicht	
Ungleicher Wassergehalt in den verschiedenen Partien einer Zellmembran	
Ungleiche Wasseraufnahme der innern und äussern Substanz an den trockenen Körnern	
Die durch Austrocknen entstandenen Risse enthalten keine Luft	
V. Wassergehalt der Stärkekörner unter dem Einfluss ungleicher Temperaturgrade und verschiedener löslicher Substanzen (Quellungserscheinungen).	
Menge der Flüssigkeit in den aufgequollenen Körnern	
Grenzen, bei welchen das Aufquellen beginnt (für Alkalien, Säuren, feuchte und trockene Wärme)	
Rascheres Aufquellen der weicheren Partien eines Korns	
der weichen Schichten und des Kerns	
der innern Masse eines Korns	
der hintern Hälfte von excentrischen Körnern	
Ungleiches Aufquellen der Körner, ihrer Theile und Schichten in verschiedenen Richtungen	
bei Cereus durch Kalilösung	
bei Canna durch Kalilösung	
bei Curcuma Zedoaria durch Kali und durch Siedhitze	
bei Kartoffeln durch Rösten und durch Kali	
Wellige Oberfläche bei Curcuma Zedoaria	
Buckelartige Unebenheiten auf der Oberfläche	
Drehung des Korns	
Folgerungen aus den vorstehenden Thatsachen	
Bedingungen für die Bildung von Rissen beim Aufquellen einer geschichteten Kugel	
Anwendung auf die Stärkekörner im Allgemeinen	
Risse in aufquellenden Kartoffelstärkekörnern	
Risse bei Canna im Schichtencentrum und in der hintern Hälfte	
Risse bei Curcuma	
Risse in den Bruchkörnern des Tapiocamehls	
Centrale, Höhlung. Mangel der Risse	
Verhalten der aufgequollenen Körner bei Anwendung von wasserentziehenden Mitteln.	

Pag.		Pag.
57	Einfluss der Einlagerung von Jod auf den Wassergehalt	89
59	Aufnahme von Salzlösungen	91
60	Wirkung des Eintrocknens	—
62	Ueber Quellungserscheinungen vgl. ferner Pag. 144—164 und 175—176.	—
63	VI. Auflösung der Stärkekörner. — Löslichkeit der Stärke.	92
—	Auflösung von innen in gerösteten Körnern	95
—	bei Kartoffelstärke	—
—	bei Marantastärke („andere Sorte Kartoffelstärke“)	—
65	Verhalten stärke gerösteter Körner	99
65	• Temperaturgrenze, bei der die Auflösung beginnt	—
67	bei Stärke von Curcuma Zedoaria	100
69	beträchtliche Gasentwicklung	101
70	Gasentwicklung bei Marantastärke	102
72	bei Cocculus palmatus und Canna	—
73	bei halbzusammengesetzten Körnern	103
74	die Auflösung beginnt nie an der Oberfläche	—
75	Auflösung von innen durch Kalilösung oder Säuren	104
76	bei Kartoffelstärke	—
77	bei Zea Mays und Euphorbia	105
79	bei zusammengesetzten Kartoffelstärkekörnern	106
80	Auflösung von innen durch feuchte Wärme	107
81	Bei Marantastärke („Sorte Kartoffelstärke“)	—
82	Temperaturgrenze, bei der die Auflösung von Kartoffelstärke beginnt	108
83	Auflösung von innen innerhalb der lebenden Pflanze mit geringen Quellungserscheinungen	—
84	ohne solehe	109
85	Auflösung von aussen in der lebenden Pflanze	110
86	in der keimenden Kartoffel	—
87	im Wurzelstocke von Canna	111
—	Auflösung von aussen durch Speichel	113
—	bei frischer Kartoffelstärke	—
—	bei trockener Kartoffelstärke	115
—	bei Marantastärke („Sorte von Kartoffelstärke“)	116
—	bei Weizenstärke	118
—	bei frischer und trockener Kartoffelstärke	121
—	Resümee über die Auflösung durch Speichel	124
—	Auflösung an gesonderten Stellen der Oberfläche in lebenden Geweben	125
—	in vegetativen Pflanzentheilen	—
—	in Getreidesamen	126
—	zur Erklärung dieser Erscheinung	127
—	in angefaulten Hyacinthenzwiebeln	128
—	Auflösung von aussen durch Pilze	—
—	durch Fadenpilze	—

	Pag.
durch wässrige einzellige Pilze	129
Cysten- und Infusorienbildung um in Auflösung befindliche Kartoffelstärkekörner	130
Cysten- und Pilsbildung in absterbenden Nitellenzellen	133
Generatio spontanea	134
Auflösung an gesonderten Stellen der Oberfläche, Zerklüftung und Zerfallen in eine körnige Masse	137
Auflösung von aussen durch concentrirte Schwefelsäure an Kartoffelstärke	138
von der hintern Hälfte aus	139
an der ganzen Oberfläche; Verhältniss zwischen verschiedenen Dimensionen und Abständen vom Schichtencentrum	143
Ungleiche Wirkung verschieden concentrirter Schwefelsäure an Kartoffelstärke	144
Aufquellen und Auflösung von aussen nach innen	145
Aufquellen von aussen nach innen und Auflösung überall gleichzeitig	146
die gleiche Erscheinung in concentrirter Kalilösung	147
Verhältniss des Aufquellens in der Längs- und Querrichtung	148
am vordern und am hintern Ende	150
Gestaltsveränderungen des dichten verschwindenden Stärkekörpers	151
Zerfallen des Stärkekorns in Körnchen von aussen nach innen	152
ebenso mit Ausschluss einer äussern Membran	153
Zerfallen in Körnchen von innen nach aussen	—
Aufquellen des Korns oder seiner Theile zu einer halbflüssigen Masse	—
Ungleichmässiges Aufquellen von aussen nach innen mit Bildung von Auswüchsen, Buckeln und Warzen	154
Ungleichmässiges Aufquellen gleichzeitig in der ganzen Dicke mit Einstülpungen und Faltenbildung	156
Bildung von Gasblasen in den Stärkekörnern durch Schwefelsäure oder Kalilösung	—
Ursache dieser Erscheinung (wahrscheinlich nicht Zersetzung, sondern Freiwerden von verdichtetem Gas)	160
Bestimmung des Concentrationsgrades der Schwefelsäure, bei welchem die Gasentwicklung stattfindet	162
Wirkung bestimmter Mischungen von Alcohol mit Schwefelsäure oder Kali	163
Durchdringung, Quellung- und Lösungseigenschaft der Schwefelsäure	164
Auflösung der Zellmembranen	166

	Pag.
Löslichkeit der Stärke	167
Microscopisches Verhalten der Lösung	168
Osmotische Versuche durch Pflanzenzellmembranen mit der sauren Lösung	—
mit der neutralisirten Lösung	171
mit der alkalischen Lösung	172
Bedeutung der Osmose für den Begriff der Lösung	—
Lösliche und unlösliche Modification der Stärke	174
Bedingungen, unter denen die Lösung erfolgt	—
Ungleiche Löslichkeit der Weizen- und Kartoffelstärke	175
Quellungsrechnungen bei Kartoffelstärke als Nachtrag zu Pag. 67	—
Wird die Stärke auch von den Fermenten als solche gelöst?	177
Vorkommen löslicher Stärke in den Pflanzen	—
Unlöslichkeit der Jodstärke	178
VII. Chemische Zusammensetzung der Stärkekörner.	
Blaberige Ansichten	182
Amylum (Granulose) und Cellulose in jedem kleinsten Theil der Körner gemengt	183
Bestimmung der Cellulosemenge in verschiedenen Stärkearten	—
in verschiedenen Parteen des gleichen Korns	184
Reaction von Jod auf die Cellulose der Stärkekörner	185
Färbung der unveränderten Stärkekörner durch Jod ist verschiedenen nach der verschiedenen Menge eingelagerten Jod's	—
schreitet von aussen nach innen fort	187
wird bloss durch Wasser vermittelt	188
Jodstärke eine chemische Verbindung oder Diffusion?	—
Verhalten von Stärke und Cellulose zu Jod	189
Cellulose wird nicht blau, sondern braunroth oder gar nicht gefärbt	190
Verhalten der Zellmembranen zu Jod; sie sind oft Gemenge von Cellulose und Amylum	191
Gleiches Verhalten der äussern Schichten von Stärkekörnern	—
und von ganzen Körnern bei Chelidonium	192
Verhalten von Stärke und Cellulose zu Quellung- und Lösungsmitteln	193
in den faulenden Kartoffeln	194
Unterschied von Cellulose und Amylum (Granulose)	195
Paramylon	—
Fremdartige Verbindungen in den Stärkekörnern	—
Wasser und verdichtete Luft	—
Lösliche Stoffe	—

Feste Einlagerungen	196	Verdickung der Substanz	234
Farbstoffe	197	Verhältnisse dieser Wachstumsprozesse und Stei- gerung von aussen nach innen	235
Wirkung des Gafflerens auf die Kartoffeln	198	Wachsthum der Körner mit centricalem kugeligem Kern	236
<i>Corpuscula amyloea</i>	200	Wachsthum der Körner mit excentrischem Kern	—
Gestalt, Grösse und Bau	—	Formveränderungen	—
Wassergehalt	201	Theilung des Kerns und der Schichten	238
Zusammengesetzte Körner	202	Ungleichheit des Wachstums der Schichten auf dem langen und kurzen Radius	239
Auflösungserscheinungen im frischen Gehirn	203	Abnahme dieser Ungleichheit von aussen nach innen	242
Quellungsvermögen und Löslichkeit	—	Ungleichheit des Wachstums der ganzen Radien Steigerung des Wachstums in dem excentrischen Kern und im Mittelpunkt des Korns	243
Jodreaction	204	Aenderung in der Verdickungsrichtung und Aus- bildung von verschiedenen Schichtensystemen	245
Chemische Zusammensetzung	207	Wachsthum der Körner mit centricalem linsenförmigem oder verlängertem Kern	247
Benennung der geschichteten Kohlenhydrate: Granu- lose, Cellulose	209	in den Sporen der Characeen	—
Amyloid, Mesamylin, Dysamylin	—	im Milchsaft von Euphorbia	249
Gelin, Medullin, Lignin	211	Schichtung	251
VIII. Entstehung und Wachsthum der Stär- kekörner.	213	Kern	—
Bisherige Ansichten	215	Wachsthum der einzelnen Schicht	252
Meine frühere Ansicht und die Einwürfe gegen dieselbe	216	Wachsthum der halbzusammengesetzten Körner	—
Kritische Beleuchtung der Thatsachen, welche auf die Entwicklungsgeschichte Bezug haben	217	in den Stärkearten mit excentrischer Schichtung Theilung des Kerns	254
Bildung von Rissen im Innern	—	Verdickungsrichtungen der Theilkörner	—
Formverschiedenheit kleiner Körner von den innern Schichten grösserer K.	218	Spalten zwischen den Theilkörnern	255
Verschiedenheit derselben in der Substanz	219	Wiederholte Zweitheilung des Kerns	256
Identität der äussersten Schicht kleiner und grosser Körner	220	Richtung, in welcher die Kerntheilung erfolgt Theilkörner zwischen den Schichten des einfa- chen K.	257
Die Schichtung tritt im Innern auf	221	in den Stärkearten mit centricer Schichtung	—
Entstehung zusammengesetzter K. durch Theilung, und Wachsthum der Theilk. durch Einlagerung	—	Zunahme der äussern und innern Substanz des halbzusammengesetzten Korns	260
Entstehung und Wachsthum der halbzusammenge- setzten K. durch Einlagerung	223	Wachsthum seiner Theilkörner	261
Das Wachsthum (durch Einlagerung) nimmt von der Peripherie nach der Mitte hin zu	224	Wachsthum der umschliessenden Substanz	—
Differenz zwischen innen und aussen bei zusam- mengesetzten K.	225	Wachsthum der zusammengesetzten Körner	262
bei halbzusammengesetzten K.	226	Entstehung derselben durch Theilung des Kerns durch Bildung eines neuen Kerns zwischen den Schichten	264
Die Zunahme findet in steigender Progression statt Auflagerung von äussern Schichten mangelt gänzlich Beziehung zwischen dem Wachsthum und der phy- sikalisch-chemischen Beschaffenheit der Substanz	227 228 229	Unterscheidung und Vorkommen beider Prozesse an verschiedenen Körnern	265
Wachsthum der einfachen Körner	230	am nämlichen Korn	267
Entstehung und Theilung des Kerns	232	Wachsthum der Theilkörner	—
Spaltung der Schichten	233	Räumliche Anordnung der Theilkörner bei Kern- theilung in den Stärkearten mit centricer Schich- tung	269
Dickenwachsthum der Schichten und des Kerns	234	in den Stärkearten mit excentrischer Schichtung	270

	Pag.
Anordnung der Theilk. beim Abstehen von Eukm Successive oder gleichzeitige Anlage der Theilk.	271
Beginnen und Aufhören der Theilung	272
Spaltenbildung und Zerfallen in Bruchstücke Verschmelzung der Theilbröcker bei einigen Stär- kearten	274
Formveränderungen des ganzen zusammengesetzten Korns	276
Formveränderungen und Wachsthum der Bruchk.	—
Wachsthum der Zellmembranen	277
Unzulänglichkeit der für die Schichtenauflagerung angeführten Thatsachen	—
Das Flächenwachsthum geschieht durch Einlage- rung. Characeen, Spirogyra	279
Callithamniaceen, Melosira, Closterium	280
Erklärung von Wachsthumerscheinungen (Dre- hung)	281
Das Dicken- und Flächenwachsthum geschieht durch Intussusception. Gloeocapsa, Apicystis	282
Petalonema (Ein- und Auflagerung)	283
Caulerpa	285
eine allgemeine Erscheinung?	—
Erklärung von Wachsthumerscheinungen. (War- zen-, Faser- und Porenbildung)	286
IX. Theorie der Wachsthumursachen.	289
Wachsthum der vorhandenen und Entstehung neuer Körner	295
Fortdauernde Vergrößerung	296
Einlagerung, nicht Auflagerung	297
Anordnung der kleinsten Theilchen in concentrische Molecularschichten	298
und in radiale Molecularreihen	299
Die Einlagerung neuer Theilchen geschieht im um- gekehrten Verhältniss zu den mechanischen Wider- ständen	—
und wird durch die Anordnung der Moleculäre geregelt	300
Die Einlagerung bewirkt zunächst ein Flächenwachs- thum der Molecularschichten, welche das Bestreben haben sich von einander zu trennen; Steigerung desselben von aussen nach innen	301
Bestimmung der Kraft, mit der eine Kugelschale, welche eine gegebene Flächenausdehnung erfährt, ihren Radius zu vergrössern sich bestrebt	302
Bestimmung der Kraft, mit welcher zwei sich be- rührende Kugelschalen, die eine gleiche Flächen- ausdehnung erfahren, sich von einander trennen	304
Folgerung für das Wachsthum des Stärkekorns;	

	Pag.
Steigerung des Wassergehaltes und der Volumen- zunahme von aussen nach innen	307
Entstehung des Kerns	309
Concentrische Theilung desselben	—
Concentrische Theilung der dichten Schichten	310
Verdichtung der weichen Schichten von den angren- zenden dichten Schichten aus	311
Verdichtung derselben in einer mittlern Partie (con- centrische Theilung)	—
Verdichtung der Schichten in ihrer ganzen Dicke	312
Ursache der Schichtung	314
Die Abweichungen von dem mathematisch-concentri- schen Bau rühren von dem ungleichmässigen Flä- chenwachsthum her	—
Bestimmung der Differenzen im Wachsthum auf ver- schiedenen Punkten der nämlichen Schicht bei centrisch-geschichteten Körnern	316
bei excentrisch-geschichteten K.	317
während der ganzen Entwicklungsdauer und in der Zeiteinheit	318
Wachsthum der excentrisch-geschichteten Körner	319
der centrisch-geschichteten K.	321
besondere Schichtensysteme	322
Bildung von Theilkörnern	323
Theilung des Kerns	324
Wachsthumerscheinungen um die neuen Schich- tencentren und Spaltenbildung zwischen den- selben	—
Theilkörner zwischen den Schichten	325
Vergrößerung der Spalten und Bildung von zu- sammengesetzten Körnern	326
Wachsthum der Theilk. und Zerfallen der zusam- mengesetzten K.	327
Entstehung und Wachsthum der Zellmembran	328
Verhältniss der Membranbildung zur Körnerbildung	—
Einlagerung und Auflagerung	329
Anordnung der kleinsten Theilchen	—
Spannungen zwischen denselben	330
Complicirte Verhältnisse der Wachsthumursachen	331
X. Hypothese über die Molecularconstitution.	332
Die kleinsten Theilchen der organisirten Substanzen sind im feuchten Zustande von Wasserhüllen umgeben	341
Lösung, Crystallisation	—
Wasser in gröblichen Räumen und zwischen den Moleculen	342
Anziehung der Moleculäre zu Substanz und zu Wasser	—
Analogie zwischen krystallinischen und organisir- ten Substanzen	343

Pag.		Pag.
	Die kleinsten Theilechen der organischen Substanzen sind krystallinische Atomcomplexe (Molecüle) von ungleicher Grösse	
344	Der Wassergehalt steht im umgekehrten Verhältnis zur Grösse der Molecüle	
345	Grösse und Abstände der Molecüle bei einem bestimmten Wassergehalt	
346	Wachsthum der Molecüle und Zwischenlagerung neuer; Zerfallen derselben	
348	Ungleiche Mächtigkeit der Wasserhülle auf verschiedenen Seiten eines Molecüle; Molecularinterstitien zwischen den Wasserhüllen	
349	Concentration der Ernährungsfüssigkeit in den Molecularinterstitien grösser als in den Wasserhüllen	
350	Bewegungen in der ein Stärkekorn durchdringenden Flüssigkeit (in den Interstitien und den Hüllen)	
351	Einfluss derselben auf die Einlagerung fester Stärke und auf die Auflösung	
352	Einfluss der Mächtigkeit der Wasserhülle auf die Vergrösserung eines Molecüle	
353	Kugelige Molecüle verlängern sich in radialer Richtung und werden in tangentialer Richtung eckig	
354	Von ungleichgrossen M. nehmen die grössern leichter zu als die kleinern, überschreiten aber eine gewisse Grösse nicht	
355	Entstehung und Ausbildung neuer Molecüle	
356	Die Einlagerung derselben geschieht nicht überall gleich leicht	
357	und wechselt nothwendig mit der Vergrösserung der schon vorhandenen M. ab	
358	Entstehung und Wachsthum des Stärkekorns. Kugelige Gestalt desselben und radiale Anordnung der Molecüle	
359	Zuerst Auflagerung von Molecülen, nachher bloss Einlagerung	
360	Flächenwachsthum der Molecularschichten und Bildung neuer Schichten	
361	Im Innern werden mehr neue Molecularschichten eingelagert	
362	Die Cohäsion ist im Innern geringer als aussen	
363	Zunahme des Wassergehaltes von aussen nach innen; Ausscheidung des weichen Kerns und der weichen Schichten	
364	Verdichtung der weichen Schichten an der Oberfläche	
365	und in der ganzen Masse	
366	Flächenwachsthum der Molecularschichten. Abweichung von der Kugelgestalt	
367	Ungleiches Verhalten der centralen Moleculargruppe	
368	Ursachen der spezifischen Verschiedenheit der Stärkekörner	376
369	XI. Vorkommen der Stärkekörner.	377
370	Lössliche Stärke. Stärkekleister	380
371	Stärkekörner, bei den meisten Pflanzen vorhanden	382
372	Verschiedenheit der Pflanzentheile rücksichtlich ihres Stärkegehaltes	—
373	Verschiedenheit zwischen den Pflanzenordnungen rücksichtlich des Stärkegehaltes der unterirdischen Theile	384
374	Verschiedenheit zwischen den Gattungen der gleichen Ordnung	—
375	Verschiedenheit zwischen den Pflanzenordnungen rücksichtlich des Stärkegehaltes der Samen (Embryo und Albumen)	385
376	Verschiedenheit zwischen den grössern Abtheilungen des Pflanzenreiches und zwischen den Gattungen der gleichen Ordnung	387
377	Vorkommen der Stärke in den Sporen und Pollenkörnern	388
378	Vergleichung zwischen Samen und unterirdischen Theilen rücksichtlich des Stärkegehaltes	389
379	Wechsel oder Wanderung des Stärkegehaltes in der Pflanze	390
380	Bau der Stärkekörner in den unterirdischen Pflanzentheilen	391
381	Verschiedenheit zwischen den Ordnungen rücksichtlich des Baus der in den Samen enthaltenen Stärkekörner	392
382	Verschiedenheit zwischen den Gattungen der gleichen Ordnung	393
383	Lagerung der Stärkekörner innerhalb der Zellen	395
384	Verhältniss der Stärke zu anderer stickstoffloser Reservenernahrung	397
385	Verschiedenheit zwischen den Zellen eines Gewebes rücksichtlich des Stärkegehaltes	—
386	Stärkekörner in den bläschenartigen oder körnigen Protoplasmagebilden	398
387	in den Chlorophyllkörnern der Characeen	—
388	von Opuntia und Nephrolepis	399
389	von Begonia	400
390	von Rhipsalis	—
391	von Cereus	401
392	Eigenthümliche Stärkebildung in den Chlorophyllkörnern der Zygnemaceen und Desmidiaceen; bei Zygnema, Spirogyra, Mougeotia	—
393	bei Spirogyra orthospira	403

bei Clostridium	Pag.
Deutung	404
XII. Systematische Uebersicht der Stärke-	
körner.	408
Schwierigkeiten bei der Bestimmung	—
Plasmakörper	—
Schemata für die Anordnung	407
1. Körner einfach, centrisch-kugelig	408
2. K. einfach, centrisch-linsenförmig	416
3. K. einfach, centrisch-oval	421
4. K. einfach, centrisch-spindelförmig	428
5. K. einfach, centrisch-knochenförmig	—
6. K. einfach, excentrisch-verkehrtkegelförmig	429
7. K. einfach, excentrisch-kegelförmig	431
in den vegetativen Organen	—
in den Samen	437
8. K. einfach, excentrisch, keilförmig oder zusammen-	
mengedrückt	440
in den vegetativen Organen	—
in den Samen	447
9. K. einfach, centrisch-keilförmig	448
in den vegetativen Organen	—
in den Samen	451
10. K. einfach, von unbekanntem Bau	452
in den vegetativen Organen	—
in den Samen	465
11. K. halbzusammengesetzt	475

12. K. zusammengesetzt mit verschobenen Theil-	Pag.
körnern	477
13. K. zusammengesetzt, 1—2reihig	480
14. K. zusammengesetzt, wenigzählig, gleichtheilig	481
in den vegetativen Organen	—
in den Samen	491
15. K. zusammengesetzt, wenigzählig, ungleichtheilig	497
in den grünen Pflanzentheilen	—
in den nichtgrünen vegetativen Theilen	498
in den Samen	504
16. K. zusammengesetzt, vielzählig	—
in den vegetativen Organen	—
in den Samen	506
17. K. zusammengesetzt, hohlkugelig	529
Nachtrag	—
XIII. Systematische Uebersicht des Pflanzen-	
reiches bezüglich des Vorkommens von	
Stärkekörnern.	531
Zellencryptogamen	—
Gefäßcryptogamen	534
Gymnospermen	535
Monocotyledonen	536
Dicotyledonen, Apetalen	547
Gamopetalen	551
Dialypetalen	559
Erklärung der Tafeln.	575
Register der Pflanzen.	590

Stärke.

I. Einfache, zusammengesetzte, Theil- und Bruchkörner.

Gestalt und Grösse derselben.

Die Stärke kommt in der lebenden Pflanze fast ausschliesslich in Körnerform vor, und tritt dann anfänglich immer als einfache Körner auf. Dieselben können einfach bleiben, oder sich in zusammengesetzte verwandeln. Die letztern bestehen aus mehrern oder vielen mit einander zu einer Gruppe von bestimmter und individueller Form verbundenen Theilkörnern, und zerfallen in der Regel früher oder später in die Theilkörner, die ich dann Bruchkörner nennen will.

Die Entstehung der zusammengesetzten Körner ist, wie ich später zeigen werde, eine doppelte. Entweder bilden sie sich durch Theilung eines ursprünglich einfachen Kornes, oder dadurch, dass mehrere einfache Körner, die in einem Bläschen beisammen liegen, durch gegenseitigen Druck mit einander verschmelzen. Erstere will ich als ächte, letztere als unächte zusammengesetzte Körner bezeichnen. Sie gewähren, wenn sie aus sehr vielen und sehr kleinen Theilkörnern bestehen, oder wenn überhaupt die Trennungslinien undeutlich und selbst unsichtbar sind, das Ansehen von einfachen Körnern, und der zusammengesetzte Bau kann dann nur aus andern Erscheinungen (Analogie und Zerfallen in Bruchkörner) nachgewiesen werden.

Nicht sehr selten kommt es vor, dass einfache Körner, welche gedrängt im Zellenlumen beisammen liegen, mit einander verwachsen und grössere oder kleinere Gruppen bilden, denen indess meist eine bestimmte individuelle Form mangelt, und die man auch nur sehr uneigentlich als zusammengesetzte Körner bezeichnen könnte. Wie die einfachen, so können auch die ächten zusammengesetzten Körner durch Druck mit einander verwachsen und in Gruppen zusammenhängen.

Man sollte eigentlich nur solche Körner zusammengesetzte nennen, welche durch Theilung aus einfachen entstehen; und alle Verschmelzungen von ursprünglich einfachen und getrennten Körnern als Gruppen hezeichnen. Ich habe indessen diesen letztern unter bestimmten Verhältnissen den Namen von zusammengesetzten Körnern gelassen, und sie

als unächte von den erstern unterschieden. Diess geschah nicht bloss desswegen, weil die in Bläschen entstandenen unächten zusammengesetzten Körner den ächten meist vollkommen ähnlich sind, sondern namentlich auch desswegen, weil in manchen Fällen noch nicht zu ermitteln ist, ob eine Gruppe von verwachsenen Körnern durch Theilung eines Korns oder durch Verschmelzung mehrerer anfänglich getrennter Körner entstanden ist.

Die Gruppen zusammenhängender Körner, welche unmittelbar im Zellraum (nicht in Bläschen) durch gedrängte Lage entstehen, können in der Regel nicht mit zusammengesetzten Körnern verwechselt werden. Sie charakterisiren sich meist schon auf den ersten Anblick als zufällige Conglomerate; und wenn ein Zweifel über ihre Natur bestehen sollte, so giebt die Entwicklungsgeschichte leichten und sichern Aufschluss.

In stärkemehlreichen Geweben sind die Zellen oft ganz und so dicht mit Stärkekörnern gefüllt, dass die Letztern alle mit einander zu einer Gruppe verschmelzen, welche die Gestalt der Zelle hat. Eine solche Gruppe kann eine täuschende Aehnlichkeit mit einem ächten zusammengesetzten Korn besitzen, zuweilen auch aus der Zelle herausfallen. Ueber ihren Ursprung und ihre Bedeutung kann aber bei einiger Aufmerksamkeit nie ein Zweifel bestehen. Beispiele für das Verwachsen aller in einer Zelle liegenden einfachen Körner liefern fast ausschliesslich die Samen einiger Phanerogamen z. B. von mehreren Gräsern wie *Zea Mays* (in Fig. 2, a, b auf Taf. XXII sind 2 Zellen dargestellt), *Coix*, *Paspalum*, *Setaria*, *Pennisetum*, *Cenchrus*; ferner von Cyperaceen, Polygoneen (*Rumex*, *Oxyria*, *Polygonum*), Plumagineen, *Drosera*, *Zostera*. In andern Pflanzentheilen ist diese Erscheinung ausserordentlich selten. Der Wurzelstock von *Smilax China* Lin. ist das einzige mir bekannte Beispiel. Die einfachen Stärkekörner fand ich hier durch Druck mehr oder weniger eckig, oft vollkommen polyedrisch, und die Zellen ganz ausfüllend. Es ist aber nicht sicher, ob vielleicht nicht erhöhte Temperatur beim Trocknen eine Veränderung der Körner hervorgebracht hat.

Auf diese Art verschmelzen nicht bloss die in einer Zelle liegenden einfachen Körner mit einander; es kann diess auch mit ächten zusammengesetzten Körnern der Fall sein. Man erkennt dann stärkere Trennungslinien, welche den Conturen der zusammengesetzten Körner entsprechen, und schwächere Linien zwischen den Theilkörnern des gleichen Korns. Zuweilen ist die Verschmelzung zwischen den zusammengesetzten Körnern selbst so innig, dass ihre Grenzen sich nicht mehr durch stärkere Linien kenntlich machen, und dass es den Anschein gewährt, als ob lauter gleichwertige einfache Körner mit einander verschmolzen wären. Für manche Fälle kann im ausgebildeten Zustande nicht mehr entschieden werden, ob eine Zelle mit Theilkörnern von unkenntlich gewordenen zusammengesetzten Körnern oder mit einfachen Körnern vollgestopft ist; und es muss die Entscheidung der Frage entweder durch die Analogie oder durch die Entwicklungsgeschichte gegeben werden. — Beispiele für das Verschmelzen aller in einer Zelle liegenden zusammengesetzten Körner in eine einzige Gruppe findet man nur an Samen und zwar von manchen Gräsern, von Zingiberaceen, Commelynaceen, Piperaceen, Chenopodiaceen, Amaranthaceen, Portulacaceen, Caryophyllen.

Unächte zusammengesetzte Körner kommen, wie es scheint, fast nur in grünen Pflanzentheilen vor, und bilden sich daselbst wohl ausschliesslich in Chlorophyllbläschen.

Die ächten zusammengesetzten Körner erscheinen zuweilen vollkommen homogen, indem die Trennungslinien zwischen den Theilkörnern nicht sichtbar werden. Es versteht sich von selbst, dass ich hier nicht von denjenigen Fällen spreche, wo die Grenzflächen der Letztern bei jeder Schiefelage undeutlich und nur bei genau senkrechter Stellung deutlich sind. Namentlich sind es junge unreife Körner, welche oft beim Drehen in keiner Lage eine Trennungslinie zeigen; und das homogene Ansehen wird überhaupt um so häufiger und constanter, je jünger das zusammengesetzte Korn und je zahlreicher und kleiner die Theilkörner sind, aus denen es besteht. Der zusammengesetzte Bau wird zuweilen erst unmittelbar vor dem Zerfallen sichtbar; — zuweilen selbst dann nicht; denn man findet Körner, deren eine Hälfte sich in Bruchkörner aufgelöst hat, während die andere Hälfte noch homogen erscheint.

Zusammengesetzte Körner mit homogenem Ansehen findet man in den Samen von Gramineen (*Ehrharta*, *Apera*; *Leptochloa*, *Corynephorus*, *Lagurus*, *Trisetum*, *Gaudinia*, *Cynosurus*, *Chrysurus*, *Festuca*, *Vulpia*, *Lolium*, *Puilurus*, *Lepturus*), von Piperaceen (*Podomorpha*), Chenopodiaceen (*Atriplex*, *Panderia*, *Chenopodium*, *Schoberia*, *Monolepis*) Amaranthaceen (*Pupalia*), Mesembryanthemum, Caryophyllen (*Polycarpaea*, *Spergula*, *Dianthus*). In Fig. 7 Taf. XXII. ist eine Zelle des Sameneiweisses von *Chrysurus echinatus* mit homogenen zusammengesetzten Körnern und mit Bruchkörnern gefüllt, dargestellt.

Es giebt noch eine andere Art von ächten zusammengesetzten Körnern, die von den einfachen Körnern nur durch die Analogie unterschieden werden können. Im Sameneiweiss von Commelynaceen, Zingiberaceen, Piperaceen kommen zusammengesetzte Körner vor, die ein parenchymatisches Aussehen darbieten (Taf. XXI, Fig. 31, B und Fig. 32 stellen einzelne Körner, Fig. 33 eine Gruppe von Körnern dar). Die Theilkörner bestehen aus einer innern weichen Masse und einer dichten Hülle. Die Hüllen sind miteinander zu Scheidewänden verschmolzen ohne eine Spur von Trennungslinien. Diese zusammengesetzten Körner haben grosse Aehnlichkeit mit den gefelderten Körnern, wie sie auf Taf. XVIII in Fig. 10, 13, 14, 15 aus dem Sameneiweiss von *Secale* abgebildet sind, welche sich aber durch ihr übriges Verhalten als einfache Körner ausweisen, und eine eigenthümliche Form der Auflösung darbieten.

Die Stärkekörner, sowohl die einfachen als die ächten zusammengesetzten, zeigen anfänglich eine vollkommen kugelige Gestalt, wenn sie später auch noch so sehr davon abweichen. Im ausgebildeten Zustande sind die einfachen Körner zuweilen kugelig, meistens oval, indem der eine Durchmesser $\frac{1}{2}$ bis 1 mal länger ist, seltener flachgedrückt oder scheibenförmig, indem der eine Durchmesser 3 bis 10 mal kürzer ist, und noch seltener stabförmig, indem ein Durchmesser die beiden andern um das 3 bis 12fache übertrifft. Die ächten zusammengesetzten Körner zeigen die gleichen Verschiedenheiten, jedoch in einem beschränkteren Formenkreis.

Wenn die Körner locker in einer Flüssigkeit liegen oder in weicher schleimartiger Substanz eingebettet sind, so ist ihre Oberfläche überall gerundet ohne scharfe Kanten und Ecken, sowie ohne ebene Flächen. Dabei ist die Form entweder regelmässig (kugelig, oval, zylindrisch, linsenförmig) oder unregelmässig; im letztern Falle kann die Oberfläche mit Erhabenheiten oder Vertiefungen versehen, selbst in längere Lappen ausgezogen sein. — Liegen die Stärkekörner dagegen dicht-gedrängt in einer Zelle oder in einem Bläschen beisammen, so platten sie ihre ursprünglich überall gerundete Oberfläche an denjenigen Stellen ab, wo sie an andere Körner (oder an die Zellwandung) anstossen. Sie nehmen dann nach und nach eine polyedrische Gestalt an, welche genau mit der Form von eckigen Parenchymzellen übereinstimmt, und behalten, wenn man sie durch Zerreißen der Zellen frei macht, ihre ebenen Flächen und ihre scharfen Ecken und Kanten.

Ausgewachsene kugelige Körner kommen vor im Wurzelstock von *Veratrum*, *Convolvulus lineatus* Lin., *Aristolochia Clematitis* Lin., *Valeriana officinalis* Lin., *Rumex*, *Soldanella*, *Hypericum*, *Astragalus incanus* Lin.; in den Wurzeln von *Conostylis involucrata* Endl., *Levisticum*, *Portulacca megalantha* Steudel; in der Zwiebel von *Gagea*; in den Knollen von *Orchis globosa* Lin., *O. militaris* Lin., *Coclogyue fimbriata* Lindl.; in den Stolonen von *Convolvulus Soldanella* Lin., von *Batatas littoralis* Choix.; in den kriechenden Stämmchen von *Glaux maritima* Lin.; in der Rinde von *Croton Eluteria* Swartz; in den Samen von manchen Gramineen, von Bromeliaceen, *Ruppia*, Polygoneen, *Agathophyllum*, *Eutoca*, *Acanthus*, *Drosera*, *Calophyllum*, *Arachis*; in nicht ganz reifen Samen von *Ammannia latifolia* Lin.; in den grossen Sporen von *Isoetes*.

Mehr oder weniger kreisrunde, linsenförmig zusammengedrückte Körner findet man in den Sporen von *Chara* (Taf. XVIII, Fig. 1 und 2, von der Fläche und im Durchschnitt gesehen), in den Wurzeln von *Androsaemum officinale* All., von *Dahlia variabilis* Desf. (Taf. XXIII, 19, c und a, von zwei Seiten gesehen); in den Samen der Getreidearten, *Triticum*, *Secale*, *Hordeum* (Taf. XVIII, 15, A und B; Taf. XXIII, 20, a und b; 21, h und i; 22, k und l, jedes dieser Körner von der breiten und von der schmalen Seite gesehen), in den Samen von *Scheuchzeria*, *Sagittaria*, *Trapa*; in den grossen Sporen von *Pilularia*.

Die ovalen oder länglichen Körner mit mehr oder weniger kreisförmigem Querschnitt kommen am häufigsten vor; z. B. in den Kartoffeln (Taf. XXIV. 9), in der Wurzel von *Ipomoea Purga* Schlecht. (Fig. 7), *Cocculus palmatus* DC. (Fig. 8); im Wurzelstock von *Lathraea Squamaria* (Fig. 10), *Achimenes* (Fig. 11) etc.; in den Samen von *Laurus nobilis*, *Syzygium guineense* DC, *Caryophyllus aromaticus* etc.

Dreieckige, ovale oder längliche, und dabei mehr oder weniger zusammengedrückte Körner finden sich in den Schuppen mancher Zwiebeln, z. B. von *Tulipa* (Taf. XXIV, 20, a und b, von der Fläche und im Durchschnitt gesehen), *Lilium*, *Erythronium*, *Fritillaria*, *Muscari*, *Scilla*, *Galanthus*, *Leucorum*, *Sternbergia*, *Narcissus*; in den Knollen von *Ranunculus Ficaria* Lin. (Fig. Taf. XXIV, 21, a und b), von *Dioscorea Batatas* Desne., *Curcuma Zedoaria* Salisb.; in den Wurzeln von *Meum athamanticum* Jacq., *Imperatoria Ostruthium* Lin., *Ranunculus aconitifolius* Lin.; in den Wurzelstöcken von vielen Farren (z. B. *Polypodium vulgare* Lin., *P. distans* Kaulf., *Scolopendrium officinarum* Swartz, *Polystichum Thelypteris* Roth, *Aspidium Filix mas* Swartz, *Cystopteris fragilis* Bernh.), von *Scirpus*, *Juncus compressus* Jacq., *Butomus*, *Canna*, *Zingiber officinale* (Taf. XXV, Fig. 2), *Curcuma*, *Hydrophyllum*, *Mitella diphylla* Lin.; in den Bulbillen von *Saxifraga granulata* Lin., von *Oxalis* (Taf. XXV, Fig. 1, g, h und i, k von der breiten und von der schmalen Seite gesehen); in den Samen von *Canna* (Taf. XXIV, 18, b und c, von zwei Seiten gesehen), *Butomus*, *Limcharis*, *Zannichellia*, *Melochia*, und von manchen Hülsenfrüchtlern (*Vicia*, *Pisum*, *Lathyrus*, *Ervum*, *Phaseolus*, *Dolichos Lablab*); in den kleinen Sporen von *Marsilea*, *Pilularia*.

Die längsten Körner, von länglicher bis lineal-lanzettlicher Form, sind bei geringerer Breite im Querschnitt kreisrund, bei grösserer Breite zusammengedrückt, so im Wurzelstock von *Alpinia Galanga* Sw. (Taf. XXV, 7), von *Caladium seguinum* Vent., von *Hemerocallis* und von *Tamus communis* Lin.; in der Wurzel von *Krameria triandra* R. P. (Fig. 8); im Milchsaft von *Euphorbia* (Taf. XXIV, 1, 2).

Die ächten zusammengesetzten Körner zeigen meistens eine kugelige oder ovale Gestalt, z. B. in der Zwiebel von *Crocus* (Taf. XXVI, 15), in der Wurzel von *Cephaelis Ipecacuanha* Rich. (Fig. 16), im Wurzelstock von *Scirpus maritimus*, *Smilax* etc.; in den Samen von vielen Gräsern, (z. B. *Oryza*, Taf. XXVI, 18; *Calamagrostis*, Fig. 19), von *Hedychium*, *Arum*, von *Chenopodiaceen*, *Amaranthaceen* (z. B. *Chamissoa*, Fig. 20), *Phytolacceen*, z. B. *Phytolacca*, Fig. 22) etc. — Seltener sind die zusammengesetzten Körner deutlich zusammengedrückt, was in den Samen von *Caryophyllen* etc. vorkommt (z. B. bei *Arenaria* Taf. XXVI, 27, a und b, c und d, jedes der beiden Körner von der breiten und der schmalen Seite gesehen). Ebenfalls selten findet man lanzettliche und verlängerte Formen, wie in den Samen von *Chenopodiaceen* (z. B. bei *Beta*, Taf. XXVI, 21, b), von *Portulacceen* (z. B. bei *Tetragonia*, Fig. 23) etc. — Lineale zusammengesetzte Körner trifft man zuweilen in den Samen von *Polygonum* (Taf. XXIII, 10, c), im Wurzelstock von *Canna* etc.

Unregelmässige Formen, mit Erhabenheiten und Vertiefungen versehen, kommen bei den einfachen Körnern vereinzelt fast überall vor. An manchen Orten treten sie in grösserer Menge auf, z. B. im Stamm von *Cereus variabilis* Pfeiff. (Taf. XIV, XV, XVI); in manchen Samen z. B. von *Aesculus* (Taf. XXIV, 19); in vielen unterirdischen Theilen, z. B. im Stamm von *Isoetes*; in den Zwiebelschuppen von *Hyacinthus*. — Eigentlich gelappte Formen findet man wohl nur in den Milchsäften der tropischen *Euphorbiaceen* (Taf. XXIV, 1).

Die ächten zusammengesetzten Körner zeigen zuweilen auch unregelmässige Formen, doch weit seltener als die einfachen Körner. Zu den bemerkenswerthesten gehören die im Stamm von *Cereus variabilis* Pfeiff. (Taf. XVI, 6, 11, 18, 22); im Stamm von *Isoetes* (Taf. XXV, 12); in den Zwiebelschuppen von *Hyacinthus* (Taf. XIX, 7, 8, 16, 17, 28, 41); in den Samen von *Polygonum* (Taf. XXIII 10, f, i, n, p); im Wurzelstock von *Canna* etc.

Die durch Druck veränderten einfachen Körner kommen fast ausschliesslich in Samen vor; und sind namentlich solche, die ohne Druck sich kugelig, oval oder linsenförmig ausbilden würden. Man findet sie in allen Uebergängen von solchen Formen, die an der gerundeten Oberfläche bloss einzelne kreisrunde oder ovale ebene Flächen zeigen bis zu solchen, die vollkommen polyedrisch geworden sind, mit ebenen Seiten und mit scharfen Kanten und Ecken. Kugelige Körner nehmen dabei oft eine sehr regelmässige Dodecaedergestalt an. Polyedrische Körner mit ziemlich gleichen Durchmesser findet man in den Samen von einigen Gräsern wie *Zea* (Taf. XXII, Fig. 2 zeigt zwei mit Körnern gefüllte Zellen; Taf. XXIII, Fig. 6, a, b zwei Körner), *Coix*, *Paspalum*, *Helopus*, *Panicum*, *Setaria* (Taf. XXIII, 5, a, d),

Pennisetum, Conchus (Taf. XXIII, 4), Centotheca, Erianthus, Sorghum (Taf. XVIII, 37); in den Samen von Polygoneen wie Pterostegia, Rumex, Oxyria, Rheum (Taf. XXII, Fig. 3 zeigt zwei Zellen mit fast kugeligen Körnern), Polygonum (Taf. XXIII, 8, a); in den Samen von Plumbagineen (Statice, Plumbago); in den Samen von Drosera, Zostera. Polyedrische, stark zusammengedrückte Körner kommen vorzüglich in den Samen von Luzula und Junco, weniger zusammengedrückte Formen bei Statice vor.

Die durch Druck eckig und polyedrisch gewordenen, ächten zusammengesetzten Körner findet man ebenfalls nur in Samen und zwar von Gräsern, Piperaceen, Chenopodiaceen, Amaranthaceen, Nymphaeaceen, Portulacaceen, Caryophyllen. Taf. XXII, Fig. 10 zeigt eine Zelle des Eiweisses von Tetragonia, Fig. 12 eine Zelle des Eiweisses von Nymphaea, beide mit polyedrischen zusammengesetzten Körnern ausgefüllt. In Fig. 13 ist eine Zelle des Eiweisses von Esagrostis dargestellt, ebenfalls vollgepfropft mit zusammengesetzten Körnern, deren Trennungslinien zum Theil un-
deutlich sind; zwei dieser Körner, durch Druck frei gemacht, sieht man auf Taf. XXVI, Fig. 26, a, b.

Die ächten zusammengesetzten Körner können aus 2 bis über 30,000, die unächten aus 2 bis über 20 Theilkörnern bestehen. Bei beiden liegen die Theilkörner meistens in allen Richtungen des Raumes (körperlich) beisammen, selten in einer einfachen Schicht (zu 3—13) neben-, oder in einer einfachen Reihe zu 3—11) hinter einander. Einen eigenthümlichen Bau zeigen die zusammengesetzten Körner der Zygnemaceen; sie sind hohl, und bestehen aus einer einfachen kugelschaligen Schicht von 12 bis über 100 Theilkörnern.

Die Theilkörner eines und desselben zusammengesetzten Kornes sind oft von vollkommen oder annähernd gleicher Grösse; sie zeigen dann, bei geringerer Zahl, meist eine regelmässige Anordnung. Oft sind sie ungleich gross und zwar bis auf den Grad, dass das grösste Theilkorn das kleinste um das 6 bis 12- und selbst 22-fache des mittlern Durchmessers übertrifft, was einem Unterschied des Kubikinhaltes von 1 : 200, 1 : 1500 und 1 : 10,000 entsprechen kann. Die häufigste Form der Anordnung ungleichgrosser Theilkörner ist die, dass einem grossen Korn an dem einen Ende kleine Theilkörner aufsitzen; bei dieser Form findet man zugleich die beträchtlichsten Differenzen in der Grösse. Weniger häufig kommen aus 2 grossen Theilkörnern bestehende Doppelkörner vor, in deren Fuge stellenweise oder ringsum die kleinen Theilkörner befindlich sind.

Die ächten zusammengesetzten Körner, die aus wenigen (2 bis 8 und 16) Theilkörnern bestehen, sind meistens mit einfachen Körnern gemengt und kommen sehr häufig namentlich in unterirdischen Pflanzentheilen vor; in Samen sind sie seltener.

Zusammengesetzte Körner, bei denen die Zahl der Theilkörner 100 und 200 übersteigt, finden sich bei äusserst wenigen Pflanzen in unterirdischen Theilen; ich kenne sie nur im Wurzelstock von Arundo Donax Lin. (bis über 200) und von Epimedium alpinum Lin. (bis über 500). Dagegen kommen sie häufig in Samen vor. Besonders zeichnen sich die Ordnungen: Piperaceen, Mesembryanthemen, Caryophyllen, Portulacaceen, Zingiberaceen, Gramineen, Phytolacaceen und Amaranthaceen durch einen complizirten Bau der zusammengesetzten Körner aus. Einzelne der letztern enthalten bei Piper über 4000 Theilkörner, — bei Mesembryanthemum über 5000, — bei Lychnis und Corrigiola über 5000, — bei Saponaria über 6000, — bei Claytonia über 6000, bei Monocosmia über 8000, — bei Hedychium über 8000, — bei Lolium über 4000, bei Lagurus über 6000, bei Lepturus, Festuca, Lamarckia über 8000, bei Chrysurus über 13,000, — bei Phytolacca über 9000, bei Pircunia über 20,000, — bei Desmochaeta über 5000, bei Pupalia über 25,000, — bei Corispermum über 9000, bei Schoberia über 10,000, bei Monolepis über 12,000, bei Chenopodium über 14,000, bei Atriplex über 15,000, bei Spinacia über 30,000.

Körner, die aus einer grossen Menge von Theilkörnern bestehen, sind dargestellt auf Taf. XXI in Fig. 20 (ein zusammengesetztes Korn aus dem Sameneiweiss von *Tetragonia expansa* Ait.), Fig. 21 (zwei solche Körner), Fig. 22 (ein Korn aus dem Samen von *Tinantia fugax* Scheidw.); auf Taf. XXVI in Fig. 21 (zwei Körner aus dem Samen von *Beta*), Fig. 22 (*Phytolacca*), Fig. 23 (*Tetragonia*), Fig. 24 (*Spinacia*). Solche complicirte zusammengesetzte Körner erscheinen bald zartmaschig (Taf. XXVI, Fig. 22), bald granulirt (Fig. 23, 24). In beiden Formen kann die maschige oder die granulirte Zeichnung bis zum Verschwinden undeutlich werden, und daraus entstehen dann die homogenen zusammengesetzten Körner, die oben erwähnt wurden.

Unter den ächten zusammengesetzten Körnern kann man oft zwei charakteristische Typen unterscheiden. Die einen bestehen aus gleichgrossen, die andern aus ungleichgrossen Theilkörnern. Bei den erstern zeigen die Theilkörner häufig eine äusserst regelmässige Stellung. Zuweilen liegen dieselben zu 3 in einer Reihe hintereinander (Fig. 13 auf Taf. XXV); seltener zu 4 und 5; und als Ausnahmen sind Stäbchen zu betrachten, die aus 6 bis 11 Gliedern bestehen. Letzteres kommt in den Samen von *Polygonum Fagopyrum* Lin. vor (Taf. XXIII, Fig. 10, c, f, i, l, p), wo die Theilkörner bis zu 8, und in den Wurzelstöcken einiger *Canna*-Arten, wo dieselben bis zu 11 in eine Reihe geordnet sind.

Nicht selten liegen 3 Theilkörner wie die Ecken eines regelmässigen Dreiecks neben einander (Taf. XXVI, Fig. 8, c), 4 wie die Ecken eines Rhomboids, indem 2 davon sich nicht berühren (Taf. XXVI, Fig. 3, a); seltener entsprechen sie den Ecken eines Quadrats, wobei alle im Mittelpunkt zusammenstossen (Taf. XXIII Fig. 14, b). Wenn mehr als 4 Theilkörner in einer Ebene liegen, so sind sie zuweilen concentrisch angeordnet, indem ein centrales Korn von einem Kreis von 4, 5, 6 oder 7 Körnern umgeben wird (Taf. XXVI, Fig. 14, a); das ganze Korn hat dann eine kreisförmige Gestalt. Die concentrische Anordnung von 5 und mehr Theilkörnern wird zuweilen mehr oder weniger gestört, womit eine entsprechende Abweichung von der Kreisform und eine Annäherung zu rundlichen Formen des Dreiecks, des Vierecks oder des Rhombus verbunden sind. 5 und mehr Theilkörner, die in einer Ebene liegen, können sich aber auch der linearen Anordnung nähern, indem sie in zwei, oder stellenweise auch nur in einer Reihe liegen (Taf. XXIII, Fig. 10, h). Endlich kommen seltener noch unregelmässige, gelappte Täfelchen vor (Fig. 10, n). — Einfache Schichten von mehr als 7 Theilkörnern treten selten, von 9—13 Theilkörnern nur ausnahmsweise auf; letztere wurden in der Wurzel von *Boerhavia repens* Lin., und in den Samen von *Polygonum Fagopyrum* Lin. gesehen.

Viel häufiger als in einfache Reihen und Schichten, sind die Theilkörner körperlich zusammengestellt. 4 gleichgrosse Theilkörner liegen wie die Ecken eines Tetraeders (Taf. XXVI, Fig. 1). Es können auch 5, 6 und 8 sich ziemlich regelmässig um ein ideales Centrum gruppieren. Diess ist namentlich bei der Zahl 6 der Fall, wobei man dann entweder 4 Körner horizontal neben einander, 1 unten und 1 oben, oder je 3 und 3 in horizontaler Lage, die obern mit den untern alternirend, sieht; sie sind also wie die Ecken des regelmässigen Octaeders gestellt. 8 Körner dagegen lassen zuweilen eine Stellung erkennen, die den Seiten des regelmässigen Octaeders entspricht.

9 bis 18 Körner zeigen häufig eine concentrische Anordnung, indem ein centrales Korn von einer einfachen Schicht umschlossen wird; das zusammengesetzte Korn ist kugelig oder ovalkugelig. 7 bis 11 Theilkörner haben oft die gleiche Stellung, mit der Ausnahme, dass die umschliessende einschichtige Schale unvollständig ist; die Form des ganzen Kornes gleicht einer Kugel, von welcher auf einer Seite ein Segment abgeschnitten wurde. — 18 bis 30 Theilkörner sind zuweilen so gestellt, dass eine einschichtige Schale 2 innere Körner umschliesst; das ganze zusammengesetzte Korn ist oval oder länglich-oval.

Auf gleiche Weise können auch 3 oder 4 innere Theilkörner von einer Schicht, die aus 30 bis 70 Körnern besteht, umschlossen werden; das ganze Korn hat bei 3 innern Körnern eine abgeplattete, bei 4 (tetraedrisch-gestellten) eine vollkommene Kugelform.

Nur bei der eben beschriebenen concentrischen Anordnung kann man, wenn die Zahl der Theilkörner über 16 steigt, mehr oder weniger deutlich die Lagerung derselben beobachten; am günstigsten sind die Zustände des beginnenden Zerfallens, wenn sich bereits einige Theilkörner abgelöst haben. Selbst bei geringerer Zahl der Theilkörner ist es sehr häufig unmöglich, ihre Stellung genau auszumitteln; man überzeugt sich bloss, dass sie von der concentrischen Anordnung abweichen.

Zuweilen sind 5 bis 15 Theilkörner in 2 Schichten geordnet, wobei die eine Schicht gewöhnlich aus einer geringern Zahl besteht und bis auf 1 sich reduzieren kann. So sah ich auf einer Schicht von 4, 5, 6 und 7 Körnern je 1

liegen; auf einer Schicht von 4, 5, 6, 7 und 8 je 2, auf einer Schicht von 6, 7, 8 und 9 je 3; und ferner Körner, wo die eine Schicht aus 4—6, die andere aus 5—8 Theilkörnern bestand.

Regelmässige Anordnung der Theilkörner findet man z. B. im Mark von *Cycas circinalis* Lin., in der Iwarancusa-Wurzel, im Wurzelstock von *Scirpus maritimus* Lin., in den Knollen von *Colchicum autumnale* Lin. und *C. variegatum* Lin., in der Sassaparillwurzel, in den Zwiebelknollen von *Gladiolus*, *Meristostigma*, *Trichonema* und *Crocus*, im Wurzelstock von *Aristolochia Serpentaria* Lin. und *A. Pistoria* Lin., von *Orobancha*, von *Corydalis solida* Smith etc.

Die aus ungleich grossen Theilkörnern zusammengesetzten Körner sind sehr häufig so gebaut, dass ein grosses Korn 1 bis viele kleine trägt. Meistens liegen die letztern auf einer Seite oder an einem Ende des grössern Korns. In Fig. 5 auf Taf. XVI, in Fig. 2, b, c und 4, g, auf Taf. XXVI sind ungleichhälftige Doppelkörner, in Fig. 12, h auf Taf. XXVI ein Drillingskorn dargestellt, das aus einem grössern und 2 kleinern Theilen besteht. Wenn die kleinen Theilkörner in der Zahl von 3 oder mehr auftreten, so liegen sie häufig in einer Reihe, und bilden so eine Kante an dem grossen Korn (Taf. XIX, Fig. 16). Ich sah 3, 4, 5 und 6 kleine Körner diese Stellung einnehmen, wobei das grössere Korn dann gewöhnlich eine mehr oder weniger keilförmige Gestalt hat, und die kleinen Körner an dem schneidenförmig verdünnten Rand trägt.

Häufig indess liegen die kleinen Theilkörner in einer einfachen Schicht, und diess namentlich, wenn sie in grösserer Zahl vorhanden sind. Doch kommt das auch schon bei geringerer Zahl vor. So findet man an grössern Körnern, die die Gestalt eines gestutzten Kegels oder Ovals besitzen, 3 kleine Körner, wie die Ecken eines gleichseitigen Dreiecks, 4 wie die Ecken eines Quadrats oder eines Rhomboids, 5 und 6 wie die Ecken eines Fünf- und Sechsecks gestellt. Wenn die kleinen Theilkörner zahlreicher sind, so überziehen sie einen grössern Theil, selbst die Hälfte und mehr von der Oberfläche des grossen Korns, so namentlich in den sternförmigen Körpern von *Chara stelligera* Bauer. Man kann durch Druck und Reiben hier zuweilen kappenförmige Schalen von 20—70 kleinen Theilkörnern ablösen, die in einer Schicht liegen und fast das Ansehen von einer abgezogenen Epidermis gewähren.

Selten liegen die kleinen Theilkörner in 2 Schichten; bei geringerer Zahl kommt diess nur hie und da einmal als Ausnahme vor, wie in Fig. 11, c auf Taf. XXV, wo zwei Körner hinter einander liegen. In den sternförmigen Körpern von *Chara stelligera* beobachtet man es häufiger. Die Gesamtzahl der kleinen Theilkörner beträgt dann von 15 bis über 100, und davon bilden 1 bis etwa 25 die zweite oder äussere Schicht.

Zuweilen, jedoch nicht häufig, befinden sich die kleinen Theilkörner auf zwei oder mehreren Seiten des grossen Theilkorns. So gibt es Drillinge, wo die zwei kleinen Körner einander diametral gegenüberstehen, bis zu solchen Formen, wo sie um 90 Grad und weniger von einander entfernt sind (Taf. XIX, Fig. 7). Bei complizirter zusammengesetzten Körnern haben zwei Gruppen von 1—4 kleinen Körnern die eben beschriebene Stellung an einem grössern Korn. Ferner kommen im Wurzelstock von *Canna* ovale flachgedrückte Körner vor, welche an dem einen Ende und an den beiden Seitenflächen mehrere zerstreute Gruppen von 2—6 kleinen Theilkörnern und einzelne kleine Körner tragen; und in den sternförmigen Körpern von *Chara stelligera* findet man zuweilen an einem grossen Korn in den verschiedensten Stellungen 2 oder 3 Gruppen von 3 bis 30 kleinen Theilkörnern.

Wenn, was indess seltener vorkommt, statt eines, zwei grosse Theilkörner die kleinen tragen, so befinden sich die letztern meistens in der Fuge zwischen beiden. Sie können hier einzeln stehen; entweder ein einziges (ähnlich wie Fig. 19, b auf Taf. XXIV, nur dass die Ungleichheit in der Grösse oft viel beträchtlicher ist); oder zwei in jeder beliebigen Stellung, bald opponirt, bald bloss um 90 Grad und weniger von einander entfernt; oder 3, z. B. so, dass 2 einander diametral gegenüberstehen und das dritte in der Mitte zwischen beiden liegt. Häufiger berühren sich die kleinen Theilkörner, und bilden zu 2 bis 5 und mehr eine einfache Reihe, die in der Fuge liegt. Stellenweise kann diese Reihe zweifach, selbst dreifach sein. — Es kommt auch vor, dass eine Reihe von 2, 3 und 4 kleinen Theilkörnern die Fuge zwischen den 2 grossen Körnern rechtwinklig kreuzt.

Ausnahmsweise findet die Vereinigung von 2 grossen und mehreren kleinen Theilkörnern auch so statt, dass die letztern dem der Fuge abgekehrten Ende des einen grossen Korns oder auch beider aufsitzen. Der erstere Fall wurde z. B. mit 5 kleinen Körnern in der Zwiebel von *Scilla maritima* Lin., der letztere mit 2 kleinen Körnern in der Zwiebel

von *Hyacinthus* beobachtet (ähnlich wie Fig. 7 auf Taf. XIX, wenn man sich die mittlere Spalte c beiderseits bis zum Rande fortgesetzt denkt).

Die Verbindung von kleinen Theilkörnern mit 3 grossen kann auf verschiedene Arten geschehen. Ich habe folgende zwei Arten beobachtet: Erstens liegen in der Ecke, wo die 3 Körner an einander stossen, 1—6 kleine Körner. Zweitens befinden sich deren 1—4 an der Fuge zwischen 2 grossen Körnern, dem dritten abgekehrt, wobei sie entweder eine der Fuge parallele oder eine dieselbe rechtwinklig kreuzende Reihe oder auch eine rundliche Gruppe bilden.

Verbindungen von 4 und 5 grossen mit kleinern Theilkörnern kommen wohl auch vor. Allein die Grössenunterschiede sind nicht mehr so bedeutend, und die Anordnung nicht mehr so constant und charakteristisch.

Die interessanteren Formen von zusammengesetzten Körnern mit ungleichen Theilkörnern wurden beobachtet vorzüglich im Wurzelstock von verschiedenen *Canna*-Arten und in den sternförmigen Körpern von *Chara stelligera* Bauer; ferner auch im Wurzelstock von *Triglochin Barrelieri* Lois., in den Wurzeln von *Veratrum album* Lin., in der Zwiebel von *Gagea lutea* Schult., von *Scilla maritima* Lin. und *Sc. peruviana* Lin., von *Hyacinthus* (Taf. XIX, Fig. 7, 16, 30, 45), von *Galanthus nivalis* Lin., in der Wurzel von *Aristolochia longa* Lin., von *Boerhaavia repens* Lin., von *Diodia dasyccephala* Cham., von *Richardsonia scabra* Lin., von *Cephaelis Ipecacuanha* Rich., von *Gossypium indicum* Lam., in den verdickten Wurzeln von *Orobus albus* Lin.

Die grösste Ungleichheit in den Dimensionen der Theilkörner des nämlichen Kornes findet man einerseits in Geweben mit sehr grossen einfachen Körnern, z. B. in Kartoffeln, in der Colombowurzel, in den Schuppen des Wurzelstockes von *Lathraea* und von *Gessneraceen*, vorzüglich aber im Wurzelstock von *Canna* und in den sternförmigen Körpern von *Chara stelligera* Bauer, — andererseits an Körnern, wo nur ein grosses Theilkorn die Grundlage bildet. So ist z. B. bei *Chara stelligera* das grosse Korn 60 Mik. Mill. lang, 50 Mik. dick und besitzt einen Kubikinhalte von etwa 80000 Mik. Mill.; das kleinste der daran befestigten kleinen Körner ist 4 Mik. gross, und 3 Mik. dick, mit einem Kubikinhalte von ungefähr 30 Mik. Mill. Bei *Canna* ist ferner in einem Beispiel das grosse Korn 130 Mik. lang, 80 Mik. breit und etwa über 50 Mik. dick, was einem Kubikinhalte von circa 300000 Mik. Mill. entspricht. Das kleinste damit verbundene Theilkorn ist 5 Mik. gross und 3 Mik. dick, und enthält kaum 30 Kubik - Mik. Mill.

Von diesem Maximum der Ungleichheit gibt es eine Menge Abstufungen bis zu Körnern, an deren Grösse man keine deutlichen Verschiedenheiten mehr wahrnimmt. Ausser den vorhin genannten Pflanzentheilen sind für das Vorkommen von ungleich grossen Theilkörnern überhaupt noch zu erwähnen: der Stamm von *soetes*, die Wurzelstöcke von *Carex arenaria* Lin. (Taf. XXVI, Fig. 2, b, c), *C. hirta* Lin., *Cyperus repens* Ell., *Arum maculatum* Lin., *A. ternatum* Thunb., *Rumex acetosa* Lin., *Rheum* (Taf. XXVI, Fig. 11, c), *Plantago maritima* Lin., die Knollen von *Carum Bulbocastanum* Koch, die Wurzelstöcke von *Anemone ranunculoides* Lin., *Ranunculus bulbosus* Lin., *Helleborus*, *Paeonia*, die Wurzeln von *Aconitum*, die Wurzelstöcke von *Sanguinaria canadensis* Lin., von *Bryonia dioica* Jacq (Taf. XXVI, Fig. 12, c, f, g, h), die Solonen von *Circæa lutetiana* Lin., die Wurzeln von *Spiræa Filipendula* Lin., der Stamm von *Cereus* (Taf. XVI, Fig. 5, 6, 8, 11, 18, 22), die Samen von *Ruppia*, *Quercus*, *Aesculus*.

Die grossen Theilkörner einerseits, die kleinen andererseits sind oft genau oder annähernd gleichgross, so dass man sie leicht als zwei Kategorien verschiedener Grösse und, wie wir später sehen werden, auch verschiedenen Ursprungs unterscheiden kann. Diess ist um so mehr der Fall, je weniger zahlreich die grossen Körner, namentlich wenn sie einzeln oder zu zwei vorhanden sind. Die Zahl der kleinen Bruchkörner steigt im höchsten Fall auf 100 und wenig darüber (sternförmige Körper von *Chara stelligera* Bauer). Wenn aber die grossen Theilkörner in der Zahl von 3 bis 5 vorhanden sind, so lässt sich, wie schon bemerkt, häufig keine scharfe Grenze mehr zwischen ihnen und den kleinen Körnern ziehen, und diess tritt fast immer dann ein, wenn die Zahl jener über 5 steigt. — Bei beträchtlicher Ungleichheit in den Dimensionen der Theilkörner kann man doch häufig ebenfalls nicht zwischen grossen und kleinen unterscheiden, weil auch solche von mittlerer Grösse vorhanden sind.

Die zusammengesetzten Körner, die aus 2 bis auf 100 Theilkörnern bestehen, können, wie wir nun gesehen haben, in der Grösse der letztern entweder vollkommene Gleichheit oder alle möglichen Differenzen zeigen. Steigt aber

die Zahl der Theilkörner über 100, so sind dieselben wenigstens annähernd gleichgross; und wenn sie 1000 bis 30000 betragen, so scheinen sie vollkommen gleich zu werden; wenigstens sind es diejenigen, welche die Oberfläche des zusammengesetzten Kornes einnehmen.

Die unächten zusammengesetzten Körner zeigen rücksichtlich ihres Baues einen in jeder Hinsicht viel beschränkteren Formenkreis. Sie bestehen meist aus 2 bis 5, seltener bis 10 und 20 Theilkörnern (2–5 in den grünen krautartigen Theilen von Gefässpflanzen, — 2–10 ebendasselbst, aber seltener vorkommend, z. B. in der Basis des Wedels von *Nephrolepis exaltata* Schott., — 2–20 in den Zellen der Stengelknoten von *Chara foetida* A. Br.) Die Theilkörner eines und desselben Kornes sind meist von ungleicher Grösse, so dass das grösste das kleinste bis auf das 5fache des mittlern Durchmessers und bis auf das 125fache des Volumens übertreffen kann. Es kommen aber alle Abstufungen in den Dimensionen vor, und es lässt sich nirgends zwischen grossen und kleinen Theilkörnern unterscheiden. In Fig. 9 e auf Taf. XX ist ein zusammengesetztes Korn aus dem Stengelknoten von *Chara foetida* A. Br., in Fig. 50 und 51 sind zwei solche aus der Basis des Wedelstiels von *Nephrolepis exaltata* Schott. dargestellt.

Die Theilkörner der unächten zusammengesetzten Körner liegen bei geringerer Zahl meist in einer einfachen Schicht, was mit der flachgedrückten Gestalt der wandständigen Chlorophyllkörner, in denen sie entstehen, zusammenhängt. Bei grösserer Zahl bilden sie körperliche Gruppen. Seltener sind sie in eine einfache Reihe, die stellenweise doppelt sein kann, geordnet, so in den Röhrenzellen von *Chara* (Taf. XX, Fig. 3, 4, 6, 7; in 3 und 7 sieht man sie von 2 Seiten, A und B). — Die Theilkörner der einschichtigen und der körperlichen Formen zeigen nirgends eine regelmässige mit planimetrischen oder stereometrischen Figuren zu vergleichende Anordnung.

Die Stärkekörner der Zygnemaceen sind kugelig oder durch Abplattung sphäroidisch, im Innern hohl. Die Höhlung ist meist klein, und die Wandung besteht aus einer einfachen Schicht von Theilkörnern, bei *Spirogyra jugalis* (Dillw.) Kg. aus 12–40, bei *Mougeotia gracilis* Kg. aus 12–50, bei *Zygnema cruciatum* (Vauch.) Ag. aus 40–100. In Fig. 21 und 22 auf Taf. XX sind zusammengesetzte Stärkekörner von *Spirogyra orthospira* var. *spiralis* Näg. dargestellt.

Die Gestalt der Theilkörner und Bruchkörner hängt von der Gestalt des zusammengesetzten Kornes und von der Art, wie sich dasselbe theilt, ab. Wenn es eine gerundete Oberfläche hat und aus wenigen Theilkörnern besteht, so haben diese eine deutlich gebogene Fläche, während die übrigen Flächen gerade sind. Wenn jenes Korn sich in viele theilt, so haben die innern Theilkörner eine vollkommen polyedrische Gestalt. Die nämliche Form besitzen alle Theilkörner von polyedrischen zusammengesetzten Körnern. Unmittelbar nach dem Zerfallen des zusammengesetzten Kornes sind die Bruchkörner scharfeckig und scharfkantig. Durch weiteres Wachsthum können sie sich wieder abstumpfen.

Die Theil- und Bruchkörner sind meistens isodiametrisch (mit 3 ungefähr gleichen Durchmessern); höchstens ist ein Durchmesser doppelt oder bloss halb so gross als die beiden übrigen. Seltener sind sie flachgedrückt, so dass die Dicke bloss $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{20}$ der Breite beträgt.

Die Theil- und Bruchkörner zeigen alle möglichen Formen. Dieselben nähern sich um so eher regelmässigen stereometrischen Figuren, je mehr die Theile eines zusammengesetzten Kornes gleiche Grösse und symmetrische Stellung haben. Wenn ein kugeliges oder ovales Korn sich in zwei theilt, so haben die Bruchkörner mehr oder weniger die Gestalt einer Halbkugel. Wenn ein lanzettliches oder lineales Korn gliederförmig sich theilt, so sind die Theilkörner kurzcyllindrisch oder tonnenförmig. Die 4 Theilkörner eines kugeligen Kornes haben meistens eine tetraedrische, selten eine kugelquadrantische Form. Ausserdem zeigen 3 bis 7 Theilkörner, die in einer Ebene, und 5 bis 8, die körperlich um einen Mittelpunkt liegen, Gestalten, die an den Kugelkeil und die Kugelpyramide erinnern. — Zusammengesetzte Körner, die spärlich getheilt sind und daher Bruchkörner mit einer deutlich gebogenen Fläche liefern, findet man vorzüglich in Wurzeln, Zwiebeln und Wurzelstöcken z. B. von *Colchicum* (Taf. XXV, 13, 14), *Manihot*, *Paeonia* (Tafel

XXVI, 3), Scirpus, Smilax (Fig. 8), Aristolochia (Fig. 6, 7), Helleborus (Fig. 9), Rheum (Fig. 11), Bryonia (Fig. 12), Arum (Fig. 13, 14), Aconitum; auch in einigen Samen, z. B. von Hohenbergia, Laurus, Quercus, Ruppia, Myristica, Pitcairnea, Dyckia, Heritiera.

Complicirter zusammengesetzte Körner und daher Bruchkörner, die fast alle polyedrisch sind, kommen selten in Wurzeln, Zwiebeln und Wurzelstöcken, z. B. von Crocus (Taf. XXVI, 15, c), Cephaelis Ipecacuanha (Fig. 16, c, e), Arundo Donax Lin., Dorstenia, Chiococca, Epimedium); überdem fast ausschliesslich in Samen vor, von Gräsern (z. B. Oryza Taf. XXVI, 18), Arum, Typha, Piperaceen, Nymphaeaceen (Fig. 25). Sind die Bruchkörner sehr klein, so erscheinen sie rundlich oder rundlich-eckig, so in den Samen von Gramineen, Zingiberaceen, Chenopodiaceen, Amaranthaceen, Nyctagineen, Mesembryanthemum, Portulacaceen, Caryophyllen, Phytolacceen.

In den Samen der genannten Ordnungen sowie auch einiger anderer liegen die zusammengesetzten Körner oft so gedrängt, dass sie vollkommen polyedrisch werden; es sind dann auch alle Bruchkörner polyedrisch (z. B. Eragrostis Taf. XXVI, 26). Diese polyedrischen, die Zelle ganz erfüllenden Bruchkörner sind von einfachen Körnern, die durch Druck polyedrisch wurden, äusserlich nicht zu unterscheiden, wie schon oben erwähnt wurde.

Constant flachgedrückte Bruchkörner kenne ich mit Sicherheit nur in den Samen von einigen Caryophyllen. Taf. XXVI, Fig. 27, e, f, g sind die Bruchkörner von Arenaria graminifolia von der Fläche, h von der Seite dargestellt; i, k ein Bruchkorn von Drymaria cordata Willd. ebenfalls von der Fläche und der Seite.

Sind die Theilkörner eines zusammengesetzten Kornes von ungleicher Grösse, so haben sie selten Aehnlichkeit mit regelmässigen stereometrischen Figuren. Es lassen sich unter denselben drei Typen unterscheiden. Die einen Theilkörner gleichen einfachen Körnern der verschiedensten Formen, denen ein oder mehrere kleine Stücke abgeschnitten wurden (Taf. XVI, Fig. 5, ace; — Taf. XIX, das Mittelstück von Fig. 7; Fig. 16, c—b; Fig. 30, b; — Taf. XXVI, Fig. 11, c; Fig. 12, c, f, g, h; Fig. 13, a, b). Andere haben mehr oder weniger Aehnlichkeit mit einer Halbkugel, einem Cylinder, einem Kegelkeil oder einer Kugelpyramide, denen vorzüglich an den Kanten Stücke weggeschnitten wurden. Beide Typen gehören den grossen Theilkörnern an. Die kleinern Theilkörner, die den dritten Typus bilden, sind äusserst vielgestaltig. Häufig haben sie die Form eines Kugelsegments oder einer Halbkugel; oder sie gleichen irgend einem Theil einer dieser beiden Figuren. Fast ohne Ausnahme aber haben sie eine mehr oder weniger gebogene und mehrere, seltener nur eine gerade Fläche.

Seltener sind die Körner in einer Zelle oder auch in einem ganzen Gewebe ungefähr gleichgross; es ist diess dann der Fall, wenn alle zu der nämlichen Zeit entstehen, und, was übrigens Regel zu sein scheint, auch in dem gleichen Maasse wachsen. Häufiger trifft man sie in allen Dimensionen bis auf die winzigsten Anfänge herab, weil nicht bloss die bereits vorhandenen sich vergrössern, sondern fortwährend auch neue entstehen.

Das Wachsthum der Stärkekörner scheint fast unbegrenzt zu sein, und so lange zu dauern, als es die äussern Verhältnisse (das Leben des Pflanzentheils und die nothwendigen chemischen Bedingungen der Flüssigkeit) gestatten. Desswegen lässt sich kein Minimum der ausgewachsenen Körner, sondern nur ein Maximum der Grösse angeben. Dieses Maximum ist für jeden Pflanzenteil ein bestimmtes. Die kleinsten Körner, deren Natur sicher erkannt werden kann, sind $\frac{1}{2}$ —2 Mik. Mill. gross. Es gibt aber in stärkebildenden Geweben noch viel kleinere Körnchen, die offenbar davon nicht verschieden sind. Die längsten einfachen Körner erreichen 170 und 185 Mik. Mill.; die grössten bei 125 Mik. Mill. Länge einen Kubikinhalt von 419000 Mik. Mill. (= 0,000419 Kubik Mill. Met.) Die grössten aus gleichen Theilkörnern zusammengesetzten Körner sind bis 106 Mik. Mill. lang und besitzen bei 77 Mik. Mill. Länge einen Kubikinhalt von 129500 Mik. Mill. (= 0,0001295 Kubik Mill. Met.)

Da die Bruchkörner erst bei einer bestimmten Grösse sich von einander trennen, so lässt sich für

sie nicht bloss ein Maximum, sondern auch ein Minimum angeben. Die kleinsten sind etwa 0,5 Mik. Mill. gross, und haben einen Kubikinhalte von etwa 0,4 Mik. Mill. (= 0,000000004 Kubik Mill. Met.) In zusammengesetzten Körnern, die aus ungleich grossen Theilkörnern bestehen, erlangen die grössten der letztern beinahe die Grösse der einfachen Körner. Von solchen zusammengesetzten Körnern dagegen, deren Theile gleich sind, können die Bruchkörner bis 56 Mik. Mill. Länge und (bei 40 Mik. Länge) 19800 Mik. Mill. Kubikinhalte (= 0,0000198 Kubik Mill. Met.) zeigen. — Die Bruchkörner in einem ganzen Gewebe zeigen einmal die Verschiedenheiten, welche wir schon an dem einzelnen zusammengesetzten Korn kennen gelernt haben; so dass sie also im Mittel der Durchmesser bis auf das 22fache, im Kubikinhalte bis auf das 10000fache variiren können. Wenn an einem und demselben Korn die Theilkörner vollkommen gleich gross sind, so finden wir doch an den in einer Zelle oder in einem Gewebe liegenden Bruchkörnern eine so grosse Ungleichheit, dass die einen im Durchmesser 2—8, im Kubikinhalte 5—550 mal und mehr die andern übertreffen.

Wenn die einfachen oder die ächten zusammengesetzten Körner lose in den Zellen liegen, so kommen sie meistens in allen Altersstufen und daher in allen Grössen vor. Es ist diess vorzüglich in den unterirdischen Pflanzentheilen der Fall, während die Samen in der Regel viel geringere Grössendifferenzen zeigen. So haben alle in einer Spore von *Nitella* befindlichen Stärkekörner ziemlich dieselbe Grösse. — Wenn sie dagegen in Chlorophyllbläschen eingeschlossen sind, als einfache oder als unächte zusammengesetzte Körner, so bieten sowohl die einzelnen Körner als die ganzen Gruppen oft keine sehr beträchtlichen Verschiedenheiten der Dimensionen dar. Beispiele dafür liefern viele grünen Pflanzentheile von den einfachsten Algen bis zu den Blättern, krautartigen Stengeln und grünen Rinde der Phanerogamen. — Ebenso sind die einfachen und die ächten zusammengesetzten Körner häufig ziemlich gleichgross, wenn sie eine Zelle ganz ausfüllen, was man bei so vielen stärkereichen Samen beobachtet. Diess ist der Fall bei Fig. 2 auf Tafel XXII, a und b (2 Zellen aus dem Sameneiweiss von *Zea*), Fig. 3 (2 Zellen aus dem Samen von *Rheum*), Fig. 13 (1 Zelle aus dem Samen von *Nymphæa* mit zusammengesetzten Körnern).

Die grössten einfachen Körner kommen in unterirdischen Pflanzentheilen vor, namentlich in den Kartoffeln, in der Colombowurzel, im Wurzelstock von *Canna*, in den Schuppen des Wurzelstockes von *Lathræa*, in den sternförmigen Körpern von *Chara stelligera* Bauer, in den Kugeln (Bulbillen?) an den untersten Stengelknoten von *Chara aspera* Willd. — In den Samen erlangen die Stärkekörner nicht die nämliche Grösse; die ansehnlichsten findet man hier in den Sporen von *Nitella* und *Chara*, in den grossen Sporen von *Marsilea*, etwas kleinere in den Samen von Hülsenfrüchten (*Pisum*, *Faba*, *Phaseolus*, *Lathyrus sativus* Lin.), von *Acanthus mollis* Lin., *Cenchrus lævigatus* Trin., *Secale cereale* Lin., *Syzygium guineense* DC.

Die geringste Grösse erreichen die einfachen Stärkekörner in den Samen von einigen *Bromus*-Arten, von *Boissiera*, *Acacia*, *Galega*. — In den unterirdischen Theilen ist das Maximum der kleinsten Stärkeformen in der Regel etwas beträchtlicher; am geringsten zeigt es sich in den Wurzelstöcken von *Carex*, *Scheuchzeria*, *Podophyllum*.

Folgendes sind die Maxima des grössten Durchmessers und des Volumens bei einigen interessanteren Arten von einfachen Stärkekörnern. Rücksichtlich der übrigen verweise ich auf die systematische Uebersicht der Stärkeformen.

	Gestalt der Körner.	Grösster DM. in Mik. Mill.	Kubikinhalte in Mik. Mill.
Samen von <i>Bromus confertus</i> Bbrst.	länglich-oval	2,5	2,5
Samen von <i>Bromus mollis</i> Lin.	länglich	5	4
Wurzelstock von <i>Carex atrata</i> Lin.	kuglig-oval	3	10
Wurzelstock von <i>Scheuchzeria palustris</i> Lin.	kuglig-oval	4	19
Pollenkörner von <i>Avena pubescens</i> Lin.	kuglig	3,8	28

	Gestalt der Körner.	Grösster DM. in Mik. Mill.	Kubikinhalt in Mik. Mill.
Samen von <i>Acacia Melanoxyton</i> R. Br.	kuglig	4	33
Wurzelstock von <i>Podophyllum peltatum</i> Lin.	kuglig-oval	5	35
Samen von <i>Boissiera bromoides</i> Hochst.	oval, zus.gedrückt	7	35
Samen von <i>Galega biloba</i> Sweet.	kuglig-oval	5	40
Wurzelstock von <i>Trifolium montanum</i> Lin.	lanzettlich	11	45
Wurzel von <i>Ononis spinosa</i> Lin.	kuglig-oval	7	90
Bulbillen auf den Wedeln von <i>Cystopteris bulbifera</i> Bernh.	rundlich, zus.gedrückt.	7	90
Samen von <i>Fagus silvatica</i> Lin.	kuglig	6	113
Knollenförmige Anschwellungen von <i>Vaucheria tuberosa</i> A. Braun	oval, zus.gedrückt	13	136
Wurzelstock von <i>Primula officinalis</i> Jacq.	kuglig-oval	7	160
Kleine Sporen von <i>Marsilea pubescens</i> Ten.	oval, zus.gedrückt	10	170
Samen von <i>Isolepis Eckloniana</i> Schrad.	rundlich, zus.gedrückt	10	180
Wurzelstock von <i>Polypodium vulgare</i> Lin.	rundlich, zus.gedrückt	11	230
Knollen von <i>Stellaria bulbosa</i> Wulfen	oval	10	240
Grosse Sporen von <i>Isoetes lacustris</i> Lin.	kuglig	8	270
Sporen von <i>Bulbochæte sphærocarpa</i> A. Braun	rundlich, zus.gedrückt	13	290
Knollen von <i>Ranunculus bulbosus</i> Lin.	oval	12	470
Wurzelstock von <i>Cardamine granulosa</i> All.	oval	14	490
Wurzelstock von <i>Cyperus esculentus</i> Lin.	oval	14	560
Samen von <i>Canna indica</i> Lin.	rundlich-oval, zus.gedrückt	21	580
Rinde von <i>Galipea officinalis</i> Hancock	kugelig	11	700
Rinde von <i>Croton Eluteria</i> Swartz	oval	14	700
Schuppen der blattachselständigen Brutzwiebeln von <i>Dentaria bulbifera</i> Lin.	rundlich-oval, zus.gedrückt	14	710
Samen von <i>Polygonum Fagopyrum</i> Lin.	kugelig	12	900
Wurzelstock von <i>Carex arenaria</i> Lin.	kugelig	12	900
Samen von <i>Rheum rhapenticum</i> Lin.	kugelig	13	1150
Wurzel von <i>Rumex obtusifolius</i> Lin.	oval	20	1160
Samen von <i>Setaria italica</i> Beauv.	kugelig	14	1430
Fruchtfleisch von <i>Adansonia digitata</i> Lin.	oval	18	1640
Schuppen des Wurzelstocks von <i>Oxalis Acetosella</i> Lin.	oval	22	2170
Samen von <i>Colocasia odora</i> Brong.	oval, zus.gedrückt	26	2710
Wurzel von <i>Althæa officinalis</i> Lin.	oval	21	2860
Wurzel von <i>Krameria triandra</i> R. P.	länglich, etwas zus.gedrückt	42	2950
Milchsaft von <i>Euphorbia Lathyris</i> Lin.	lanzettlich	55	3100
Knollen von <i>Apios tuberosa</i> Mönch	oval	30	3540
Samen von <i>Laurus nobilis</i> Lin.	oval	23	4200
Schuppen der Bulbillen von <i>Saxifraga granulata</i> Lin.	rundlich-oval, zus.gedrückt	25	4270
Milchsaft von <i>Euphorbia nereifolia</i> Lin.	verlängert, zus.gedrückt	50	4400
Wurzelstock von <i>Iris florentina</i> Lin.	oval	25	4720
Samen von <i>Zea Mays</i> Lin.	kugelig	21	4850
Samen von <i>Castanea vesca</i> Gärt.	rundlich-oval	27	5200
Samen von <i>Quercus pedunculata</i> Willd.	rundlich-oval	29	6790
Kleine Knollen von <i>Dioscorea Batatas</i> Desne.	rundlich-oval, zus.gedrückt	36	7100

	Gestalt der Körner.	Grösster DM. in Mik. Mill.	Kubinhalt in Mik. Mill.
Samen von <i>Aesculus Hippocastanum</i> Lin.	oval	36	7200
Wurzelstock von <i>Zingiber officinale</i> Rosc.	oval, zus.gedrückt	45	8100
Knollen von <i>Ranunculus Ficaria</i> Lin.	rundlich, zus.gedrückt	33	9600
Samen von <i>Syzygium guineense</i> DC.	oval	42	10200
Wurzelstock von <i>Alpinia Galanga</i> Sw.	länglich-oval	55	11550
Schuppen des Wurzelstockes von <i>Tudæa picta</i> Desne.	oval, zus.gedrückt	50	15600
Wurzelstock von <i>Dolichodeira tubiflora</i> Hanst.	länglich-cylindrisch	66	16500
Knollen von <i>Curcuma Zedoaria</i> Salisb.	oval, zus.gedrückt	70	16800
Wurzelstock von <i>Tamus communis</i> Lin.	oval, zus.gedrückt	52	18900
Knollen von <i>Symphytum bulbosum</i> Schimp.	oval	44	18700
Samen von <i>Secale cereale</i> Lin.	rundlich, zus.gedrückt	48	18800
Knollen von <i>Ipomoea Purga</i> Schlecht.	kugelig	35	20450
Schuppen des Wurzelstocks von <i>Nægelia zebrina</i> Regel	oval	45	25100
Wurzelstock von <i>Orobanche spec.</i>	oval	46	31600
Schuppen des Wurzelstockes von <i>Dentaria polyphylla</i> W. K.	oval	60	39500
Samen von <i>Pisum sativum</i> Lin.	oval, etwas zus.gedrückt	65	45900
Samen von <i>Cenchrus lævigatus</i> Trin.	ovalkugelig-polyedrisch	51	52400
Wurzelstock von <i>Smilax China</i> Lin.	kugelig-polyedrisch	50	65500
Sporen von <i>Nitella syncarpa</i> Kütz.	rundlich, zus.gedrückt	70	79800
Samen von <i>Acanthus mollis</i> Lin.	kugelig-oval	60	88500
Grosse Sporen von <i>Marsilea pubescens</i> Ten.	oval	110	115000
Halbzusammengesetzte Stärkekörner ebendasselbst	länglich	175	141500
Sternförmige Körper von <i>Chara stelligera</i> Bauer	rundlich-oval	85	152000
Kugeln (Bulbillen?) an den untersten Stengelknoten von <i>Chara aspera</i> Willd.	oval	100	175000
Knollen von <i>Solanum tuberosum</i> Lin.	oval	90	231000
Wurzel von <i>Cocculus palmatus</i> DC.	oval	90	235000
Sporen von <i>Chara hispida</i> Lin.	rundlich, zus.gedrückt	100	251000
Wurzelstock von <i>Canna lagunensis</i> Lindl.	oval, zus.gedrückt	170	306000
Schuppen des Wurzelstockes von <i>Lathræa Squamaria</i> Lin.	oval	125	419000

Payen gibt die Maxima der Durchmesser grösser an, nämlich für die Rohankartoffeln 185 Mik. Länge, für die Colombowurzel 180 Mik., für den Wurzelstock von *Canna gigantea* 175 Mik., von *Maranta arundinacea* 140 Mik. und für verschiedene Arten von Kartoffeln 140 Mik. Länge.

Die aus ungleichen Theilkörnern zusammengesetzten Körner verhalten sich rücksichtlich der Grösse fast ganz so, wie die einfachen Körner. Man findet sie auch sehr häufig unter den letztern gemengt. Die grössten bestehen aus einem einzigen grossen und einem oder mehrern kleinen Theilkörnern; und kommen vor in den Kugeln (Bulbillen?) von *Chara aspera* Willd., in den sternförmigen Körpern von *Chara stelligera* Bauer, in den Kartoffeln, in der Colombowurzel, im Wurzelstock von *Canna* und *Lathraea*.

Da in den eben genannten zusammengesetzten Körnern häufig ein einziges sehr grosses Theilkorn vorkommt, welches beinahe die Dimensionen des ganzen Kornes hat, so verhalten sich auch die grössten Bruchkörner in ihren Dimensionen und Volumina beinahe wie die einfachen Körner.

Die grössten aus wenigen gleichgrossen Theilkörnern zusammengesetzten Körner kommen vor im Wurzelstock von *Smilax China* Lin., von *Orobanche*; und einzeln unter einfachen Körnern in der Wurzel von *Cocculus palmatus* DC., in

den Kartoffeln, in den Schuppen des Wurzelstockes von *Lathraea Squamaria* Lin., und in den Samen von Hülsenfrüchten (*Pisum* etc.). Die grössten aus sehr zahlreichen kleinen Theilkörnern zusammengesetzten Körner dagegen finden sich in den Samen von *Avena*, *Calamagrostis*, *Phytolacca*, *Spinacia*, *Pircunia*.

Folgendes sind die Maxima für zusammengesetzte Körner, die aus gleich grossen Theilkörnern bestehen, in einigen interessanteren Fällen (in der ersten Columne ist die grösste Zahl der Theilkörner, aus der die zusammengesetzten bestehen, in der zweiten und dritten der grösste Durchmesser und der Kubikinhalt der grössten zusammengesetzten Körner angegeben).

	Grösste Zahl der Theilkörner.	Grösster DM. in Mik. Mill.	Kubikinhalt in Mik. Mill.
Wurzeln von <i>Valeriana officinalis</i> Lin.	4	8	240
Wurzelstock von <i>Geum urbanum</i> Lin.	8	10	430
Rinde von <i>Chrysophyllum glycyphloeum</i> Casar.	50	10	490
Wurzelstock von <i>Aristolochia Clematitis</i> Lin.	4	10	520
Wurzelstock von <i>Arundo Donax</i> Lin.	200	11	670
Samen von <i>Dipteryx odorata</i> Willd.	60	12	840
Wurzelstock von <i>Dorstenia brasiliensis</i> Lin.	50	14	1440
Samen von <i>Hohenbergia strobilacea</i> Schult. fil.	4	15	1530
Wurzelstock von <i>Epimedium macranthum</i> Lindl.	2000	17	1550
Wurzel von <i>Chiococca racemosa</i> Lin.	70	18	2460
Wurzel von <i>Krameria triandra</i> R. P.	2	40	2760
Wurzelstock von <i>Aristolochia Serpentaria</i> Lin.	8	18	2990
Wurzelstock von <i>Scirpus maritimus</i> Lin.	10	18	3000
Wurzel von <i>Andropogon muricatus</i> Retz.	4	23	3700
Samen von <i>Hedychium Gardnerianum</i> Wall.	8000	21	4050
Zwiebelknollen von <i>Crocus vernus</i> Lin.	20	20	4080
Samen von <i>Billbergia zebrina</i> Lindl.	6	21	4280
Wurzelstock von <i>Iris florentina</i> Lin.	2	30	4800
Samen von <i>Myristica moschata</i> Thunb.	10	27	5300
Wurzel von <i>Cephaelis Ipecacuanha</i> Rich.	16	23	5920
Sassaparillwurzel.	8	23	6100
Wurzel von <i>Rheum undulatum</i> Lin.	8	25	7920
Samen von <i>Oryza sativa</i> Lin.	100	25	8010
Verdickte Wurzeln von <i>Rumex tuberosus</i> Lin.	8	26	8800
Knollen von <i>Colchicum autumnale</i> Lin.	4	28	9920
Wurzel von <i>Boerhavia repens</i> Lin.	12	30	11200
Samen von <i>Leersia oryzoides</i> Sw.	600	30	13520
Wurzelstock von <i>Tamus communis</i> Lin.	2	50	16500
Wurzelstock von <i>Corydalis solida</i> Smith.	6	32	16900
Samen von <i>Chenopodium Quinoa</i> Willd.	14000	54	18700
Samen von <i>Chrysurus echinatus</i> Beauv.	13000	51	22800
Zwiebelknollen von <i>Meristostigma silenoides</i> Dietr.	12	42	31700
Samen von <i>Pisum sativum</i> Lin.	2	75	35200
Samen von <i>Erharta panicea</i> Smith.	3000	45	36100
Wurzel von <i>Coccoloba palmatus</i> DC.	2	80	39800
Samen von <i>Avena orientalis</i> Schreb.	300	50	40700
Samen von <i>Calamagrostis silvatica</i> Beauv.	300	48	47900
Samen von <i>Phytolacca esculenta</i> .	9000	65	52500

	Grösste Zahl der Theilkörner.	Grösster DM. in Mik. Mill.	Kubikinhalte in Mik. Mill.
Wurzelstock von <i>Orobancha spec.</i>	4	50	62600
Samen von <i>Spinacia glabra</i> Mill.	30000	106	72600
Wurzelstock von <i>Smilax China</i> Lin.	4	60	102400
Samen von <i>Piceunia Latbenia</i> Moq.	20000	77	129500

Die grössten Bruchkörner, von solchen zusammengesetzten Körnern, die aus gleichgrossen Theilkörnern bestehen, wurden bei folgenden Pflanzen beobachtet (die erste Columne giebt die Zahl der Theilkörner in einem zusammengesetzten Korn, die zweite und dritte den grössten Durchmesser und den Kubikinhalte der Theilkörner im Maximum an).

	Zahl der Theilkörner eines Kornes.	Grösster DM. in Mik. Mill.	Kubikinhalte in Mik. Mill.
Samen von <i>Drymaria cordata</i> Willd (Bruchkörner platt gedrückt).	zahlreich	20	300
Wurzel von <i>Andropogon muricatus</i> Retz.	2—4	13	930
Wurzel von <i>Krameria triandra</i> R. P.	2	20	1380
Wurzelstock von <i>Iris florentina</i> Lin.	2	15	2400
Wurzelstock von <i>Corydalis solida</i> Smith	2—6	18	3500
Zwiebelknollen von <i>Meristostigma silenoides</i> Dietr.	2—12	18	4200
Knollen von <i>Colchicum autumnale</i> Lin.	2—4	18	5010
Wurzelstock von <i>Tamus communis</i> Lin.	2	25	8250
Wurzelstock von <i>Orobancha spec.</i>	2—4	30	15100
Samen von <i>Pisum sativum</i> Lin.	2	56	17600
Wurzelstock von <i>Smilax China</i> Lin.	2—4	30	17800
Wurzel von <i>Cocculus palmatus</i> DC.	2	40	19800

Die kleinsten Bruchkörner von 0,5 und 1 Mik. Durchmesser und von 0,04 und 0,3 Mik. Kubikinhalte findet man in den Samen von vielen Gramineen (z. B. *Agrostis*, *Apera*, *Corynephorus*, *Chrysurus*, *Cynosurus*, *Vulpia*, *Psilurus*, *Lepturus* etc), von *Hedychium*, von Piperaceen (*Piper*, *Podomorphe*, *Peperomia*), Chenopodiaceen (z. B. *Atriplex*, *Spinacia*, *Ambrina*, *Panderia*, *Lecanocarpus*, *Chenopodium*, *Schoberia*, *Monolepis*, *Corispermum*), Amaranthaceen, (z. B. *Habitia*, *Acroglochis*, *Iresine*, *Teleianthera*, *Froelichia*, *Desmochaeta*, *Pupalia*), Nyctagineen (*Mirabilis*, *Oxybaphus*, *Allionia*, *Buginvillea*), von *Frankenia*, von Portulacaceen (*Aizoon*, *Trianthema*, *Claytonia*, *Montia*), Caryophyllaceen (*Spergula*, *Sagina*, *Dianthus*, *Saponaria*, *Lychnis*, *Drypis*).

Wenn die Theilkörner in jedem Korn gleiche Grösse haben, so zeigen die Bruchkörner in einem ganzen Gewebe, selbst innerhalb der nämlichen Zelle, doch immer mehr oder weniger bedeutende Ungleichheiten. Die geringsten Differenzen betragen fast das Doppelte des Durchmessers und das 5- bis 9fache des Kubikinhaltes; bei den grössten kann das Verhältniss der linearen Ausdehnung bis auf 1: 8, dasjenige des Volumens bis auf 1: 550 und darüber steigen. Die folgende Tabelle enthält einige Beispiele für das Minimum und Maximum der Bruchkörner in dem gleichen Gewebe; die erste Columne giebt den grössten Durchmesser der kleinsten und der grössten Körner, die dritte ihren Kubikinhalte an, die zweite und vierte das Verhältniss der in der ersten und dritten enthaltenen Werthe.

	Grösster DM. in Mik. Mill.	Verhältniss.	Kubikinhalte in Mik. Mill.	Verhältniss.
Wurzel von <i>Andropogon muricatus</i> Retz.	7—13	1 : 1,9	180— 930	1 : 5,2
Samen von <i>Avena orientalis</i> Schreb.	7—12	1 : 1,7	90— 750	1 : 8,3
Wurzelstock von <i>Smilax China</i> Lin.	15—30	1 : 2	1930—17800	1 : 9,2
Samen von <i>Dipteryx odorata</i> Willd.	2—4	1 : 2	2,5— 28	1 : 11
Zwiebelknollen von <i>Crocus vernus</i> Smith	4—9	1 : 2,2	25— 310	1 : 12
Samen von <i>Oryza sativa</i> Lin.	3,5—8	1 : 2,3	15— 240	1 : 16
Samen von <i>Billbergia zebrina</i> Lindl.	4—10	1 : 2,5	30— 510	1 : 17
Samen von <i>Arenaria graminifolia</i> Schrad.	3—13	1 : 4,3	4— 90	1 : 22

	Grösster DM. in Mik. Mill.	Verhältnis.	Kubikinhalt in Mik. Mill.	Verhältnis.
Wurzelstock von <i>Scirpus maritimus</i> Lin.	5—14	1: 2,8	45—1250	1: 28
Samen von <i>Drymaria cordata</i> Willd.	4—20	1: 5	8— 300	1: 37
Samen von <i>Arenaria rubra</i> Lin. var. <i>marina</i> .	3—16	1: 5,3	4— 150	1: 37
Samen von <i>Polycarpaea Teneriffae</i> Lam.	2— 9	1: 4,5	2— 80	1: 40
Samen von <i>Myristica salicifolia</i> Willd.	5—18	1: 3,6	60—2900	1: 48
Sassaparillwurzel	4—15	1: 3,7	30—1690	1: 56
Samen von <i>Pistia Stratiotes</i> Lin.	2— 8	1: 4	5— 310	1: 62
Samen von <i>Aponogeton distachyum</i> Thunb.	2,5—11	1: 4,4	9— 720	1: 80
Samen von <i>Scleranthus perennis</i> Lin.	2—20	1: 10	2— 200	1: 100
Samen von <i>Echinaria capitata</i> Desf.	4—18	1: 4,5	90—2570	1: 128
Samen von <i>Chloris petraea</i> Sw.	2— 9	1: 4,5	2,5— 350	1: 140
Samen von <i>Arrhenatherum</i> Beauv.	2—10	1: 5	4— 580	1: 145
Samen von <i>Nymphaea rubra</i> Roxb.	2—10	1: 5	2,5— 450	1: 180
Samen von <i>Eragrostis abyssinica</i> Link.	2—12	1: 6	2,5— 810	1: 324
Samen von <i>Gaudinia fragilis</i> Beauv.	1— 8	1: 8	0,4— 150	1: 375
Samen von <i>Melica ciliata</i> Lin.	2—15	1: 7,5	2,5—1360	1: 544
Samen von <i>Psilurus nardooides</i> Trin.	0,5— 4	1: 8	0,04? — 28	1: 700?

II. Schichtung der Stärkekörner.

Die Stärkekörner sind im unveränderten Zustande solid. Erst durch verschiedene äussere Einflüsse kann die Continuität der Substanz von hohlen Räumen oder Rissen unterbrochen werden. Die Stärke zeigt aber nicht überall die gleiche Dichtigkeit. Bei den meisten Körnern, die eine hinreichende Grösse besitzen, wechseln flächenförmige Massen (Schichten) von ungleicher Dichtigkeit mit einander ab; der Wechsel findet nur in einer Richtung (von dem Centrum nach der Peripherie) statt.

Die weichen Stellen erscheinen röthlich, die dichtern weisslich oder bläulich-weiss; sie gehen selten allmählig in einander über, gewöhnlich findet der Uebergang plötzlich statt. Die Schichten sind oft so dünn, dass sie bloss als Linien wahrgenommen werden; in andern Fällen erreichen sie eine hinreichende Mächtigkeit, um sie als begrenzte Räume zu erkennen. Die Grenzlinien zwischen zwei Stellen von ungleicher Dichtigkeit zeigen, je nachdem diese Ungleichheit grösser oder geringer ist, und je nachdem der Uebergang plötzlich oder allmählig stattfindet, eine Abstufung von den zartesten kaum bemerkbaren, bis zu scharfen und dunkeln Linien.

Wenn es auch Stärkekörner giebt, welche von Schichtung keine Spur zeigen, so dürfen wir dieselben doch nicht als besondere und selbstständige Form betrachten. Denn einerseits sind es vorzüglich kleine Körner, welche homogen erscheinen, die aber geschichtet werden, sobald sie hinreichend gross sind. Andererseits kommen meistens unter den homogenen Körnern einzelne mit spärlicher oder undeutlicher Schichtung vor. Es ist also anzunehmen, dass die schichtenartige Differenz in der Substanz überall, wenn auch in ungleichem Grade vorhanden sei, und dass der Anschein der Homogenität bloss von den unzureichenden optischen Hilfsmitteln herrühre.

Dass die Stärkekörner solide Körper und nicht hohle mit einer Flüssigkeit gefüllte Blasen sind, wie früher Raspail behauptet hatte, ist nun allgemein anerkannt, und bedarf nach der Beweisführung von Fritzsche (Poggendorff's Annalen XXXII [1834] pag. 129) keiner Begründung mehr. Am leichtesten überzeugt man sich davon beim Keimen der Kartoffeln und anderer stärkehaltiger Pflanzentheile, wo die Körner wie unorganische Krystalle von Aussen her aufgelöst und bis zum völligen Verschwinden kleiner werden, und wobei sie immer feste Körper bleiben. Dass die von Schleiden angenommene Centralhöhlung im normalen Zustande mangelt, werde ich später darthun.

Die ungleiche Dichtigkeit der Substanz rührt, wie wir ebenfalls später sehen werden, von ungleichem Wassergehalte her. Wenn die Stellen von verschiedener Dichtigkeit eine hinreichende Mächtigkeit haben, so erkennt man sie als Räume von ungleichem Lichtbrechungsvermögen, wobei die dichteren mehr oder weniger bläulichweiss, die weniger dichten mehr oder weniger röthlich erscheinen. Besitzen jene Stellen aber eine allzu geringe Mächtigkeit oder bedient

man sich einer für ihre Mächtigkeit verhältnismässig schwachen Vergrösserung, so erscheint die Substanz gleichartig und von blossen Linien unterbrochen. In den Figuren auf Taf. XI sind alle verdünnten oder wasserreichen Stellen rötlich gemalt. In Fig. 2. sind nur 3 Schichten mächtig genug, um den Dichtigkeitsunterschied der Substanz wahrnehmen zu lassen; die übrigen verdünnten Schichten sind so schmal, dass man sie nur als Linien erkennt. Auch auf den Tafeln XIV, XV, XVI, XVII, XVIII sieht man die Schichten meist in körperlicher Ausdehnung und kenntlich durch die ungleiche Substanz, seltener als blosse Linien.

Die Linien, welche man in den Stärkekörnern wahrnimmt, sind also entweder die Grenzen zwischen zwei Substanzen, die das Licht ungleich brechen, oder es sind die ganzen Räume selbst, die mit Substanz einer verschiedenen Dichtigkeit gefüllt sind, bald wasserreichere Schichten in einer dichtern, bald dichtere Schichten in einer wasserreichern Substanz.

Dass die homogenen Körner nicht eine besondere Form bilden, ergibt sich aus folgenden Gründen. Alle geschichteten Körner erscheinen anfänglich homogen; sie lassen nach und nach die innere Structur sichtbar werden. Ebenso findet man sehr häufig unter den ältern Körnern solche, die structurlos aussehen, und solche, an denen die Schichten kaum wahrgenommen werden, oder wo bloss noch eine einzige deutlich ist. Es giebt ferner Körner, an denen die Schichten auf der einen Seite deutlich sind, während sie nach der andern Seite hin sich allmählig verlieren. Wenn ziemlich grosse Stärkekörner constant homogen sind, wie z. B. im Wurzelstock von *Zingiber officinale* Rosc., in der Wurzel von *Krameria triandra* R. P., so findet man doch zuweilen ein Korn mit undeutlicher Schichtung; und man kann sicher sein, geschichtete Körner von gleicher Form und Grösse bei verwandten Pflanzen anzutreffen. Diese Erscheinungen deuten übereinstimmend darauf hin, dass die scheinbar structurlosen Körner nicht spezifisch verschieden sind, sondern dass ihre Schichtung nur noch jenseits der Grenzen optischer Wahrnehmung liegt.

Die Schichten (oder deren Grenzen) zeigen sich, wenn sie hinreichend deutlich sind, bei jeder Lage des Stärkekornes sehr häufig als in sich zurücklaufende Linien. Sie sind also in diesem Falle geschlossene Blasen. Sie können aber auch nur Theile von Blasen und zwar Abschnitte von jeder beliebigen Grösse sein. Diese Blasen und Blasenstücke beziehen sich meistens auf einen gemeinschaftlichen Mittelpunkt (Schichtencentrum).

Selten bilden alle Schichten eines Kornes vollständige Blasen; meist sind sie mit unvollständigen gemischt. Die erstern mangeln nie ganz; es kommen deren wenigstens einige um das Schichtencentrum herum vor.

Die Schichten sind selten überall gleich dick. Meistens zeigen sie an verschiedenen Stellen ungleiche Dicke. Die Ungleichheiten sind bald in regelmässiger, bald in unregelmässiger Weise über die ganze Schicht vertheilt; sie treten aber immer so auf, dass von einem oder zwei Punkten grösster oder geringster Mächtigkeit eine allmähliche Ab- oder Zunahme sich ausbreitet.

Häufig verschmelzen zwei oder mehrere Schichten in eine einzige, oder eine Schicht spaltet sich in zwei oder mehrere Lamellen, welche Lamellen von anderer Dichtigkeit zwischen sich fassen. Diese Spaltung wird meistens an den dichten Schichten wahrgenommen, doch scheint sie auch an den wasserreichen vorzukommen. Sie zeigt sich in der Regel da, wo eine Schicht dicker wird.

Die Spaltung und das Auftreten unvollständiger Schichten steht häufig in deutlicher Beziehung mit einander. Eine dichte Schicht, die auf einer Seite des Kornes einfach ist, spaltet sich auf der andern Seite in zwei oder mehrere oder viele Theilschichten von gleicher Dichtigkeit, indem zwischen denselben andere spaltenförmige Theilschichten von geringerer Dichtigkeit auftreten. Diese letztern haben bei einer gürtelförmigen, kappenförmigen, meniskenförmigen oder fast ebenen Gestalt immer freie und meist

scharfe Ränder, während die andern (mit denselben alternirenden) Theilschichten an den Rändern sich in eine gemeinschaftliche Schicht vereinigen. Es lassen sich daher für diesen Fall die unvollständigen Schichten auf vollständige Blasen zurückführen, welche stellenweise gespalten sind.

In andern Fällen liegen die unvollständigen Schichten (abwechselnd dichtere und weniger dichte) wie Schuppen übereinander. Sie befinden sich fast immer an der Oberfläche; und nur ausnahmsweise deutlich innerhalb einer vollständigen, das ganze Korn überziehenden Schicht, mit deren Spaltung sie wahrscheinlich in Beziehung stehen.

Die Schichten zeigen rücksichtlich ihrer Dicke die mannigfaltigsten Verhältnisse. — Solche, die überall gleich dick sind, findet man in kugeligen Körnern mit centralem Schichtencentrum, z. B. in den Samen von *Acanthus* (Taf. XXIII, Fig. 3, e), seltener in ovalen Körnern, z. B. in den grossen Sporen von *Marsilea pubescens* Ten., in den Samen von *Pisum* und *Ervum Lens* (auf Taf. XVIII in Fig. 18, A und B und in Fig. 48, A und B sind 2 Körner je von 2 Seiten dargestellt), oder in kreisförmig zusammengedrückten Körnern, z. B. in den Sporen von *Chara* (Taf. XVIII, Fig. 1 und 2, ein Korn von 2 Seiten gesehen).

Zuweilen besitzen in linsenförmigen Körnern zwei opponirte Punkte (Pole) eine geringste Dicke, welche nach der Aequatorialzone hin zunimmt; zuweilen sind in ovalen Körnern die Schichten an den beiden Polen am mächtigsten, und verdünnen sich von da nach der Aequatorialzone hin. In beiden Fällen kann die letztere selbst entweder ringsum gleich dick sein, oder sie besitzt zwei gegenüber liegende Punkte mit geringster und zwei mit grösster Mächtigkeit, wobei sich die Durchmesser, welche diese Punkte verbinden, rechtwinklig kreuzen. Diese regelmässigen Verhältnisse kommen selten vor; ich habe aber ihr Vorhandensein in einzelnen Körnern von linsenförmiger Gestalt in den Sporen von *Chara* und in den Samen von *Secale*, *Triticum*, und in einzelnen ovalen Körnern in den Samen von Leguminosen constatirt.

Meistens nimmt die Mächtigkeit einer Schicht von einem Punkte nach einem mehr oder weniger diametral gegenüberliegenden Punkte allmählig zu; z. B. in den Kartoffelstärkekörnern (Taf. XI, 5); dabei ist die Schicht in jeder zur Achse (welche die beiden Punkte geringster und grösster Mächtigkeit verbindet) rechtwinkligen Ebene überall gleich dick, z. B. in Kartoffelstärkekörnern mit kreisförmigem Querprofil. Oder der Querschnitt zeigt auf zwei sich rechtwinklig kreuzenden Durchmesser eine grösste und eine geringste Dicke; solche Schichten findet man zuweilen in zusammengedrückten Körnern von ovaler, birnförmiger, dreieckiger und muschelförmiger Gestalt, z. B. in den Zwiebeln von *Leucojum*, im Wurzelstock von *Oxalis*, *Canna*. Endlich nimmt die Dicke auf dem Querschnitt von einem Punkte nach einem mehr oder weniger gegenüberstehenden Punkte allmählig zu; die Schichten sind rücksichtlich ihrer Mächtigkeit nur nach einer Richtung symmetrisch oder selbst nach allen Richtungen unsymmetrisch. Beispiele hiefür findet man in den Stärkekörnern der Kartoffel, der Colombowurzel, der Schuppen des Wurzelstockes von *Lathraea* etc.

Stärkekörner, in denen alle Schichten bei jeder Lage vollständige Ringe bilden, kommen nicht häufig vor. Man findet sie z. B. in den Sporen von *Chara* (Taf. XVIII, Fig. 1 und 2 zeigt ein Korn von der breiten und der schmalen Seite), in den grossen Sporen von *Marsilea*, in den Samen von *Cenchrus* (*Antephora*), *Triticum*, *Secale*, *Acanthus*, und vorzüglich von einigen Leguminosen (Taf. XVIII, Fig. 17 und 18. sind Körner aus den Samen von *Pisum*, in Fig. 18 A und B von zwei Seiten dargestellt; Fig. 22, 23, 48 aus den Samen von *Ervum Lens*, Fig. 48, A und B von zwei Seiten).

Vollständig ringförmige und ungetheilte Schichten sieht man sonst häufig in jungen Körnern und im Innern älterer Körner; vgl. Taf. XI Fig. 1, 2, 5, 6, 12, 14, wo unveränderte Kartoffelstärkekörner dargestellt sind, und Taf. XII, Fig. 7, 9, wo die Schichten durch Rosten aufgelockert sind; — Taf. XIV, Fig. 4, 6, 9, 10, 13; Taf. XV, 1, 2, 3, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 16; Taf. XVI, Fig. 1, 2, 3, 4, 6, 7, 10, 11, 13, 17, welche Körner aus dem Marke von *Cereus variabilis* zeigen; — Taf. XVII, Fig. 1, 2, 5, 6, 7, 9, 10, 11, A und B von zwei Seiten, 12, 16, 23, Körner aus dem Wurzelstock von *Canna*.

Unvollständige Schichten (die bloss einen grössern oder kleinern Theil eines Ringes bilden) treten häufig ausserhalb der vollständigen auf; z. B. an den Stärkekörnern in der Zwiebel von *Hyacinthus* (Taf. XIX, Fig. 1, 11, 12, 14), in der Jalappenwurzel (Taf. XXIV, 7), im Wurzelstock von *Lathraea* (Fig. 10), von *Dentaria* (Fig. 17), in den Knollen von *Ranunculus Ficaria* (Fig. 21), im Wurzelstock von *Oxalis* (Taf. XXV, Fig. 1), in der Zwiebel von *Leucojum* (Fig. 3), in der Galgantwurzel (Fig. 7) etc. Es giebt sogar Körner, die fast ausschliesslich aus unvollständigen Schichten bestehen. Dahin gehören z. B. diejenigen im Wurzelstock einiger *Canna*-Arten (Taf. XVII, 1—5), im Mark von *Cereus variabilis*, wovon zahlreiche Beispiele auf den Tafeln XIV, XV und XVI dargestellt sind, — in den Schuppen des Wurzelstockes von *Dentaria polyphylla* W. K., von *Gessneraceen*, im Wurzelstock von *Hydrophyllum virginicum* Lin., von *Tamus communis* Lin., von *Alpinia Galanga* Sw., in den Brutzwiebeln von *Oxalis*, in den Knollen von *Curcuma Zedoaria* Rosc., in den Knollen von *Himantoglossum hircinum* Rich. etc.

Unvollständige Schichten zwischen vollständigen sind seltener deutlich, und immer mit der einseitigen Theilung dieser letztern verbunden. Die Theilung sieht man aber auch an unvollständigen Schichten, welche wie die vollständigen in zwei Schenkel auseinander weichen und ein oder mehrere kürzere Schichtenstücke zwischen sich lassen.

Wenn man einmal auf die Spaltung der Schichten aufmerksam ist, so findet man sie bei einer Menge von Körnern mit deutlicher Schichtung und seitlichem Kern. In Fig. 8 auf Taf. XI ist die Schicht bei a durch eine röthliche Spalte in zwei Lamellen getheilt. In Fig. 6 ist in eine dichte Schicht, die man rings herum verfolgen kann, auf der einen Seite durch zwei röthliche Spalten a und b in drei Blätter zerfallen. Solche Spaltungen sind ferner in Fig. 3 und 7 bei a, sowie ausser- und innerhalb von a deutlich; und man überzeugt sich leicht, dass in den Figuren 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, so wie überhaupt in den Kartoffelstärkekörnern, denen jene Figuren sämmtlich angehören, die auf der einen Seite des Kornes in grösserer Zahl auftretenden Lamellen in der Regel mit einer Spaltung der Schichten in Beziehung stehen.

Sehr deutliche Theilung der Schichten, und zwar meistens von unvollständigen, wurde an den eigenthümlich gebauten Stärkekörnern aus dem Marke von *Cereus variabilis* beobachtet; vgl. Taf. XIV, Fig. 3, a; Fig. 4, a; Fig. 5, rechts; Fig. 6, d und zwischen d und c; Fig. 7, zwischen d und b, zwischen e und b, zwischen f und c; Fig. 12, zwischen a und b; Fig. 13; Fig. 14; Fig. 15, zwischen f und c; Fig. 18 bei e; — Taf. XV, Fig. 1, d, b, und zwischen c und e; Fig. 2, e, f, k, und zwischen b und c; Fig. 3; Fig. 6 zwischen c und g, bei b; Fig. 7, d — d'; Fig. 8 bei e; Fig. 11, b, e; Fig. 13 zwischen a und c; Fig. 14, b, f; Fig. 16, zwischen g und f und bei b; — Taf. XVI, Fig. 2, c, d; Fig. 3, zwischen a und b; Fig. 4, f — e; Fig. 5, zwischen c und f; Fig. 7 zwischen i und k; Fig. 9, zwischen a und b, zwischen c und e; Fig. 11, zwischen a und d; Fig. 13, a; Fig. 16, c — d, e. Nach diesen zahlreichen Beispielen von deutlicher Spaltung der Schichten in den Körnern von *Cereus variabilis* ist es wohl kaum zweifelhaft, dass in den Figuren der Tafeln XIV, XV und XVI die einseitige Vermehrung der Schichten, auch da wo es nicht deutlich gesehen wird, in der Regel auf einer Spaltung derselben beruhe.

Ausser den zwei genannten Beispielen, kann man die einseitige Theilung einer Schicht in drei oder mehrere Blätter noch an manchen Stärkekörnern, wiewohl selten so schön und deutlich sehen; z. B. im Wurzelstock von *Canna* (Taf. XVII, 6,9), in der Wurzel von *Ipomoea Purga* und von *Cocculus palmatus*, im Wurzelstock von *Lathraea*, *Dentaria*, *Alpinia Galanga*, von *Gessneraceen* (z. B. *Guthnickia*), in der Zwiebel von *Hyacinthus*, in den Samen von *Aesculus* etc.

Wenn die unvollständigen Schichten ausserhalb der vollständig ringförmigen sich befinden, so scheint es oft, als ob die sie trennenden Linien bis zur Oberfläche reichten und als ob wirklich nur Blasenstücke über einander lägen; wie es auch in Fig. 1, 3, 4, 5 auf Taf. XVII; Fig. 1, 2, 5 — 8, 10 — 16, 18 auf Taf. XIV; Fig. 1 — 3, 5 — 8, 11, 12, 14, 16 auf Taf. XV, Fig. 4 — 6 auf Taf. XVI. gezeichnet ist. Meistens jedoch berühren die Trennungslinien nicht unmittelbar den Rand, sondern verlieren sich daselbst in einer breitem oder schmälern dichten und dunkeln Rindenschicht; wie diess z. B. bei den Kartoffeln (Taf. XI) der Fall ist. Durch Vergleichung vieler solcher Körner überzeugt man sich, dass die unvollständigen Schichten an der Oberfläche nur von der wiederholten Spaltung einer oder mehrerer oberflächlicher Schichten herrühren. Nachdem diese Ueberzeugung gewonnen wurde, so ist wenigstens die Möglichkeit

gegeben, dass auch in den Fällen, wo die Trennungslinien bis zum Rande zu reichen scheinen, doch noch eine dünne vollständige Schicht die Oberfläche überziehe und durch Spaltung nach einwärts die vielen unvollständigen Schichten bilde. In Fig. 9 auf Taf. XVII zeigt auch wirklich ein inneres System von Schichten den Bau, wie ich ihn für ein ganzes Korn (Fig. 1.) voraussetze. Ebenso sieht man auf den Tafeln XIV — XVI an so manchen Stellen deutlich, wie sich mehrere unvollständige Schichten an eine äussere Schicht, deren Dicke in ihrem Verlaufe die nämliche bleibt, unter rechten oder spitzen Winkeln ansetzen; dass also die Spaltung wirklich in der Form auftritt, wie man sie für alle unvollständigen Schichten supponiren müsste, wenn man sich am Rande eine dünne, continuirliche, das ganze Korn einhüllende Schicht denkt (vgl. Taf. XIV, 5, b; 7, b; 9, b; 11, b; 13, f; 14, c; 15, c — f; 16, e — f; 18, e; — Taf. XV, 6, zwischen c und g, bei b; 8, e; — Taf. XVI, 4, d; 7, innerhalb f; 9, zwischen c und f; 11 zwischen a und d; 16, d, e; 18, a).

Die Analogie spricht also durchaus dafür, dass alle unvollständigen Schichten mit Spaltung von vollständigen verbunden sind. Die Entwicklungsgeschichte liefert, wie ich später zeigen werde, ebenfalls Gründe für diese Annahme. Ausserdem ist zu bemerken, dass die scheinbare Trennung der Substanz bis zur Oberfläche wegen des Randschattens keine ganz deutliche und unzweifelhafte Beobachtung ist; so wie ferner, dass man zuweilen nicht unversehrte, sondern Körner vor sich hat, deren oberflächliche Schicht schon aufgelöst wurde, in welchem Falle selbstverständlich die Trennungslinien durchgehen.

Die vollständigen und unvollständigen Schichten eines Kornes beziehen sich meistens alle auf einen gemeinschaftlichen Mittelpunkt (Schichtencentrum), und sind insofern (in organologischem, nicht in mathematischem Sinne) concentrisch. Das Schichtencentrum befindet sich zuweilen im mathematischen Mittelpunkt des ganzen Kornes und jeder einzelnen Schicht. Häufiger ist es excentrisch für das ganze Korn und wenigstens für die äusseren Schichten, während es für die inneren, oft nur für einige wenige oder nur für die innerste allein central ist.

Um das ideale Centrum herum und eingeschlossen von der innersten Schicht liegt eine homogene Masse, welche oft einer kleinen Höhlung ähnlich ist, und welche als Kern bezeichnet wird. Derselbe ist meistens kugelig, seltener abgeplattet-kugelig bis linsenförmig, oder oval bis länglich, lanzettlich und lineal.

Der linsenförmige so wie der längliche Kern haben immer eine centrale Lage. Der kugelige Kern ist in den kleinern Körnern meist central, in den grössern liegt er fast immer excentrisch.

Die Schichten eines Kornes stimmen entweder alle in der Gestalt und den Richtungsverhältnissen genau mit einander und mit der Oberfläche des Kerns überein, oder wo Ungleichheiten vorhanden sind, so nehmen dieselben von innen nach aussen in der Regel stetig zu oder ab. Es lässt sich daher an jedem geschichteten, so wie an jedem Korn mit deutlichem Kern (mit Ausnahme der kugeligen Körner, welche einen centralen Kern und genau concentrische Schichten besitzen) eine durch das Schichtencentrum gehende Achse unterscheiden, auf welche sich die Ungleichheiten der Schichtenbildung beziehen.

Der Bau des ganzen Kornes wird bedingt durch die Gestalt des Kerns, durch die Form der einzelnen Schichten, und durch die Richtung der Achse oder die Art und Weise, wie die Schichten von dem Kern bis zur Peripherie auf einander folgen.

Bei den Körnern mit linsenförmigem Kern fällt die Achse mit dem kürzesten Durchmesser des Kerns und des ganzen Kornes zusammen. Die Schichten sind in der Regel überall gleich dick, und der Kern genau central. Das ganze Korn hat daher ebenfalls eine zusammengedrückte Form; aber das Verhältniss der Achse

zu den übrigen Durchmessern wird von den innern Schichten zu den äussern kleiner. Die äusserste Schicht und somit das ganze Korn ist viel weniger von der Kugelform entfernt, als es der Kern ist.

Dieser Typus kann am besten an den Stärkekörnern in den Sporen der Charen (Taf. XVIII, 1, 2) und in den Samen einiger Getreidearten (z. B. Triticum, Secale Taf. XVIII, 15, A, B) beobachtet werden. Die Ansicht von der Fläche zeigt meist einen vollkommen kreisförmigen, seltener einen breitovalen oder stumpfeckigen oder breitnierenförmigen Umriss. Von der Seite erscheinen die Körner elliptisch oder oval bis länglich.

Der Kern ist bloss an frischen Körnern und hier oft nur undeutlich zu sehen. Seine Profile sind denen des ganzen Kornes ähnlich, doch mit der Beschränkung, dass sich die letztern immer mehr abgerundet zeigen. An den Stärkekörnern der Charensamen beträgt z. B. die Achse des ganzen Kornes 38 Mik. Mill. und der Kreisdurchmesser 57 Mik. Mill., die Achse des Kerns 8 Mik. Mill. und sein Kreisdurchmesser 22 Mik. Mill. Das Verhältniss ist dort 1 : 1,5 und hier 1 : 2,75.— An den Stärkekörnern der Waizensamen ist in einem Falle die Achse des ganzen Kornes 21, der Kreisdurchmesser 36 Mik. Mill., die Achse des Kerns etwa 1,8 und sein Kreisdurchmesser 5 Mik. Mill. gross; das Verhältniss ist dort 1 : 1,7 und hier 1 : 2,8.

Die einzelnen Schichten zeigen sich in der Regel überall ziemlich gleich dick; doch kommt es zuweilen vor, dass sie ringsum an der Aequatorialzone etwas dicker sind als an den flachen Seiten (durch welche die Achse des Kornes geht).

Bei den Körnern mit verlängertem Kern ist die Achse der längste Durchmesser des ganzen Kornes und zugleich auch des Kerns. Die Schichten sind ziemlich gleich dick, und der Kern ist genau central. Das Korn hat daher ebenfalls eine verlängerte Form; das Verhältniss der Achsenlänge zu den Querdurchmessern nimmt aber von den innern zu den äussern Schichten ab, und das ganze Korn mit der äussersten Schicht nähert sich der Kugelform viel mehr als der Kern. — Der Kern und ebenso das ganze Korn sind im Querschnitt entweder genau kreisförmig oder etwas zusammengedrückt.

Andere Körner mit verlängertem Kern weichen von den eben beschriebenen darin ab, dass sie beträchtlich zusammengedrückt sind, und dass die Schichten um die Enden der Achse sich stark in die Breite ausdehnen. Das ganze Korn zeigt daher in der breiten Längensicht halbkreisförmig angeschwollene Enden, während die schmale Längensicht sich beiderseits verdünnt.

Die deutlichsten Beispiele für diesen zweiten Typus findet man bei den Stärkekörnern, welche in den grossen Sporen von Marsilea und in den Samen mancher Papilionaceen vorkommen, z. B. von Pisum (Taf. XVIII, 18, A und B), Ervum (Fig. 22, 23, 48 A und B), Phaseolus, Vigna. Die ganzen Körner sind oval bis länglich, entweder mit kreisrundem Querschnitt oder bis auf die Hälfte zusammengedrückt. Die Schichten sind überall gleich dick; zuweilen sind sie an beiden Polen etwas mächtiger; bei den stärker zusammengedrückten Formen können sie auch am Umfange des breiten Längenprofils etwas dicker sein als an den beiden flachen Seiten.

Von diesem zweiten Typus giebt es Uebergänge zu dem ersten mit linsenförmigem Kern. Rundliche oder drei- und viereckige Körner, welche meist etwas stärker zusammengedrückt sind (bis über die Hälfte der Breite), und welche man mit allen Zwischenformen unter den typischen Körnern bei den genannten Pflanzen findet, vermitteln den Uebergang (Taf. XVIII, 24).

Die Stärkekörner in den grossen Sporen von Marsilea pubescens Ten. verhalten sich weniger regelmässig als diejenigen in den Samen der Hülsenfrüchte. Die Schichten sind nämlich nicht überall gleich dick; häufig weichen in dieser Beziehung die beiden Seitenränder, noch häufiger die beiden Enden von einander ab. An den letztern können selbst einige unvollständige Schichten auf die vollständigen folgen, und dadurch eine vorspringende Ecke bilden. Nachstehende

Tabelle enthält einige Messungen über die verschiedenen Dimensionen der Stärkekörner von Marsilea. A und B bezeichnen die Mächtigkeit des geschichteten Theils ausserhalb des Kerns, auf der Achsenlinie gemessen, so dass sie nebst dem Kern die ganze Länge ausmachen. C und D sind die analogen Werthe auf dem Breiten-, E und F auf dem Dicken-Durchmesser.

	Länge in Mik. Mill.				Breite in Mik. Mill.				Dicke in Mik. Mill.												
	A	Kern	B	Ganzes Korn.	C	Kern	D	Ganzes Korn.	E	Kern	F	Ganzes Korn.									
1	13	+	30	+	23	=	66	13	+	13	+	17	=	43	—	—	—	—			
2	12	+	24	+	24	=	60	11	+	13	+	12	=	36	10	+	5	+	13	=	28
3	15	+	22	+	20	=	57	12	+	13	+	14	=	39	13	+	5	+	13	=	31
4	15	+	20	+	32	=	67	12	+	9	+	13	=	34	—	—	—	—	—	—	—
5	20	+	40	+	25	=	85	12	+	21	+	15	=	48	9	+	6	+	11	=	26
6	18	+	33	+	32	=	83	14	+	11	+	17	=	42	—	—	—	—	—	—	—

In diesen Beispielen ist fast ohne Ausnahme der geschichtete Theil ausserhalb des Kerns auf zwei diametral gegenüberliegenden Punkten (in der Länge A und B, Breite C und D, Dicke E und F) ungleich mächtig. Die grössten Differenzen findet man in der Längsrichtung, wo A und B bei Korn 1 und 6 wie 1 : 1,8 — bei Korn 2 wie 1 : 2 — und bei Korn 4 wie 1 : 2,1 sich verhalten.

Die Dimensionen des Kerns und des ganzen Kornes geben folgende Verhältnisse:

	Verhältniss der Breite zur Länge		Verhältniss der Dicke zur Breite		Verhältniss der Dicke zur Länge	
	am Kern	am ganzen Korn	am Kern	am ganzen Korn	am Kern	am ganzen Korn
1	1 : 2,3	1 : 1,5	—	—	—	—
2	1 : 1,8	1 : 1,7	1 : 2,6	1 : 1,3	1 : 4,8	1 : 2,1
3	1 : 1,7	1 : 1,5	1 : 2,6	1 : 1,3	1 : 4,4	1 : 1,8
4	1 : 2,2	1 : 2,0	—	—	—	—
5	1 : 1,9	1 : 1,8	1 : 3,5	1 : 1,8	1 : 6,7	1 : 3,3
6	1 : 3,0	1 : 2,0	—	—	—	—

Der Kern zeigt hier, wie oben bemerkt wurde, überall ein grösseres Verhältniss in seinen Dimensionen als das ganze Korn.

In den Sporen von Chara kommen kreisförmige linsenartig-zusammengedrückte Stärkekörner vor. Ausnahmsweise findet man darunter einzelne längliche Körner, mit ähnlichen Unregelmässigkeiten wie bei Marsilea. Ein solches Korn aus den Sporen von Chara barbata Meyen zeigte, bei kreisförmigem Querschnitt des Kerns und des ganzen Kornes, einen inneren und einen äusseren Complex von Schichten, beide durch eine stärkere Linie von einander getrennt. Die Messungen ergaben Folgendes: (a und b bezeichnen die Dicke des innern, A und B die des äussern Schichtencomplexes auf der Längsaxe; c und d dagegen die Dicke des innern, C und D die des äussern Schichtencomplexes auf dem Querdurchmesser).

	Länge in Mik. Mill.					Dicke in Mik. Mill.															
	A	a	Kern	b	B	Ganzes Korn	C	c	Kern	d	D	Ganzes Korn									
17	+	13	+	35	+	13	+	8	=	86	8	+	8	+	4	+	8	+	8	=	36

Die Dicke verhält sich zur Länge am ganzen Korn oder am äussern Schichtencomplex wie 36 : 86 oder wie 1 : 2,4
 am inneren Schichtencomplex wie 20 : 61 » » 1 : 3
 am Kern wie 4 : 35 » » 1 : 8,7

Die erwähnte Modification des zweiten Typus wird durch die eigenthümlich gestalteten Stärkekörner im Milchsaff tropischer Euphorbiaceen gebildet (Taf. XXIV, Fig. 1; l und m das gleiche Korn in der breiten und schmalen Längensicht). Schichtung und Kern sind selten deutlich; der letztere ist lineal-spindelförmig.

Die Stärkekörner im Milchsaft von *Euphorbia Lathyris* Lin. bilden eine Mittelform zwischen den eben genannten und denen, die in den Samen der Hülsenfrüchte vorkommen. Sie sind lanzettlich oder spindelförmig, stielrund; der Kern sehr lang und schmal; die Schichtung undeutlich (Taf. XXIV, Fig 2).

Der kugelige Kern liegt zuweilen im Centrum des ganzen Kornes, das ebenfalls eine kugelige Gestalt hat. Die Schichten, die in jeder Lage kreisrund erscheinen, haben überall gleiche Dicke. Die Radien sind alle gleich. In einigen Geweben scheinen diese Körner einen selbständigen Typus zu begründen. In andern Geweben aber, wo sie nur in geringerer und mittlerer Grösse auftreten, sind es ohne Zweifel oft nichts anders als unentwickelte Formen der beiden erwähnten und des folgenden Typus, mit deren Formen sie auch gemeinschaftlich vorkommen.

Die deutlichsten Körner dieses Typus kommen in den Samen mancher Gräser vor, z. B. *Zea* (Taf. XXIII, 6 b), *Coix*, *Paspalum*, *Panicum*, *Setaria*, *Cenchrus* (Fig. 4, a), *Cenotheca*, *Sorghum*, — wo aber die Schichten meist undeutlich sind, — und in den Samen von *Acanthus* (Taf. XXIII, Fig. 3, e).

In einigen Geweben wie z. B. in den Samen der genannten Gräser und in den Samen vieler Polygoneen (z. B. *Rumex*, *Oxyria*, *Rheum*) findet man ausschliesslich kugelige Körner mit centralem Kern, mit oder ohne deutliche Schichtung, und bis zu einem Durchmesser von 51 Mik Mill., woraus man wohl auf die Selbständigkeit dieses Typus schliessen muss.

Ueberdem kommen solche Körner bis zu einem Durchmesser von 10 und 15 Mik. Mill. nicht selten in Gemeinschaft mit charakteristischen Formen anderer Typen vor, und sind dann nichts anders als unentwickelte Exemplare dieser letztern.

Bei den Körnern mit kugeligem, excentrischem Kern ist die Achse diejenige Linie, welche durch das Schichtencentrum geht und einerseits den kleinsten, anderseits den grössten Radius der einzelnen Schichten und des ganzen Kornes enthält. Diese Körner verhalten sich in der Regel folgender Maassen.

Um den Kern liegen zunächst eine oder mehrere kugelige Schichten, die überall gleiche Dicke besitzen. Darauf folgen solche, welche auf der einen Seite dicker sind als auf der gegenüber liegenden; die Ungleichheit in der Mächtigkeit nimmt zu, je weiter sie nach aussen liegen. Die Schichten zeigen alle die gleiche Lage, insofern alle in dem kurzen Halbmesser der Achse ihre geringste Mächtigkeit und somit auch ihren kürzesten Radius, in dem langen Halbmesser die grösste Mächtigkeit und den grössten Radius besitzen. — Jede einzelne Schicht nimmt von der Stelle, wo sie der kurze Halbmesser trifft, bis zu derjenigen Stelle, die vom langen Halbmesser berührt wird, stetig an Dicke zu. In gleicher Richtung vermehrt sich auch das Spaltungsvermögen, indem z. B. eine Schicht, die am kurzen Radius ungetheilt ist, sich in einiger Entfernung davon in drei und bis zum langen Radius in mehrere oder viele theilen kann.

Auf die vollständig herumlaufenden Schichten mit grösster Ungleichheit der Mächtigkeit folgt zuweilen am langen Durchmesser nach aussen eine grössere oder kleinere Zahl von unvollständigen Schichten. Dieselben können zusammen bis auf $\frac{12}{13}$ des langen Durchmessers und bis $\frac{7}{8}$ der ganzen Achsenlänge einnehmen. Diese unvollständigen Schichten sind, wie ich früher wahrscheinlich machte, nichts anders als die Theilschichten einer äussersten in der Gegend des kleinen Halbmessers verschwindend dünnen Schicht, und schliessen sich somit an die vollständigen Schichten an, indem sie nur eine noch viel grössere Ungleichheit der Dicke und zugleich der Theilung darbieten.

Die Excentricität des Kerns wird durch die Ungleichheit in der Dicke aller Schichten bedingt. Sie lässt sich durch das Verhältniss der beiden Halbmesser der Achse ausdrücken, und kann insofern bis auf $\frac{1}{46}$ betragen, wobei der grosse Radius 46 mal länger ist als der kleine.

Die beiden Enden der Achse, entsprechend dem kurzen und langen Radius können als vorderes (oder Kern-) und als hinteres Ende bezeichnet werden.

Zu den Stärkekörnern, an denen dieser Typus am besten studirt werden kann, gehören diejenigen in der Kartoffel (Taf. XI; XXIV, 9), in der Colombowurzel (Taf. XXIV, 8), im Wurzelstock von *Lathræa* (Fig. 10), in der Jalappenwurzel (Fig. 7), in den Schuppen des Wurzelstockes von *Dentaria* (Fig. 17), von *Gessne raceen*, im Wurzelstock von *Canna* (Taf. XVII).

Körner, in denen alle Schichten vollständig herumlaufen, aber auf Seite des langen Halbmessers mehr oder weniger gespalten sind, findet man z. B. in der Kartoffel und in der Colombowurzel. Die Zunahme in der Ungleichheit der Schichten von innen nach aussen ist hier auf den ersten Blick deutlich; sie lässt sich in einzelnen Fällen, wenn die Schichten ringsum sichtbar sind, durch Messung nachweisen. Ich theile einige solcher Messungen mit. Min. und Max. bedeutet die geringste und grösste Dicke der einzelnen Schichten (an den Punkten, die einander in der Achsenlinie opponirt sind); die Schichten sind, wie sie von aussen nach innen auf einander folgen, mit I, II . . . IX bezeichnet; R-N ist die Summe aller Schichten (mit Ausschluss des Kerns) im kleinsten und im grössten Radius, d. h. die Radien selbst von der Oberfläche bis zum Kern; N ist der Durchmesser des Kerns; A die Achsenlänge des ganzen Kornes. Die Grössen sind in Mik. Mill. angegeben.

		I	II	III	IV	R-N	N	A	
1	Min.	1	2	1,5	4,5	9			
	Max.	11	12	7	6,5	36,5	2,5	48	
	Verhältniss	1 : 11	1 : 6	1 : 4,7	1 : 1,4	1 : 4			
		I	II	III	IV	R-N	N	A	
2	Min.	1,3	1,3	2	4	8,6			
	Max.	13	11	17	6	47	2,4	58	
	Verhältniss	1 : 10	1 : 8,5	1 : 8,5	1 : 1,5	1 : 5,5			
		I	II	III	IV	R-N	N	A	
3	Min.	1,3	1,7	3	3,3	9,3			
	Max.	16	15	16	6,7	53,7	4	67	
	Verhältniss	1 : 12	1 : 8,8	1 : 5,3	1 : 2	1 : 5,8			
		I	II	III	IV	V	R-N	N	A
4	Min.	2,4	0,6	0,6	0,6	2,7	6,9		
	Max.	14,5	3,5	2,5	2	3,3	25,8	2,3	35
	Verhältniss	1 : 6	1 : 5,8	1 : 4,2	1 : 3,3	1 : 1,2	1 : 3,8		
		I	II	III	IV	V	R-N	N	A
5	Min.	1,7	0,8	1,1	1	3	7,6		
	Max.	17,5	3,5	4,4	5	4,5	34,9	3,5	46
	Verhältniss	1 : 10	1 : 4,4	1 : 4	1 : 5	1 : 1,5	1 : 4,6		

		I	II	III	IV	V	VI	VII	R-N	N	A
6	Min.	1	0,7	1,3	1	0,9	1,7	3,1	9,7		
	Max.	8,5	4,5	5,4	5,5	4,2	5	3,7	36,8	1,5	48
	Verhältniss	1 : 8,5	1 : 6,4	1 : 4	1 : 5,5	1 : 4,7	1 : 3	1 : 1,2	1 : 3,8		

		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	R-N	N	A
7	Min.	1,4	1,4	1,3	1,8	1,3	1,1	2,6	2,3	3	16,2		
	Max.	15	13,5	8,5	9	5,6	4,2	7,7	4,7	3,6	71,8	2	90
	Verhältniss	1 : 11	1 : 9	1 : 6,5	1 : 5	1 : 4,3	1 : 3,8	1 : 3	1 : 2	1 : 1,2	1 : 4,4		

		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	R-N	N	A
8	Min.	1	1,3	1,7	2	1,5	2,2	2	2,7	14,4		
	Max.	14	13,5	15	13	6	5,5	2,6	2,7	72,3	1,5	88,2
	Verhältniss	1 : 14	1 : 10	1 : 8,8	1 : 6,5	1 : 4	1 : 2,5	1 : 1,3	1 : 1	1 : 5		

		I	II	III	IV	V	VI	VII	R-N	N	A
9	Min.	2	1,8	3	2,1	1,5	1,9	2	14,3		
	Max.	20	11	10	11,3	4,6	4,3	3	64,2	7	85,5
	Verhältniss	1 : 10	1 : 6	1 : 3,3	1 : 5,4	1 : 3	1 : 2,3	1 : 1,5	1 : 4,5		

		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	R-N	N	A
10	Min.	1,6	2	3	2	2,5	2,3	2,5	2,5	18,4		
	Max.	13	11	12	6	6,6	5	5	4	62,6	9	90
	Verhältniss	1 : 8	1 : 5,5	1 : 4	1 : 3	1 : 2,6	1 : 2,2	1 : 2	1 : 1,6	1 : 3,4		

Von den vorstehenden 10 Messungen wurden die 8 ersten von Stärkekörnern der Kartoffel, die beiden letzten von Körnern der Colombowurzel entnommen. Am grössten ist die Differenz beim 8ten Korn, wo die innerste Schicht ringsum die gleiche Dicke zeigt, während die äusserste Schicht am langen Halbmesser der Achse 14 mal mächtiger wird als am kurzen.

Die Ungleichheit in der Dicke der einzelnen Schichten nimmt in der Regel von der innersten bis zur äussersten stetig zu, wie das bei den Körnern 1, 3, 4, 7, 8, 10 der Fall ist, wo die Verhältnisse von $\frac{1}{4}$ bis zu $\frac{1}{11}$, von $\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{12}$, von $\frac{1}{12}$ bis $\frac{1}{6}$, von $\frac{1}{3,2}$ bis zu $\frac{1}{11}$, von $\frac{1}{1}$ bis zu $\frac{1}{14}$ und von $\frac{1}{1,5}$ bis zu $\frac{1}{10}$, immer grösser werden. Zuweilen jedoch kommen Schwankungen vor, indem die Ungleichheit in der Dicke bei einer oder mehreren Schichten gleich bleibt oder selbst wieder geringer wird als sie es bei innern Schichten war. Bei dem Korn 2 findet das erstere statt, indem die II. und III. Schicht beide das Verhältniss $\frac{1}{8,5}$ zeigen. Beispiele für das letztere geben das Korn 5, wo das Verhältniss für die IV. Schicht von aussen $\frac{1}{6}$, für die III. nur $\frac{1}{4}$ ist, das Korn 6, wo die Ungleichheit in der Dicke bei der IV. Schicht von aussen $\frac{1}{6,5}$ und bei der III. nur $\frac{1}{4}$ beträgt, und das Korn 9, bei welchem das Verhältniss für die IV. Schicht $\frac{1}{5,4}$ und für die III. nur $\frac{1}{3,3}$ ist.

Die unvollständigen Schichten ausserhalb der vollständigen treten in sehr ungleicher Zahl und Mächtigkeit auf. Zuweilen sind es nur eine einzige oder einige wenige, die den 30. bis 10. Theil des grossen Radius einnehmen. Zuweilen sind sie in grösserer Zahl und Mächtigkeit vorhanden, so dass sie $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ desselben ausmachen (Taf. XXIV, 10). Die unvollständigen Schichten können aber auch zusammen bis $\frac{12}{12}$ des langen Halbmessers betragen; wie das z. B. bei den Körnern im Wurzelstock von Canna (Taf. XVII, 1), von Iris, in der Wurzel von Krameria etc. der Fall ist.

Bei den Stärkekörnern in den Kartoffeln und im Wurzelstock von Lathraea stellen sich die unvollständigen äussersten Schichten zuweilen nicht undeutlich als die Lamellen einer sehr dünnen oberflächlichsten Schicht dar. An einem solchen Stärkekorn von Lathraea fand ich folgende Verhältnisse für die Ungleichheiten in der Dicke der auf einander folgenden Schichten. Die Bezeichnung ist die nämliche wie auf Pag. 25:

	I	II	III	IV	V	VI	R-N	N	A
Min.	0,7	1,8	2	3,5	4	7	19		
Max.	28	16	11	12	11	16	94	6	119
Verhältniss	1 : 40	1 : 8,9	1 : 5,5	1 : 3,4	1 : 2,8	1 : 2,3	1 : 5		

Während hier die äusserste Schicht am langen Halbmesser etwa 40 mal dicker war als am kurzen, müssen andere Stärkekörner, bei der Annahme dass die unvollständigen Schichten die Lamellen einer vollständigen Blase seien, noch viel grössere Verhältnisse darbieten, weil dieselbe am kurzen Halbmesser so dünn ist, dass sie weder gemessen noch geschätzt werden kann.

Die Excentricität des Kerns variirt bei den Stärkekörnern eines Pflanzentheils ungemein; sie zeigt aber bei jeder Pflanze ein Maximum. Ich fand dieses Maximum für die Excentricität des Kerns (berechnet auf den Mittelpunkt desselben, und ausgedrückt durch das Verhältniss des langen und kurzen Radius), um einige Beispiele anzuführen,

$\frac{1}{2}$ im Wurzelstock von *Symphytum tuberosum* Lin.

$\frac{1}{2}$ im Wurzelstock von *Adoxa Moschatellina* Lin.; in den Samen von *Amphicarpaea monoica* Nutt.

$\frac{1}{4}$ im Wurzelstock von *Cyperus esculentus* Lin., von *Billbergia amoena* Lindl., von *Cardamine granulosa* All.; in den Knollen von *Ranunculus bulbosus* Lin., von *Stellaria bulbosa* Wulfen.; in den Samen von *Colocasia odora* Brong.

$\frac{1}{8}$ im Wurzelstock von *Orobanche procera* Koch, von *Umbilicus pendulinus* DC., von *Corydalis cava* Schweigg. et Koert.; in der Wurzel von *Aconitum Anthora* Lin., von *Ranunculus aconitifolius* Lin.; in den Schuppen der Bulbillen von *Saxifraga granulata* Lin.

$\frac{1}{6}$ in den Kartoffeln, im Wurzelstock von *Iris florentina* Lin., von *Lathraea Squamaria* Lin., von *Euphorbia dulcis* Jacq.; in der Wurzel von *Cocculus palmatus* DC.; in den Knollen von *Ranunculus Ficaria* Lin.; in den Schuppen des Wurzelstockes von *Dentaria digitata* Lam., von *Naegelia zebrina* Regel; in den Samen von *Caryophyllus aromaticus* Lin.

$\frac{1}{7}$ in den Knollen von *Ipomoea Purga* Schlecht., von *Apios tuberosa* Moench; in der Zwiebel von *Leucojum vernum* Lin.; in den Schuppen des Wurzelstocks von *Tudaea Regelii* Heer; in den verdickten Wurzeln von *Orobus albus* Lin.; in den Samen von *Aesculus Hippocastanum* Lin.

$\frac{1}{8}$ im Wurzelstock von *Krameria triandra* R. P., von *Hemerocallis fulva* Lin.; in kleinen Knollen von *Dioscorea Batatas* Desne; in den Schuppen des Wurzelstocks von *Lathraea Squamaria* Lin., von *Seemannia ternifolia* Regel; in den Knollen von *Himanthoglossum hircinum* Rich.

$\frac{1}{6}$ in den Schuppen des Wurzelstocks von *Scheeria mexicana* Seem.

$\frac{1}{10}$ in den Knollen von *Commelyna hirsuta* R. Br., von *Cyclamen hederifolium* Ait.; in der Zwiebel von *Tulipa sylvestris* Lin.; in den Samen von *Syzygium guineense* DC.

$\frac{1}{12}$ in den Schuppen des Wurzelstocks von *Achimenes alba* Hort., in den Brutzwiebeln von *Oxalis pentaphylla* Sims.

$\frac{1}{14}$ im Wurzelstock von *Zingiber officinale* Rosc., von *Alpinia Galanga* Sw., von *Gloxinia speciosa* Lodd.

$\frac{1}{18}$ im Wurzelstock von *Dolichodeira tubiflora* Hanst.

$\frac{1}{22}$ im Wurzelstock von *Canna ramosa* Hort.

$\frac{1}{25}$ in den Knollen von *Curcuma Zedoaria* Salisb.

$\frac{1}{40}$ im Wurzelstock von *Canna lanuginosa* Bosc.

$\frac{1}{50}$ im Mark von *Cereus variabilis* Pfeiff.

$\frac{1}{70}$ im Wurzelstock von *Canna lagunensis* Lindl.

Die Schichten der excentrisch-gebauten Körner sind auf dem zur Achse rechtwinkligen Querschnitt entweder überall gleichdick und kreisrund. Oder sie besitzen 2 gegenüberliegende Punkte geringster und 2 gegenüberliegende Punkte grösster Mächtigkeit, und haben ein ovales oder elliptisches Querprofil, wo-

bei sich der grösste und der kleinste Durchmesser ziemlich unter einem rechten Winkel kreuzen. Oder die Dicke der Schichten nimmt auf dem keilförmig-ovalen Querschnitt von einem Punkte der Peripherie nach dem gegenüberliegenden Punkte zu.

Das nämliche Stärkekorn zeigt häufig die nämliche Form des Querschnitts in seiner ganzen Länge, wobei die Querdurchmesser bald ungefähr die nämliche Grösse zeigen, bald von einem Ende nach dem andern hin entweder zu- oder abnehmen. Es kann aber auch das Verhältniss der Durchmesser, oder es kann selbst die ganze Form des Querschnittes sich im Verlaufe der Achse ändern. Daraus gehen zahlreiche Varietäten regelmässig gebauter Körner hervor.

Schichten, die auf allen Querschnitten in der ganzen Länge des Kornes kreisförmig sind, findet man z. B. bei vielen Kartoffelstärkekörnern, bei Körnern in der Jalappenwurzel, in den Knollen von *Commelyna hirsuta* R. Br., in den Schuppen des Wurzelstockes von *Dentaria*, im Wurzelstock von *Alpinia Galanga* etc. Die Stärkekörner sind entweder nach beiden Enden gleich (Jalappenwurzel, Taf. XXIV, 7) oder sie verdicken sich von dem Ende, bei welchem sich der Kern befindet, nach dem entgegengesetzten Ende hin (Kartoffel), oder sie verschmälern sich in gleicher Richtung (*Dentaria*, Taf. XXIV, 17, d; *Alpinia Galanga*, Taf. XXV, 7).

Stärkekörner, deren Querschnitte am einen Ende kreisrunde gleichdicke Schichten, am andern Ende elliptische Schichten mit zwei gegenüberliegenden Verdickungsmaxima zeigen, haben meistens eine mehr oder weniger keilförmige oder auch eine flachgedrückte dreieckige Gestalt.

Die keilförmigen Körner sind an dem schmalen Ende, bei welchem sich der Kern befindet, verdickt und im Querschnitt kreisförmig, an dem breiten Ende zusammengedrückt. Die schmale Längensicht ist kegelförmig. Ein solches Stärkekorn aus der Zwiebel von *Hyacinthus* ist auf Taf. XIX in Fig. 1 A und B von der breiten und der schmalen Längensicht gezeichnet. Solche Formen findet man ferner im Wurzelstock von *Tamus communis* Lin., von *Alpinia Galanga*, von *Umbilicus*, von *Hemerocallis*, von *Achimenes*; in der Zwiebel von *Muscari*, *Leucojum*; in den Wurzeln von *Ranunculus aconitifolius* Lin.; in den Knollen von *Ranunculus Ficaria* Lin.; in der Colombowurzel (Taf. XXIV, 8, a und b, das gleiche Korn in den beiden Längensichten); in den Samen von *Caryophyllus*, von *Syzygium*.

Die flachgedrückten dreieckigen Körner sind überall gleich dick, zeigen aber am schmalen Ende, in dessen Nähe sich der Kern befindet, einen fast kreisrunden, an dem breiten Ende einen elliptischen oder länglichen Querschnitt. Die schmale Längensicht ist oval bis länglich. Solche Formen finden sich in den Brutzwiebeln von *Oxalis pentaphylla* Sims. (Taf. XXV, Fig. 1), *O. lasiandra* Zucc.; im Wurzelstock von *Iris sambucina* Lin., von *Canna*; in den Knollen von *Dioscorea Batatas* Dcsne., von *Curcuma Zedoaria* Salisb., von *Himantoglossum hircinum* Rich., von *Ranunculus Ficaria* Lin. (Taf. XXIV, 21); in der Zwiebel von *Tulipa*, *Leucojum*, *Fritillaria Meleagris* Lin.; in den Schuppen der Bulbillen von *Saxifraga granulata* Lin.

Breite, flachgedrückte Stärkekörner zeigen auf allen Querschnitten Schichten von elliptischer oder länglicher Gestalt mit zwei gegenüberstehenden Verdickungsmaxima. Die schmale Längensicht ist oval bis länglich-lanzettlich, selten spindelförmig. Dahin gehören einzelne Körner in der Zwiebel von *Leucojum vernum* (Taf. XXV, 3), im Wurzelstock von *Canna*, von *Oxalis*, von *Zingiber* etc.

Schichten, die auf dem Querschnitt (wie auf dem Längsschnitt) ein Minimum und demselben gegenüber ein Maximum der Verdickung besitzen, kommen an Körnern mit seitlicher (excentrischer) Achse vor. Solche Formen findet man in grösserer oder geringerer Menge sowohl unter Körnern mit kreisförmigem, als unter solchen mit ovalem oder elliptischem Querschnitt. Sie zeichnen sich durch den rundlich-keilförmigen bis länglich-keilförmigen Querschnitt sowie dadurch aus, dass nur eine (nicht je de) Längensicht symmetrisch ist. Beispiele sind nicht selten in den Kartoff-

feln; im Wurzelstock von *Canna*, *Alpinia Galanga*; in den Schuppen des Wurzelstocks von *Dentaria polyphylla* W. K., *D. digitata* Lam., von *Lathraea Squamaria*; in der Jalappenwurzel etc.

Sehr häufig indess kommen mehr oder weniger bedeutende Unregelmässigkeiten in der Schichtenbildung vor. Die eine Kategorie von Unregelmässigkeiten besteht darin, dass auf der Längs- oder auf der Queransicht oder auf beiden zugleich die Zunahme der Verdickung und die Verdickungsmaxima, wenn mehrere vorhanden sind, eine unsymmetrische Vertheilung zeigen.

Eine zweite Kategorie unregelmässiger Erscheinungen charakterisirt sich dadurch, dass die Verdickung in den successiven Schichten nicht die nämliche bleibt, sondern ein oder mehrmals in der Form und in der Richtung wechselt. Entweder geschieht der Wechsel allmählig, oder er findet sprungweise statt. Im letztern Falle unterscheidet man verschiedene Schichtensysteme der mannigfaltigsten Gestalt und Anordnung. In seltenen Fällen kann sich die Complication in der Schichtung selbst bis zu einem fast unentwirrbaren Chaos steigern.

Die Unregelmässigkeiten in der Schichtenbildung sind äusserst mannigfaltig. Man findet sie zahlreich und in allen Abstufungen unter den regelmässigen Körnern (vgl. z. B. Taf. XXIV, 8, b, c; 15, a, f; 19, e, f, 1). In einzelnen Geweben kommen sie fast ausschliesslich vor; dort zeigen sich auch die grössten Abweichungen von den regelmässigen Formen der Schichtung, so namentlich im Mark von *Cereus variabilis* Pfeiff. (Taf. XIV, XV, XVI).

Manche dieser Unregelmässigkeiten treffen mit dem verschiedenen Verlauf der Achse und ihrer beiden Radien zusammen, wovon ich gleich nachher sprechen werde. Ich will hier bloss noch einige Beispiele der ausgezeichneten Erscheinung hervorheben, welche in der Gruppierung der Schichten zu verschiedenen Systemen besteht. Jedes System hat sein Verdickungsmaximum in einer andern Richtung. Bei den Kartoffelstärkekörnern beobachtet man diess nicht sehr häufig, und wohl nicht mehr als zwei Systeme in einem Korn. Das innere ist zuweilen klein und eingeschlossen, zuweilen gross und nur einseitig von dem äussern System unvollständiger Schichten umgeben (Taf. XI, Fig. 2 und 1). Häufiger und in ausgezeichneter Weise zeigen die Stärkeköerner im Wurzelstock mancher Arten von *Canna* ein, seltener zwei innere, grössere oder kleinere Systeme von Schichten. — Die Körner im Wurzelstock von *Dolichodeira* (*Gloxinia*) *tubiflora* Hanst. sind oval bis cylindrisch-stäbchenförmig; die meisten tragen einen seitlichen warzenförmigen Anhang, der ein besonderes kleines System von Schichten ist. Aehnlich verhalten sich die Stärkeköerner in den Schuppen des Wurzelstockes von *Seemannia ternifolia* Regel. — Am mannigfaltigsten tritt aber diese Erscheinung im Marke von *Cereus variabilis* auf. Zwei Schichtensysteme (a b und c d) kommen in Fig. 1, 5, 6, 9 auf Taf. XIV; drei (a b, d e und c f) in Fig. 11, 12, 16 der nämlichen Tafel vor u. s. w. (vgl. Taf. XIV, XV, XVI).

Zwei Schichtensysteme an einem Korn wurden auch abgebildet aus dem Knollen von *Phajus grandifolius* Lour. (*Bletia Tankervilleae*), von Schleiden Grundzüge 3. Aufl. 1. Fig. 8 auf Pag. 183; aus dem Wurzelstocke von *Caladium seguinum* Vent. (*Dieffenbachia seguina*) von Schleiden ebendasselbst Fig. 12, a, b, c und von H. Crüger Bot. Zeit. 1854. Taf. II, Fig 8 und 15.

Die Gestalt der Schichtensysteme ist, wie schon aus den angeführten Beispielen hervorgeht, sehr verschieden. Ueber die äussern und umschliessenden lässt sich in dieser Beziehung gar nichts allgemeines sagen. Die vollkommen eingeschlossenen Systeme zeigen in ihren Extremen zwei sehr charakteristische Typen, die aber durch Uebergänge verbunden scheinen. Gewöhnlich haben sie eine rundliche oder ovale Form, und sind concentrisch-geschichtet, natürlich mit excentrischem Kern und einseitig verdickten Schichten (Taf. XV, c g in Fig 3; c g in Fig. 6; c e in Fig. 1). Die schönsten Formen beobachtet man in den Stärkekörnern von *Canna* und *Solanum*. — Seltener ist das innere Schichtensystem verlängert (lanzettlich oder linealspindelförmig), und gewährt wegen der geraden parallelen Schichten ein leiterförmiges Ansehen. Am meisten ausgebildet zeigte sich diese Erscheinung bei den Körnern aus dem Wurzelstock von *Canna lagunensis*. Uebergänge und Andeutungen kommen bei der Stärke im Marke von *Cereus* vor (Taf. XIV, Fig. 15, c f; 17, g f; 18 c f).

Die verschiedenen Schichtensysteme eines Kornes, von denen ich eben gesprochen, beziehen sich alle auf das gleiche Centrum; und sind nicht zu verwechseln mit denjenigen Schichtensystemen oder besser Theilkörnern, von denen jedes sein besonderes Centrum hat. Ich verweise darüber auf die halbzusammengesetzten und die zusammengesetzten Körner (z. B. Taf. XVI, Fig. 1, 3, 6, 7, 9, 10, 11, 16, 17).

Mit der Form der Schichtung steht bei den Stärkekörnern mit excentrischem Kern die Richtung der Achse und ihrer beiden Radien in innigster Beziehung. Die Achse ist in der Regel gerade; nicht selten jedoch zeigt sie sich etwas gebogen. Besonders nimmt man die Biegung an dem grossen Halbmesser wahr. Zuweilen erscheint derselbe auch knieförmig-gebogen, indem die Richtung, in welcher die äussern Schichten die grösste Dicke zeigen, mit der Verdickungsrichtung der innern Schichten nicht durch Uebergangszustände vermittelt wird; der Winkel des Knies kann bis auf 90 Grad und darüber betragen.

Ausnahmsweise treten noch andere und bedeutendere Unregelmässigkeiten auf. Der lange Radius kann bis über $\frac{3}{4}$ einer Schneckenlinie oder einer niedergedrückten Schraube beschreiben. Oder er besteht aus 2 Theilen, von denen beide gerade oder spiralig-gebogen, oder der eine gerade der andere gebogen sind, und die jede beliebige gegenseitige Lage zeigen. Oder es kommen nicht bloss 2, sondern 3, 4 und 5 Abtheilungen von Schichten vor, sodass der lange Radius aus 3 bis 5 Theilen zusammengesetzt ist, die in den verschiedensten Stellungen zu einander sich befinden können. Der Kern ist dabei mehr oder weniger excentrisch.

Wenn, was jedoch nur sehr selten vorkommt, die nämlichen Schichten nach 2 oder mehrern Richtungen Verdickungsmaxima zeigen, so besitzt das Stärkekorn entweder ebenso viele lange Radien, oder der lange Radius spaltet sich in 2 und mehrere Schenkel. In ganz unregelmässigen Körnern endlich kann man zuweilen weder Achse noch bestimmte Radien unterscheiden.

Die Achse (bestehend aus dem kurzen und langen Halbmesser oder den Linien, welche die Minima und die Maxima der Verdickung mit einander verbinden) ist meistens ganz gerade. Häufig aber weicht sie mehr oder weniger von der geraden Linie ab. Wenig gebogen ist sie z. B. in Fig. 1 auf Taf. XVII, in Fig. 3, 6 und 7 auf Taf. XI, in Fig. 2 und 10 auf Taf. XIV, in Fig. 17, c auf Taf. XXIV, in Fig. 4, a auf Taf. XXV; stärker gebogen in Fig. 8, g auf Taf. XXV.

Der Verdickungshalbmesser der äussern Schichten bildet mit dem der innern einen Winkel, der grösser ist als ein rechter, in Fig. 2 auf Taf. XI, oder kleiner als ein rechter, in Fig. 1 auf Taf. XI.

Der Verdickungshalbmesser spaltet sich nach aussen in 2 Schenkel, in Fig. 8, c auf Taf. XXIV.

Es kommen 2 oder mehrere Verdickungsradien in einem Korn vor, in Fig. 19, e, f, l auf Taf. XXIV.

Die hauptsächlichsten der oben erwähnten Abweichungen finden sich aber bei den Stärkekörnern im Mark von *Cereus variabilis* Pfeiff.; Darstellungen davon findet man auf den Tafeln XIV-XVI. Hier wechseln sehr häufig die Verdickungsrichtungen von den innern zu den äussern Schichten 2 bis 4 und 5 mal, wobei die einzelnen Linien entweder gerade oder spiralförmig-gebogen sind. Der Verdickungsradius der innern und derjenige der äussern Schichten bilden zusammen etwa einen rechten Winkel in Fig. 1, 5, 6, 12, 14 auf Taf. XIV; dabei ist in Fig. 7 und 9 der gleichen Tafel der innere Verdickungshalbmesser gebogen; er geht in Fig. 7 von dem Centrum c aus und beschreibt eine mit dem Rand fast parallele Linie.— Die äussern Schichten zeigen 2 Verdickungsrichtungen, welche von dem Verdickungsradius der innern Schichten verschieden sind, in Fig. 15 und 18 auf Taf. XIV (a b und e d sind die äussern Verdickungsrichtungen). — Die innern, mittlern und äussern Schichten sind in ungleichen Richtungen verdickt, in Fig. 16 auf Taf. XIV (ab, de, cf sind die 3 Richtungen), in Fig. 8 auf Taf. XV (ab, de, cf). — In Fig. 6 auf Taf. XV lassen sich 4 Richtungen unterscheiden (ab, de, f, cg).

Die Lage des Kerns wird durch das Verhältniss der beiden Halbmesser bedingt. Sie ist um so mehr excentrisch, je grösser der Verdickungsradius. Diess findet auch in den Körnern mit spiralförmig-gekrümmtem oder mit geknietem Verdickungshalbmesser statt. Wenn aber die Verdickungsrichtungen nach entgegengesetzten Seiten gehen, so kann der Kern wieder nach dem Centrum des Kornes gerückt sein, in Fig. 6 auf Taf. XIV, in Fig. 2, 3, 6 auf Taf. XV.

Schöne Beispiele von gebogenem und gebrochenem Verdickungsradius wurden auch im Wurzelstock von verschiedenen Canna-Arten beobachtet. Wenn er einfach gebrochen ist, so zeigen der äussere und der innere Theil alle in einer Ebene möglichen Stellungen, so dass sie bis zu 90 und selbst bis zu 180 Grad aus einander gewichen sind. Im letztern Fall sind die Verdickungsrichtungen der äussern und innern Schichten einander diametral entgegengesetzt. — Wenn der lange Radius doppelt gebrochen ist, so geschieht es bei Canna meistens in der Art, dass die 3 Theile desselben mehr oder weniger (einigemale genau) den Ecken eines gleichschenkligen Dreiecks entsprechen.

Wenn der Verdickungsradius in 2 oder mehr Theile gebrochen ist, so besteht das Korn aus eben so vielen Schichtensystemen, die oben (Pag. 29) erwähnt wurden. — Diese Erscheinung wurde ausser bei *Cereus* und *Canna* vorzüglich noch bei folgenden Pflanzen gesehen: in den Karloffeln, in den Schuppen des Wurzelstockes von *Lathraea Squamaria* Lin., von *Guthnickia*, *Seemannia*, von *Dentaria polyphylla* W. K.; in der Wurzel von *Cocculus palmatus* Lam.; in den Wurzelstöcken von *Diclytra formosa* DC., von *Tamus communis* Lin., von *Alpinia Galanga* Sw., von *Caladium seguinum* Vent., von *Cyclamen hederifolium* Ait., von *Dolichodeira*, *Gloxinia*; in den Knollen von *Phajus grandifolius* Lour.; in den Samen von *Aesculus Hippocastanum* Lin.

Die Gestalt der Stärkekörner mit excentrischem Kern wird durch die Gestalt der einzelnen Schichten und die Art, wie sie auf einander folgen, bedingt. Die hauptsächlichsten Formen sind:

- 1) die kugelige, mit mehr oder weniger der Peripherie genähertem Kern;
- 2) die verlängerte (bis lanzettlich und linealkegelförmig) mit gleichen Enden oder nach dem einen Ende hin verdickt, nach dem andern verdünnt; der Kern liegt bald am verdickten, bald am verdünnten Ende;
- 3) die keilförmige, verlängert (1 bis 3 mal so lang als breit), nach der einen Seite verbreitert und daselbst zusammengedrückt, nach der andern, wo sich der Kern befindet, verschmälert und nicht zusammengedrückt;
- 4) die verbreiterte ($\frac{2}{3}$ — $2\frac{1}{2}$ mal so breit als lang) zusammengedrückt; der Kern befindet sich am schmälern etwas vorspringenden Ende;
- 5) die unregelmässige, mit vorspringenden Ecken und Lappen.

Die centrale oder excentrische Lage des Kerns, seine Gestalt, die Form, Dicke und Spaltung der Schichten, und die Aufeinanderfolge der vollständigen und unvollständigen Schichten nebst der Richtung der Achse bedingt, wie bereits bemerkt, die Struktur der Stärkekörner. Man kann folgende Kategorien unterscheiden:

I. Kern rundlich, linsenförmig, central. Schichten alle vollständig, ungetheilt, entweder überall gleich dick, oder an der Aequatorialzone (dem Umfange des linsenförmigen Kerns entsprechend) etwas dicker. Stärkekörner von der einen Seite kreisrund, rundlich-3 und 4eckig, oder rundlich-oval, von der andern oval bis schmal-elliptisch.

Sporen der Charen (Taf. XVIII, 1 und 2; Taf. XXIII, 23); Sameneiweiss von *Triticum* (Taf. XXIII, 21). Hieher gehören auch runde, linsenförmig-zusammengedrückte Stärkekörner, bei denen die Schichten und der Kern undeutlich sind: in den Samen aller Hordeaceen (*Triticum*, *Agropyrum*, *Brachypodium*, *Secale*, (Taf. XXIII, 22), *Elymus*, *Asprella*,

Hordeum (Fig. 20), *Critho*, *Aegilops*) mit Ausnahme von *Lolium*; in den Samen von *Stipa*, *Alisma*, *Actinocarpus*, *Sagittaria*, *Scheuchzeria*, *Trapa*; in den Wurzeln von *Androsaeum*, in den Knollen von *Dahlia* (Taf. XXIII, 19), in den Stolonen von *Trapa*; in den Sporen von *Bulbochaete* und *Oedogonium*, in den grossen Sporen von *Pilularia*.

II. Kern verlängert (länglich-oval bis länglich-lanzettlich), im Querschnitt kreisförmig oder zusammengedrückt, central. Schichten alle vollständig, ungetheilt, entweder überall gleichdick oder an den Polen oder (bei zusammengedrückten Formen) am Umfang des breiten Längenprofils etwas mächtiger. Stärkekörner oval oder länglich, häufig nierenförmig, die schmälern Formen im Querschnitt kreisrund, die breiten (bis gegen die Hälfte der Breite, selten darüber) zusammengedrückt.

Samen von *Pisum* (Taf. XVIII, 17; 18 A und B; Taf. XXIII, 16), *Ervum Lens* (Taf. XVIII, 22, 23, 48 A und B; Taf. XXIII, 15), *Vigna*. Hieher gehören ferner noch andere Stärkekörner, bei denen bald die Schichten bald der Kern undeutlich ist; in den Samen von *Krockeria edulis*, *Cicer arietinum* (Taf. XXIII, 14), *Vicia Faba*, *Lathyrus*, *Orobus*, *Onobrychis*, *Phaseolus* (Taf. XXIII, 13) *Vigna*, *Dolichos*, *Lablab*, *Canavalia*, *Drepanocarpus*, — *Spondias*, *Anacardium*, *Hermannia*, *Melochia*, *Bixa orellana* Lin., *Cistus* (Taf. XXIII, 11), *Helianthemum* (Fig. 12), *Nelumbium*, *Ceratophyllum*, *Calla*, *Potamogeton*, *Athenia*, *Zannichellia*, *Zostera*, *Najas* (Taf. XXIII, 18), *Stratiotes*, *Philydrum*, *Limncharis* (Fig. 17), *Butomus*; — in den grossen Sporen von *Marsilea*, in den Kugeln (Bulbillen?) an den untersten Stengelknoten von *Chara aspera* Willd.; — im Fruchtfleisch von *Adansonia*; — in der Zwiebel von *Sternbergia* und *Galanthus*.

III. Kern linienförmig-verlängert

a. Stärkekörner lanzettlich oder lanzettlich-spindelförmig.

b. Stärkekörner knochenförmig, mit verbreiteten Enden und daselbst mit getheilten Schichten; zusammengedrückt, von der schmalen Seite lanzettlich-spindelförmig.

Die Form a im Milchsaft von *Euphorbia Lathyris* (Taf. XXIV, 2) und andern einheimischen Arten; die Form b im Milchsaft tropischer *Euphorbien* (Fig. 1).

IV. Kern kugelig, central. Schichten alle vollständig, ungetheilt, überall ziemlich gleich-dick. Stärkekörner mehr oder weniger kugelig (oder durch gegenseitigen Druck eckig bis dodecaedrisch).

In den Samen von *Acanthus* (Taf. XXIII, 3, e), *Cenchrus* (Fig. 4), *Zea* (Fig. 6, h). Wenn die Schichten undeutlich oder unsichtbar sind, so entscheidet die kugelige Form und die centrale Lage des Kerns: in den Samen von *Coix*, *Paspalum*, *Helopus*, *Panicum*, *Echinochloa*, *Gymnothrix*, *Oplismenus*, *Setaria* (Taf. XXIII, 5), *Penicillaria*, *Centothea*, *Uniola*, *Erianthus*, *Sorghum* (Fig. 7, c), *Andropogon*, *Chrysopogon*, — *Hohenbergia*, *Pitcairnea*, — *Ruppia*, — *Pothos*, — *Pterostegia*, *Rumex*, *Oxyria*, *Rheum*, *Polygonum*, *Fagopyrum* (Taf. XXIII, 8, a,; 9, a, e; 10, a, g), *Emex*, *Tragopyrum*, *Atraphaxis*, — *Agathophyllum*, — *Eutoca*, — *Drosera*, — *Calophyllum*; — in den Knollen von *Coelogyne* (Taf. XXIII, 2); im Wurzelstock von *Veratrum*, von *Smilax China* Lin., von *Aristolochia Clematitis* Lin., in der Zwiebel von *Gagea stenopetala* Rchb.

V. Kern kugelig, mehr oder weniger excentrisch. Schichten auf einer Seite mächtiger und daselbst in der Regel gespalten.

A. Stärkekörner kugelig oder kugelig-oval. Schichten ziemlich vollständig herumgehend. Kern mehr oder weniger der Peripherie genähert.

In der Jalappenwurzel (Taf. XXIV, 7); in den Schuppen des Wurzelstockes von *Guthnickia atrosanguinea* Regel etc.

B. Stärkekörner eiförmig bis länglich-kegelförmig, gerade oder seltener etwas gebogen, im Querschnitt ziemlich kreisförmig. Kern am dünnen Ende.

a. Alle Schichten ziemlich vollständig herumgehend.

b. Die äusseren Schichten am langen Radius unvollständig.

Zu der Form a gehören die Stärkekörner in der Kartoffel (Taf. XI), in der Colombowurzel, im Wurzelstock von *Paeonia*. Zu der Form b die Körner im Wurzelstock von *Iris florentina* (Taf. XXIV, 12, c, d), von *Dictytra formosa*

DC., in den Schuppen des Wurzelstockes von *Achimenes* (Fig. 11). Zuweilen lässt der Mangel der Schichtung nicht erkennen, ob die Körner zu der ersten oder zweiten Form gehören, z. B. in den Samen von *Mucunna pruriens* DC., *Laurus nobilis* Lin.

C. Stärkeköerner eiförmig bis lanzettlich-kegelförmig, gerade oder seltener gebogen, im Querschnitt ziemlich kreisförmig. Kern am dicken Ende.

Die äusseren Schichten am langen Radius sind unvollständig.

Schuppen des Wurzelstockes von *Dentaria digitata* Lam. (Taf. XXIV, 17), Wurzelstock von *Alpinia Galanga* Sw. (Taf. XXV, 7), Knollen von *Apios tuberosa* Moench (Taf. XXIV, 15), Knollen von *Orchis mascula* (Fig. 14, a), Wurzelstock von *Cyperus esculentus* Lin. (Fig. 16); Wurzelstock von *Schoenus mucronatus* Lin., *Billbergia amoena* Lindl., *Zostera nana* Roth, *Orobanche*, *Umbilicus pendulinus*; Zwiebel von *Scilla peruviana* Lin., *Ornithogalum umbellatum* Lin.; Knollen von *Gloxinia*, vom *Symphytum bulbosum* Schimp.; Wurzel von *Aconitum Anthora* Lin.; *Orobis albus* Lin.; Samen von *Peganum Harmala*, *Syzygium*, *Caryophyllus*, *Jambosa*.

Uebergangsformen zwischen B und C von ovaler bis lanzettlicher Gestalt mit gleich dicken Enden findet man unter B und C. Sie treten zuweilen in grösserer Menge selbständig auf, wie z. B. in der Wurzel von *Krameria triandra* R. P., in den Schuppen des Wurzelstockes von *Dentaria enneaphyllos* Lin., in den Knollen von *Himanthoglossum hircinum* Rich., im Wurzelstock von *Tamus communis* Lin., von *Alpinia Galanga* Sw.

D. Stärkeköerner keilförmig (oval bis lanzettlich), an dem schmälern Ende dick mit ziemlich kreisrundem Querschnitt, an dem breiten Ende wie ein Keil in einen mehr oder weniger scharfen Rand verdünnt. Kern am schmalen dicken Ende.

Die äusseren Schichten am langen Radius sind unvollständig.

Die Stärkeköerner sind nur gegen das breite Ende hin zusammengedrückt. Sie haben daher in der breiten Längsansicht den Kern am schmalen, in der schmalen Längsansicht dagegen am dicken Ende. Taf. XIX, Fig. 1, A und B ist ein solches Korn aus der Zwiebel von *Hyacinthus*, in beiden Längsansichten gezeichnet.

Die hierher gehörigen Formen kommen häufig unter C (selten unter B) vor, so in der Colombowurzel (Taf. XXIV, 8, b und c von der breiten, a von der schmalen Seite), im Wurzelstock von *Alpinia Galanga* Lin., *Hemerocallis*, *Zostera*, *Orobanche*, *Umbilicus*, *Cephalotus*, *Geranium*; in den Schuppen des Wurzelstockes von *Lathraea*, von *Gessneraceen*; in den Knollen von *Commelyna*, *Stellaria bulbosa* Wulfen; in der Wurzel von *Aconitum*; in den Samen von *Caryophyllus*, *Syzygium*.

Körner dieser Form treten zuweilen auch selbständig auf, entweder allein oder mit Formen gemengt, die zu C, seltener auch zu E gehören; so in den Zwiebeln von *Erythronium Dens canis* Lin., *Tulipa sylvestris* Lin.; in den Knollen von *Dioscorea Batatas* Desne., *Ranunculus Ficaria* Lin.; in den Schuppen des Wurzelstockes von *Tudaea picta* Desne., *Scheeria mexicana* Seem., *Hydrophyllum virginicum* Liu.; in der Wurzel von *Ranunculus aconitifolius* Lin.

E. Stärkeköerner zusammengedrückt, in der breiten Längsansicht breitoval bis rundlich-dreieckig, am schmalen Ende meist etwas vorgezogen; in der schmalen Längsansicht oval und elliptisch bis lanzettlich und kegelförmig. Kern am verschmälerten Ende der breiten Längsansicht.

Die äusseren Schichten am langen Radius sind unvollständig.

Die Körner zeichnen sich durch ihre Ausdehnung in die Breite aus; sie sind höchstens doppelt so lang als breit und werden bis $2\frac{1}{2}$ so breit als lang. Die Dicke beträgt $\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{3}$ der Breite. Sie ist entweder überall die nämliche (bei ovaler und lanzettlicher schmaler Längsansicht), oder sie nimmt von der Mitte nach beiden Enden hin ab (bei elliptischer Längsansicht), oder sie vermindert sich von dem dickern Kernende nach dem breiten hintern Rande, welcher daher wie bei D mehr oder weniger scharf ist (kegelförmige Längsansicht), oder sie nimmt von dem dünnern Kernende nach dem hintern Rande hin zu, welcher nicht nur verbreitert, sondern auch verdickt ist (verkehrt-kegelförmige Längsansicht). Die beiden letztern Formen bilden Uebergänge zu B und C.

Die hierher gehörigen Formen treten theils selbständig, theils vorzüglich mit D gemengt auf; so in den Brutzwiebeln von *Oxalis pentaphylla* Sims (Taf. XXV, 1; i und k das gleiche Korn in der breiten und schmalen Längsansicht), in der Zwiebel von *Leucojum vernum* Lin. (Fig. 3; e und f das gleiche Korn in der breiten und schmalen Längsansicht), von *Tulipa* (Taf. XXIV, 20; a und b das nämliche Korn in den beiden Längsansichten); in den Knollen von *Ranunculus Ficaria* Lin. (Fig. 21, a und b das nämliche Korn in den beiden Längsansichten); im Wurzelstock von Zingiber (Taf. XXV, 2), von *Canna* (Fig. 4); in der Zwiebel von *Fritillaria Meleagris* Lin., *Erythronium*, *Muscari botryoides* Mill., *Galanthus nivalis* Lin.; in den Knollen von *Dioscorea Batatas* Desne., *Curcuma Zedoaria* Salisb.; in den Schuppen des Wurzelstocks von *Dentaria polyphylla* W. K., von *Tudaea Regelii* Heer, *Sciadocalyx Warscewiczii* Regel; in den Schuppen der Bulbillen von *Saxifraga granulata* Lin.

F. Gestalt und Bau der Stärkekörner unregelmässig. Schichten in verschiedenen Richtungen verdickt. Kern mit wechselnder Lage, bald dem Centrum, bald der Peripherie genähert.

In der Regel kann keine einfache und ungebrochene Achse deutlich unterschieden werden; da entweder die nämlichen Schichten mehrere Verdickungsmaxima zeigen, oder die successiven Schichten auf ungleichen Seiten verdickt sind. Diese unregelmässigen Formen kommen vereinzelt unter den regelmässigen Körnern von A — E vor. Zuweilen sind sie in einem Gewebe vorherrschend wie z. B. in den Samen von *Aesculus Hippocastanum* (Taf. XXIV, 19), im Mark des Stammes von *Cereus variabilis* Pfeiff. (Taf. XXV, 9; Taf. XIV, XV), in der Zwiebel von *Ilyacinthus*, im Stamm von *Isoetes*.

Zuweilen kommen in den geschichteten Körnern mehrere Kerne und ebenso viele innere Systeme von Schichten vor, die meistens durch Spalten von einander geschieden sind. Diese innern Schichten beziehen sich auf die Centra in den einzelnen sichtbaren Kernen, indess die äussern Schichten sich auf ein ideales, dem ganzen Korn angehörendes Centrum, seltener auf dasjenige eines der vorhandenen Kerne beziehen. Das Korn erscheint als ein Aggregat von mehreren (geschichteten) Theilkörnern, welche von einer gemeinsamen (geschichteten) Hülle umgeben sind, und kann somit als halbzusammengesetzt bezeichnet werden.

Die Anordnung ist meistens eine regelmässige. Wenn die Körner dem Typus mit verlängertem centricalem Kern angehören, so liegen die Theilkörner in der Zahl von 2 — 4 häufig in der Achsenlinie hintereinander. Bei dem Typus mit excentrischem kugeligem Kern dagegen sind sie häufig zu 2 — 6 und 8 in eine zur Achse des ganzen Kornes rechtwinklige Linie, zuweilen auch in der Zahl von 3 bis 10 in eine zu dieser Achse rechtwinklige Ebene geordnet.

Zuweilen schliesst das Korn nicht unmittelbar bloss gleichwerthige Theilkörner ein, sondern, indem sich die Einschachtelung wiederholt, sind in einem grössern primären Theilkorn wieder mehrere kleine secundäre enthalten.

Die eingeschlossenen Theilkörner der halbzusammengesetzten Körner haben den gleichen Bau, wie die damit vorkommenden einfachen ganzen Körner. Beim excentrisch geschichteten Typus besitzen sie, wenn sie kleiner sind, eine kugelige, wenn sie grösser werden, eine ovale oder längliche Gestalt, indem die äussern Schichten ungleich dick sind. Wenn nur 2 Theilkörner miteinander vorkommen, so ist der lange Radius in der Regel dem andern Theilkorn zugekehrt; bei 3 Theilkörnern, welche dreieckig beisammen liegen, gehen die Verdickungshalbmesser nach dem Mittelpunkt; die Schichtencentren sind also einander abgekehrt. Ausnahmsweise finden Abweichungen von dieser Richtung statt.

Die Theilkörner sind in der Zahl von 2 bis 10, selten bis 25 und 40 in einem Korn eingeschlossen. Sie können jeden Bruchtheil des Durchmessers des ganzen Kornes ausmachen. Werden sie im Verhältniss sehr gross und die gemeinschaftlichen umhüllenden Schichten sehr dünn, so bilden sie einen unmerk-

fichen Uebergang zu den wirklichen zusammengesetzten Körnern. — Wenn anderseits die Schichtung un-
deutlich wird, so sind die halbzusammengesetzten Körner den einfachen ähnlich, aber leicht zu erkennen
durch das Vorhandensein mehrerer Kerne, welche die Anwesenheit eben so vieler eingeschlossener Theil-
körner bearkunden, und häufig auch durch die zwischen den Kernen befindlichen Spalten.

Halbzusammengesetzte Körner kommen bei den Körnern mit centralem Kern selten vor. Sie wurden hier vorzüg-
lich in den grossen Sporen von *Marsilea pubescens* Tenore beobachtet. Die einfachen Körner sind oval bis länglich;
der Kern hat die nämliche Form. Die eingeschlossenen Theilkörner, welche ebenfalls oval sind, liegen häufig zu 2, sel-
ten zu 4, so hintereinander, dass ihre Achsen mit der Achse des ganzen Korns zusammenfallen. Mehr ausnahmsweise
können auch die 2 Theilkörner zusammen einen stumpfen bis rechten Winkel bilden, wobei bald die Achse des einen
Theilkorns mit derjenigen des ganzen Korns zusammentrifft, bald auch beide gleich sehr davon abweichen; — oder die
beiden Theilkörner laufen parallel, und werden von der Achse des ganzen Korns, welche sie rechtwinklig kreuzen, halbirt.

Viel häufiger beobachtet man halbzusammengesetzte Stärkekörner bei den Formen mit excentrischem Kern. Meistens
befinden sich hier die Theilkörner ebenfalls an der Stelle des Kerns, so in Fig. 15, 16, 17 auf Taf. XI; in Fig. 2, 3, 5,
10, 12 auf Taf. XVII; in Fig. 11, 13, 16 auf Taf. XV; in Fig. 4 auf Taf. XVI; in Fig. 9, b; 14, b; und 19, i auf
Taf. XXIV.

Zuweilen nimmt ein grösseres Theilkorn oder auch ein Complex von Theilkörnern die Stelle des Kerns ein, während
andere kleinere Theilkörner mehr excentrisch liegen; oder auch die Theilkörner sind zwischen die Schichten des sonst
unveränderten Korns eingeschoben. In Fig. 11 auf Taf. XI sind a und b zwei solche excentrische Theilkörner; ferner
a in Fig. 3 auf Taf. XII (ein geröstetes Stärkekorn aus der Kartoffel), b in Fig. 2 auf Taf. XVI, und d in Fig. 14 auf
Taf. XIX. Auch in Fig. 9, a auf Taf. XXV und in Fig. 19, l auf Taf. XXIV sind 2 solche Beispiele gezeichnet.

Scheinbar gleichwerthige Theilkörner in grösserer Zahl findet man z. B. in den Stärkekörnern der Kartoffel (4 in Fig. 16
auf Taf. XI), in der Zwiebel von *Hyacinthus* (4 in Fig. 6 auf Taf. XIX; 6 in Fig. 4 der nämlichen Tafel), in den Samenlappen
von *Aesculus Hippocastanum* (4 in Fig. 19, h auf Taf. XXIV), im Mark von *Cereus variabilis* (7 in Fig. 9 auf Taf. XV).

Secundäre Theilkörner in primären Theilkörnern gehören zu den seltenern Erscheinungen. Beispiele dafür
findet man in Fig. 12 auf Taf. XI (aus der Kartoffel), in Fig. 10, d und e auf Taf. XV (aus *Cereus variabilis*), in Fig. 5
auf Taf. XIX (aus der Zwiebel von *Hyacinthus*, wo in jedem der beiden Theilkörner sich 2 Kerne befinden).

Die Linie, welche die Kerne der Theilkörner verbindet, schneidet die Achse des ganzen Korns unter einem rechten
Winkel in Fig. 15 und 17 auf Taf. XI, in Fig. 3, 4 auf Taf. XVI, in Fig. 2, 3, 5, 8, 10, 12, 15 auf Taf. XVII, in Fig.
2, 3, 4, 6, 11 auf Taf. XIX, in Fig. 9, b; 14 b; 17, d; 19, i auf Taf. XXIV. Wenn die Schichten mehrere Verdickungsrich-
tungen zeigen, so liegen die Theilkörner in einer zum Verdickungsradius der inneren Schichten rechtwinkligen Linie, so in
Fig. 13 und 16 auf Taf. XV. Die secundären Theilkörner in einem primären Theilkorn verhalten sich wie die primären
in dem ganzen Korn, z. B. in Fig. 12 auf Taf. XI. Unzweifelhafte Ausnahmen von diesen Regeln sind mir keine vor-
gekommen; es war nicht schwer die seltenen scheinbaren Ausnahmen darauf zurück zu führen.

Zwei Theilkörner in einem halb zusammengesetzten Korn haben den Verdickungshalbmesser einander zugekehrt (Taf. XI,
Fig. 14; Taf. XVI, Fig. 16; Taf. XXIV, Fig. 9, b). Wenn sie in grossen Körnern sehr excentrisch liegen, so können ihre
Verdickungshalbmesser von der zugekehrten Lage mehr oder weniger nach dem Mittelpunkt des ganzen Korns abweichen
(so im Wurzelstock von *Canna*). Befinden sich 3 oder 4 ziemlich gleich grosse Theilkörner beisammen, so sind die Ver-
dickungshalbmesser gegen das Centrum des ganzen Korns und somit gegen einander gerichtet (ebenfalls bei *Canna*).

Ausnahmen von dieser regelmässigen Stellung kommen selten vor; so z. B. in Fig. 12 auf Taf. XI, welche ein Stärke-
korn aus der Kartoffel darstellt, während die halb zusammengesetzten Stärkekörner in der Kartoffel sich sonst meistens
normal verhalten. Besonders finden sich diese Ausnahmen bei solchen Körnern, deren Schichten nach verschiedenen

Richtungen verdickt sind, namentlich im Mark von *Cereus variabilis* Pfeiff.; die Verdickungsradien der beiden Theilkörner in Fig. 9 auf Taf. XVI sind ab und cf, in Fig. 6 ad und cg, in Fig. 17 bd und ce. Es ist übrigens zu bemerken, dass auch hier die Abweichungen nicht sehr beträchtlich sind, und dass Körner, welche einander die Kerne zu-, die Verdickungshalbmesser abkehrten, gar nicht vorkommen.

Halbzusammengesetzte Körner, bei denen die Schichtenbildung im Innern unsichtbar ist, und wo die Theilkörner nur durch die Kerne und die dazwischen befindlichen Spalten angedeutet werden, sind in Fig. 2, 3, 15, 19 auf Taf. XIX dargestellt.

Halbzusammengesetzte Körner mit 2 — 4 Theilkörnern findet man fast überall einzeln unter den einfachen, excentrisch gebauten Körnern, so z. B. in den Kartoffeln, in der Zwiebel von *Scilla peruviana* Lin., in den Knollen von *Himantoglossum hircinum* Rich., von *Orchis militaris* Lin., in den Schuppen des Wurzelstockes von *Dentaria digitata* Lam., von *Tudaea picta* Desne. etc. etc. Zuweilen kommen sie in grösserer Menge vor, und das vorzüglich unter Körnern mit unregelmässiger Schichtung. Ausser den schon erwähnten Formen im Mark von *Cereus variabilis* Pfeiff. (Taf. XV, XVI), in den Zwiebelschuppen von *Hyacinthus orientalis* Lin. (Taf. XIX; Taf. XXV, Fig. 11), in den Samen von *Aesculus Hippocastanum* Lin. (Taf. XXIV, Fig. 19) sind vorzüglich noch die von *Canna*, *Ranunculus Ficaria* und *Chara stelligera* hervorzuheben.

Im Wurzelstock von verschiedenen *Canna*-Arten findet sich oft, dem einen Rande der grossen mehr oder weniger muschelförmigen Körner genähert, selten in der Mittellinie derselben, eine Reihe von 2 bis 12 kleinen Theilkörnern. Ausnahmsweise können die letztern auch, wenn sie in grösserer Menge vorhanden sind, in eine einfache Schicht geordnet sein (Taf. XVII, Fig. 15, A und B, das gleiche Korn von zwei Seiten gesehen).

In den Knollen von *Ranunculus Ficaria* Lin. haben die Körner oft eine unregelmässig-viereckige, eine fünfeckige oder rundlich-keilförmige Gestalt, und zeigen längs dem einen Rande eine Reihe von 2 — 6 Kernen.

Die complicirtesten halbzusammengesetzten Körner aber findet man in den sternförmigen Körpern von *Chara stelligera* Bauer. In einem Korn von rundlicher oder ovaler, oft mehr oder weniger unregelmässiger Form liegen neben und über einander bis auf 25, selbst bis auf 40 Kerne. Dieselben sind zuweilen in eine homogene Masse eingebettet, häufiger einzeln oder zu mehreren von Schichten umgeben. Besonders macht sich nicht selten ein mittleres grösseres System bemerkbar, das oft mehrfach geschichtet ist und 1 bis 10 Kerne und darüber enthält. Zuweilen sieht man eine wiederholte Einschachtelung von Theilkörnern. Spalten zwischen denselben kommen selten vor.

Es lässt sich oft nicht mit Sicherheit entscheiden, ob ein Korn zu den halb- oder ganz zusammengesetzten gehöre; indem die gemeinschaftlichen umhüllenden Schichten verschwindend dünn geworden sind. In Fig. 9 auf Taf. XVI sieht man bei d und e noch deutlich die gemeinschaftlichen Schichten des ganzen Korns, ebenso in Fig. 17 bei a, in Fig. 16, in Fig. 11. Dagegen stehen Fig. 6 und Fig. 1 auf Taf. XVI und Fig. 8 d auf Taf. XXIV auf der Grenze zwischen halb und ganz zusammengesetzten Körnern; ebenso Fig. 12 auf Taf. XVI, wo die Trennungslinien zwischen den Theilkörnern auf der einen Seite bis zur Oberfläche reichen, während auf der andern Seite (bei a) noch gemeinschaftliche Schichten sichtbar sind.

Die Theilkörner der zusammengesetzten Körner erscheinen oft ganz homogen und meistens ungeschichtet, indem bloss ein Kern in ihnen erkannt wird; es hängt diess mit ihrer verhältnissmässigen Kleinheit zusammen. Sind sie grösser, so wird die Schichtung deutlich, wobei wie in einfachen Körnern die Schichten sich auf ein dem Theilkorn angehörendes Schichtencentrum beziehen. Die Struktur ist die nämliche, wie bei den einfachen Körnern des gleichen Typus.

Haben die beiden Theilkörner eines Zwillingskorns einen centralen verlängerten Kern, so laufen ihre Achsen meistens entweder parallel oder sie kreuzen sich.

Der excentrische Kern liegt, wie in den halbzusammengesetzten Körnern, fast ohne Ausnahme auf der Seite der Oberfläche des ganzen Korns, also den übrigen Theilkörnern abgekehrt. Von drei Theilkörnern, die in einer Reihe liegen, hat das mittlere einen centralen Kern; in den beiden seitlichen befindet er sich auf der äussern Seite.

Die Theilkörner eines zusammengesetzten Korns sind selbst weitaus in den meisten Fällen einfach, mit einem einzigen Kern oder Schichtencentrum. Seltener sind sie halbzusammengesetzt, mit zwei oder mehreren Kernen; das letztere beobachtet man nur bei verhältnissmässig sehr grossen Theilkörnern.

Zusammengesetzte Körner, deren Theilkörner einen länglichen centralen Kern besitzen, findet man unter einfachen Körnern, deren Kern diese Form und Stellung besitzt, namentlich in den Samen mancher Papilionaceen (Cicer, Ervum, Pisum, Orobus etc.). Ich beobachtete hier an Zwillingskörnern folgende Fälle:

a) Die Achsen der beiden Theilkörner laufen unter sich und mit der Trennungsfäche parallel, und bilden mit der Achse des ganzen Korns einen rechten Winkel.

b) Die Achsen der Theilkörner verhalten sich wie bei a, aber sie bilden mit der Hauptachse einen spitzen Winkel (Fig. 14, d auf Taf. XXIII).

c) Die Achsen der Theilkörner laufen unter sich parallel, bilden aber sowohl mit der Trennungsfäche, als mit der Hauptachse des Korns spitze Winkel (Fig. 16, b auf Taf. XXIII).

d) Die Achsen der beiden Theilkörner kreuzen sich und die Achse des ganzen Korns rechtwinklig und laufen mit der Trennungsfäche parallel.

e) Die Achsen der beiden Theilkörner kreuzen sich entweder unter rechten oder spitzen Winkeln und bilden mit der Trennungsfäche und der Hauptachse spitze Winkel.

f) Die Achsen der beiden Theilkörner kreuzen sich rechtwinklig, die eine läuft mit der Trennungsfäche parallel, die andere trifft mit der Hauptachse zusammen (Fig. 14, e auf Taf. XXIII).

g) Die Achsen der beiden Theilkörner bilden zusammen einen stumpfen Winkel oder eine gerade Linie, und fallen mit der Achse des ganzen Korns mehr oder weniger genau zusammen. — Es kommen somit alle möglichen Formen der Stellung vor; die zuletzt genannte findet sich aber nur ausnahmsweise.

Die Theilkörner von zusammengesetzten Körnern, die mit excentrisch geschichteten einfachen Körnern vorkommen, haben zwar meistens einen mehr oder weniger centralen Kern; allein diess ist Folge von ihrer verhältnissmässig geringen Grösse; denn einfache Körner von gleicher Ausdehnung zeigen die gleiche Erscheinung. Wenn aber die Theilkörner ein gewisses Maass überschreiten, so wird der Kern excentrisch. Dass dieselben dann einander den Verdickungsradius zu-, das Schichtencentrum abkehren, sieht man z. B. in Fig. 8, d, Fig. 12, e auf Taf. XXIV; in Fig. 8, e auf Taf. XXV; in Fig. 1, b, c, f, Fig. 11, c, Fig. 12, f, g, Fig. 13, b auf Taf. XXVI.

Die Differenz in der Länge der beiden Halbmesser und die Excentricität des Kerns ist, da sie eine gewisse Grösse voraussetzt, nur an solchen zusammengesetzten Körnern deutlich wahrzunehmen, die höchstens aus 2 bis 7 Theilkörnern bestehen. Der Kern ist dann in allen Theilkörnern, welche selbst den Umfang berühren, der Peripherie genähert; so in den 3 Körnern eines Drillings, die wie die Ecken eines Dreiecks beisammen liegen, — in den 4 Körnern, welche ein Viereck oder ein Tetraeder bilden, — in 5 und 6 Körnern, welche kugelig um ein ideales Centrum gelagert sind. Wenn dagegen 5 bis 7 Körner einen Kreis darstellen mit einem centralen Kern, so hat dieses letztere einen centralen Kern; und wenn 3 bis 6 Körner in eine einfache Reihe gestellt sind, so zeigen nur die beiden äussersten den excentrischen Bau.

Für die Untersuchung von zusammengesetzten Körnern mit excentrischem Bau der Theilkörner sind zu empfehlen die Kartoffel, die Colombowurzel, der Wurzelstock von *Canna*, *Lathraea*, *Dentaria*, *Tamus*, *Hydrophyllum*, *Iris*, die Zwiebel von *Hyacinthus*, die Wurzel von *Krameria*, der Stamm von *Cereus*, — wo einzelne zusammengesetzte unter einfachen Körnern vorkommen. Von Pflanzentheilen, die bloss oder vorzugsweise zusammengesetzte Körner enthalten, eignen sich am besten die Zwiebel von *Colchicum*, *Hyacinthus*; die *Sassaparillwurzel*, die *Iwarancusawurzel*, die Wurzel von *Boerhavia repens*. *Lin.*, *Manihot*; der Wurzelstock von *Paeonia*, *Helleborus*, *Rheum*, *Bryonia*, *Arum*, *Corydalis solida* *Smith.*; der Stamm von *Isoetes* etc.

III. Bildung von Rissen durch Druck, Austrocknen, Aufquellen, so wie innerhalb der lebenden Pflanzen.

Lässt man auf ein Stärkekorn, das von Wasser durchdrungen ist, einen schwachen mechanischen Druck einwirken, so wird es etwas zusammen gedrückt; nimmt aber, so wie der Druck aufhört, wieder seine frühere Gestalt an. Ist der Druck grösser, so plattet es sich nicht bloss ab, sondern bekommt auch Risse und Spalten, namentlich eine Längsspalte im Innern und radiale Risse am Umfange. Nach Entfernung des Druckes behält es nun seine abgeplattete Gestalt. Bei noch stärkerer mechanischer Einwirkung berstet es in Stücke.

Die grösste lineare Zunahme, ehe die Risse deutlich werden, beträgt kaum 3 — 6 Procent. Die befeuchtete Stärkesubstanz hat also wohl eine ziemlich beträchtliche Elasticität, aber eine sehr geringe Dehnbarkeit.

Die Form und Vertheilung der Risse hängt von der Gestalt des Kornes, von der Art, wie es geschichtet ist, und von der Richtung ab, in welcher der Druck wirkt. Im Allgemeinen kann man sagen, dass sie, um das Schichtencentrum strahlig vertheilt, die Schichten ziemlich rechtwinkelig durchbrechen, und dass die Fläche jedes einzelnen Risses parallel ist mit der Richtung des Druckes.

Wenn man Stärkekörner aus der frischen Kartoffel in Wasser zwischen zwei Gläser bringt und auf das Deckglas drückt, so entsteht, wenn der Druck die Grenze der Elasticität überschreitet, zuerst eine Spalte, welche durch den Kern geht und mit der Achse des Kornes zusammenfällt, und die in Beziehung auf den Objektträger senkrecht steht. In Fig. 1 auf Taf. XIII ist ein solches Korn gezeichnet. A zeigt dasselbe in der Lage, die es während des Druckes unter dem Microscop hatte; die Spalte steht senkrecht. In B ist das Korn 90 Grad um seine Achse gedreht; von der Spalte, welche horizontal liegt, sieht man nichts. Man nimmt nur eine ovale Schicht wahr, die auch in A sichtbar ist. Diese Spalte beginnt im mathematischen Mittelpunkt der Stärkekörner oder zwischen demselben und dem Schichtencentrum oder selbst in dem letztern, was vorzüglich von der Gestalt der Körner abhängt, und schreitet bei verstärktem Drucke von da nach beiden Seiten hin fort.

Dann entstehen an den beiden Rändern der langen Seite Querrisse, welche von aussen nach innen sich verlängern. Sie stehen ebenfalls senkrecht zum Objektträger, bilden mit der Längsspalte zuweilen einen rechten Winkel, haben aber doch in der Regel die Neigung nach dem Kern zu convergiren. Um die beiden Pole herum mangeln diese Risse ganz. Bei regelmässigem Verlauf sieht man zuweilen, wie in der Mitte der Länge jederseits zuerst nur ein Querriss auftritt, der sich nach innen verlängert und zuletzt bis zum Schichtencentrum reicht, und wie bei vermehrtem Drucke noch zahlreiche andere Risse entstehen, die mit demselben mehr oder weniger parallel laufen. Häufig beginnen auch die Querrisse fast zu gleicher Zeit an der Längsspalte oder am Schichtencentrum einerseits und am Rande andererseits, und wachsen gegen einander.

In Fig. 3 auf Taf. XIII ist ein Korn dargestellt, an dem man in A die Längsspalte und die beiden von der Mitte der Seitenränder zu dem Schichtencentrum verlaufenden Risse wahrnimmt. In B ist das Korn um seine Achse gedreht, so dass die nun horizontal liegende Spalte unsichtbar geworden, und der äussere nun senkrecht stehende Theil des zugekehrten Querrisses als eine Querlinie erscheint. Es ergibt sich daraus, dass der Querriss fast die ganze Dicke des Kornes einnimmt. Fig. 2 zeigt in A, B, C die Wirkungen des stärker werdenden Druckes.

Zuletzt zerfällt das zerrissene und zerspaltene Stärkekorn in Stücke; zuerst in zwei Längshälften (durch die Längsspalte) oder in zwei Querhälften (durch die beiden zuerst auftretenden Querrisse), seltener sogleich in 4 Stücke. Das Korn in Fig. 4 hat sich beinahe in zwei Längshälften getheilt, das Korn in Fig. 3 C ist im Begriff in zwei Querhälften auseinander zu fallen; dieselben sind noch mit einander verbunden; sie trennten sich indess bald. In Fig. 4 A sieht man eine Querhälfte von der Seite, in B von oben; der stärkere Riss in B entspricht der Längsspalte.

Die Veränderungen der Gestalt des Stärkekorns ergeben sich aus folgenden Messungen.

	Länge des Stärkekorns.			Breite des Stärkekorns.		
	vor Anwen- dung des Druckes.	nach Anwen- dung des Druckes.	Zunahme oder Abnahme der Länge in %.	vor Anwen- dung des Druckes.	nach Anwen- dung des Druckes.	Zunahme der Breite in %.
1	60,5	57,5	— 5	35	37	6
2	75	73,5	— 2	51	52,5	3
3	70,5	70,5	0	40	41,5	4
4	69	70,5	2	62,5	64	2,5

Es findet also in der Richtung der Achse meistens eine Verkürzung statt, im ersten Fall um 5 %, im zweiten um 2 %. Im dritten Fall wurde keine Veränderung der Länge, im vierten Fall eine geringe Zunahme (um 2 %) beobachtet. In die Breite (parallel dem Objektträger und rechtwinklig zur Richtung des Druckes) ergibt sich immer eine Zunahme (um 2, 5 bis 6 %). In die Dicke (in der Richtung, in welcher der Druck einwirkt) findet natürlich ebenfalls (wie in die Länge) und zwar die grösste Contraction statt.

Es liegt nahe, die ungleiche Ausdehnung in die Länge und in die Breite von der Gestalt der Körner abzuleiten. Ein kreisrundes Korn müsste sich in allen Richtungen gleich, und die andern Körner sollten sich in verschiedenen Dimensionen um so ungleicher verhalten, je mehr diese Dimensionen selbst ungleich sind. In der That ist dieses Moment von Einfluss, wie sich aus der Vergleichung folgender Werthe ergibt.

Es beträgt nämlich:

bei dem Korn	1	2	3	4
das Verhältniss von Breite und Länge	1 : 1,7	1 : 1,4	1 : 1,8	1 : 1,1
die Differenz in der Zunahme	11 %	5 %	4 %	0,5 %

Allein wie sich aus diesen Zahlen ergibt und auch sonst leicht einzusehen ist, werden die Gestaltsveränderungen beim Druck nicht bloss durch die Gestalt selbst, sondern auch durch andere Verhältnisse mit bestimmt; dahin gehört namentlich die Structur der Körner (Schichtung, ungleiche Wassereinlagerung) und die Menge der angewandten Kraft oder, wenn der grösstmögliche Druck ausgeübt wurde, die Grenze der Elastizität, welche nicht bei allen Körnern die nämliche ist.

Die Messungen wurden in dem Moment gemacht, ehe die Risse und Spalten sich bildeten. Bei dem zweiten Korn war schon eine zarte Längsspalte sichtbar. Die Grenzen der Elastizität liegen daher jedenfalls innerhalb der Zu- oder Abnahme des Durchmessers um 5 %; denn die Risse müssen schon einige Zeit vorhanden sein, ehe sie sichtbar werden. Für den zweiten Fall überschritt die beobachtete Expansion von 3 % und die Contraction von 2 % schon weit die Grenzen der Elastizität.

Trockene Stärkekörner eignen sich nicht, um die Wirkungen des Druckes zu untersuchen. Sie erfordern die Anwendung einer viel stärkern Kraft, und lassen die Risse nicht oder nur undeutlich sehen. Man glaubt noch unverän-

derte Körner vor sich zu haben, während der Zusatz von Wasser zeigt, dass sie schon zerrissen sind. Die Bildung der Risse und Spalten geschieht übrigens auf ähnliche Art wie bei den von Wasser durchdrungenen Körnern.

Kugelige oder kreisförmige zusammengedrückte Körner (wie diejenigen in den Samen von *Acanthus mollis* Lin., in den Sporen von *Chara*, in den Samen von Getreidearten) werden durch Druck auf die breite Seite von einer Menge radialer Risse durchbrochen (Fig. 1 auf Taf. XVIII zeigt ein Korn, auf welches der Druck einseitig einwirkte).

Ovale, stielrunde oder zusammengedrückte Körner mit verlängertem centralem Kern (wie diejenigen in den Samen von *Acanthus mollis*, von Hülsenfrüchten etc.) lassen, wenn der Druck auf die breite Seite wirkt, eine Längsspalte, welche mit der Achse zusammentrifft, eine durch das Centrum gehende Querspalte oder zwei Querspalten, die das Centrum zwischen sich haben, und zahlreiche radiale Risse erkennen.

Rundliche flachgedrückte Körner mit sehr excentrischem Kern (wie sie in Wurzelstöcken von *Canna* vorkommen, Excentricität $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{15}$) zeigen, wenn der Druck auf die flache Seite einwirkt, zuerst einige Risse, welche von dem parietalen Schichtencentrum fächerförmig ausstrahlen, und unter denen zuweilen eine mittlere Längsspalte etwas stärker ist. Ausserdem beginnen eine Menge zahlreicher Risse am Rande, welche ebenfalls convergirend nach dem Kern gerichtet sind. Erst später und bei stärkerer Einwirkung des Druckes treten im Innern oft einige Querspalten und andere unregelmässige Risse auf.

Wenn Stärkekörner austrocknen oder wenn man ihnen durch absoluten Alcohol Wasser entzieht, so contrahiren sie sich etwas und bekommen häufig Risse. Siedendes Wasser, sowie eine concentrirtere Lösung von Schwefelsäure oder eine verdünnte Lösung von Aetzkali bei gewöhnlicher Temperatur, bewirken ein Aufquellen und ebenfalls die Bildung von Rissen. In beiden Fällen sieht man oft zuerst im Schichtencentrum eine grössere oder kleinere Höhlung, welche die Gestalt des Kerns hat, und dann Risse auftreten, die von derselben aus sich strahlenförmig verbreiten, und fast ohne Ausnahme die Schichten senkrecht durchbrechen.

Im Uebrigen hängt die Anordnung der Risse von der Gestalt und der Schichtung der Stärkekörner ab. Bei den kugeligen Formen mit centralem Kern sind dieselben nach allen Richtungen gleichmässig vertheilt. — In den zusammengedrückten Körnern mit linsenförmigem Kern bildet sich vorzüglich eine Spalte, die durch das Schichtencentrum geht und mit der grössten Fläche des Kornes zusammenfällt. — Die genau cylindrischen Körner mit verlängertem centralem Kern zeigen häufig eine gleichmässige Vertheilung der Risse um die Achse. Wenn aber diese Körner oder ihr Kern zusammengedrückt sind, so macht sich eine Spalte bemerkbar, welche mit der Achse und der grössten Fläche zusammentrifft. Mit ihr kreuzt sich zuweilen eine schwächere Spalte, die ebenfalls durch die Achse geht und die kleinsten Querdurchmesser enthält. Von beiden Spalten, namentlich aber von der erstern können rechtwinklig Risse abgehen.

Bei den Körnern mit excentrischer Schichtung und kreisförmigem Querschnitt liegen die Risse vorzugsweise in dem Mantel zweier Kegel, deren Scheitel im Schichtencentrum sich berühren, und deren Achsen mit dem langen und kurzen Radius zusammenfallen, und haben somit die Form zweier mit den Spitzen an einander stossender Trichter. — Die Körner endlich mit excentrischer Schichtung und mit ovalem, elliptischem oder länglichem Querprofil zeigen je mehr sie zusammengedrückt sind, um so eher eine Spalte, die mit der grössten Fläche des Kornes zusammenfällt, und senkrecht zu derselben Risse, welche entweder von dem Kern aus nach dem langen so wie nach dem kurzen Halbmesser einen offenen Winkel bildend, ein schiefes Kreuz, oder als Längs- und Querspalte, die sich im Kern schneiden, ein gerades Kreuz darstellen.

Nur sehr selten beginnen die Risse bei Körnern mit excentrischer Schichtung nicht im Schichtencentrum, sondern ziemlich in der Mitte des Kornes, und gehen von da nach der Peripherie. Noch seltener

beginnt die Bildung von Rissen an der Peripherie, und schreitet nach innen hin fort. Nur ausnahmsweise entstehen einzelne Risse, welche mit der Oberfläche parallel laufend die Schichten stellenweise von einander trennen.

In den Theilkörnern der ächten zusammengesetzten Körner mit excentrischer Schichtung haben die Risse vorzugsweise die Neigung, von dem Schichtencentrum nach den Ecken zu gehen. Sie halten oft ausschliesslich diese Richtung ein. Da der Verdickungsradius in den Theilkörnern von wenig zusammengesetzten Körnern den übrigen Theilkörnern zugekehrt ist, so stimmt jenes Verhalten genau mit der Bildung von trichterförmigen Spalten überein, welche in den einfachen Körnern mit excentrischem Kern vorkommt.

Ein Stärkekorn, welches durch Wasserentziehung oder durch Aufquellen kleiner oder grösser geworden ist, nimmt zuweilen wieder genau seine ursprüngliche Gestalt und Grösse an, sobald die Ursache, welche die Wirkung veranlasste, entfernt wird. Es geschieht diess dann, wenn die Ausdehnung oder Zusammenziehung in allen Richtungen die nämliche ist, oder wenn die ungleiche Ausdehnung die Elasticitätsgrenze nicht überschreitet. Wenn dagegen, was gewöhnlich der Fall ist, die Stärkekörner nicht an allen Stellen und an jeder einzelnen Stelle nicht in allen Richtungen gleiche Mengen von Flüssigkeit verlieren oder aufnehmen, so wird, wegen der geringen Dehnbarkeit der Substanz, die Elasticitätsgrenze schnell überschritten, und es erfolgt die Unterbrechung in der Continuität und dadurch die Bildung von Höhlungen, Rissen und Spalten; — worauf das Korn unter der Einwirkung entgegengesetzter Einflüsse nie mehr zu seiner ursprünglichen Beschaffenheit zurückkehrt.

Die gleichen Erscheinungen (Höhlungen im Schichtencentrum, Risse, Spalten) findet man selten auch an Körnern in frischen Pflanzentheilen. Sie sind hier vielleicht eine Folge des Wachstumsprozesses, vielleicht auch eine Quellungserscheinung, und ebenfalls nur durch die geringe Dehnbarkeit der Substanz zu erklären. Dieselben zeigen die gleiche Lage wie in den ausgetrockneten und aufgequollenen Körnern.

Risse oder Spalten, die sich auf natürlichem Wege durch den Wachstumsprozess bilden, sind ferner eine gewöhnliche Erscheinung zwischen den Theilkörnern der halbzusammengesetzten und der ächten zusammengesetzten Körner. Sie mangeln hier nur ausnahmsweise. In den erstern trennen sie die Substanz des ganzen Kornes nur unvollständig, indem eine gemeinschaftliche Hülle von ihnen nicht berührt wird. In den letztern dagegen findet eine vollständige Trennung der Substanz statt, welche daher auch leicht durch Druck in die einzelnen Bruchkörner zerfällt.

Man kann als Regel feststellen, dass die frischen Stärkekörner im normalen Zustande weder eine Höhlung noch Risse besitzen. Ausnahmsweise findet man indess einzelne im Innern zerrissene Körner, und zuweilen kommen dieselben sogar in grösserer Menge vor. Ich bemerke noch ausdrücklich, dass die Risse nicht etwa durch mechanische Einwirkung bei der Präparation entstanden sind, in welcher Beziehung man allerdings sehr vorsichtig sein muss, da das Zerschneiden und Zerreißen des Gewebes sowie der Druck des Deckgläschens leicht Verletzungen hervorbringt. Es ist überflüssig Beispiele zu nennen, da man in den gleichen Pflanzentheilen bald solche Körner antrifft, bald auch nicht. Ich glaubte anfänglich, dass sie vorzugsweise in mehrjährigen Organen auftreten, und vielleicht eine Folge der mit dem Vegetationswechsel verbundenen Veränderung der Temperatur und vielleicht chemischer Verhältnisse seien. Allein auch in diessjährigen unterirdischen Theilen und in unreifen Samen finden sich zuweilen zerrissene Stärkekörner.

Diese Risse, welche ausnahmsweise in frischen Stärkekörnern vorkommen, sind vollkommen die nämlichen, die sich beim Austrocknen und beim Aufquellen der Körner bilden. Ich kann mir zwei Ursachen der Entstehung denken. Entweder werden sie durch einen abnormalen Wachstumsprozess hervorgebracht, welcher in Folge ungleicher Spannungen

eine mechanische Trennung bewirkt. Oder, was fast wahrscheinlicher ist, sie sind eine Quellungserscheinung; denn wir werden später sehen, dass zuweilen schon in der lebenden Pflanze einzelne Körner theilweise aufquellen.

Die Risse aber, welche an der Stärke in trockenen Pflanzentheilen beobachtet werden, sind alle erst durch die Wasserentziehung entstanden. Eine andere Ansicht hat freilich Kützing ausgesprochen (Grundzüge der philosoph. Bot. I. 262). Die Risse sollen Porenkanäle sein, analog den Poren der Zellwandung, und so angeordnet, dass immer die Kanäle des einen Stärkekorns mit denen der benachbarten Körner correspondiren. Indess ist die letztere Behauptung unrichtig; denn die Risse in den Theilkörnern eines zusammengesetzten Korns oder überhaupt in polyedrischen, parenchymartig beisammen liegenden Körnern gehen, nicht wie die Poren eines Zellgewebes nach den Seiten, sondern nach den Kanten und Ecken, hören übrigens vor der Oberfläche auf (vgl. z. B. Taf. XXV, Fig. 14, f; Fig. 13, a, c). Den Grund, warum die Risse gerade diese Anordnung besitzen, werde ich im folgenden Kapitel erörtern.

Es giebt Stärkekörner, bei deren Austrocknen weder eine Höhlung noch Risse sichtbar werden. Man findet deren überall unter den andern Körnern; es sind besonders die kleinern, zuweilen aber auch beträchtlich grosse. Unter der trockenen Kartoffelstärke sind sie nicht gerade selten. In den Knollen von *Curcuma Zedoaria* Rosc., in der Wurzel von *Krameria triandra* R. P., im Wurzelstock von *Zingiber officinale* Rosc., von *Canna*-Arten etc. zeigen die trockenen Stärkekörner bei beträchtlicher Grösse doch nur selten Risse.

Die zusammengedrückten rundlichen Körner mit linsenförmigem centralem Kern, welche in den Samen der *Hordeaceen* vorkommen, bleiben beim Austrocknen häufig unverändert. Oder es entsteht zuerst eine Spalte, die die Achse rechtwinklig schneidet und von dem Kern aus allmähig ringsum nach dem Rande hin fortschreitet. Sie ist bei horizontaler Lage des Korns unsichtbar (Taf. XXIII, Fig. 21, h, k), und erscheint bei senkrechter Stellung lineal (Fig. 21, i, l). Erst später treten zuweilen, aber selten noch schwache Risse auf, welche von der Spalte rechtwinklig abgehen oder dieselbe kreuzen, und welche radial verlaufen. — Die nämliche, in der grössten Ebene liegende Spalte sieht man auch an den rundlichen, linsenförmig zusammengedrückten trockenen Körnern in den Sporen von *Chara*, *Oedogonium*, *Bulbochaete*, in den grossen Sporen von *Pilularia*; in den Samen von *Sagittaria*, *Salsola Soda* Lin., *Trapa*.

Die Stärkekörner mit cylindrischem oder linienförmigem Kern erhalten durch das Wachstum oder beim Austrocknen zuweilen eine kanalartige Höhlung in der Achse, von welcher ringsum kürzere oder längere Querrisse abgehen können. Man beobachtet diess z. B. an den Körnern im frischen Milchsaft der *Euphorbien*. In Fig. 1, i und l auf Taf. XXIV sind 2 Körner von der breiten, in m von der schmalen Seite dargestellt. Die Querrisse sind sehr kurz. In den Samen von *Phylodrum* sind einzelne Körner stielrund, und diese besitzen im trockenen Zustande eine schmale cylindrische Höhlung.

Wenn solche Körner eine genau cylindrische Form besitzen, so entstehen häufig zwei Längsspalten, welche mit der Achse zusammenfallen und sich daselbst rechtwinklig kreuzen. Ist der Querschnitt des Korns nicht kreisrund, sondern oval, so zeigt sich die Längsspalte, welche mit dem grössern Querdurchmesser zusammentrifft, stärker als die andere. Von diesen beiden Längsspalten können Risse abgehen. Beispiele für diese Erscheinungen findet man an den Stärkekörnern der Samen von *Limnocharis*, *Najas*, *Zannichellia*, *Althenia*, *Potamogeton* und zum Theil von *Acanthus*.

Fig. 18, a und b auf Taf. XXIII zeigt das nämliche Stärkekorn von *Najas* in den beiden Längsansichten; ein anderes ist auf gleiche Weise in c und d dargestellt; ebenso in e und f. Das letztere hat 2 Längsspalten und am Ende der kürzeren 2 starke Querrisse, die von der einen Seite winkelförmig gebogen, von der andern gerade erscheinen. Wenn die Stärkekörner kürzer und breiter werden, so verkürzt sich die Längsspalte, die man in der breiten Längsansicht (Fig. 18, e) sieht, bis sie zuletzt verschwindet. Man bemerkt dann in der schmalen Längsansicht eine Längsspalte und in der Mitte einen Querriss; in der breiten Längsansicht ein schief stehendes Kreuz von 2 sich fast rechtwinklig schneidenden Querrissen.

Limnocharis hat vorzugsweise kurze und breite Stärkekörner, die auf gleiche Art wie die eben beschriebene Form von *Najas* in der schmalen Längsansicht eine Spalte (Fig. 17, c auf Taf. XXIII), in der breiten Längsansicht 4 (Fig. 17, d),

seltener 3, 5 oder 6 vom Centrum ausstrahlende Risse zeigen. In ganz kurzen Formen kann auch die Längsspalte unsichtbar werden (Fig. 17, a in der breiten, b in der schmalen Längsansicht).

Die Stärkekörner mit verlängertem, deutlich zusammengedrücktem centralem Kern zeigen beim Austrocknen zuweilen keine Veränderung, zuweilen nur eine Höhlung, die die Gestalt des Kerns hat, häufiger aber eine starke Spalte, die in der grössten, durch den verflachten Kern gelegten Ebene liegt, und in der schmalen Längsansicht oft als eine breite schwarze Linie erscheint.

Solche Körner findet man vorzüglich bei manchen Papilionaceen (*Krockeria*, *Cicer*, *Pisum*, *Ervum*, *Vicia*, *Lathyrus*, *Orobus*, *Onobrychis*, *Phaseolus*, *Vigna*, *Dolichos*, *Lablab*). Fig. 18 auf Pag. XVIII zeigt ein trockenes Stärkekorn von *Pisum sativum*; in A liegt die grösste Ebene des Kerns und die Längsspalte des Kornes horizontal, in B ist die Ansicht um 90 Grade gedreht, und die vertical stehende Spalte wird sichtbar. In Fig. 48 auf Taf. XVIII sieht man in ähnlicher Weise ein Stärkekorn von *Ervum Lens* in zwei Längsansichten, A und B; in Fig. 16, e auf Taf. XXIII ein Korn von *Pisum* mit einer schwachen Längsspalte. — Die Ansicht, in welcher die Hauptspalte horizontal liegt, zeigt seltener eine zweite aber schwächere Längsspalte, welche jene rechtwinklig kreuzt und ebenfalls mit der Achse des Kornes zusammenfällt.

Ausserdem sieht man in den beiden Längsansichten oft Querrisse. Bei senkrechter Lage der Hauptspalte sind es häufig starke und dunkle Linien, welche unter rechten oder spitzen Winkeln von jener Spalte abgehen (Fig. 16, b, c, g, auf Taf. XXIII, bei *Pisum*; Fig. 13, c auf der gleichen Tafel, bei *Phaseolus*). Bei horizontaler Lage der Hauptspalte sind es schwächere Linien, welche strahlenförmig verlaufen (Fig. 48, A auf Taf. XVIII), und oft von einer mittlern Höhlung (dem Leib der Hauptspalte) ausgehen (Fig. 18 A und Fig. 17 auf Taf. XVIII). — Wenn eine zweite schwächere Längsspalte vorhanden ist, so gehen, bei horizontaler Lage der Hauptspalte, die Querrisse auch von jener ab (Fig. 13, b auf Taf. XXIII). — Zuweilen tritt auch eine Querspalte auf, welche meistens mitten durch das Korn geht, und dasselbe in zwei Hälften theilt (Fig. 17, 22, 23 auf Taf. XVIII).

Eine nicht seltene Form der Stärkekörner in den Samen der Hülsenfrüchte ist die dreieckige, zusammengedrückte. Hier sieht man ebenfalls in der schmalen Längsansicht die starke Längsspalte mit den Querrissen. In der Breitenansicht bemerkt man häufig drei schwächere Spalten, welche nach den drei Ecken gerichtet sind und in der Mitte zusammenstossen; von denselben gehen gleichfalls Querrisse ab (Fig. 13, e auf Taf. XXIII).

Wenn die Stärkekörner kurz werden, so verschwindet auch bei diesem Typus nach und nach die Längsspalte, wie das schon z. Th. in dem eben erwähnten Beispiele der Fall war. Fig. 13, d auf Taf. XXIII zeigt ein kugeliges Korn aus den Samen von *Phaseolus* mit lauter radialen Rissen.

Wie die Stärkekörner in den Samen der Hülsenfrüchte, verhalten sich diejenigen in den Samen von *Calla*, *Ceratophyllum*, *Nelumbium*, *Cistus*, *Bixa orellana*, *Melochia*, *Anacardium*, *Spondias*, im Fruchtfleisch von *Adansonia*. Doch sind hier die Stärkekörner kleiner und die Spalten und Risse weniger ausgebildet. Nicht selten kommt nur eine Höhlung im Innern vor, welche die Gestalt des Kerns hat (Fig. 11, a auf Taf. XXIII bei *Cistus*; Fig. 12, a und b auf der nämlichen Tafel, ein Stärkekorn von *Helianthemum* in den beiden Längsansichten).

Die Amylumkörner in den grossen Sporen von *Marsilea pubescens* Ten., die ebenfalls hieher gehören, sind oval bis länglich, mit rundlich-ovalem oder ovalem Querschnitt. Die schmale Längsansicht zeigt eine stärkere, die breite Längsansicht oft eine schwächere Spalte. Beide Längsspalten kreuzen sich senkrecht in der Achsenlinie. Jederseits zwischen dem Centrum und den beiden Polen liegt meistens eine Querspalte, welche die beiden Längsspalten rechtwinklig schneidet, und entweder eben oder nach aussen concav ist. Im letztern Falle erscheint sie entweder gebogen (hat also die Form einer Kugelkappe) oder stumpfwinklig (mit der Gestalt eines kurzen und weiten Kegelmantels).

Die Stärkekörner mit kugeligem, centralem Kern lassen beim Austrocknen oft keine Veränderung wahrnehmen; oft haben sie schon im frischen Zustande eine Höhlung und Risse. Die Höhlung ist central, die Risse gehen radienförmig nach allen Seiten. Fig. 2 auf Taf. XXIII zeigt Stärkekörner aus den frischen Knollen von *Coelogyne limbrata*, a mit einer centralen Höhlung, c mit radialen Rissen. Fig. 36, 38, 39, 40 auf Taf. XVIII sind Körner aus den frischen jungen Samen

von *Sorghum vulgare* mit einer Höhlung und Rissen. In Fig. 3, e auf Taf. XXIII ist ein trockenes Stärkekorn aus den Samen von *Acanthus*, in Fig. 4, b auf der gleichen Taf. ein trockenes Korn aus den Samen von *Cenchrus* dargestellt.

Kugelige oder dodecaedrische Stärkekörner, welche wie die genannten, im trockenen Zustande eine centrale Höhlung und radiale Risse zeigen, finden sich vorzüglich in den Samen mehrerer Gräser (*Coix*, *Panicum*, *Gymnothrix*, *Setaria*, *Pennisetum*, *Cenchrus*, *Centotheca*, *Erianthus*, *Sorghum*, *Chrysopogon*, *Andropogon*), in den Samen von Bromeliaceen (*Pitcairnea*, *Billbergia*), von Polygoneen (*Oxyria*, *Rheum*, *Polygonum*), von *Drosera*; in der Zwiebel von *Gagea*, im Wurzelstock von *Smilax China* Lin. etc.

An den Stärkekörnern in den frischen inwendig noch ganz feuchten Samen von *Polygonum acutatum* Lehm. werden auch Risse beobachtet, welche an der Oberfläche beginnen und mehr oder weniger tief (oft bis gegen das Centrum) hineinragen, während der Kern selbst unverändert und unversehrt ist. Sie sind gleichmässig über die Oberfläche der kugeligen, seltener ovalen Körner vertheilt. In Fig. 26 auf Taf. XVIII ist ein solches Korn in der oberflächlichen, in Fig. 28 ein anderes in der Durchschnittsansicht gezeichnet.

An den Stärkekörnern mit kugeligem excentrischem Kern und mit kreisförmigem Querprofil wird beim Austrocknen zuweilen keine Veränderung wahrgenommen, oder es bildet sich nur eine kleine mehr oder weniger rundliche Höhlung im Schichtencentrum. Letzteres bemerkt man z. B. meist bei der trockenen Kartoffelstärke, in den Stärkekörnern aus der trockenen Veilchenwurzel (von *Iris*), Galgantwurzel etc. Diese Höhlung verlängert sich häufig in einige vorgezogene Ecken oder in kurze Risse, was man z. B. zuweilen auch an trockenen Kartoffelstärkekörnern, namentlich aber an frischer Kartoffelstärke, welche man in absoluten Alcohol legt, beobachtet. (In Fig. 6, 7, 8, 9, 10 auf Taf. XIII ist der Hohlraum mit den Rissen aus solchen Körnern dargestellt.)

In den grössern Körnern mit excentrischem Kern entstehen häufiger längere Risse. Die ersten, die sich bilden, gehen vom Centrum aus und divergiren in der Richtung der langen Achse. In Fig. 12 auf Taf. XIII sieht man an einem Kartoffelstärkekorn die erste Wirkung von verdünnter Kalilösung. Wenn man dieses Korn um seine Achse dreht, so zeigt es immer die gleiche Ansicht. Die beiden divergirenden Linien sind also die Durchschnittsansicht einer Spalte, welche die Form der Wandung eines Trichters oder des Mantels eines Kegels besitzt, und deren verschmälertes Ende sich an die Höhlung im Schichtencentrum ansetzt. Diese Gestalt der Risse sieht man häufig in Stärkekörnern, welche durch Austrocknen wenig zerrissen werden; z. B. in Fig. 7, b auf Taf. XXIV (aus der Jalappenwurzel).

Bei stärkerer Einwirkung der trennenden Kräfte entstehen wiederholt Spalten von ähnlicher Form und ähnlicher Lage, welche von innen nach aussen (zugleich vom Schichtencentrum und von der Achse aus gerechnet) auf einander folgen. Die regelmässigsten Formen erhält man, wenn man schwache Kalilösung auf Kartoffelstärkekörner einwirken lässt. In Fig. 13 auf Taf. XIII ist ein solches Korn gezeichnet; beim Drehen um die Achse zeigen die Risse immer die gleiche Ansicht. Es scheint dabei zuweilen, wie diess in der citirten Figur der Fall ist, als ob von einer grossen trichterförmigen Spalte aussen ringsum Risse abgingen. Bei weniger zahlreichen Rissen sieht man aber oft ganz deutlich, wie mehrere trichterförmige Spalten in einander geschoben sind, von denen jede folgende mit ihrem schmalen Theil etwas weiter von dem Kern entfernt, mit ihrem weiten Theil dem Umfange etwas näher ist als die vorhergehende. Diese tutenförmigen in einander steckenden Spalten gewähren dann, wenn sie unter sich in Berührung kommen, einen ähnlichen Anblick wie Fig. 13 auf Taf. XIII. — Eine ganz ähnliche Erscheinung beobachtet man zuweilen an trockenen Stärkekörnern, z. B. in Fig. 10 auf Taf. XXIV (aus dem Wurzelstock von *Lathraea*).

In der Richtung des kurzen Radius tritt häufig die gleiche Bildung von Rissen auf wie in der Richtung des langen Halbmessers, aber im Kleinen. Es entsteht dann gewöhnlich nur eine einzige tutenförmige Spalte, die mit dem schmalen Ende die Höhlung im Schichtencentrum berührt.

Die regelmässige Erscheinung bei den Stärkekörnern mit excentrischem Kern besteht also darin, dass zwei Systeme von Rissen jedes von trichterförmiger Gestalt, deren Achse diejenige des Stärkekorns ist, sich im Schichtencentrum mit den schmalen Scheiteln berühren. Sie erscheinen, wenn die beiden Halbmesser in der Länge nicht allzu ungleich sind und etwa das Verhältniss von 1:4 nicht überschreiten, in der Längsansicht als ein schiefes Kreuz. — Von dieser regelmässigen Anordnung giebt es zahlreiche Abweichungen, in denen man aber meist mehr oder weniger

den Typus zu erkennen vermag, indem die Stärkekörn oder die zahlreichern Risse sich der Regel fügen (vgl. z. B. Fig. 8 auf Taf. XXIV, aus der Colombowurzel). Zuweilen aber auch scheinen die Risse unregelmässig vom Schichtencentrum auszustrahlen; und bei Körnern mit stark excentrischem Kern setzt sich die Höhlung des Schichtencentrums zuweilen in der Richtung des langen Halbmessers fort und die Risse gehen von dieser Höhlung in der nämlichen Richtung divergierend aus.

Ich erwähne noch besonders einer Abweichung von der Regel, welche an die Körner mit centralem verlängertem Kern erinnert. Es bilden sich zunächst bald eine oder zwei Längsspalten, die durch den Kern und die Achse gelegt sind und in derselben sich kreuzen, bald eine Querspalte, die ebenfalls durch das Schichtencentrum geht und die Achse rechtwinklig schneidet. Wenn alle drei Spalten vereint auftreten, so zeigt jede der beiden Längsansichten und die Queransicht ein Kreuz. Diess wurde z. B. an trockenen Stärkekörnern aus den Knollen von *Symphytum bulbosum* Schimp., im Wurzelstock von *Billbergia*, *Zostera*, *Orobanche* beobachtet.

Im Uebrigen ist es kaum nöthig, Beispiele für die Rissebildung in Körnern mit excentrischer Schichtung und mit kreisförmiger Queransicht anzuführen, da diese Körner so häufig vorkommen. Zur Untersuchung sind indess vorzüglich die Kartoffeln, die Colombowurzel, die Wurzelstöcke von *Lathraea*, *Dentaria* zu empfehlen.

Interessant sind namentlich auch Körner, welche diesem Typus angehören (excentrisch-geschichtet mit kreisförmigem Querschnitt der Schichten), und die aus zwei verschiedenen Schichtensystemen bestehen. An ihnen zeigt sich der Einfluss der Schichtung auf den Verlauf der Risse sehr deutlich. Das ist z. B. bei den Körnern im Wurzelstock von *Diclytra formosa* DC. der Fall. Dieselben sind rundlich-eckig, und bestehen aus einem Schichtensystem von oval-kreiselförmiger Gestalt, dem auf der einen Seite in der ganzen Länge ein zweites System von fast gleicher oder grösserer Dicke aufsitzt. Sein Verdickungshalbmesser bildet mit demjenigen des ersten einen rechten Winkel.

Beim Austrocknen bildet sich eine schöne trichterförmig-cylindrische enge Spalte von kreisförmigem Querschnitt in dem kreiselförmigen Schichtensystem. Ihre Achse liegt mit Rücksicht auf den Querschnitt des ganzen Kornes excentrisch; die Excentricität derselben beträgt meistens etwa $\frac{1}{2}$. Manche Körner erscheinen homogen; die excentrische Spalte lässt aber sogleich erkennen, dass auch sie aus zwei Schichtensystemen bestehen müssen.

Die Stärkekörner mit excentrischer Schichtung und mit ovalem, elliptischem oder länglichem Querprofil verhalten sich zuweilen ähnlich wie diejenigen mit kreisrundem Querschnitt. Es ist um so mehr der Fall, je weniger sie zusammengedrückt sind. Die beiden Längsansichten zeigen Systeme von Rissen, die von dem Schichtencentrum und von der Achsenlinie aus divergiren, und die in der Queransicht als ovale Spalten erscheinen; dieselben beschreiben also einen etwas zusammengedrückten Trichter.

Viel häufiger lässt die schmale Längsansicht eine Längsspalte sehen, welche mit der grössten Ebene des Kornes zusammenfällt. Sie mangelt den stärker zusammengedrückten Formen nach dem Austrocknen wohl nie.

Die breite Längsansicht hat dann entweder Risse, welche von dem Kern aus in der Richtung des langen und zuweilen auch des kurzen Halbmessers divergiren, wie das bei trichterförmiger Anordnung der Fall ist. Oder sie zeigt eine Längs- und eine Querspalte, die beide durch das Schichtencentrum gehen und sich daselbst rechtwinklig schneiden, die ebenfalls die in der grössten Ebene liegende Spalte kreuzen, und von denen bald die eine, bald die andere früher auftritt.

Ob die eine oder die andere Anordnung der Risse entstehe, hängt vorzüglich von der Gestalt der Körner ab. Sind die letztern oval, so bilden die zuerst auftretenden Risse einen Winkel, der vom Schichtencentrum aus sich nach dem langen Radius öffnet, so in Fig. 2, a auf Taf. XXV, wo der Winkel äusserst kurz ist (aus dem Wurzelstock von *Zingiber*). Verkürzt sich die Gestalt der Stärkekörner, so dass sie rundlich oder queroval werden, so öffnet sich der Winkel immer mehr, bis er zur geraden Linie, somit zur Querspalte wird; und neben derselben tritt dann häufig eine Längsspalte auf, die bei sehr excentrischer Lage des Schichtencentrums vom langen Radius aus bloss bis zur Querspalte reicht und auf derselben ein Loth darstellt. Ist das rundliche oder querovale Korn am Kernende mondförmig eingebuchtet

oder ist seine ganze Gestalt nierenförmig, so biegt sich die Querspalte parallel den Rändern (d. h. sie kehrt die concave Seite dem kleinen Halbmesser zu). Hat das Korn eine dreieckige Gestalt mit ziemlich gleich grossen Seiten, so sind die beiden Schenkel der Querspalte nach den beiden seitlichen Ecken, die Längsspalte nach der dritten hintern Ecke gekehrt; und die drei Risse, ziemlich von gleicher Stärke, sind mehr oder weniger regelmässig um das Schichtencentrum vertheilt.

Man beobachtet diese verschiedenen Erscheinungen bei trockenen Stärkekörnern im Wurzelstock von *Canna*, in der Zwiebel von *Scilla*, in den Wurzeln von *Ranunculus aconitifolius* Lin.; in den Brutzwiebeln von *Oxalis*, in den Schuppen der Bulbillen von *Saxifraga granulata* Lin., in den Schuppen des Wurzelstocks von *Gessneriaceae* etc.

Ovale ziemlich stark zusammengedrückte Stärkekörner, mit sehr excentrischem Kern zeigen beim Aufquellen häufig mehrere Risse von ziemlich gleicher Mächtigkeit, welche nach der Seite des langen Halbmessers strahlenförmig vom Schichtencentrum aus divergiren. Wenn sie eine bedeutende Stärke besitzen, so bilden sie eine sternförmige Figur, und Risse, die mit der grössten Ebene parallel laufend sie kreuzen würden, mangeln ganz (so z. B. bei gekochten Stärkekörnern aus den Knollen von *Curcuma Zedoaria* Rosc).

In einem Wurzelstock von *Canna picta* Hort., welcher gefroren war, zeigten viele Stärkekörner starke Risse. Ich zweifle daran, dass diess eine unmittelbare Folge des Gefrierens war; denn Körner aus unversehrten Wurzelstöcken, welche ich auf dem Objektträger gefrieren liess, hatten die Risse nicht. Uebrigens können dieselben auch nicht durch Druck entstanden sein, indem in dieser Beziehung beim Präpariren die nöthige Aufmerksamkeit und Sorgfalt angewendet wurde. Die Körner von *Canna picta* sind rundlich oder rundlich-oval. In der breiten Längsansicht war bei den einen eine starke Längsspalte, bei den andern eine starke Querspalte sichtbar; andere hatten Längs- und Querspalte, die sich im Schichtencentrum kreuzten. Die Längsspalte folgte dem Verdickungsradius, auch wenn derselbe die Richtung wechselte.

Selten hatten die Körner 4 Risse, 2 grössere, die nach dem langen, und 2 kleinere, die nach dem kurzen Radius divergiren. Zwischen diesem Typus und dem ersten zeigten sich alle Uebergänge, vorzüglich darin bestehend, dass die Längsspalte ebenfalls vorhanden war. Hatten die Risse, welche in der Richtung des Verdickungshalbmessers einen Winkel bildeten, eine beträchtliche Stärke, so war die Längsspalte schwach und kurz; in dem gleichen Maasse, wie die letztere zunahm, breiteten sich jene aus und wurden zur Querspalte.

Auf der schmalen Längsansicht waren, namentlich wenn die breite Längsansicht nur eine starke Längsspalte zeigte, eine Menge zarter Risse sichtbar, welche von dem Schichtencentrum und von der Achsenlinie fächerförmig nach der Richtung des Verdickungshalbmessers ausstrahlten.

Wie sehr die Anordnung der Risse von der Gestalt und Schichtung der Stärkekörner abhängt, zeigte sich namentlich auch an denjenigen in der trockenen Zwiebel von *Sternbergia lutea* Ker. Die Körner variiren hier sehr, und mit ihnen wechseln auch die Risse. Es giebt solche von fast kugelige Gestalt und centralem Kern; die Risse strahlen von dem Mittelpunkt nach allen Seiten aus. Kreisrunde zusammengedrückte Körner mit centralem Kern besitzen eine mit dem grössten Kreis zusammentreffende Spalte, und senkrecht zu derselben Risse, die von dem Centrum ausstrahlen. Diese mit der grössten Ebene zusammenfallende Spalte zeigen auch alle übrigen zusammengedrückten Formen mit excentrischem Kern, während in der breiten Längsansicht je nach der Form der letzern und der Lage des Kerns bald ein gerades Kreuz, bald ein schiefes Kreuz von Spalten, bald 3 Risse, die sich im Schichtencentrum berühren, sichtbar sind.

In der trockenen Zwiebel von *Gagea stenopetala* Reichenb. zeigten die Stärkekörner eine eigenthümliche Form. Dieselbe ist kugelig und auf der einen Seite abgeplattet. Der Kern ist der Mitte der abgeplatteten Seite genähert, so dass er bei vollkommener Kugelgestalt des Kornes ziemlich genau central wäre. Durch den Kern geht eine schwach-gebogene Spalte, welche mit der abgeplatteten Seite parallel und nach dem Rande derselben gerichtet ist. Senkrecht zu dieser

Spalte stehen Risse, welche von dem Schichtencentrum strahlenförmig ausgehen. — Diese Anordnung der Risse verhält sich ganz so, wie man sie nach Analogie der übrigen Formen erwarten konnte; sie stimmt auch mit dem Verhalten der Theil- und Bruchkörner überein, denen die Körner von *Gagea stenopetala* ähnlich sind, und zu denen sie vielleicht gehören könnten.

Man kann als Regel annehmen, dass die Risse, die sich beim Austrocknen oder beim Aufquellen bilden, im Schichtencentrum beginnen, und von da nach der Peripherie hin fortschreiten. Hiervon giebt es indess einzelne seltene Ausnahmen.

Die Stärkekörner im Wurzelstock von *Canna lagunensis* Lindl. sind oval, die breiten etwas zusammengedrückt, bis 170 Mik. lang, mit sehr excentrischem Kern (Excentricität bis $\frac{1}{10}$ und $\frac{1}{10}$). Wenn sie mit Wasser erhitzt werden, so entstehen die ersten Risse ungefähr in der Mitte der ganzen Länge; sie beginnen daselbst in einer Querreihe von einer besonders deutlichen wasserreichen Schicht, und gehen, fächerförmig auseinander weichend, nach der Peripherie. Zuweilen fangen diese Risse von 2, 3 oder 4 wasserreichen Schichten an; sie bilden also 2 bis 4 hintereinander liegende Querreihen. Erst später bilden sich auch Risse, die vom Schichtencentrum nach dem langen Halbmesser hin ausstrahlen.

Eine ähnliche Erscheinung wurde an den Körnern in trockenen Wurzelknollen von *Himantoglossum hircinum* Rich. beobachtet. Die Körner sind oval, zuweilen etwas cylindrisch oder etwas birnförmig, bis 35 Mik. gross, mit excentrischem Kern (Excentricität bis $\frac{1}{8}$). In einzelnen befanden sich zarte Risse, die in der Mitte oder etwas ausserhalb der Mitte begannen und nach dem hintern Ende divergirten. Sie lagen in der Zahl von 2 bis 6 nebeneinander.

Die Theil- oder Bruchkörner der ächten zusammengesetzten Körner bleiben beim Austrocknen, nur wenn sie sehr klein sind, solid. Sowie sie etwas grössere Dimensionen besitzen, so werden sie hohl; die Höhlung ist eckig und setzt sich in Risse fort. Man nimmt diese Erscheinung zuweilen auch schon im frischen Zustande wahr. — Die zusammengesetzten Körner kommen verhältnissmässig selten bei den Formen mit centralem Kern vor. Ihre Theilkörner verhalten sich ziemlich wie die einfachen.

Weitaus die meisten Theilkörner gehören dem excentrisch geschichteten Typus an. Die Ecken der Höhlung und die radialen Risse sind gegen die Ecken des Theilkorns gerichtet. Diese Erscheinung ist um so regelmässiger, je regelmässiger seine Gestalt, je geringer die Zahl seiner Bruchflächen, und je deutlicher die Richtung einer Hauptachse an ihm ausgesprochen ist. Ich will beispielsweise einige dieser Formen herausheben.

Die Theilkörner von Zwillingkörnern zeigen 2 Risse, die von dem Schichtencentrum gegen die Ecken gehen. Fig. 14, f auf Taf. XXV ist ein Zwillingkorn aus der frischen Zwiebel von *Colchicum autumnale*, welches beim Drehen überall den gleichen Anblick gewährt. In jedem Theilkorn befindet sich also eine Spalte, welche die Form der Wandung eines Trichters hat. Ebenso in Fig. 15, a und d auf Taf. XXV, Bruchkorn und Zwillingkorn von Tapiocca; ferner in Fig. 1 c auf Taf. XXVI. Das Nämliche sieht man auch an den Endkörnern einreihiger Drillings- und Vierlingskörner. In Fig. 13, a auf Taf. XXV ist ein Drillingskorn aus der trockenen Zwiebel von *Colchicum variegatum* Lin. gezeichnet. Die seitlichen Theilkörner haben die Gestalt einer verlängerten Halbkugel; die trichterförmige Spalte geht mit ihrem weiten Ende gegen den Umfang der Bruchfläche. Ebenso in Fig. 8, b auf Taf. XXVI aus der trockenen Sassaparillwurzel.

Die Theilkörner von dreieckigen Drillingskörnern (Fig. 8, c auf Taf. XXVI aus der trockenen Sassaparillwurzel), von viereckigen oder tetraedrischen Vierlingskörnern und von stärker zusammengesetzten Körnern (Fig. 13, b und c auf Taf. XXV, aus der trockenen Zwiebel von *Colchicum*) zeigen die gleichen Risse bei horizontaler Lage der Achse. Auch beim Drehen eines solchen Bruchkorns um seine Achse (z. B. von Fig. 1, b auf Taf. XXVI, welche das Bruchkorn eines dreieckigen Drillingskorns darstellt) sind die Risse immer nach den Ecken gerichtet. Die trichterförmige Spalte ist hier aber im Querschnitt nicht mehr kreisrund, sondern etwas eckig. Es ist selbstverständlich, dass die Form des Trichters ferner durch das Verhältniss des Radius zu der Entfernung zwischen den Ecken bedingt wird. Wenn 4 und mehr Theilkörner

auf den Umfang kommen, so wird der Trichter in jedem einzelnen kurz und weit. Er kann selbst in eine Fläche sich ausbreiten, wie das in Fig. 13, c auf Taf. XXV der Fall ist, oder gleichsam sich umstülpend, die Ränder etwas nach aussen kehren.

Ausser der trichterförmigen Spalte, welche nach den Rändern der Bruchfläche geöffnet ist, zeigen alle diese Theilkörner gewöhnlich keine Risse. Selten sieht man an der abgekehrten Seite einen kleinern oder unvollständigen Trichter. In diesem Falle berühren sich wie in den einfachen Körnern mit excentrischem Kern 2 Trichter mit ihren Scheiteln im Schichtencentrum.

Die innern Theilkörner von einreihigen Drillings- oder Vierlingskörnern sind kurz-walzenförmig oder tonnenförmig, haben 2 kreisförmige Bruchflächen und einen centralen Kern. Beim Austrocknen bilden sich von der centralen Höhlung aus jederseits 2 trichterförmige Spalten. Sie erscheinen bei horizontaler Lage der Achse als 4 Risse, die von der centralen Höhlung nach den 4 Ecken gehen und zusammen ein Kreuz bilden (Fig. 13, a auf Taf. XXV aus der trockenen Zwiebel von Colchicum; Fig. 8, b auf Taf. XXVI aus der trockenen Sassaaparillwurzel); beim Drehen um die Achse bleibt das Kreuz immer in der nämlichen Lage.

Alle bisher betrachteten Risse laufen mehr oder weniger radial. Risse, die mit den Schichten parallel gehen und dieselben von einander trennen, sind äusserst selten. In Fig. 6, d und e auf Taf. XXV ist ein Stärkekorn aus dem frischen Wurzelstock von *Iris sambucina*, welches einen solchen Riss zeigt, in der breiten und schmalen Längsansicht dargestellt. Eine ähnliche Erscheinung sah ich ferner als Folge des Austrocknens an einem Korn von jamaicanischem Arrowroot (*Maranta arundinacea*).

Nach Schleiden wären die Risse zwischen den Schichten eine gewöhnliche Erscheinung. Derselbe sagt (Grundzüge für wiss. Bot. 3 Aufl. I. 178): völlig ausgetrocknete Körner zeigen eine geringere Zahl von (concentrischen) Linien, diese aber häufig stärker, und oft könne man deutlich erkennen, dass eine solche recht breite schwarze Linie einer kleinen Luftschicht entspreche. Auch bei gerösteten Kartoffelstärkekörnern sollen sich in Folge des Austrocknens die einzelnen Schichten von einander trennen und zwischen ihnen Luftschichten auftreten. — Im Widerspruch mit dieser Angabe muss ich bemerken, dass ich weder an lufttrockenen noch an gerösteten Stärkekörnern, die in Alcohol betrachtet wurden, mit Gas gefüllte concentrische Risse beobachtet habe, dass mir auch lufttrockene Körner in Wasser liegend, nie Risse zwischen den Schichten zeigten. Geröstete Körner lassen in Berührung mit Wasser nur selten Spalten zwischen den dichtern Schichten wahrnehmen; dieselben sind aber mit Flüssigkeit gefüllt und durch Auflösung der in Dextrin verwandelten weichen Stärke entstanden.

Die Spalten und Risse zwischen den Theilkörnern oder Schichtensystemen in den halbzusammengesetzten Körnern sind eine gewöhnliche Erscheinung. Sie zeigen sich bald als zarte Linien, bald als röthliche schmale Räume, bald als breite schwarze Streifen (vgl. Taf. XI, Fig. 12, 13, 14, 16, 17, aus der frischen Kartoffel; — Taf. XV Fig. 4, 9, 10; Fig. 11, c; Fig. 12 zwischen e, f und g; Fig. 13, 15; Fig. 16, c; Taf. XVI, Fig. 1, 3; Fig. 7, d, e; Fig. 9, b; Fig. 10, 11, 12, 14, 16 aus dem frischen Mark von *Cereus variabilis*; — Taf. XVII, Fig. 2, a; Fig. 3 zwischen a, b und c; Fig. 10, a aus dem frischen Wurzelstock von *Canna*; — Taf. XIX, Fig. 2 zwischen b, c, d und e; Fig. 3, 4; Fig. 5, d; Fig. 6, 7, 8, 9, 10; Fig. 14, e; Fig. 15, 16, 19, aus der frischen Zwiebel von *Hyacinthus*).

Die Spalten zwischen den Theilkörnern der ächten zusammengesetzten Körner gehen bis zur Oberfläche und trennen vollständig die Substanz des ganzen Kornes. Sie erscheinen ebenfalls in verschiedener Stärke von der zartesten Linie bis zum breiten schwarzen Streifen (vgl. Taf. XVI, Fig. 5, e; Fig. 6, b; Fig. 8 zwischen a und c; Fig. 13, 18, 19, 21, 22, im frischen Mark von *Cereus*; — Taf. XVII, Fig. 17, 18, 21, 22 aus dem frischen Wurzelstock von *Canna*; — Taf. XVIII, Fig. 44, 45, 46 aus dem frischen fast reifen Samen von *Panicum*; — Taf. XIX, 17, 20 — 28, 33, 34 aus der frischen Zwiebel von *Hyacinthus*; — Taf. XXI, Fig. 25, 26 aus frischen unreifen Samen von *Commelyna*; — Taf. XXVI, Fig. 1 — 27).

Nur in seltenen Fällen sieht man die Spalten zwischen den Theilkörnern nicht. Es ist diess dann der Fall, wenn die letztern äusserst klein sind, sodass das ganze zusammengesetzte Korn bloss granulirt oder auch ganz homogen erscheint (z. B. Fig. 7 auf Taf. XXII aus dem Sameneiweiss von *Chrysurus*). Es kann aber auch zwischen grössern Theilkörnern die Trennung ausbleiben; diess sieht man besonders im Sameneiweiss der Piperaceen, Zingiberaceen und Commelynaceen. Die Theilkörner bestehen hier aus einer weichen innern Masse und einer dichten Hülle; die Hüllen sind mit einander zu einem parenchymatischen Gewebe verschmolzen, ohne Trennungslinien in den Wänden. Fig. 31 B und Fig. 32 auf Taf. XXI zeigen einzelne zusammengesetzte Körner, Fig. 33 einen Complex von zusammengesetzten Körnern aus den Samen von *Commelyna* und *Tinnantia*.

IV. Wassergehalt der Stärkekörner und ihrer einzelnen Theile im frischen Zustande.

Die Stärkekörner sind im frischen Zustande mit Wasser durchdrungen, welches durchschnittlich $\frac{2}{5}$ bis $\frac{1}{2}$ ihres Gesamtgewichtes ausmachen möchte. Im lufttrockenen Zustande haben sie davon so viel verloren, dass sie noch fast $\frac{1}{5}$ ihres Gewichtes Wasser enthalten. Ihr Volumen hat sich in entsprechendem Maasse vermindert. Mit Wasser in Berührung nehmen sie wieder annähernd eine gleiche Menge davon auf, und vergrössern sich auf das ursprüngliche Volumen. — Das Wasser ist nicht in allen Partien in gleichem Maasse vertheilt, und ebenso sind in jeder einzelnen Partie die Wassertheilchen nicht in allen Richtungen in gleicher Menge eingelagert.

Von dem Schichtencentrum bis zur Peripherie wechseln weichere oder wasserreichere mit dichtern oder wasserärmern Schichten. Die ersteren erscheinen unter starken Vergrösserungen mehr oder weniger röthlich, die letztern weisslich oder bläulichweiss. Der Wechsel geschieht gewöhnlich in einfacher Alternation, so dass auf jede weiche Schicht eine dichte folgt und umgekehrt. Seltener ist zwischen der wasserarmen und der nach aussen folgenden wasserreichen Schicht eine Schicht von mittlerer Dichtigkeit eingeschoben. Der Kern selbst stimmt in seiner Consistenz gewöhnlich mit den weichen, selten mit den dichtern Schichten überein. Diese ungleiche Vertheilung des Wassers in radialer Richtung nach Schichten ist eine ganz allgemeine Erscheinung.

Dass die röthlichen, oft spaltenähnlichen Schichten aus einer wasserreichern Substanz bestehen, geht einerseits daraus hervor, weil sie in ihrem äussern Ansehen Aehnlichkeit mit zarten, bloss Wasser enthaltenden Rissen zeigen, wie man sie leicht durch Druck hervorbringen kann. Andererseits wird es aber auch dadurch bewiesen, weil diese röthlichen Spalten beim Austrocknen oder in absolutem Alcohol verschwinden, indem die Substanz des ganzen Kornes das Ansehen der dichten Schichten annimmt.

Ob die einzelne Schicht auf allen neben einander liegenden Punkten einen gleichen Wassergehalt besitze oder nicht, bleibt dahin gestellt. Sicher ist, dass Lösungsmittel nicht alle Punkte einer Schicht gleich sehr angreifen, und dass sie die letztere oft in ein maschiges Gitterwerk verwandeln. Da nun unter übrigen gleichen Umständen wasserreiche Stärke leichter gelöst wird als wasserärmere, so wäre es möglich, dass in der nämlichen Schicht weichere und dichtere Stellen mit einander abwechselten, wobei diese immer die Balken eines Netzes, jene die Felder zwischen den Balken darstellen würden.

Unabhängig davon ist in jeder Schicht der inneren Substanz oder in einem beliebigen Theil derselben eine grössere Menge von Wassertheilchen in den beiden tangentialen Richtungen als in radialer Richtung zwischen den Stärketheilchen eingelagert. Diese Thatsache, die eine ganz allgemeine Gültigkeit hat, geht aus der Richtung der Risse und Spalten hervor, welche fast ausnahmslos einen radialen Verlauf nehmen und die Schichten senkrecht durchbrechen.

Abgesehen von dem Wechsel weicher und dichter Schichten nimmt am ganzen Korn (am einfachen sowie am Theilkorn des zusammengesetzten) der Wassergehalt im Allgemeinen von der Oberfläche nach innen zu. Es geschieht diess dadurch, dass die dichten Schichten nach aussen hin, die weichen nach innen hin verhältnissmässig mächtiger werden; ohne Zweifel auch dadurch, dass die einen und die andern aussen etwas weniger Wasser enthalten als innen. Diese Erscheinung ist wohl eine ausnahmslose für alle einfachen Körner und Theilkörner. Sie ergiebt sich theils aus der direkten Beobachtung, theils aus den Höhlungen, Rissen und Spalten, welche das Austrocknen und andere wasserentziehende Mittel, vorzugsweise oder ausschliesslich im Innern, bewirken.

Die Zunahme des Wassergehaltes von aussen nach innen verhält sich auf den verschiedenen Radien eines Kornes oft ungleich und wird durch zwei Verhältnisse bedingt, die sich folgendermaassen ausdrücken lassen. Erstlich zeigt sich das Bestreben, dass sowohl an einfachen als an zusammengesetzten Körnern, abgesehen von der Schichtung und Zusammensetzung, jeder Theil um so wasserhaltiger sei, je weiter er von der Oberfläche entfernt liegt. Zweitens besteht die Tendenz, dass an einfachen Körnern und an den Theilkörnern von zusammengesetzten und halbzusammengesetzten die Substanz um so mehr Wasser enthalte, je näher sie dem Schichtencentrum liegt; und jede einzelne Schicht ist geneigt, ringsum aus einer Substanz von gleicher Dichtigkeit zu bestehen. Der Wassergehalt zeigt nun in jedem einzelnen Falle, wenn diese räumlichen und organologischen Verhältnisse nicht zusammentreffen, ein zwischen denselben mittleres Verhalten.

Bei den Körnern mit centralem Kern ist das Maximum des Wassergehaltes genau im mathematischen Mittelpunkt. Dabei stimmen in den Formen mit kugeligem Kern alle Radien genau mit einander überein. Auch in denjenigen mit verlängertem oder flachgedrücktem Kern scheinen sie von der Oberfläche des Kerns bis an den Umfang des Kornes sich ziemlich gleich zu verhalten.

Ist dagegen der Kern excentrisch, so geschieht in einfachen Körnern die Abnahme des Wassergehaltes von der Peripherie zum Schichtencentrum in der Richtung des langen Halbmessers langsamer, in der Richtung des kurzen rascher, als es die räumliche Progression, — am langen Halbmesser rascher, am kurzen langsamer (an beiden mit Ausnahme des innersten Theiles), als es die Progression der Schichtung erfordern würde. Der Gleichgewichtspunkt des Wassergehaltes liegt daher in der Regel weder genau im mathematischen noch im Schichtencentrum, sondern zwischen beiden; und zwar befindet er sich bei geringer Excentricität näher dem Schichtencentrum, bei grösserer Excentricität näher dem Mittelpunkt. Wenn der Kern eine sehr stark excentrische Lage besitzt, so unterscheidet man oft deutlich zwei Maxima des Wasserreichthums, eines nahe dem Mittelpunkt und ein anderes kleineres im Kern.

Die halbzusammengesetzten und die zusammengesetzten Körner besitzen ebensoviele Maxima der Wassereinlagerung als sie Theilkörner enthalten, nämlich in den Kernen dieser letzteren. An den Theil- und Bruchkörnern selber besteht (abgesehen von der Zunahme des Wassergehaltes von aussen nach innen) die der Oberfläche des zusammengesetzten Kornes entsprechende Seite aus der dichtesten, die nach dem Centrum zugekehrte Seite dagegen aus der weichsten Substanz, indess die übrigen Seiten mittlere Dichtigkeiten zeigen.

Wenn trockene Stärkekörner sich wieder mit Wasser durchdringen, so nehmen ihre einzelnen Theile dasselbe nicht mehr in dem Verhältniss auf, in welchem es im frischen Zustande eingelagert war. Es

dehnt sich nämlich, soweit es die mechanischen Veränderungen in der Substanz erlauben, beim Wiederbefeuchten die Rinde verhältnissmässig stärker aus als die innere Masse, und wenn ein allgemeiner Schluss daraus erlaubt ist, überhaupt die dichten Schichten mehr als die weichen. Diess ergibt sich übereinstimmend aus den beiden Thatsachen, dass einerseits die Höhlung im Schichtencentrum und die Risse im Innern, welche sich beim Trocknen bildeten, beim Befeuchten nicht verschwinden, und dass andererseits Durchschnitte und Abschnitte von trockenen Stärkekörnern im Wasser solche Formveränderungen zeigen, welche nur durch ein stärkeres Wachstum der Rinde erklärt werden können.

Nach Payen (Ann. d. sc. nat. Juill. 1838) enthält nasse Kartoffelstärke, welche, während 24 oder 36 Stunden auf einer Gypsplatte in dünner Lage ausgebreitet, das anhängende Wasser möglichst vollständig verloren hat, noch 45 Procent Wasser. Wahrscheinlich ist hier aber noch etwas Feuchtigkeit zwischen den Körnern angehäuft gewesen. Wenn trockene Kartoffelstärke bei einer Temperatur von 20 Grad Cent. sich in einer mit Wasserdampf beinahe gesättigten Atmosphäre während 4 bis 6 Tagen, bis sie keine Gewichtszunahme mehr zeigt, befindet, so enthält sie 35 Procent Wasser. Es ist nicht wahrscheinlich, dass sie im letztern Falle so viel Feuchtigkeit aufnimmt, als sie im frischen Zustand besass. Man kann also den Wassergehalt der frischen Kartoffelstärkekörner wohl mit ziemlicher Genauigkeit durchschnittlich zu 40 % oder $\frac{2}{5}$ des Gewichts annehmen. Sie gehören aber zu den Körnern mit verhältnissmässig dichter Substanz. Die Mehrzahl der Stärkekörner ist von mehr Wasser durchdrungen. Es giebt solche, deren Wassergehalt, nach den beim Austrocknen sich bildenden hohlen Räumen zu schliessen, 60 und 70 % überschreiten muss.

Trockene Kartoffelstärke, welche sich mit Wasser durchdringt, so dass sie davon 35 % enthält, vermehrt nach Payen ihr Volumen um 50 Procent. Volumen und Wassergehalt verhalten sich demnach folgendermassen. Die Zunahme des Volumens beträgt 50 %, während 54 % Wasser aufgenommen werden. Beim Austrocknen vermindert sich das Volumen um 33 %, während 35 % Wasser abgegeben werden. Die Abnahme und Zunahme des Volumens eines Stärkekorns bleibt also etwas hinter der Wassermenge zurück, welche aufgenommen und abgegeben wird. Sie sollte dieselbe eher übertreffen, da die Stärke specifisch schwerer ist als Wasser. Die Differenz mag zum Theil auf Rechnung des kleinen Hohlraums zu setzen sein, welcher sich meistens beim Austrocknen der Kartoffelstärkekörner im Schichtencentrum bildet. Es wäre aber auch möglich, dass bei der Durchdringung der Substanz mit Wasser eine etwelche Verdichtung stattfände. Im Allgemeinen kann man annehmen, dass die Stärkesubstanz ihr Volumen ziemlich in dem Verhältniss vermehrt und vermindert, als sie wässrige Flüssigkeit aufnimmt oder abgiebt.

Lufttrockene Kartoffelstärke (welche in trockenen Magazinen oder im ersten Stock aufbewahrt wird) enthält noch 18 Procent Wasser. Da sie im feuchten Zustand etwa 40 Procent enthielt, so hat sie also 27 Procent durch die Verdunstung verloren. Wenn sich keine Risse und keine Höhlungen bilden, so müssen die Körner ebenfalls etwa 27 Procent oder etwas weniger am Volumen abnehmen; und die einzelnen Durchmesser müssen, vorausgesetzt, dass die Abnahme des Volumens in allen Richtungen die nämliche ist, um 10 oder 11 Procent sich verkürzen, was mit den direkten Beobachtungen übereinstimmt.

Die gleiche Grössenabnahme fand ich auch bei den Stärkekörnern aus dem Wurzelstock von Canna. Ein Korn z. B., das im feuchten Zustande 71 Mik. Mill. lang und 62,5 Mik. Mill. breit war, und darauf während 14 Stunden trocken auf dem Objektträger lag, hatte sich auf 64 Mik. Mill. Länge und 57 Mik. Mill. Breite contrahirt. Der lange Durchmesser verkürzte sich also um 10, der Querdurchmesser um 11 Procent.

Die ungleiche Vertheilung der Wassermenge in dem ganzen Stärkekorn ergibt sich einerseits aus der direkten microscopischen Beobachtung, anderseits aus den Höhlungen und Rissen, welche Wasserentziehung hervorbringt. Was die erstere betrifft, so erscheinen wasserreichere und wasserärmere Substanzen unter dem Microscop verschieden. Es ist jedem Beobachter bekannt, dass bei durchfallendem Licht eine weichere Substanz innerhalb einer dichtern um

so intensiver röthlich erscheint, je schmaler der Raum ist, den sie einnimmt, und je grösser der Unterschied in der Dichtigkeit; und dass sie zur dunkeln Linie wird, sobald die beiden Conturen sich nicht mehr deutlich unterscheiden lassen; — dass dagegen eine dichtere Substanz in einer weicheren um so mehr weisslich (bald ins bläuliche bald ins gelbliche spielend) aussieht, je schmaler sie ist und je grösser die Differenz in der Dichtigkeit.

Am schönsten lassen sich diese Thatsachen an den Stärkekörnern selbst verfolgen und nachweisen. Wenn man Körner aus der frischen Kartoffel, die im Wasser liegen, zwischen zwei Gläsern einem geringen Druck aussetzt, so bilden sich darin Spalten, Risse und Höhlungen, welche natürlich mit Wasser gefüllt sind. Da der Druck auf die einzelnen Körner ungleich einwirkt, so wird man sie in allen möglichen Graden der Zerklüftung neben einander finden. Eine schmale Spalte, die horizontal liegt, ist unsichtbar. Steht sie senkrecht, so erscheint sie röthlich. Die Ränder sind um so dunkler, je tiefer die Spalte, und je unregelmässiger ihre Flächen. Sind die Flächen stark zersplittert, so kann selbst die ganze Spalte dunkel bis schwarz aussehen, als ob sie mit Luft gefüllt wäre.

Die einen Schichten der mit Wasser durchdrungenen Stärkekörner erscheinen mehr oder weniger röthlich, und es giebt solche, welche sich von den durch Druck entstandenen zarten Spalten nicht unterscheiden lassen, ein Beweis, dass sie aus einer wasserreichen Substanz bestehen. Auf gleiche Weise verhält sich meistens auch der Kern. Lässt man die Körner austrocknen, oder legt man sie in wasserfreien Alcohol, so ziehen sie sich etwas zusammen, und es verschwinden alle Stellen, welche früher ein röthliches Aussehen zeigten. Dabei wird die früher geschichtete Substanz homogen und weisslich, und zeigt nun überall eine Dichtigkeit, welche die dichtesten (weisslichen) Stellen des frischen Zustandes etwas übertrifft.

Man ist nun oft versucht, die wasserreichen Schichten für wirkliche mit Wasser gefüllte Spalten anzusehen. Dass diess aber nicht der Fall ist, geht aus folgenden Thatsachen hervor. Erstlich giebt es von denjenigen Schichten, welche ganz wie Risse aussehen, zu denen, die deutlich aus Substanz bestehen, alle möglichen Zwischenstufen. Zweitens sieht man, wenn in einem Stärkekorn mit spaltenähnlichen Schichten durch Druck wirkliche Risse hervorgebracht werden, dass zwischen beiden im Lichtbrechungsvermögen doch noch ein geringer Unterschied vorhanden ist, so wie dass die Höhlungen beider nicht unmittelbar in einander münden, sondern dass eine zarte Begrenzung die Substanz der Schicht kenntlich macht. Drittens grenzt sich an Durchschnitten, welche durch mit Gummi eingetrocknete Kartoffelstärkekörner gemacht worden waren, ebenfalls der Inhalt der spaltenförmigen Schichten gegen Wasser ab, und färbt sich auch durch Jod schwach blau.

Dass der Kern kein Hohlraum ist, ergiebt sich aus der Analogie mit den wasserreichen Schichten, so wie aus dem Umstande, dass auch hier alle Zwischenstufen, bis zu deutlicher Substanz vorkommen. Schleiden hatte früher und zuletzt noch in den Grundzügen der wiss. Bot. 3. Aufl. I, 177 den sogenannten Kern der Stärkekörner mit völliger Gewissheit als eine Höhlung in der Substanz bezeichnet. Ich war dieser Ansicht ebenfalls gefolgt (Zeitschrift für wiss. Bot. Heft III und IV, Pag. 122), indem ich von einzelnen Fällen, wo in frischen Körnern ein deutliches grosses Lumen vorkommt, ausging, und annahm, dass dasselbe für gewöhnlich auf ein Minimum reducirt sei. Jene hohlen Körner mit mehr oder weniger dicker Wandung sind nun aber durch Auflösung verändert, wie mir fernere und sorgfältigere Beobachtungen gezeigt haben; und ich kann, nachdem ich die verschiedenen Grade der Wassereinlagerung in den Schichten und die Substanzveränderungen im Kerne selbst (wie ich im Kapitel über das Wachsthum zeigen werde) studirt habe, mit vollkommener Bestimmtheit erklären, dass der Kern aus sehr weicher Stärke besteht und nicht ein mit Flüssigkeit gefüllter Raum ist. — Die Meinung Kützing's (Grundzüge der philosoph. Bot. I, 262), dass der Kern eine mit Luft gefüllte Vacuole sei, bedarf keiner Widerlegung.

In den geschichteten Körnern, wo die Schichten eine hinreichende Mächtigkeit besitzen, um nicht bloss als Linien sondern als körperliche Räume gesehen zu werden, folgen gewöhnlich die wasserreichen und die wasserärmern alternierend auf einander, so in Fig. 1, 2, 3, 6, 7, 8 auf Taf. XI aus der Kartoffel; in den Figuren auf Taf. XIV, XV, XVI aus dem Mark von *Cereus*; in Fig. 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8 auf Taf. XVII aus dem Wurzelstock von *Canna*; in Fig. 23, 24, 48 auf Taf. XVIII aus den Samen von *Eryum Lens*. Aber es herrscht eine grosse Mannigfaltigkeit in der Dicke und im Wassergehalt der Schichten.

Selten haben alle Schichten eine annähernd gleiche Mächtigkeit; oder es stimmen die dichtern unter einander, ebenso die weichern überein, wobei bald die einen bald die andern überwiegen. Meistens findet im Allgemeinen von innen nach aussen eine Abnahme statt, wobei entweder in bestimmten Intervallen mächtigere Schichten auftreten, oder wobei, was häufiger der Fall ist, mächtigere und weniger mächtige Schichten ohne bestimmte Anordnung mit einander wechseln.— Die dickste Schicht kann die dünnste des gleichen Kornes von gleichem oder von verschiedenem Wassergehalt um das 20- und mehrfache an Durchmesser übertreffen. Zwei unmittelbar neben einander liegende Schichten können bis auf das 10- und mehrfache der Dicke von einander abweichen.

Was den Wassergehalt der Schichten betrifft, so finden da die nämlichen Verhältnisse statt, wie bei der Mächtigkeit. Bald zeigen einerseits die weichern, andererseits die dichtern Schichten eines Kornes annähernd das gleiche Lichtbrechungsvermögen, bald differiren sie mehr oder weniger von einander. Zuweilen sind die innern weichen Schichten wasserreicher als die äussern; häufig zeigen sich die äussern dichten Schichten wasserärmer als die innern. Nicht selten sind die Schichten in bestimmten Abständen dichter oder weicher, oder der grössere und geringere Wassergehalt der Schichten ist unregelmässig vertheilt.

Nur in seltenen Fällen sieht man dreierlei Schichten neben einander, und diess immer in der Art, dass auf eine innere dichte Schicht nach aussen eine von mittlerer Dichtigkeit und dann eine weiche Schicht folgt. In Fig. 5 auf Taf. XI bemerkt man an einem Stärkekorn aus der Kartoffel diese Reihenfolge 4 mal; in Fig. 5 auf Taf. XVII (c, d, e) und Fig. 23 der gleichen Tafel an Körnern aus dem Wurzelstock von Canna 1 und 3 mal.

Der Kern besteht in der Regel aus einer wasserreichen Substanz und ist von einer dichten Schicht umschlossen (vgl. Fig. 1, 2, 12 auf Taf. XI aus der Kartoffel; Fig. 1, 2, 5, 9 auf Taf. XVII aus dem Wurzelstock von Canna; Fig. 1, 4, 5 auf Taf. XIX aus der Zwiebel von Hyacinthus; in den Fig. 9, 10, 13 auf Taf. XIV, Fig. 6, 7 auf Taf. XV, Fig. 6, 8, 17 auf Taf. XVI aus dem Mark von Cereus ist der Kern überall mit c bezeichnet). Auf den wasserreichen Kern kann auch eine Schicht mittlerer Verdünnung und dann eine dichtere folgen (so in Fig. 37 auf Taf. XVIII, wo ein polyedrisches Stärkekorn aus dem Samen von Sorghum dargestellt ist). Zuweilen besteht der sichtbare Kern aus einer dichten Substanz, und wird zunächst von einer wasserreichen Schicht umgeben, wobei freilich die Möglichkeit geboten ist, dass in dem scheinbaren Kern eine wegen ihrer Kleinheit unsichtbare centrale weichere Masse als eigentlicher Kern eingeschlossen ist (vgl. Fig. 6 auf Taf. XI aus der Kartoffel; Fig. 3, a auf Taf. XVI aus dem Mark von Cereus; Fig. 23 auf Taf. XVII aus dem Wurzelstock von Canna; Fig. 26, 28 auf Taf. XVIII aus den Samen von Polygonum; Fig. 24, 48 auf der gleichen Tafel aus den Samen von Ervum Lens).

Den grössern Wassergehalt der innern Substanz zeigt in manchen Fällen schon die direkte microscopische Beobachtung. Der weiche Kern ist oft ziemlich gross, und ebenso haben die innern weichen Schichten eine beträchtlich grössere Mächtigkeit als die äussern. Die letztern sind meist schmal, nicht selten auf eine blosser Linie reduziert. Die dichten Schichten selbst, welche an der Oberfläche liegen, sind zuweilen, soviel sich aus dem blossen Ansehen schliessen lässt, wasserärmer als die innern dichten Schichten.

Bei manchen Körnern lässt sich nur im Allgemeinen nachweisen, dass die äussere Substanz weniger Wasser enthält als die innere. Bei andern dagegen kann man deutlich wenigstens drei Lagen unterscheiden: eine innerste die von viel, eine äusserste die von wenig Wasser durchdrungen ist, und eine dazwischen liegende von mittlern Wassergehalt; — und daraus dürfte sich wohl schliessen lassen, dass in diesen Körnern die Dichtigkeit vom Kern bis zur Oberfläche stetig zunimmt. Betrachtet man diese Regel als allgemein, so erleidet sie jedenfalls verschiedene Modificationen. Dahin gehört erstlich, dass die Zunahme fast auf Null sinken kann. Es giebt Körner, die wenigstens dem Ansehen nach zwischen innen und aussen keine bemerkbare Differenz zeigen. Ferner kommen Unregelmässigkeiten und Schwankungen vor. Die Dichtigkeit kann eine Strecke weit die nämliche bleiben und dann plötzlich zunehmen; oder sie kann, abgesehen von der allgemeinen Zunahme, in gewissen Abständen selbst eine periodische Abnahme zeigen.

Der ungleiche Wassergehalt in verschiedenen Theilen des Stärkekorns wird ausser der direkten Beobachtung auch durch die Erscheinungen bewiesen, welche Wasserentziehung herbeiführt. Wäre die Substanz eines Kornes überall gleichmässig von Wasser durchdrungen, so müssten, wenn das Austrocknen überall gleichmässig erfolgt, die kleinsten Theil-

eben ihre gegenseitige Lagerung behalten. Diess ist in der Regel nicht der Fall; sondern die Continuität wird in verschiedener Art unterbrochen, wie in dem vorhergehenden Capitel gezeigt wurde (pag. 39). Diese Erscheinung wird durch die beträchtliche Sprödigkeit der Stärkesubstanz möglich gemacht, und beweist die ungleiche Vertheilung der Wassertheilchen in derselben.

Aus dem Auftreten einer Höhlung im Schichtencentrum und von Rissen, die von dieser Höhlung ausstrahlen, wurde bisher ohne weiteres der grössere Wassergehalt der innern Schichten angenommen. Indess ist dieser Punkt doch mit einiger Vorsicht zu behandeln, da sich der Fall denken lässt, dass bei grösserm Wassergehalt der innern Substanz keine Höhlungen und Risse entstehen, und dass anderseits dieselben sogar bei geringerm Wassergehalt auftreten können. Betrachten wir vorerst bloss theoretisch die Bedingungen, unter welchen bei Wasserentziehung das Fortbestehen oder der Unterbruch der Continuität in einem Stärkekorn erfolgt, so ergiebt sich Folgendes, unter der Voraussetzung, dass die Trennung der Substanz in tangentialer und radialer Richtung mit gleicher Leichtigkeit erfolgt, und dass die Substanz nicht dehnbar ist.

A. In dem ganzen Korn oder in einzelnen Regionen desselben entstehen keine Risse,

- a) wenn die Substanz in radialer und in den beiden tangentialen Richtungen in gleichem Maasse austrocknet; —
- b) wenn die innere Substanz in radialer und in den tangentialen Richtungen in gleichem Maasse austrocknet, und wenn die äussere Substanz im Ganzen zwar weniger austrocknet, aber mehr in den tangentialen Richtungen als in radialer. Der Wasserverlust der äussern Schichten kann in einem beliebigen Verhältniss geringer sein, wenn das Verhältniss zwischen den verschiedenen Richtungen, in denen er erfolgt, das richtige bleibt. Das Austrocknen der äussern Substanz könnte in radialer Richtung selbst Null werden; dann würde sich der ganze Wasserverlust derselben zum ganzen Wasserverlust eines gleichen Volumens der innern Substanz wie die zweite zur dritten Potenz verhalten; —
- c) wenn die innere Substanz in radialer und in den tangentialen Richtungen in gleichem Maasse oder auch gar nicht austrocknet, und wenn die äussere Substanz im Ganzen mehr Wasser verliert als die innere, diess aber weniger in den tangentialen Richtungen als in radialer. Die äussere Substanz kann jeden auch noch so beträchtlichen Mehrgehalt an Wasser verlieren, wenn es in entsprechendem Verhältniss zwischen der radialen und den tangentialen Richtungen geschieht.

B. In dem ganzen Korn oder in einzelnen Regionen desselben bilden sich radiale Risse, wenn die Substanz in den beiden tangentialen Richtungen mehr austrocknet als in radialer. Es ist jedoch der in A, b aufgeführte Fall auszuschliessen, wo dieses ungleiche Austrocknen keinen Unterbruch der Continuität zur Folge hat.

Wenn die innern und die äussern Schichten in radialer Richtung gleich sehr austrocknen, so bilden sich die Risse da, wo absolut mehr Wasser abgegeben wird. In einem Falle dagegen, welcher von dem in A, b aufgeführten nur dadurch sich unterscheidet, dass in den äussern Schichten das Austrocknen in den tangentialen Richtungen das nöthige Verhältniss überschreitet, bilden sich dort Risse, obgleich im Innern viel mehr Wasser abgegeben wird. — Ferner entstehen in einem andern Falle, welcher von dem in A c nur dadurch verschieden ist, dass die innern Schichten in den tangentialen Richtungen mehr austrocknen als in radialer, radiale Risse nur in den innern Schichten, obgleich dieselben möglicherweise eine sehr beträchtlich geringere Menge von Wasser auf einen gleichen Kubikraum verlieren als die äussern Schichten.

C. Die Schichten trennen sich durch (concentrische) Spalten von einander, wenn sie in radialer Richtung mehr austrocknen als in den beiden tangentialen Richtungen. In dem unter A c aufgeführten Falle bewirkt dieser ungleiche Wasserverlust jedoch keinen Unterbruch in der Continuität. Trocknen die äussern und die innern Schichten in tangentialer Richtung gleich sehr aus, so treten da die Risse auf, wo überhaupt die grösste Menge von Wasser verloren geht. Wenn aber in einem dem unter A b aufgeführten Falle ähnlichen Korn das Austrocknen der äussern Schichten in den tangentialen Richtungen das erforderliche Verhältniss nicht erreicht, so bilden sich Risse zwischen diesen äussern Schichten, welche viel weniger Wasser verlieren als das Innere des Kornes. Wenn ferner in einem dem unter A c aufgeführten Falle ähnlichen Korn die innern Schichten in radialer Richtung mehr austrocknen als in den tangentialen Richtungen, so treten Spalten zwischen den innern Schichten auf, die doch viel weniger Wasser abgeben als die äussern Schichten.

D. Im Schichtencentrum bildet sich eine Höhlung, wenn die innere Substanz zugleich in radialer und in den beiden tangentialen Richtungen mehr austrocknet als die umgebende Substanz in den tangentialen Richtungen. Dabei finden Trennungen in der Substanz des Kerns allein oder auch der innersten Schichten in allen Richtungen statt. Der innere Theil des Kornes verliert absolut mehr Wasser als der äussere. Es kann aber auch die ganze Masse des Kornes aus 3 Lagen bestehen, von denen die mittlere am wenigsten, die äussere am meisten austrocknet; und zwar kann der Wasserverlust der äusseren Lage in jedem Verhältniss beträchtlicher sein als derjenige der innersten, obgleich die äussere Lage, wenn sie in allen Dimensionen gleich sehr austrocknet, keine Risse bekommt, während die innerste hohl wird.

Es darf also aus dem Auftreten von radialen und tangentialen Rissen weiter kein Schluss gezogen werden, als dass im erstern Falle die betreffenden Schichten mehr in den beiden tangentialen Richtungen, im zweiten Falle mehr in radialer Richtung austrocknen. Aber es darf nicht daraus gefolgert werden, dass die Stärkekörner dort überhaupt mehr Wasser verloren haben, solange nicht nachgewiesen wird, dass die Dicke und die Flächenausdehnung der übrigen Schichten durch das Austrocknen sich bloss in gleichem oder geringerm Grade vermindert haben.

Es ist aber noch darauf Gewicht zu legen, dass die eben angeführten Bedingungen für Rissebildung unter der Voraussetzung statt finden, dass die Unterbrechung der Continuität in tangentialer und radialer Richtung mit gleicher Leichtigkeit erfolgt, dass also die Cohäsion in den verschiedenen Dimensionen die nämliche sei. Würde diese Voraussetzung nicht statt finden, so müsste in die Bedingungen für Rissebildung auch noch die ungleiche Cohäsionskraft als Factor eingeführt werden.

Gehen wir nach dieser theoretischen Betrachtung auf die wirklichen Erscheinungen über, so lässt sich aus den Höhlungen, Spalten und Rissen, die sich bei der Wasserentziehung in den Stärkekörnern bilden, zweierlei folgern: 1) dass im Allgemeinen die Substanz des ganzen Kornes im Innern wasserreicher ist als aussen, 2) dass die Wassertheilchen im Innern in grösserer Menge tangential neben, als radial hinter den Substanztheilchen eingelagert sind.

Wenn den Stärkekörnern das Wasser entzogen wird, so bildet sich im Schichtencentrum als in dem substanzärmsten Theil eine Höhlung, und Risse, welche durch diese Höhlung gehen oder davon ausstrahlen, und um so schwächer werden, je mehr sie sich der Oberfläche nähern. Dabei vermindert sich das Volumen der Stärkekörner um $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{2}$, der Durchmesser um $\frac{1}{15}$ bis $\frac{1}{7}$, wie aus verschiedenen Messungen hervorgeht. Um einen möglichst grossen Wasserverlust der äusseren Substanz und einen möglichst kleinen der innern zu erhalten, könnte man nun die unwahrscheinliche Voraussetzung machen, dass die innere Masse, welche radial zerissen wird, das Wasser ausschliesslich in den tangentialen Richtungen, die äussere dasselbe vorzugsweise (d. h. so viel als nöthig, um beim Austrocknen keine Risse zu bekommen) in der radialen Richtung eingelagert enthalte. Aber selbst dann müssten bei der geringen Abnahme des Volumens während des Austrocknens und bei dem nicht unbeträchtlichen Raume, den die Höhlung und die Risse einnehmen, doch noch ein namhafter Mehrgehalt an Wasser für die innere Substanz herauskommen.

Der grössere Wasserreichthum der innern Substanz geht also nicht schon unmittelbar aus der Höhlung im Schichtencentrum und aus den davon ausstrahlenden Rissen hervor; sondern ergibt sich nur aus diesen Erscheinungen in Verbindung mit der Thatsache, dass das austrocknende Stärkekorn bloss eine geringe Volumverminderung erfährt, also im Ganzen nicht viel Wasser verliert.

Mit dem Resultat, welches das Austrocknen der Körner liefert, stimmt, wie wir oben gesehen haben, genau dasjenige überein, welches die microscopische Untersuchung rücksichtlich der Vertheilung der weicheren und dichtern Substanz im frischen Stärkekorn ergibt.

In den Stärkekörnern mit centralem kugeligem Kern, in denen die einzelnen Schichten überall gleich dick sind, verändert sich der Wassergehalt auf allen Radien in gleichem Maasse von innen nach aussen, wie aus den Rissen hervorgeht, welche keine bestimmte Richtung einhalten, sondern vom Centrum aus nach allen Seiten ausstrahlen.

In den Körnern mit centralem länglichem oder linsenförmigem Kern, wo die Schichten ebenfalls entweder ringsum eine gleiche Mächtigkeit zeigen oder wo die Mächtigkeit auf allen Radien annähernd in gleichem Verhältniss sich verändert,

scheint der Wassergehalt von der Oberfläche des Kerns (nicht von dem mathematischen Mittelpunkt) bis zur Oberfläche des Kornes nach allen Seiten in gleichem Maasse abzunehmen. Wenigstens lassen auch hier die Risse keine Differenz in einer bestimmten Richtung wahrnehmen, mit Ausnahme dass sich in den Körnern mit zusammengedrücktem Kern in der Regel eine Spalte bildet, die mit der grössten Ebene zusammenfällt, eine Erscheinung, die, wie wir später sehen werden, sich hinreichend durch die Gestalt des Kerns und des Kornes erklärt.

Ist der Kern excentrisch, so verändert sich die Dichtigkeit und Mächtigkeit der Schichten auf den verschiedenen Radien in ungleichem Maasse. Der Wassergehalt richtet sich weder ausschliesslich nach der Schichtung, noch nach der relativen Entfernung zwischen Peripherie und Schichtencentrum, noch nach dem Abstand zwischen Oberfläche und mathematischem Mittelpunkt. Die nämliche Schicht ist auf der Seite des kurzen Halbmessers dichter, als auf der Seite des langen Halbmessers; auf dieser letztern Seite ist der Wassergehalt der Substanz beträchtlicher, als er es sein würde, wenn die Schichten ringsum gleich wären. Dass es dabei vorzüglich auf die Entfernung von der Oberfläche ankommt, zeigt sich besonders auch an Körnern mit unregelmässiger Schichtung, indem da oft sehr deutlich die Schichten dichter werden, sowie sie näher an die Oberfläche treten (so unterscheidet man z. B. in Fig. 2 auf Taf. XV innerhalb g fünf dichte Schichten, die weiterhin sich nicht mehr in der weichen Substanz erkennen lassen). Namentlich aber ist auf der Seite des kurzen Radius eine weiche Schicht verhältnissmässig weniger mächtig, eine dichte Schicht dagegen mächtiger als auf der Seite des langen Radius. Diess ergibt sich deutlich aus der microscopischen Beobachtung.

Ferner ist der Wassergehalt der innern Hälfte des langen Halbmessers geringer, derjenige der äussern Hälfte grösser, als wenn in einem verhältnissmässig gleichen Abstand zwischen Schichtencentrum und Peripherie für das ganze Korn eine gleiche Verdünnung bestände. Für den kurzen Halbmesser findet gerade das Umgekehrte statt. Auch dieses Factum geht schon aus der unmittelbaren Betrachtung der feuchten Stärkekörner hervor.

Endlich fällt im Allgemeinen das Centrum des Wassergehaltes nicht in das mathematische Centrum, sondern eher zwischen dieses und das Schichtencentrum, und die Abnahme desselben von innen nach aussen geschieht auf den verschiedenen Radien in ungleichem Maasse. Auch dieses wird theils durch die Vertheilung der dichten und weichen Schichten, theils durch die Anordnung der Risse bewiesen.

Es sind übrigens für diese Verhältnisse noch 2 andere Erscheinungen zu berücksichtigen, welche mit dem Wassergehalt der Schichten genau parallel gehen, die Quellungsfähigkeit der Substanz bei der ersten Einwirkung eines Lösungsmittels und das Wachsthum. Ich verweise daher auch noch auf diese beiden Kapitel.

Bei sehr excentrischer Lage des Kerns (Excentricität $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{50}$) sieht man oft deutlich, dass in der Mitte des Kornes sich eine wasserreichere Substanz befindet, indem daselbst die weichen Schichten eine grössere, die dichten eine geringere Mächtigkeit zeigen. Ein anderes Maximum des Wassergehaltes von beschränkterem Umfange stellt der Kern selber mit den nächsten Schichten dar. Der lange Radius zeigt also hier von der Peripherie bis zur Mitte des Kornes eine Zunahme, darüber hinaus eine etwelche Abnahme und dann zum Schichtencentrum noch einmal eine Zunahme des Wassergehaltes. Schöne Beispiele hiefür findet man zuweilen unter den Stärkekörnern im Wurzelstock von Canna. Entsprechend diesem Verhalten der Substanz rücksichtlich der Weichheit werden beim Aufquellen solche Körner zuerst im Schichtencentrum, wo eine Höhlung entsteht, und zugleich in der Mitte, wo sich Risse bilden, angegriffen.

Uebrigens kommen hier oft Unregelmässigkeiten vor, indem die grösste Weichheit der Substanz von der Stelle, welche als Regel bezeichnet wurde, mehr oder weniger entfernt liegt. In Fig. 2 und 8 auf Taf. XI befindet sie sich z. B. jenseits des mathematischen Mittelpunkts auf der dem Kern abgekehrten Seite, wie die röthlichen Schichten beweisen.

Dass die halb- und ganz zusammengesetzten Körner ebenso viele Maxima der Wassereinlagerung als Theilkörner besitzen, zeigt einmal die microscopische Beobachtung, indem im Schichtencentrum eines jeden ein röthlicher Kern und zuweilen um denselben herum röthliche Schichten von grösserer Mächtigkeit sich befinden. Ferner bildet sich hier beim Austrocknen eine Höhlung, von welcher oft Risse ausstrahlen.

Die Theilkörner eines Zwillingskornes haben zwar wie die einfachen Körner, die wasserreichste Substanz im Schichtencentrum; und von da nimmt die Wassermenge nach allen Richtungen gegen die Oberfläche hin ab. Aber die Seite,

welche dem andern Theilkorn (also dem Mittelpunkt des ganzen Zwillingskorns) zugekehrt ist, zeigt eine geringere Abnahme und im Ganzen einen beträchtlich grössern Wasserreichthum als die äussere Seite. Die Risse sind in der Regel ausschliesslich nach jener Seite gekehrt (Fig. 14, f und Fig. 15, d auf Taf. XXV). So verhalten sich auch die seitlichen Theilkörner von einreihigen Drillings- und Vierlingskörnern (Fig. 13, a auf Taf. XXV; Fig. 8, b auf Taf. XXVI), und alle Theilkörner von dreieckigen Drillings-, von viereckigen und tetraedrischen Vierlingen u. s. w. (Fig. 1, a, b und Fig. 8, c auf Taf. XXVI). Die mittlern Theilkörner von einreihigen Drillings- und Vierlingskörnern, welche eine kurzcyllindrische oder tonnenförmige Gestalt und zwei gegenüberliegende Bruchflächen besitzen, bestehen an der Cylinderfläche aus einer dichtern, an den Endflächen aus einer weichern Substanz (Fig. 13, a auf Taf. XXV und Fig. 8, b auf Taf. XXVI).

Aus diesen Thatsachen ergiebt sich deutlich, dass in den Theilkörnern die Vertheilung des Wassergehaltes zwar wesentlich von der Schichtung abhängt, insofern als der Kern immer aus der weichsten Substanz besteht; dass aber morphologisch gleiche Stellen, welche am zusammengesetzten Korn ungleich weit von der Oberfläche entfernt sind, auch ungleichen Wassergehalt zeigen; indem die Substanz an den Bruchflächen immer weicher ist als an der gewölbten Fläche eines Bruchkorns.

Es deuten einige Erscheinungen darauf hin, dass man für die Theilkörner die allgemeine Regel aussprechen könne, der Wassergehalt nehme vom Kern zur Peripherie jedes einzelnen Theilkorns ab, aber die gleiche Schicht sei um so wasserreicher je weiter sie von der Oberfläche des ganzen zusammengesetzten Korns entfernt ist. Wenigstens befindet sich an den Theilkörnern eines einschichtigen Vierlings (Fig. 13, c auf Taf. XXV) oder eines fünf- und mehrzähligen zusammengesetzten Korns (Fig. 12, a, d auf Taf. XXVI; Fig. 12, i auf Taf. XXV) die grösste Dichtigkeit an der gewölbten (äussern) Fläche, eine geringere an der inneren Bruchfläche und eine mittlere an den seitlichen Bruchflächen.

Die so eben für den Wassergehalt der verschiedenen Seiten eines Bruchkorns ausgesprochenen Thatsachen ergeben sich übereinstimmend aus dem ungleichen Lichtbrechungsvermögen der Substanz, aus der Richtung der Risse beim Austrocknen (wenn z. B. in einem ovalen gestutzten Korn eine Spalte in der Form von der Wandung eines Trichters vom Centrum nach der gestutzten Fläche geht, die letztere mag dem Centrum am nächsten oder am fernsten liegen, und wenn nach den übrigen Seiten hin keine Risse sich bilden, so unterliegt es keinem Zweifel, dass der grösste Wasserreichthum in der Richtung der trichterförmigen Spalte sich befindet), endlich aus dem Verhalten beim Aufquellen und bei der Auflösung.

Da die Risse fast ausschliesslich in radialer Richtung auftreten, so muss, wie oben (Pag. 56 ff.) gezeigt wurde, beim Austrocknen die Substanz in den tangentialen Richtungen sich mehr zusammen gezogen haben als in radialer; es müssen also im feuchten Zustande mehr Wassertheilchen in jenen Richtungen zwischen den Stärketheilchen eingelagert sein als in dieser. Die Folgerung ist, wie schon bemerkt, nur unter der Voraussetzung richtig, dass die Cohäsion in allen Richtungen die nämliche sei. Nun sind aber die Stärkeköerner geschichtet, und bestehen abwechselnd aus dichten und aus weichen Schichten. Man sollte daher vermuthen, dass die Spaltbarkeit parallel mit der Schichtung grösser sei als senkrecht zu derselben. Man sollte namentlich denken, dass zwei dichte Schichten, die von einer spaltenförmigen fast wasserähnlich verdünnten Substanz getrennt sind, sich leicht von einander ablösen. Die radialen Risse, welche bei der Wasserentziehung sich bilden, beweisen also um so eher die supponirte Anordnung der Wassertheilchen. Sie würden nichts beweisen, wenn die Cohäsion in radialer Richtung beträchtlich stärker wäre, als in den beiden tangentialen Richtungen.

Indess wirkt bei der Bildung der radialen Spalten wohl noch eine zweite Ursache mit, nämlich der grössere Wasserreichthum der innern Schichten. Beim Eintrocknen werden die weichsten Partien am meisten Wasser abgeben; und es muss sich die Wirkung zuerst in ihnen äusseren. Dahin gehört der Kern; seine Substanz zieht sich zusammen, und reisst wahrscheinlich in verschiedenen Richtungen. Wenn die umgebende weiche Substanz durch Wasserabgabe in eine hinreichende Spannung versetzt wird, so werden die im Kern vorhandenen Trennungen der Substanz als radiale Risse sich auf die umgebenden Schichten fortsetzen und dieselben durchbrechen, eher als dass zwischen diesen neue (tangentiale) Spalten entstehen. Auf gleiche Weise würden sich die radialen Risse weiter nach aussen hin fortpflanzen.

Diese Betrachtungsweise hat so viel wahrscheinliches, dass man auf den ersten Blick geneigt sein möchte, die Verschiedenheit im Wassergehalt zwischen äusserer und innerer Substanz als die einzige Ursache der Rissebildung anzusehen. Wenn aber nicht noch eine ungleiche Einlagerung der Stärketheilchen in verschiedenen Richtungen hinzukäme, so wäre der Mangel von tangentialen Spalten unerklärlich, namentlich in Fällen, wo zwischen Kern und Peripherie stellenweise sehr wasserreiche Partien auftreten, oder wo selbst bei sehr excentrischer Lage des Kerns die weichste Substanz zwischen diesem und dem hintern Ende des Korns liegt. Bei Körnern der letztgenannten Art kommt es selbst vor, dass die beim Austrocknen entstehenden Risse nicht im Schichtencentrum sondern in der Mitte des Korns von verschiedenen Punkten beginnen, und von da gegen das hintere Ende sich fortsetzen, indem sie die Schichten senkrecht durchbrechen. Diess ist bei den ovalen oder elliptischen Stärkekörnern in den Knollen von *Himanthoglossum hircinum* Rich. der Fall. Ein gleichmässiges Austrocknen der innern Substanz in allen Richtungen würde hier, wie überhaupt bei den sehr excentrisch geschichteten Formen, mit den Schichten parallel laufende Spalten in der Mitte des Korns erwarten lassen.

Aus den beiden Thatsachen, grösserer Wassergehalt der innern Substanz und vorzugsweise Einlagerung der Wassertheilchen in den tangentialen Richtungen neben die Substanztheilchen lassen sich, wie ich glaube, alle Erscheinungen beim Austrocknen oder bei der Anwendung von Alcohol erklären. Ich verweise dabei auf die Schilderung, welche ich oben (Pag. 41. ff.) von dem Verlauf der Spalten und Risse gegeben habe.

Die erste Einwirkung bringt im Kern und den ihn zunächst umgebenden Schichten, wo am meisten Wasser entzogen wird, einen hohlen Raum hervor, welcher die Form des Kerns besitzt.

Wenn der Kern central und kugelig ist und demnach die Schichten ringsum gleich sind, so müssen auch, sobald Wassertheilchen entzogen werden, die Spannungsverhältnisse ringsum (in allen Radien) die nämlichen sein. Es treten daher strahlenförmige Risse auf, welche gleichmässig nach allen Seiten vertheilt sind.

Ist der kugelige Kern excentrisch und haben demnach die einzelnen Schichten auf zwei gegenüberliegenden Punkten eine grösste und geringste Mächtigkeit, so müssen die Spannungsverhältnisse in den einzelnen radialen Richtungen ungleich sein; und zwar so, dass sie um die Achse symmetrisch vertheilt sind. Wenn der (zur Achse rechtwinklige) Querschnitt nahezu kreisrund ist, so scheint der Spannung am besten durch die Risse genügt zu werden, welche um den langen Radius, wo die grösste Austrocknung statt hat, in Form eines Kegelmantels vertheilt sind; und es scheint nicht, dass aus dieser eigenthümlichen Anordnung der Risse etwas Weiteres über eine besondere Anordnung der Stärke- und Wassertheilchen gefolgert werden könne.

Auf gleiche Weise verhält es sich mit den Theilkörnern. Die Mitte der gewölbten Fläche entspricht dem kurzen, die Mitte der Bruchflächen dem langen Radius von einfachen excentrischen Körnern. Es bildet sich eine trichterförmige Spalte, wobei aber die Tendenz derselben, ihren Verlauf gegen die Kanten zwischen den Bruchflächen und der gewölbten Fläche zu nehmen, auffallend hervortritt. Dass in tonnenförmigen und kurzcyllindrischen Theilkörnern sich zwei solcher Spalten bilden, ist begreiflich (Fig. 13, a auf Taf. XXV).

Denken wir uns z. B. eine einzelne Schicht aus einem Kartoffelstärkekorn. Dieselbe hat eine eiförmige Gestalt; der schmale Theil entspricht dem Kern und dem kurzen Halbmesser, der breite Theil des Eis dem langen Halbmesser. An der letztern Stelle ist der Wassergehalt am grössten; er nimmt nach der erstern allmähig ab. In Folge des Wasserverlustes hat die eiförmige Schale das Bestreben, sich auf eine kleinere Oberfläche zusammenzuziehen, was ihr aber wegen der eingeschlossenen oder der adhären den äusseren Substanz nicht gestattet ist. Die grösste Spannung wird sich zunächst in der Gegend des langen Halbmessers geltend machen, welcher der Mittelpunkt der am meisten eintrocknenden Substanz ist. Die Continuität wird auch ohne Zweifel hier zuerst durch einige zarte Risse unterbrochen werden. Allein wegen der geringen Dehnbarkeit der Substanz können dieselben nur auf eine geringe Entfernung die Spannung neutralisiren. Das Maximum der Spannung wird dann in einem Kreis um den Mittelpunkt liegen, und eine Unterbrechung der Substanz durch eine zarte Ringspalte veranlassen. Darauf wird die Spannung sich auf einen grössern Kreis concentriren, und wieder eine kreisförmige Spalte verursachen. Die Spalten müssen von innen nach aussen an Stärke zunehmen, so wie ihr Krümmungshalbmesser grösser wird. Ueber einen gewissen Punkt hinaus wird ihre Mächtigkeit rasch abnehmen,

theils weil die Menge des abgegebenen Wassers geringer wird, theils weil der Krümmungshalbmesser nicht mehr bedeutend zunimmt oder selbst sein Maximum erreicht hat. Dieser Anschauung entspricht vollkommen die früher erwähnte Thatsache, dass oft viele in einander steckende trichterförmige Spalten beobachtet werden, welche nach dem Kern und nach der Achse hin wegen ihrer Zartheit allmählig undeutlich werden, so dass also die einzelne Schicht von mehreren ringförmigen Spalten durchbrochen ist, die von innen nach aussen an Stärke zunehmen; auf die stärkste äussere Spalte folgen zuweilen noch eine oder einige wenige, deren Mächtigkeit rasch abnimmt.

Ist dagegen das Korn mit excentrischem Kern zusammengedrückt, so sollten nach der eben entwickelten Ansicht die Spalten in jeder einzelnen Schicht eine elliptische oder längliche Gestalt und im ganzen Korn die Form eines zusammengedrückten Trichters zeigen. Diess kommt wirklich in Körnern mit rundlich ovalem oder ovalem Querschnitt vor. Sind sie aber stärker zusammengedrückt, so verwandelt sich der flachgedrückte Trichter meistens in eine einfache Spalte, die mit der grössten Ebene des Kornes zusammenfällt. Die Spannungsverhältnisse in jeder der beiden durch die Spalte geschiedenen Hälften müssen nun symmetrisch zu beiden Seiten der Achse vertheilt sein. Ihnen genügen Risse, die von dem Kern und dem innern Theil der Halbmesser divergirend ausstrahlen, und den Rändern jener zusammengedrückten trichterförmigen Spalten entsprechen; sie treffen die Hauptspalte rechtwinklig. Statt dieser radienförmigen Risse können auch eine Längs- und eine Querspalte entstehen, die sich im Schichtencentrum kreuzen, und zur Hauptspalte die nämliche Lage zeigen.

Wenn der centrale Kern verlängert und stielrund ist, und das Korn eine oval-cylindrische Form hat, so müssen die Spannungsverhältnisse ringsum die Achse in allen Richtungen sich in gleichem Maasse geltend machen. Von der Höhlung, welche die Gestalt des Kerns zeigt, gehen daher Risse aus, welche um die Achse gleichmässig vertheilt sind.— Solche Körner stimmen im Allgemeinen, was ihre Form und die Richtung der Achse betrifft, mit den innern Theilkörnern von einreihigen Drillingen und Vierliugen überein. Die Risse sind aber, sowie die Struktur, ganz verschieden. Bei den letztern ist Kern und Höhlung kugelig; die Spannung vertheilt sich daher radial zugleich um das Centrum und um die Achse; und es entstehen zwei trichterförmige Spalten, deren Scheitel sich in der centralen Höhlung berühren.

Ist der längliche Kern zusammengedrückt, so entsteht zuerst, wie in allen Fällen, eine Höhlung von der Form des Kerns. Sie ist spaltenförmig. Wenn nun auch die Spannung, die bei weiterer Austrocknung sich in den innern Schichten geltend macht, nach allen Radien der Achse gleich wirkt, so ist doch begreiflich, dass zunächst die schon vorhandene spaltenförmige Trennung der Substanz sich erweitert und am Umfange vergrössert. Man trifft daher in trockenen Stärkekörnern mit verlängertem flachem Kern, sie mögen fast stielrund oder zusammengedrückt sein, beinahe ohne Ausnahme eine Längsspalte, die mit der Fläche des Kerns zusammen trifft. Den Spannungen in jeder Hälfte genügt dann am ehesten eine zweite Längsspalte, welche sich mit der ersten rechtwinklig kreuzt, etwas schwächer ist als jene, und welche ebenfalls regelmässig vorkommt.

Wenn der Kern kreisrund und wie eine Scheibe platt gedrückt ist, so hat auch die Höhlung, die sich bildet die Form einer kreisförmigen Spalte, welche bei stärkerer Wasserentziehung sich auf die nächsten Schichten fortsetzt. Man findet demnach in den trockenen Körnern meist eine Spalte, die mit der grössten Ebene des linsenförmigen Kornes zusammenfällt. Die Spannungsverhältnisse sind in jeder der beiden kreisrunden Hälften gleichmässig um den Mittelpunkt vertheilt; daher zeigen die zarten Risse, die überdem zuweilen noch auftreten, einen radialen, nach allen Seiten gleichmässigen Verlauf und stehen senkrecht zu der Hauptspalte. — Durch diese strahlenförmigen Risse unterscheiden sich die kreisrunden von den vorhin erwähnten länglichen zusammengedrückten Körnern. Bei den letztern gruppieren sich die spannenden Kräfte jeder Hälfte nicht strahlenförmig um einen Mittelpunkt, sondern symmetrisch um eine Längsachse; und bewirken daher eine zweite Längsspalte, die mit der Hauptspalte ein Kreuz bildet.

Diess sind im Allgemeinen die Erscheinungen, welche Wasserentziehung an den Stärkekörnern hervorbringt. Im Einzelnen kommen eine Menge von Modificationen vor, welche einerseits von den Abweichungen in der Gestalt und im Bau, andererseits von dem wasserentziehenden Mittel und von seiner raschern oder langsamern Einwirkung herrühren. So verhalten sich z. B. die Körner der Kartoffel etwas verschieden, wenn ihnen durch Verdunstung oder durch Weingeist das Wasser entzogen wird.

Wenn man frische Kartoffelstärkeköerner in absoluten Alcohol bringt und denselben stets erneut, so verschwinden die

Schichten fast ohne Ausnahme. Im Innern entstehen kurze breite Risse, die vom Centrum ausgehen. Ganz allgemein treten zwei derselben auf, die einander opponirt und zur Zellenachse rechtwinklig, oder etwas nach der Seite des langen Halbmessers geneigt sind. Sie bilden die Durchschnittsansicht einer kreisförmigen Spalte (Taf. XIII, Fig. 6). Sehr häufig kommt noch ein dritter Riss in der Richtung des kleinen Halbmessers hinzu (Fig. 7), oder auch ein vierter in der Richtung des langen Halbmessers (Fig. 10). Seltener finden Abweichungen statt, sodass die Längsspalte vorzüglich ausgebildet ist (Fig. 9), oder dass ausser dem Kreuz noch andere radiale Risse auftreten (Fig. 8).

Ausgetrocknete Kartoffelstärkekörner, die man in Oel betrachtet, erscheinen ganz homogen und dabei bald solid, bald mit einer kleinen linsenförmigen Luftblase im Centrum, welche die nämliche Lage zeigt wie die kreisförmige Spalte, die bei Einwirkung des Alcohols sich bildet, nämlich quer zur Achse.

Es giebt einige Erscheinungen, welche dafür sprechen, dass nicht bloss in der Richtung vom Centrum nach der Peripherie die Substanz in alternirenden Schichten weicher und dichter ist, sondern dass auch in tangentialer Richtung (in der nämlichen Schicht) abwechselnd weichere und dichtere Partien vorkommen. Die unmittelbare microscopische Beobachtung hat zwar auch bei den stärksten Vergrösserungen bis jetzt keine solche Differenz nachgewiesen. Allein die Erscheinungen bei der Auflösung zeigen, dass nicht alle Stellen gleich schnell angegriffen werden.

Wenn die Auflösung von aussen her einwirkt, so werden in besondern Fällen zuerst einzelne rundliche Stellen resorbirt (Taf. XVIII, Fig. 14, 27, 35, 39, 42; Fig. 12 im Querschnitt gesehen), welche bei gedrängter Lage parenchymatisch erscheinen (Taf. XVIII, Fig. 15, 16, 13, 10). Diess kann nicht von einer ungleichmässigen Vertheilung des Lösungsmittels herrühren; sondern es muss an der Oberfläche eine Ungleichheit in der Beschaffenheit der Substanz in Form eines Netzes vorhanden sein.

Die Erscheinungen, welche für einen maschigen Bau auch der innern Substanz sprechen, lassen sich am schönsten bei Kartoffelstärkekörnern verfolgen. Wenn man dieselben schwach röstet und dann mit verdünntem Weingeist in Berührung bringt, so bemerkt man eine Reihe von Veränderungen, auf welche ich im VII. Kapitel (von der Auflösung der Stärkekörner) näher eintreten werde. Es ergiebt sich daraus, dass die weichsten Partien zuerst aufquellen und aufgelöst werden; der Kern und die innere Substanz früher als die äussere; und unter den Schichten selbst die weicheren zuweilen deutlich vor den dichtern. Dabei zeigt häufig die Substanz, sowohl die innere als die äussere mit Anschluss der äussersten Rinde, eine netzförmige Auflöckerung, indem sich viele kleine hohle Räume bilden, die bald entfernter stehen und rundlich erscheinen, bald bei sehr gedrängter Lage ein eckiges Maschenwerk darstellen. Die Maschen liegen, wie man sich oft mit Leichtigkeit überzeugt, in der gleichen Schicht flächenförmig neben einander. Aus dieser Thatsache geht hervor, dass unter gewissen Umständen die Substanz einer Schicht nicht gleichzeitig gelöst wird, sondern dass die Auflösung auf zerstreuten Punkten beginnt und zunächst noch ein netzförmiges Balkenwerk übrig lässt.

Die Stärkekörner, welche das Tapiocamehl bilden, sind durch feuchte Hitze mehr oder weniger verändert. Unter den verschiedenen Erscheinungen, welche daran beobachtet werden und welche ich später erörtern werde, gehören auch die, dass zuweilen schmale cylindrische Kanälchen und linienförmige Streifen von der innern Höhlung bis zur Oberfläche gehen, oder dass seltener eine dicke äussere Schicht radial gestreift erscheint. Die Ursache dieser Kanälchen und Streifen ist ungewiss; aber soviel scheint doch daraus hervor zu gehen, dass eine Ungleichheit der Substanz nicht bloss in radialer Richtung schichtenförmig, sondern auch in tangentialer Richtung als strahlenförmige Streifen vorkommt.

Diese Ungleichheit in der Substanz der nämlichen Schicht kann nun möglicher Weise darin bestehen, dass die einen Stellen (die Felder des Netzwerkes) weicher, die andern (die Balken zwischen den Feldern) dichter sind. Wenigstens würde diess mit der Thatsache, die später nachgewiesen werden soll, übereinstimmen, dass unter gleichen Umständen die weichen Partien früher aufgelöst werden als die dichtern.

Wenn ich vorhin sagte, dass die unmittelbare microscopische Beobachtung nichts von einer ungleichen Dichtigkeit auf den tangential neben einander liegenden Stellen wahrnehmen lasse, so steht das im Widerspruch mit den Angaben Hartig's, welcher sogar radienförmig gestellte Kanäle annimmt (Bot. Zeit. 1855, Pag. 908). Am unverletzten Stärkehorn der Linse sah er aufs deutlichste eine grosse Menge von Tüpfelkanälen durch alle Ablagerungsschichten hindurch vom

Innenräume nach dem Umfange hin verlaufen. Auch an den Körnern aus Samen von *Pisum sativum*, aus den Knollen von *Colchicum autumnale* und aus der Wurzel von *Erythrina Corallodendron* sollen sie noch deutlich sein. Hartig bemerkt, diese feinen, gleich breiten und cylindrischen Tüpfelkanäle seien wohl zu unterscheiden von den grössern und unregelmässig nach aussen sich verzweigenden Rissen und Sprüngen; aber er sagt nicht, ob er sie an frischen oder wieder aufgeweichten Stärkekörnern beobachtet, und auf welche Weise er sich von der cylindrischen Form der Kanäle überzeugt habe.

Ich habe gegen das Vorkommen von cylindrischen Kanälen Folgendes einzuwenden. Erstlich zeigen frische Stärkekörner in der Regel überhaupt nichts von einer solchen Erscheinung. Nur in abnormalen Fällen kommen darin radiale Streifen vor (vgl. Pag. 42), die aber die Gestalt von wirklichen Rissen haben. — Zweitens sind an ausgetrockneten und wieder in Wasser gelegten Körnern die zarten Linien, die in gleicher Dicke von innen nach der Peripherie verlaufen, und die zuweilen zwischen den stärkeren, nach aussen sich verschmälernden Rissen liegen, ebenfalls spaltenartig; man kann auch oft leicht durch Druck ganz gleiche Risse hervorbringen. — Drittens zeigt die Flächenansicht der Körner zuweilen kleinere und grössere rundliche Stellen von röthlicher Färbung und von täuschender Aehnlichkeit mit den Poren einer Zellmembran, die von der Fläche betrachtet wird. Allein diese rundlichen porenartigen Stellen sind auf die Oberfläche beschränkt, wie man sich aus den seitlichen Ansichten leicht überzeugt; sie stellen eine Form der Auflösung dar (vgl. unten dieses Kapitel).

Die Zellmembran zeigt mit Rücksicht auf die Vertheilung des Wassergehaltes ganz die gleichen Erscheinungen wie die Stärkekörner. Es wechseln von innen nach aussen Schichten von weicher und dichter Substanz. Man unterscheidet dieselben oft sehr deutlich, vorzüglich an dickwandigen Zellen von mittlerem Wassergehalt, z. B. an manchen Cacteen, an verschiedenen Algen. Die wasserarmen Schichten erscheinen weisslich, meist etwas bläulichweiss; die wasserreichen dagegen röthlich. Die letztern sehen oft vollkommen wie Spalten aus. Dass es aber keine wirklichen Spalten sind, sieht man an Stücken von dünnen Durchschnitten, wo sie an Wasser grenzen. Lichtbrechung und eine zarte trennende Linie zeigen deutlich, dass die scheinbaren Spalten nicht mit Wasser sondern mit einer weichen Substanz gefüllt sind.

Sehr häufig sind die Schichten, namentlich die weichen, so dünn, dass sie nur als mehr oder weniger starke Linien gesehen werden.

Von den Stärkekörnern unterscheiden sich die Membranen darin, dass dieselben zuweilen in ihrer ganzen Dicke (abgesehen von dem Wechsel der weichen und dichten Schichten) einen ungefähr gleichen Wassergehalt besitzen, dass zuweilen die Menge des eingelagerten Wassers von innen nach aussen, und häufig von aussen nach innen hin zunimmt.

Eine Eigenthümlichkeit der Membranen besteht auch darin, dass man in ihnen auf Durchschnitten zuweilen radiale Streifung (von innen nach aussen) wahrnimmt. Unterscheidet man deutlich weiche und dichte Schichten, so sind nur die letztern gestreift. Die Streifen erscheinen abwechselnd weisslich und röthlich. Von der Fläche betrachtet, zeigt die Membran zarte röthliche Punkte. Die Wassermenge ist also in der Art vertheilt, dass in einem dichten Netz isolirte weiche Stellen auftreten. Diese Erscheinung erinnert an das vorhin berührte Verhalten der Schichten in den Stärkekörnern, welche unter gewissen Umständen sich ebenfalls in ein Netz verwandeln.

Wenn man Stärkekörner austrocknen lässt und sie dann wieder befeuchtet, so verschwinden die Risse und die Höhlung im Schichtencentrum, die sich durch die Wasserentziehung bildeten, nicht wieder, sondern sie werden vielmehr noch grösser, als sie es im trocknen Zustande waren. Würden die einzelnen Theile des Kornes gleich viel Wasser und in gleicher Weise einlagern, wie im frischen Zustande, so müssten sie auch wieder den gleichen Raum einnehmen, und Risse und Höhlungen müssten verschwinden. Da diess nicht der Fall ist, so können wir zweierlei annehmen. Entweder dehnt sich die innere Substanz weniger aus, und nimmt desswegen nicht mehr den Raum ein, den sie ursprünglich ausfüllte. Oder die Rinde wächst auf eine grössere Kugelfläche, und zieht die mit ihr durch Adhäsion verbundene innere Masse auseinander, so dass diese, trotzdem dass sie ebenfalls wächst, die Spalten nicht mehr zu schliessen vermag. Es wäre auch möglich, dass beide Ursachen zusammen wirkten, und dass somit beim Wiederbefeuchten innere und äussere Substanz das Bestreben hätten, jene etwas weniger diese etwas mehr Wasser einzulagern

als im ursprünglichen Zustande. Es liesse sich das vielleicht an grossen Stärkekörnern, die beim Austrocknen starke Risse bekommen, ausmitteln, wenn man die Oberfläche und das Volumen des gleichen Kornes im frischen, trockenen und wiederbefeuchteten Zustande und den Raum, den die Risse einnehmen, berechnen könnte.

Dass Rinde und innere Substanz beim Wiederbefeuchten in ungleichem Maasse sich ausdehnen, ergibt sich auf Deutlichste auch aus folgender Beobachtung. Kartoffelstärkekörner aus einem frischen Knollen wurden mit Gummi eingetrocknet, und dünne Durchschnitte davon angefertigt. Nahmen dieselben überall in gleichem Verhältniss Wasser auf, wie im ursprünglichen Zustande, so mussten sie ihre Gestalt behalten. Dehnte sich die innere Substanz stärker aus, so mussten die Durchschnitte sich uhrglasartig biegen. Nahm aber die Rinde mehr zu, so mussten sie Verbiegungen des Randes und Drehungen zeigen. Das letztere war fast ohne Ausnahme der Fall. Die meisten der Durchschnitte waren unregelmässig verbogen und mit welligem Rande; einzelne waren einmal um sich selbst gedreht. Dass die einen regelmässig, die andern unregelmässig sich gekrümmt haben, hängt wahrscheinlich theils von gleicher oder ungleicher Dicke, theils davon ab, wie die Schnitte zur Längsachse geführt wurden.

Abschnitte der Stärkekörner (die auf der einen Fläche von der Rinde, auf der andern von der innern durchschnittenen Substanz begrenzt waren) hatten sich etwas uhrglasartig gebogen und am Rande trichterförmig erweitert. Beide Thatsachen, die Verbiegungen der Durchschnitte und die einfache Krümmung der Abschnitte, zeigen, dass die äussern Schichten in den tangentialen Richtungen mehr Wasser aufnehmen als die inneren Schichten. Ob dabei sich die tangentialen Richtungen und die radiale gleich oder ungleich verhalten, lässt sich aus diesem Versuche nicht ausmitteln.

Die Abschnitte zeigten noch eine merkwürdige Erscheinung, die fast nie fehlte. Von der Fläche angesehen, war der Rand ringsherum zerschlitzt, und das oft auf sehr zierliche Weise, mit spitzen Vorsprüngen zwischen rundlichen bald seichten bald tiefen Ausbuchtungen (letztere konnten 5 mal so breit als tief, aber auch $2\frac{1}{2}$ mal so tief als breit sein). Das Messer kann diess nicht hervorgebracht haben, sonst müsste doch wahrscheinlich ein Unterschied zwischen den verschiedenen Seiten (wo der Schnitt die Oberfläche traf, wo er sie verliess, und wo er parallel mit derselben sich bewegte) bemerkbar sein. Die Ursache der Erscheinung ist mir übrigens noch räthselhaft; vielleicht mag dabei das Bestreben der äussern Schicht sich stärker auszudehnen, mit einer Ungleichheit in der Beschaffenheit der Substanz zusammentreffen, eine Ungleichheit, welche ich schon angedeutet habe (pag. 62), und auf die auch Erscheinungen des Aufquellens und der Auflösung hindeuten.

Die eben mitgetheilten Beobachtungen wurden im Nov. 1853 gemacht. In der Bot. Zeit. 1855, Pag. 905 werden ähnliche Untersuchungen von Hartig mitgetheilt, aber mit abweichender Auffassung der faktischen Verhältnisse und mit ganz verschiedener theoretischer Folgerung. Er sah ebenfalls den zerschlitzten Rand, welcher das Ansehen gewährte, als ob er aus 10 bis 40 kleinen Mondsicheln mit nach aussen gekehrten Spitzen zusammengesetzt wäre. Hartig giebt aber an, dass dieser buchtig-gezähnte Rand an Durchschnitten mit parallelen Schnittflächen vorkomme, und dass somit die Oberfläche selbst die rundlichen Vertiefungen und spitzen Vorsprünge zeige. Dieses Factum muss ich in Zweifel ziehen; es ist nicht die Oberfläche sondern der kantige sich flügelartig verlängernde Rand, welcher buchtig gezähnt wird; und dessnachen ist die Erscheinung viel eher an Abschnitten als an Durchschnitten mit parallelen Schnittflächen zu sehen.

Hartig sucht die Ursache der Erscheinung in der derberen Wandung von Tüpfelkanälen, die von der innern Höhlung nach dem Umfang des Stärkekorns verlaufen, und in der Erweichung der dazwischen liegenden Masse. Die letztere soll sich einsenken, während die Tüpfelkanäle ihre ursprüngliche Länge behalten und daher als Spitzen vorspringen. Es scheint mir aber einleuchtend, dass ein solcher Prozess das entgegengesetzte Resultat hervorbringen müsste. Wenn eine feste Substanz (Stärke, Cellulose etc.) sich erweicht, d. h. Wasser aufnimmt, so quillt sie auf und vergrössert ihr Volumen (vgl. das folgende Kapitel). Es müsste der Raum zwischen zwei derben radialen Strängen sich buckelartig erheben, statt buchtartig einsinken. — Wenn wirklich, was ich aber, wie bereits bemerkt, für mehr als zweifelhaft halte, die Oberfläche von durchschnittenen Körnern Erhabenheiten und Vertiefungen zeigte, so müsste das allerdings durch eine ungleichmässige Quellung erklärt werden. Man müsste dann annehmen, dass die Substanz auf verschiedenen Radien sich ungleich ausdehne, und dass die äussern Schichten in die Fläche stärker wachsen als die innern.

Die schneckenförmigen Bildungen der Durchschnitte, worunter offenbar die oben genannten Verbiegungen und Dre-

lungen verstanden sind, erklärt Hartig aus der Streckung eines dicken um einen Innenraum gewundenen Astathebandes. Nicht bloss ist aber in den Stärkekörnern durchaus keine Andeutung für eine spiralgige Anordnung der Theile vorhanden; es möchte selbst schwer sein, sich eine Vorstellung von der mechanischen Wirkung eines solchen Bandes zu machen, welche die Drehung einer Scheibe um sich selbst zur Folge hätte, — während die oben gegebene Erklärung nicht bloss die mechanischen Bedingungen vollkommen enthält, sondern auch genau der anderweitig festgestellten Verschiedenheit von äusserer und innerer Substanz entspricht.

Man stellt sich gewöhnlich vor, dass die Höhlung und die Risse, welche beim Austrocknen der Stärkekörner entstehen, sich mit Luft füllen und in dieser Weise auch beim Befeuchten mit Wasser noch sichtbar seien. Die Unrichtigkeit dieser Annahme ergibt sich aus verschiedenen Thatsachen. Betrachtet man trockene Körner in Luft, in Oel oder in absolutem Alcohol, so bemerkt man darin oft eine kleine, mit Gas gefüllte Höhlung. Dieselbe hat immer im Ganzen die Gestalt des Kerns; ist derselbe kugelig, so hat auch die Höhlung ziemlich gleiche Dimensionen; ist er cylindrisch, so erscheint die Höhlung als Kanal; ist er zusammengedrückt, so hat sie die Gestalt einer Spalte mit ovalem oder länglichem Querschnitt. Von den strahlenförmigen Rissen sieht man in den trockenen Körnern in der Regel noch gar nichts, oder sie sind nur schwach angedeutet. Als deutliche, mit Gas gefüllte Spalten habe ich sie nicht gesehen.

Bringt man zu den in Alcohol liegenden Stärkekörnern vorsichtig wiederholt geringe Mengen von Wasser, so kann man die Veränderungen, die sie erfahren, deutlich verfolgen. Man sieht, wie die Körner durch Wasseraufnahme etwas grösser werden, und wie die vorher unsichtbare Schichtung nach und nach deutlich wird. Man sieht ferner, wie die Gasblase in der centralen Höhlung verschwindet und wie von der letztern ausstrahlende Risse zum Vorschein kommen. Die Schnelligkeit, mit der das Gas aufgelöst wird, in Verbindung mit der Thatsache, dass es durch Austrocknen sich bildete, lässt darüber keinen Zweifel, dass es Wassergas ist. Wenn in der centralen Höhlung auch atmosphärische Luft enthalten wäre, so müsste sie durch Diffusion hineingekommen sein. Diess ist aber von vornherein unwahrscheinlich, da die vollkommen porenlose Wandung des Stärkekorns ein unübersteigliches Hinderniss darstellt. Wir werden später bei den Erscheinungen, welche geröstete Stärkekörner zeigen, sehen, dass selbst ein ungeheurer Druck von einigen hundert Atmosphären nicht im Stande ist, das Gas durch die Wandung hindurchzupressen. Ueberdem beweist die schnelle Absorption des Gases durch Wasser, dass es nicht atmosphärische Luft sein kann.

Die Erscheinungen beim Austrocknen und beim Wiederbefeuchten der Stärkekörner sind also folgendermassen aufzufassen. Durch stärkeres Eintrocknen der innersten Substanz bildet sich daselbst eine Höhlung, die mit dem sich verdunstenden Wasser gefüllt ist. Die übrige Substanz wird durch ungleiches Eintrocknen zerrissen; aber die Risse klaffen wenig, oder ihre Flächen liegen auch dicht auf einander. Beim Befeuchten löst das Wasser einerseits das Wassergas auf; anderseits werden durch ungleiche Ausdehnung der Substanz die Risse weiter, indem sie sich mit Wasser füllen.

Die Höhlungen und Risse der früher ausgetrockneten Stärkekörner, die man in Wasser untersucht, enthalten überhaupt nie gasförmige Substanzen, sondern immer Wasser. Die irrtümliche gegentheilige Ansicht rührt daher, dass man geneigt ist, einen dunkeln oder schwarzbegrenzten Raum unter dem Microscop als mit Gas gefüllt zu betrachten. Ich habe aber schon oben darauf hingewiesen, dass man durch Druck auf Stärkekörner, die in Wasser liegen, Spalten hervorbringen kann, welche schwarz erscheinen und doch nur Wasser enthalten (vgl. Pag. 54). Den Unterschied einer mit Luft und mit Flüssigkeit gefüllten Höhlung, kann man sehr gut beobachten, wenn man, wie ich vorhin angab, trockene Stärkekörner zuerst in Weingeist betrachtet, und dann allmählig Wasser zusetzt.

Selbst die schwarzen Spalten, wie man sie namentlich an benetzten Stärkekörnern von Samen der Hülsenfrüchte (Taf. XVIII, 17, 18 B, 22, 23, 48 B), übrigens auch oft an andern Stärkearten (z. B. Taf. XVIII, 40) sieht, sind nur mit Wasser gefüllt. Man überzeugt sich davon schon beim Drehen (Fig. 18 A und B, 48 A und B). Im trocknen Zustande war ferner die Spalte nur als Trennung der Substanz angedeutet; erst beim Befeuchten des Kornes klappte sie, indem Wasser in dieselbe entleert wurde. Endlich stimmen damit auch die Erscheinungen überein, welche eintreten,

wenn man diese Körner durch Säuren oder Alcalien aufquellen lässt. Dabei bildet sich im Innern eine rundliche oder ovale Höhlung, in der nie eine Gasblase befindlich ist; die dunkle Spalte verschwindet in dem Maasse, als die Substanz aufquillt und das Brechungsvermögen des Wassers annimmt.

Ebenso wie alle Höhlungen und Risse, die sich durch Wasserentziehung bilden, beim Wiederbefeuchten bloss Wasser einschliessen, so verhält es sich auch mit denjenigen, welche schon im Innern der lebenden Gewebe auftreten. Diess gilt namentlich auch von den Spalten zwischen den Theilkörnern der halb- und ganz zusammengesetzten Körner (Taf. XJ, 12, 14; Taf XV, 9, 14 c, 16 c; Taf. XVI, 1, 6 b, 7 d und e, 9 b). Mit Unrecht vermuthete Fritzsche (Poggendorf's Annal. XXXII, Pag. 133), dass hier sich eine kleine flache Luftschicht befinde.

V. Wassergehalt der Stärkekörner unter dem Einfluss ungleicher Temperaturgrade und verschiedener löslicher Substanzen (Quellungserscheinungen).

Die Menge des Wassers, von welcher ein Stärkekorn durchdrungen ist, hängt von der Temperatur und von den Substanzen ab, welche darin gelöst sind. Von heissem Wasser, ebenso von kaltem, in welchem eine gewisse Menge von Schwefelsäure (Salpetersäure, Salzsäure) oder kaustischen Alcalien enthalten ist, zieht es beträchtlich mehr an. Die frischen, von Wasser durchdrungenen Körner quellen daher in diesen Flüssigkeiten auf.

Die Wirkung der Quellungsflüssigkeit geschieht in der Art, dass verdünntere Lösungen und geringere Temperaturgrade auch bei längerer Dauer keine merklichen Veränderungen hervorbringen. Wird aber ein bestimmter Concentrationsgrad und eine bestimmte Temperatur überschritten, so beginnt das Aufquellen, und durchläuft alle Erscheinungen bis zur Auflösung, wenn die Quellungsursache andauert. Die Verschiedenheiten bestehen dann nur darin, dass eine grössere Wärme oder eine concentrirtere Lösung den Process rascher zu Ende führt. Jene Temperaturgrenze, bei welcher an feuchter Kartoffelstärke die Quellungserscheinungen beginnen, beträgt 55 Grad Cent. für die grössern und 65 Grad für die kleinen Körner.

Die Wirkung der Quellungsmittel äussert sich nicht bloss so lange, als sie selbst anwesend sind, sondern sie verändern die Natur der Stärkesubstanz dauernd. Wenn sie entfernt werden (durch Neutralisation oder Erkalten), so wird die ursprüngliche Grösse und Struktur nicht wieder hergestellt; die aufgequollenen Körner werden nur wenig kleiner, und halten eine Quantität Wasser zurück, die der Quellungsflüssigkeit nicht sehr nachsteht.

Lufttrockene Stärkekörner, die man einer höhern Temperatur aussetzt, bleiben äusserlich zwar unverändert, erfahren aber solche Modificationen in dem Zusammenhang der kleinsten Theile, dass sie nachher in kaltem Wasser aufquellen. Die Temperaturgrenze, über welcher diese Erscheinungen eintreten, liegt zwischen 190 und 200 Grad Cent.

Während Kalilösung und verdünnte Schwefelsäure die Stärkekörner aufquellen machen, so werden andere Flüssigkeiten oder wässrige Lösungen von denselben in geringerer Menge aufgenommen als reines Wasser. So wirkt namentlich Alcohol, ebenso die Einlagerung von Jod als wasserentziehendes Mittel; ihr Einfluss ist an aufgequollenen Körnern viel bedeutender als im unveränderten Zustande.

Das Aufquellen der Körner scheint zuweilen gleichmässig statt zu finden; meistens aber geschieht es nicht in allen Theilen und in jedem Theil nicht in allen Richtungen in gleichem Maasse, sowohl was die

Zeitfolge als den Grad der ganzen Ausdehnung betrifft. Vorzüglich macht sich ein Gegensatz zwischen innerer und äusserer Substanz geltend, es mögen dieselben schichtweise sich von einander scheiden, oder den nämlichen Schichten angehören, welche stellenweise im Innern liegen und stellenweise an die Oberfläche treten. Ein anderer Gegensatz besteht bei gleichem Abstand von dem Umfange zwischen den verschiedenen Seiten excentrisch-gebauter Körner.

Die allererste Einwirkung des Quellungsmittels zeigt sich in den wasserreichsten Partien, im Kern und in den weichen Schichten, welche momentan oder für längere Zeit deutlicher werden. Dann macht sie sich überhaupt in der innern weichen Substanz geltend, welche anfänglich rascher aufquillt als die äussere dichtere. Diess wird durch direkte Beobachtungen und Messungen bewiesen, wonach das Volumen der innern Masse, lange ehe die Schichtung verschwindet, sich bedeutend mehr vergrössert als dasjenige der äussern, und selbst eine beträchtliche Zunahme erfahren kann, ehe in der äussern Substanz überhaupt eine merkliche Vergrösserung eintritt. Dafür spricht ferner der Umstand, dass bei einer gewissen Temperatur die kleinen bloss aus dichter Substanz bestehenden Körner noch unverändert bleiben, während die Quellung in den grössern, die eine weiche innere Masse einschliessen, bereits begonnen hat. Auch kann die Thatsache angeführt werden, dass die Risse, welche durch das Aufquellen entstehen, immer zuerst entweder im Schichtencentrum selbst oder bei sehr excentrisch geschichteten Körnern in der Mitte des Kornes, wo sich der grösste Wasserreichthum befindet, sichtbar werden.

In enger Beziehung zu der eben ausgesprochenen Regel, dass die innere Substanz die erste Einwirkung intensiver erfährt als die äussere, steht die zweite Regel, dass bei Körnern mit sehr excentrischer Schichtung die Quellung auf der dem Kern abgekehrten Seite, welche aus einer weichern Masse besteht, bei gleicher Entfernung von der Oberfläche rascher eintritt als an dem dichtern Kernende.

Bei längerer Einwirkung des Quellungsmittels nimmt dann aber die dichtere Substanz im Ganzen mehr Flüssigkeit auf als die weichere. Daher verschwindet meistens nach und nach die Schichtung, und die aufgequollenen Körner zeigen eine homogene, scheinbar überall gleich weiche Masse. Daher bildet sich auch häufig durch die spätere beträchtliche Ausdehnung der Rinde eine Höhlung im Innern. Auch die direkte Beobachtung weist für einige Fälle das spätere stärkere Aufquellen dichter Stellen nach.

Davon machen jedoch eine Ausnahme die alleräussersten Schichten, welche zugleich auch die dichtesten sind. Sie quellen nicht bloss langsamer auf als die Masse, die sie einschliessen, und werden bei rascher Einwirkung des Quellungsmittels zersprengt, indem die innere Substanz theilweise herausgetrieben wird; sondern auch nach lang andauernder Quellung bleiben sie als dichtere oberflächliche Schicht zurück. Ohne Zweifel liegt die Ursache dieser Erscheinung darin, dass die chemische Zusammensetzung nach der Oberfläche hin sich etwas verändert, wie später nachgewiesen werden wird.

Es ist übrigens sehr schwer, die Wirkung des Wassergehaltes und der chemischen Zusammensetzung von einander zu sondern, da die Wasserabnahme von innen nach aussen zusammentrifft mit der chemischen Veränderung. Der Einfluss der ungleichen Wassereinlagerung besteht nach meiner Ansicht darin, dass unter übrigens gleichen Umständen die weichste Substanz die Wirkung der Quellungsflüssigkeit zuerst empfindet, aber bei vollständiger Einwirkung den geringsten Quellungscoefficienten besitzt; — der Einfluss der chemischen Zusammensetzung dagegen darin, dass die von der reinen Stärke am meisten abweichende

Substanz den Quellungsmitteln am längsten widersteht, und auch bei vollständiger Einwirkung weniger sich ausdehnt als eine reinere Masse von gleicher Dichtigkeit.

Es besteht aber nicht nur eine Verschiedenheit zwischen den einzelnen Partien eines Stärkekorns mit Rücksicht auf die Zeit, in welcher das Aufquellen erfolgt, und mit Rücksicht auf die Volumenzunahme; sondern es dehnt sich auch die gleiche Partie oder die einzelne Schicht in verschiedenen Richtungen in ungleichem Maasse aus. So quellen namentlich die innern Schichten in radialer Richtung stärker auf als in den beiden Dimensionen der Fläche. Es geht diess aus den Rissen und Spalten hervor, welche oft im Innern entstehen und wie die durch Wasserentziehung entstandenen fast ausnahmslos radial verlaufen. — Die äussern Schichten dagegen dehnen sich mehr in die Fläche aus als in die Dicke, wie sich aus direkten Messungen und andern Erscheinungen ergibt.

Der Ueberschuss, den die Einlagerung von Flüssigkeit in der einen oder andern Dimension zeigt, nimmt einerseits nach dem Schichtencentrum, anderseits nach der Oberfläche hin zu. Dazwischen befindet sich eine Schicht, welche in allen Dimensionen gleich sehr aufquillt. Diese Indifferenzschicht kann je nach den verschiedenen Körnern und wahrscheinlich auch je nach dem Stadium der Einwirkung bald nahe dem Schichtencentrum, bald nahe der Peripherie liegen.

Es ist noch unmöglich zu bestimmen, was an dieser Erscheinung auf Rechnung eines verschiedenen Verhaltens der innern und äussern Schichten gesetzt werden muss, da man sie nicht trennen und einzeln beobachten kann. Dieselben sind durch Adhäsion mit einander verbunden; und die Ausdehnung der einen hat daher das Bestreben, eine entsprechende Ausdehnung in der andern hervorzurufen. — Nach den bis jetzt bekannten Thatsachen scheint folgende Erklärung zulässig zu sein. Jede Schicht ist geneigt, nach Maassgabe der Dichtigkeit, die sie in jeder Richtung besitzt, aufzuquellen; die innere Substanz also mehr in radialer, als in den beiden tangentialen, die äussere in allen Richtungen gleich sehr. Die innere weiche Masse dehnt sich durch die Einwirkung des Quellungsmittels zuerst aus; durch den Druck, den sie ausübt, veranlasst sie auch die umgebende Substanz zu einem entsprechenden Wachsthum, das nun begreiflicher Weise vorzugsweise oder ausschliesslich in die Fläche statt hat, und nur bis auf einen bestimmten Grad geht, über den hinaus ein Zerreißen und Platzen erfolgt. Wenn dann die Reihe des Aufquellens an die äussern Schichten kommt, so dehnen sich dieselben mehr in die Dicke, weil sie einen Theil des Flächenwachsthums schon zurückgelegt haben, und weil die nicht weiter oder schwächer sich ausdehnende innere Masse das fernere Flächenwachsthum zum Theil hemmen muss.

In Körnern, in denen die 3 Dimensionen verschieden sind, beobachtet man zuweilen, dass das Aufquellen in jeder derselben sich anders verhält. So dehnen sich, wie die Messungen zeigen, die äussern einseitigen Schichten von ovalen zusammengedrückten Körnern mit sehr excentrischem Kern (Canna, Curcuma) am wenigsten in radialer, am meisten in der tangentialen mit dem Breitendurchmesser parallelen Richtung aus; während in der tangentialen Richtung, welche mit dem dicken Durchmesser parallel ist, eine mittlere Zunahme statt hat.

Wenn man die von Wasser durchdrungenen Stärkekörner in ziemlich concentrirte Schwefelsäure oder in verdünnte Kalilösung bringt, oder wenn man sie in Wasser der Siedhitze aussetzt, so quellen sie auf. Die Kartoffelstärkekörner

enthalten im frischen Zustande 40 Procent Wasser, und 60 Procent Stärke; in Kalilösung dehnen sie sich von 60 und 80 Mik. Mill. im Längsdurchmesser bis zu 200 und 300 Mik. Mill. aus. Im gleichen Verhältniss vergrössern sich die übrigen Dimensionen. Die Zunahme der Durchmesser kann also das 3 bis 4 und 5fache, die der Oberfläche das 9 bis 16 und 25 fache, die des Volumens das 27 bis 64 und 125fache betragen. Solche aufgequollene Körner schliessen ungefähr 98 bis 99½ Procent Flüssigkeit und 2 oder ½ Procent Stärke ein, da, wie wir oben gesehen haben, die Zunahme des Volumens ziemlich mit der Menge des aufgenommenen Wassers übereinstimmt (Pag. 53).

Dieses Verhältniss giebt aber nicht das richtige Quellungsmaximum der Stärkesubstanz an, weil ein grosser Theil der Flüssigkeit in der sich bildenden Höhlung enthalten ist. Die am stärksten aufgequollene Substanz der verschiedenen Körner möchte sich aus dem frischen Zustande in jeder Richtung fast auf das Doppelte bis auf das Dreifache ausgedehnt haben; und somit bald etwa 90 Theile Flüssigkeit und 10 Theile Stärke, bald 97 — 98 Th. Flüssigkeit und bloss 3 — 2 Th. Stärke enthalten.

Das Aufquellen der Stärkekörner geschieht um so rascher, je höher der Temperaturgrad und je concentrirter die Kalilösung und die Schwefelsäure ist. Doch gilt diess nur innerhalb bestimmter Grenzen. So bewirkt z. B. eine stark verdünnte Kalilösung nicht etwa eine langsame oder geringe Ausdehnung; sondern sie übt gar keine Wirkung aus. Die Stärkekörner bleiben in einer solchen Lösung während längerer Zeit unverändert. Ueberschreitet dieselbe aber eine bestimmte Concentration, so quellen die Körner vollständig auf. Dieser Umstand erschwert sehr die Beobachtungen über das Aufquellen, da es nicht gelingt, eine Lösung herzustellen, welche nur einen gewissen Grad der Ausdehnung hervorbrächte. Man findet zwar nicht selten halb-aufgequollene Körner an der Grenze zwischen einem Strom von Kalilösung und von Wasser. Aber ich glaube mich aus vielen Beobachtungen überzeugt zu haben, dass diess immer Körner sind, welche von der Kalilösung ergriffen und, ehe diese ihre volle Wirkung übte, wieder von Wasser umspült wurden.

Die Stärkekörner setzen also einer sehr verdünnten Kalilösung und verdünnten Säuren durch ihre Molecularaggregation einen Widerstand entgegen, welcher nicht durch die Dauer der Einwirkung überwunden wird. Eine stärker concentrirte Lösung überwindet diesen Widerstand, und führt bei dauernder Einwirkung die vollständigen Erscheinungen des Aufquellens herbei. Um dieselben zu unterbrechen und zu fixiren, muss die Flüssigkeit neutralisirt werden. — Es wurde nicht ausgemittelt, welcher Concentration es bedarf; ohne Zweifel übt darauf auch die Struktur der Stärkekörner und die Temperatur einen Einfluss aus.

Payen (Ann. d. sc. nat. 1838, II, Pag. 54) macht hierüber einige Angaben. Kartoffelstärke, bei 36 Grad Cent. mit dem 50fachen ihres Gewichts Wasser versetzt, welches 2% Natronlösung, also kaum 1% Natron enthielt, nahm die ganze Flüssigkeit auf. Feuchte Kartoffelstärke vermehrte in einem Ueberschusse (in 150 Theilen) der auf gleiche Weise verdünnten Lösung ihr Volumen von 1 auf 72,6. Mit mehr Wasser vermengt, nahm das Volumen des Stärkekleisters noch bis auf das 96fache des ursprünglichen Raumes zu. — Körner aus jungen Kartoffeln, die erst 3—4 Mill. Met. gross waren, quollen schon in einer Flüssigkeit auf, welche in 100 Theilen Wasser 1 Theil Natronlösung (also kaum ½% Natron) enthielt. — Stärkekörner aus einer reifen Kartoffel, die bei 120 Grad im luftleeren Raum getrocknet worden waren, verhielten sich wie die unveränderte Stärke der jungen Kartoffeln, d. h. das Aufquellen erfolgte in einer kaum ½ procentigen Natronlösung.

Schwefelsäure stimmt, nach den Versuchen von Payen, in ihrem Verhalten mit Natron überein; nur bedarf es bei 66 Grad Cent., 30 Volumtheile Säure auf 100 Wasser, um reife Kartoffelstärkekörner, und 20 Theile, um junge Körner aufquellen und platzen zu machen.

Die gleichen Erscheinungen zeigen sich bei der Anwendung von feuchter Wärme. Bis auf eine gewisse Temperatur werden die Stärkekörner nicht angegriffen, auch wenn die erhöhte Wärme dauernd einwirkt. Wird aber der bestimmte Grad überschritten, so quellen sie auf, langsam bei niedrigerer, schneller und fast momentan bei höherer Temperatur. Jedes Korn hat dabei seine eigene Grenze. Diese Thatsachen ergaben sich aus einigen Versuchen, bei denen ein Schälchen mit Wasser und Kartoffelstärkekörnern im Luftbade erwärmt wurde.

Stärkeköerner aus einer frischen Kartoffel wurden etwas mehr als $1\frac{1}{2}$ Stunden auf einer Temperatur zwischen 52 und 56 Grad Cent. erhalten. An den kleinen Körnern nahm man gar keine Veränderung wahr. Auch die grössern zeigten sich beinahe unverändert, indem bloss der Kern etwas deutlicher geworden, und in manchen 2 kurze Risse entstanden waren. — Bei einem zweiten gleichen Versuch betrug die Temperatur während einer Stunde 63 bis 66 Grad. Die kleinsten Körner waren noch unverändert; die grössern zeigten alle Stadien des Aufquellens. — Bei einem dritten Versuch wurde das Wasser während einer Stunde auf 65 bis 70 Grad erhalten. An den kleinsten Körnern bemerkte man die ersten Spuren der Veränderung, während die grössern alle stark aufgequollen waren.

Man kann demnach für die grössern Kartoffelstärkeköerner die Temperatur von 55 Grad Cent., für die kleinsten dagegen 65 Grad als die Grenze annehmen, bei welcher im feuchten Zustande die Quellungserscheinungen eintreten.

Wenn das Wasser, in welchem die aufquellenden Stärkeköerner sich befinden, erkaltet, so werden die Veränderungen unterbrochen. Es ist daher leicht, sich alle möglichen Stadien derselben zu verschaffen. Die Quellungserscheinungen scheinen überhaupt aufzuhöeren, wenn die Temperatur unter denjenigen Grad hinabsinkt, bei welchem sie an unversehrten Körnern beginnen. Wenigstens war diess bei dem folgenden Versuche der Fall. Trockene Kartoffelstärke, die sich durch verhältnissmässig kleine und dichte Körner auszeichnete, wurde mit Wasser erwärmt. Als die Temperatur 66 Grad Cent. erreichte, zeigten die Körner noch sehr geringe Veränderungen; bloss der Kern, der ursprünglich meist unsichtbar war, erschien nun fast in allen Körnern deutlich, und in den grössern bemerkte man einzelne kurze Risse. Nachdem die Temperatur dann allmählig auf 74 Grad gestiegen war, so waren die meisten Körner bis ungefähr auf das Dreifache des ursprünglichen Durchmessers aufgequollen. Die kleinern indess zeigten erst einzelne Risse. Als nun die nämlichen Körner während einer Stunde einer Temperatur von 55 Grad ausgesetzt worden waren, so liessen sie keine weiteren Veränderungen wahrnehmen. Eine Steigerung der Wärme auf 86 Grad dagegen machte sie noch etwa um $\frac{1}{2}$ ihrer frühern Grösse aufquellen, und liess sie überhaupt den grösstmöglichen Quellungsgrad erreichen. Denn eine Erhöhung auf 96 Grad bewirkte keine Ausdehnung mehr.

Diese Angaben stimmen bloss theilweise mit den von Payen mitgetheilten (l. c. Pag. 48) überein. Derselbe sagt, wenn man 1 Gramm Kartoffelstärke mit 15 Grammen Wasser allmählig erwärme, so zeige sich keine Veränderung, bis die Temperatur auf 55 und 56 Grad Cent. gestiegen sei. Dann seien die jüngsten und weichsten Körner aufgequollen und einige selbst zersprengt; in den meisten Körnern indess sei noch keine bemerkbare Veränderung eingetreten. Wenn man die Temperatur allmählig steigere, so verbreite sich die Einwirkung auf eine grössere Zahl von Körnern; aber bei 60 Grad haben viele ihre grösste Quellung noch nicht erreicht. Nach den vorhin mitgetheilten Beobachtungen werden die Körner erst bei etwas höhern Temperaturgraden angegriffen. Es ist möglich, dass die Differenz im Resultat von einer Verschiedenheit der Stärkesorte herrührt, vielleicht auch daher, dass Payen, wie es scheint, nicht frische, sondern vorher getrocknete Stärke anwendete. — Ferner sind es nach meinen Erfahrungen immer die grossen Körner, welche die ersten Veränderungen zeigen, und die kleinsten, welche noch längere Zeit unversehrt bleiben, indess nach Payen die jüngsten (und wohl kleinsten) Körner selbst zersprengt werden, ehe nur an den übrigen eine Einwirkung wahrgenommen wird.

Nach Payen (l. c. Pag. 49) ergibt sich die Volumenzunahme der Stärke bei der Einwirkung verschiedener Temperaturen aus folgenden fünf Versuchen. Er erhitzte 1 Gramm Kartoffelstärke mit 25 Kubik-Centimeter Wasser auf verschiedene Grade, und liess bei jedem Versuch den höchsten Grad während 15 Minuten einwirken. Die Resultate waren folgende.

	Temperat.	Volumen der unveränderten feuchten Stärke in Kub.-Centim.	Volumen nach der Einwirkung der Hitze in Kub.-Centim.	Zunahme des Volumens in %
1)	54°	1,55	1,55	0
2)	56 — 57°	1,55	2	29
3)	60°	1,55	3,75	142
4)	65°	1,55	11	610
5)	70 — 72°	1,55	21	1255

Beim fünften Versuch war die ganze Masse gleichmässig aufgequollen, während beim zweiten bis vierten zwei Nieder-

schläge, ein schwerer und ein leichter, sich unterscheiden liessen. Als bei einem sechsten Versuch die Temperatur noch höher gesteigert wurde, so verwandelte sich die ganze Mischung in Kleister; es quollen also die Körner noch mehr auf, und absorbirten alles Wasser.

Anwendung von trockener Hitze giebt ähnliche Resultate, wie aus den folgenden Versuchen hervorgeht. Trockene Kartoffelstärke wurde auf dem Objektträger im Luftbade bis zu verschiedenen Temperaturgraden erwärmt, dann unter das Microscop gebracht und bei Zutritt von Wasser beobachtet, um die Wirkung des letztern zu erfahren. Vor der Erwärmung liessen die meisten Stärkekörner nur undeutlich das Schichtencentrum und darin weder eine Höhlung noch Risse wahrnehmen. — Auf 134 Grad Cent. erwärmt, zeigten alle Körner, mit Ausnahme der kleinsten, im Schichtencentrum eine Gasblase von 1–1,5 Mik. im Durchmesser. — Beim zweiten Versuch wurde die Temperatur auf 140 Grad gebracht und während einer Stunde zwischen 120 und 140 Grad erhalten. Die Körner verhielten sich ganz gleich. — Beim dritten Versuch stieg die Temperatur auf 153 $\frac{1}{2}$ Grad, und blieb dann eine Stunde lang zwischen 140 und 152 Grad. Die einzige Veränderung bestand darin, dass die Gasblasen im Kern etwas grösser waren (bis 3 Mik.) — Der vierte Versuch liess etwa $\frac{1}{2}$ Stunde lang eine Wärme zwischen 160 und 170 Grad auf die trockene Stärke einwirken. Die Grösse der Gasblasen betrug bis 3,5 Mik. — Beim fünften Versuch wurde die Temperatur auf 190 Grad gesteigert, und einige Zeit zwischen 180 und 190 Grad erhalten. Bei Zusatz von Wasser veränderten sich die Körner, wie in allen vorhergehenden Versuchen, nicht. Die Gasblasen im Schichtencentrum erreichten einen Durchmesser von 4 Mik. — Beim sechsten Versuch wurde bis auf 203 Grad erhitzt, und die Wärme schwankte etwa $\frac{1}{2}$ Stunde zwischen 190 und 200 Grad. Wasser machte die Körner um die Hälfte ihres ursprünglichen Durchmessers aufquellen. — Die Temperatur wurde beim siebenten Versuch auf 212 Grad gesteigert, aber nicht längere Zeit unterhalten. Die Körner erfuhren durch Wasser fast keine Veränderung; die Gasblasen waren bis 4 Mik. gross. — Beim achten Versuch stieg die Wärme auf 216 Grad, und betrug während einer Viertelstunde zwischen 200 und 216 Grad. Die Stärkekörner quollen um $\frac{1}{3}$ ihres ursprünglichen Durchmessers auf; ein Korn z. B., das im Weingeist 35 Mik. lang und 21 Mik. breit war, dehnte sich in Wasser auf 46 und 28 Mik. aus.

Aus diesen Thatsachen ergibt sich, dass für trockene Kartoffelstärke die Temperaturgrenze, über welcher die Substanz zum Aufquellen verändert wird, zwischen 190 und 200 Grad beträgt, — dass aber eine Wärme, die 210 Grad nicht übersteigt, immerhin einige Zeit einwirken muss, um bemerkbare Erscheinungen hervorzubringen.

Dabei muss jedoch ein Umstand berücksichtigt werden, auf den besonders Payen aufmerksam gemacht hat, nämlich dass die Stärke um so eher von der Hitze angegriffen wird, je weniger Wasser sie verloren hat. Daher rührt auch das verschiedene Verhalten von feuchten und trockenen Stärkekörnern beim Erwärmen. Letztere enthalten im lufttrockenen Zustande 18% Wasser. Erhitzt man sie im offenen Raume, so verlieren sie noch mehr oder weniger Procente Wasser, und erfahren daher die Umwandlung erst bei einer höhern Temperatur, als wenn sie sich in verschlossenem Raum befinden, wo die Verdunstung unmöglich ist. Nach Payen (l. c. Pag. 47) verwandelt sich lufttrockene Kartoffelstärke, welche in einer verschlossenen Röhre während $\frac{1}{2}$ bis 1 Stunde im Oelbade auf 200 Grad Cent. erhitzt wird, vollständig in Dextrin. Das Nämliche geschieht, wenn man die Temperatur an der Luft rasch auf 205 bis 215 Grad bringt.

Wenn irgend ein Quellungsmittel auf Stärkekörner einwirkt, so besteht die erste Wirkung oft darin, dass die weichen Schichten sammt dem Kern etwas deutlicher werden, oder selbst zum Vorschein kommen, wenn sie vorher undeutlich waren. Das lässt sich einfach dadurch erklären, dass dieselben rascher aufquellen als die dichten Schichten, wodurch das Lichtbrechungsvermögen in beiden noch ungleicher wird als es früher schon war.

Die nächste Wirkung ist dann die, dass die Schichtung undeutlicher wird, als sie es selbst anfänglich war, weil die dichtern Schichten nun auch aufquellen. Zuweilen widerstehen einige dieser letztern lange. Das nimmt man z. B. sehr schön bei den Körnern aus den Knollen von *Curcuma Zedoaria* wahr. Im unveränderten Zustande zeigen sie zahlreiche und zarte Schichten, beim Aufquellen durch Kalilösung bleiben einige wenige der dichten Schichten in der homogenen

und weichen Substanz, in die sich die übrigen verwandelt haben, zurück, und sind nun fortwährend viel deutlicher als früher. Indessen verschwinden auch sie bei längerer Einwirkung des Kali.

Es giebt aber auch Körner, in denen fast bei der ersten Einwirkung des Quellungsmittels die Schichtung anfängt undeutlicher zu werden. Es gehören dahin solche, bei welchen schon im natürlichen Zustande die weichen Schichten äusserst wasserreich und deutlich sind, wie man das zuweilen bei Kartoffelstärke und bei Körnern im Wurzelstock von Canna findet. Die dichten Schichten beginnen hier alsbald durch Aufnahme von Flüssigkeit den weichen ähnlich zu werden und mit denselben eine mehr oder weniger homogene Masse zu bilden.

Es gilt daher nicht für alle Stärkearten, dass ihre Structur durch schwache Säuren und Alcalien leichter erkannt wird. Diess ist besonders dann der Fall, wenn sie im unveränderten Zustande undeutlich war. Körner, die frisch oder wieder angefeuchtet homogen erscheinen, lassen zuweilen durch Säuren den Verlauf der Schichten erkennen. Besonders wichtig sind aber in manchen Fällen die Quellungsmittel, um die Lage des Schichtencentrums zu bestimmen. Homogene Körner, an denen man im frischen Zustande nichts von dem Kern sieht, zeigen zuweilen nach dem Austrocknen und Wiederbefeuchten an seiner Stelle eine kleine Höhlung oder den Ausgangspunkt der strahlenförmigen Risse. Wenn aber auch nach dieser Behandlung die Körner homogen bleiben, so lassen meistens die ersten Stadien der Veränderung durch feuchte oder trockene Hitze den Kern wahrnehmen, welcher als der weichste Theil zuerst aufquillt und gelöst wird. — Schwaches Rösten kann sogar dazu dienen, im Kern selber eine centrale weichere Masse deutlich zu machen, wie diess in den Stärkekörnern mit linsenförmigem Kern, welche in den Sporen von Chara vorkommen, der Fall ist.

Die Erscheinungen beim Aufquellen sind verschieden je nach der raschern oder langsamern Einwirkung und nach der Natur der Stärkekörner. Es giebt solche, die bei langsamer Einwirkung sich allmählig und gleichmässig in allen Richtungen ausdehnen, so dass es scheint, als ob die eintretende Flüssigkeit sich auf allen Punkten und in allen Richtungen gleichmässig einlagere. Das ist z. B. der Fall bei den Stärkekörnern im Milchsaft der tropischen Euphorbien, die sich durch verdünnte Kalilösung in jeder Richtung ungefähr auf das Dreifache vergrössern. In Fig. 35, a, b, c auf Taf. XXI sind solche aufgequollene Körner dargestellt. — Die kugeligen Stärkekörner in den Samen von Zea Mays dehnen sich in verdünnter Kalilösung ebenfalls ungefähr von 1 auf 3 aus, und behalten ihre Kugelform.

Solche Beispiele müssen aber als Ausnahmen betrachtet werden. Meistens lässt die eine oder andere Erscheinung auf eine ungleichmässige Einlagerung der Flüssigkeit schliessen. Bei rascher Einwirkung des Quellungsmittels erfolgt sehr häufig ein Platzen. Die innere Substanz dehnt sich stärker aus, durchbricht die langsamer aufquellende Rinde, und tritt zum Theil heraus. Das ist bei den Stärkekörnern aus der Kartoffel, aus dem Wurzelstock von Canna und bei vielen andern der Fall. Bei langsamerer Einwirkung werden die Körner nicht zersprengt.

Das stärkere Aufquellen der innern Substanz ergibt sich auch aus direkter Messung. Ein kugelrundes Stärkekorn aus dem Mark von *Cereus variabilis* Pfeiff., welches durch eine sehr deutliche Grenzschrift in eine innere Kugel und eine äussere Hohlkugel geschieden war, wurde vor und nach der Einwirkung von verdünnter Kalilösung, welche 10 Minuten dauerte, gemessen. Der Durchmesser des ganzen unveränderten Korns betrug 16 Mik. Mill., derjenige der eingeschlossenen Kugel 12,8 und die Dicke der umschliessenden hohlkugeligen Schicht 1,6 Mik. Mill. Das ganze aufgequollene Korn war 30,4 Mik. Mill., die eingeschlossene Kugel 27,2 Mik. Mill. gross; die äussere Schicht war nicht dicker geworden. Also zeigt die Zunahme folgende Verhältnisse:

	Radius (in Mik. Mill.)		Volumen (in Kubik Mik. Mill.)	
	der innern Masse	der Rinde	der innern Masse	der Rinde
Im unveränderten Zustande	6,4	1,6	1090	1052
Nach dem Aufquellen	13,6	1,6	10464	4145
Verhältniss der Ausdehnung	1 : 2,1	1 : 1	1 : 9,6	1 : 3,9
Zunahme in Procenten	110	0	860	290

Mit dieser Thatsache stehen in genauer Uebereinstimmung die Beobachtungen, 1) dass in der nämlichen Quellungs-

flüssigkeit die innern Schichten grösserer Körner sich mehr ausdehnen als ganze kleinere Körner von gleichem Durchmesser; 2) dass grössere Körner unter den nämlichen Umständen verhältnissmässig stärker aufquellen als kleinere Körner.

An einem Kartoffelstärkekorn zeigte die Ausdehnung des kurzen und des langen Halbmessers mit ziemlicher Sicherheit folgende Verhältnisse (die Grössen sind in Mik. Mill. angegeben):

	Länge des ganzen Korn.	Kurzer Radius.	Langer Radius.
Im unveränderten Zustande	81,4	18,5	62,9
Nach dem Aufquellen	321,9	62,9	259,0
Verhältniss der Ausdehnung	1 : 3,9	1 : 3,4	1 : 4,1
Zunahme in %	295	240	312

Diese Beobachtung stimmt ebenfalls mit der Thatsache überein, dass die innere weichere Masse in radialer Richtung sich stärker ausdehnt als die äussern Schichten. Denn auf den langen Radius kömmt verhältnissmässig weniger von dichter Rinde als auf den kurzen.

Dass die Substanz, welche auf dem langen Radius sich befindet, rascher und stärker aufquillt als die auf dem kurzen Halbmesser, bemerkt man vorzüglich schön bei Körnern mit sehr excentrischem Kern, z. B. im Wurzelstock von Canna, Curcuma. Wenn man solche Körner feuchter Hitze aussetzt, so dass das Quellungsmittel überall gleich sehr einwirkt, so dehnt sich fast ohne Ausnahme die hintere (dem Kern abgekehrte) Hälfte etwa um $\frac{1}{2}$ in linearer Richtung aus, ehe das Kernende sich irgendwie verändert; und die hintere Hälfte ist auf $1\frac{2}{3}$ und auf das Doppelte des ursprünglichen Durchmessers aufgequollen, wenn in dem noch wenig vergrösserten Kernende sich Risse bilden.

Wenn man einen Strom von verdünnter Kalilösung langsam über den Objektträger, auf welchem Stärkeköerner von Curcuma Zedoaria liegen, gehen lässt, so findet man an der Grenze jenes Stroms Körner, die nur zur Hälfte seine Wirkung erfahren haben. Eine kleine Partie am Schichtencentrum, welche sich durch eine halbkreisförmige Linie von der übrigen Substanz abgrenzt, besteht noch aus dichter wenig aufgequollener Masse, und ist durch Risse, die vom Schichtencentrum in der Richtung des langen Halbmessers ausstrahlen, mehr oder weniger zerklüftet. Der ganze übrige Theil des Kornes ist gleichmässig aufgequollen und scharf geschieden von der dichten Partie, neben welcher er beiderseits schon mehr oder weniger vorspringt. Die Ursache dieser Erscheinung kann nicht darin liegen, dass der Kalistrom zuerst das dem Schichtencentrum abgekehrte Ende traf; denn ich sah eine Menge Körner, die in allen Richtungen zu jenem Strom lagen, sich gleich verhalten, und keines, das vom Schichtencentrum aus aufgequollen wäre. Diese Beobachtung spricht also dafür, dass die Stärkeköerner von Curcuma Zedoaria sich scharf in zwei Theile sondern, von denen der kleinere mit dem Schichtencentrum der Einwirkung von Kali länger widersteht. Nachher quillt er ebenfalls auf, aber lange nicht so sehr als die übrige Partie, die immer noch etwas zunimmt, und mit zwei Lappen jenen kleinern Theil umfasst.

Von der Richtigkeit dieser Thatsache kann man sich übrigens leicht auch auf die Art überzeugen, dass man auf der einen Seite am Rande des Deckgläschens Kalilösung zusetzt und nun ein Korn von Canna oder Curcuma fixirt, welches sein Kernende der Kaliströmung zukehrt. Wenn die letztere, deren Fortschreiten man an dem ungleichen Lichtbrechungsvermögen oft deutlich erkennt, an dem Kernende angelangt ist, so tritt noch keine Veränderung ein. Erst wenn sie rechts und links an dem Korn vorbeigegangen, so beginnen die Quellungserscheinungen am hintern Ende. Nur in dem Falle, wenn ein Korn einige Zeit lang bloss mit seinem Kernende von einem Kalistrom getroffen wird, so quillt es hier auf, während die hintere Hälfte noch unverändert bleibt.

Wenn man Siedhitze auf die frischen Körner aus dem Wurzelstock von Canna einwirken lässt, so beginnen ebenfalls fast ohne Ausnahme die Quellungserscheinungen in der hintern Hälfte. Nur bei sehr wenigen Körnern war das hintere und das vordere Ende aufgequollen, wenn die Mitte sich noch wenig verändert zeigte; und bloss bei einem einzigen begann die Ausdehnung am vordern Ende. Es ist mir wahrscheinlich, dass in den beiden letzten Fällen das vordere Ende durch die besondere Lage des Kornes der Hitze stärker ausgesetzt war.

Aus diesen Thatsachen ergibt sich, dass auch die Substanz, welche die Oberfläche der Körner bildet oder welche gleich weit von der Oberfläche entfernt ist, auf den verschiedenen Seiten des Korns von den Quellungsmitteln in ungleichem Maasse angegriffen wird. Denn Rinde und innere Substanz sind bei den genannten Körnern auf der hintern Seite schon stark aufgequollen, wenn sie am vordern (Kern-) Ende noch fast die ursprüngliche Dichtigkeit besitzen. Es hängt diess mit der später zu erörternden Thatsache zusammen, dass das Korn gegen das hintere Ende viel stärker wächst als in den übrigen Theilen, und dass es dort wahrscheinlich auch aus einer weichern Substanz besteht.

Mit den eben erwähnten Thatsachen steht im Widerspruch eine Beobachtung von Fritzsche (Poggendorff's Annalen XXXII, 147), welche anzudeuten scheint, dass vielleicht einzelne Stärkearten sich abweichend verhalten. Bei den Körnern von *Hedychium flavescens* nämlich fängt die Einwirkung bei der kleinen Spitze an, die den Kern zu enthalten scheint; diese dehnt sich zuerst ziemlich bedeutend aus und wird sehr durchsichtig, während noch die übrigen Schichten fast unverändert bleiben. Mit Rücksicht auf die darauf folgenden Erscheinungen stimmen die Körner von *Hedychium* mit denen von *Canna* und *Curcuma* überein; so bildet sich namentlich auch an denselben eine tiefe Einkerbung am vordern Ende.

Um das ungleiche Verhalten der verschiedenen Partien eines Korns beim Aufquellen zu studiren, empfahlen sich besonders die Stärkekörner aus dem Mark von *Cereus variabilis* Pfeiff., weil die Schichten theils wegen ihrer Deutlichkeit, theils wegen der unregelmässigen Anordnung leicht kenntlich sind. Zu den in Wasser unter einem Deckgläschen liegenden Körnern wurde von einer Seite her etwas verdünnte Kalilösung zugefügt. Dieselbe verbreitete sich nur sehr langsam und gestattete, das Korn vor und während der langsamen Einwirkung zu beobachten.

In Fig. 29 auf Taf. XIII ist ein solches Stärkekorn im unveränderten frischen Zustande dargestellt. a b ist ein Theilkorn, das von dem andern Theilkorn b f durch eine nicht ganz durchgehende Spalte (b) getrennt ist. Die Ausdehnung erfolgte während 7 Minuten und war in der Richtung des Längsdurchmessers folgende:

	a — f	a — b	b — c	c — d	d — e	e — f
Länge im unveränderten Zustande	42,6	7,4	14,8	11,1	5,6	3,7
Länge nach dem Aufquellen	59,3	13,0	22,2	13,0	11,1	
Verhältniss der Ausdehnung	1 : 1,4	1 : 1,8	1 : 1,5	1 : 1,2	1 : 1,2	
Zunahme in %	39	76	50	17	19	

An dem Theilkorn b f zeigte also der äussere Theil c f eine Längenzunahme von 18, der innere Theil b c eine solche von 50 Procent. Die grösste Breite in der Gegeud von d betrug im unveränderten Zustande 25,9 Mik., und dehnte sich auf 46,1 Mik., also von 1 auf 1,8 oder um 78 Procent aus. Die Ausdehnung in die Breite geschah nicht in gleichem Verhältnisse, sondern war nach f hin, also in den äussern Schichten beträchtlicher, nach b hin oder in den innern Schichten geringer.

Bei diesem Korn, so wie auch bei andern der beobachteten Körner quollen die innern Schichten mehr in radialer, die äussern mehr in tangentialer Richtung auf.

Fig. 28 auf Taf. XIII zeigt ebenfalls ein Stärkekorn von *Cereus variabilis* im unveränderten Zustande. Dasselbe ist im Begriff sich in zwei Theilkörner zu spalten. Die Theilung hat sich durch die Spalte d angekündigt. g h sind die äussersten, b c die innersten Schichten des laugen Halbmessers. Beim Aufquellen verschwanden mehrere Schichten, und es konnten noch folgende Messungen an dem aufgequollenen Korn vorgenommen werden. Die lineare Ausdehnung ist in Mik. Mill. angegeben.

	a — i	ef — h	g — h	d — e	ef — g
Im unveränderten Zustande	29,6	33,3	14,8	4,4	18,5
Nach dem Aufquellen	59,2	77,7	16,6	14,8	61,0
Verhältniss der Ausdehnung	1 : 2	1 : 2,3	1 : 1,1	1 : 3,4	1 : 3,3
Zunahme in %	100	133	12	236	230

Wie in dem vorhergehenden Beispiel so zeigt auch in diesem das kleine Theilkorn die grösste Ausdehnung. Die Zunahme von a—b in Fig. 29 (Pag. 75) beträgt 76 Procent, während die des ganzen Kornes nur 39 Procent ausmacht. Hier beträgt die Zunahme des Theilkorns de 236 Procent, die des ganzen Kornes in der einen Dimension 100 und in der andern 133 Procent. Die äussern Schichten des ganzen Kornes (oder des grössern Theilkorns) gh dehnten sich in tangentialer Richtung von circa 26 auf 60 Mik. Mill. also von 1 auf 2,3 oder um 130 Procent aus. Ihre radiale Zunahme betrug bloss 12 Procent. Die radiale Ausdehnung der innern Schichten bc war zwar viel beträchtlicher, als die der äussern; sie konnte nicht gemessen werden, da die Linien undeutlich wurden. Es ist aber sicher, dass dieselben in tangentialer Richtung bedeutend mehr aufquollen als in radialer. Der Punkt, wo radiale und tangentiale Ausdehnung einander gleich sind, muss daher, wie auch in dem vorhergehenden Beispiel (Fig. 29, Pag. 75), sehr nahe am Schichtencentrum liegen.

Die bedeutendere Zunahme des Längsdurchmessers in den innern Schichten zeigte sich auch deutlich an dem Stärkekorn von *Cereus variabilis*, welches in Fig. 30 auf Taf. XIII dargestellt ist. Die Ausdehnung zeigte folgende Werthe (in Mik. Mill.).

	a—l	a—c	c—d	d—e	e—f	f—g	g—h	h—i	i—k	k—l
Im unveränderten Zustande	51,9	11,1	3,7	3,7	3,7	11,1	3,7	3,7	5,6	5,6
Nach dem Aufquellen	125,8	101,8				7,4	16,6			
Verhältniss der Ausdehnung	1 : 2,4	1 : 3,1				1 : 2	1 : 1,1			
Zunahme in %	142	206				100	11			

Beim Aufquellen blieben nur noch die Linien g und h ganz deutlich. Die Zunahme der äussersten Schichten in radialer Richtung betrug bloss 11, die der mittlern Schicht gh 100 Procent, während die ganze übrige Masse sich um etwas mehr als 200 Procent ausdehnte.

Um die Ausdehnung der Schichten in radialer und in tangentialer Richtung zu vergleichen, schienen ferner besonders die Stärkekörner aus dem Wurzelstock von *Canna* und ähnliche Körner geeignet, weil hier die meisten Schichten unvollständig und einseitig sind (vgl. Taf. XVII), so dass die Längen- und Breitenzunahme des ganzen Kornes zugleich auch als der Ausdruck für das Aufquellen der Schichten in radialer und tangentialer Richtung gelten kann. Im unveränderten Zustande sind die Körner oval; sie werden nach dem Aufquellen fast alle kreisrund. Die Ausdehnung in die Breite ist also grösser als diejenige in die Länge. Folgende Messungen an zwei Körnern (I und II) geben dafür genaue Werthe. Das eine Korn (I) ist in Fig. 27 A auf Taf. XIII im unveränderten frischen Zustande, in Fig. 27 B im aufgequollenen Zustande dargestellt, beides bei 250 maliger Vergrösserung. Die Werthe sind in Mik. Mill. angegeben.

	I		II	
	Länge des Kornes	Breite desselben	Länge des Kornes	Breite desselben
Im unveränderten Zustande	61	14	74,0	55,5
Nach dem Aufquellen	100	150	240,5	203,5
Verhältniss der Ausdehnung	1 : 1,6	1 : 11	1 : 3,2	1 : 3,7
Zunahme in %	64	971	225	267

Die Länge des aufgequollenen Kornes I wurde nur bis zum Grunde der Einbuchtung gemessen (vgl. Fig. 27 B auf Taf. XIII). Die ganze Länge betrug 135 Mik. Mill. Dieses Korn giebt jedenfalls das Maximum der Ungleichheit zwischen der Ausdehnung in der Längs- und in der Breitenrichtung an. Die Differenz ist sonst ziemlich geringer. — Bei Korn II wurde dagegen der ganze Längsdurchmesser des aufgequollenen Kornes berücksichtigt. Die eigentliche Länge (bis zum Grunde der Einkerbung) war etwas geringer. Das Verhältniss der Ausdehnung und die Zunahme in % sind daher zu gross angegeben.

In den Stärkekörnern aus dem Wurzelstock von *Canna* ist das Schichtencentrum der Peripherie sehr genähert (vgl. Taf. XVII). Beim Aufquellen zeigt sich die eigenthümliche Erscheinung, dass an der Stelle, wo sich das Schichtencentrum befindet, eine Einkerbung auftritt. Dieselbe wird tiefer, indem sich beiderseits abgerundete Lappen erheben

und oft selbst theilweise sich decken, wie diess in Fig. 27, B auf Taf. XIII der Fall ist. Diese herzförmige Einkerbung ist ebenfalls eine Folge der überwiegenden Ausdehnung in der Querrichtung; die Schichten dehnen sich in die Breite und wachsen so über das Kerneende hinweg.

Wenn man zu den in Wasser liegenden Stärkekörnern Kalilösung hinzutreten lässt, so bilden sich oft einzelne Strömchen, die ziemlich scharf abgegrenzt sind. Trifft ein solches Strömchen nur den dem Schichtencentrum abgekehrten Theil des Kornes, so quillt das letztere an dieser Stelle auf, und wird mehr oder weniger birnförmig. Die Einkerbung bildet sich erst, sobald das ganze Korn ergriffen ist, an der Stelle, wo sich der Kern befindet, nach Maassgabe des Aufquellens. Wenn dagegen das Korn mit dem Kerneende in ein Strömchen von Kalilösung taucht, so quillt es hier auf, und bekommt sogleich die herzförmige Gestalt, obschon der übrige Theil des Kornes noch nicht oder wenig aufgequollen ist.

Selten ist es der Fall, dass an den aufquellenden Körnern aus dem Wurzelstock von Canna sich eine wirkliche Einstülpung in die am Kerneende auftretende Höhlung bildet; eine Erscheinung, die, wie wir später sehen werden, auch bei den in Kalilösung liegenden Kartoffelstärkekörnern vorkommt. Diese Einstülpung, wenn sie vorhanden ist, verstärkt die Einkerbung; die letztere scheint aber eine davon verschiedene und unabhängige, bloss durch die ungleiche Ausdehnung der angrenzenden Schichten bedingte Thatsache zu sein.

Den Stärkekörnern von Canna sind diejenigen aus den Knollen von Curcuma Zedoaria sehr ähnlich. Das Schichtencentrum ist ebenfalls dem Rande äusserst genähert, und die Schichten sind einseitig und unvollständig. Die Körner sind im unveränderten Zustande bis 70 Mik. lang, $\frac{2}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ so breit und $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{6}$ so dick. In verdünnter Kalilösung aufquellend werden sie meist kreisrund, und fast ohne Ausnahme zeigen sie dann an dem Punkte des Umfanges, wo sich das Schichtencentrum befindet, eine tiefe Ausrandung, wobei die beiden ohrförmigen Lappen meist weit über einander greifen. — Ich habe oben (Pag. 74) gezeigt, dass die Körner von Curcuma ebenso wie diejenigen von Canna, zuerst am hintern Ende aufquellen, und dass die Ausdehnung in der hintern Hälfte überhaupt weit beträchtlicher ist, als am Kernende. Folge davon ist die Einkerbung an der letztern Stelle, indem zwei vorspringende Lappen das Kernende, das zudem noch mehr oder weniger eingestülpt wird, umfassen.

Folgende Messungen geben Werthe für die Zunahme der Länge und Breite bei drei Körnern:

	Länge des Kornes			Breite desselben		
	1	2	3	1	2	3
Im unveränderten Zustande	59	59	66	28	28	35
Nach dem Aufquellen	85	77	90	87	98	105
Verhältniss der Ausdehnung	1:1,4	1:1,3	1:1,4	1:3,1	1:3,5	1:3
Zunahme in %	44	31	36	211	250	200

Als Länge des aufgequollenen Kornes wurde der Durchmesser von dem Grunde der Einbuchtung an bis zu dem entgegengesetzten Rande gemessen. Die Zunahme in der Länge und in der Breite zeigte ziemlich constante Werthe, jene von 31 bis 44, diese von 200 bis 250 Procent. Die Zunahme in die Breite ist also 4,8 bis 8 mal so gross als diejenige in die Länge.

Folgende Messungen geben die Dimensionen der aufgequollenen Körner in der Fläche:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ganze Länge	105	112	122	98	94	105	77	59	98	73	145	135
Eigentlicher Längsdurchmesser (bis zum Grunde der Einbuchtung)	85	77	90	73	70	73	59	35	73,5	49	130	122
Breitendurchmesser	87	98	105	73	70	89	62,5	59	73,5	66	110	100
Verhältniss des Breiten- zum Längsdurchmesser	1:1	1:0,8	1:0,9	1:1	1:1	1:0,8	1:1	1:0,6	1:1	1:0,7	1:1,2	1:1,2

Bei den folgenden Messungen wurden an den aufgequollenen Körnern nicht bloss die Dimensionen in der Fläche, sondern auch die Dicke berücksichtigt :

	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Ganze Länge	70	60	66	70	59	73,5	75	120	109	127
Eigentlicher Längsdurchmesser (bis zum Grunde der Einbuchtung)	42	45	35	46	35	35	68	109	94	114
Breitendurchmesser	66	54	66	67	62	67	56	100	80	105
Dickendurchmesser	20	14	16	21	15	17,5	18	21	19	23
Verhältniss des Breiten- zum Längs-Durchmesser	1:0,6	1:0,8	1:0,5	1:0,7	1:0,6	1:0,5	1:1,2	1:1,1	1:1,2	1:1,1
Verhältniss des Dicken- zum Breiten-Durchmesser	1:3,3	1:3,9	1:4,1	1:3,2	1:4,1	1:3,8	1:3,1	1:4,8	1:4,2	1:4,6

Im unveränderten Zustande verhält sich die Breite zur Länge wie 1:1,5 bis 1:2,5; im aufgequollenen Zustande nach den eben mitgetheilten Messungen wie 1:0,5 bis 1:1,2.

Im unveränderten Zustande verhält sich die Dicke zur Breite wie 1:2 bis 1:3; nach dem Aufquellen wie 1:3,1 bis 1:4,8. — Die Dicke der Stärkekörner beträgt 7 — 12 Mik., nach dem Aufquellen 14 — 26 Mik. — An einem Korn dehnte sich die ursprüngliche Dicke von 7 Mik. auf 17,5 Mik., also von 1 auf 2,5 aus, und die Zunahme betrug somit 150 Procent.

Aus allem Diesem geht hervor, dass beim Aufquellen der Stärkekörner von Curcuma Zedoaria die Länge am wenigsten, die Breite am meisten sich vergrössert, und die Dicke eine mittlere Zunahme zeigt. Die Länge der aufgequollenen Körner mit herzförmiger Vertiefung ist in den obigen Messungen etwas zu gering angegeben, da sie durch die Einfaltung am Schichtencentrum herabgedrückt wird. Wenn man dafür eine passende Correctur eintreffen lässt, so kann man mit ziemlicher Sicherheit die Zunahme der Länge auf 40 bis 60 Procent, die Zunahme der Dicke auf 100 bis 150 Procent und die Zunahme der Breite auf 200 bis 250 Procent angeben. Diess gilt aber nicht bloss für das ganze Korn, sondern auch für jede einzelne Schicht, da jenes fast ausschliesslich aus einseitigen und unvollständigen Schichten besteht. Dabei ist jedoch zu bemerken, dass die Breitenzunahme des ganzen Korns noch ein zu geringes Maass ist für die Ausdehnung der Schichten in der Richtung der Breite. Denn dieselben sind nach dem Aufquellen viel stärker gebogen, indem sie viel weiter gegen das Schichtencentrum hinab sich ausdehnen. Davon machen eine Ausnahme die Schichten in der Nähe des Kerns, welche wenig in die Breite, und, wie die radialen Risse zeigen, selbst mehr in der Längsrichtung des Korns aufquellen. Die übrigen Schichten verhalten sich unter einander fast gleich; doch scheinen sie, je mehr sie vom Kernende entfernt sind, um so mehr in die Breite sich auszudehnen.

Setzt man die Stärkekörner von Curcuma Zedoaria kurze Zeit der Siedhitze aus, so zeigen sie die nämlichen Erscheinungen, wie wenn sie in Kalilösung aufquellen. Bei der schwächsten Einwirkung bleibt auch hier eine halbkreisförmige Partie am Schichtencentrum fast unverändert. Die übrige Masse quillt indess auf, und drängt sich am Grunde beiderseits lappenförmig vor, so dass jene halbkreisförmige Partie erst nierenförmig und nachher fast nierenförmig-kreisrund wird, wobei sie sich oft durch viele zarte strahlenförmige Risse zerklüftet. Die aufquellende Masse wird durch grosse sternförmige Spalten, die vor der Peripherie aufhören, unterbrochen. Bei den folgenden Messungen wurden vorzüglich die ersten Stadien des Aufquellens berücksichtigt, um als Ergänzung zu den durch Kalilösung aufgequollenen Körnern zu dienen, von denen meist nur die späteren Stadien zugänglich waren.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ganze Länge	52	35	49	41	45	47	35	52	31	31	38
Eigentlicher Längsdurchmesser (bis zum Grunde der Einbuchtung)	52	35	49	41	42	42	29	35	23	17	25
Breitendurchmesser	59	28	38	36	45	42	29	38	28	28	42
Verhältniss des Breiten- zum Längs-Durchmesser	1:0,9	1:1,2	1:1,3	1:1,1	1:0,9	1:1	1:1	1:0,9	1:0,8	1:0,6	1:0,6

Bei den Körnern 1—4 hatte sich noch keine Einkerbung am Grunde (in der Nähe des Schichtencentrums) gebildet. Bei denselben verhält sich die Breite zur Länge im Durchschnitt wie 1:1,1; bei den übrigen, wo eine Einkerbung bereits sichtbar wurde, wie 1:0,8; während im unveränderten Zustande das durchschnittliche Verhältniss 1:2 beträgt.

Wenn man trockene Stärkekörner aus der Kartoffel schwach röstet, so verändern sie sich nicht. Trocken oder in absolutem Alcohol unter das Microscop gebracht, zeigen sie die gleiche Form und Grösse wie vor dem Rösten. Wenn man sie nun aber mit kaltem Wasser oder mit verdünntem Weingeist zusammenbringt, so quellen sie mehr oder weniger stark auf, je nachdem die Hitze eine grössere oder geringere Veränderung ausgeübt hat. Es kommt zuweilen vor, dass bei einem bestimmten Grad der Veränderung die weichen Schichten in Dextrin umgewandelt worden sind, während die dichtern noch aus Stärke bestehen. Im Wasser wird nun das Dextrin aufgelöst, und die aufquellenden Stärkeschichten trennen sich von einander. Dabei zeigt sich, dass die Flächenausdehnung in den äussern Schichten beträchtlicher sein muss als in den innern, weil sie sich durch grössere Abstände von einander trennen, als es der Raum der aufgelösten Schichten erfordern würde. Auf Taf. XII in Fig. 2, 7 und 9 sind solche geröstete und in Wasser aufgequollene Kartoffelstärkekörner dargestellt. Uebrigens hat offenbar die trockene Hitze nicht in allen Körnern gleichmässig gewirkt, was aus dem zum Theil unregelmässigen Aufquellen und aus der unregelmässigen Trennung der Schichten hervorgeht. So war z. B. in Fig. 4 die Wirkung auf der obern Seite stärker als auf der untern.

Aber auch bei denjenigen gerösteten Kartoffelstärkekörnern, bei denen keine solche Trennung der Schichten statt hat, kann man deutlich die starke Flächenausdehnung der Rinde wahrnehmen. Wenn man die quellende und auflösende Wirkung des Wassers durch Anwendung von wenig verdünntem Alcohol verlangsamt, so sieht man überdiess, wie die innere Substanz theils schneller, theils mehr in radialer Richtung aufquillt. Ich werde später (im VI. Kapitel, Auflösung der Stärkekörner) die Erscheinungen an gerösteten Kartoffelstärkekörnern näher beschreiben. Hier bemerke ich bloss, dass sich zuerst eine Höhlung im Schichtencentrum bildet, welche durch Auflösen der umgebenden Substanz sich nach und nach vergrössert; dass aber häufig während dieses Processes ein oder auch zweimal die Höhlung wieder kleiner wird, indem die angrenzenden Schichten stärker aufquellen. Diess kann geschehen, ohne dass das ganze Korn selbst grösser wird, ein Beweis, dass die Ausdehnung nur die innern Schichten trifft, und dass diese mehr in radialer als in tangentialer Richtung sich ausdehnen. — Aufquellen und Auflösen der Substanz schreitet von dem Schichtencentrum nach der Peripherie hin fort. Die äussersten Schichten quellen schon von Anfang an etwas auf, indem das ganze Korn sich ausdehnt. Ihre hauptsächlichste Zunahme findet aber erst später statt.

Es geht auch ausserdem aus verschiedenen andern Erscheinungen hervor, dass die äussern Schichten häufig in die Fläche mehr aufquellen als in die Dicke, und dass ihre Flächenausdehnung diejenige der innern Schichten übertrifft. Wenn man Kartoffelstärkekörner der Einwirkung von Kalilösung oder von kochendem Wasser aussetzt, so wird die innere Substanz vom Kern aus aufgelöst. Das Korn verwandelt sich in eine Blase, dessen Wandung auf der Seite des kurzen Halbmessers viel dünner ist als auf der entgegengesetzten Seite (Taf. XIII, Fig. 14). Es dehnt sich dort viel stärker aus, schwillt zwiebel förmig an, und die Wandung stülpt sich ein (Fig. 15, 16, 17), obgleich jenes Ende ursprünglich das dünnere war. Die Ursache liegt in der stärkern Ausdehnung der äussern Schichten. Dieselben können auf der Seite, wo die Wandung dünn ist, ungehindert dieser Ausdehnung folgen, während sie auf der andern Seite durch die anhängenden innern Schichten, denen dieses Vermögen nicht in so hohem Maasse zukommt, zurückgehalten werden.

Hieher scheint auch folgende Thatsache zu gehören. Wenn man trockene Stärkekörner aus den Knollen von *Curcuma Zedoaria* röstet, so dass die Gasblase, die sich im Innern bildet, etwa $\frac{1}{3}$ des ganzen Kornes einnimmt und die Wandung eine gelbliche Farbe angenommen hat (seltener beobachtet man diess auch an farblosen oder an stärker gefärbten Körnern), — so dehnt sich die Gasblase (wenn sie nicht schon früher das Korn verlassen hat) bei Zutritt von Wasser oder

von verdünntem Weingeist aus, und wird, durch Platzen der Wandung, frei. Die Oberfläche des Kornes ist ganz glatt. Wenn man verdünnte Kalilösung zusetzt, so quillt die Substanz des Kornes nur wenig auf. Nach und nach wird aber die Oberfläche wellig-uneben und zuletzt oft tief-gekerbt. An einem kleinen Korn von 29 Mik. Durchmesser bemerkt man z. B. 10 Kerben, welche 2 bis 6 Mik. tief sind. Die Ein- und Ausbuchtungen rühren von einer oberflächlichen dichten Schicht her; sie vergrössern den Rand, im Durchschnitt gesehen, auf das Doppelte, somit die Oberfläche auf das Vierfache. Eine innere dichte Schicht, welche die Höhlung begrenzt, bleibt vollkommen glatt. Diese Erscheinung muss wohl, in Verbindung mit den übrigen angeführten Thatsachen, folgendermaassen erklärt werden. Durch Aufnahme von Wasser wächst die äussere Schicht stark in die Fläche, während sich die übrige Substanz fast gar nicht ausdehnt. Da jene Schicht durch Adhäsion und zugleich durch den Druck der äussern Flüssigkeit gehalten, sich nicht blasenförmig abheben kann, so legt sie sich an der ganzen Oberfläche in Falten.

Ich erwähne hier einer andern Thatsache, die ich auf gleiche Weise zu erklären geneigt bin. Wenn Stärkekörner aus Kartoffeln, aus Wurzelstöcken von Canna u. s. w. durch Kalilösung, Schwefelsäure oder feuchte Hitze aufquellen, so geschieht es zuweilen, dass die ursprünglich glatte Oberfläche eine Zeit lang höckerig oder buckelig wird und zuletzt die fast halbkugeligen Unebenheiten wieder verliert. Fritzsche (Poggendorff's Ann. XXXII, 145) fand die Ursache dieser Erscheinung in der Eigenschaft der äussersten Schicht, der Einwirkung des heissen Wassers länger zu widerstehen, als die unter ihr liegenden Schichten. Es müsste dann nicht bloss angenommen werden, dass die innere Substanz auf die Rinde einen Druck ausübe, was wegen der in diesem Stadium bereits vorhandenen Höhlung im Innern unmöglich oder wenigstens unwahrscheinlich ist, sondern auch, dass die Rinde stellenweise einen ungleichen Widerstand leiste.

Verfolgt man die fortschreitenden Quellungserscheinungen genau, so unterliegt es fast keinem Zweifel, dass die buckelartigen Unebenheiten erscheinen, wenn die Reihe des Aufquellens an die Rindenschicht gekommen ist. Sie können nun auf doppelte Art erklärt werden. Man könnte sich denken, die Rinde quelle ungleich auf, so dass sich die einen Stellen, die den Feldern eines Netzes entsprechen, stärker, die andern, die den Balken des Netzes zu vergleichen wären, weniger sich ausdehnten. Eine Ungleichheit der Substanz, die sich netzartig über die Fläche einer Schicht ausbreitet, ist nun zwar gedenkbar, und mit Rücksicht auf verschiedene Erscheinungen der Auflösung (wie ich im folgenden Kapitel zeigen werde) selbst wahrscheinlich. Allein es scheint mir mehr als zweifelhaft, dass diese Ungleichheit die in Frage stehende Erscheinung für sich hervorzubringen vermöge.

Viel annehmbarer bietet sich die zweite Erklärung dar, dass die Rinde sich stärker ausdehnt als die innere Substanz, und dass sie, durch die Adhäsion dieser letztern gehalten, ihre Oberfläche durch wellenförmige Buchtungen vergrössert. Es ist nun aber möglich, dass Ungleichheiten der Substanz in Form eines Netzes die Art und Weise für die Vermehrung der Oberfläche bestimmen.

Bei längerer Einwirkung des Quellungsmittels wird die innere aufgequollene Substanz aufgelöst, und es kann nun die Rinde sich ungehindert ausdehnen. Der Umstand, dass jetzt die Oberfläche wieder glatt wird, rührt davon her, weil alle Punkte derselben gleich sehr aufquellen; er spricht ebenfalls für die Annahme, dass das ungleiche Aufquellen der Rinde zu einer höckerigen Oberfläche nicht sowohl eine selbständige, als zum Theil wenigstens durch fremde Einwirkung hervorgebrachte Erscheinung sei.

Statt höckerartiger Unebenheiten auf der Oberfläche tritt bei ovalen zusammengedrückten Körnern zuweilen eine andere Formveränderung ein. Fritzsche erwähnt derselben für die Stärkekörner aus dem Wurzelstock von *Hedychium flavescens*; ich sah sie bei solchen von *Curcuma Zedoaria*. Die Körner drehen sich um ihre Achse, und beschreiben bis auf einen halben Umlauf und etwas darüber.

Diese Erscheinung erklärt sich nach meiner Ansicht in Uebereinstimmung mit allen bisherigen Thatsachen am einfachsten ebenfalls durch ein stärkeres Wachstum der Rinde in einem gewissen Quellungsstadium. Wenn ein flachgedrückter Körper sich um seine Achse drehen soll, so muss das Längenwachsthum von der Achse aus auf allen Radien gleichmässig zunehmen; d. h. es muss in jedem Punkt um so beträchtlicher sein, je weiter er von der Achse entfernt

st. Die Ausdehnung in den Stärkekörnern ist daher nicht bloss grösser in der Rinde, als in den innern Schichten, sondern auch in der Rinde selber grösser am Rande des Kornes als in der Mitte desselben. Diess stimmt vollkommen mit der früher erwähnten Erscheinung bei Stärkekörnern von Canna und Curcuma überein, wo die Ränder sich so stark in die Länge dehnen, dass das Korn am Grunde tief eingekerbt wird.

Aus den mitgetheilten Thatsachen ergibt sich unzweifelhaft, dass die äussern Schichten einerseits mehr in die Fläche sich ausdehnen als die innern, und dass andererseits ihr Flächenwachsthum das eigene Dickenwachsthum übertrifft. Doch ist zu berücksichtigen, dass die Quellungserscheinungen der äussern Schichten fast überall durch eine ausser ihnen liegende Ursache (durch die anhängende innere Masse) modifizirt werden, und dass aus jenen Thatsachen desswegen noch keine verschiedene Natur der äussern Schichten gefolgert werden kann. Es lassen sich bloss folgende Schlüsse ziehen:

1) Im ersten Stadium, wenn die innere Substanz aufquillt, so veranlasst der Druck, den sie ausübt, eine ausschliessliche oder überwiegende Ausdehnung der Rinde, welche noch wenig Neigung zum Aufquellen besitzt. Er ist selbst im Stande, die äusseren Schichten zu durchbrechen.

2) Im zweiten Stadium, wenn die Rinde nun ihrerseits aufquillt, so wird sie von der innern Substanz, welche ihr Quellungsmaximum nahezu erreicht hat, zurückgehalten; was man deutlich an dem angeführten Beispiel der durch Kalilösung hohlgewordenen Kartoffelstärkekörner mit ungleich dicker Wandung wahrnimmt (vgl. Pag. 79). Die Ausdehnung der äussern Schichten ist aber nie im Stande eine Trennung derselben von der innern Substanz herbeizuführen.

Die Rinde hat in diesem Stadium das Bestreben, ihre Oberfläche stärker zu vergrössern, als es die anhängende innere Substanz erlaubt. Es treten daher verschiedene Erscheinungen (Höckerbildung, Drehung, Einstülpung) auf, welche alle der Oberfläche gestatten, in grösserm Maasse zuzunehmen, als es das Volumen thun muss. Dass aber die Wirkungen ungleich sind, beweist das Vorhandensein von weiteren Verschiedenheiten bei den einzelnen Stärkekörnern.

3) Wenn die Schichten durch Auflösung zwischenliegender Schichten getrennt werden, so dehnen sich je die äussern verhältnissmässig mehr aus. Diess beweist aber nur ein grösseres Quellungsvermögen der äussern (dichtern) Substanz überhaupt, nicht aber ein ungleiches Verhalten in verschiedenen Richtungen.

Zu den Erscheinungen, welche das ungleichmässige Aufquellen der Stärkekörner beweisen, gehören ferner die Höhlungen und Risse. Sie sind wie diejenigen, welche bei der Wasserentziehung auftreten, von Wichtigkeit für die Anordnung der kleinsten Theile. Es lohnt sich daher auch hier der Mühe, theoretisch zu untersuchen, unter welchen Verhältnissen die Continuität in der Substanz eines sich vergrössernden Kornes unterbrochen wird, um so mehr, da diess zuweilen auch eine Erscheinung des Wachsthums ist.

Die Bildung einer Höhlung und von Rissen ist bei dem Aufquellen oder beim Wachsthum an folgende Bedingungen geknüpft, vorausgesetzt dass die Trennung in tangentialer und in radialer Richtung gleich leicht eintritt.

A. In dem ganzen Korn oder in einzelnen Regionen desselben entstehen keine Risse,

a) wenn die Substanz in radialer und in den beiden tangentialen Richtungen in gleichem Maasse sich ausdehnt;

b) wenn die innere Substanz in allen drei Dimensionen in gleichem Maasse wächst, und wenn die äussere Substanz im Ganzen zwar weniger sich ausdehnt, aber mehr in den tangentialen Richtungen als in radialer. Die äussern Schichten können in radialer Richtung in jedem beliebigen Verhältniss weniger zunehmen, insofern das Wachsthum in den tangentialen Dimensionen das richtige Verhältniss beobachtet. Wenn sie sich in radialer Richtung gar nicht ausdehnen, so verhält sich ihre Volumenzunahme zur Zunahme eines gleichen Volumens der innern Substanz wie die zweite zur dritten Potenz;

c) wenn die innere Substanz in allen Dimensionen gleich sehr wächst, und wenn die äussere im Ganzen eine grössere Ausdehnung zeigt, mehr aber in radialer als in den tangentialen Richtungen. Das Wachsthum der innern Masse kann

möglicherweise mangeln, das der äussern kann in jedem beliebigen Verhältnisse beträchtlicher sein, wenn das Verhältniss zwischen den verschiedenen Dimensionen das richtige bleibt.

B. In dem ganzen Korn oder in einzelnen Regionen entstehen radiale Risse, wenn die Substanz in radialer Richtung sich mehr ausdehnt, als in den beiden tangentialen Richtungen, wobei jedoch der unter A c aufgeführte Fall auszuschliessen ist. Wenn die radiale Ausdehnung überall die nämliche ist, so sind radiale Risse an irgend einer Stelle ein Beweis dafür, dass daselbst ein geringeres Wachstum in die Fläche statt hat. Ist das Flächenwachsthum überall gleich, so beweisen die radialen Risse an irgend einer Stelle ein beträchtlicheres locales Dickenwachsthum. — Wenn aber in einem A c ähnlichen Falle die innere Substanz in radialer Richtung sich mehr ausdehnt als in den tangentialen Richtungen, so entstehen radiale Risse im Innern, obgleich daselbst das Wachstum überhaupt und auch das Dickenwachsthum insbesondere geringer ist als aussen. Wenn ferner in einem A b ähnlichen Falle das radiale Wachstum in den äussern Schichten das richtige Verhältniss übersteigt (oder wenn das Flächenwachsthum hinter demselben zurückbleibt), so bilden sich aussen radiale Risse, obgleich daselbst die Ausdehnung in die Dicke ganz mangelt oder jedenfalls geringer ist als in der innern Substanz. — Ebenso wenn in dem Falle A b die innere Substanz mehr in die Dicke als in die Fläche wächst, und wenn in dem Falle A c das Flächenwachsthum der äussern Substanz hinter dem erforderlichen Verhältniss zurückbleibt, so treten radiale Risse dort in den innern, hier in den äussern Schichten auf, obgleich daselbst die Ausdehnung in die Fläche bedeutender ist, als in den übrigen Theilen des Kornes.

C. Die Schichten trennen sich durch (concentrische) Spalten von einander, wenn sie in den beiden tangentialen Dimensionen mehr wachsen als in der radialen, mit Ausschluss des unter A b aufgeführten Falles. Locale Spalten zwischen den Schichten sind ein Beweis für ein locales geringeres Dickenwachsthum, wenn das Flächenwachsthum überall das nämliche ist, oder für ein locales beträchtlicheres Flächenwachsthum, wenn das Dickenwachsthum überall sich gleich bleibt. Wenn aber in dem Falle A b die radiale Ausdehnung der äussern Schichten hinter dem erforderlichen Verhältniss zurückbleibt, oder wenn in dem Falle A c die innern Schichten in den tangentialen Richtungen mehr wachsen als in der radialen, so entstehen Spalten dort zwischen den äussern, hier zwischen den innern Schichten, obgleich an beiden Orten das Flächenwachsthum geringer ist, als in den übrigen Theilen des Kornes. Ebenso wenn in dem Falle A b die innern Schichten mehr in die Fläche als in die Dicke wachsen, und wenn in dem Falle A c das Dickenwachsthum der äussern Schichten das nöthige Verhältniss nicht erreicht, so bilden sich Spalten dort zwischen den innern, hier zwischen den äussern Schichten, obgleich daselbst in radialer Richtung eine beträchtlichere Ausdehnung statt hat, als im übrigen Korn.

D. Im Schichtencentrum bildet sich eine Höhlung, wenn die Ausdehnung des Kerns und der innern Schichten in allen Richtungen nicht beträchtlich genug ist, um mit dem Flächenwachsthum der übrigen Schichten Schritt zu halten. Der Höhlung müssen Trennungen in der Substanz in allen Richtungen vorausgehen. — Wenn das radiale Wachstum in den übrigen Partien des Kornes nicht geringer ist als in der Region des Kerns, so ist das Auftreten einer Höhlung im Innern immer ein Beweis dafür, dass hier auf ein gleiches Volumen eine geringere Ausdehnung stattfindet als aussen.

Wenn beim Aufquellen der Stärkeköerner die Continuität der Substanz unterbrochen wird, so bildet sich eine Höhlung im Schichtencentrum und Risse, welche ausschliesslich einen radialen Verlauf zeigen, von der Höhlung ausgehen und nach der Oberfläche schwächer werden. Aus diesen Erscheinungen scheint zweierlei zu folgen: 1) dass in diesen Fällen die Substanz des Kerns weniger aufquillt als die umgebende Masse, 2) dass die Flüssigkeitstheilchen in den innern Schichten in grösserer Menge radial hinter die Stärketheilchen, als tangential neben dieselben eingelagert werden.

Das Auftreten einer centralen Höhlung beweist um so eher die geringere Volumenzunahme der innersten Substanz, weil die umgebenden Schichten radiale Risse bekommen, und somit in radialer nicht bloss in gleichem Maasse, sondern bedeutend mehr sich ausdehnen, als in den tangentialen Richtungen (vgl. oben D).

Das Auftreten von radialen Rissen möchte aber um so eher ein überwiegendes Wachstum in radialer Richtung beweisen, weil die Substanz des Stärkekorns doch wahrscheinlich parallel mit der Schichtung leichter spaltbar ist (wie die nämlichen Risse beim Eintrocknen den grössern Wasserverlust in tangentialer Richtung andeuten); — und weil jene Risse schon im ersten Stadium sich bilden, sobald die Quellungsmittel auf die innere weiche Substanz einwirken.

Doch kann jedenfalls, wegen der ungleichen Dichtigkeit und des ungleichen Quellungsvermögens in den verschiedenen Parteen eines Kornes, die Richtung der Risse nicht allein aus einer bestimmten Einlagerung der Wassertheilchen, sondern auch auf andere Weise erklärt werden. Die erste Einwirkung der Quellungsflüssigkeit trifft, wie wir gesehen haben, die innere Substanz; aber die wasserreichsten Stellen derselben werden bald ihr Quellungsmaximum erreicht haben, da sie sich schon in einem Zustande grösster Wassereinlagerung befinden. Dahin gehört vorzüglich der Kern (bei nicht sehr excentrisch geschichteten Körnern). Wenn die den Kern umgebenden dichtern Schichten, welche stärker aufquellen, dadurch auf grössere Flächen sich ausdehnen, so wird die Substanz des Kerns zerrissen. Man könnte nun auf gleiche Weise die weitere Rissebildung erklären und sagen, das Quellungsmaximum schreite von innen nach aussen hin fort, und es werden ihrerseits die innern Schichten auseinandergezogen. Es sei begreiflich, dass die schon vorhandene Trennung der Substanz mit grösserer Leichtigkeit sich als radiale Risse nach aussen hin fortsetze und die Schichten durchbreche, als dass neue Risse zwischen den letztern entstehen.

Es ist mir wahrscheinlich, dass beide Ursachen zusammenwirken, um die radialen Risse, die oft von sehr bedeutender Stärke sind, hervorzubringen; — dass nämlich im ersten Stadium der Kern durch die sich ausdehnende umgebende Substanz, der er nicht folgen kann, zerrissen wird, und dass diese Risse wesentlich die radiale Spaltung, die von innen nach aussen erfolgt, erleichtern; dass aber im zweiten Stadium das geringere Aufquellen der innern Substanz in tangentialer Richtung eine wesentliche Ursache der strahlenförmigen Zerklüftung wird, wie aus den später mitzutheilenden Thatsachen hervorgeht.

Die Bildung von Rissen wurde vorzüglich an den Stärkekörnern der Kartoffel studirt. Bei schwächerer Einwirkung der Kalilösung wird zuerst eine kleine Höhlung im Schichtencentrum (Taf. XIII, 11) sichtbar. Darauf treten zwei Risse auf, welche von derselben ausgehen und den grössten Halbmesser zwischen sich haben (Fig. 12). Wenn ein solches Korn in der aufrechten Stellung betrachtet wird, so sieht man eine kreisrunde Spalte, die somit die Form eines Kegelmantels hat und einen soliden trichterförmigen Raum umschliesst. Diese Spalte beginnt vom innern Hohlraum und verlängert sich nach aussen. Häufig bleibt sie kurz, und es treten neue ähnliche Spalten auf, welche innerhalb der äussern Mündung je einer innern Spalte beginnen und nach aussen gehen; so dass eine grössere oder geringere Zahl von Trichtern theilweise in einander geschoben sind (Fig. 13). Obwohl viele dieser Risse, die man in der Längsansicht wahrnimmt, Durchschnittsansichten von trichterförmigen Spalten sind, so ist diess doch nicht von allen wahrscheinlich. Es sind aber immerhin gebogene Spalten von grösserer Ausdehnung, die zusammen einen kegelförmigen Raum umschliessen. Die Spalten können zuweilen eine beträchtliche Dicke erreichen, so dass die dazwischen liegende Stärke als Fasern erscheint, welche büschelförmig vereinigt von einer gemeinsamen Masse ausstrahlen.

Die Risse, welche sich beim Aufquellen der Stärkeköerner mit excentrischem Kern bilden, stimmen also genau mit denjenigen überein, welche beim Austrocknen dieser Körner entstehen. Auch hier ist es nicht wahrscheinlich, dass, abgesehen von der Verschiedenheit zwischen radialer und tangentialen Richtungen, daraus weiter eine eigenthümliche Anordnung der Stärke- und Flüssigkeittheilchen zu folgern sei; sondern sie scheint bloss die nothwendige Wirkung der durch die ungleiche Ausdehnung eintretenden Spannung in den Molecülen zu sein (vgl. Pag. 60).

Indessen sind die Risse, welche Kalilösung an frischen Kartoffelstärkekörnern bewirkt, nicht immer so regelmässig, dass sie zusammen die Gestalt einer Kegelschale zeigen. Sie können mehr oder weniger von dieser Anordnung abweichen; und diess scheint immer dann der Fall zu sein, wenn das Korn sich von der regelmässigen ovalen Keggestalt entfernt. Zuweilen strahlen die Risse ohne weitere Regel vom Centrum aus, ausgenommen dass die meisten oder alle in der Richtung des langen Halbmessers verlaufen.

Die Erscheinungen gestalten sich etwas anders, wenn man die Stärkeköerner durch heisses Wasser aufquellen macht. Bei der Einwirkung durch Kalilösung überwiegt die Ausdehnung; die Bildung von Rissen tritt mehr zurück. An den der Siedhitze ausgesetzten Kartoffelstärkekörnern, welche sich noch in den ersten Stadien der Veränderungen befinden, bemerkt man bei geringer Ausdehnung des Volumens schon die Entstehung zahlreicher Risse. Auch hier sind dieselben fast ausschliesslich nach dem langen Halbmesser des Kornes gekehrt. Selten bemerkt man an ihnen die Anordnung, welche der Wandung eines Trichters entspricht. Meist bilden sie ein verkehrt-kegelförmiges oder eher ein besen-

förmiges Bündel. Sie endigen ziemlich vor der Oberfläche. — An andern Körnern, häufig sind es etwas stärker aufgequollene, bemerkt man weitere und weniger zahlreiche Risse, die in einen läuglichen Stern vereinigt sind.

Unter den Kartoffelstärkekörnern, welche die quellende Einwirkung von verdünnter Kalilösung oder kochendem Wasser nur in geringem Maasse erfahren haben, kommen oft einzelne mit weiter trichterförmiger Spalte vor, die einen eigenthümlichen Anblick gewähren, und auch den Beobachter leicht irre führen. Bei der seitlichen Ansicht sieht man einen dichten Substanzkegel in eine Höhlung hineinragen. Bei der Durchschnittsansicht scheint es, als ob ein dichter Kern von einer ringförmigen Spalte oder weichen Schicht umgeben sei. Seltener hat die mittlere Substanz die Form einer Keule oder selbst einer gestielten Kugel. Aehnliche Körner finden sich selten auch in den frischen Kartoffeln. Es kommen nämlich, wie ich später zeigen werde, zuweilen in frischen Geweben Stärkeköerner vor, welche den ersten Stadien, die durch Quellungsmittel hervorgebracht werden, sehr ähnlich sehen. In Fig. 4 A auf Taf. XI ist ein kleines kugeliges Korn aus der Kartoffel dargestellt, in welchem man einen solchen kurzen Substanzkegel in eine Höhlung hineinragen sieht. Das Schichtencentrum ist somit in der Mitte des röthlichen Raumes oberhalb des Kegels. B zeigt das gleiche Korn in der Queransicht; man sieht den Kegel und die röthliche Spalte im Querschnitt. Auf den ersten Blick ist man, namentlich bei der eben genannten Lage des Kornes, geneigt, einen aus dichter Substanz gebildeten Kern anzunehmen. Die Vergleichung mit den übrigen durch Quellung auftretenden Erscheinungen weist aber deutlich auf die richtige Erklärung hin. Ich verweise übrigens auf eine ähnliche Thatsache beim Aufquellen von Bruchkörnern, welche ich später mittheilen werde.

Fritzsche (Poggendorff's Annalen XXXII, 144) beschreibt die Risse, welche das Stärkemehl der Kartoffel durch das heisse Wasser erleidet, in etwas abweichender Weise. Auf die ersten Risse in der Gegend des Kerns entstehe wahrscheinlich in der Richtung der Längsaxe des Kornes ein grösserer Riss, welcher eine durch die dünnste Stelle der etwas breitgedrückten Körner ganz hindurchgehende Spalte bilde. Ich fand die Risse in aufquellenden Kartoffelstärkekörnern gewöhnlich körperlich um die Achse vertheilt, und wenn sie in zusammengedrückten Formen sich der Ebene näherten, so war es die grösste, nicht die kleinste im Längsdurchmesser liegende Ebene.

Aehnliche Risse, wie in den aufquellenden Stärkekörnern der Kartoffel, beobachtet man zuweilen auch an denjenigen aus dem Wurzelstock von Canna. Ich habe oben (Pag. 76) das Aufquellen dieser Körner beschrieben und gezeigt, dass dieselben sich stärker in die Breite ausdehnen, als in die Länge. Wenn zuerst das dem Schichtencentrum abgekehrte Ende durch Kalilösung aufquillt und das Korn dadurch eine birnförmige Gestalt erhält, so bilden sich Risse, welche von dem hohl werdenden Kern ausstrahlend in der Richtung des langen Halbmessers zwei divergirende Bündel bilden, und welche wie in den Kartoffelstärkekörnern ebenfalls die Form der Wandung eines Trichters haben; nur ist dieser Trichter, wie das Korn selbst, etwas zusammengedrückt.

Auf den ersten Blick ist man geneigt, die Ursache dieser Risse ausschliesslich darin zu finden, dass die innern Schichten der tangentialen Ausdehnung der äussern Schichten nicht folgen können. Man müsste dann auch die vorhin erwähnten Risse in den Kartoffelstärkekörnern auf gleiche Art erklären, nämlich durch ein übermässiges Wachstum der äussern Schichten. Diese Annahme wäre möglich, wenn die Substanz der Stärkeköerner in radialer Richtung leichter spaltbar wäre als in tangentialer, was, wie schon bemerkt, mit Rücksicht auf den geschichteten Bau durchaus unwahrscheinlich ist. Wenn daher die innere Substanz der stärkern Flächenausdehnung der äussern nicht folgen könnte, so sollte man erwarten, dass die letztern wenigstens in einzelnen Fällen sich als Blasen abheben würden. — Jene Annahme ist um so weniger wahrscheinlich, da die innere Masse der Stärkeköerner im Anfang, wie wir oben (Pag. 73) gesehen haben, viel stärker aufquillt als die äussere; es giebt sich daher die Rissebildung im Innern, welche ebenfalls zu den ersten Wirkungen des Aufquellens gehört, nicht als ein von den äussern Schichten abhängiger Akt kund. — Jene Annahme, dass die Flächenausdehnung der äussern Schichten die Risse im Innern bewirke, wird auch deswegen unwahrscheinlich, weil die Spaltung immer senkrecht zu den Schichten erfolgt. Wenn ein Kartoffelstärkekorn seinen Verdickungsradius wechselt, so dass derselbe knieförmig einen stumpfen oder selbst rechten Winkel bildet (wie z. B. Fig. 2 auf Taf. XI), so zeigen auch die ersten Risse, welche entstehen, den gleichen Verlauf. Es deutet diess darauf hin, dass die Ursache der Spaltung in der Structur der sich spaltenden Substanz selbst liege.

Aus diesen Gründen schon ist es unwahrscheinlich, dass die vom Kern ausgehenden Risse in den Stärkekörnern von Canna, an welchen das dem Kern abgekehrte Ende zuerst aufquillt, eine Folge dieser Flächenausdehnung sei; sie müssen vielmehr ihren Ursprung der Quellung in der Substanz selbst, in welcher sie entstehen, verdanken. Diess wird auch durch folgende Thatsache unterstützt. Zuweilen gelingt es, wie ich früher bemerkte, dass ein Korn, welches mit seinem Kernende in ein Strömchen von Kalilösung taucht, hier zuerst aufquillt. Es müssten nun, wenn jene Annahme richtig wäre, in diesem Falle durch die ziehende Wirkung der aufquellenden Hälfte an dem hintern noch unveränderten Ende ähnliche Risse entstehen, was aber nicht der Fall ist.

Stärkekörner aus dem Wurzelstock von Canna, welche der Siedhitze ausgesetzt sind, werden, wie ich oben zeigte, zuerst in der hintern Hälfte angegriffen; sie quellen hier auf, und es bilden sich daselbst im Innern radiale Risse, die gegen das hintere Ende sich fortsetzen. Bei stärkerer Einwirkung entstehen die eben besprochenen, vom Schichtencentrum ausgehenden und gleichfalls nach dem hintern Ende sich verlängernden Risse. Jene erstern sind es nun vorzüglich, welche ebenfalls dafür sprechen, dass die innere Substanz in radialer Richtung stärker aufquillt. Ich will deswegen die Erscheinung etwas näher beschreiben.

Die Körner haben eine ovale Gestalt, und sind auf die Hälfte oder ein Drittel der Breite zusammengedrückt. Auf Taf. XVII sind solche Körner von der breiten Seite dargestellt. Bei der ersten Einwirkung des Quellungsmittels werden Risse sichtbar, die zu 3—6 in einer oder mehrern Reihen neben einander liegen, von Schichten in der Mitte der Länge und jenseits derselben beginnen, und gegen das hintere (dem Kern abgekehrte) Ende hin vorrücken. Sie schneiden die grösste Ebene des Kornes rechtwinklig, und sind unter einander je nach der Form desselben bald ziemlich parallel, bald divergiren sie nach hinten. Die Stelle, von wo die Risse ausgehen, schwankt nach den einzelnen Körnern. Bald beginnen sie von einer Schicht, die meist etwas jenseits von der Mitte der ganzen Länge (z. B. in Fig. 5 auf Taf. XVII, innerhalb c) liegt; bald von zwei Schichten, von denen die eine etwas diesseits, die andere weit jenseits der Mitte sich befindet, z. B. in einem 105 Mik. langen Korn die eine 47, die andere 81 Mik. vom vordern Ende entfernt; bald von 3, 4 und 5 Schichten, von denen die erste etwas diesseits der Mitte, die anderen zwischen ihr und dem hintern Ende liegen.

Es sind auch hier zwei Ursachen denkbar. Entweder wächst die äussere dichtere Substanz stärker als die innere und bewirkt das Reissen dieser letztern. Oder es dehnt sich die innere Masse mehr in die Länge als in die Breite aus. Gegen das Erstere spricht der Umstand, dass, wie bereits bemerkt, diese Risse zu den allerersten Quellungsercheinungen gehören, wenn das Korn erst eine geringe Ausdehnung erfahren hat, und dass sie in einem Stadium auftreten, wo sonst bloss die innere Substanz in erheblichem Maasse angegriffen wird. Ferner würde man hier doch gewiss, wenn eine ziehende Ursache von aussen wirkte, auch querverlaufende, mit den Schichten parallele Risse erwarten.

Es ist namentlich aber noch ein Umstand, welcher die ausgesprochene Ansicht unterstützt. Wenn die Stärkekörner in dem Wurzelstock aufgelöst werden, so geschieht es von aussen, und es entstehen Scheiben, wie sie z. B. auf Taf. XVII in Fig. 14 (A und B, von der breiten und schmalen Seite gesehen) dargestellt sind. Diese Scheiben stellen den innern, der dichten Rinde entledigten Theil der Stärkekörner dar. Wenn man Kalilösung darauf einwirken lässt, so gelingt es zuweilen, zarte Längsrisse, die den gleichen Verlauf haben, wie die vorhin beschriebenen, darin wahrzunehmen. Dieselben werden also selbständig von der innern Substanz hervorgebracht, und zwar natürlich nur dadurch, dass diese in verschiedenen Richtungen ein ungleiches Quellungsvermögen besitzt.

Wie die Stärkekörner von Canna verhalten sich im Wesentlichen die ihnen sehr ähnlichen aus den Knollen von Curcuma Zedoaria. Hier bilden sich bei der Einwirkung von verdünnter Kalilösung in der Regel strahlenförmige Risse in der Nähe des Schichtencentrums (vgl. Pag. 74, 77).

Etwas anders dagegen gestalten sich die Erscheinungen, wenn die Stärkekörner von Curcuma Zedoaria der Siedhitze ausgesetzt werden. Dann bilden sich in der aufquellenden Substanz weite sternförmige Spalten, welche von dem

Centrum ausgehen und oft sich bis nahe an den Umfang erstrecken. Sie liegen, da die Körner stark zusammengedrückt sind, in einer Ebene. In der tangentialen Querschnittsansicht erscheinen sie elliptisch und nähern sich beiderseits sehr der Oberfläche. Da diese Spalten sich in demjenigen Theil des Kornes befinden, welcher schon in diesem Stadium und noch mehr später, wenn sie wieder undeutlich werden, sehr stark in die Breite sich ausdehnt, so sind sie eine auffallende Erscheinung. Indess habe ich schon oben, als ich die Dimensionsveränderungen beim Aufquellen der Stärkekörner von Curcuma betrachtete (Pag. 77, ff.), darauf aufmerksam gemacht, dass der in die Erscheinung fallende Totaleffekt hier mehr als bei andern Körnern durch verschiedene Schichten, äussere und innere, bedingt wird. Es lässt sich daher schwer sagen, was auf Rechnung des tangentialen Wachsthum der äussern und des radialen der innern Substanz fällt; es ist aber wohl unzweifelhaft, dass hier beide als wirkende Ursache auftreten.

Für die Annahme, dass die Risse, die sich beim Aufquellen bilden, Folge einer ungleichen Wassereinlagerung in der sich spaltenden Substanz selbst und nicht die Wirkung der überwiegenden Flächenausdehnung der Rinde seien, ergibt sich auch aus dem Verhalten, welches die Bruchkörner beim Aufquellen zeigen. Ich habe früher dargethan, dass in solchen Körnern, welche nur auf einer Seite mit andern Körnern in Berührung waren, sich beim Austrocknen eine Spalte bildet, welche die Form der Wandung eines Trichters hat; die Spitze des Trichters berührt das Schichtencentrum, der Umfang desselben entspricht dem Umfang der Gesamtheit der Bruchflächen (vgl. Pag. 48). Daraus wurde der Schluss gezogen, dass die Substanz in der Richtung gegen die Bruchflächen weicher sei, und dass das Austrocknen daselbst in tangentialer Richtung stärker erfolge als in radialer (vgl. Pag. 56, ff.). Beim Aufquellen solcher Bruchkörner zeigt sich nun die nämliche Erscheinung; es entsteht eine gleiche trichterförmige Spalte, welche von einer centralen Höhlung ausgeht und einen Kegel von Substanz einschliesst. Die Spalte reicht sehr oft in fast gleicher oder in abnehmender Stärke unmittelbar bis zur Oberfläche. Wäre das Flächenwachstum der Rinde an der Entstehung der Risse schuld, so müssten die radialen Risse auf das Innere beschränkt bleiben.

Bemerkenswerth sind die durch feuchte Hitze veränderten Stärkekörner des Tapiocamehls (von *Jatropha Manihot*). Dieselben waren im natürlichen Zustande zusammengesetzt, und bestanden aus 2 bis 4 Theilkörnern, in welche sie nun zerfallen sind. Jedes Bruchkorn besitzt somit eine gewölbte freie Fläche und 1 bis 3 ebene Bruchflächen. Die am wenigsten veränderten Körner zeigen bloss eine mittlere Höhlung, entweder mit Flüssigkeit oder mit einer sehr wasserreichen Substanz gefüllt. Wenn die Einwirkung der Wärme etwas stärker war, so geht von dieser Höhlung ein Kanal oder eine Spalte nach der Oberfläche. Der Kanal ist nach der Mitte derjenigen Seite gerichtet, die früher mit andern Theilkörnern in Berührung war, und erweitert sich nach aussen in verschiedener Art trichterförmig.

In vielen Körnern bildet sich eine von der centralen Höhlung ausgehende Spalte, deren Querschnitt kreisförmig ist, und die eine solide kegelförmige Substanz umschliesst (Taf. XXV, Fig. 15, a). Die Grundfläche des Kegels entspricht demjenigen Theil der Oberfläche, welcher die anderen Theilkörner berührte. Die Längsansicht zeigt von der Höhlung aus zwei divergirende nach den Ecken verlaufende Kanäle, welche dem Längsschnitt der ganzen Spalte entsprechen und die kegelförmige Substanz einschliessen. Die letztere hat oft eine keulenförmige Gestalt, wobei der Theil unter dem kopfförmigen Ende nicht bloss schmaler ist, sondern auch aus einer weniger dichten Masse besteht. Der Wassergehalt dieser Masse kann so gross werden, dass kaum noch die Begrenzung sichtbar ist, und dass sie endlich ganz unsichtbar wird.

In manchen Körnern sieht man mitten in der centralen Höhlung einen frei liegenden kugeligen, dichten Körper (Fig. 15, d). Da derselbe nicht auf die Wandung fällt, so wird er wahrscheinlich durch die zwar äusserst verdünnte, aber nicht ganz aufgelöste Substanz der ganzen Höhlung oder nur des Stieles gehalten. Solche Körner scheinen auf den ersten Blick dafür zu sprechen, dass das Schichtencentrum aus einer dichtern Substanz bestehe und noch unverändert zurückbleibe, nachdem die nächsten Schichten aufgelöst oder sehr aufgelockert wurden. Vergleicht man aber diese Erscheinung mit denjenigen Formen, in denen die solide Masse noch durch einen Stiel mit der kegelförmigen Substanz verbunden ist (Fig. 15, a), und diese hinwieder mit ähnlichen Erscheinungen der Kartoffelstärkekörner, so kann man die Ueberzeugung nicht abweisen, dass das Schichtencentrum ausserhalb jener centralen kugeligen Masse sich befinde, und dass diese

der übriggebliebene innerste Theil der kegelförmigen Substanz sei. Die letztere besitzt nicht selten eine Vertiefung (Einstülpung) auf der äussern Fläche, welche dazu dient, die Erscheinungen complicirter und undeutlicher zu machen.

Die Stärkekörner der Tapiocca zeigen noch eine andere Erscheinung. Es sind Kanäle, welche von der mittlern Höhlung radienförmig bis zur Oberfläche gehen. Sie sind dünn, genau cylindrisch, und überall gleich weit. Radiale dünne Streifen, welche zuweilen dazwischen vorkommen, scheinen nichts anders als gleiche, aber dünnere Kanälchen zu sein. Die nämliche Bewandniss hat es vielleicht mit einer dichten, radialen Streifung, welche ich zuweilen in den äusseren, noch wenig aufgequollenen Schichten wahrgenommen habe. Ob diese Kanäle und Streifen durch Auflösung oder durch mechanische Trennung entstanden, ist ungewiss; ebenfalls, ob sie eine Folge der Einwirkung der Wärme oder schon im unveränderten Korn vorhanden seien. Jedenfalls aber beweisen sie, wie ich schon oben bemerkte (Pag. 62), dass auch die in der nämlichen Schicht neben einander liegenden Stellen zuweilen ungleiche Dichtigkeit und ungleiche Löslichkeit besitzen.

Durch die bisher angeführten Thatsachen suchte ich zu beweisen, dass die Risse vorzüglich eine Folge des ungleichen Aufquellens der Substanz seien, in welcher sie sichtbar werden. Da sie ausschliesslich vom Schichtencentrum gegen die Peripherie gerichtet sind und die Schichten rechtwinklig durchsetzen, so müssen mehr Flüssigkeitstheilchen in radialer als in den beiden tangentialen Richtungen aufgenommen werden. Die Wirkung der ungleichen Spannung gibt sich zuerst und am stärksten in der Nähe des Schichtencentrum kund; denn dort beginnen die Risse, und dort sind sie immer im Verhältniss zum Flächeninhalt der Schichten weitaus am beträchtlichsten.

Die Höhlung, welche sich im Schichtencentrum bildet, kann durch Auflösung oder durch Zerreißen der Substanz gebildet werden. Sicher ist es, dass bei der Einwirkung eines jeden Quellungsmittels die Auflösung bald beginnt, und dass sie mit Ausnahme sehr excentrisch geschichteter Körner ausschliesslich im Schichtencentrum anfängt und von dort nach aussen hin fortschreitet. Wahrscheinlich geht aber der Auflösung zuerst ein Zerreißen der Substanz des Kerns voraus, obgleich diess nicht unmittelbar zu beobachten ist. Der Kern kann, weil er schon im natürlichen Zustande äusserst wasserreich ist, nur wenig aufquellen. Er kann also, wie bereits bemerkt wurde, den umgebenden dichtern Schichten, welche sich stärker ausdehnen und auf eine Fläche von längerem Krümmungshalbmesser sich vergrössern, nicht folgen, und muss in allen Richtungen zerspalten werden.

Bei Körnern mit sehr excentrischem Kern bilden sich beim Aufquellen auch Höhlungen zwischen dem Schichtencentrum und dem hintern Ende; also in der Gegend, wo die Substanz am weichsten ist. Sie sind, wie die glatte Begrenzung zeigt, eine Folge der beginnenden Auflösung; und ich werde sie in diesem Kapitel näher beschreiben. Doch ist es wahrscheinlich, dass auch hier zuerst ein Zerreißen der Substanz vorausgeht.

Nicht in allen Körnern werden beim Aufquellen Risse sichtbar. So sieht man sie öfters nicht, wenn die Ausdehnung sehr rasch vor sich geht, und die Substanz eine beträchtliche Auflockerung erfährt, so dass ihr Lichtbrechungsvermögen von dem des Wassers nicht mehr stark abweicht. Es giebt aber auch Körner, wo die Risse wirklich zu mangeln scheinen. Namentlich sind es solche, die keine deutliche Schichtung erkennen lassen, aussen und innen fast gleiche Dichtigkeit zeigen und auch beim Austrocknen keine Risse bekommen. Ein Beispiel hiefür liefern die Stärkekörner im Milchsaft der Euphorbiaceen.

Wenn trockene Stärkekörner mit Wasser in Berührung gebracht werden, so nehmen sie davon annähernd die gleiche Menge auf, die sie im frischen Zustande besaßen; und nach jedem neuen Eintrocknen befeuchten sie sich wieder in gleicher Weise. Anders verhalten sich die aufgequollenen Körner. Wenn man die Quellungsursache entfernt, ohne ein Austrocknen herbeizuführen (indem die gesteigerte Temperatur erniedrigt, die Säure oder das Alkali neutralisirt wird), so verlieren sie nur einen Theil des Wassers, das sie beim Aufquellen aufgenommen haben, — ein Beweis, dass die Natur der Stärkesubstanz durch die Quellungs mittel verändert wurde.

Die aufgequollenen Stärkekörner, welche auf irgend eine Weise (sei es durch blosse Entfernung der Quellungsursache oder durch wasserentziehende Mittel), eine grössere oder geringere Menge von Flüssigkeit verlieren, verhalten sich

übrigens sehr verschieden, je nach dem Grad der Quellung, den sie erreicht hatten, je nach ihrer verschiedenen Structur, und je nach dem Mittel, das man anwendet. Es bedürfte grösserer Reihen von Untersuchungen, um die Werthe dieser einzelnen Factoren zu erhalten. Die wenigen Beobachtungen, die in dieser Beziehung gemacht wurden, sind folgende.

Die bedeutende Zusammenziehung, welche die durch Kali aufgequollenen Stärkekörner zeigen, wenn ihnen das Kali entzogen wird, wurde zuerst an einem Korn von *Euphorbia nereifolia* beobachtet. Dasselbe lag in Kalilösung, zu welcher man Jodtinctur (von 75 % Alcohol) zutreten liess. Ein stark aufgequollenes Korn, welches von einem Strom der Jodlösung erfasst wurde, contrahirte sich plötzlich sehr beträchtlich, und färbte sich dabei blau. Von einem Strom der Kalilösung berührt, entfärbte es sich und dehnte sich ebenso schnell wieder aus. Jodtinctur und Kali wiederholten die nämlichen Erscheinungen wechselweise, bis die beiden Flüssigkeiten sich gemischt hatten und die Strömungen aufhörten. Contraction und Färbung erfolgten nicht ganz gleichzeitig, die erstere begann immer früher. Der Grund liegt darin, weil das mit dem Alcohol eindringende Jod zuerst dazu verwendet wurde, das Kali zu sättigen, und erst nachher die Stärke zu färben.

Diese Beobachtung führte zu einer genauern Untersuchung. Stärkekörner von *Euphorbia Lathyris* wurden in Kalilösung gebracht. Die grössten aufgequollenen Körner waren 157 Mik. Mill. lang. Die Ausdehnung, die sie in der Längsrichtung erfahren hatten, betrug ungefähr das Dreifache. Von diesen Körnern wurden die einen mit absolutem Alcohol, andere mit reinem Wasser, andere mit wässriger Jodlösung, andere mit verdünnter Schwefelsäure behandelt, und ein Strom dieser Flüssigkeiten so lange unter dem Microscop über die Stärkekörner geleitet, bis keine Veränderung mehr wahrzunehmen war. Die Strömung wurde dadurch erhalten, dass man an dem einen Rande des Deckgläschens das Reagens zutreten und an dem gegenüberliegenden Rande durch Druckpapier aufsaugen liess. Zur Beobachtung musste ein Korn gewählt werden, das an dem Objektträger oder an dem Deckgläschen festklebte. Dass dasselbe von der Strömung berührt wurde, ergab sich aus den vorbeischwimmenden Körnern. Es wurde vor und nach der Einwirkung des Reagens gemessen. Die Messungen in Mik. Mill. sind in der folgenden Tabelle enthalten. In der ersten Columnne ist der Längsdurchmesser des aufgequollenen, in der zweiten derjenige des contrahirten Korns angegeben; in der dritten ist der Durchmesser für eine Partie des contrahirten Korns berechnet, deren Grösse im aufgequollenen Zustande 100 Mik. Mill. beträgt; in der vierten ist die Grösse der Zusammenziehung in Procenten angegeben.

	Aufgequollen durch verdünnte Kalilösung	Contrahirt durch		Berechnet für eine Länge des aufgequollenen Korns von 100 Mik.	Zusammenziehung in %
1)	119,7	absolut. Alcohol	68,2	57,0	43,0
2)	95,7	Jod-Kalium	68,4	71,5	28,5
3)	102,6	verdünnte Schwefelsäure	68,4	66,6	33,4
4)	136,8	reines Wasser	112,8	82,5	17,5
5)	157,3	dito	123,1	78,3	21,7
6)	136,8	wässr. Jodlösg.	97,4	71,2	28,8
7)	157,3	dito	95,7	60,8	39,2

Die Jodkaliumlösung bei Korn 2 wurde aus der gleichen Kalilösung, welche zum Aufquellenmachen der Stärkekörner diente, durch genaue Sättigung dargestellt. — 4 und 5 sind zwei Körner, die dicht nebeneinander lagen. — Die nämlichen beiden Körner 4 und 5, welche sich durch reines Wasser zusammengezogen hatten, wurden weiter zu dem Versuche mit wässriger Jodlösung benutzt, und durch diese von 112,8 und 123,1 Mik. Mill. Länge auf 97,4 und 95,7 contrahirt (Korn 6 und 7).

Ein zweiter Versuch wurde mit Kartoffelstärkekörnern in gleicher Art angestellt. Das Resultat war folgendes (Längsdurchmesser in Mik. Mill.):

	Aufgequollen durch verdünnte Kalilösung	Contrahirt durch		Berechnet für eine Länge des aufgequollenen Korns von 100 Mik.	Zusammenziehung in %
8)	119,7	Jodlösg. in absolut. Alcohol.	85,5	71,5	28,5
9)	102,6	reines Wasser	95,7	93,3	6,7
10)	102,6	wässrige Jodlösg.	85,5	83,3	16,7

Das Korn 2 wurde auch zu der Reaction von wässriger Jodlösung (3) verwendet; es zog sich noch von 95,7 auf 85,5 Mik. Mill. Länge zusammen.

Aus diesen Versuchen geht hervor, dass die durch Kalilösung aufgequollene Stärkesubstanz sich am meisten contrahirt durch Reagentien, welche ihr direkt Wasser entziehen (Alcohol). Die nicht unmittelbar Wasser entziehenden Substanzen wirken um so mehr, je vollständiger sie das Kali entfernen oder neutralisiren. Ausserdem scheint aber jede lösliche Substanz noch einen eigenthümlichen Einfluss auf den Wassergehalt der Stärke auszuüben.

Bei einem andern Versuch wurden 2 Stärkekörner aus dem Milchsaft von Euphorbia Lathyris genau von gleicher Grösse dicht neben einander und am Rande des Deckgläschens liegend beobachtet. Erst durch Kali aufgequollen, wurden sie durch absoluten Alcohol contrahirt; dann noch einmal durch Kali aufgequollen, wurden sie wieder durch absoluten Alcohol zusammengezogen. Das Resultat der Messungen war folgendes (Längsdurchmesser in Mik. Mill.):

	Unverändert, von Wasser durchdrungen.	Aufgequollen durch verdünnte Kalilösung.	Contrahirt durch absoluten Alcohol.	Wieder aufgequollen durch Kalilösung.	Wieder contrahirt durch Alcohol.
11)	37,6	106	61,5	106	63,2
12)	37,6	88,9	66,5	88,9	56,4

Daraus geht hervor, dass die aufgequollenen Stärkekörner, welche durch Alcohol contrahirt wurden, durch Kalilösung wieder die ursprüngliche Ausdehnung (106 und 88,9 Mik. Mill.) gewinnen. Die ungleiche Zusammenziehung durch Alcohol mag in einer ungleichen Einwirkung desselben seinen Grund haben.

Dieser Versuch zeigt ferner, dass die aufgequollenen Körner nicht mehr in die ursprüngliche Form und Grösse zurückkehren. Die Ausdehnung war viel beträchtlicher als die Zusammenziehung, obgleich zu letzterer absoluter Alcohol angewendet wurde, welcher stärker wirkt, als eine bloss neutralisirende Verbindung. — Korn 1 dehnte sich von 37,6 auf 106, Korn 2 von 37,6 auf 88,9 Mik. Länge aus, also Ersteres von 100 auf 280 und Letzteres von 100 auf 240; beim Erstem beträgt die Zunahme 180, beim Letztern 140 Procent. Die stärkste Zusammenziehung ist folgende: Korn 1 von 106 auf 61,5 oder von 100 auf 58; Korn 2 von 88,9 auf 56,4 oder von 100 auf 63,4. Sie beträgt also beim Erstem 43,6 und beim Letztern 36,6 Procent.

Aus den mitgetheilten Messungen ergibt sich aber auch, dass verschiedene Körner unter übrigens gleichen Umständen verschiedene Resultate liefern. Selbst gleich grosse Körner der nämlichen Pflanze können sich ziemlich ungleich verhalten, wie aus der eben erwähnten Beobachtung hervorgeht. Grössere Differenzen zeigen aber die Stärkekörner verschiedener Pflanzen, die zugleich in der Structur von einander abweichen. Zu den auf Pag. 88 und 89 angeführten Versuchen wurde die nämliche Kalilösung angewendet. Die Stärkekörner der Kartoffel, welche durch dieselbe aufgequollen waren, contrahirten sich merklich weniger, als diejenigen aus dem Milchsaft von Euphorbia Lathyris. Die Abnahme des Längsdurchmessers betrug bei Anwendung von reinem Wasser für die Erstem 6,7 Procent, für die Letztern 17,5 und 21,7 Procent; bei Anwendung von wässriger Jodlösung für die Erstem 16,7 Procent, für die Letztern 28,8 und 39,2 Procent. Jodlösung in absolutem Alcohol contrahirt die aufgequollenen Kartoffelstärkekörner um 28,5 Procent; absoluter Alcohol contrahirt die Körner von Euphorbia um 43, um 43,6 und um 36,6 Procent; wobei zu bemerken ist, dass die Anwesenheit von Jod die Zusammenziehung eher vermehrt.

Um die Einlagerung von festen Stoffen in ihrem Einfluss auf den Wassergehalt der Stärke zu prüfen, wurden Kartoffelstärkekörner mit Kalilösung behandelt und darauf während 24 Stunden mit viel Wasser, welches 5 mal erneuert wurde, ausgewaschen. Körner, welche durch das Kali nicht allzusehr verändert waren, wurden durch wässrige Jodlösung blau gefärbt, und dabei in folgenden Verhältnissen zusammengezogen (Längsdurchmesser in Mik. Mill.):

	Durch verdünnte Kalilösung aufgequollen und mit Wasser ausgewaschen.	Contrahirt durch wässrige Jodlösung.	Berechnet für eine Länge des nicht contrahirten Korns von 100 Mik.	Zusammenziehung in %.
1)	134,4	128,0	95,9	4,8
2)	115,2	107,2	93,1	6,9
3)	121,6	112,0	92,1	7,9

Kartoffelstärkekörner wurden mit Wasser erhitzt und die mässig aufgequollenen Körner darauf mit wässriger Jodlösung gebläut. Das Resultat war das nämliche.

	Aufgequollen durch heisses Wasser.	Contrahirt durch wässrige Jodlösung.	Berechnet für eine Länge des aufgequollenen Korns von 100 Mik.	Zusammenziehung in %.
4)	144,0	137,6	95,5	4,5
5)	156,8	145,6	92,9	7,1
6)	160,0	147,2	92,0	8,0

Die Körner 5 und 6 waren durch Jod dunkelblau, das Korn 4 etwas heller gefärbt.

Aus diesen beiden Versuchen ergibt sich übereinstimmend, dass aufgequollene Stärke durch die Einlagerung von Jod Wasser verliert. — Diese Thatsache folgte zwar auch schon aus den auf Pag. 88 mitgetheilten Versuchen. Indess konnte dort ein Theil der Wirkung von der vollständigeren Neutralisirung des Kali durch Jod herrühren, was wirklich der Fall scheint. Dort contrahirten sich die durch reines Wasser ausgewaschenen Körner durch wässrige Jodlösung folgender Maassen:

4 und 6	von 112,8 auf 97,4 Mik. Mill.	also um 13,7 Procent.
5 und 7	von 123,1 auf 95,7 »	» » 22,3 »
9 und 10	von 95,7 auf 85,5 »	» » 10,7 »

Auf die Zusammenziehung, welche sich an der Stärkesubstanz durch Einlagerung von Jod kund giebt, hat übrigens den grössten Einfluss der Wassergehalt. Körner, welche durch die allererste Einwirkung der Siedhitze nur wenig sich ausgedehnt hatten, zogen sich durch die Einlagerung nur sehr wenig zusammen. Dagegen ist die Contraction an Körnern, die durch Kochen fast auf das Maximum aufgequollen sind, noch viel bedeutender als in den angeführten Beispielen, wie die folgenden Messungen zeigen.

	Aufgequollen durch heisses Wasser.	Contrahirt durch wässrige Jodlösung.	Berechnet auf eine Länge des aufgequollenen Korns von 100 Mik.	Zusammenziehung in %.	
7)	Länge	357	329	92	8
	Breite	189	164	87	13
8)	Länge	154	119	77	23
	Breite	140	98	70	30
9)	Länge	245	161	66	34
	Breite	196	133	68	32
10)	Länge	315	189	60	40
	Breite	189	140	74	26

Aus den mitgetheilten Thatsachen ergibt sich, dass die Einlagerung von Jod eine um so beträchtlichere Verminderung des Volumens zur Folge hat, je weicher die Substanz ist, und dass sie die Körner um so weniger contrahirt, je dichter dieselben sind. Diess legt die Vermuthung nahe, dass auch die nicht aufgequollenen Stärkekörner bei der Bläuung durch Jod etwas Wasser abgeben. Aber wenn es auch der Fall ist, so muss doch die Volumenverminderung sehr gering sein; denn sie entgeht wenigstens an dem einzelnen Korn der direkten Beobachtung. Körner, die zuerst im Wasser und dann, durch wässrige Jodlösung gefärbt, untersucht wurden, zeigten keine messbare Abnahme der Durchmesser.

Payen (Ann. d. sc. nat. 1838, II, Pag. 72) will zwar gefunden haben, dass Jodstärke so viel Wasser enthalte als die reine Substanz. Kartoffelstärke, die mit Jod aus der wässrigen Lösung gesättigt war, wurde an der Luft bei 16 Grad Cent. getrocknet und gewogen. Als sie darauf während 12 Stunden bei 15° im luftleeren Raum noch weiter getrocknet wurde, verlor sie 6,8 % Wasser, was 2 Aequivalenten entspricht. Aus frühern Versuchen hatte sich ergeben, dass reine Kartoffelstärke, die während 10 — 30 Tagen bei einer Temperatur von 16 — 20 Grad und bei einem gleichen Feuchtigkeitsgrad der Luft getrocknet worden, im luftleeren Raum bei 20 Grad ebenfalls 2 Aequivalente Wasser verliert. — Die Jodstärke verlor dann, als sie während 10 Stunden im luftleeren Raum einer Temperatur von 105 Grad ausge-

setzt wurde, noch 2 Aequivalente Wasser. Die reine Stärke hatte, als sie während mehreren Stunden im luftleeren Raum bei 100—125 und 140 Grad getrocknet wurde, ebenfalls ihre letzten 2 Aequivalente Wasser abgegeben.

Es möchte sich nun fragen, ob diese Versuche hinreichend genau seien, um die möglicher Weise sehr kleinen Differenzen, um die es sich handelt, aufzudecken, und um zu dem Ausspruche zu berechnen, dass Jodstärke und reine Stärke gleich viel Wasser einschliessen. — Wie ich glaube, sind dieselben mit der gegentheiligen Ansicht sehr leicht verträglich, da die reine Stärke, wie es scheint, das Wasser mit grösserer Kraft festhält, und um das gleiche Resultat zu erzielen, immer etwas stärker behandelt werden musste als Jodstärke.

Mit der Thatsache, dass an aufgequollenen Stärkekörnern die Einlagerung von Jod die Ausscheidung einer gewissen Menge von Wasser hervorruft, steht in innigster Beziehung die andere Thatsache, dass die unveränderten Körner durch die Einlagerung von Jod bis auf einen gewissen Grad vor dem Aufquellen geschützt werden. Es ist bekannt, dass durch Jod gebläute Körner sich bei der Einwirkung von Siedhitze, von Alcalien und Säuren (mit Ausnahme von concentrirter Schwefelsäure) unverändert erhalten. Trockene Jodstärke geht bei 220 Grad Cent. nicht in Dextrin über. Nach Schacht (Pflanzenzelle Pag. 40) kann man Stärkemehl stundenlang in jodhaltiger Jodkaliumlösung kochen; die Kleisterbildung tritt erst ein, wenn kein überschüssiges Jod mehr vorhanden ist.

Nach Payen (l. c. 79) wirken auch verschiedene Salze wasserentziehend auf die Stärke ein. Kleister wird durch Barytwasser zu einer harten zähen Masse zusammengezogen. Das basisch essigsäure Bleioxyd hat eine ähnliche Wirkung. Kalkwasser veranlasst ebenfalls eine Contraction. Krystalle von Kochsalz auf Stärkekleister gelegt, entziehen demselben Wasser. Andere Salze (schwefelsaures Kupferoxyd, schwefelsaures Eisenoxyd, Chlorbaryum) scheinen keine Wirkung zu üben. — Es ist wohl keinem Zweifel unterworfen, dass jede Salzlösung in eigenthümlichen Verhältnissen aufgenommen wird, und soweit thierische Membranen eine Analogie erlauben, sollte man vermuthen, dass dieses Verhältniss immer geringer ist, als beim reinen Wasser.

Es wurde oben nachgewiesen, dass die Stärke beim Aufquellen ihre Natur ändert, indem sie nach Entfernung der Quellungsursache nicht in ihre frühere Gestalt und in ihr früheres Volumen zurückkehrt. Wenn dann die aufgequollenen Körner eintrocknen und wieder mit Wasser in Berührung kommen, so quellen sie nicht mehr auf, — ein Beweis, dass hinwieder die Natur der aufgequollenen Substanz durch Wasserentziehung verändert wird. Sie nähert sich wieder der Stärke im unveränderten Zustande; denn sie durchdringt sich mit einer annähernd gleichen Menge von Wasser.

Es ist bekannt, dass trockener Stärkekleister sich durch Wasser zwar wieder befeuchtet, aber nicht aufquillt. Das nämliche kann man an dem einzelnen Korn, das auf dem Objektträger eintrocknet, beobachten. — Darin giebt sich ein bemerkbarer Gegensatz zwischen derjenigen Substanz kund, welche durch künstliche Mittel aufquillt, und derjenigen, welche schon im natürlichen Zustande bis auf einen ähnlichen Grad aufgequollen ist. Es giebt Gallerte (bei Nostochaceen, Chroococcaceen, Palmellaceen), welche ebenso wasserhaltig ist als Stärkekleister, und welche nach dem Eintrocknen wieder vollständig oder beinahe zu ihrem ursprünglichen Volumen aufquillt. Auch der Kern und die weichen Schichten der Stärkekörner nehmen nach dem Eintrocknen wieder annähernd so viel Wasser auf, als sie im frischen Zustand besaßen, und dieser Wassergehalt möchte von demjenigen des Kleisters wenig verschieden sein.

Bemerkenswerth ist es, dass die aufgequollene Stärkesubstanz durch das Gefrieren eine ähnliche Veränderung erfährt, wie durch das Eintrocknen. Stärkekleister, der gefroren war, verliert, wie Payen gezeigt hat (l. c. 51), nach dem Auffrieren den grössten Theil seines Wassers.

VI. Auflösung der Stärkekörner. — Löslichkeit der Stärke.

Die Auflösung der Stärkekörner findet auf zwei wesentlich verschiedene Arten statt. Im einen Falle dringen die Lösungsmittel ein, und verflüssigen zuerst die weichsten innern Partien des Kornes. Die Resorption beginnt daher im Schichtencentrum, bei sehr excentrischem Kern auch an einzelnen andern Stellen, die mehr in der Mitte liegen, oder überhaupt in einzelnen sehr wasserreichen Schichten. Sie schreitet von innen nach aussen hin fort; zuletzt wird immer die Rinde aufgelöst. Diese erste Art der Auflösung findet statt beim Rösten, bei der Einwirkung durch kochendes Wasser, durch verdünnte Lösungen von Alcalien oder von starken mineralischen Säuren. — In dem andern Falle dringen die Lösungsmittel nicht ein, sondern greifen zuerst die Oberfläche des Kornes an, worauf die Resorption nach innen hin fortschreitet. Diese zweite Art der Auflösung wird hervorgebracht durch proteinartige Verbindungen und Fermente, durch Pilze und durch concentrirte Säuren.

Wenn die Stärkekörner im lufttrockenen Zustande geröstet werden, so verwandeln sich zuerst die weichern Partien in Dextrin, und werden dann, in Berührung mit Wasser, aufgelöst, indess die übrigen Theile aufquellen. Es verschwindet daher immer zuerst der Kern mit den innersten Schichten; — darauf zuweilen die übrigen weichen Schichten, so dass die dichten mehr oder weniger von einander getrennt zurückbleiben. Zuweilen folgen auf den Kern einzelne zerstreute rundliche Stellen; oder es bilden sich zahlreiche, gedrängt stehende Hohlräume, welche ein netzartiges oder schaumförmiges Ansehen gewähren. Die Hohlräume, sie mögen grösser oder kleiner, zerstreut oder gedrängt sein, folgen im Ganzen von innen nach aussen auf einander; sie wachsen und verschmelzen sowohl unter sich als mit der ursprünglichen Höhlung, die vom Schichtencentrum her sich ausdehnt. Zuweilen scheint es auch, als ob nach dem Kern von innen nach aussen Schicht für Schicht verschwinde, doch immer so, dass die Resorption in der Richtung des langen Halbmessers viel rascher fortschreitet.

Diejenigen Flüssigkeiten, welche die Stärkekörner aufquellen machen (Wasser in der Siedhitze, verdünnte Kalilösung, wasserhaltige mineralische Säuren) lösen immer zuerst den Kern auf, und darauf die Schichten von innen nach aussen. Da mit dem Aufquellen häufig die Bildung von Rissen verbunden ist, so findet der Auflösungsprozess auch an der innern Oberfläche der Risse statt, was besonders deutlich ist, wenn dieselben zahlreich und weit sind. — Bei den Körnern mit ungleichen Verdickungsradien schreitet die Auflösung in der Richtung der längern Radien viel rascher vor sich, so dass zuletzt eine Rinde übrig bleibt, die überall ungefähr die nämliche Dicke hat.

In der lebenden Pflanze werden die Stärkekörner nur selten von innen her aufgelöst und dadurch in hohle Blasen verwandelt. Auch hier scheint der Auflösung meist ein theilweises Aufquellen vorauszugehen.

Diejenigen Lösungsmittel, welche das Stärkekorn nicht aufquellen machen, greifen es von aussen an. Dahin gehören vorzüglich die gelösten proteinartigen Verbindungen, welche in der lebenden Pflanze die Reservenahrung verflüssigen. Die Resorption ist an der ganzen Oberfläche thätig, indem eine Lage von Substanz um die andere weggenommen wird, so dass das Stärkekorn wie ein in Auflösung begriffener Krystall sich verkleinert und zuletzt ganz verschwindet. Hatte es daher ursprünglich eine ovale oder längliche Gestalt mit kreisförmigem Querschnitt, so verschmälert es sich immer mehr und ist zuletzt nadel-förmig. War es dagegen mehr oder weniger flachgedrückt, so wird es immer platter und zuletzt eine Scheibe von unmessbarer Dünne. Die Auflösung ist aber nicht an allen Stellen von gleicher Intensität. Am schwächsten wirkt sie bei den excentrisch geschichteten Körnern von länglicher Form an den beiden Polen (den Enden der Achse), wo sie die Schichten immer von der Fläche angreifen muss; stärker an der ganzen übrigen Oberfläche, wo sie, gleich nachdem die äusserste Substanzlage weggenommen ist, erst auf einen schiefen, zuletzt auf einen horizontalen Querschnitt der Schichten trifft. Bei den Kartoffelstärkekörnern befindet sich das Maximum der Resorption in den ersten Stadien näher dem hintern Ende, später scheint es gegen das vordere (wo sich der Kern befindet) vorzurücken. — Ausserdem wird die Substanz um so rascher aufgelöst, je wasserhaltiger sie ist; daher zeigen die Stärkekörner in den letzten Stadien der Resorption grössere oder geringere Unregelmässigkeiten in der Form, Erhabenheiten die einer Schicht oder einem Schichtencomplex von grösserer Dichtigkeit entsprechen, und Vertiefungen an den weichern Stellen.

Grosse Aehnlichkeit mit der Auflösung in der lebenden Pflanze hat die Wirkung des Speichelferments. Hier wird ebenfalls das solide Stärkekorn durch Resorption an der ganzen Oberfläche kleiner. Aber es bleiben zarte Hüllen zurück, die in einander geschachtelt sind, und den dichtesten Schichten entsprechen, — eine Erscheinung, die man zuweilen auch beim Keimungsprocess beobachtet. Die Auflösung wird hier nicht bloss durch die Structur des Kornes und den Aggregatzustand seiner Substanz bedingt, sondern überdem noch von den genannten Hüllen, durch welche hindurch sie endosmotisch wirken muss, modificirt, und ist daher viel weniger regelmässig. — In manchen Fällen werden von Anfang an oder im weitem Verlaufe einzelne Stellen stärker angegriffen, wodurch die Körner Vertiefungen und Erhabenheiten erhalten.

Eine dritte Art der Auflösung von aussen besteht darin, dass meist zahlreiche kleine Stellen der Oberfläche angegriffen werden, und dass sich daselbst seichte, kaum halbkugelige Vertiefungen bilden. Dieselben sind von aussen angesehen rund, wenn sie locker neben einander liegen, und polygon (parenchymartig) bei gedrängter Lage. Im letztern Fall erscheinen sie als ein Maschenwerk mit röthlichen Feldern und weisslichen Balken dazwischen. Sie können über das ganze Korn verbreitet oder auf einzelne Seiten und Regionen beschränkt sein. Meist nimmt man keine regelmässige Stellung wahr; zuweilen aber ist ziemlich deutlich radiale oder concentrische Anordnung um einen Mittelpunkt, oder auch in parallele, einfache und verzweigte Reihen bemerkbar. — Stärkekörner, die auf solche Weise angegriffen sind, findet man hin und wieder in Geweben, bald vereinzelt unter unversehrten Körnern, bald in grösserer Menge. Aus dem unregelmässigen Vorkommen lässt sich schliessen, dass es eine abnormale und somit eine krank-

hafte Erscheinung ist. Pilze kommen keine vor, und es ist wahrscheinlich, dass Proteinverbindungen die Resorption veranlassen, entweder unlösliche in Körnerform, welche nur stellenweise das Stärkekorn berühren, oder lösliche, denen die Oberfläche auf verschiedenen Punkten einen ungleichen Widerstand entgegengesetzt.

Eine Modification dieser Auflösung zeichnet sich dadurch aus, dass die Gruben in geringerer Menge auftreten, dabei sich canalartig in die Substanz vertiefen und meist blasenförmig darin ausdehnen. Sind die Körner halb- oder ganz zusammengesetzt, so werden vorzüglich die den Spalten entsprechenden Fugen angegriffen, wobei die Auflösung rasch in der Richtung der Spalte fortschreitet und ebenfalls im Innern grössere Höhlungen ausfrisst. So können einfache und halbzusammengesetzte Körner den grössern Theil der innern Substanz, auf welche die Auflösung offenbar viel intensiver einwirkt, verlieren, und den grössern Theil der Rinde behalten. — Hier muss man die Ursache der Resorption wohl in einer gelösten Substanz suchen, welche die innern Schichten des Stärkekorns auflöst und der die äussern zu widerstehen vermögen. Pilze mangeln nämlich auch hier, und von einer festen in den Höhlungen befindlichen Verbindung ist ebenfalls nichts wahrzunehmen. Die innere Substanz muss aber durch irgend eine Verletzung erst blossgelegt worden sein, und diess kann vielleicht durch unlösliche Proteinverbindungen geschehen.

In faulenden Kartoffeln bilden sich zuweilen um die Stärkekörner fremdartige Hüllen oder Cysten, welche Proteinverbindungen mit eigenthümlicher Metamorphose einschliessen, und innerhalb derer die Körner nach und nach aufgelöst werden, wobei sich die Cystenbildung noch ein oder mehrmals wiederholen kann. Die Auflösung geschieht hier ähnlich wie beim Keimungsprocess, aber viel unregelmässiger, sowohl was die verschiedenen Dimensionen als die Oberfläche betrifft. Letztere wird fast immer ungleichmässig angegriffen, und zeigt daher Vertiefungen und Vorsprünge, indem sie bald bloss eckig und krystallinisch, bald zackig und selbst stachelig oder lappig erscheint. Die resorbirende Substanz ist gelöst, denn die Körner liegen sehr häufig in mit Flüssigkeit gefüllten Vacuolen. Die Unebenheiten der Oberfläche müssen demnach von ungleicher Widerstandsfähigkeit der einzelnen Stellen herrühren.

Zu den Lösungsmitteln, welche von der Fläche aus auf die Stärkekörner wirken, gehören ferner die Pilze. Fadenpilze, welche krankhafte stärkehaltige Gewebe durchziehen, legen sich auf die Körner und graben Furchen oder Gruben an der Oberfläche, oder dringen, wenn sie senkrecht auf das Korn treffen, in dasselbe ein und bohren Kanäle. Winzige, den kleinsten Gährungspilzen ähnliche Gebilde, umgeben zuweilen in faulenden stärkehaltigen Pflanzentheilen die einzelnen Körner in dichten Lagen und machen dieselben nach und nach ganz verschwinden.

Endlich sind noch die concentrirten Mineralsäuren zu nennen, welche sich dadurch von den wasserhaltigen unterscheiden, dass sie die Stärkekörner nicht aufquellen machen und im Innern auflösen, sondern von der Oberfläche aus angreifen. Diess geschieht bald gleichmässig, so dass das Korn, indem es kleiner wird, seine gerundete und glatte Oberfläche behält, — bald ungleichmässig, so dass es uneben und eckig wird, seltener Ausbuchtungen und Lappen erhält, oder selbst in getrennte Stücke zerfällt. — Bei excentrisch geschichteten Körnern wird im Allgemeinen die hintere Hälfte viel stärker angegriffen als die vordere, die den Kern einschliesst. Ebenso erfahren die Seitentheile, wo die Schichten unter rechten

oder schiefen Winkeln zu Tage gehen, sehr häufig eine lebhaftere Einwirkung als die beiden Pole, wo die Schichtung mit der Oberfläche parallel ist.

Trockene Kartoffelstärkekörner, über der Spirituslampe erhitzt, bis sie sich schwach bräunen, und darauf in absoluten Alcohol gelegt, zeigen, wie schon oben bemerkt wurde, fast keine Veränderung. Sie haben die nämliche Form und Grösse, wie die getrockneten unveränderten Körner, welche in Alcohol untersucht werden, und zeigen ebenfalls keine Schichten. Die Gasblase im Schichtencentrum ist aber etwas grösser, kugelig bis länglich-oval, und im letztern Falle mit dem Längsdurchmesser des Kornes parallel. — Auf Taf. XII sind in Fig. 10, 11 und 12 geröstete in Alcohol liegende Kartoffelstärkekörner dargestellt; Fig. 12 zeigt ein Zwillingskorn, ist aber nicht ausgeführt. In Fig. 6 — 10 auf Taf. XIII ist das Ende mit dem Schichtencentrum von trockenen Kartoffelstärkekörnern, die in Alcohol liegen, gezeichnet. Die einzige sichtbare Verschiedenheit besteht darin, dass hier mit Gas gefüllte Risse, dort eine mit Gas gefüllte kugelige oder ovale Höhlung vorhanden ist.

Wenn die Körner in Wasser gelegt werden, so quellen sie auf, die Gasblase verschwindet, und die Schichtung wird wieder deutlich. Je nachdem die Wärme mehr oder weniger stark eingewirkt hat, ist eine grössere oder geringere Menge von Substanz aufgelöst und in Dextrin umgewandelt worden. An einer Reihe von Körnern, welche die Einwirkung der Hitze in ungleichem Grade erfahren haben, sieht man, dass zuerst das Korn mit den nächsten Schichten, darauf die wasserreichen, röthlichen Schichten im ganzen Korn aufgelöst werden. Dabei trennen sich die dichtern noch unveränderten Schichten mehr oder weniger von einander.

Die Figuren 2 — 9 auf Taf. XII zeigen solche geröstete Stärkekörner aus der Kartoffel, die in kaltem Wasser liegen; Fig. 8 ist ein aus drei Theilkörnern bestehendes Drillingskorn. In jedem Theilkorn ist der Kern mit den nächsten Schichten aufgelöst worden. In den übrigen Körnern (Fig. 2 — 7 und 9) ist nicht bloss der Kern, sondern auch eine grössere oder geringere Menge der weichern Schichten verschwunden. Ich habe schon oben bemerkt, dass offenbar die Hitze nicht überall gleichmässig einwirkte, wie sich aus dem unregelmässigen Aufquellen ergebe. Daher rühren auch die Unregelmässigkeiten in der Auflösung der Schichten.

Die Erscheinungen an gerösteten Kartoffelstärkekörnern sind indess nicht immer die eben beschriebenen. Bei einer zweiten Reihe von Untersuchungen an einer andern Sorte von trockener Kartoffelstärke wurde Folgendes beobachtet. Die schwach gerösteten Körner glichen ebenfalls den unveränderten, nur dass im Schichtencentrum sich eine kugelige Gasblase befand. Um die Veränderungen durch Wasser Schritt für Schritt zu beobachten, wurden die Körner zuerst in Alcohol unter das Microscop gebracht, und dann meistens nicht Wasser, sondern eine Mischung von Alcohol und Wasser zugesetzt. Die eintretenden Erscheinungen sind zwar ganz die nämlichen, wie wenn Wasser zugefügt wird; aber man hat es in seiner Gewalt, sie so langsam als man will, vorübergehen zu lassen.

In den Körnern, die die Wirkung der Hitze am wenigsten erfahren haben, verschwindet bloss die Gasblase, und an ihre Stelle tritt eine röthliche Höhlung, die mit wässriger Flüssigkeit erfüllt ist, (wie in Fig. 13 auf Taf. XII. Hier wurde zwar zu dem in absolutem Alcohol liegenden Korn nicht verdünnter Alcohol, sondern eine geringe Menge von verdünnter Kalilösung zugesetzt. Die ersten Erscheinungen sind aber die nämlichen. Die Gasblase verschwindet nach und nach, und die Höhlung wird durch Resorption von Substanz grösser. A zeigt das Korn bei der ersten Einwirkung, B etwas später).

In andern Körnern, die etwas mehr verändert sind, bilden sich ausser der eben genannten im Schichtencentrum befindlichen Höhlung zerstreut durch die übrige Substanz eine grössere oder geringere Menge von Hohlräumen, die ebenfalls Flüssigkeit enthalten, röthlich aussehen, und je nach der Dichtigkeit der Stärke mehr oder weniger deutliche und scharfe, oft etwas dunkle Conturen zeigen. Sind die Hohlräume sehr zahlreich und gedrängt beisammen, so erscheint die Substanz schaumig oder netzförmig mit kugeligen oder parenchymatisch eckigen Maschen.

Diese Höhlungen treten in der Regel nicht gleichzeitig auf, sondern entweder entsteht eine nach der andern, oder mehrere werden zugleich sichtbar, worauf nach einiger Zeit wieder eine Zahl neuer sich bildet. Die neuen Höhlungen

erscheinen meist zwischen den schon vorhandenen; doch schreitet im Ganzen die Bildung derselben von den innern Schichten zu den äussern hin fort. Sie beginnen als kleine Punkte, werden grösser, und schmelzen unter einander und mit der sich ausdehnenden ursprünglichen, im Schichtencentrum befindlichen Höhlung zusammen. So wird die innere Substanz nach und nach ganz aufgelöst, und es bleibt nur eine dünne, blasenförmige Rinde übrig, deren Substanz homogen und von keinen Hohlräumen unterbrochen ist, und welche eine mit Flüssigkeit gefüllte Höhlung umschliesst.

Die eben erwähnten Erscheinungen zeigen eine grosse Mannigfaltigkeit, indem sie fast bei jedem Korn anders combinirt und eigenthümlich modificirt sind. Ich will einige Beispiele mittheilen.

1. In einem Korn, das im Weingeist 45 Mik. lang und 30 Mik. breit war und eine kleine Gasblase enthielt, wurde bei Zusatz von verdünntem Weingeist die Gasblase aufgelöst, und es bildeten sich zwischen der Höhlung im Schichtencentrum und dem entgegengesetzten Ende des Kornes 4 kugelige Hohlräume, je 2 neben einander. Dieselben zeigten bald die gleiche Grösse wie die ursprüngliche Höhlung. Die zwei äussern vereinigten sich zu einem ovalen Raum; dieser schmolz mit einem der innern zusammen, worauf auch der zweite innere Hohlraum sich damit verband.

In dem Korn, welches indess eine Länge von 49 Mik. und eine Breite von 34 Mik. erreicht hatte, befanden sich nun 2 Höhlungen: die ursprüngliche, immer noch von kugeliger Gestalt und wenig vergrössert (Durchmesser = 9,5 Mik.); die andere durch die Vereinigung von 4 entstandene, oval in der Richtung des langen Halbmessers, und beträchtlich grösser (Länge = 25 Mik., Breite = 18 Mik.). Diese beiden Höhlungen schmolzen schliesslich in eine einzige zusammen, welche sich noch ausdehnte, bis die Rinde auf etwa 4 Mik. Mill. sich verdünnt hatte, wobei das ganze Korn selbst noch etwas an Ausdehnung gewann.

In diesem Falle zeigte die Höhlung im Schichtencentrum eine viel geringere Zunahme als die zwischen den Schichten entstandenen. Diess beobachtet man zuweilen. In dem Korn befanden sich dann in einem gewissen Stadium 4 bis 12 Hohlräume theils von kugeliger theils von ovaler Gestalt, unter denen man oft denjenigen, der anfänglich vorhanden und mit der Gasblase erfüllt war, nicht mehr erkennt. — Viel häufiger indess zeichnet sich die Höhlung im Schichtencentrum immer durch ihre beträchtliche Grösse aus.

2. Ein geröstetes Stärkekorn war in Alcohol liegend 36 Mik. lang und 22 Mik. breit, und enthielt eine Gasblase von 10 Mik. Durchmesser, welche dem einen Ende sehr genähert war. Bei Zusatz von verdünntem Alcohol (gleiche Theile Alcohol und Wasser) entstanden zuerst 4 kugelige Hohlräume, alle auf der Seite des langen Halbmessers, und zwar 2 dicht neben der Gasblase; die andern 2 hintereinander, der eine in der Mitte des Kornes (5 Mik. gross und der grösste von allen Vier), und der letzte zwischen der Mitte und dem hintern Ende. Der eine der zwei innern Hohlräume bildete sich ziemlich nach den übrigen. Die Gasblase löste sich auf, und an deren Stelle wurde eine kugelige Höhlung, von gleichem oder eher etwas geringerem Durchmesser, sichtbar. Zwischen den beiden äussern Hohlräumen und zugleich seitlich von denselben trat ein neuer auf; darauf verschmolzen die beiden innern, neben der ursprünglichen Höhlung liegenden Hohlräume in einen und dieser bald nachher mit der genannten Höhlung.

In dem Korn befanden sich nun 4 kugelige Höhlungen, 3 im Längsdurchmesser und eine seitlich von den beiden äussern. Die beiden innern vereinigten sich in eine ovale mit dem Längsdurchmesser zusammenfallende, nachher die beiden äussern in eine gleichfalls ovale aber den Längsdurchmesser schief kreuzende Höhlung. Das Korn hatte während dieser Veränderungen seine Gestalt und Grösse nicht merkbar modificirt. Es war noch, wie von Anfang an, 36 Mik. lang und 22 Mik. breit, schloss nun aber eine Höhlung von 24 Mik. Länge ein. Das eindringende Wasser hatte also erst dazu gedient, Substanz im Innern aufzulösen, noch nicht aber dazu, die äussere Substanz aufquellen zu machen.

Jetzt trat die merkwürdige Erscheinung ein, dass die Höhlung kleiner wurde. Ihr Längsdurchmesser verminderte sich von 24 Mik. auf 16 Mik.; sie war nun vollkommen kugelig. Die Länge des Kornes blieb dabei die nämliche, die Breite vermehrte sich wenig. Es lässt sich diess wohl nur so erklären, dass die weitere Einwirkung des Wassers die Substanz, welche die Höhlung umgab, aufquellen machte. Die noch unveränderte Rinde gestattete keine Ausdehnung

nach aussen; die letztere musste nach innen auf Kosten der vorhandenen Höhlung geschehen, und dabei natürlich eine entsprechende Menge von Flüssigkeit aus derselben in die Substanz aufgenommen werden. Eine ähnliche Verkleinerung der innern Höhlung wurde auch in andern Fällen beobachtet. In diesem Falle verkürzte sich die Höhlung fast ausschliesslich auf Seite des langen Halbmessers. Die Dicke der Wandung vermehrte sich hier von 8 auf 15 Mik.; die Quellungs Zunahme betrug somit 87 Procent.

Die äussern Schichten haben, wie oben gezeigt wurde, wahrscheinlich das Bestreben, in allen Richtungen gleich sehr aufzuquellen. Jedenfalls ist eine Ausdehnung derselben ohne eine entsprechende Vergrösserung des Kornes nicht denkbar. Bei diesem Korn kann von einem Aufquellen der äussern Schichten nicht die Rede sein, weil es sich nicht vergrösserte. Die Ausdehnung muss also auf Rechnung der innern Schichten gesetzt werden. Diess dient ebenfalls dazu, die früher ausgesprochene Regel, dass die Quellungsflüssigkeit früher auf die innere weichere als auf die äussere dichtere und festere Substanz einwirke, zu bestätigen. (vgl. oben Pag. 68).

Das Korn war nun also 36 Mik. lang, wie anfänglich, und wenig über 22 Mik. breit, mit einer kugeligen Höhlung von 16 Mik. Durchmesser. Es blieb einige Zeit in diesem Zustande. Als aber stärker verdünnter Alcohol zugesetzt wurde, so erhielt es plötzlich ein netzförmiges Ansehen, indem in der Substanz von der Höhlung bis auf etwa 3 Mik. innerhalb der Peripherie eine Menge kleiner, sehr gedrängt stehender Hohlräume auftraten. Dabei dehnte sich das Korn etwas in die Breite (von 23 auf 26 Mik.), während die Länge fast die nämliche blieb.

Nun begann die grosse Höhlung sich auszudehnen, indem sie nach und nach die kleinen Hohlräume aufnahm. Man sah mehrmals deutlich, wie die Wand zwischen einem solchen und der grossen Höhlung verschwand, wie er sich in dieselbe öffnete, und dann ganz absorbiert wurde. Zugleich vergrösserte sich das Korn. Es hatte, als das Netzwerk ganz verschwunden war, eine Länge von 40 Mik. und eine Breite von 30 Mik. Die ovale Höhlung war 25 Mik. lang und 15 Mik. breit; die Wandung, deren Dicke etwas über 7 Mik. betrug, erschien vollkommen homogen. Da in dem vorhergehenden Stadium die homogene Rindensubstanz nur 3 Mik. dick war, so muss sie bedeutend aufgequollen sein. Sie muss ferner aber auch, wie das schon früher einmal der Fall war, einen Theil der entstehenden Höhlung verdrängt haben, denn diese ist, wie eben bemerkt wurde, 25 Mik. lang und 15 Mik. breit, indess die netzförmig-aufgelockerte Substanz, an deren Stelle sie getreten ist, 30 Mik. lang und 20 Mik. breit war.

Bei Zusatz von mehr Wasser dehnte sich das Korn noch etwas aus (bis auf 43 Mik. Länge und 32 Mik. Breite), und die Höhlung vergrösserte sich, bis zuletzt eine Rinde von 3 – 4 Mik. Dicke übrig blieb.

3. Ein anderes geröstetes Korn hatte, in Alcohol betrachtet, eine Länge von 45 Mik. und eine Breite von 30 Mik. Die Gasblase war 20 Mik. lang und 15 Mik. breit. Als verdünnter Alcohol zugesetzt wurde, so vergrösserte sich das Korn auf eine Länge von 51 Mik. und eine Breite von 34 Mik.; zugleich entstanden etwa 18 kleine Hohlräume von 2.5 Mik. Durchmesser. Die Gasblase wurde dabei kugelig, und verkleinerte sich auf einen Durchmesser von 15 Mik. Sie füllte aber noch immer ihre Höhlung vollkommen aus; das Volumen dieser letztern hat also von 2650 auf 1770 Kubik Mik. abgenommen, oder von 100 auf 67, d. h. um 33 Procent. Die Ursache davon liegt wieder in dem Aufquellen der innern Substanz.

Die kleinen Hohlräume vergrösserten sich dann von 2.5 auf 4 Mik., wurden aber wieder kleiner und verschwanden ganz. Dabei dehnte sich die Länge des Kornes auf 54 Mik. und die Breite auf 36 Mik. aus. Das Kleinerwerden und Verschwinden der Hohlräume muss wohl auch, wie das Kleinerwerden der grossen Höhlung im Schichtencentrum, durch das fortdauernde Aufquellen der Substanz erklärt werden, dem jene einen geringern Widerstand entgegensetzen als die feste und dichte Rinde.

Plötzlich wurde nun die ganze innere Substanz netzförmig. Dabei war die Luftblase anfänglich noch 15 Mik. gross und füllte ihre Höhlung aus; sie wurde nun aber nach und nach absorbiert, und an ihre Stelle trat eine mit Wasser gefüllte Höhlung. Die Hohlräume des Netzwerkes wurden durch Verschmelzen grösser und weniger zahlreich. Zuletzt blieben noch 2 grosse Höhlungen übrig; die kleinere, entstanden aus der ursprünglichen Höhlung, in welcher sich die Gasblase befunden hatte und mit welcher sich eine geringere Zahl von Maschen des Netzes vereinigten; die grössere, hervorgegangen aus der Vereinigung aller übrigen Maschen. Die Länge des Kornes betrug nun 56 Mik., die Breite 40 Mik.

Endlich verschmolzen die beiden Höhlungen in eine einzige, welche sich noch etwas vergrösserte. Das Korn dehnte sich schliesslich bis auf 60 Mik. Länge und 40 Mik. Breite aus; die Wandung war 4—5 Mik. dick.

4. Aehnlich dem vorhergehenden verhielt sich folgendes Korn. Die erste Einwirkung von verdünntem Alcohol dehnte dasselbe nur wenig aus; es entstanden etwa 15 grössere Hohlräume: die Gasblase blieb unverändert. Nachher vergrösserte sich das Korn, die Hohlräume verschwanden wieder; die Gasblase füllte noch immer ihre Höhlung aus. Dann wurde die Substanz des Kornes von zahlreichen Hohlräumen unterbrochen. Die Gasblase verkleinerte sich und verschwand endlich; an ihrer Stelle wurde die Höhlung sichtbar, welche sich ausdehnte, indem sie nach und nach die Hohlräume aufnahm, bis zuletzt von dem Stärkekorn nur die äusserste Rinde als Membran übrig blieb.

5. Ein geröstetes Korn war in Alcohol 35 Mik. lang und 24 Mik. breit, die kugelige Luftblase 10 Mik. gross. Durch verdünnten Alcohol vergrösserte sich das Korn auf 38 Mik. Länge und 26 Mik. Breite. Die Gasblase dagegen verkleinerte sich auf 7 Mik., und füllte ihre Höhlung immer vollkommen aus.

Während sich dann das Korn auf 40 Mik. Länge und 27 Mik. Breite ausdehnte, so entstanden 2 kleine Hohlräume von 2 Mik. Durchmesser. Die Gasblase wurde resorbirt; die kugelige Höhlung, die nun an ihrer Stelle sichtbar wurde, war bloss 5 Mik. gross. Ihr Durchmesser hatte also bis dahin durch die quellende Einwirkung des Wassers von 10 auf 5 Mik., der Kubikinhalte von 524 auf 65 Mik. abgenommen. Das Korn konnte nicht weiter beobachtet werden.

6. Ein Korn, das ursprünglich 40 Mik. lang und 25 Mik. breit war, dehnte sich durch verdünnten Weingeist auf 45 Mik. Länge und 29 Mik. Breite aus. Die kugelige, 12 Mik. grosse Gasblase füllte noch ihre Höhlung aus. Auf der Seite des langen Halbmessers, vorzüglich in der Nähe der Gasblase, waren etwa 20 grössere und kleinere kugelige Hohlräume entstanden.

Darauf verkleinerte sich die Gasblase ein wenig, und es wurde eine sie umgebende Höhlung sichtbar, welche nach und nach sich vergrösserte, indem die Hohlräume alle mit ihr zusammenschmolzen. — Bald nachher dehnte sich die Rindensubstanz des Kornes aus; in ihr bildeten sich eine Menge kleiner Hohlräume, welche die Höhlung umgaben. Das Korn war nun 52 Mik. lang und 47 Mik. breit; die Durchmesser der Höhlung betragen 30 und 25 Mik.; die Gasblase war 7 Mik. gross. — Schliesslich vergrösserte sich das Korn noch etwas; die Gasblase verschwand nach und nach ganz; und die Höhlung dehnte sich aus, bis nur eine dünne, homogene Wandung übrig blieb.

7. Ein Korn zeigte nach dem Rösten, in Weingeist, eine Länge von 50 Mik. und eine Breite von 30 Mik. Die Durchmesser der Gasblase waren 15 und 13 Mik. — Verdünnter Weingeist dehnte das Korn auf 56 Mik. Länge und 34 Mik. Breite aus. Die Gasblase zog sich auf 11 Mik. Durchmesser zusammen, ebenso die Höhlung, in welcher sie sich befand.

Darauf wurde die Substanz des Kornes netzförmig-schaumig. Während die Gasblase sich auf den Durchmesser von 19 Mik. vergrösserte, bildete sich in dem hintern Theil des Kornes durch Verschmelzen von maschigen Hohlräumen eine ansehnliche Höhlung. — Nachher fing die Gasblase an, kleiner zu werden, und verschwand dann rasch ganz; so dass nun im Korn 2 ründliche, fast gleich grosse, mit Flüssigkeit gefüllte Höhlungen lagen, welche sich noch vergrösserten und dann in Eine zusammenschmolzen. Das Korn war zuletzt 60 Mik. lang und 37 Mik. breit.

Besonders bemerkenswerth erscheint bei diesem Korn die Ausdehnung der Gasblase während der Einwirkung des Wassers. Der Ausdehnung gieng eine Zusammenziehung voraus, welche entweder durch Absorption eines Theils des Gases oder durch die Compression, welche die aufquellende Substanz ausübte, und vielleicht durch beide Ursachen erklärt werden kann. Die gleiche Erscheinung fand auch bei mehreren andern Körnern statt, wie früher erwähnt wurde. Es mangelt an Anhaltspunkten, um zu entscheiden, ob die eine oder die andere Erklärung die richtige sei. — Was nun aber die Ausdehnung betrifft, so lässt sich zum Voraus feststellen, dass während der Einwirkung des wässrigen Alcohol kein Gas erzeugt wurde; das konnte nur durch die Einwirkung der Hitze geschehen. Die Gasblase dehnte sich von 11 Mik. Durchmesser auf 19 Mik. aus, also von 697 Mik. Kubikinhalte auf 3593 Mik. oder von 1 auf 5. Wäh-

rend der Vergrößerung wurde eine Partie der umgebenden maschigen Substanz aufgelöst, so wie auch in dem andern Theil des Kornes sich durch Auflösung eine zweite Höhlung bildete. Die Gasblase, welche durch die aufquellende Substanz comprimirt worden war, dehnte sich mit der Resorption der letztern nun wieder aus; als sie das Maximum der Ausdehnung erreicht hatte, war sie nur noch dem Druck des Wassers oder einer Atmosphäre unterworfen. Wenn das Volumen der Gasblase bloss durch den ungleichen Druck bedingt würde, so müsste die quellende Stärke einen Druck von 4 Atmosphären ausgeübt haben. Wahrscheinlich kommt aber noch eine zweite Ursache hinzu, wodurch der Antheil, der auf Rechnung der Compression fällt, vermindert wird. Ein Theil des Gases wurde nämlich ohne Zweifel, unter dem Einflusse des Druckes, von der die Substanz durchdringenden Flüssigkeit absorbiert, und bei nachlassendem Druck dann wieder frei.

Zur Unterstützung der Ansicht, dass die Ausdehnung der Gasblase durch Verminderung der Compression, welche die Substanz ausübte, erfolgte, verweise ich auf zwei später zu erwähnende Fälle. Ein geröstetes Stärkekorn von *Curcuma Zedoaria* enthielt eine kugelige Gasblase von 9 Mik. Durchmesser. Als Wasser zugesetzt wurde und die Substanz erweichte, so dehnte sich die Blase aus und zersprengte das Korn. Sie wuchs zu einer Kugel von 60 Mik an. Das Volumen der Gasblase vergrößerte sich also von 382 auf 113143 Kubik Mik. Mill. oder von 1 auf 296. — Bei einem andern Korn dehnte sich unter den gleichen Verhältnissen der Durchmesser der Gasblase von 25 auf 150 Mik., das Volumen somit von 8184 auf 1767857 Kubik Mik. Mill. oder von 1 auf 216 aus.

Das bisher beschriebene Verhalten der gerösteten Kartoffelstärkekörner bezieht sich nur auf einen bestimmten Grad des Röstens. Die Erscheinungen sind sehr verschieden, je nachdem die trockene Hitze mehr oder weniger eingewirkt hat. Wenn die Einwirkung sehr gering ist, so quillt das Korn durch Wasser wenig auf und wird wenig gelöst. Mit der steigenden Einwirkung ist das Aufquellen stärker und die Auflösung vollständiger. Eine vollständige Verwandlung in Dextrin habe ich indess nie beobachtet; es bleibt immer eine unlösliche Blase zurück. Uebersteigt das Rösten einen bestimmten Grad, so vermindert sich das Aufquellungsvermögen der Substanz. Stark geröstete und braun gewordene Körner dehnen sich bei Berührung mit Wasser gar nicht mehr aus.

Jemehr die Hitze auf ein Korn einwirkt, um so grösser und um so unlöslicher ist die Gasblase. Ganz schwach geröstete Körner enthalten eine kleine Gasblase, welche durch Wasser oder verdünnten Alcohol sogleich aufgelöst wird. Je grösser die Blasen sind, desto langsamer verschwinden sie. Es giebt solche, welche nur zum Theil von Wasser resorbirt werden. Wenn die Körner sehr stark geröstet und braun gefärbt werden, nehmen sie eine kugelige Gestalt an, der grösste Theil besteht aus der Gasblase, welche weder durch Wasser noch durch Kalilösung resorbirt wird; und die Substanz hat sich auf eine dünne blasenförmige Wand reduziert. — Ohne Zweifel wird bei der ersten Einwirkung bloss Wasserdampf (aus dem das lufttrockene Stärkekorn immer noch durchdringenden Wasser), nachher Kohlensäure und später andere Gase (Kohlenoxyd etc.) gebildet.

Ich habe oben als Grenze, bei welcher trockene Hitze solche Modificationen in der Substanz der Kartoffelstärkekörner hervorbringt, dass dieselbe mit Wasser in Berührung gebracht, aufquillt, die Temperatur zwischen 190 und 200 Grad Cent. bezeichnet. Wenn die Erhitzung auf diesen Grad gestiegen ist, so bringt der Zusatz von Wasser eine Ausdehnung hervor. Diese Temperatur ist es auch, welche bei dauernder Einwirkung die Stärke in Dextrin verwandelt und somit löslich macht. Die Erscheinungen, welche mit dem Aufquellen verbunden sind, gehen aber so allmählig in diejenigen der Auflösung über, dass die Grenze, wo die letztere beginnt, nicht angegeben werden kann. Es lässt sich höchstens feststellen, wie lange ein bestimmter Temperaturgrad eingewirkt haben muss, um einen bestimmten Theil oder die ganze Substanz eines Kornes von bestimmter Grösse aufzulösen.

Als bei dem auf Pag. 72 erwähnten sechsten Versuch trockene Kartoffelstärkekörner etwa $\frac{1}{2}$ Stunde lang einer Temperatur von 190 bis 200 Grad Cent. ausgesetzt gewesen waren, so quollen dieselben bei Zusatz von Wasser um die Hälfte ihres ursprünglichen Durchmessers auf, und die Höhlung im Innern war 7 Mik. gross. — Beim siebenten Versuch

hatte eine Temperatur von 212 Graden nur kurze Zeit eingewirkt; die Höhlung betrug nicht über 4 Mik. — Beim achten Versuch dehnten sich die Körner, nachdem sie während einer Viertelstunde eine Hitze zwischen 200 und 216 Grad erfahren hatten, um $\frac{1}{2}$ des ursprünglichen Durchmessers aus, und zeigten eine bis auf 6 Mik. grosse Höhlung.

Wenn die Stärkekörner aus den trockenen Knollen von *Curcuma Zedoaria* schwach geröstet werden, so bildet sich eine kleine Gasblase im Schichtencentrum, dem vordern Ende sehr genähert. Wasser löst dieselbe sogleich auf, und macht die Körner aufquellen, wobei sich die ursprüngliche Höhlung ausdehnt, bis sie nur noch von einer dickwandigen Blase umschlossen ist. Dabei wird die Substanz, ehe sie sich auflöst, häufig wie bei der Kartoffelstärke, von rundlichen oder eckigen, ein parenchymatisches Netz bildenden Hohlräumen durchbrochen.

Werden die Körner durch das Rösten gebräunt, so quellen sie in Wasser gar nicht oder nur wenig auf, und die Höhlung bleibt klein, höchstens nimmt sie die halbe Länge des Korns ein, sie scheint durch eine dichte Schicht von Substanz abgegrenzt zu sein. Die Gasblase wird bald resorbirt, bald bleibt sie ungelöst.

Bei noch stärkerer Einwirkung der trockenen Hitze werden die Körner, wie bei der Kartoffelstärke, von der Gasblase, die fast die ganze Substanz verdrängt, kugelig aufgetrieben. In Wasser dehnen sie sich mit dem Gas aus, platzen dann, lassen die Blase heraustreten, und sinken nachher wieder mehr oder weniger zusammen.

Bei der höchsten Einwirkung der Hitze bersten die Körner schon im trockenen Zustande und lassen das Gas entweichen. Mit Wasser in Berührung gebracht, zeigen sie keine Veränderung oder nur eine geringe Ausdehnung.

Die Veränderungen der Grösse und Gestalt beim Rösten werden durch folgende Messungen anschaulich gemacht:

1. Ein Korn, das vor dem Rösten 40 Mik. lang und 27 Mik. breit war, zeigte nach dem Rösten (ebenfalls trocken gemessen) eine Länge von 45 Mik. und eine Breite von 29 Mik. Die kleine Gasblase verschwand in Wasser, und das Korn dehnte sich beträchtlich aus.

2. Ein Korn von 25 Mik. Länge und 20 Mik. Breite dehnte sich auf 27 Mik. Länge und 21 Mik. Breite aus; und bildete eine kleine Luftblase.

Bei den beiden genannten Körnern nahm die Länge um 12 und 8 Procent, die Breite um 7 und 5 Procent zu.

3. Das nämliche Korn (2) wurde noch einmal der Hitze ausgesetzt. Es nahm eine kugelige Gestalt an. Der Durchmesser betrug 28 Mik., die ebenfalls kugelige Gasblase war 9 Mik. gross. In Alcohol blieb das Korn unverändert. Bei Zusatz von Wasser dehnte sich die Gasblase aus und wurde durch Platzen des Korns frei, welches darauf sich wieder zusammenzog. Sein Durchmesser betrug nun 29 Mik., die Höhlung 10 Mik.; die Wandung war bräunlich gelb. Die freiliegende Gasblase hatte einen Durchmesser von 60 Mik. Sie wurde durch Wasser, ebenso durch verdünnte Kalilösung nicht aufgelöst. Die letztere machte das Korn nur wenig aufquellen, von 29 auf 30,5 Mik. Eine äusserste dichtere Schicht wird wellig-faltig. Die innerste Schicht erschien ebenfalls bedeutend dichter; dieselbe blieb glatt.

4. Ein Korn, 33 Mik. lang und 17 Mik. dick, war nach dem Rösten kugelig und 35 Mik. gross. Die Gasblase hatte einen Durchmesser von 25 Mik.; die Wandung war auf der einen Seite 6, auf der andern 4 Mik. dick. Als Wasser zugesetzt wurde, dehnte sich die Gasblase ungefähr auf 120 Mik. aus, schlüpfte dann, indem die Wandung des Korns platzte, heraus, und vergrösserte sich noch auf 150 Mik. Sie blieb in Wasser ungelöst. Die Wandung des Korns fiel, nachdem das Gas herausgetreten war, faltig zusammen. Durch Jod wurde sie braun gefärbt.

5. Ein Korn von 39 Mik. Länge und 25 Mik. Breite wurde nach starkem Rösten 60 Mik. lang und 55 Mik. breit. Das Gas war schon herausgetreten. Die Dicke der Wandung betrug 8 Mik. Zusatz von Wasser brachte keine Veränderung hervor.

6. Ein Korn, 30 Mik. lang und 20 Mik. breit, dehnte sich durch starkes Rösten auf 40 Mik. Länge und 36 Mik. Breite aus, und liess das Gas heraustreten. Die Wandung war 11 Mik. dick; sie quoll bei Zutritt von Wasser nicht auf.

Die Zunahme der Körner während des Röstens ist offenbar nur auf Rechnung der im Innern sich bildenden Gasblase zu setzen, welche die Substanz ausspannt. Daher nähert sich die Gestalt des Korns bei stärkerer Einwirkung der Hitze und bei vermehrter Gasbildung immer der Kugel.

Bei zwei der eben erwähnten Stärkekörner (3 und 4) ist die Ausdehnung der Gasblase bemerkenswerth. In dem einen Falle vermehrte sich ihr Durchmesser von 9 auf 60 Mik., also von 1 auf 6,7 und in dem andern von 25 auf 150 Mik., also von 1 auf 6. Das Volumen nahm dort von 382 auf 113143 Kubik Mik. Mill., somit von 1 auf 296, — hier von 8184 auf 1767857 Kubik Mik., oder von 1 auf 216 zu. Diess geschah während der Einwirkung des Wassers, wo an eine Entwicklung von Gas nicht mehr zu denken ist. Die Erscheinung ist also wohl nur so zu erklären, dass die trockene Wandung des Kornes dem starken Druck des comprimierten Gases Widerstand zu leisten vermochte, befeuchtet aber zuerst gespannt und dann zersprengt wurde. Dieser Druck würde aber für die genannten Körner 296 und 216 Atmosphären betragen, und die trockene Wandung musste somit der Kraft von 295 und 215 Atmosphären Widerstand leisten.

Auf den ersten Blick scheint diess fast unmöglich, da die Wandung in dem einen Korn bloss 9,5 und in dem andern nur 4 Mik. Mill., also $\frac{1}{100}$ und $\frac{1}{250}$ Mill. Met. dick war. Indess nimmt die Widerstandsfähigkeit einer Hohlkugel gegen innern Druck in dem Verhältniss zu, wie der Radius abnimmt. Es sei d der Durchmesser der kugeligen Höhlung, e die Dicke der Wandung, k die Kraft, welche zum Zerreißen nothwendig ist und p der Druck auf die Flächeneinheit, so besteht für den Moment, wo ein Zerreißen erfolgt, die Gleichung $\pi dek = \frac{\pi d^2 p}{4}$ oder $ek = \frac{dp}{4}$, und $p = \frac{4ek}{d}$ d. h. p (der Druck auf die Flächeneinheit) muss um so grösser sein, je kleiner d (der Durchmesser) ist.

Wird die Flächeneinheit gleich 1 Quadrat Cent. Met. gesetzt, so beträgt der Druck von 1 Atmosphäre auf dieselbe 1,033 Kilogramm und $p = 1,033 \times n$. Daher $ek = \frac{1,033 \cdot nd}{4}$ und $n = \frac{4ek}{1,033 \cdot d}$ Um 1 Quadrat Cent. Met. trockenes Buchenholz der Länge nach zu zerreißen, erfordert es eine Kraft von 803 Kilogrammen. Nehmen wir nun an, die Zähigkeit der trockenen Stärke sei dem genannten Holze, das dem Tannenholze wenig, dem Eichenholze aber bedeutend nachsteht, gleich. Das eine Korn war 28 Mik. und die Gasblase 9 Mik. gross; die Dicke der Wandung betrug also 9,5 Mik. Wir haben demnach $n = \frac{4 \times 9,5 \times 803}{1,033 \times 9} = 3280$. — Der Durchmesser des andern Kornes betrug 35 Mik., derjenige der eingeschlossenen Gasblase 25 Mik., die Dicke der Wandung auf der einen Seite 4 Mik. Wir haben demnach $n = \frac{4 \times 4 \times 803}{1,033 \times 25} = 498$. Wenn die Widerstandsfähigkeit der trockenen Stärke derjenigen des trockenen Buchenholzes gleich kommt, so hätte es für das eine Korn des Druckes von 3280, für das andere 498 Atmosphären bedurft, um die Wandung zu zersprengen.

Es steht also der Erklärung, die ich für die Ausdehnung der Gasblase gegeben habe, von Seite der Mechanik kein Hinderniss entgegen. Es wurde vorausgesetzt, das in eine Blase verwandelte Stärkekorn habe einen Druck von 295 und 215 Atmosphären ausgehalten; und nach der Berechnung ergibt sich, dass es erst durch die Kraft von 3280 und 498 Atmosphären platzen müsste. Es ist daher immer noch die Möglichkeit gegeben, dass die trockene Stärke dem Buchenholz an Festigkeit bedeutend nachsteht. Es ist aber ausserdem noch ein anderer Punkt zu berücksichtigen.

Das Gas in den gerösteten Stärkekörnern ist ohne Zweifel ein Gemenge, in welchem sich auch etwas Wassergas und etwas Kohlensäure befindet. Beim Erkalten verschwindet das Wassergas, bei der Berührung mit Wasser die Kohlensäure (wenigstens theilweise). Man nimmt daher nicht selten beim Eintritt des Wassers plötzlich eine Verminderung des Volumens der Gasblase wahr. In den beiden fraglichen Stärkekörnern war diess nicht der Fall; wir können aber annehmen, dass durch das Verschwinden von etwas Kohlensäure die Spannung vermindert worden sei. Ebenso musste eine Abnahme der Spannung des Gases schon durch das Erkalten erfolgen. Es sind das alles Umstände, welche die Voraussetzung nöthig machen, der Druck, dem die Stärkekörner während des Röstens Widerstand leisteten, sei noch viel grösser gewesen, als die 295 und 215 Atmosphären, die sie später aushielten. Bei dem ersten dieser beiden Körner ist die Möglichkeit unbedingt gegeben, da es bei der Festigkeit des Buchenholzes erst von 3280 Atmosphären zum Platzen gebracht worden wäre. Das andere mochte an der Grenze seiner Widerstandsfähigkeit angelangt sein, und überdem gestatten die Fehlerquellen noch einen ziemlich weiten Spielraum über die 498 Atmosphären, bei deren Druck es nach der Berechnung bersten sollte.

Während des Druckes dieses Bogens wurden noch mit einigen andern Stärkearten Versuche über die Bildung von Gasblasen beim Rösten angestellt, aber mit geringerm Erfolge. Bei der Weizenstärke bildeten sich überhaupt keine Gasblasen im Innern der Körner. Bei der Kartoffelstärke waren sie nur klein. Günstiger war eine Sorte, die ich ebenfalls unter dem Namen von Kartoffelstärke erhalten hatte, und die ich schon mehrmals wegen ihrer abweichenden Resultate erwähnte. Ich will die Beobachtungen kurz aufzählen.

1. Länge des trockenen Korns nach dem Rösten 50 Mik.; Durchmesser der Gasblase 18 Mik.; Dicke der Wandung am vordern Ende 4, am hintern 28 Mik. Bei Zusatz von Wasser dehnte sich die Gasblase auf 32 Mik., also ihr Volumen von 3055 auf 17163 Kubik Mik. Mill., oder von 1 auf 5,6 aus. Das Korn vergrösserte sich auf 77 Mik. Länge; die Wandung war an der dünnsten Stelle nicht über 1 Mik. dick. Ein Platzen erfolgte nicht; es stand aber offenbar nahe bevor, wenn die Ausdehnung der Gasblase nicht ihre Grenze erreicht hätte.

2. Länge des gerösteten Korns 29 Mik.; Durchmesser der Gasblase 11; Dicke der Wandung am vordern Ende 4, am hintern 14 Mik. Wasser liess die Gasblase im Durchmesser auf 38, im Volumen von 697 auf 28731 Kubik Mik. oder von 1 auf 41, das Korn von 29 auf 52 Mik. Länge sich ausdehnen. Die Wandung, welche hier ebenfalls nicht zersprengt wurde, war am vordern Ende 2 Mik. dick.

3. Länge des gerösteten Korns 44,5 Mik.; Durchmesser der Gasblase 17; Dicke der Wandung am vordern Ende 3,5 und am hintern 24 Mik. Bei der Berührung mit Wasser vergrösserte sich das Korn auf eine Länge von 77 Mik. ohne zu platzen; die Gasblase auf einen Durchmesser von 63 Mik., ihr Volumen von 2573 auf 130925 Kubik Mik., somit von 1 auf 51. — Zusatz von Kalilösung machte das Gas nicht verschwinden.

4. Länge des gerösteten Korns 25,5 Mik.; Durchmesser der Gasblase 8; Dicke der Wandung am vordern Ende 3,5 und am hintern 14 Mik. Bei Zusatz von Wasser dehnte sich die Gasblase auf 14 Mik., im Volumen von 268 auf 1437 Kubik-Mik. oder von 1 auf 5,4 aus, und zersprengte das Korn, als dasselbe eine Länge von 31 Mik. erreicht hatte.

Bei den vier genannten Körnern liess sich aus der Zunahme der Gasblase bloss auf einen Druck von $5\frac{9}{10}$, 41, 51 und $5\frac{4}{10}$ Atmosphären schliessen. Neben diesen Körnern lagen viele, die während des Röstens schon zersprengt worden waren, so dass es also schien, als ob dasselbe die Grenze der Widerstandsfähigkeit der Stärkekörner gegen das sich in ihrem Innern bildende Gas erreicht habe. Daneben kamen aber auch andere vor, die gelblich oder braungelb gefärbt waren und sich äusserlich von den vier genannten Körnern in keiner Weise unterschieden. Bei Zusatz von Wasser wurde jedoch die Gasblase aufgelöst. Eines dieser Körner war nach dem Rösten 36 Mik. lang, die Gasblase 10 Mik. gross. Ein anderes von 35 Mik. Länge schloss eine Gasblase von 14 Mik. ein. Bei einem dritten Korn betrug die Länge 33 Mik. und der Durchmesser der Gasblase 12 Mik.

Aus den mitgetheilten Thatsachen ergibt sich, dass die verschiedenen Stärkearten sich beim Rösten ungleich verhalten, dass aber auch zwischen den Körnern der gleichen Sorte eine grosse Verschiedenheit besteht. Dieselbe mag einerseits von der Grösse der Körner, von dem Wassergehalt im unveränderten Zustande, von der Schichtung und von dem Verlauf der Risse abhängen. Andererseits hat aber der Grad des Röstens, und wenn dasselbe bis nahe an den Moment, wo das Platzen erfolgt, gesteigert wird, auch die Art desselben (ob dasselbe rasch oder langsam erfolgte) den grössten Einfluss. Um die Widerstandsfähigkeit der Stärke gegen das im Inneren sich entwickelnde Gas zu berechnen, bedürfte es sehr genauer Versuche, wobei der Temperaturgrad nebst der Dauer der Einwirkung beobachtet, und die sich bildenden Gase ermittelt werden müssten.

Die Stärkekörner aus der trockenen Wurzel von *Cocculus palmatus* DC. haben sehr häufig zahlreiche und starke Risse. Nach dem Rösten sind dieselben in der Regel verschwunden oder undeutlich geworden, wenn man die Körner trocken oder in Weingeist betrachtet. Bei schwacher Einwirkung der Hitze sieht man im Schichtencentrum eine kleine Gasblase. Wenn sich dieselbe bei stärkerer Einwirkung vergrössert, so entweicht sie meistens während des Röstens ganz oder theilweise. Wahrscheinlich werden die Körner wegen der grossen Risse hier leichter von der Gasblase zersprengt, welche sich, wie aus den eben erwähnten Untersuchungen hervorgeht, oft in einer sehr bedeutenden Spannung befindet. Wasser löst die innere Substanz nur unvollständig auf, so wie es die Körner nur wenig aufquellen macht,

sie mögen noch farblos oder durch die Hitze gebräunt sein. Wenn die gerösteten Körner zuerst in Weingeist gebracht und dann mit Wasser versetzt werden, so dehnen sie sich um 10 bis 40 Proc. aus, sowohl in die Länge als in die Breite.

Trockene Stärkekörner aus dem Wurzelstock von *Canna laguensis* Lindl. schwach geröstet, so dass sie noch farblos oder blassgelb sind, zeigen, in ziemlich concentrirtem Weingeist betrachtet, in dem excentrischen Schichtencentrum eine kleine Höhlung, und zwischen derselben und dem hintern Ende einige oder viele grössere und kleinere Höhlungen. In manchen Körnern scheint der hohle Raum im Schichtencentrum zu mangeln; jedenfalls tritt er immer gegen die übrigen sehr zurück. Es ist das begreiflich, da der Kern in Folge seiner excentrischen Lage von einer verhältnissmässig dichten Substanz umgeben ist. Die hohlen Räume haben eine rundliche, häufiger eine ovale oder selbst längliche Form, und mit Rücksicht auf die Dimensionen des Korns weder eine regelmässige Vertheilung, noch eine bestimmte Lage ihres Längsdurchmessers.

Wenn die Körner stärker geröstet wurden, so dass sie braun gefärbt sind, und man sie in Weingeist untersucht, so sieht man häufig in jedem 2 Gasblasen, eine kleine im Schichtencentrum und eine grosse gegen das hintere Ende. Letztere ist wahrscheinlich durch Verschmelzung der ursprünglichen getrennten Hohlräume entstanden. In einem Falle z. B. hatte das geröstete, in Weingeist liegende Korn eine Länge von 102 Mik. und eine Breite von 52 Mik.; die Excentricität betrug $\frac{1}{17}$. Die kugelige Gasblase im Schichtencentrum war 6,5 Mik. gross, die ovale Blase am hintern Ende 72 Mik. lang und 40 Mik. breit. Die Wandung ausserhalb jeder der beiden Blasen hatte eine Dicke von 2,5 Mik., indess der Abstand zwischen denselben 18,5 Mik. betrug.

Diese Erscheinungen enthalten eine Bestätigung für die früher durch andere Beobachtungen festgestellte Thatsache, dass die Stärkekörner von *Canna* gegen das hintere Ende beträchtlich weicher sind, als gegen das vordere. Nach einer angestellten Berechnung beträgt in dem Korn, von dem so eben die Messungen mitgetheilt wurden, der Flächeninhalt der hintern Hälfte 2850 Quadrat Mik. Mill., derjenige der vordern Hälfte 2310 Mik. In der hintern Hälfte nimmt das Gas einen Flächenraum von 2120, in der vordern von 680 Mik. ein. Der Raum, den das Gas in der grössten Ebene des Korns verdrängt hat, verhält sich also zum ganzen Flächenraum.

in der hintern Hälfte wie 2120:2580 oder wie 74:100

in der vordern Hälfte wie 680:2310 oder wie 29:100

Da die Gasbildung mit der Auflösung der Substanz zusammenhängt, so lässt sich aus dieser Berechnung auf das ungleiche Verhalten der vordern und der hintern Hälfte mit Rücksicht auf Löslichkeitsverhältnisse ein Schluss ziehen; wobei noch zu berücksichtigen ist, dass bei Berechnung des Kubikinhaltes die Ungleichheit sich viel grösser herausstellen würde.

Wenn man halbzusammengesetzte Stärkekörner röstet, so entsteht bei der ersten Einwirkung in jedem Schichtencentrum eine Gasblase. Bei Zusatz von verdünntem Weingeist quellen die Körner etwas auf, und die Gasblasen werden aufgelöst. Man sieht nun ebenso viele mit Flüssigkeit gefüllte röthliche Hohlräume, als ursprünglich Kerne vorhanden waren. Diese Erscheinung lässt sich bei der Kartoffelstärke, — noch schöner bei den Körnern von *Canna* beobachten, wo zuweilen eine Reihe von Kernen (bis 12) längs dem Rande liegt; — am schönsten aber bei den Stärkekörnern in den sternförmigen Körpern von *Chara stelligera* Bauer, wo bis 30 und 40 kleine, oft ungleich-grosse Gasblasen durch die Substanz vertheilt sind.

Die eben mitgetheilten Untersuchungen über das Verhalten der gerösteten Stärkekörner bei Zusatz von Wasser oder wässrigem Alcohol sind im Widerspruch mit einer Darstellung von Payen (*Ann. d. sc. nat.* 1838, II. Pag. 37). Derselbe will dazu gelangt sein, einen Theil der äussersten Schicht allein aufzulösen, indem er die trockenen Körner zuerst bei 200° röstete und dann mit wenig verdünntem Weingeist in Berührung brachte. Beim Verdunsten des letztern bleibe ein Tropfen Wasser auf dem Stärkekorn zurück, welcher dasselbe nur an der Berührungsstelle angreife, und daselbst die äusserste Schicht resorbire.

Ich habe diesen Versuch zwar nicht in gleicher Art wiederholt; allein die beobachteten Thatsachen reichen vollkommen hin, um denselben zu beurtheilen. Wenn man geröstete Stärkekörner in wenig-verdünnten Alcohol bringt, welcher

zunächst noch keine Wirkung ausübt, so wird beim allmäligen Verdunsten desselben ein Stadium eintreten, wo er Wasser an das Korn abgiebt. Dasselbe wird eindringen, die innerste Partie aufquellen machen und lösen. Diess muss selbst dann geschehen, wenn der wässrige Weingeist das Korn nur einseitig berührt. Denn würde die aufquellende und auflösende Wirkung des Wassers sich zuerst da äussern, wo es zuerst mit dem gerösteten Korn in Contact kommt, so müsste das letztere in verdünntem Weingeist oder in Wasser von aussen nach innen gelöst werden. Es findet aber, wie alle Versuche übereinstimmend zeigen, das Umgekehrte statt.

Die Verwandtschaft einer Flüssigkeit zur Stärke macht sich überhaupt auf drei Arten geltend: die (trockene) Stärke wird 1) durchdrungen, 2) quillt sie auf und 3) wird sie gelöst. Wasser bei gewöhnlicher Temperatur bewirkt an unveränderter Stärke nur die erste Erscheinung. Wenn aber alle drei Erscheinungen eintreten, wie das bei gerösteter Stärke und kaltem Wasser, bei unveränderter Stärke und heissem Wasser oder sauren und alkalischen Lösungen der Fall ist, so folgen sie immer der Zeit nach auf einander in der Reihe, wie sie aufgezählt wurden. Die Neigung der trockenen Substanz, sich zu befeuchten, ist am stärksten, und die Durchdringung erfolgt immer momentan, während Aufquellen und Lösen bei schwacher Einwirkung (wie diess mit einer Mischung von Wasser und Weingeist statt findet) langsam eintreten, und immer die weichsten Partien zuerst treffen.

Wenn nun einerseits, wie eben gezeigt wurde, die Angabe Payen's mit den übrigen Thatsachen im Widerspruch steht, so sind auch seine Zeichnungen, obgleich unter einer vorgefassten Meinung angefertigt, nicht so, dass sie nach meiner Ansicht die Auflösung eines Theils der äussern Schicht beweisen würden. Ohne hier in Specialitäten einzutreten, will ich nur im Allgemeinen bemerken, dass man nach der Behandlung, wie sie Payen beschreibt, annehmen muss, die gerösteten Körner seien in wasserhaltigem Weingeist aufgequollen (auch die Zeichnungen zeigen deutliche Quellungserscheinungen) und dann theilweise oder ganz eingetrocknet. Dabei mussten sie eine unregelmässige und verbogene Oberfläche erhalten, und auch stellenweise an dem Objectträger oder an dem Deckgläschen festkleben. Einige Figuren machen nun wirklich ganz den Eindruck, wie ein flacher Oeltropfen, der an einzelnen Stellen, welche hell erscheinen, an dem Glas adhärirt.

Die Erscheinungen, welche beim Aufquellen der Stärkekörner durch Alkalien, Säuren und kochendes Wasser sichtbar werden, wurden zum Theil schon oben (Pag. 70 ff.) beschrieben. Lässt man verdünnte Kalilösung auf Kartoffelstärkekörner einwirken, so dehnen sich dieselben aus. Zuerst bildet sich an der Stelle des Kerns und der innersten Schichten eine kleine kugelige Höhlung (Fig. 11 auf Taf. XIII), von welcher in der Richtung des langen Halbmessers Risse ausstrahlen (Fig. 12, 13). Die Höhlung vergrössert sich, wobei auf Seite der Risse mehr Substanz aufgelöst wird. Sie erhält dadurch eine ovale oder längliche Gestalt, wiewohl aber immer noch die Wandung auf der Seite des langen Halbmessers beträchtlich dicker ist, als auf der gegenüberliegenden.

Hier, in der Richtung des kurzen Halbmessers, bildet sich anfänglich sehr häufig eine blasenförmige Auftreibung; später, wenn die Höhlung grösser und oval wird, entsteht daselbst oft eine Einstülpung nach dem Centrum hin. Durch die Einwirkung der Kalilösung quellen die äussern Schichten stark auf. Ihr Wachsthum in die Fläche ist so gross, dass das blasenförmige Stärkekorn durch Endosmose nicht eine hinreichende Menge von Flüssigkeit aufzunehmen vermag, und desshalb durch den Druck der äussern Flüssigkeit eingestülpt wird. Es versteht sich, dass die Einstülpung da stattfinden muss, wo die Wandung am dünnsten und weichsten ist; nämlich auf der Seite des kurzen Halbmessers. — Zuweilen platzt sogar die eingestülpte Stelle unter dem Druck der umgebenden Flüssigkeit; und man beobachtet dann, dass diese mit Gewalt hineinströmt.

Fig. 13 auf Taf. XIII zeigt ein Kartoffelstärkekorn bei der ersten Einwirkung von Kalilösung. Fig. 14 stellt ein anderes Korn dar, in welchem schon eine ziemlich grosse Höhlung sich gebildet hat. In Fig. 15 ist die Auflösung noch weiter gegangen; die Wandung fängt an, bei a sich einzustülpen. Fig. 16 zeigt eine tiefere Einstülpung der Wandung bei a. Fig. 17 ist das nämliche Korn von Fig. 16 in einem etwas spätern Zustande. Bei allen den genannten Körnern bezeichnet a die Stelle des kürzesten Halbmessers.

In den Kartoffelstärkekörnern ist in der Regel das Schichtencentrum dem schmälern Ende genähert (wie z. B. in Fig. 13 auf Taf. XIII). In den durch Kalilösung aufquellenden und hohlwerdenden Körnern erweitert sich das dem

Schichtencentrum entsprechende Ende in viel beträchtlicherm Maasse als das gegenüberliegende; es kann zuletzt selbst doppelt so breit und breiter werden (vgl. Fig. 20, 14, 15, 16, 17). Diese auffallende Erscheinung findet, wie ich schon oben (Pag. 79) zeigte, ihre natürliche Erklärung in der Thatsache, dass die äussere dichtere Substanz stärker aufquillt als die innere weichere. Da die Wandung in der Gegend des nun aufgelösten Kerns (a in den genannten Figuren) dünner ist, so muss sie auch stärker sich ausdehnen, als die gegenüberstehende dickere Wandung, welche in ihren äussersten Schichten zwar das gleiche Ausdehnungsvermögen besitzt, der aber die innern noch ungelösten Schichten nicht gestatten, diesem Vermögen Folge zu leisten.

Die weitere Einwirkung des Kali löst indess auf der inneren Seite der Wandung mehr und mehr Substanz auf, und zwar immer auf Seite des langen Halbmessers in grösserm Maasse, so dass die Wandung zuletzt gleich dick wird. Eine vollständige Lösung beobachtete ich nicht; es blieben immer noch dünne Blasen zurück.

Wenn auf die Einstülpung, die sich in dem frühern Stadium bildete, durch den Druck von aussen kein Platzen erfolgte, so biegt sich nachher die eingestülpte Stelle allmählig wieder nach aussen. Das blasenförmige Korn wird dann aufgetrieben, berstet nicht selten in Folge des Druckes der eingeschlossenen Flüssigkeit, und ergiesst einen Theil derselben mit Gewalt nach aussen. Nachher ist es mehr oder weniger zusammengefallen und faltig.

Diese Erscheinung ist eine Folge der Diösmose. Die eingeschlossene Flüssigkeit muss eine ziemlich concentrirte Stärkelösung sein. Es wird also mehr Kalilösung durch die Wandung hinein, als von der innern Flüssigkeit, welche Stärke und Kali gelöst enthält, hinausgehen. Diese überwiegende Endosmose musste von Anfang an schon vorhanden sein, aber sie vermochte der Ausdehnung der Blase nicht zu genügen; daher die Einstülpung. Später aber, wenn die Quellungserscheinungen schwächer werden und dann ganz aufhören, so bewirkt die fortdauernde Endosmose, dass die Blase erst wieder sich ausstülpert, ausgespannt wird und zuletzt selbst platzt.

Fig. 18 auf Taf. XIII ist ein solches geplatzt, zusammengefallenes und faltiges Korn mit äusserst dünner Wandung. Die dunkeln Streifen, sowie der breite intensiv gefärbte Rand auf der obern Seite rühren von der Faltung her. Die blaue feinkörnige Masse am untern Ende gehört dem Inhalte an. — Ich habe früher erwähnt, dass Kartoffelstärkekörner bei rascher Einwirkung von Kalilösung platzen, indem die stärker aufquellende innere Masse die Rinde zersprengt. Das Platzen der Körner, welches durch innern Druck herbeigeführt wird, scheint in der That doppelter Natur zu sein, je nachdem es bei dem ersten raschen Aufquellen oder erst in den spätern Stadien der Auflösung erfolgt.

Wasserhaltige Schwefelsäure, auch Salzsäure und Salpetersäure bringen in Kartoffelstärkekörnern die nämlichen Erscheinungen hervor, wie Kalilösung. Zuerst entsteht eine kleine Höhlung im Schichtencentrum und dann Risse, welche von derselben aus nach dem hintern Ende divergiren, und vorzugsweise die Gestalt von der Wandung eines Trichters haben. Die Wirkungen der Schwefelsäure sind übrigens verschieden, je nach der Concentration derselben, wie ich später bei der Auflösung von aussen zeigen werde.

Andere Stärkekörner verhalten sich ähnlich, wie diejenigen aus der Kartoffel, wenn sie mit Kalilösung behandelt werden. Die geringen Modificationen rühren von der Form und der Structur her. Die Körner aus den Samen von Zea Mays sind kugelig, und haben einen centralen Kern. Die Auflösung schreitet von dem Centrum gleichmässig nach allen Seiten hin fort, so dass die Wandung ringsum immer ziemlich gleich dick ist. Eine Einstülpung wurde nicht beobachtet. Die Körner erscheinen daher fortwährend als kugelige Blasen, deren Oberfläche zwar oft Unebenheiten zeigt, aber doch ohne grössere Falten ist. Zuletzt bleibt eine ziemlich dicke Wandung ungelöst, welche sich durch Jodtinctur violett färbt.

Die Stärkekörner im Milchsaft von Euphorbia nereifolia sind stabförmig oder wegen der beiden aufgetriebenen Enden eher knochenförmig. Sie quellen in verdünnter Kalilösung ziemlich gleichförmig auf, und behalten ihre Gestalt. Die Auflösung beginnt in der Achsenlinie und bildet zuerst einen Kanal; sie greift aber in den beiden Enden rascher um sich. Obgleich die letztern dicker sind, so ist die Wandung dort nach einiger Zeit dünner als im Mittelstück. Zuletzt

gleichet sich die Differenz wieder aus, indem die übrig bleibende Hülle überall gleich dick ist. Fig. 35 auf Taf. XXI zeigt drei solche Körner, die durch Kalilösung in Blasen verwandelt worden sind. In a und b sind Zustände dargestellt, wo die Wandung im Mittelstück etwas dicker ist, als an den beiden Enden. In c ist die Einwirkung vollständig, und die Blase überall gleich dick.

Wenn Kalilösung auf Zwillings- oder Drillingskörner einwirkt, so quellen die Theilkörner, für den Fall dass dieselben gleich gross sind, auch gleich sehr auf, und die Auflösung, welche der Quellung folgt, findet bei jedem in der nämlichen Weise statt. Geringe Ungleichheiten, die zuweilen vorkommen, mögen von der ungleichzeitigen Einwirkung der Kalilösung herrühren. Zwei Zwillingskörner der Kartoffelstärke (1 und 2) zeigten folgende Ausdehnung; die Werthe sind in Mik. Mill. angegeben.

	1.			2.		
	Ganze Länge	Länge der Theilkörner		Ganze Länge	Länge der Theilkörner	
		A	B		A	B
Vor der Einwirkung	21	10,5	10,5	42	23	19
Nach dem Aufquellen	48	24	24	108	56	52

Erfolgt die Einwirkung der Kalilösung langsam, so sieht man zuerst im Kern jedes Theilkorns eine Höhlung auftreten, und eine trichterförmige Spalte, die von dem Schichtencentrum nach den Kanten geht, welche die gewölbte Fläche von den Bruchflächen scheidet (vgl. Pag. 48, 86). Die Höhlung vergrössert sich, und zugleich dehnt sich das Volumen des ganzen Theilkorns aus. Zuletzt bleibt nur eine dünne blasenförmige Hülle übrig.

Wie bei den einfachen Körnern der Kartoffelstärke, so bildet sich auch bei den Theilkörnern im Verlaufe dieser Veränderungen eine Einstülpung. Sie befindet sich immer auf der Seite der Bruchflächen, oder wenn die Theilkörner noch mit einander vereinigt sind, auf der zugekehrten Seite; bei Zwillingskörnern entsteht dadurch zwischen den beiden Hälften ein elliptischer, kugelig oder selbst längs-ovaler Zwischenraum. Diese Erscheinung tritt in gleicher Weise ein, es mag der Kern mehr oder weniger excentrisch sein; sie wurde an Körnern beobachtet, bei denen im unveränderten Zustande die beiden Radien gleich waren, so wie auch bei solchen, wo der Verdickungshalbmesser $2\frac{1}{2}$ und 3 mal so lang war, als der kurze Radius, so z. B. bei zwei Zwillingskörnern (1 und 2), die vor dem Aufquellen folgende Dimensionen zeigten:

	Theilkorn A			Theilkorn B		
	Länge	Länge	Abstand des Schichtencentrums von der Scheidewand	Länge	Abstand des Schichtencentrums von der Scheidewand	Abstand des Schichtencentrums von dem vordern Ende
1.	45,5	24,5	17,5	21	10,5	9,5
2.	42	23	16	19	12	7

Die Erklärung für die Einstülpung ist die gleiche, wie bei den einfachen Körnern. Die Ausdehnung der Rinde wirkt so rasch, dass nicht eine hinreichende Menge von Flüssigkeit durch Endosmose in die sich vergrössernde Höhlung einzudringen vermög. Die Lage der Einstülpung ist aber eine andere bei den einfachen und bei den Theilkörnern. Bei den erstern findet sie, wie wir gesehen haben, am Kernende statt, weil dort die dünnere Rinde stärker aufquillt und daher weicher wird, als an dem hintern Ende, wo die dickere Wandung die Flächenausdehnung hemmt (Pag. 104). Bei den Theilkörnern geschieht, obgleich die Dimensionsverhältnisse die nämlichen sein können, das Umgekehrte. Es kann diess nur daher rühren, weil bei ihnen die Substanz auf Seite der Bruchflächen viel weicher ist (Pag. 59), daher auch rascher die Quellungserscheinungen durchläuft und schneller aufgelöst wird. Bei den einfachen Körnern ist die Substanz auf Seite des langen Radius zwar auch weicher, aber lange nicht in dem Grade, wie bei den Theilkörnern.

Bei langsamerer Einwirkung der Kalilösung treten immer die angegebenen Erscheinungen ein. Bei raschem Aufquellen dagegen bildet sich die Einstülpung bald an den Bruchflächen (vorzüglich an freien Bruchkörnern), bald an der gewölbten Fläche, wenn die Theilkörner noch mit einander vereinigt sind. Es mag diess daher rühren, dass die an der Oberfläche des zusammengesetzten Korns eindringende concentrirtere Lösung die Substanz daselbst erweicht und auflöst, ehe sie eine entsprechende Wirkung auf die innere Substanz, welche sie später erreicht, d. h. auf die Masse,

die dem Verdickungshalbmesser der Theilkörner entspricht, auszuüben, und die Adhäsion dieser letztern zu überwinden vermag.

Die Einwirkung des siedenden Wassers ist derjenigen von Kalilösung analog. Das Kartoffelstärkekorn quillt anfänglich etwas auf. Im Schichtencentrum bildet sich eine kleine Höhlung, von welcher in der Richtung des langen Halbmessers Risse ausstrahlen. In den einen Körnern wird dann die Höhlung fortwährend grösser, indem Schicht für Schicht verschwindet; sie ist anfänglich kugelig und wird nachher oval, weil in der Richtung des langen Halbmessers mehr Substanz aufgelöst wird. Die Risse sind hier wenig zahlreich und zart. — In andern Körnern dagegen vermehren und erweitern sich die Risse mit der fortdauernden Einwirkung des siedenden Wassers. Die Auflösung scheint hier überall an der Oberfläche der Risse thätig zu sein. Ihr geht meist eine Zerklüftung der Substanz voraus, indem die Wandungen der Höhlung und der grössern Spalten oft wieder gesägt-zerrissen erscheinen.

Auch bei dieser Behandlung dehnt sich, wenn die Höhlung grösser wird, der Theil des Korns, wo sich früher das Schichtencentrum befand und wo nun die Wandung am dünnsten ist, zwiebel förmig aus. Dann bildet sich daselbst eine Einstülpung. Nachher stülpt sich diese Stelle wieder aus, wobei die Blase von der Flüssigkeit ganz ausgespannt wird. Es ist die gleiche Erscheinung, wie wir sie schon an den durch Kalilösung veränderten Körnern kennen gelernt haben; die Erklärung ist die nämliche.

Bei Körnern, die sich in verschiedenen Stadien der Auflösung befinden, bemerkt man nicht selten in der Höhlung eine feinkörnige Substanz, welche durch Jod blau wird. Es kann diess die durch die Siedhitze gelöste Stärke sein, welche sich beim Erkalten wieder körnig ausscheidet. In manchen Fällen könnte es aber auch eine ähnliche Erscheinung sein, wie sie beim Aufquellen und Auflösen gerösteter Kartoffelstärkekörner vorkommt; nämlich eine netzförmige Auflockerung der Substanz mit sehr kleinen Maschen. Damit würde übereinstimmen, dass diese scheinbar körnige Substanz zuweilen nur stellenweise, namentlich längs der Wandung sichtbar ist und dass die Ränder der Höhlung im Profil oft feingezähnt-zerrissen erscheinen; es versteht sich nämlich, dass, in Analogie mit den gerösteten Körnern, die netzförmig-aufgelockerte Masse meist nicht durch den ganzen Hohlraum verbreitet, sondern nur an dessen Oberfläche vorhanden wäre.

Das Aufquellen der Kartoffelstärke durch feuchte Wärme beginnt, wie ich oben gezeigt habe, bei 55 Grad Cent. für die grössern und bei 65 für die kleinsten Körner. Bald nachher werden auch die ersten Erscheinungen der Auflösung sichtbar; es kann aber, wie bei der Einwirkung trockener Hitze, ebenfalls der Moment nicht bestimmt werden, wann die Auflösung beginnt. Höchstens lässt sich ausmitteln, wie lange eine bestimmte Temperatur einwirken muss, um gewisse Stadien hervorzubringen.

Ich führe folgende Versuche an, bloss um im Allgemeinen ein oberflächliches Bild zu geben. Eine Sorte von trockener Kartoffelstärke, in welcher bei Zusatz von Wasser der Kern und die Schichtung meist undeutlich war, wurde in einem Schälchen mit Wasser im Luftbade erwärmt. Als die Temperatur auf 66 Grad Cent. gestiegen war, wurde gelöscht und eine Probe zur microscopischen Untersuchung herausgenommen. Das Schichtencentrum war nun in allen Körnern (mit Ausnahme der allerkleinsten) durch eine kleine Höhlung sichtbar, von welcher bei Manchen einzelne kurze Risse ausgingen. — Als darauf die nämliche Stärke auf 74 Grad erwärmt worden war, so wurde wieder eine Probe untersucht, und die Temperatur indess auf circa 56 Grad ermässigt. Die meisten Körner waren stark aufgequollen; der Durchmesser betrug das $2\frac{1}{2}$ und 3fache der ursprünglichen Grösse. Sie waren hohl und hatten eine 4–8 Mik. dicke Wandung. Einzelne kleinere Körner zeigten noch keine andern Erscheinungen des Aufquellens, als zahlreiche Risse. — Nachdem die Stärke etwa 1 Stunde lang bei circa 56 Grad gestanden hatte, waren durchaus keine weiteren Veränderungen sichtbar. Sie wurde dann noch auf 86 und später auf 96 Grad erwärmt. Bei 74 Grad hatte der Durchmesser der grössten Körner 120 Mik. betragen; bei 86 Grad betrug er nun 160 Mik. Dabei waren alle Körner ohne Ausnahme hohl, ihre Wandung 2 – 6 Mik. dick und in Folge des Zersprengens bei Einzelnen faltig. — Bei 96 Grad war die Grösse der Körner und die Dicke der Wandung ungefähr die nämliche; es zeigten sich aber die faltigen und zersprengten Körner in grösserer Menge.

FrISCHE in Wasser befindliche Kartoffelstärkekörner wurden während einer Stunde auf einer Temperatur zwischen 63 und 66 Grad erhalten. Die kleinsten Körner waren ganz unverändert geblieben; die grössten hatten sich in hohle dünnwandige Blasen umgewandelt; die übrigen zeigten alle zwischenliegenden Stadien. — Bei einem andern Versuch betrug die Wärme ebenfalls während einer Stunde 65 — 70 Grad. Die meisten Körner waren dünnwandige Blasen (mit 3 — 6 Mik. dicker Wandung). Nur die kleinsten Körner liessen erst eine verhältnissmässig kleine Höhlung wahrnehmen.

Auch in der lebenden Pflanze trifft man zuweilen Körner an, welche Erscheinungen geringen Aufquellens und darauf folgender Auflösung im Innern zeigen. Allein sie kommen, soweit ich sie bisher beobachtete, nur vereinzelt unter unveränderten Formen vor. Dadurch unterscheiden sich oft solche frISCHE oder bei gewöhnlicher Temperatur getrocknete Pflanzentheile von denjenigen, die einer höhern Temperatur ausgesetzt waren; denn in den letztern sieht man eine grössere Zahl, oft die meisten Körner verändert.

Die Erscheinungen sind im Wesentlichen die nämlichen, wie wenn verdünnte Kalilösung, Schwefelsäure oder feuchte Hitze auf die Stärkekörner einwirken. Man findet Körner, die bloss eine kleine Höhlung im Schichtencentrum und davon ausstrahlende kürzere oder längere Risse zeigen, andere, die eine grössere oder kleinere Höhlung einschliessen, selbst solche, die auf eine dünne Blase reducirt sind. Aber darin zeigt sich ein constanter Unterschied gegenüber der durch künstliche Quellungsmittel herbeigeführten Auflösung, dass erstlich das Aufquellen, wenn es überhaupt statt findet, in viel geringerem Maasse wirkt und daher die Substanz auch an den hohl gewordenen Körnern viel dichter ist, — und dass zweitens die Auflösung viel unregelmässiger von statten geht.

Auf Taf. XXIII in Fig. 2 sind Stärkekörner aus den frischen Scheinknollen von *Coelogyne fimbriata* Lindl. dargestellt. c hat bloss radiale Risse, a eine kleine Höhlung. d und e sind das nämliche Korn, von oben und von der Seite gesehen; dasselbe ist hohl und scheint wegen der unregelmässigen Oberfläche und der beträchtlichen Grösse etwas aufgequollen zu sein; an einer Stelle erscheint die äusserst dünne Wandung bloss als einfache Linie.

Fig. 5 auf Taf. XXV zeigt Stärkekörner aus dem frischen Wurzelstock von *Iris pallida* Lam.; g ist unverändert; i hat radiale Risse; andere, von etwas zusammengedrückter Gestalt, hatten eine mit der grössten Ebene zusammenfallende Spalte im Innern. c und d stellen das nämliche Korn von der schmalen und der breiten Seite dar; die innere Höhlung ist nur in der einen Ansicht deutlich. a und b sind das nämliche Korn, e und f ein anderes, je von zwei Seiten gesehen; beide von kugeligem Gestalt und mit grosser Höhlung, die an einer Stelle bloss von einer zarten Linie umschlossen ist. In a und b ist die dicke Wandung schalenförmig, die verdünnte Stelle rundlich; in e und f dagegen bildet die dünne Wand eine bandförmige Stelle, die etwas mehr als die Hälfte der Aequatorialzone einnimmt. h ist ein kugeliges in eine Blase verwandeltes Korn, dessen Wandung von der einen Seite nach der andern hin sich allmählig in eine zarte Linie verdünnt.

In den frischen Knollen von *Colchicum autumnale* Lin. sind die meisten Körner aus 2 bis 4 Theilkörnern zusammengesetzt, wenige einfach und kugelig oder kugelig-abgeplattet. Sowohl die einen als die andern zeigen Auflösungserscheinungen. Auf Taf. XXV ist in Fig. 14 h und i ein einfaches Korn mit einer Höhlung im Innern von der breiten und von der schmalen Seite dargestellt. In den Bruchkörnern bildet sich zuerst eine trichterförmige Spalte, welche vom Schichtencentrum aus gegen die Bruchflächen sich öffnet, und nachher eine grössere Höhlung von ähnlicher Form (Fig. 14, g).

Nicht sehr selten findet man ähnliche in Auflösung begriffene Formen in trockenen Pflanzentheilen. Allein man ist selten ganz sicher, ob nicht eine höhere Temperatur beim Trocknen eingewirkt hat, da 55 bis 65 Grad Cent. schon hinreichen, um Erscheinungen des Aufquellens und der Auflösung hervorzurufen. — So sah ich in den Körnern von Jamaica-Arrowroot kugelige Höhlungen, die bis 20 Mik. im Durchmesser hatten. Ferner sind auf Taf. XXIV in Fig. 12 solche Körner aus dem trockenen Wurzelstock von *Iris florentina* Lin. dargestellt; sie gleichen denen aus dem frischen Gewebe von *Iris pallida* Lam. (Taf. XXV, 5). c, g, h und i zeigen eine grössere oder kleinere Höhlung. b ist nach einer Seite hin blasenförmig aufgetrieben, die Höhlung wird dort nur von einer zarten Linie begrenzt. a ist eine ringsum äusserst zartwandige Blase. Letztere beide (a und b) sehen ganz so aus, als ob sie die Einwirkung der Hitze erfahren hätten.

Die Ursache dieser Quellungs- und Auflösungserscheinungen in der lebenden Pflanze muss noch als zweifelhaft erscheinen. Wir haben gesehen, dass dieselben durch alkalische und saure Lösungen bei gewöhnlicher und durch Wasser bei erhöhter Temperatur hervorgerufen werden. Aus den folgenden Beobachtungen wird sich ergeben, dass Proteinverbindungen die Stärkekörner von aussen her angreifen. In der Pflanze finden wir nie weder die chemische Beschaffenheit der Säfte, noch einen hinreichenden Temperaturgrad, um Quellung zu veranlassen. Es ist nun aber sicher, dass, wenn Wasser zwischen 55 und 65 Grad die Körner ausdehnt und auflöst, saure oder alkalische Lösungen, die bei gewöhnlicher Temperatur noch keine Veränderungen hervorbringen, doch eine geringere Wärme als blosses Wasser erfordern, um die gleiche Wirkung zu zeigen. Es wäre nun vielleicht denkbar, dass ausnahmsweise in der Pflanze die Flüssigkeiten (saure oder alkalische) eine solche Concentration erreichten, um bei den höchsten Temperaturgraden Quellungserscheinungen hervorzurufen. Es wäre vielleicht auch möglich, dass Proteinverbindungen in alkalischer Lösung mit eindringen und die Auflösung befördern würden.

Indess darf, wie ich glaube, noch auf einen andern Umstand hingewiesen werden. Ich habe in dem ersten Heft dieser pflanzenphysiologischen Untersuchungen gezeigt, dass Membranen im lebenden und im toten Zustande sich ungleich verhalten, dass sie in manchen Pflanzen beim Absterben bis auf das Doppelte ihrer ursprünglichen Dicke aufquellen, und dass dieses Aufquellen schon erfolgt, wenn durch Zuckerlösung der Primordialschlauch sich von der Membran lostrennt (Heft I. Pag. 32). Es wäre nun möglich, und es ist mir sogar sehr wahrscheinlich, dass Stärkekörner ebenfalls wie die Membranen einen lebenden und einen toten Zustand besitzen; d. h. dass sie in der Pflanze eigenthümliche Anordnung der kleinsten Theile und eigenthümliche Spannungsverhältnisse zwischen denselben besitzen, wodurch sie z. B. zu den Wachstumserscheinungen befähigt werden. Nehmen wir an, dass einzelne Stärkekörner durch irgend welche Umstände der Herrschaft des Lebens entzogen würden, so müssten dieselben den Quellungs- und Auflösungsmitteln innerhalb der Pflanze auch leichter erliegen als die lebenden Körner.

In einer Hyacinthenzwiebel, welche im October ausgegraben worden war, zeigten fast alle Körner Risse im Innern. Es war zweifelhaft, ob dieselben durch den Wachstumsprocess oder durch Austrocknen entstanden waren, da die Zwiebel im Winter vorher trocken gelegen hatte. Auf Taf. XIX sind in Fig. 31—34 einige dieser Körner dargestellt. Darunter kamen aber auch nicht selten solche vor, deren Inneres mehr oder weniger ausgefressen und in eine Höhlung verwandelt war. Fig. 42 zeigt ein derartiges Korn bei schwächerer Vergrösserung. Quellungserscheinungen waren hierbei keine wahrzunehmen.

Eine ähnliche Beobachtung wurde an den Körnern im frischen Wurzelstock von *Canna lagunensis* Lindl. gemacht. Nur mangelten hier die Risse fast ganz. Die Auflösung begann im Schichtencentrum. Die Höhlung war nur in den frühesten Stadien rundlich; sie wurde bald eckig und unregelmässig. In halbzusammengesetzten Körnern bildeten sich ebensoviele Hohlräume als Schichtencentren vorhanden waren, und schmolzen später in einen einzigen zusammen. Die Oberfläche der Höhlungen zeigte sich in der Regel uneben, mit Erhabenheiten und Vertiefungen, so dass es oft den Anschein gewährte, als ob sie mit einer krümeligen Masse erfüllt wären. Einzelne Stellen wurden stärker aufgelöst, so dass sich zuweilen von der Höhlung aus kürzere und längere kanalartige Fortsätze bildeten, welche zuletzt bis zur Oberfläche reichen konnten. In den von der Resorption am meisten angegriffenen Körnern war nur eine unregelmässig durchbrochene Hülle zurückgeblieben. Auch hier mangelten alle Quellungserscheinungen. Daneben kamen auch in Menge Körner vor, bei denen die Oberfläche stellenweise von aussen angegriffen war.

Ich habe vorhin die Ursachen erörtert, welche wohl das Aufquellen und die Auflösung der Stärkekörner in lebenden Pflanzentheilen veranlassen könnten. Nach den letzten zwei der mitgetheilten Beispiele würde es scheinen, als ob die Resorption von Innen zuweilen auch ohne Quellungserscheinungen eintrete und von dem Kern aus nach dem Umfange hin fortschreite. Da aber in beiden Fällen der Pflanzentheil im Winter vorher trocken aufbewahrt worden war, so wäre es möglich, dass sich beim Eintrocknen unsichtbare, bis zur Oberfläche reichende Risse gebildet hätten, durch welche die gleiche Flüssigkeit, die sonst auch die Oberfläche angreift, eindringen konnte. Es wäre dann die Auflösung im Schichtencentrum und in der inneren Substanz bei *Hyacinthus* und *Canna* eigentlich eine Resorption von aussen, d. h. an der frei gelegten Fläche der innern Masse, und sie würde nur desswegen in der angegebenen Weise erfolgen,

weil überhaupt die innere weichere Substanz leichter angegriffen wird, wie sich aus den später mitzutheilenden Beobachtungen über die Resorption von aussen ergibt.

Die normale Auflösung der Stärkekörner innerhalb des lebenden Pflanzentheils wurde vorzüglich in Kartoffeln und in den Wurzelstöcken von *Canna* beobachtet. — Kartoffeln keimten im Zimmer. Als sie $1\frac{1}{2}$ bis 2 Fuss lange Schosse getrieben hatten, war die Stärke in der Nähe der Insertionsstellen derselben in Resorption begriffen. An einer dieser Kartoffeln zeigte sich die Epidermis an vielen Punkten zerrissen, und es hatten sich daselbst unregelmässige Wucherungen von parenchymatischem Zellgewebe gebildet. Innerhalb dieser Stellen war die Stärke ebenfalls zum Theil aufgelöst.

Die Kartoffelstärkekörner, ohne aufzuquellen oder sonst eine Veränderung zu erfahren, werden von aussen her angegriffen. Wie ein sich auflösender Krystall, werden sie kleiner und verschwinden endlich ganz. Dabei verschmälern sie sich immer mehr, so dass sie zuletzt nadelförmig sind. Auf Taf. XII sind in Fig. 1, a — r Körner in verschiedenen Stadien der Auflösung dargestellt; wobei zu bemerken ist, dass in den Figuren a, b, c, d, e, f, g nicht alle Schichten, sondern nur so viele gezeichnet wurden, als nöthig war, um den Verlauf der Schichtung deutlich zu machen.

Da es nicht möglich ist, das nämliche Korn in der Auflösung zu verfolgen, so müssen viele Formen, die in verschiedenen Stadien der Resorption sich befinden, mit einander und mit den unversehrten Körnern verglichen werden, um die Gesetze dieses Processes zu erforschen. Auf den ersten Blick ist klar, dass nicht etwa Schicht für Schicht verschwindet, sondern es scheint, dass im Allgemeinen der Auflösungsprozess an der ganzen Oberfläche thätig sei, und dass er in gleicher Zeit überall ungefähr gleiche Substanzlagen wegnehme. Es ist einleuchtend, dass unter dieser Voraussetzung ein ovales Korn erst länglich, dann linear und immer schmaler werden muss. Wenn es anfänglich z. B. 60 Mik. lang und 40 Mik. dick war, so wird es darauf 40 Mik. lang und 20 Mik. dick, nachher 30 lang und 10 dick, dann 25 lang und 5 dick, später 22 lang und 2 dick sein u. s. w. Das ursprüngliche Verhältniss der Dicke und Länge von $\frac{3}{2}$ muss sich also nach und nach in $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{6}$, $\frac{1}{10}$ u. s. w. verwandeln. Wenn man die Form, Grösse und Schichtung der unversehrten und der in verschiedenen Stadien der Auflösung begriffenen Kartoffelstärkekörner mit einander vergleicht, so stellt sich jene Annahme wenigstens theilweise als richtig heraus.

Wenn aber auch diess im Allgemeinen das Gesetz für die Resorption ist, so fragt es sich weiter, ob nicht die Struktur der Körner eine etwelche, wenn auch untergeordnetere Rolle spiele. Es wäre möglich, dass immer oder zeitweise die Auflösung an einem der beiden Pole (am vordern oder hintern Ende) oder rings um den Aequator am lebhaftesten wirkte, oder dass sie sich etwas anders verhielte, wenn sich ihr die Schichten horizontal oder senkrecht darbieten, wenn die Substanz weicher oder dichter ist. Nun scheint in der That, dass in der Regel im Anfang wenigstens an dem hintern Ende bedeutend mehr Substanz verloren geht, als am vordern. In den Figuren a, b, c, d, e, f verschmälert sich das Korn nach dem hintern Ende, während in den unversehrten Kartoffelstärkekörnern das Umgekehrte der Fall ist. In den genannten Figuren kann überdem am vordern Ende die Auflösung nicht sehr beträchtlich gewesen sein, da, wie sich aus der Schichtung zeigt, der ursprünglich schon der Peripherie genäherte Kern immer noch vorhanden ist. Aus den Figuren a — f können vollständige Körner (vgl. Taf. XI) nur reconstruirt werden, wenn man am hintern Ende viel dickere Substanzlagen aufrägt, als am vordern.

Nachdem diess festgestellt ist, würde sich weiter fragen, ob an dem hintern Ende die Auflösung überall gleich stark, oder ob sie am Pol stärker oder schwächer sei. Aus der so häufig vorkommenden Zuspitzung am hintern Ende (Fig. a, b, c, d, e, f) scheint sich mit Sicherheit zu ergeben, dass am Pol selbst weniger Substanz resorbirt wird, als rings um denselben. Denn nur dadurch kann aus einem abgerundeten ein verschmälertes Ende entstehen.

An dem vordern Ende ist wahrscheinlich das Nämliche der Fall. Es lässt sich diess zwar nicht aus der Form, wohl aber aus dem Verlauf der Schichtung schliessen. Wenn rings um das Kernende gleich dicke Substanzlagen hinweggenommen würden, so müssten sich daselbst die Schichten häufiger öffnen, als es wirklich geschieht, und es müsste der Kern mit den nächsten Schichten flacher abgeschnitten werden, als es z. B. in den Figuren f und g der Fall ist.

Werden die gewonnenen Resultate zusammengetragen, so ergibt sich für die ersten Stadien, dass an dem Pol des vordern Endes überhaupt am wenigsten aufgelöst wird, dass von da die Auflösung nach dem hintern Ende zunimmt,

in der Nähe des Pols ihr Maximum erreicht und gegen denselben wieder abnimmt. — Ob dieses Verhältniss andauert, ist zweifelhaft. Es scheint vielmehr, dass späterhin die Verschiedenheit zwischen den beiden Enden aufhört, oder dass sogar das Maximum der Auflösung gegen das vordere Ende hinrückt. Wenigstens lässt sich die Form der Körner und der Verlauf der Schichtung in späteren Stadien leicht mit dieser Annahme vereinigen. Ob an den beiden Polen fortwährend zwei Minima der Resorption vorhanden sind, ist zwar wahrscheinlich, kann aber nicht nachgewiesen werden.

Aus der vorhin ermittelten Thatsache lässt sich weiter ein Schluss auf das Verhalten der Auflösung zum Schichtenverlauf ziehen. Da nämlich nicht ganze Schichten im organologischen Sinne, sondern Substanzlagen aufgelöst werden, so sind schon, nachdem die erste Lage hinweggenommen ist, die Schichten nur an zwei Stellen, an den beiden Polen, mit der Oberfläche genau parallel; und diess dauert fort, bis das Korn ganz resorbirt ist. An der ganzen übrigen Oberfläche gehen die Schichten anfänglich unter sehr spitzen Winkeln, nachher unter Winkeln zu Tage, welche mehr und mehr sich einem Rechten nähern. Die Auflösung trifft also nur an zwei Punkten unmittelbar auf die Fläche der Schichten, und dort hat sie zwei Minima der Wirksamkeit; ausserdem greift sie überall Durchschnitte derselben an.

Die nächste Frage, die sich hier anknüpft, ob die Intensität der Auflösung an der Seitenfläche der Körner um so grösser sei, je mehr sich die ausgehenden Schichten der senkrechten Lage nähern, kann aus den Thatsachen, welche die Kartoffelstärkekörner darbieten, nicht entschieden werden.

Nun kommen aber noch Unregelmässigkeiten in der Auflösung vor, welche nicht aus dem Verlauf der Schichten erklärt werden können. Es sind diess stellenweise Verdickungen oder Verdünnungen der stäbchenförmigen Körner, wie sie z. B. in den Figuren i, k, m, n, r gezeichnet sind. Sie beweisen, dass einzelne Regionen der Resorption mehr, andere weniger als den mittlern Widerstand entgegensetzen. Es wäre leicht möglich, dass der grössere oder geringere Wassergehalt der Substanz diess bewirkte. Es sei z. B. von einem Korn, wie es in Fig. 6 oder 7 auf Taf. XI gezeichnet ist, nur die mittlere Substanz in Form eines Stäbchens übriggeblieben, so wird die Auflösung in den breiten röhlichen Schichten rascher fortschreiten als in den dichten; es wird sich wahrscheinlich in a eine Verdickung, über und unterhalb a eine Verdünnung des Stäbchens bilden.

Zu diesen Unregelmässigkeiten gehört vorzüglich auch die, dass das eine Ende und zwar das vordere, kopfförmig verdickt ist. Ich möchte vermuthen, die Ursache davon liege in dem Umstande, dass in der Nähe des Kerns die Schichten wegen ihrer mehr oder weniger kugeligen Gestalt nicht bloss am vordern Ende, sondern auch seitlich mit der Oberfläche parallel laufen, sobald die Auflösung bis auf einen gewissen Punkt vorgedrungen ist.

Die Stärkekörner im Wurzelstock von *Canna* sind mehr oder weniger oval (Taf. XVII, Fig. 1—8) und die breiteren Formen bis auf die Hälfte der Breite und darüber zusammengedrückt. In den älteren Theilen findet man neben den unversehrten Körnern oft einzelne oder mehrere in allen Stadien der Auflösung. Wie bei den Kartoffelstärkekörnern wird auch hier von der Oberfläche aus eine Lage von Substanz um die andere weggenommen. Die Körner werden daher fortwährend in wachsendem Verhältniss dünner und schmaler. Zuletzt, vor dem völligen Verschwinden, sind sie von unmessbarer Düntheit. Der Grund ist einfach; es sei ein Korn 90 Mik. lang, 70 Mik. breit und 41 Mik. dick, so muss, wenn in jeder Richtung gleich viel verloren geht, einmal eine Scheibe entstehen, die z. B. 55 Mik. lang, 35 Mik. breit und 6 Mik. dick ist, — später eine solche, die 50 lang, 30 breit und nur 1 Mik. dick ist.

Wenn es aber schon bei den Kartoffelstärkekörnern schwer wird, die Veränderung der Gestalt mit Rücksicht auf die Durchmesser zu verfolgen, so wird es bei *Canna* fast ganz unmöglich, weil hier die unveränderten Körner selbst sehr ungleich sind und alle Uebergänge von der stielrunden bis zur flachgedrückten Form zeigen. Die in Auflösung begriffenen müssen noch grössere Verschiedenheiten in den Dimensionsverhältnissen darbieten, da die Durchmesser mit der fortschreitenden Resorption immer mehr von einander abweichen. Es lässt sich daher nur im Allgemeinen mit Sicherheit schliessen, dass die durch die Resorption entstandenen flachen Scheiben von den zusammengeprägten, die spärlichen Nadeln dagegen von den ebenfalls selten vorkommenden stielrunden Körnern abstammen.

In Fig. 14 auf Taf. XVII ist ein schon sehr stark zusammengeschmolzenes Korn von *Canna lanuginosa* in der breiten (A) und schmalen (B) Längsansicht gezeichnet; seine Länge beträgt 51 Mik., seine grösste Breite 22 Mik.,

seine Dicke 6,8 Mik. Fig. 13 stellt ein noch weiter aufgelöstes Korn dar; die Länge beträgt 40 Mik., die grösste Breite 21,5 Mik.; es ist mit Ausnahme des vordern Endes (a) unmessbar dünn. — Ein anderes in Resorption begriffenes Korn von *Canna lanuginosa* war dagegen 24 Mik. lang, 15 Mik. breit und 9 Mik. dick. Dasselbe musste im unversehrten Zustande 3 fast gleiche Dimensionen haben.

Wie bei der Kartoffelstärke tritt auch hier die Modification ein, dass die Auflösung in der Richtung der Achse (an den beiden Polen) langsamer fortschreitet als an der ganzen übrigen Oberfläche. Diess geht daraus hervor, dass die Körner sich nicht selten am hintern Ende etwas verschmälern und ferner, dass sie, nachdem sie schon sehr schmal und dünn geworden sind (wie Fig. 14), immer noch ihr Schichtencentrum besitzen, welches doch im unversehrten Zustande so sehr der Peripherie genähert ist. Man vergleiche Fig. 14 mit Fig. 1. Man kann also wohl auch für die Stärkekörner von *Canna* sagen, dass die Schichten leichter auf dem Durchschnitt, als von der Fläche angegriffen werden. Bei diesen Körnern weichen aber, wenn eine erste Substanzlage weggenommen ist, die Schichten an der ganzen Oberfläche, mit Ausnahme der beiden Pole, noch viel mehr von der tangentialen Lage ab, als es bei der Kartoffelstärke der Fall ist.

Ob mit Ausnahme der beiden Pole die Auflösung überall gleich intensiv sei, ob namentlich Breite und Dicke sich gleich verhalten oder nicht, kann aus den vorliegenden Thatsachen nicht ausgemittelt werden. Wenn man zwar papierdünne Scheiben neben den dicken Körnern vor sich hat, ist man sehr geneigt, anzunehmen, dass die Resorption in der Richtung der Dicke diejenige in der Breitendimension übertreffe. Allein, wie ich vorhin zeigte, folgt diese Formveränderung schon aus einer überall gleichmächtigen Auflösung.

Es giebt aber einige Erscheinungen, welche zeigen, dass ausser der Schichtung noch ein anderer Factor auf den Gang der Resorption einwirkt, nämlich die Weichheit und Festigkeit der Substanz, wie diess auch schon für die Kartoffelstärkekörner wahrscheinlich wurde. Ich möchte vorzüglich auf drei Punkte Gewicht legen. Erstlich bemerkt man fast an allen in Auflösung begriffenen Körnern unebene, gekerbte Ränder (Taf. XVII, 13, 14), und die genaue Untersuchung zeigt deutlich, dass die vorspringenden Stellen den dichten, die vertieften dagegen den weichen Schichten entsprechen. Diess ist sehr leicht für die Flächenansicht auszumitteln. Gute Ansichten von Körnern, welche auf der Kante stehen, zeigen, dass es sich an den beiden Flächen ebenso verhält, und dass daselbst die dichten Schichten als Rippen vorstehen, zwischen denen die weichen Schichten Furchen bilden. Ebenso können Complexe von dichten oder von weichen Schichten am Rande breitere Erhabenheiten und Vertiefungen, auf den Flächen breitere Rippen und Furchen erzeugen.

Eine zweite hieher gehörige Thatsache ist die, dass die Partie, welche dem Schichtencentrum entspricht, der Auflösung länger widersteht. Etwas Aehnliches beobachtet man, wie ich vorhin anführte, zuweilen bei den Kartoffelstärkekörnern, indem die Nadeln an einem Ende in ein Köpfchen ausgehen oder selbst eine keulenförmige Gestalt zeigen; dort rührt es indess wahrscheinlich davon her, dass die Schichten in der Gegend des Kerns von der Fläche her angegriffen werden müssen. Bei *Canna* ist der Verlauf der Schichten ein anderer. Dieselben berühren auch an dem Kernende die Oberfläche rechtwinklig, wie an dem ganzen übrigen Korn. Dennoch wird dort die Substanz langsamer aufgelöst und man beobachtet oft unmessbar dünne Scheiben, deren eines Ende breiter und namentlich dicker ist (Fig. 13, a). Es rührt diess davon her, weil die Körner an ihrem vordern Ende aus einer viel festern und dichtern Substanz bestehen; — und es stimmen somit die Erscheinungen, welche die Auflösung von aussen zeigt, auf's schönste mit denjenigen überein, die man beim Aufquellen durch Alkalien, Säuren und durch Hitze beobachtet (vgl. Pag. 70).

Eine dritte Erscheinung, die nicht selten sich darbietet, ist die, dass das sich auflösende Stärkekorn geigenförmig, d. h. in der Mitte schmaler wird, obgleich es ursprünglich daselbst immer gewölbt ist. Es muss also die Auflösung in der Mitte der Länge rascher erfolgt sein, als näher den beiden Enden. Nun befindet sich aber in den Stärkekörnern von *Canna* in der Regel gerade daselbst die weichste Substanz, was schon aus der direkten microscopischen Beobachtung hervorgeht und durch die Quellungserscheinungen, sowie auch durch die Auflösung von innen bei Anwendung von Hitze bestätigt wird (Pag. 103).

Es geht also aus den genannten drei Erscheinungen übereinstimmend hervor, dass die weiche Substanz schneller aufgelöst wird, als die dichte, — und zwar gilt diess für die einzelne Schicht, für kleinere Complexe von Schichten und für ganze Regionen.

Aehnliche in Auflösung begriffene Stärkekörner, wie sie eben für die Kartoffeln und die Wurzelstöcke von *Canna* beschrieben wurden, findet man zuweilen in unterirdischen Pflanzentheilen, wo die Reservenernährung aufgelöst wird, bald vereinzelt, bald in grösserer Menge. Sie wurden z. B. in den Knollen und Wurzelstockschuppen von *Gessneraceen*, *Oxalis*, *Dentaria*, *Tamus*, *Orchis* etc. beobachtet. Ovale stielrunde Körner werden in Nadeln, die zuweilen stellenweise stark verdickt sein können, zusammengedrückte Körner werden in Tafeln, die oft ebenfalls an einzelnen Stellen ungleich breit und dick sind, verwandelt.

Der Speichel wirkt bei gewöhnlicher Temperatur nicht auf die Stärkekörner ein. Bei einer Wärme von 45 bis 55 Grad Cent. aber, welche noch keine Quellungserscheinungen hervorbringt, tritt langsame Auflösung ein; sie hat bei der frischen Kartoffelstärke grosse Aehnlichkeit mit derjenigen, die man beim Keimen beobachtet. Die Körner werden nämlich von aussen her angegriffen und schwinden nach und nach zusammen. Es bleiben aber zarte Hüllen zurück, welche den dichtesten Schichten entsprechen.

Was nun zuerst diese relativ unlöslichen Hüllen betrifft, so sieht man sie gleich im ersten Stadium als eine das Korn noch ziemlich enge umschliessende Blase. Mit dem Kleinerwerden des Kornes wird die Blase weiter, und es treten innerhalb derselben neue Blasen auf, welche den Verlauf der ursprünglichen Schichtung zeigen. Man hat nun ein System von wiederholt in einander geschachtelten zarten Hüllen vor sich, in deren Mitte ein noch ungelöster grösserer oder kleinerer Körper schwebt. Ist derselbe ganz verschwunden, so hat das Korn oft seine ursprüngliche Form und seine Structur behalten; aber statt aus solider Substanz besteht es aus zarten, durch Flüssigkeit von einander getrennten Blasen.

Die der Resorption widerstehenden Blasen zeigen, wie bereits bemerkt, den gleichen Verlauf wie die Schichten an den unveränderten Körnern. Dass sie den dichtesten Schichten entsprechen, sieht man einerseits daraus, dass die oberflächlichste Substanzlage des Kornes selbst als äussere Blase zurückbleibt, sowie anderseits aus dem Umstande, dass bei weiter fortgeschrittener Auflösung innere Blasen manchmal deutlich sich in die dichten Schichten des festen Stärkekörpers fortsetzen. Aus solchen halb oder ganz aufgelösten Körnern lässt sich oft mit Sicherheit der Verlauf einzelner Schichten ausmitteln, und es wird durch sie namentlich die oben ausgesprochene Vermuthung, dass die scheinbar unvollständigen äusseren Schichten mit einer Spaltung der äussersten in Beziehung stehen (vgl. Pag. 20), zur Gewissheit.

Ich sagte, dass die ungelösten Blasen den dichtesten Schichten entsprechen. Denn sie sind nicht etwa überhaupt die zurückbleibenden dichten Schichten; dafür ist ihre Mächtigkeit und ihre Zahl viel zu gering. Von den letztern verschwindet weitaus der grösste Theil. Die microscopische Untersuchung der frischen Körner zeigt zuweilen einzelne Schichten, welche dichter und weisser aussehen als die übrigen; und es ist wahrscheinlich, dass sie es sind, welche der Resorption widerstehen.

Die zurückbleibenden Hüllen sind meist von äusserster Zartheit; manchmal erkennt man sie jedoch sehr deutlich. Zuweilen sind sie stellenweise unsichtbar; dieses theilweise Verschwinden der Hüllen scheint häufiger in der Nähe des vordern Endes vorzukommen. Bei andern Körnern verschwinden sie am ganzen Umfange, so dass auch in spätern Stadien der Auflösung nur eine kaum wahrnehmbare enge Blase den noch ungelösten Substanzkörper umgiebt, oder dass alle Umhüllung gänzlich mangelt. Die Hüllen sind also nicht unlöslich, sondern sie werden nur langsamer gelöst als die übrige Substanz. Die Folge davon ist, dass man immer nur äusserst wenige leere Hüllen in der Flüssigkeit findet; denn es scheint, dass dieselben, bald nachdem das eingeschlossene Korn verschwunden ist, mit demselben das gleiche Schicksal theilen.

Die feste Substanz innerhalb der Hüllen schwindet von aussen nach innen und wird allmählig kleiner, wie in den keimenden Kartoffeln. Darin besteht aber ein Unterschied, dass die Körner nicht so schmal werden. Lineale und nadelförmige Stäbchen sah ich keine. Die Länge betrug in den spätern Stadien der Auflösung meist nur das Doppelte, selten das Dreifache der Breite; und manche Körner waren vor der vollständigen Resorption sogar eben so breit als lang. Ich will dafür einige Messungen anführen (Werthe in Mik. Mill.).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Länge der Hülle	29	26	24	29	19	26	24	23	32	20
Breite der Hülle	23	16	16	20	17	18	15	15	18	15
Länge des in Auflösung begriffenen Korns	20	17	6	19	7	13	16	14	22	14
Breite des in Auflösung begriffenen Korns	11	10	4,5	11	7	9	10	10	9	11
Verlust in der Länge	9	9	18	10	12	13	8	9	10	6
Verlust in der Breite	12	6	11,5	9	10	9	5	5	9	4

Es ist nun zwar die Frage, in wie weit die Hüllen der Gestalt und Grösse des ursprünglichen Korns entsprechen. Einerseits scheint es fast, als ob sie beständig etwas kleiner seien; manchmal sind sie sicher stark zusammengefallen. Andererseits können sie ungleich einsinken, und dabei die anfänglichen Dimensionen gestört werden. In den angeführten Beispielen waren die Hüllen ziemlich wohl erhalten, und es scheint mir jedenfalls daraus hervorzugehen, dass die Resorption nicht überall gleich mächtig ist, und dass im Allgemeinen mehr Substanz in der Länge weggenommen wird, als in der Breite.

Das Korn bleibt beim Kleinerwerden selten überall glatt und gerundet; meist erhält es Vorsprünge und Vertiefungen, wobei oft sehr deutlich jene den dichten, diese den weichen Schichten entsprechen. An birnenförmigen oder elliptischen Auflösungsformen zeigt die Verschmälerung nach den Enden sehr häufig treppenartige Stufen. — Eine Folge des Umstandes, dass die weichen Schichten rascher angegriffen werden als die dichten, ist auch die, dass in Auflösung begriffene schmale Körner zuweilen in 2, 3 und 4 Stücke zerfallen, welche der Länge nach hinter einander liegen. Dieselben bestehen aus dichter Substanz; die weichen Schichten, welche sie ursprünglich verbanden, sind verschwunden. Die Stücke trennen sich aber nicht von einander, sondern werden durch die umgebenden Hüllen in ihrer Lage gehalten.

Seltener werden die frischen Kartoffelstärkekörner gleich von Anfang an nur an einzelnen Stellen angegriffen. Die letztern erscheinen, von der Fläche angesehen, als rundliche rötliche Flecken, am Rande als Gruben, die erst flach, nachher halbkugelig, dann fast kugelig sind. Die kleinsten messen nicht über 1 Mik., die grössten bis 15 Mik. im Querdurchmesser. — Namentlich scheint das vordere Ende leicht angegriffen zu werden; es bildet sich daselbst zuweilen eine tiefe Grube, welche die Stelle des Kerns einnimmt.

Wenn trockene Kartoffelstärkekörner bei einer Temperatur von 45 bis 60 Grad Cent. der Einwirkung des Speichel-ferments ausgesetzt werden, so treten zuweilen die nämlichen Erscheinungen ein, wie bei den frischen Körnern; indem die Auflösung an der ganzen Oberfläche thätig ist. Das Korn wird allmählig kleiner; die Oberfläche ist glatt oder uneben, selten zackig; die umhüllenden Blasen sind meist mehr oder weniger undeutlich.

Meistens jedoch weichen die Erscheinungen schon nach dem ersten Stadium ab. Nachdem nämlich an der ganzen Oberfläche eine dünne Lage aufgelöst worden ist, und das Korn sich mit einer ziemlich enge anliegenden Blase umhüllt hat, so ist die Auflösung in der Gegend des Kerns viel lebhafter. Die Substanz wird dort in der ganzen Breite resorbiert, und das Korn dadurch in zwei Hälften getrennt, von denen die eine dem kurzen, die andere dem langen Radius entspricht. Diese beiden Stücke sind sehr ungleich. Das am vordern Ende befindliche ist klein, und hat schon früh nahezu eine kugelige, seltener eine (querliegende) linsenförmige Gestalt. Das Stück des hintern Endes ist concav-convex; die hohle Fläche schaut gegen das Schichtencentrum. Obgleich die beiden Stücke an Grösse so ungleich sind, dass in linearer Ausdehnung das eine $1\frac{1}{2}$ —10 mal so gross ist als das andere, so werden sie doch ziemlich gleichzeitig aufgelöst. Häufig verschwindet zwar das Stück der vordern Hälfte zuerst, manchmal schon sehr frühe; zuweilen aber ist es noch als ein winziges Pünktchen vorhanden, wenn die ganze übrige Substanz des Stärkekorns aufgelöst ist.

Ich erkläre mir diesen Vorgang folgender Maassen. Durch das Austrocknen bildeten sich zarte, von dem Schichtencentrum ausstrahlende Risse. Man sieht zwar bei der Kartoffelstärke keine Spur davon; allein es unterliegt keinem Zweifel, dass sie wohl vorhanden, aber wegen ihrer Zartheit unsichtbar sind. Denn einerseits müssen die radialen Risse, wie wir früher gesehen haben, als eine allgemeine Erscheinung beim Austrocknen bezeichnet werden; — und andererseits kommen diese Risse beim Aufquellen der Kartoffelstärkekörner wirklich sehr deutlich vor; und Quellungs-

erscheinungen bewirken, wie ebenfalls nachgewiesen wurde, bei jeder Stärkeart analoge Zerklüftungen, wie das Eintrocknen. Dass aber Trennungen der Substanz in Körnern vorkommen können, welche vollkommen homogen erscheinen, beweisen die Auflösungserscheinungen bei einer andern Stärkesorte, die ich gleich nachher beschreiben werde. — Diese Risse reichen aber nicht bis zur Oberfläche. Daher bietet sich das vorher ausgetrocknete Stärkekorn der Einwirkung des Lösungsmittels anfänglich ganz in gleicher Weise dar, wie das frische. Das erste Stadium der Resorption ist das nämliche; es wird an der ganzen Oberfläche eine fast gleiche Substanzlage weggenommen.

Sobald aber die Auflösung so weit fortgeschritten ist, dass die Risse zu Tage treten, so dringt die resorbierende Flüssigkeit ein, und wirkt nun an der ganzen innern Oberfläche der Risse. Es muss daher die Substanz von dem Schichtencentrum bis zur Mitte des Kornes viel rascher aufgelöst werden, nicht bloss weil sie die grösste Weichheit besitzt, sondern auch weil sie in Folge ihrer Weichheit beim Austrocknen am stärksten zerrissen wurde, und daher dem in die Spalten eingedrungenen Lösungsmittel die grösste Fläche darbietet.

Auf diese Weise scheint sich mir die merkwürdige Thatsache, dass trockene Kartoffelstärkekörner durch Resorption einer Querlage von Substanz in zwei Stücke zerfallen und in ihrer Auflösung von den frischen Körnern gänzlich abweichen, auf naturgemässe Art zu erklären. Die grössere, dem hintern Ende entsprechende Hälfte hat die mit dieser Erklärung vollkommen übereinstimmende concav-convexe Form. Die Bedeutung und das Verhalten des Stückes am vordern Ende dagegen bietet Schwierigkeiten dar. Wenn es, wie häufig der Fall ist, eine kugelige Gestalt hat, so ist man geneigt, darin den Kern zu erkennen. Dem scheint aber die dichte Substanz, aus der es besteht, zu widersprechen, so wie auch in andern Fällen die abweichende Form diese Deutung nicht wohl erlaubt.

Wenn excentrisch geschichtete Stärkekörner aufquellen, so bildet sich eine vom Schichtencentrum nach dem hintern Ende gehende trichterförmige Spalte, welche einen Substanzkegel umschliesst (Taf. XI, Fig. 4 A und B zeigt eine Andeutung davon bei einem kleinen Korn). Das Ende dieses Kegels kann auch kopfförmig verdickt sein, und unter Umständen selbst als eine losgetrennte Kugel erscheinen (Taf. XXV, Fig. 15, a, d). Ich habe diese Erscheinung oben (Pag. 86) näher beschrieben. Mit einer solchen Kugel hat nun das Stück am vordern Ende der in Auflösung begriffenen Kartoffelstärkekörner die grösste Aehnlichkeit, wobei noch zu bemerken ist, dass während kurzer Zeit die Temperatur auf nahezu 60 Grad Cent. gestiegen war, und daher die Körner einige, wenn allerdings kaum wahrnehmbare Wirkung einer Quellungsursache erfahren hatten. — Bei manchen Körnern entstehen beim Austrocknen oder beim Aufquellen statt nur einer, 2 trichterförmige Spalten, welche sich mit dem Scheitel im Schichtencentrum berühren. Wenn die vorhin ausgesprochene Vermuthung richtig ist, so könnte das rundliche Stück in der Nähe des vordern Endes auch dem Substanzkegel des kleinern Trichters entsprechen, welcher nach diesem Ende gerichtet ist.

Ist es schon schwer, die morphologische Bedeutung des noch ungelösten Körpers in der Nähe des Schichtencentrums festzustellen, so wird es mir unmöglich, die Ursachen nachzuweisen, warum derselbe so langsam resorbirt wird. Vielleicht dass es mit dem Verlauf der Schichten zusammenhängt. Ich verweise nur auf die oben erwähnte Thatsache, dass beim Keimen ebenfalls eine Partie in der Nähe des Kerns oder überhaupt des vordern Endes länger widersteht.

Die Zwillingkörner, welche unter der Kartoffelstärke zerstreut vorkommen, verhalten sich analog wie die einfachen, zeigen aber eine charakteristische Eigenthümlichkeit. Bei ihnen wird zuerst ebenfalls eine dünne Substanzlage am ganzen Umfange weggenommen, an deren Stelle eine zarte Hülle sichtbar wird. Dann trennt sich durch Resorption einer Querzone jedes Theilkorn in eine äussere kleine und in eine innere viel grössere Partie. Die letztere (welche an das andere Theilkorn anstösst, und daselbst flach ist) hat nach dem vordern (äussern) Ende hin, einen halbkugeligen Ausschnitt. Sie verwandelt sich durch die fortdauernde Auflösung in eine plan-concave Scheibe, und indem dieselbe in der Mitte durchbrochen wird, in einen Ring. — Das kleine Stück in der Nähe des vordern Endes erscheint auch bei den Theilkörnern meist rundlich, und wird langsam aufgelöst. Es verschwindet ziemlich gleichzeitig mit der in einen Ring verwandelten hintern Masse, zuweilen vor, seltener auch erst nach derselben. — Häufig trennen sich die beiden Theilkörner während der Auflösung von einander. Thun sie es nicht, so besteht das ganze Zwillingkorn zuletzt aus einer ovalen Blase mit einem Stärkegürtel am Aequator, der aus zwei Ringen besteht, und mit je einem weisslichen Körperchen in der Nähe der Pole. In andern Blasen mangelt der Gürtel oder die Körperchen.

Einzelne Körner werden auch hier punktförmig auf der Oberfläche angegriffen. Es bilden sich Gruben, die von

aussen meist kreisrund erscheinen, und einen Querdurchmesser von 1 bis 10 Mik. besitzen. Sie liegen unregelmässig zerstreut, bald weit auseinander, bald dicht beisammen.

Aeusserst mannigfaltig und interessant sind die Erscheinungen, welche die Auflösung durch Speichel an einer trocknen Sorte von Stärke hervorbringt, die ich als Kartoffelstärke erhielt, und von der ich namentlich schon auf Pag. 95 und 102 gesprochen habe. Nur selten werden die Körner an der ganzen Oberfläche resorbiert, so dass sie fortwährend an Grösse abnehmen. Dabei bleibt eine ziemlich feste Hülle zurück, welche meist genau die ursprüngliche Form und Grösse angiebt. Die Resorption ist am hintern Ende viel lebhafter als am vordern, so dass z. B. an einem 31 Mik. langen Korn in einem gewissen Stadium der lange Durchmesser schon 9, der kurze erst 1,8 Mik. verloren hat. Es kann selbst die Auflösung ausschliesslich am hintern Ende beginnen, und daselbst eine Substanzlage von 8 und 10 Mik. wegnehmen, ehe das vordere Ende im geringsten angegriffen wird.

Weitaus häufiger aber werden die Körner im Innern ausgehöhlt, und diess geschieht auf so vielförmige Weise, dass man auf den ersten Blick einen ganz unregelmässigen Process vor sich zu haben glaubt. Bei genauerm Studium lassen sich aber doch einige Regeln herausbringen. Die deutliche Hülle, welche überall, wo eine Auflösung von aussen statt gefunden hat, vorhanden ist, giebt dabei einen sichern Anhaltspunkt. Ehe eine Höhlung sich im Innern bildet, wird gewöhnlich zuerst eine Lage von Substanz weggenommen, entweder an der ganzen Oberfläche, oder zuweilen auch nur an einer Seite. Dann entsteht ein Hohlraum, indem der Kern und die umgebenden Schichten aufgelöst werden. Er ist an dem vordern Ende des Kornes nur von einer dünnen Wandung bedeckt, welche meistens bald an einer Stelle durchbrochen und dann nach und nach ganz resorbiert wird. In diesem Stadium sieht man am Kernende eine mehr oder weniger kugelige, nach aussen offene Grube.

Ferner bildet sich in sehr vielen Körnern ein Kanal, welcher von der Höhlung im Schichtencentrum nach dem hintern Ende führt. Derselbe entsteht bald in der ganzen Länge ziemlich gleichzeitig; bald beginnt er am einen Ende und rückt nach dem andern hin fort, entweder von der Höhlung aus nach dem hintern Ende oder umgekehrt. Er ist stellenweise durch seitliche Mündungen oder der ganzen Länge nach durch eine Rinne geöffnet; im letztern Falle bemerkt man anfänglich eine einseitige Spalte. Nachher erweitert sich dieselbe im Innern zu einem Kanal, welcher im Querschnitt ziemlich die Form des ganzen Kornes hat, und daher bald kreisrund, bald oval erscheint. — In der Längsansicht ist dieser Kanal zuerst meistens lineal; später erweitert er sich in der Regel nach dem hintern Ende trichterförmig, oder er schwillt dort zu einer zweiten Höhlung an, die sich weit öffnet.

Alle diese vielförmigen und scheinbar unregelmässigen Erscheinungen der Auflösung lassen sich auf die genannten drei Prozesse zurückführen: Resorption an der Oberfläche (überall oder nur an einer Seite), Bildung einer Höhlung im Schichtencentrum und eines rinnenförmigen Kanals, der durch die Achse verläuft. Diese drei Prozesse sind auf verschiedene Weise combinirt, oder es mangeln 1 und 2 derselben. Ich habe schon gesagt, dass bei einzelnen Körnern die Auflösung von aussen allein thätig ist, und dass sie bei den andern meist das erste Stadium bildet. Sie kann aber auch mangeln, und dann fängt die Resorption sogleich mit Höhlen- oder Kanalbildung an. Ist dies der Fall, so beginnt in einem spätern Stadium die Auflösung von aussen wahrscheinlich nie mehr, oder spielt wenigstens nur eine untergeordnete Rolle; die Substanz wird dann fast ausschliesslich von innen her aufgelöst. — Die Höhlung am vordern und der Kanal nach dem hintern Ende können gleichzeitig entstehen: in der Regel ist es jene, selten dieser, welcher zuerst erscheint. Zuweilen erweitert sich die Höhlung rasch, so dass es gar nicht zur Bildung eines eigentlichen Kanals kommt; nur in einzelnen Ausnahmefällen dagegen erweitert sich der Kanal schon frühe so sehr, dass man von einer besondern Höhlung am vordern Ende nichts bemerkt.

Von dem Umstande, ob der eine oder der andere dieser Auflösungsprozesse vorzugsweise oder ausschliesslich thätig ist, hängt es ab, an welcher Stelle des Kornes die letzte Substanz aufgelöst wird. Meistens sind es seitliche Parteen zwischen dem Schichteucentrum und dem hintern Ende, näher dem letztern, welche zuletzt verschwinden. Diese Stärkekörner haben insofern Aehnlichkeit mit den Theilkörnern der ächten Kartoffelstärke, wo, wie ich gezeigt habe, ein Ring am hintern Ende bei der Resorption den Schluss bildet. Darin weicht aber diese Sorte von der trocknen Kartoffelstärke durchaus ab, dass das Körperchen am vordern Ende (vd. Pag. 114) immer mangelt.

Diess sind mit Rücksicht auf die Regionen des Stärkekorns im Allgemeinen die Wege, welche die Auflösung einschlägt. Dabei können alle zu einer Region gehörigen Stellen sich gleich oder ungleich verhalten, woraus noch eine Unendlichkeit von Modificationen im Einzelnen hervorgeht. Entweder kann nämlich die Resorption auf allen einzelnen Stellen eine verhältnissmässige Menge von Substanz wegnehmen; dann bleibt die Fläche glatt. Oder die einen Stellen werden mehr angegriffen als die andern; dann bilden sich Vertiefungen und Erhabenheiten. Dieser Gegensatz macht sich bei jeder Form der Auflösung geltend.

Wenn das Korn an der ganzen Oberfläche resorbirt wird, so bleibt es zuerst noch glatt; häufig aber widerstehen einzelne Punkte weniger, und es bilden sich Gruben; und noch häufiger werden die Seitenränder des in Auflösung begriffenen Korns gegen das hintere Ende gekerbt. Die Kerbzähne und die Einschnitte zwischen denselben entsprechen den dichten und den weichen Schichten, und sind die Profilansichten von ringförmigen Rippen und Furchen. In einzelnen Fällen ragen die Rippen stellenweise oder ringsherum weit vor, was ohne Zweifel davon herrührt, dass die zwischenliegenden, durch Wassergehalt und Mächtigkeit sich auszeichnenden Schichten schnell verschwinden. Es kommt selbst vor, dass solche Schichten in ihrer ganzen Breite aufgelöst werden, und dass dadurch das Korn in zwei oder mehr Stücke zerfällt. Wenn mehrere auf einander folgende weiche Schichten verschwinden, so erscheinen die dichten als hinter einander liegende, aber durch leere Zwischenräume getrennte uhrglasförmige Schalen.

Die Höhlung im Schichtencentrum erscheint bald ganz glatt, bald zackig. Der rinnenförmige Kanal aber ist selten glatt; meist besteht er schon von Anfang an aus einer Reihe von getrennten, oberflächlichen Vertiefungen, welche bald in eine Furche zusammenschmelzen, die sich spaltenförmig vertieft. Später, wenn die Spalte sich zu einem Kanal umgebildet hat, sind die beiden Ränder seines Längenprofils fast ohne Ausnahme uneben mit buckelartigen und zahnförmigen Erhabenheiten. Nicht selten bemerkt man, dass diese Vorsprünge ringsherum verlaufen und Rippen bilden, welche ohne Zweifel den dichten Schichten entsprechen. Die ungleiche Auflösung in der Höhlung und im Kanal bewirkt dann oft in spätern Stadien Durchbrechungen der Substanz nach aussen, von der verschiedensten Form und an den verschiedensten Stellen.

Wenn die Körner aufgelöst werden, so bleibt, wie ich schon gesagt habe, von jedem eine Hülle zurück, welche meist die ursprüngliche Gestalt und Grösse besitzt. Innerhalb der äussern Hülle sind zuweilen wiederholt andere eingeschachtelt, wie wir das bei den ächten Kartoffelstärkekörnern kennen gelernt haben. Aber während dort diese Blasen äusserst zart waren, so haben sie hier viel mehr Leib, und sie zeigen nicht bloss die Anordnung, sondern auch ziemlich die Mächtigkeit der dichten Schichten. Ein Korn, das seine Stärke durch Auflösung verloren hat, erscheint oft ganz auf gleiche Weise geschichtet, wie es im ursprünglichen Zustande war; nur ist die Substanz jetzt viel feiner vertheilt. Ob die spaltenförmigen Zwischenräume, die den weichen Schichten entsprechen, mit Flüssigkeit oder mit einer noch weitaus zarteren Masse ausgefüllt seien, konnte ich nicht sicher ausmitteln. Das Letztere ist mir indess wahrscheinlicher. Wässrige Jodlösung färbt diese Hüllen meist gar nicht; Jodzinkjodlösung bringt bei schwächerer Einwirkung eine blass weinrothe, bei stärkerer Einwirkung eine braunrothe Färbung hervor, und macht die Structur viel deutlicher.

Die meisten Körner jedoch sind, nachdem die Stärke resorbirt wurde, ungeschichtet, oder zeigen bloss am hintern Ende einige wenige Schichten. Sie stammen ohne Zweifel von solchen Formen ab, die auch schon im unveränderten Zustande keine Schichtung wahrnehmen liessen. Auf den ersten Blick mag diese homogene Hülle als eine mit Flüssigkeit gefüllte Blase erscheinen; es ist aber ein solides Korn, wie das ursprüngliche Stärkekorn selber, nur aus einer viel feinern Substanz bestehend. Dieselbe bricht das Licht viel weniger stark als Stärke, so dass sie gar keinen Rand Schatten giebt; aber ihr Lichtbrechungsvermögen ist doch hinreichend von dem des Wassers verschieden, dass man deutlich ihre Begrenzung und im Innern die zarten Risse sieht. Diese Risse sind es vorzüglich, welche beweisen, dass das Korn durch und durch aus Masse besteht. Beim Drehen der Körner bleiben sie nämlich fortwährend im Innern; es sind also nicht etwa Zeichnungen auf einer Blasenwand, für die man sie bei oberflächlicher Betrachtung wohl halten könnte. Ich habe die Risse in manchem Korn, sowohl wenn dasselbe um die Längsachse rollte, als wenn es aufrecht stand, beobachtet. Sie sind oft sehr zahlreich, und haben ganz die Anordnung, wie diejenigen, die sich durch Austrocknen bilden. Sie strahlen vom Schichtencentrum aus; einige wenige gehen nach dem vordern, die meisten sind nach dem hintern Ende gerichtet. An den unveränderten Körnern sieht man bloss das Schichtencentrum als einen kleinen

Hohlraum, von den Rissen ist aber meist noch nichts wahrzunehmen. Dieselben werden erst sichtbar, wenn die Stärke ausgezogen ist, und man sieht sie oft sehr deutlich, sobald eine Stelle die letztere verloren hat, so namentlich in der Höhlung beim vordern Ende.

Es ist nun möglich, sich eine Vorstellung davon zu machen, wie das Lösungsmittel auf diese Stärke einwirkt. Diejenigen Körner, welche von aussen nach innen resorbirt werden, sind wahrscheinlich solche, die keine oder nur kurze Risse im Innern besitzen. An Andern wird zuerst an der ganzen Oberfläche oder nur an einer Seite derselben eine Substanzlage weggenommen, weil die Risse nicht bis zum Umfange gehen. Sobald aber die letzteren erreicht sind, so dringt die lösende Flüssigkeit ein, und es werden nun diejenigen Partien am schnellsten aufgelöst, welche am meisten zerklüftet sind, und die zugleich aus der weichsten Substanz bestehen. Diess ist einmal die von strahlenförmigen Rissen durchbrochene Gegend um das Schichtencentrum herum; daher verwandelt sie sich zu einer nahezu kugeligen Höhlung. Ferner zeigen sich zahlreiche Risse um den langen Radius herum; dieselben haben in Körnern mit kreisrundem Querschnitt meist mehr oder weniger eine trichterförmige Anordnung; daher entsteht hier ein Kanal, der nach dem hintern Ende sich trichterförmig erweitert.

Schwieriger ist die Rinne zu erklären, die sich so constant an der einen Seite des Kornes, selten an zwei gegenüberstehenden Seiten bildet. Die Körner sind nach dem hintern Ende sehr häufig verbreitert und daselbst kantenförmig verdünnt; meist haben sie zudem eine schiefe Form, und die Kante mit einigen derselben parallel laufenden Schichten zieht sich auf der einen Seite mehr oder weniger weit gegen den Kern herab. Diese Kante ist es nun immer, welche zuerst angegriffen wird, entweder auf einer ununterbrochenen Linie oder auf einer Reihe von isolirten Punkten, die später verschmelzen; von ihr aus bildet sich die spaltenförmige Rinne, die zum Kanal wird. Ist die Kante auf das hintere Ende beschränkt, so wird nur jene Partie angegriffen; und an Körnern mit kreisrundem Querschnitt scheint die Spaltenbildung in der Regel zu mangeln. Da die letztere von der Form des Kornes abhängt, so vermute ich, dass auch hier Rissebildung in der Substanz mit im Spiel sei. An zusammengedrückten Körnern entsteht nämlich, wie wir oben (Pag. 46) gesehen haben, fast immer eine mit der grössten Ebene zusammenfallende Spalte. Ist diese, was sehr wahrscheinlich, auch hier, wenigstens auf der Seite der Kante, vorhanden (abgesehen von den übrigen Rissen, die eine mehr oder weniger trichterförmige Anordnung haben), und reicht sie bis nahe oder vielleicht unmittelbar bis zur Oberfläche, so ist die Entstehung einer Rinne, entweder sogleich von Anfang an, oder nachdem eine Lage von Substanz aufgelöst wurde, leicht erklärlich. — Diese Vermuthung erhielt ihre Bestätigung durch das Verhalten der Weizenstärke. Die Körner der letztern sind linsenförmig; sie besitzen eine Spalte, die mit der grössten Ebene des Kornes zusammentrifft. Die Resorption beginnt an der Kante, also am Umfang der Spalte, und zwar, wie wir sogleich sehen werden, ganz in der vorhin beschriebenen Art.

Ogleich diese Körner so vielfach ausgehöhlt werden, so glaube ich doch, dass die Stärkesubstanz immer nur von der Fläche angegriffen wird, und dass nicht etwa das Lösungsmittel durch die äussern noch ungelösten Schichten ins Innere eindringt. Denn überall, wo eine Höhlung im Schichtencentrum oder ein Kanal in der Achse vorkam, so konnte ich beim Drehen des Kornes, auch in den frühesten Zuständen, in der Regel eine Oeffnung entdecken, welche nach aussen führte. Ich glaube daher auch für diese Stärke als Regel aussprechen zu können, dass das Speichelferment nur an der Oberfläche resorbirt, und dass, wo eine Höhlung im Innern sich bildet, sie jedesmal von aussen gegraben wird. Wenn aber auch das lösliche Ferment nicht durch die unveränderten Schichten des Stärkekornes hindurchgeht, so endosmirt es offenbar mit Leichtigkeit durch dieselben, wenn sie die Stärketheilchen verloren, und sich in jene zarten Blasen umgewandelt haben.

Fast eben so mannigfaltig sind die Auflösungserscheinungen, welche das Speichelferment an der Weizenstärke bewirkt. Die Körner sind im unveränderten Zustande linsenförmig, von der breiten Seite ziemlich kreisrund, von der schmalen oval oder elliptisch-oval; die Substanz erscheint vollkommen homogen. Die Stärke, die ich anwendete, zeigte die grösste Aehnlichkeit mit dem Korn von Secale, welches auf Taf. XXIII in Fig. 20 (a und b von zwei Seiten gesehen) dargestellt ist. Zuerst wurden am grössten Umfange (an der Kante) kleine halbkreisförmige Gruben von 1 bis 3 Mik. Breite sichtbar, welche sich nach innen vergrössern und die neben

einander liegenden zusammenschmelzen. Der innere Umriß der Gruben wird aber, so wie sie sich vertiefen, in der Regel undeutlicher. Wenn sie 4 bis 5 Mik. tief geworden sind, so erkennt man die innere Begrenzung oft kaum mehr.

Kurze Zeit nachdem die Bildung der Gruben am Rande begonnen hat, wird die Schichtung innerhalb desselben deutlich, und zwar fast immer zuerst an denjenigen Stellen, wo sich Gruben befinden. Allmählig breitet sie sich dann über das ganze Korn aus, mit Ausnahme eines mittlern kreisförmigen Raumes auf der Scheibe, welcher weitaus in den meisten Fällen ungeschichtet bleibt. Das Deutlichwerden der Schichtung schreitet in der Regel in zwei Richtungen hin fort; sie beginnt einmal am Rande und geht radial nach innen; sie beginnt ferner an den Stellen, wo der Rand durch eine Aushöhlung verletzt wurde, und setzt sich von da tangential nach rechts und links fort. Die Schichtung erreicht ein Maximum der Deutlichkeit, und wird dann allmählig wieder unsichtbar. Das Verschwinden geschieht meist in der gleichen Reihenfolge wie das Erscheinen. — Zuweilen jedoch werden die Schichten gleichzeitig ringsherum und in der ganzen Tiefe sichtbar; dafür spricht wenigstens der Umstand, dass sie an manchen Körnern überall fast gleich deutlich sind.

Die Schichten laufen untereinander und mit dem Rande parallel. Man beobachtet an jedem Korn 3 oder 4, selten 5 dichte Schichten, und eben so viele trennende Spalten von gleicher Gestalt. Die letztern erscheinen dunkel (wegen der geringen Mächtigkeit) oder röthlich, wenn sie etwas weiter sind. Sie scheinen mit Flüssigkeit gefüllt zu sein. An Körnern, deren Durchmesser 20 bis 25 Mik. beträgt, nehmen die 2×3 oder 2×4 Schichten meist einen Raum von 4 — 5 Mik. ein; der eingeschlossene Kreis ist homogen.

Während die Schichtung erscheint und wieder verschwindet, wird das Korn daselbst heller. Man erkennt sehr deutlich, dass Substanz verloren geht, vorzüglich wenn man das Innere und den Umfang, welche ursprünglich gleiche Dichtigkeit zeigten, mit einander vergleicht. Jenes hat noch seine frühere Consistenz, während die äussere (geschichtete) Partie schon ziemlich durchsichtig geworden ist. Auch der innere Raum wird dann allmählig heller, und das ganze Korn hat sich nun in eine Blase verwandelt mit dickerer oder dünnerer Wandung.

Ueber das Auftreten der Höhlung im Innern, geben vorzüglich die Queransichten Aufschluss. Man beobachtet Körner, an denen erst der Kern verschwunden ist, bis zu solchen, die nur noch aus einer dünnen, 1 oder 2 Mik. dicken Wandung bestehen. Diese Wandung ist unveränderte Stärke; sie färbt sich durch Jod blau. Sie verschwindet indess auch, was theils dadurch geschieht, dass sie dünner, theils dadurch, dass sie durchbrochen wird. Schon an Körnern, deren Schichtung noch ziemlich deutlich ist, bemerkt man in der innern Partie rändliche Stellen von hellem röthlichem Ansehen. Auch auf dem geschichteten Theil befinden sich zuweilen einzelne solcher Stellen. Vorzüglich schön sieht man sie aber, wenn die Schichtung verschwunden und das Korn auf eine Wandung von etwa 2 Mik. Dicke reducirt ist. Sie sind dann über die ganze Fläche unregelmässig zerstreut, und erscheinen von aussen meist kreisrund mit einem Durchmesser von 1 — 2 Mik. Der Rand zeigt ähnliche halbkreisförmige Ausschnitte.

Dass diese Stellen wirkliche Löcher oder Poren in der Stärkewandung sind, erkennt man theils aus der Quersicht, theils aus der Einwirkung von Jod, welches sie weiss lässt, indess die übrige Wandung intensiv blauviolett gefärbt wird. Die Poren dehnen sich in die Breite aus und verschmelzen mit einander zu grössern Oeffnungen. — Vor ihrem gänzlichen Verschwinden ist die Wandung unmessbar-dünn und von grossen, meist unregelmässig gestalteten Löchern durchbrochen. — Die beiden Hälften eines Kornes brechen zuweilen, wenn die Auflösung etwas weiter fortgeschritten ist, in zwei uhrglasförmige Schalenhälften auseinander, an denen die Löcherbildung dann noch viel klarer gesehen wird, als an den ganzen Körnern. An ihnen beobachtet man namentlich auch, dass die Resorption am Rande ebenso thätig ist wie auf der Fläche, indem sich dort, wie bereits bemerkt, halbkreisförmige Ausschnitte bilden, die allmählig grösser werden.

Diess sind die gewöhnlichen Erscheinungen bei der Auflösung der Weizenstärke; sie bestehen im Wesentlichen darin, dass die Körner zuerst stellenweise am Rande angegriffen, dann aber von innen her resorbirt werden, so dass zuletzt erst die Rinde verschwindet. Es kommt indess noch eine zweite Art der Auflösung vor. Dieselbe beginnt auch damit, dass am Rande sich kleine Aushöhlungen bilden; aber während nun die übrigen Processe (Deutlichwerden und Verschwinden der Schichten, Bildung einer innern Höhlung und Durchbrechen der Wandung) eintreten, so vergrössern sich jene Aushöhlungen am Rande zu grossen Ausschnitten, deren innere Begrenzung immerfort gleich deutlich bleibt; die Substanz wird an diesen Stellen ganz resorbirt. Das Korn erhält dadurch eine unregelmässig-eckige Gestalt, und

wenn die Schale in ihre beiden Hälften zerfällt, so gleicht jede einem Uhrglas, dem da und dort grössere oder kleinere Stücke bogenförmig ausgeschnitten sind, und das so auf einer Seite zuweilen ein Drittel und selbst die Hälfte der Fläche verloren hat.

Von einer zurückbleibenden Hülle sehe ich bei keinen Körnern etwas, sie mögen so oder anders resorbirt werden. Auch Zusatz von Jod- oder von Jodzinkjod- Lösung lässt nichts deutlich werden.

Die Erklärung aller dieser verschiedenen Auflösungserscheinungen bei der Weizenstärke scheint mir mit Hülfe der Thatsachen, welche andere Arten lieferten, nicht unmöglich. Die Stärkekörner der Getreidesamen sind linsenförmig, und bekommen nach dem Austrocknen eine in der grössten Ebene der Linse liegende Spalte, welche oft sehr stark ist und von der schmalen Seite deutlich gesehen wird. Oft erscheint sie schwächer (Taf. XXIII, Fig. 21, i und l), und manchmal ist sie gar nicht zu bemerken. Ich glaube aber, dass die Trennung der Substanz im letztern Falle dennoch vorhanden ist und dem Auge nur deshalb verschwindet, weil die beiden Hälften des Kornes sich berühren. Diese Spalte scheint mir bei der Auflösung eine wesentliche Rolle zu spielen.

Wie wir gesehen haben, werden die Körner zuerst am Rande angegriffen, also gerade auf derjenigen Linie der Oberfläche, nach welcher die Spalte gerichtet ist, oder welche sie vielleicht selbst berührt. Ob dabei zuerst eine kontinuierliche Lage von Substanz vom Umfange weggenommen wird, konnte nicht ausgemittelt werden, sowie überhaupt über die Auflösung von aussen, wie sie bei der Kartoffelstärke vorkommt, wegen des Mangels einer zurückbleibenden Hülle sich nichts ermitteln lässt. Indess ist mir wahrscheinlich, dass die Resorption an der Oberfläche entweder ganz mangelt oder jedenfalls sehr unbedeutend ist. Der Grund davon scheint mir einfach darin zu liegen, dass das Stärkekorn von innen resorbirt wird, ehe das Ferment die Oberfläche anzugreifen vermag; denn die Weizenstärke löst sich, wie ich später zeigen werde, schon gänzlich auf, wenn die Kartoffelstärke noch fast unverändert ist.

Am Rande treten also zuerst einzelne kleine Gruben auf; vielleicht sind es gerade diejenigen Stellen, wo die Trennung der Substanz sich bis zur Oberfläche fortsetzt. Jedenfalls wird durch diese Gruben die Medianspalte erreicht, und das Lösungsmittel muss in dieselbe eindringen. Die Substanz ist daselbst viel weicher, und wird daher schnell aufgelöst. Auch hier finden wir wieder die Erscheinung, dass die weichen Schichten schneller verschwinden, als die dichten. Daher wird die Schichtung in der oben angegebenen Weise sichtbar; denn die Spalte schneidet die den Kern umgebenden Schichten rechtwinklig. Wenn man sich den Verlauf der letztern in einem linsenförmigen Korn (vgl. z. B. Taf. XVIII, Fig. 1 und 2, wo ein solches von Chara abgebildet ist) vergegenwärtigt, so wird man begreiflich finden, warum dieselben zuerst allmählig deutlich werden (bei beginnender Einwirkung des Lösungsmittels und Resorption des senkrechten Theils der weichen Schichten), und dann wieder allmählig verschwinden (wenn nun auch der senkrecht stehende Theil der dichten Schichten aufgelöst wird). In dem mittlern Theil des Kornes kann aber keine Schichtung (bei der Ansicht von der Fläche) deutlich werden, weil dieselbe dort horizontal verläuft.

Von der Form der Medianspalte muss die Art, wie sich das eindringende Lösungsmittel vertheilt, und somit auch, wie die Resorption sich über das ganze Korn verbreitet, abhängen. Klafft die Spalte, so wird sie sich gleichzeitig überall mit dem gelösten Ferment füllen, und es wird die Schichtung ringsum ziemlich zu gleicher Zeit deutlich. Liegen aber die beiden Hälften des Kerns dicht aufeinander, so kann die Lösung nur langsam vordringen; die Schichtung erscheint daher zuerst an denjenigen Stellen, wo der Rand verletzt ist, und die Wirkung der Resorption schreitet von da theils nach innen, theils nach rechts und links fort. Die Durchbrechungen der Wand schliessen sich an die analogen Erscheinungen bei den vorhergehenden Stärkearten an. Ich werde später auf diese Thatsache (dass in einer Schicht, die von der Fläche angegriffen wird, einzelne Stellen vor den übrigen aufgelöst werden) zurückkommen.

Wir können also die Veränderungen, welche das Speichelferment an der Weizenstärke hervorbringt, ebenfalls auf Resorptionsprocesse, die an der Fläche thätig sind, zurückführen. Ein Eindringen ins Innere der Substanz muss auch hier nicht angenommen werden, sondern nur ein Eindringen in Lücken und Spalten zwischen der Masse. Denn das Deutlichwerden der Schichten, welches am meisten für Ersteres zu sprechen scheint, lässt, wie ich gezeigt habe, eine ganz natürliche Erklärung auf die zweite Art zu, und kommt dadurch in Einklang mit einer analogen Erscheinung bei der vorhergehenden Stärkesorte, wo das Verschwinden der weichen Schichten zwischen den dichten von aussen nach innen wirklich verfolgt werden kann.

Die Weizenstärke unterscheidet sich darin sehr auffallend von der Kartoffelstärke, dass sie von Speichel viel schneller aufgelöst wird als jene. Ich habe zwar noch keine genauen Untersuchungen darüber angestellt, wie lange ein bestimmter Temperaturgrad einwirken muss, um vollständige Resorption hervorzubringen, da es mir zunächst nur um den Verlauf des Processes zu thun war. Für die Kartoffelstärke bedurfte es aber längerer Anwendung von 45 bis 55 Grad, um erhebliche Veränderungen hervorzubringen. Weizenstärke zeigte in manchen Körnern schon ziemliche Lösungserscheinungen, nachdem eine Wärme von 36–37 Grad während 10 Stunden eingewirkt hatte. Werden trockene Kartoffel- und Weizenstärke mit Speichel vermischt der gleichen Temperatur ausgesetzt, so zeigt sich die erste noch beinahe ganz unverändert, wenn die letztere vollständig gelöst und in Dextrin und Zucker übergeführt worden ist.

Während des Druckes des vorhergehenden Bogens stellte ich weitere Beobachtungen über die Auflösung der Kartoffelstärkekörner durch Speichel an. Das auf Pag. 113–115 Mitgetheilte bezieht sich fast ausschliesslich auf kleine Körner, welche zuerst angegriffen werden. Ich liess nun den Process so lange dauern, bis auch die grossen Körner in voller Resorption sich befanden; und trage die beobachteten Thatsachen, die noch wichtige Ergänzungen enthalten, hier nach.

An den frischen so wie an den vorher getrockneten Körnern konnten, nach Auflösung der Stärke, die Hüllen in ausgezeichneter Weise studirt werden. Die dichten Schichten blieben in ihrer frühern Mächtigkeit zurück; sie erschienen weisslich aber zart. Die weichen Schichten zeigten sich meist als röthliche Spalten, und konnten zuweilen von den sie durchsetzenden strahlenförmigen Rissen nicht unterschieden werden. Es ist wahrscheinlich, dass hier die Substanz ganz verschwunden war. Andere weiche Schichten waren aber offenbar nicht vollständig gelöst, sondern sie blieben als eine äusserst zarte Masse zurück. Wenn die Hüllen mittelst Jodzinkjodlösung weinroth gefärbt wurden, so sah man nämlich zuweilen, dass die strahlenförmigen Risse auch von den weichen Schichten, welche sie durchsetzten, sich abgrenzten, und in andern Körnern, deren Hüllen auf einer Seite aufgelöst waren, war die Substanz der nun offenen weichen Schichten von dem Wasser durch eine kaum wahrnehmbare Linie geschieden, und zeigte auch bei der Reaction auf Jodzinkjod eine schwache Färbung.

Daraus ergibt sich also die Thatsache, dass auch bei der Kartoffelstärke, wenn das Amylum aufgelöst wird, Körner übrig bleiben, welche durch und durch aus Masse bestehen, und vollkommen die gleiche Structur zeigen, wie im unveränderten Zustande. Die Dichtigkeit der zurückbleibenden Substanz steht in jedem Theil des Kornes im geraden Verhältniss zur Dichtigkeit der ursprünglichen Masse. Wenn das Stärkekorn erst theilweise gelöst ist, so sieht man aufs Deutlichste, dass die dichten Schichten in die weisslichen Hüllen und die weichen in die röthlichen Spalten übergehen. Selbst die Thatsache, dass zuweilen 3 Schichten verschiedener Dichtigkeit bei Kartoffelstärkekörnern aufeinander folgen (wie in Taf. XI, Fig. 5), konnte ich an den zurückbleibenden Hüllen beobachten.

Nicht nur besitzen aber die Körner, denen die Stärke entzogen wurde, die gleiche Structur wie die unveränderten, sondern es kann an ihnen oft der Verlauf und der Zusammenhang (resp. Theilung) der Schichten viel deutlicher gesehen werden, namentlich wenn man ihnen durch Jodzinkjodlösung eine schwache Färbung giebt. Beim Rollen um die Achse verhalten sich die Schichten ganz gleich wie im unveränderten Zustande. — Während die äussere Gestalt und der innere Bau die nämlichen geblieben sind, so scheint dagegen die Grösse im Ganzen etwas abgenommen zu haben; denn die unveränderten Körner waren bis 60 und 80 Mik. lang, der Durchmesser der Hüllen beträgt nur bis 40 und 50 Mik.

Die Differenz dieser Beobachtungen von denjenigen, welche auf Pag. 113–115 mitgetheilt wurden, besteht darin, dass dort höchstens die dichtesten Schichten als äusserst dünne Hüllen, hier aber von allen dichten Schichten und oft selbst von den weichen ein Theil der Substanz zurückblieb. Bei dem ersten Versuch wurde, wie bereits bemerkt, nur ein Theil der Körner angegriffen und aufgelöst; beim zweiten dagegen waren gerade diejenigen, welche zuletzt resorbirt wurden, Object der Untersuchung. Dort handelte es sich also um die Körner, welche den geringsten, hier um diejenigen, welche den stärksten Widerstand leisteten. Die verschiedenen Resultate mögen zum Theil von diesem Umstande herrühren. — Wichtiger indess scheint mir eine andere Ursache. Beim ersten Versuch war nämlich die Temperatur im Durchschnitt etwas höher als beim zweiten; dort betrug sie 45 bis 55, hier meist 40 bis 47 Grad Cent.

Wie die Stärke, so wird auch die Substanz der Hüllen offenbar bei höherer Temperatur durch das Speichelferment schneller gelöst als bei niedrigerer.

Die Auflösung der Hüllen beginnt ziemlich constant am vordern Ende. Zuerst verschwinden daselbst die äussersten, dann die ganze Region, welche dem Kern entspricht. Damit sind alle Schichten unvollständig geworden; die Resorption schreitet an dem geöffneten Rande nach hinten fort. Zugleich werden aber die Schichten etwas undeutlicher und zarter; sie verlieren also überall etwas Substanz.

Ich habe auf Pag. 113 angegeben, dass die frischen Kartoffelstärkekörner durch das Speichelferment anders aufgelöst werden, als beim Keimen der Kartoffeln, dass sie in der Länge mehr abnehmen als in der Breite (vgl. die Messungen auf Pag. 114). Das Gleiche ergab sich aus folgenden Messungen an grössern Körnern (Werthe in Mik. Mill.):

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Länge der Hülle	35	39	44	45	50	42	36	41	34	37	54
Breite » »	25	25	20	26	26	20	18	23	22	23	29
Verlust des Stärkekorns in der Länge	13	22	20	26	35	35	14	36	22	25	18
» » » » » Breite	10	16	8	13	10	17	10	16	16	18	14

Eine zweite Reihe von Messungen betrifft den Substanzverlust, den die Stärkekörner am vordern und am hintern Ende erfahren (die Körner 1—11 sind die nämlichen wie die eben genannten):

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Länge der Hülle	35	39	44	45	50	41	36	41	34	37	54	39
Länge des in Auflösung begriffenen Korns	22	17	24	19	15	7	22	5	12	12	36	11
Abstand des Korns von der Hülle												
am vordern Ende	5	12	10	14	17	13	6	16	11	13	8	12
am hintern Ende	8	10	10	12	18	21	8	20	11	12	10	16

	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Länge der Hülle	42	32	28	48	44	46	25	49	27	35	33	47	
Länge des in Auflösung begriffenen Korns	20	11	5	25	3	17	5	30	15	20	6	12	
Abstand des Korns von der Hülle													
am vordern Ende	12	13	13	10	11	13	11	9	6	7	12	15	
am hintern Ende	10	8	10	13	30	16	9	10	6	8	15	20	

Unter 24 Körnern war also dreimal der Verlust am vordern und am hintern Ende gleich gross, vierzehnmal am hintern und siebenmal am vordern Ende grösser.

Aus diesen Thatsachen scheint hervorzugehen, dass die Auflösung von aussen in den verschiedenen Regionen des Stärkekorns anders wirkt, als diess in den keimenden Kartoffeln der Fall ist. Beim Keimen nämlich verkleinert sich das Korn in der Breite wenigstens eben so sehr als in der Länge, und am hintern Ende wird es constant stärker angegriffen als am vordern. Indessen kommen bei den Versuchen, die mit dem Speichel angestellt wurden, zwei Umstände in Berücksichtigung, welche die abweichenden Resultate vielleicht vollständig erklären.

Die frischen Kartoffelstärkekörner hatten während kurzer Zeit eine Temperatur von 60 Grad Cent. erfahren; und man bemerkte daher an manchen von ihnen als erste Quellungserscheinung zarte kurze strahlenförmige Risse im Schichten-centrum. Bei allen wurde zuerst eine oberflächliche Schicht von 2 Mik. oder etwas darüber weggenommen; es liess sich nicht entscheiden, ob dabei die Auflösung an einzelnen Regionen stärker sei als an den übrigen. Dann wurde aber das vordere Ende stärker angegriffen, und der Kern mit der umgebenden Substanz schnell aufgelöst, so dass die Körner meistens daselbst einen halbkreisförmigen Ausschnitt bekamen. Diess mag vorzüglich von den durch das geringe Aufquellen daselbst verursachten Trennungen in der Substanz herrühren, und hinwieder manchmal der wesentlichste Grund sein, warum die Auflösung am vordern Ende so gross oder grösser ist als am hintern.

An manchen der frischen Kartoffelstärkekörner wird ferner, nachdem die Resorption bis auf einen gewissen Punkt fortgeschritten ist, die eine oder andere weiche Schicht ganz aufgelöst. Dadurch entstehen Querspalten, welche das

Magliche Korn in Stücke zerfallen. Werden auf diese Weise, was nicht selten der Fall ist, schmale Stücke an den Enden abgeschnitten, so verschwinden dieselben rasch, da sie sowohl von der äussern als von der innern (der Spalte zugekehrten) Fläche angegriffen werden. Es ist begreiflich, dass solche Körner in der Länge viel mehr Substanz verlieren müssen, als es der Fall wäre, wenn die Resorption nur an der Aussenfläche thätig wäre. Mit jeder Querspalte entstehen zwei neue Auflösungsflächen, an denen das Korn Substanz in der Längsrichtung verliert. Ich glaube, dass dies mit einer der wichtigsten Ursachen ist, warum in Abweichung von der Resorption beim Keimen die Kartoffelstärkekörner von dem Speichelferment mehr verkürzt als verschmälert werden.

An den trockenen Kartoffelstärkekörnern wird ohne Ausnahme zuerst an der ganzen Oberfläche eine Lage von Substanz aufgelöst. Die Vermuthung, die ich oben (Pag. 114) über das weitere Einwirken des Lösungsmittels ausgesprochen habe, bestätigt sich durch die Erscheinungen an den grössern Körnern aufs Schönste. Die Substanz im Innern wird von den Rissen aus angegriffen; man sieht deutlich, wie sich dieselben erweitern, zusammenschmelzen und zu grössern Hohlräumen werden. Namentlich beobachtet man oft, dass die Substanz am vordern Ende und um das Schichtencentrum herum verschwindet, wodurch ein rundlicher Ausschnitt entsteht. Davon ausgehend bildet sich eine trichterförmige Höhlung, die nach dem hintern Ende gerichtet ist, und anfänglich gewöhnlich einen längern oder kürzern Substanzkegel einschliesst. Der Ursprung dieser trichterförmigen Höhlung aus den in einander geschobenen Spalten, die sich durch das Austrocknen und zum Theil durch die während kurzer Zeit auf 60 Grad Cent. erhöhte Temperatur bilden mussten, lässt sich Schritt für Schritt verfolgen, und ist auch in spätern Stadien an den Rändern des Längenprofils noch sehr deutlich. Die trichterförmigen Spalten erweitern sich, und der eingeschlossene feste Kegel wird schmaler und kürzer, bis er ganz verschwunden ist. — Es kann indess auch der Ausschnitt am vordern Ende zu einem trichterförmigen Hohlraum sich verlängern, ohne dass je eine kegelförmige Substanz in demselben bemerkbar wird, was offenbar von der weniger regelmässigen Anordnung der Risse herrührt.

So verwandelt sich das Korn in einen am vordern Ende geöffneten hohlen Körper, der von einer Hülle umschlossen wird. Die letztere ist 2 — 3 Mik. dick. Die Wandung der Stärkehohlkugel wird fortwährend dünner, bis sie zuletzt ganz verschwindet. Auffallend ist hier namentlich, wie viel mehr Substanz im Innern aufgelöst wird als an der Oberfläche. Ein 60 Mik. langes Korn z. B., das auf eine Schale von 2 Mik. Dicke reducirt ist, hat an der äussern Seite dieser Schale eine Lage von bloss 2 — 4 Mik. Dicke, an der innern Seite dagegen eine Masse von 54 — 56 Mik. Durchmesser verloren; wobei noch zu berücksichtigen ist, dass die Resorption aussen viel früher als innen beginnt. Diese Ungleichheit kann nur in der Zerklüftung der innern Masse durch das Austrocknen begründet sein, wodurch dem Lösungsmittel zahlreiche Flächen zum Angriff dargeboten werden. Frische Kartoffelstärkekörner, die während der nämlichen Zeit und bei ganz gleichen Temperaturen die Einwirkung des Speichelferments erfahren hatten, verhielten sich ganz anders.

Auch bei den grössern Körnern der getrockneten Kartoffelstärke kam die auf Pag. 114 erwähnte merkwürdige Thatsache zum Vorschein, dass in der Gegend des Schichtencentrums ein kleines Stück längere Zeit ungelöst blieb. Während aber diess bei den kleinern Körnern constant war, und während dort jenes kleine Stück oft von der ganzen Masse des Kornes am längsten der Resorption widerstand, so wurde dasselbe nur bei einem Theil der grössern Körner gesehen und verschwand hier immer vor der Substanz am hintern Ende. Die Erscheinung stellte sich gewöhnlich so dar, dass ein meist rundlicher Körper den Eingang zu dem trichterförmigen, nach dem hintern Ende gerichteten Hohlraum nahezu verschloss, ohne aber irgendwo seine Ränder zu berühren, oder dass derselbe in einiger Entfernung von der erweiterten Mündung sich befand.

Die grössern Dimensionen erlaubten hier in vielen Fällen die morphologische Bedeutung dieses Körpers genau zu erkennen, was bei den kleinern Körnern nicht möglich gewesen war. Manchmal ist er genau kugelig, und besteht aus dem Kern und aus den denselben zunächst umgebenden Schichten. Seine Substanz zeigt keine wahrnehmbaren Risse. Bei diesen Körnern beginnen also die Risse nicht im Schichtencentrum, sondern in der Nähe desselben nach dem langen Halbmesser hin. Eine ähnliche Erscheinung habe ich für aufquellende und getrocknete Körner von *Canna* und *Himantoglossum* (Pag. 48) erwähnt. Dort war es äusserst deutlich, wie die Risse ungefähr in der Mitte zwischen dem Schichtencentrum und dem hintern Ende begannen und gegen das letztere sich fortsetzten. Die Beobachtung an

der Kartoffelstärke bestätigt eine Vermuthung, die sich mehrmals bei der Untersuchung von excentrisch-geschichteten Körnern darbot, nämlich dass die Risse zuweilen überhaupt den Kern nicht erreichen, besonders wenn er nahe am vordern Ende liegt, oder dass sie wenigstens von der Mitte des Kornes (wo sich die weichste Substanz befindet) gegen den Kern hin abnehmen.

Der Körper, welcher in der Gegend des Schichtencentrums noch einige Zeit der Resorption widersteht, ist aber nicht selten kurz-kegelförmig. Seine Gestalt und Schichtung zeigen deutlich, dass es der äusserste oder vorderste (dem Schichtencentrum zunächst liegende) Theil des Substanzkegels ist, welcher von der trichterförmigen Spalte umschlossen war, und dessen hinterer dickerer Theil nun aufgelöst wurde. Die auf Pag. 115 ausgesprochene Vermuthung wird dadurch auch für die kleinen Körner wenigstens theilweise zur Gewissheit.

Die nähere Kenntniss des Resorptionsprocesses, wie sie durch die Beobachtung der grössern Körner geboten wurde, erlaubt nun auch eine Ansicht über die Ursachen seines merkwürdigen Verlaufes. Wenn das Lösungsmittel durch die Risse ins Innere eindringt, so findet die lebhafteste Resorption da statt, wo die Substanz am weichsten und am meisten zerklüftet ist. Daher bildet sich eine trichterförmige Höhlung mit einem soliden Kegel in deren Achse. Der letztere ist an seinem dickern Theil in der Mitte des Kornes am weichsten und verschwindet dort, während die schmalere, mehr excentrische Hälfte dichter ist und länger widersteht. — Der von keinen Rissen durchbrochene excentrische Kern ist von ziemlich dichten kugeligen Schichten umschlossen, und entzieht sich der Resorption um so leichter, als dieselbe die Schichten hier von der Fläche und nicht auf dem Durchschnitt angreifen muss.

Die Erscheinungen, welche das Speichelferment an den vorher getrockneten Kartoffelstärkekörnern hervorbringt, sind also folgende. Nachdem an der ganzen Oberfläche eine Lage von Substanz aufgelöst ist, so wird das vordere Ende stärker angegriffen. Es bildet sich daselbst ein Ausschnitt, indem der Kern und die ihn umgebenden Schichten verschwinden; oder mitten in dem Ausschnitt bleibt der Kern sammt einigen Schichten als solide Kugel zurück. Der Ausschnitt am vordern Ende vertieft sich zu einer trichterförmigen Höhlung, deren weiterer Theil nach dem hintern Ende des Stärkekorns gekehrt ist, und in welchem zuweilen anfänglich noch ein solider Kegel sich befindet. Dieser Kegel verschwindet entweder bald gänzlich, oder er lässt die vorderste Partie in der Gegend des Schichtencentrums noch einige Zeit als isolirten Körper zurück. Die Höhlung erweitert sich, und die von dem Korn noch übrig gebliebene Schale verschwindet zuletzt in der Gegend des hintern Endes.

Die Auflösung an der Aussenfläche wirkt gewöhnlich ziemlich gleichmässig ein, so dass das Korn fortwährend glatt bleibt. Die Resorption im Innern dagegen zeigt eine Menge Modificationen und Unregelmässigkeiten. Die Flächen des Ausschnittes am vordern Ende und namentlich des trichterförmigen Hohlraumes, ebenso des darin befindlichen Substanzkegels, sind meistens zackig, was sowohl von den Rissen herrührt, welche das Lösungsmittel erweitert, als von den weichen Schichten, welche schneller aufgelöst werden. Der Kegel kann selbst in die festen Schichten zerfallen, indem die weichen dazwischen verschwinden; auf gleiche Weise kann die Wandung an der innern Fläche mehr oder weniger tief sich in Blätter spalten. Weil Risse und Schichtung sich kreuzen, so zerfällt die innere Substanz namentlich in der Gegend zwischen dem Schichtencentrum und der Mitte des Kornes zuweilen auch in eckige Stücke, die durch Resorption kleiner und rundlich werden und dann ganz verschwinden.

Als das Resume über die Wirkung des Speichelferments auf Pag. 93 geschrieben und gedruckt wurde, so lagen erst einige wenige Beobachtungen darüber vor. Ich will daher die Resultate der später angestellten Versuche, die im Vorstehenden weilläufiger beschrieben wurden, hier noch übersichtlich zusammenstellen.

Der Speichelstoff greift wie die Diastase die Stärkekörner von aussen an. Er löst aber bei nicht allzuhoher Temperatur nur einen Theil der Substanz nämlich die eigentliche Stärke auf, während eine andere Substanz (Cellulose) zurückbleibt, die ein gleiches solides Korn von ähnlicher Form mit der nämlichen Schichtung und mit den nämlichen Rissen wie das ursprüngliche Korn darstellt, aber von etwas geringerer Grösse und von viel geringerem Massegehalt.

Waren die Körner nicht durch vorhergegangenes Trocknen oder durch zu grosse Wärme im Innern zerrissen, so wirkt die Auflösung immer an der Aussenfläche, bis das Korn verschwunden ist. Dabei werden die weichen Schichten

aber stärker angegriffen als die dichten, und es kommt häufig vor, dass ein schon ziemlich zusammengeschmolzenes Korn durch Auflösung ganzer weicher Schichten in mehrere Stücke zerfällt.

Haben die Stärkekörner aber Risse im Innern, so wird zuerst nur eine Substanzlage von der Oberfläche weggenommen, bis jene erreicht sind. Dann dringt das Lösungsmittel in dieselben ein, und wirkt nun an der ganzen innern Fläche der Risse. Die Resorption ist im Innern viel lebhafter als an der Aussenfläche, da dort die Substanz weicher und mehr zerklüftet ist; und es wird daher das Korn ausgehöhlt. Dabei widerstehen theils die dichten Schichten mehr als die weichen, welche stellenweise oft zwischen jenen ganz verschwinden; theils leisten einzelne Regionen des Kornes einen grössern Widerstand, so namentlich der Kern sammt den umgebenden Schichten, wenn dieselben nicht zerrissen sind, und ein Substanzkegel in der Achse des Kornes, wenn derselbe von den ihn einschliessenden trichterförmigen Spalten ziemlich verschont geblieben ist, beides in sehr excentrisch gebauten Körnern.

Das durch Auflösung im Innern hohlgewordene Stärkekorn hat immer eine Oeffnung nach aussen; es ist die Stelle, wo der Speichelstoff eingedrungen ist. Bei den Formen mit excentrischem Kern befindet sie sich am vordern Ende. Ist das hintere Ende dick, so verwandelt sich das Korn in eine vorn offene Schale, deren hinterer Theil zuletzt verschwindet. Verdünnen sich die Körner einseitig in eine Kante, gegen welche nach dem Austrocknen eine Spalte gerichtet ist, so kann sich daselbst ausserdem eine Rinne bilden. Bei scheibenförmigen Körnern, in denen sich eine Medianspalte befindet, steht später die innere Höhlung ringsum offen, und die Schale fällt in zwei Hälften auseinander.— Bei allen diesen Auflösungsformen trockener Körner wird die Schale durch die ungleiche Auflösung von innen früher oder später noch an verschiedenen Stellen durchbrochen.

Bei der Einwirkung des Speichelferments auf die Stärkekörner wurde mehrmals der Thatsache erwähnt, dass zuweilen an dem unveränderten Korn einzelne Stellen der Oberfläche aufgelöst werden, oder dass in spätern Stadien an Schichten, welche das Lösungsmittel von der Fläche angreift, einzelne Stellen rascher verschwinden und daher vertieft oder durchbrochen werden. Pilzfäden, welche sonst auch solche Vertiefungen oder Durchbrechungen hervorbringen, waren nicht vorhanden. Die Erscheinung, dass an sonst unveränderten Körnern von aussen her einzelne Stellen resorbirt werden, kommt zuweilen auch im lebenden Pflanzengewebe vor, und zwar ebenfalls bei gänzlichem Mangel von Pilzen. Sie wurde vorzüglich schön in Wurzelstöcken von *Canna lagunensis* Lindl. im November beobachtet.

Die angegriffenen Stellen erscheinen rötlich; von aussen angesehen sind sie rundlich, wenn sie weiter auseinander liegen, — eckig und ein schönes Parenchym darstellend, wenn sie dicht beisammen stehen. In der Queransicht (bei Einstellung des Focus auf den Rand des Kornes) erkennt man sie als seichte Vertiefungen. Der Rand von Körnern, welche dicht damit bedeckt sind, zeigt sich oft wie gezähnt. Die einzelne Höhlung hat eine Breite von $1\frac{1}{4}$ bis 6 Mik. Mill. und eine Tiefe bis 2 Mik. und darüber. Es liegen ohne Unterschied Höhlungen der verschiedensten Grösse neben einander; eine Regel in der Anordnung lässt sich nicht wahrnehmen. Selten bedeckt das Maschenwerk die ganze Oberfläche eines Kornes; zuweilen ist nur das Kernende frei davon; oft bleiben einzelne Stellen (ohne bestimmte Regel) oder auch eine ganze Fläche homogen; nicht selten sind es auch bloss einzelne Stellen, welche netzförmig werden. Dass die Auflösung sich bloss auf die Oberfläche beschränkt, und dass die Structur im Innern unverändert geblieben ist, erkennt man in einzelnen Fällen sehr deutlich; denn innerhalb der netzartig gezeichneten Oberfläche kommen, bei verschiedener Einstellung des Focus und beim Drehen der Körner, die Schichten und sogar die verschiedenen Schichtensysteme wie im unversehrten Zustande zum Vorschein.

In andern vegetativen Pflanzentheilen wird diese Erscheinung seltener gefunden. Doch bemerkt man in ältern stärkehaltigen Geweben hin und wieder etwa ein Korn mit mehr oder weniger zahlreichen deutlichen Aushöhlungen an der Oberfläche, die offenbar durch Resorption entstanden sind. Daneben beobachtet man zuweilen Körner mit kleinen rundlichen Flecken ebenfalls auf der Oberfläche, deren Natur undeutlich, die man aber der Analogie nach für die gleiche Erscheinung zu halten geneigt ist, so in Fig. 4 und 5 auf Taf. XX (Körner, die einmal in grösserer Menge in einer Internodialzelle von *Chara hispida* Lin. vorkamen), in Fig. 42 (aus dem Blatte von *Begonia*), in Fig. 62 (aus

Rhipsalis funalis Salm), und in Fig. 25 auf Taf. XIII (ein Stärkekorn aus einer faulenden Kartoffel, das auf der Oberfläche punktförmig angegriffen ist).

Häufiger sind die Stärkekörner in den Samen angegriffen; namentlich liefern diejenigen in den Getreidesamen oft schöne Beispiele von Maschenbildung, die ganz an die beschriebene Erscheinung bei *Canna* erinnern. Bei *Secale cereale* ist die Oberfläche der Körner zuweilen ganz mit röthlichen Stellen bedeckt (Taf. XVIII, 10 und 14); zuweilen erscheint sie stellenweise homogen, stellenweise maschig (Fig. 11 und 13). Das in Fig. 15 abgebildete Korn ist auf der zugekehrten Fläche fast ganz mit einem Netzwerk bedeckt; auf der abgekehrten Seite war es, wie sich beim Drehen zeigte, nur unter dem rechten oberen Rande netzartig. Die Maschen sind entweder gleich gross, oder sie zeigen eine ungleiche Grösse. Im letztern Falle können sie ohne bestimmte Regel vertheilt sein, oder was häufiger vorzukommen scheint, die grössten befinden sich in der Mitte der beiden Flächen der linsenförmig-zusammengedrückten Körner, von wo sie nach dem Rande hin allmählig kleiner werden, und daselbst ganz verschwinden können (Fig. 15). Die Felder sind von der Oberfläche angesehen, rundlich, bloss wenn sie weiter von einander abstehen (Fig. 14); so wie sie aber enger zusammenrücken, so werden sie polygon (Fig. 10, 13, 15). In Fig. 10 stehen sie in radialen Reihen, die sich nach aussen hin theilen. Wenn man den Focus auf den Rand der linsenförmigen Körner einstellt, so erscheinen die röthlichen Felder halbkreisförmig (Fig. 12). — Dass die Stärkekörner überdem geschichtet sind, ergibt sich aus Fig. 15 A und B, wo man den Kern a und eine Schicht b sieht. An Körnern mit homogener Oberfläche sind zuweilen mehrere Schichten sichtbar.

Die Stärkekörner in den Samen von *Triticum* bieten manchmal ganz die gleichen Erscheinungen dar. In Fig. 16 auf Taf. XVIII ist ein Korn gezeichnet, das auf der zugekehrten Fläche an 2 Stellen polygone Maschen von ungleicher Grösse zeigt, während die abgekehrte Fläche ganz mit Feldern von mittlerer Grösse bedeckt war.

Die Hülle der Maschen scheint dichter als die übrige Substanz des Korns. Man bemerkt diess zuweilen an den Stellen, wo die Maschen plötzlich aufhören, so in Fig. 13 und 16. — besonders deutlich aber in Fig. 11, wo auch ein gehogener dichter Streifen b die beiden Feldergruppen a und c verbindet. Die Ursache dieser Erscheinung ist mir unbekannt; es liesse sich aber vielleicht denken, dass während an der maschigen Oberfläche einzelne Stellen stark, andere gar nicht angegriffen werden, an den homogen bleibenden Stellen eine Substanzlage von mittlerer Mächtigkeit aufgelöst würde, so dass die Oberfläche drei verschiedene Grade der Lichtbrechung zeigen müsste.

Die kugeligen Körner in den Samen von *Polygonum* zeigen zuweilen rundliche hellere oder röthliche Felder, die deutlich nur an der Oberfläche sich befinden (Fig. 27 auf Taf. XVIII). Sind die Felder kleiner und gedrängter, so erscheinen die Körner granulirt, wie ein aus vielen kleinen Theilkörnern zusammengesetztes Korn.

An den kleinen, noch nicht ausgewachsenen kugeligen Stärkekörnern in den Samen von *Zea Mays* sieht man häufig röthliche Maschen, die von oben rundlich, von der Seite als halbkreisförmige Ausschnitte sich darstellen (Fig. 6, c, d, k auf Taf. XXIII). Die Körner machen zuweilen den Eindruck von Bläschen, deren dichter Inhalt sich stellenweise von der Membran zurückgezogen habe, und dort halbkugelige Hohlräume lasse. In andern Fällen scheint es, als ob ein Bläschen 3 und mehrere Körner enthalte. — Andere, namentlich grössere Stärkekörner in den Maissamen, besitzen viel zahlreichere und viel kleinere rundliche Felder, und erscheinen granulirt (Fig. 6, i und n auf Taf. XXIII).

Die kugeligen Stärkekörner in den Samen von *Sorghum* zeigen viel Aehnlichkeit mit denen beim Mais. Zahlreiche helle Stellen an der Oberfläche geben ihnen oft ein getüpfeltes oder körniges Ansehen (Fig. 35, 39 auf Taf. XVIII). Das Nämliche beobachtet man nicht selten in den Samen von *Setaria* (Fig. 42).

An allen den genannten Körnern befinden sich die röthlichen Felder an der Oberfläche, und erscheinen, im Durchschnitt gesehen, in der Regel kaum halbkreisförmig, so dass sie also nur sehr wenig tief in die Substanz hineinreichen. Nur selten sind sie kegelförmig-verlängert. — Es ist schwer über ihre Natur ins Reine zu kommen, da die bedeutende Kleinheit jede sichere Beobachtung fast unmöglich macht. Bald glaubt man wirkliche Aushöhlungen, bald hohle Räume unter einer zarten Membran, bald Stellen zu erkennen, die aus einer wasserreichen Substanz bestehen. In jungen oder nicht ganz reifen Samen scheinen sie häufiger vorzukommen, als in ganz reifen. Man könnte daraus den Schluss ziehen, dass diese Körner mit granulirter oder maschiger Oberfläche unentwickelte Stadien seien und nachher homogen

werden. Da aber die ganz analoge Thatsache bei den grossen Körnern im Wurzelstock von *Canna* sicher eine Auflösungserscheinung ist, und da in andern Samen (in den ölhaltigen nämlich) unmittelbar vor der Reife eine lebhafte Resorption von Stärke eintritt, so spricht die grössere Wahrscheinlichkeit dafür, dass jene granulirten und maschigen Körner in den Samen durch Auflösung angegriffen seien.

Die Ursache der stellenweisen Auflösung an der Oberfläche der Stärkekörner können wir uns auf doppelte Art denken. Feste Massen von Proteinverbindungen (Schleimkörnchen, Protoplasma), welche den Körnern anliegen, wirken möglicher Weise unter besondern Umständen wie Pilzfäden, oder wie der die Zellmembran resorbirende Primordialschlauch. Wirklich findet man unter den maschig-gezeichneten Körnern einzelne, welche unregelmässig vertheilte Gruben zeigen, in ganz ähnlicher Weise, wie sie zuweilen von Pilzfäden hervorgebracht werden. Da hier von solchen keine Spur vorhanden ist, so ist man geneigt, der Gleichartigkeit der Erscheinung wegen die Ursache in andern festen Gebilden zu suchen.

Offenbar können aber auf diese Art nicht alle Erscheinungen oder wenigstens nur höchst gezwungen erklärt werden. Für Körner, wie sie z. B. in Fig. 10 auf Taf. XVIII dargestellt sind, müsste man annehmen, dass die resorbirenden Protoplasmamassen um das Stärkekorn herum eine parenchymähnliche Schicht bildeten, oder dass die Oberfläche desselben durch eine andere Substanz in Form eines Netzes vor der Auflösung geschützt werde. Naturgemässer scheint mir die Annahme, dass, wie es beim Keimen von Kartoffeln u. s. w. der Fall ist, eine lösliche Verbindung die Resorption bewirke, dass sie aber einen ungleichen Widerstand finde. Es müssten dann getrennte rundliche Stellen leicht, die dazwischen liegende Substanz in Form eines Balkennetzes schwer oder gar nicht aufgelöst werden. Eine Analogie dafür hätten wir an der oben (Pag. 35) mitgetheilten Thatsache, dass an schwach gerösteten Stärkekörnern eine Schicht nicht gleichzeitig durch Wasser aufgelöst wird, sondern dass erst einzelne getrennte Stellen verschwinden, und zunächst noch ein Netz von fester Substanz übrig bleibt. Der Unterschied zwischen der normalen Auflösung beim Keimungsprocess und der in Frage stehenden abnormalen Erscheinung bestände also darin, dass bei ersterer die gelöste Substanz alle Punkte der Oberfläche gleichmässig angreift, bei der letztern dagegen nur Stellen von besonderer Beschaffenheit resorbirt werden, — was zugleich die Annahme nothwendig machte, dass die lösenden Substanzen specifisch verschieden seien.

Es wäre auch möglich, dass bei der Maschenbildung und bei der Bildung der unregelmässig vertheilten rundlichen Höhlungen verschiedene Ursachen wirkten. Bei ersterer muss, wie eben bemerkt wurde, wohl eine gelöste Substanz thätig sein. Die letztere dagegen könnte durch feste Stoffe verursacht werden. Dass die beiden Erscheinungen verschieden sind, dafür spricht auch der Umstand, dass bei der Einwirkung des Speichelferments häufig wohl unregelmässig vertheilte Höhlungen, aber nie Maschenbildung beobachtet wurde. Man könnte nun zwar sogleich den Schluss ziehen, dass auch die erstern ihr Dasein einer löslichen Verbindung (dem Speichelstoff) verdanken, und auf diesen Schluss die Annahme bauen, dass einzelne Punkte der Oberfläche an einzelnen Stärkekörnern anders organisirt oder durch irgend welche Ursachen modificirt worden seien. Es liesse sich aber auch denken, dass feste in der Flüssigkeit vorkommende Stoffe zwar nicht die Resorption der grubenförmigen Stellen selbst vollbringen, aber doch den Anstoss dazu gäben, und dass dann das lösliche Princip diesen Anstoss rasch weiter beförderte.

In allen Fällen aber, die Resorption mag durch gelöste oder ungelöste Verbindungen veranlasst werden, wirkt sie stärker auf die innere Substanz als auf die Rinde ein. Daher haben die Vertiefungen die Neigung, sich nach innen sackartig zu verlängern und blasenförmig zu erweitern. Man trifft zuweilen ziemlich grosse Höhlungen, welche durch verhältnissmässig enge Mündungen sich nach aussen öffnen.

Zuweilen findet man die Stärkekörner an der Oberfläche ausgefressen, ohne dass sich entscheiden lässt, ob es durch Pilze oder durch den krankhaften Lebensprocess veranlasst wurde, da die beiden Erscheinungen in ihren Resultaten oft sehr ähnlich sind. So kommen im Jamaika-Arrowroot (von *Maranta arundinacea*) zuweilen Körner vor mit zerstreuten halbkugeligen Aushöhlungen, die etwa 3—6 Mik. gross sind. So fand ich ferner in dem rothen Regen, der im December 1855 fiel, und wahrscheinlich in einem Gefäss, in welchem zerschnittene Kartoffeln gelegen hatten,

aufgefangen worden war, zahlreiche Stärkekörner, die fast alle mehr oder weniger angefressen waren. Einige zeigten grosse Höhlungen im Innern, die aber alle nach aussen eine Mündung hatten. Manche waren ganz durchlöchert und ausgehöhlt, so dass der grösste Theil der Substanz verschwunden war. Pilze sah ich nie diesen Körnern anhängend.

Ich will hier eine Beobachtung anreihen, die an den Stärkekörnern in den äussersten angefalteten Zwiebelschuppen von *Hyacinthus orientalis* Lin. gemacht wurde, und die wohl der gleichen Kategorie angehört. Die Körner haben hier eine mehr oder weniger dreieckig-keilförmige Gestalt, wie diess aus Fig. 1 auf Taf. XIX deutlich wird, wo ein Korn in A und B von der breiten und schmalen Seite dargestellt ist. Im vollkommen entwickelten Zustande sind sie zwar in jeder Beziehung mehr abgerundet, ohne jedoch ihren frühern Charakter ganz zu verlieren. Sehr häufig bilden sich in der Nähe des dicken Randes zwei oder mehrere Kerne oder eingeschlossene Theilkörner. Die Spalten zwischen denselben reichen viel näher an die Oberfläche des dicken als an die des dünnen Randes (Taf. XIX, Fig. 2, 3, 4, 6), oder sie durchbrechen auch wohl die Substanz am dicken Rande vollständig (wie in Fig. 18).

Die Auflösung scheint nun gewöhnlich an den Spalten zu beginnen und dieselben zunächst zu erweitern. Wenn sie bis an die Oberfläche gehen, so kann die lösende Flüssigkeit unmittelbar in dieselben eindringen. Hören sie aber in einiger Entfernung vor der Oberfläche auf, so muss zuerst die bedeckende Substanz resorbirt, und ein Kanal bis zu der Spalte geöffnet werden. Ob das eine oder andere der Fall war, kann in der Regel später nicht mehr entschieden werden. In Fig. 36 und 38 auf Taf. XIX sieht man solche erweiterte Spalten von der Seite (b), in Fig. 37 von oben. Alle drei genannten Körner sind halbzusammengesetzt, mit je einem Kern zu beiden Seiten der Spalte (a und c; in Fig. 36 und 38 war nur einer derselben deutlich).

Von dieser erweiterten Spalte schreitet, wie es scheint, die Resorption unregelmässig fort (Fig. 39, 40, letzteres ein Korn, wo sie von zwei Spalten aus thätig war). Wie die Höhlungen grösser werden, so bemerkt man Vorsprünge und Vertiefungen an ihren beiden Flächen. Es steht diess ohne Zweifel z. Th. mit dem unregelmässigen innern Bau dieser Stärkekörner in Beziehung. Zuweilen indess nehmen die Unebenheiten der erweiterten Spalten eine gewisse regelmässige Gestalt an, so z. B. in Fig. 40, wo von jeder der beiden Flächen einer Höhlung ein breit-kegelförmiger Vorsprung hereinragt (b, b).

Ich möchte glauben, dass hier ein ähnliches Verhältniss eintritt wie bei der Auflösung in Folge des Keimungsprocesses, dass nämlich die Resorption um so rascher fortschreitet, je mehr sie auf einen senkrechten Durchschnitt der Schichten einwirken kann, — um so langsamer, je mehr sie dieselben von der Fläche angreifen muss. Desswegen erweitert sich die Spalte in Fig. 36 und 38 am Grunde zwiebelförmig. Dort gehen die Schichten senkrecht zu Tage, während sie weiter nach aussen (zwischen den Kernen) horizontal liegen. Das ist wahrscheinlich auch der Grund, warum in Fig. 40 die Flächen der spaltenförmigen Höhlung kegelförmig vorspringen, und warum überhaupt bei diesen Körnern die Kerne und die sie umgebenden Massen in der Regel merkwürdig lange erhalten bleiben; denn dort müssen die Schichten nothwendig immer mit der blossgelegten Fläche parallel laufen.

Die Spalten, die auf die angegebene Weise in die Tiefe und Breite wachsen, durchbrechen endlich das Korn vollständig, und machen es in Stücke zerfallen. Zuletzt (unmittelbar vor diesem Zerfallen) ist es immer eine Brücke an dem verdünnten Rande, die aufgelöst wird (Fig. 39, 40).

Neben den Stärkekörnern, welche die geschilderten Erscheinungen zeigen, kommen in den angefalteten Zwiebelschuppen von *Hyacinthus* auch solche vor, welche auf rundlichen Stellen angegriffen und ausgehöhlt werden. Fig. 35 auf Taf. XIX zeigt ein solches Korn mit einer noch sehr flachen Grube von oben (A) und von der Seite (B).

Auf einer Kartoffel hatte sich ein Fadenpilz gebildet. Das Gewebe war an der kranken Stelle aufgelockert und von Pilzfäden durchzogen. Die Stärkekörner zeigten sich mehr oder weniger verändert. Auf ihrer Oberfläche befanden sich einfache oder verzweigte Bänder; es waren Furchen, wie sich beim Drehen zeigte. Zuweilen lag in einer Furche ein Pilzfaden. Häufiger waren sie leer; man erkannte dann auf dem Grunde derselben eine Zeichnung, woraus

man schliessen konnte, dass ein Pilzfaden darin befindlich gewesen war. Nicht selten jedoch bemerkte man auch keine Spur von besondern Eindrücken in der Furche. Von den an der Oberfläche befindlichen Furchen gingen hin und wieder denselben ähnliche Kanäle ins Innere. Nie aber kamen im Innern Höhlungen vor, welche nicht einen Ausgang nach aussen gehabt hätten. Körner, die dem schädlichen Einfluss längere Zeit ausgesetzt waren, erschienen ganz durchlöchert und zerfressen. — Es waren also hier Pilzfäden, welche die Stärke auflösten, indem sie, an die Körner sich anlegend, dieselben bald nur an der Oberfläche angriffen, bald auch ins Innere derselben eindrangen.

Die Figuren 21 — 24 auf Taf. XIII zeigen einige solcher Körner. Fig. 21 ist ein Korn mit einer Furche, in welcher ein gegliederter Pilzfaden liegt, und mit einem ins Innere gehenden Kanal. — In Fig. 22 A und B ist ein Korn in der Längsansicht und in der Queransicht dargestellt; ein Pilzfaden dringt mit 2 Aesten ins Innere ein. — Fig. 23 zeigt stark-verzweigte Furchen mit einer Zeichnung, die von den gegliederten Pilzfäden herrührt. — In Fig. 24, das man in A und B von zwei Seiten sieht, dringt ein Kanal ins Innere.

Diese Beobachtungen wurden im Januar 1854 gemacht. Aehnliche Beobachtungen theilt Schacht mit (Flora 1854, Pag. 618). Nach demselben dringen die Pilzfäden in die Stärkekörner hinein, und auf der andern Seite wieder heraus; sie verbreiten sich im Innern und lösen die Stärke auf. Er giebt eine Abbildung davon in dem Bericht über die Kartoffelpflanze und deren Krankheiten (Taf. X, Fig. 2 s)

Auf eine etwas andere Art wurden die Stärkekörner in den Sporen von *Chara barbata* Meyen durch einen Pilz angegriffen. In einzelnen Sporen einer getrockneten Pflanze zeigten beinahe alle Körner grössere und kleinere Löcher oder Gruben an der Oberfläche. Die kleinsten waren 1 Mik., die grössten bis 8 und 10 Mik. breit; alle kleinern von der Fläche angesehen kreisrund, — die grössern ebenfalls rund, aber auch oval und unregelmässig. Lange furchenartige Gruben mangelten ganz. — In der Queransicht erschienen die Vertiefungen zuweilen fast flach, häufiger halbkugelig oder kegelförmig und cylindrisch-kegelförmig, bis 2 und $2\frac{1}{2}$ mal so tief als breit. Sie lagen entweder zerstreut über die Oberfläche, oder es waren mehrere (2 — 8) nahe beisammen und dabei meist in eine zusammengesetzte, oft fast traubenförmig aussehende Grube verschmolzen.

Zwischen diesen Körnern lagen zahlreiche Pilzfäden; nicht selten hingen 1 oder 2 derselben einem Stärkekorn an. An den freiliegenden Fäden bemerkte man oft warzenförmige Erhabenheiten und Auswüchse, bis doppelt so lang als dick (Haft- oder Saugorgane). Es ist mehr als wahrscheinlich, dass diese Organe sich an die Oberfläche der Stärkekörner anlegen und in dieselben eindringen. Wenigstens befanden sich in einigen Fällen an den Fäden, die an den Stärkekörnern gehaftet hatten und von denselben losgetrennt wurden, solche Haftorgane, während die Körner nun die Gruben zeigten.

Eine Kartoffel wurde zerschnitten und in einem mit Wasserdampf gesättigten Raum faulen gelassen. Die Schnittflächen bedeckten sich mit einem dicklichen Brei, welcher aus zerstörtem Gewebe bestand. Die Zellmembranen waren meist vollständig aufgelöst. Die Stärkekörner zeigten sich an den einen Stellen des Breis theils unverändert, theils mit seichten Vertiefungen, theils mit tiefen Furchen, Löchern und Kanälen versehen, wie die vorhin erwähnten Körner.

An andern Stellen des Breis dagegen trat eine eigenthümliche Erscheinung auf. Manche Körner hatten feingekörnte Hüllen, bestehend aus einer schleimigen Masse, in welcher eine ungeheure Menge von winzigen einzelligen Pilzen eingebettet war. Dieser Ueberzug war ziemlich zähe; durch Druck konnte er zersprengt und das Stärkekorn herausgepresst werden. Jod färbte die Hülle braungelb, das Stärkekorn darin blau (Fig. 26 auf Taf. XIII). — Leider wurde vernachlässigt, den Pilz, der wie kleine Körnchen erschien, genauer zu untersuchen und zu bestimmen. Bei oberflächlicher Ansicht schien es mir aber kein Gährungspilz zu sein. Er kam auch frei in der Flüssigkeit, und zwar in ungeheurer Menge vor.

Der Verlauf ist ohne Zweifel folgender. Es legen sich solche kleine Pilze aussen an die Stärkekörner, und fangen an dieselben etwas aufzulösen; sie ernähren sich dadurch und pflanzen sich fort. Auflösung des Stärkekorns, Ernährung und Fortpflanzung des Pilzes bedingen daher einander. Desswegen wächst die aus Pilzen bestehende Hülle, so

wie das Stärkekorn kleiner wird. Am Ende ist das letztere ganz verschwunden, und die körnige Masse nimmt vollständig seinen Raum ein. Dieselbe ist solid, und färbt sich durch und durch gelb. In mehreren Fällen erschien sie indess deutlich hohl; wahrscheinlich war hier das Stärkekorn auf irgend eine Art herausgetreten.

Die eben mitgetheilte Beobachtung war in Freiburg im Januar 1854 gemacht worden. Um sie zu wiederholen, liess ich eine Kartoffel im Wasser faulen. Statt der erwarteten zeigte sich eine andere interessante Erscheinung. Die in Auflösung begriffenen Stärkekörner waren in zellenartige Blasen eingeschachtelt, und lagen darin entweder in einer protoplasmaartigen Masse eingebettet oder ringsum von Flüssigkeit umspült.

Was nun zuerst die Resorption der Körner betrifft, so hatte sie Aehnlichkeit mit derjenigen, welche durch Diastase beim Keimungsprocess und durch das Speichelferment hervorgebracht wird. Die Körner wurden ausschliesslich von aussen angegriffen, und verkleinerten sich, bis sie ganz verschwunden waren. Mit Rücksicht auf die Dimensionen stimmten die dem Verschwinden nahen Formen viel mehr mit denen überein, welche der Speichel hervorbringt. Sie waren kürzer und dicker, als die spindelförmigen Nadeln, die man beim Keimen der Kartoffeln findet. Unter den kleinsten Körnern befanden sich solche, die eben so dick als lang waren; bei den meisten übertraf die Länge die Dicke um das 2- bis 4-, nur bei wenigen um das 6- bis 8fache. — Viele Körner behielten während der Auflösung fortwährend eine vollkommen glatte Oberfläche. Andere wurden uneben oder eckig, selbst zackig und lappig, wobei die Lappen wieder gezackt und gezähnt sein konnten. Manche glichen genau einer mehr oder weniger unregelmässigen Crystalldruse, und man war fast erstaunt, durch Jod eine blaue Färbung erfolgen zu sehen. — Die Einschnitte der gelappten Formen reichten zuweilen ziemlich tief, und es geschah hin und wieder, dass solche Körner in 2, 3 bis 5 und 6 getrennte Stücke zerfielen.

Was die Einschachtelung betrifft, so war ein Stärkekorn von 1, 2, 3, 4 und selbst 5 Blasen oder Cysten umschlossen, wobei in der äussersten oder primären Blase die secundäre, in dieser die tertiäre, dann die quartäre und endlich die quintäre enthalten war. Die innerste barg immer das Korn in ihrer Höhlung. — In der primären Blase konnten auch 2 und 3 Stärkekörner oder 2 und 3 secundäre Blasen liegen. Aber in den secundären und folgenden Cysten kamen nie 2 Körner oder Cysten einer folgenden Ordnung vor.

Zuweilen waren die Blasen alle inhaltslos, d. h. nur mit einer farblosen Flüssigkeit gefüllt, — mit Ausschluss des Stärkekorns in der innersten. Mit seiner Auflösung war auch aller fester Inhalt verschwunden. Meistens aber enthielt die innerste Cyste, wenn mehrere, oder die einzige, wenn nur eine vorhanden war, eine protoplasmaartige Substanz. Dieselbe füllte zuweilen die Höhlung ganz aus, so dass sie das Stärkekorn überall berührte; häufiger jedoch bildete sie nur ein mehr oder weniger dickes Wandbeleg, und liess einen mit Flüssigkeit gefüllten Hohlraum, in welchem sich das Korn befand. Nur einmal sah ich den Raum zwischen der primären und secundären Blase voll von festem körnigem Inhalt, während secundäre, tertiäre und quartäre Blase inhaltslos waren.

Der Abstand der in einander geschachtelten Blasen verhielt sich meistens so, dass er von den äussern zu den innern abnahm. Ich beobachtete mehrmals, dass der Durchmesser einer äussern Blase $1\frac{1}{2}$ mal so gross war, als derjenige der nächst innern; so fand ich z. B. an fünf Körnern die Grösse der kugeligen Blasen folgender Maassen (in Mik. angegeben):

	1	2	3	4	5
Durchmesser der primären Blase	33	70	18	33	54
» » secundären »	19	46	13	22	35
» » tertiären »	12	29	8	14	23
» » quartären »	8	18	—	—	—

Diese Beispiele sollen aber nicht im Mindesten eine Regel begründen, sondern bloss anschaulich machen, dass im Allgemeinen die Grösse der Blasen von innen nach aussen nicht in arithmetischer Progression zunimmt.

Sehr häufig schien es, als ob die eine Cyste frei im Innern der andern schwimme, indem man sie ringsum durch einen Abstand von derselben getrennt sah. Es wäre diess indess nicht möglich, da sie nothwendig schwerer als Wasser

sein müssen, — und es ist auch nicht der Fall; denn, wenn man solche Gebilde rollte, so fand man immer eine Lage, wo die innere Cyste die äussere berührte. Es wird also die innere durch die Adhäsion in ihrer Lage erhalten. Die Berührungspunkte aller in einander geschachtelten Blasen scheinen keine räumliche Beziehung zu einander zu haben. Selten befanden sich die Adhäsionsstellen zweier successiven Cysten (z. B. der tertiären an der secundären und der secundären an der primären) auf der gleichen Seite; häufiger waren sie etwa um 90 Grade von einander entfernt, und noch häufiger standen sie einander diametral gegenüber. Dagegen stimmten nicht selten die quartäre und die secundäre mit einander überein. — Wenn das Stärkekorn in dem mit Flüssigkeit gefüllten Hohlraum zu schwimmen schien, so war diess ebenfalls eine Täuschung. Es war, wie sich beim Drehen der Blase um ihre Achse ergab, wandständig und entweder an dem Protoplasma oder an der Membran aufgehängt.

Die Dicke der Blasenwand betrug bis auf 1 Mik. Jodtinctur, Jodzink-Jodlösung, Jod und Schwefelsäure brachten keine Färbung hervor. Verdünnte Schwefelsäure machte das Stärkekorn aufquellen und in Folge dessen die Blase platzen; zuweilen trat der sich bildende Kleister heraus, und liess die Blase leer zurück. Concentrirte Schwefelsäure löste die Cysten und dann das eingeschlossene Korn vollständig auf. — Der protoplasmaartige Inhalt färbte sich durch Jod gelb bis braungelb, durch Zucker und Schwefelsäure roth.

Ich konnte die Entwicklungsgeschichte zwar nicht genau verfolgen. Sie schien mir aber ziemlich deutlich folgende Momente zu enthalten. Um die noch unveränderten Stärkekörner bildete sich eine dünne Lage von homogenem Schleim, aus Proteinverbindungen bestehend. Ich sah solche Schleimhüllen von 1,5 bis 4 Mik. Mill. Dicke. Nach aussen waren sie scharf aber zart abgegrenzt; von einer Membran konnte noch nichts gesehen werden. So wie nun die Schleimlage mächtiger wurde, so verstärkte sich auch die begrenzende Linie und gieng dann in eine Doppellinie über, welche nun deutlich die Membran darstellte. — Auf gleiche Weise konnten auch 2 oder 3 sich berührende Stärkekörner von einer gemeinsamen Schleimlage umhüllt werden. Dabei zeigte sich nur der Unterschied, dass während dieselbe um das einzelne Korn überall ziemlich gleich mächtig war, sie in den Fugen der Gruppen mächtiger wurde.

Inzwischen hatte die Auflösung des Stärkekorns begonnen. Dabei fand eine beträchtliche Vermehrung des Schleims statt, so dass das Korn fortwährend in demselben eingebettet blieb; oder es bildete sich um das letztere ein mit Wasser gefüllter Hohlraum, indem das Protoplasma die Blase als wandständige Schicht auskleidete, die bald überall gleich dick, bald auf einer Seite mächtiger war und auf der andern Seite auch wohl ganz mangeln konnte. — Ob dabei ein Wachsthum der Blasen statt hatte, blieb zwar zweifelhaft; denn die grössten, die ich mit einem einzigen Korn im Innern sah, waren 80 Mik. gross. Fast die gleiche Grösse erreichten auch die freiliegenden unveränderten Stärkekörner. Es liess sich also, wenn die grössten Blasen von den grössten Körnern abstammten, nur auf eine geringe Zunahme schliessen. Dass sie aber wirklich statt hatte, glaube ich daraus entnehmen zu können, dass auch eine Veränderung der Form eintrat. Die Cysten hatten anfänglich genau die Gestalt des Kornes, nachher waren sie fast sämtlich kugelig. Ebenso waren diejenigen mit 2 oder 3 Körnern zwischen denselben zuerst tief eingeschnürt; nachher war die Einschnürung oft nur noch schwach angedeutet.

Die Bildung von neuen Cysten innerhalb der ursprünglichen schien auf zweierlei Art vor sich zu gehen. In dem einen Fall trennte sich der Schleimüberzug ringsum von der Wandung, auf ähnliche Weise wie sich der Primordialschlauch sammt dem Inhalt bei der Schwärmzellenbildung einiger Algen contrahirt (vgl. Heft I, Pag. 37). Er bildete dann an der frei gelegten Fläche eine neue Membran, nämlich die secundäre Blase, welche mehr oder weniger Kugelform zeigte. Bei dieser Zusammenziehung des Schleimbelegs verschwand der Hohlraum, oder er wurde bloss in entsprechendem Verhältniss kleiner.

In dem andern Falle bildete sich um das in einem grossen Hohlraum liegende und in Auflösung begriffene Stärkekorn ein zarter Schleimüberzug, wie anfangs um das unveränderte Korn. Derselbe wurde mächtiger, umkleidete sich mit einer Membran, und verwandelte sich so in die secundäre Blase, welche je nach der Gestalt des eingeschlossenen Kornes rundlich, oval, elliptisch-spindelförmig, länglich-birnförmig oder cylindrisch war.

Wie die secundären in den primären, schienen auch die tertiären Blasen in den secundären, und die quartären in den tertiären auf die eine oder andere Art zu entstehen. — Da, wie oben bemerkt, in den primären Cysten mit 2 oder 3 Stärkekörnern immer auch 2 oder 3 secundäre gebildet wurden, so muss hier nach der zweiten Bildungsweise um

jedes Korn eine neue Zelle entstanden sein. Wenn die Entwicklung nach der ersten Art vor sich gehen sollte, so müsste das Schleimbeleg, als es sich von der Membran löste, in 2 oder 3 getrennte Partien zerfallen sein. Es würde diess an das Zerfallen des Primordialschlauches in 2 oder 3 Schläuche erinnern (wenn derselbe z. B. in cylindrischen Zellen durch Zuckerlösung contrahirt wird). Andeutungen für den genannten Process sah ich keine, der mir auch überhaupt in diesem Falle unwahrscheinlich vorkommt.

Wie ich oben bemerkte, nimmt der Durchmesser der in einander geschachtelten Blasen von der primären bis zur quartären in vermindertem Verhältniss ab. Geschieht die Bildung derselben nach der ersten Art, so muss die Contraction des Inhaltes in einem bestimmten Verhältniss zum Krümmungshalbmesser stehen, indem der Abstand um so grösser ist, je grösser der Radius. Entstehen die Cysten jedoch nach der zweiten Art (an der Oberfläche des sich auflösenden Stärkekorns), so muss während der Zeit, die zwischen dem Ursprung der primären und secundären Cyste liegt, der Durchmesser des Kornes sich stärker verkleinern, als zwischen demjenigen der secundären und tertiären etc.; und wenn die Resorption in jedem Zeitabschnitt eine gleich dicke Lage von dem Stärkekorn hinwegnimmt, so muss die Entstehung der quartären Blase schneller auf die der tertiären folgen als die tertiäre auf die secundäre, und die tertiäre folgt schneller auf die secundäre als diese auf die primäre.

Äusserst merkwürdig sind nun aber die Metamorphosen des Inhaltes der Blasen. Anfänglich war derselbe immer, er mochte um das unveränderte freiliegende, oder um das in Auflösung begriffene und umhüllte Stärkekorn sich ansammeln, zart und homogen. Er könnte längere oder kürzere Zeit in diesem Zustande verharren und dabei sich in grösserm oder geringerm Maasse vermehren. Denn ich sah kleinere Blasen mit sehr dünnem Wandbeleg, wo der Schleim schon körnig war, und dagegen grosse, welche noch ganz mit homogener Masse gefüllt waren. Für Cysten von gleicher Grösse, nämlich von 62 Mik. Durchmesser, konnte der Schleiminhalt, wenn er sein homogenes Ansehen verlor, von 4200 bis auf 112800 Kubik Mik. Mill. betragen, was auf eine sehr ungleiche Zunahme schliessen lässt. — Der homogene Inhalt wurde dann feinkörnig; und nach und nach organisirte er sich zu Körperchen, welche innerhalb der gleichen Cyste fast genau die gleiche Grösse und Form zeigten. Sie behielten die anfängliche Kugelgestalt, bis sie etwa auf einen Durchmesser von 3 und 4 Mik. angewachsen waren. Dann wurden sie länglich und spindelförmig, bei sehr gedrängter Lage in ihrer Cyste. Die letztere öffnete sich an einer Stelle, und die langen Spindeln traten als Schwärmzellen heraus. Auf diese Weise konnte sowohl die primäre als jede folgende Blase ihres Inhaltes entleert werden. Bei Anwesenheit von mehreren Cysten war es aber immer die innerste, in welcher die Metamorphose des Inhaltes vor sich gieng, während die äussern inhaltslos waren. Nur einmal zeigte sich die primäre Cyste mit kleinen Kugeln gefüllt, die eingeschlossene secundäre, tertiäre und quartäre dagegen wasserhell.

Nicht immer kam es zur Schwärmzellenbildung. In mauchen Cysten abortirte der Inhalt gleichsam; d. h. er wurde körnig und verschwand daun. Auch diese Umbildung geht während einer bestimmten Zeit vorüber, so dass die äussere Blase ihren Inhalt nahezu verloren hat, wenn derjenige der nächst innern zur Entwicklung kommt.

Die offenbar monadenartigen Schwärmzellen schienen sich folgender Maassen zu verhalten. Nachdem sie einige Zeit geschwärmt hatten, gelangten sie zur Ruhe und wurden kugelig. Diese Formveränderung zeigten wenigstens ganz sicher einzelne derselben, die innerhalb der Cysten zurückgeblieben waren, und ähnliche Kugeln fanden sich frei im Wasser in zahlreicher Menge. Sie bestanden aus zartem, etwas körnigem oder homogenem Schleim; von einer Membran war nichts bemerkbar. Die Grösse betrug 5 bis 9 Mik. Mill.

Diese Kugeln dehnten sich aus. Bei einem Durchmesser von 12 bis 15 Mik. wurde eine zarte Membran sichtbar; bei 30 bis 35 Mik. konnte dieselbe schon 1 Mik. dick sein. Die Membran wurde dann höckerig, und innerhalb derselben bildete sich eine zweite, zuweilen undeutlich-geschichtete, von grösserer Mächtigkeit (2 — 3 Mik.). Zuweilen schien noch eine dritte Membran zu folgen. In dem Inhalt, welcher anfänglich die Zelle ganz ausfüllte, bildete sich oft ein centraler, grösserer oder kleinerer Hohlraum. Anfänglich ein zarter homogener Schleim, wurde er nachher körnig und verwandelte sich dann in Kugeln, auf gleiche Weise wie es in den Cysten der Fall gewesen war. Leider konnte ich die Untersuchung nicht ganz zu Ende führen. Einige Beobachtungen schienen aber darauf hinzudeuten, dass die erwähnten Kugeln sich verlängerten und zu spindelförmigen Schwärmzellen wurden. Objective Gewissheit dafür besitze ich nicht.

Versuchen wir nun die Deutung des ganzen Processes der Umbüllung, so ist erstlich klar, dass das Stärkekorn dabei nur eine passive Rolle spielt, indem es aufgelöst wird. Die Blasenbildung aber ist ihm fremd, und durchaus verschieden von der Bildung der Hüllen, wie sie bei Einwirkung des Speichels statt hat. — Die Entstehung der Schleimschicht kann auf zweierlei Art statt finden, entweder durch Anhäufung von (festem) Protoplasma um das Stärkekorn, oder dadurch dass die löslichen Proteinverbindungen, von denen es umspült wird, coaguliren. Das erstere ist mir durchaus unwahrscheinlich; für das letztere spricht der Umstand, dass die Schleimschicht in den ersten Stadien an der ganzen Oberfläche genau gleich dick und vollkommen homogen ist. Dieser Vorgang würde sich überdem an mehrere analoge Fälle anschliessen, wo ebenfalls lösliche Proteinverbindungen an der Oberfläche einer festen Masse oder eines flüssigen Tropfens zu einer Membran sich verdichten. Ich habe dieselben im I. Heft (Pag. 9 und 10) erwähnt; es geht daraus hervor, dass zur Coagulation gelöster eiweissartiger Stoffe die geringste Differenz zweier sich berührender Flüssigkeiten oder auch bloss die Flächenanziehung von bestimmten festen Stoffen hinreicht. Zu jenen Thatsachen käme nun als neue hinzu, dass in faulen Kartoffeln die löslichen Proteinverbindungen, die wahrscheinlich sonst schon zur Coagulation geneigt sind, an der Oberfläche der Stärkekörner (wo vielleicht bereits ein chemischer Process, nämlich die Resorption begonnen hat) fest werden.

Ist der plasmaartige Ueberzug um das Stärkekorn fertig, so zeigen die weitem Erscheinungen die gewöhnlichen Vorgänge der Zellenbildung. Die oberflächlichste Schicht verdichtet sich noch weiter, und stellt eine Membran dar. Durch Endosmose von aussen, zum Theil auch durch die Auflösung der Stärke, ernährt und vermehrt sich der Inhalt. — Die Entstehung von innern Blasen enthält nur eine Wiederholung der nämlichen Prozesse.

Ich führe hier als Parallele zu der eben mitgetheilten Beobachtung einen andern ganz ähnlichen Fall von Bildung in einander geschachtelter Blasen an. Im November 1849 cultivirte ich zum Behuf von Untersuchungen über Wachsthumsgeschichte der Characeen *Nitella syncarpa* auf dem Zimmer. Fortwährend waren Zellen im Absterben und in Auflösung begriffen. Dieser Process erfolgte constant unter folgenden Erscheinungen.

In den noch unveränderten Zellen bildet der feste Inhalt bekanntlich ein Wandbeleg, das theils aus farblosem Protoplasma, theils aus Chlorophyllkörnern besteht. Letztere sind in Längsreihen geordnet, und liegen in einer einfachen Schicht. Auf einzelnen zerstreuten Stellen färbte sich das grüne Wandbeleg erst braun, dann braunroth; wobei die Begrenzung der Chlorophyllkörner undeutlich wurde. Gleichzeitig lösten sich dieselben von der Wand ab und flossen in rundliche Massen zusammen, die anfänglich undeutlich-begrenzt, nach und nach zu scharfumschriebenen Kugeln wurden. Diese krankhafte Umbildung des Inhaltes pflanzte sich von denjenigen Stellen, wo sie begonnen hatte, auf die übrige Zellenoberfläche hin fort; so dass man zu einer gewissen Zeit Kugeln, in Ablösung begriffene rundliche Massen und noch unveränderte Chlorophyllschicht neben einander, zuletzt aber nur Kugeln in der Zelle fand.

Die Veränderung der Farbe gieng zwar meistens der Kugelbildung voraus, so dass schon die rundlichen undeutlich-begrenzten Massen braunroth waren. Indessen konnte sie auch theilweise oder gänzlich erst auf sie folgen. Manche Kugeln waren daher zum Theil roth und zum Theil noch grün, wenige ganz grün. Die Vereinigung der beiden Farben trat meistens in der Art auf, dass eine centrale Partie roth, die umgebende Masse grün gefärbt war; was ohne Zweifel daher rührte, weil die Veränderung, wie ich sagte, auf einzelnen Punkten begann und von da aus peripherisch sich verbreitete.

Die fertigen Kugeln hatten eine Grösse von 34 bis 55 Mik. Mill. Sie bestanden aus einer soliden Protoplasma-masse, welche bald homogen, bald undeutlich-gekörnt war. Die Begrenzung zeigte sich zart, aber scharf; nach und nach bemerkte man eine stärkere conturirende Linie und dann eine deutliche Membran als Doppellinie. Die Kugel hatte sich in eine Zelle (Cyste, Blase) verwandelt.

Der Inhalt, der anfänglich in ziemlich gleicher Dichtigkeit durch die Kugel vertheilt war, erschien nun an einer Stelle intensiver, an allen übrigen heller gefärbt. Diese Stelle lag im Centrum der Kugel oder excentrisch. Sie grenzte sich deutlicher ab, wurde zu einer zweiten Kugel, und diese wieder zur Zelle mit deutlicher Membran. Innerhalb der secundären Zelle konnte sich auf gleiche Weise eine tertiäre bilden.

Diese Cystenbildung wurde immer durch eine ihrem äussern Ansehen und ihrem weitem Verhalten nach wesentlich verschiedene Zelle abgeschlossen. Ein Theil des Inhaltes verdichtete und entfärbte sich, und bildete sich zu einer kugeligen farblosen Zelle um, die ich wegen ihres weitem Verhaltens gleich als Pilzspore bezeichnen will. Dieselbe konnte schon in der primären Cyste, die dann keine secundäre bildete, oder in der secundären und tertiären und zwar immer statt fernerer Cystenbildung entstehen.

Was nun zuerst das Verhalten der Pilzspore betrifft, so war dieselbe meist kugelig, selten oval, 15 bis 25 Mik. Mill. gross. Die Membran erschien bald ziemlich dünn, bald dick als deutliche Doppellinie. Der farblose Inhalt war von ölig-schleimiger Beschaffenheit mit starkem Lichtbrechungsvermögen. Namentlich liess er meistens einen innern kugeligen dichten Körper erkennen, mit unregelmässiger höckeriger oder auch mit ganz glatter Oberfläche. Es war, als ob sich hier eine neue Zelle bilden wollte; oft liess sich selbst nicht sicher ermitteln, ob es bloss eine Kugel von dichter Substanz oder eine neue Zelle sei. Das weitere Verhalten spricht indess für das erstere. Der Raum zwischen diesem kugeligen Körper und der Membran war mit körnigem Protoplasma erfüllt; oder die Wandung war mit einem Beleg von grössern und kleinern Körnern oder halbkugeligen Massen ausgekleidet. In einigen Pilzsporen erfüllte der dichte Schleim die ganze Höhlung; nur in wenigen kamen, statt einer, mehrere Kugeln von ungleicher Grösse vor. — Durch concentrirte Zuckerlösung konnte der Primordialschlauch contrabirt und ringsum frei gelegt werden.

Später verschwand die dichte Kugel. Die Pilzspore, die nun ein feinkörniges Protoplasma enthielt, wuchs an einer Stelle in einen dünnen Faden (von 1 — 3 Mik. Breite) aus, welcher die umgebende Cyste und wenn es mehrere waren, sie alle nach einander durchbrach. Er verlängerte sich an der Spitze, verzweigte sich und gab sich deutlich als Pilzfaden zu erkennen. Während des Keimens bildete sich in dem schleimigen Inhalt der Spore ein hohler Raum. Wie der Faden grösser wurde, nahm jener Inhalt ab, und war zuletzt ganz verschwunden.

Der Inhalt der einzelnen Cysten war meistens roth, seltener grün oder aus grün und roth gemengt. Er wurde früher oder später aufgelöst. Während der Auflösung entfärbte er sich mehr oder weniger; er wurde bräunlich-grünlich, oder bräunlich-gelblich, und zuletzt ganz farblos. Dabei zeigte er Molecularbewegung. — Mit Rücksicht auf das Verhältniss der Blasen unter einander und zu der Pilzspore bestand eine grosse Mannigfaltigkeit bezüglich der Resorption des Inhaltes. Unmittelbar nach Entstehung der Spore hatten alle, die äussern wie die innern, ihren unveränderten Inhalt. Dieselbe konnte keimen, ehe in den umgebenden Blasen eine Veränderung sichtbar wurde. Es konnte aber auch in den letztern der Inhalt vollständig verschwinden, ehe die Spore anfieng sich zu entwickeln. — Die in einander geschachtelten Cysten wurden meist ziemlich gleichzeitig wasserhell; zuweilen giengen die äussern den innern, oder auch die innern den äussern voran; was wohl damit zusammenhängt, dass auch von Anfang an der Inhalt derselben bald eine gleiche, bald eine ungleiche Dichtigkeit besass.

Die Deutung des Einschachtelungsprozesses, welcher im Inhalte von absterbenden Charenzellen beobachtet wird, ist einfacher als bei denjenigen in faulenden Kartoffeln. Die Entwicklung von Inhaltspartieen zu Zellen kommt bei den grössern Algenzellen nicht selten vor. Dort ist es aber meistens der unveränderte lebenskräftige Inhalt, welcher sich mit einem Primordialschlauch und einer Membran bekleidet, und dadurch vor der Einwirkung des absterbenden Inhaltes schützt. In alten Charenzellen dagegen individualisirt sich die krankhaft veränderte Substanz zu neuen Zellen. Doch mag es auch hier eine Reaction des organischen Lebens gegen die Zersetzung sein, welches seine Herrschaft nicht mehr in der ganzen grossen Zelle zu behaupten vermag, und sein Gebiet auf kleinere und kleinere Inhaltspartieen beschränkt, wobei immer wieder ein Theil der Substanz preisgegeben wird, bis endlich die letzten Reste derselben zu einer specifisch verschiedenen Geltung gelangen.

Die Monadenbildung in den Cysten der faulenden Kartoffeln und die Pilzsporenbildung in den Cysten der absterbenden Zellen von Nitella sind geeignet die Frage über die Urzeugung einen Schritt weiter zu bringen. Innerhalb der zellenartigen Blase, deren Entstehung aus einer homogenen Schicht von Protoplasma man Schritt für Schritt verfolgen kann, bilden sich Hunderte von Infusorien. Wollten wir uns der Generatio spontanea erwehren, so hätten wir nur die Auswahl zwischen zwei sehr unwahrscheinlichen Annahmen.

Nach der einen Annahme wäre das Kartoffelstärkekorn schon vor der Cystenbildung mit Tausenden von Keimen bedeckt gewesen von solcher Kleinheit, dass sie selbst bei den stärksten jetzigen Vergrößerungen die homogene Oberfläche des Kornes nicht einmal zu trüben vermochten. Dieselben hätten in den Cysten sich entwickelt und dabei allen Protoplasmahalt derselben in sich aufgenommen. Von allen Keimen wäre aber nur ein Theil in der primären Cyste zur Ausbildung gelangt; die übrigen müssten auf der Oberfläche des in Auflösung begriffenen Stärkekorns zurückgeblieben sein, um successive in der secundären, tertiären und quartären Cyste sich zu entwickeln.

Die zweite mögliche Annahme wäre die, dass die Blasen sich erst gebildet hätten, und dass die Keime dann von aussen in dieselben eingedrungen wären. Die letztern müssten in der Nähe von bereits vorhandenen Wesen in ungeheurer Menge hervorgebracht worden sein, und sie müssten durch eine oder mehrere porenlose, ziemlich dickwandige Cystenmembranen sich durchgebohrt haben, ohne microscopisch wahrnehmbare Spuren ihres Durchganges zu hinterlassen.

Die gleichen Voraussetzungen ständen uns zu Gebot, um für die Entstehung der Pilzsporen in den Charenzellen die Urzeugung zu vermeiden. Entweder wären die Keime schon ehe sich die Cysten bildeten, in das Protoplasma hineingelangt, oder sie wären später durch die Membranen hineingedrungen. Im ersten Fall müssten sie unsichtbar klein gewesen sein, da sie in dem homogenen Schleim verschwanden. Im zweiten Falle müssten die Durchgangsstellen nachher wieder spurlos vernarbt sein.

Eine Schwierigkeit bei diesen Annahmen, die sich bloss auf die Pilzsporenbildung bei Charen bezieht, ist die, dass in jeder Cyste nur eine Spore vorkommt; ein einziges Mal sah ich deren zwei neben einander in der secundären Blase. Es müssten also die Keime sich so in der Charenzelle vertheilen, dass auf jede sich zur Kugel individualisirende Partie gerade Einer käme, und dieser Eine müsste in der Kugel immer in der Abtheilung sich befinden, welche zur secundären und tertiären Cyste wird, d. h. die Keime würden gleichsam die Stelle eines Kerns bei dieser abnormalen Zellenbildung vertreten. Oder wenn die Keime später von aussen hereinträten, so müsste in jede Cyste gerade Einer eindringen, hier aber nicht verweilen, sondern in die secundäre und tertiäre fortrücken, und erst dort sich entwickeln. Es ist einleuchtend, wie unwahrscheinlich solche Voraussetzungen sind; — und nicht grössere Wahrscheinlichkeit würde die Hypothese darbieten, dass zwar viele Keime entweder schon von Anfang an in den Cysten gewesen oder erst später hereingekommen seien, dass aber in den äussern Blasen alle ohne Ausnahme abortirten und in der innersten nur ein einziger zur Ausbildung gelangte.

Ein allgemeinerer Einwurf, der sowohl die Monadenbildung als die Entstehung der Pilzsporen betrifft, wird durch die Grösse der Keime bedingt. Wenn man bisher die Urzeugung bekämpfte und an deren Stelle die Fortpflanzung setzte, so meinte man, dass Sporen oder Ejer auf irgend eine Weise an die Stelle gelangt seien, wo später sich fremde Organismen entwickelten, oder dass Pflanze und Thier selbst die Wanderung vollbracht hätten. Wir müssten nun aber ausser den bekannten Keimen, durch welche die Fortpflanzung geschieht, und welche oft von beträchtlicher Grösse, immerhin aber bei stärkern Vergrößerungen deutlich erkennbar sind, noch eine andere bisher unbekannt Art von Keimen, solche von unsichtbarer Kleinheit annehmen, — eine Hypothese, für welche sonst keine Wahrscheinlichkeit vorhanden sein möchte.

Ohne näher auf die Gründe für die Generatio spontanea einzugehen, will ich nur zwei Betrachtungen, die auf dieselbe Bezug haben, andeuten. Wenn wir Weinmost gähren lassen, so hängt die Zeit, in welcher die Gährung eintritt und vorübergeht, erfahrungsgemäss von der chemischen Zusammensetzung des Mostes (Menge von Zucker, eiweissartigen Stoffen etc.) und von der Temperatur ab. Entstünden die Gährungspilze nicht durch Urzeugung, so müsste, da deren Bildung in einem bestimmten Verhältniss zum Gährungsprocess steht, dieser auch noch dadurch bedingt werden, ob eine grössere oder geringere Menge von organischen Keimen von aussen in die Flüssigkeit komme. Es könnte nicht von gleichem Erfolg sein, wenn in eine gegebene Menge von Most nur 1 oder 10 oder 100 Keime von Gährungspilzen gelangten; denn in gleicher Zeit würden sich 10 oder 100 mal mehr Zellen daraus entwickeln können. Es müsste selbst etwa einmal der Fall sein, dass gar kein Keim in ein Fass gelangte, und dann die Gährung überhaupt unterbleiben.

Die Thatsache, dass überall und zu allen Zeiten die Gährung erfolgt, wenn die dazu nothwendigen Bedingungen vorhanden sind, und dass deren Intensität zu diesen Bedingungen in einem bestimmten Verhältniss steht, lässt nur zwei Annahmen zu. Entweder entstehen die Gährungspilze von selbst aus den eiweissartigen Stoffen, und ihre Zahl hängt

vorzugsweise von der Menge dieser letztern ab. Oder die Keime sind überall in so ungeheurer Menge vorhanden, und gelangen immer in mehr als hinreichender Zahl in die gärenden Flüssigkeiten, so dass es gleichgültig wird, ob deren mehr oder weniger sind.

Eine andere Betrachtung führt uns auf das nämliche Resultat. Wenn wir Weinbeeren zerdrücken und mit dem Saft einen Kubik-Centimeter Luft (es genügt auch eine viel kleinere Quantität) in Berührung bringen, so erfolgt sicher Gährung. Es muss also in jedem Kubik-Centimeter Luft, wenn wir nicht Urzeugung annehmen, wenigstens Ein Keim des weingeistigen Gährungspilzes sich befinden. Wir haben es aber in unserer Gewalt, durch besondere Mischung der Flüssigkeit und durch Anwendung verschiedener Temperaturgrade andere Gährungen eintreten zu lassen. Wir können auch nach Belieben, durch Modification der übrigen Bedingungen, mit dem gleichen Kubik-Centimeter Luft Bildung von Fadenpilzen oder von Infusorien veranlassen. Es muss also in jedem Kubik-Centimeter Luft auch wenigstens ein Keim von jedem andern Gährungspilz, von manchen Schimmeln und Infusorien enthalten sein. Beobachten wir ferner das Auftreten von vielen Pilzen, die im Innern des Gewebes entstehen (Uredo, Aecidium, Sphaeria etc. etc.), so sehen wir, dass in einer Wiese, auf einem Acker, an den Bäumen eines Obstgartens dieselben gleichzeitig zu Billionen auftreten, ohne dass sie von einander abeleitet werden können, indem sie in dieser Menge sichtbar werden, ehe irgendwo eine Pflanze zur Fruchtbildung gelangte.

Wir werden also auch auf diesem Wege zu der vorhin ausgesprochenen Alternative geführt: Entweder entstehen viele Pilze und manche Infusorien durch Urzeugung oder ihre Keime sind in so ungeheurer Menge in der Atmosphäre vertheilt, dass wenigstens von vielen Arten die Anwesenheit Eines oder eher Mehrerer in jedem Kubik-Centimeter angenommen werden muss. — Nun ist aber sicher, dass von den gewöhnlichen Pilzsporen nur sehr wenige in der Luft vorkommen. Es müssten also wieder Keime von solcher Kleinheit angenommen werden, dass sie der microscopischen Beobachtung und trotz ihrer enormen Menge der chemischen Analyse entgingen.

Die Gründe, die gegen die Generatio spontanea aufgeführt wurden, sind doppelter Art. Entweder wurde in einzelnen Fällen, in denen sie bis dahin angenommen worden war, das Vorhandensein von Sporen und Eiern oder die Wanderung von Pflanzen und Thieren nachgewiesen. Oder es wurde durch das Experiment gezeigt, dass die Zerstörung der organischen Keime auch die Entstehung von Pflanzen und Thieren verhindere.

Was die erste Kategorie von Gründen betrifft, so ist es einleuchtend, dass sie für den einzelnen Fall entscheidend und überhaupt für die Erkenntniss des Thier- und Pflanzenlebens von grosser Bedeutung sind, dass sie aber die Frage im Allgemeinen unentschieden lassen. Denn wenn Pilzfäden in lebenskräftiges Zellgewebe und selbst in's Innere von Zellen eindringen und daselbst zu üppiger Vermehrung gelangen, oder wenn Keime von Entozoen wunderbare Wanderungen vollbringen, so beweisen diese Thatsachen nichts für diejenigen Fälle, wo der Mangel an Organismen und ihren bekannten Keimen dargethan ist.

Offenbar ein grösseres Gewicht hat das Experiment, dass gekochtes Fleisch und geglühte Luft keine Infusorien und Pilze zu erzeugen vermögen. Man könnte zur Vermuthung geneigt sein, dass die räthselhafte Natur des Sauerstoffs durch das Glühen verändert wird. Allein diese Annahme wird erfolglos durch die andere Thatsache, dass unveränderte Luft, welche durch Baumwolle filtrirt wird, ebenfalls zeugungsunfähig ist. Daraus scheint mit Evidenz hervorzugehen, dass in der Luft organische Keime enthalten sind, die durch das Glühen zerstört oder von der Baumwolle zurückgehalten werden. Indessen liegt eine andere Erklärung, wie ich glaube, eben so nahe.

Gekochte organische Substanz lässt sich, wenn der Luftzutritt vollkommen gehemmt ist, eine beliebige Zeit aufbewahren. Die eiweissartigen Verbindungen gehen in einen Zustand über, in welchem sie verharren, bis die Umsetzung wieder von aussen angeregt wird. Die gasförmigen Bestandtheile der Luft sind es nicht, welche diese Umsetzung einleiten, denn geglühte und filtrirte Luft bewirken keine Veränderung. Es können nur die festen organischen Bestandtheile sein, welche überall in geringer Menge als Staub in der Atmosphäre vorkommen. Diese Splitter von Pflanzen- und Thiergeweben enthalten alle, wenigstens geringe Mengen von Proteinstoffen, welche, sobald sie befeuchtet werden, in Zersetzung gerathen. Kommt nur ein einziges Stäubchen mit gekochter organischer Substanz in Berührung, so wird es durch Contact die chemische Bewegung auf einen Punkt derselben übertragen, und so die Veranlassung zu einer durchgreifenden chemischen Umbildung abgeben.

Wir können also immerhin sagen, dass in der Luft Keime enthalten sind, nicht aber organisirte Keime specifischer Thier- und Pflanzenarten, sondern Keime für chemische Processe. Dass solche organische Splitter in der Atmosphäre vorkommen, und zwar in grosser Menge, ist eine bekannte Thatsache; und wir sind berechtigt anzunehmen, dass in jedem Kubik-Centimeter Luft nicht bloss einer sondern viele sich befinden. Denn sie setzen nicht eine bestimmte Form und Grösse voraus, sondern sind fast ins Unendliche theilbar, können also auch ausserhalb der Grenze microscopischer Beobachtung und chemischer Analyse liegen. Aber nicht bloss rücksichtlich der Grösse, auch mit Beziehung auf Zahl und Beschaffenheit vereinfacht sich die Annahme bedeutend; denn statt aller möglicher, specifisch verschiedener (organisirter) Keime müssen in jedem Kubik-Centimeter Luft bloss Splitter von irgend welchen organischen Stoffen vorhanden sein, die in den gekochten Substanzen einen durch die Natur dieser letztern bedingten Zersetzungsprocess und weiterhin eine von der Eigenthümlichkeit dieses Zersetzungsprocesses abhängende spontane Bildung von Thier- oder Pflanzenkeimen hervorrufen.

Die Annahme der Generatio spontanea hat wesentlich nur theoretische, keine praktische Bedeutung. Denn wenn nach der gewöhnlichen Theorie bei der Krankheit, Gährung und Fäulniss vorausgesetzt wird, dass ein günstiger Boden von all den hundert verschiedenen Keimen nur die Eine Art zur Entwicklung gelangen lasse, so fällt im andern Falle ihm das Erzeugen derselben anheim. Für Ansteckung und Verbreitung des Zersetzungsprocesses aber stimmen beide Theorien mit einander überein.

Da ich die Monadenbildung in den Cysten, die in faulenden Kartoffeln um die Stärkekörner entstanden waren (Pag. 131), noch einmal untersuchen wollte, so brachte ich einen Rest jener Substanz mit einem angefaulten Knollen in ein anderes Gefäss mit Wasser. Nach kurzer Zeit ging der letztere vollständig in Fäulniss über. Zu meinem Erstaunen war aber hier weder von dieser Cystenbildung, noch von der aus kleinen einzelligen Pilzen bestehenden Hülle (vd. Pag. 129) etwas zu sehen; sondern es trat eine neue Erscheinung auf, die zugleich auch eine bisher noch nicht beobachtete Form der Auflösung darbot. Unter mehr oder weniger veränderten Stärkekörnern lagen scharf abgegrenzte Körnerhäufchen von gleicher Grösse und Form, deren Natur auf den ersten Blick räthselhaft war, und die zu meiner Ueberraschung durch Jod schön blau gefärbt wurden, also von jenen abstammen mussten, was auch die nähere Untersuchung sogleich herausstellte.

Die Stärkekörner werden zuerst an einzelnen punktförmigen Stellen, die sich bald in tangentialer Richtung verlängern, oder auch sogleich an linienförmigen Stellen angegriffen, wodurch sich oberflächliche Rinnen bilden. Von den rundlichen Vertiefungen bohren sich aber auch oft Kanäle in's Innere, bald in radialer bald in schiefer Richtung verlaufend. Die Rinnen am Umfang und die Kanäle im Innern breiten sich zu Spalten aus, die unregelmässig zusammenstossen. Im ersten Stadium sieht man daher Punkte und kürzere, gerade oder etwas geschlängelte und gekrümmte Linien an der Oberfläche, beide scharf-umschrieben und von röthlichem Ansehen. Im zweiten Stadium bilden diese Linien ein unregelmässiges Netz durch die ganze Substanz.

Durch Bildung ähnlicher Kanäle und Spalten setzt sich die Zerklüftung des Stärkekorns fort, und erhält zuletzt ein krümeliges oder körniges Ansehen. Diese Veränderung kann gleichmässig in der ganzen Substanz vor sich gehen. Häufiger widerstehen einzelne Partien länger als andere, was meistens in folgender Art statt hat. Wenn die Kanäle und Spalten zusammenstossen und ein Netz bilden, so zerfällt durch dieses Netz das Korn in mehr oder weniger Partien bald von gleicher, bald von ungleicher Grösse, an deren Umfang nun vorzugsweise die Zerklüftung statt hat. Man beobachtet daher homogene, eckige oder rundliche Massen, eingebettet in einer dunkelkörnigen Substanz. Selten bleibt auch, indem die Zerklüftung von der Oberfläche aus nach innen fortschreitet, im Innern anfänglich eine einzige homogene Masse, nahezu von der Form, welche das ganze Korn hat, zurück.

Von Anfang an und oft noch während längerer Zeit sieht man sehr deutlich, dass die Zertrümmerung der Substanz in nichts anderem als in Bildung von engen Kanälen und vorzüglich von schmalen Spalten besteht, die auch stellenweise, wo sie in grösserer Menge zusammentreffen, zuweilen ansehnlichere Lücken erzeugen. Zuletzt aber kann die Substanz vollkommen körnig erscheinen, und auch theilweise wirklich in Körnchen zerfallen. Die Zerklüftung geht dabei im Innern rascher vor sich als an der Oberfläche. Die äusserste Schicht bleibt noch längere Zeit als zusammen-

hängende Hülle, die bloss an einzelnen Stellen durchbrochen ist. Sie scheint die innere mehr oder weniger zerfallene Masse zusammenzuhalten.

Die vollständige Auflösung kann von einer Seite her erfolgen. Häufiger scheint es jedoch der Fall zu sein, dass zuerst die innere Substanz und zuletzt die äussere Schicht verschwindet. Wenigstens findet man nicht selten ausgehöhlte Schalen oder Schalenstücke.

Der ganze Process, wie die Stärkekörner hier angegriffen und zuletzt vollständig resorbirt werden, zeichnet sich durch die Unregelmässigkeit seiner Erscheinungen aus. Offenbar ist es auch hier eine lösliche Substanz, welche auf die Stärke einwirkt; denn von Pilzen oder andern festen Stoffen, die den Körnern anhängen oder gar ins Innere eindringen würden, ist nichts zu sehen. Dabei fällt aber auf, dass die oberflächlichen Furchen, indem sie sich zu Spalten vertiefen, sich nicht oder nur wenig erweitern, — dass also gleichsam die Auflösung in der Richtung, in der sie den Anstoss erhalten hat, sich fortsetzt, und nicht, wie man es von einem flüssigen Lösungsmittel erwarten sollte, nach allen Seiten gleichmässig wirkt. Denn die Richtung der Spalten ist so unregelmässig, dass sie nicht von dem Bau der Körner abhängen kann. — In der faulenden Kartoffel fanden sich eine Menge sehr kurzer fast gerader Fäden vor, die ich für *Vibrio Lineola* Müll. halte. Könnten dieselben vielleicht den Anstoss zu der Bildung von Kanälen und Rinnen gegeben haben? Der Durchmesser dieser letztern beträgt 1 — 1 1/2 Mik., was gerade der Dicke jener Pilze entspricht, die kaum 1 Mik. erreicht. Dennoch ist mir die Annahme unwahrscheinlich.

Ich habe früher gezeigt, dass verdünnte Lösungen von Alkalien und wasserhaltige mineralische Säuren zuerst die innere weiche Substanz der Stärkekörner, welche auch zuerst und am lebhaftesten aufquillt, auflösen, und dass die Lösung von innen nach aussen hin fortschreitet (Pag. 104). Wenn man concentrirte (Nordhäuser- oder englische) Schwefelsäure mit trockenen Kartoffelstärkekörnern in Berührung bringt, so werden die letztern von der Oberfläche her angegriffen, und verschwinden wie Krystalle, die sich auflösen.

Dabei wird die trockene Stärke offenbar nicht von Schwefelsäure durchdrungen. Denn ein Aufquellen derselben findet nicht statt; und die Schichtung des Kornes, welche durch das Trocknen verschwunden ist, und welche sonst in Wasser wieder deutlich wird, bleibt unsichtbar. Kurz die Substanz scheint ganz die ursprüngliche Dichtigkeit zu behalten, bis sie Lage für Lage an der Aussenfläche aufgelöst worden ist. — Daraus ergiebt sich die interessante Thatsache, dass die Stärke, während sie wasserhaltige Schwefelsäure stärker anzieht als Wasser und eine viel grössere Menge davon aufnimmt, dagegen zu concentrirter Säure keine oder nur eine äusserst geringe Diffusions- oder Durchdringungs-Verwandtschaft hat. Denn wir dürfen nicht etwa sagen, die concentrirte Säure habe nicht Zeit einzudringen, weil sie die Körner schon an der Oberfläche angreife und auflöse. Wasser und wasserhaltige Säure durchdringen momentan das trockene Korn, so wie sie mit demselben in Berührung kommen, während es einige Minuten (selbst 10 und mehr) dauern kann, bis dasselbe in concentrirter Säure verschwindet.

Damit stimmt auch folgende Beobachtung überein. Ich breitete frische Kartoffelstärkekörner, die durch Auswaschen gewonnen wurden, in so dünner Lage auf dem Objectträger aus, dass sie einzeln neben einander lagen, ohne sich zu berühren, und liess sie so lange an der Luft stehen, bis das umgebende Wasser abgetrocknet war. Als die Körner, mit einem Deckgläschen bedeckt, unter das Microscop gebracht wurden, so zeigte es sich, dass sie selber zwar trocken lagen, aber noch mit Wasser durchdrungen waren; denn die weichen Schichten erschienen unverändert, hatten also ihre Feuchtigkeit nicht abgegeben. An dem einen Rande des Deckgläschens wurde rauchende Schwefelsäure zugesetzt, welche sich langsam über das ganze Object verbreitete. So wie sie ein Stärkekorn berührte, so verschwand in demselben augenblicklich die Schichtung, indem es kaum merklich (um 6 — 9 Procent des Durchmessers) sich verkleinerte. — Während wasserhaltige Schwefelsäure in das feuchte Stärkekorn eindringt und dasselbe aufquellen macht, so entzieht also concentrirte Säure demselben das Wasser, wie es durch Alcohol geschieht. Im Schichtencentrum mancher Körner entsteht ein kleines Gasbläschen, von 1 — 2 Mik. Durchmesser; dasselbe ist kugelig oder länglich, im letztern Falle häufiger quer, seltener längs gestellt. Das entwässerte Korn wird dann, wie das lufttrockene, von aussen her aufgelöst.

Die Resorption der Kartoffelstärke von aussen geschieht auf doppelte Art, entweder gleichmässig an der ganzen Oberfläche oder ungleichmässig, indem einzelne Stellen stärker angegriffen werden. Das Letztere findet bei der heftigsten Einwirkung der Schwefelsäure statt. Es ist dann namentlich die Mitte des Korns und die hintere Hälfte, wo zuerst die Auflösung thätig ist. An manchen Körnern bilden sich auf der einen Seite von der Mitte bis zum hintern Ende Gruben, welche zusammenschmelzen und tiefer werden, so dass die hintere grössere Hälfte von dem einen Rande nach dem gegenüberliegenden aufgelöst wird, ehe die vordere kleinere Hälfte, welche das Schichtencentrum enthält, eine merkliche Veränderung erfahren hat. — Vorzüglich ist es eine Grube in der Mitte der Länge oder herwärts derselben (etwas näher dem Kern), welche sich rasch vertieft, so dass das Korn zuweilen in 2 Hälften zerfällt, von denen die hintere rasch verschwindet. Nicht selten kommt auch diese Grube allein vor; es wird dann in der Mitte der Länge schnell eine Querzone aufgelöst. Von den beiden noch wenig veränderten Hälften erliegt auch hier die hintere zuerst. — Statt von einer kann in selteneren Fällen die Resorption auch von 2 gegenüberliegenden Seiten (Kanten) beginnen.

An manchen Kartoffelstärkekörnern wird die ganze hintere Hälfte angegriffen, und verschwindet ganz oder grösstentheils, ehe an dem vordern Ende eine wesentliche Verkleinerung bemerkbar ist. Dabei wird jene sehr häufig zackig und eckig, indem offenbar einzelne, mehr oder weniger zahlreiche Stellen stärker widerstehen. Der vordere Theil dagegen bleibt glatt.

Eine häufige Erscheinung ist endlich auch die, dass die Auflösung am hintern Ende beginnt, und nach dem vordern Ende hin vorrückt. Man sieht Körner, welche ein Drittheil oder die Hälfte und mehr von ihrer Länge verloren haben, und deren vorderer Theil, wie es scheint, noch ganz unverändert ist. Die in Resorption begriffene Fläche zeigt meistens einige scharf ein- und ausspringende Winkel.

Es sind vorzüglich diese drei Formen der Auflösung (von dem hintern Ende aus, von der einen Seite der Mitte oder der hintern Hälfte, und an der ganzen Oberfläche dieser Hälfte), welche bei der ungleichmässigen Einwirkung der Schwefelsäure unterschieden werden können. Ueberdem kommen bei diesem Prozesse noch eine Menge Unregelmässigkeiten vor, wobei aber immer die hintere Hälfte und die Mitte stärker angegriffen werden, als das vordere Ende. Charakteristisch ist für diesen Process namentlich auch die Erscheinung, dass die in Auflösung begriffene Fläche in der Regel Vorsprünge und Vertiefungen zeigt, die nach aussen und innen spitze Winkel, und bald lange Zacken, bald tiefe Einschnitte darstellen.

Eine andere Form der Einwirkung ist die, dass die Kartoffelstärkekörner an der ganzen Oberfläche gleichzeitig angegriffen und zunächst runzelig, dann etwas zackig werden. Dabei geschieht die Auflösung an der hintern Hälfte ebenfalls viel lebhafter als an der vordern.

Wirkt die Schwefelsäure etwas weniger heftig auf die Stärkekörner ein, so findet die Resorption mehr gleichmässig an der ganzen Oberfläche statt. Ganz charakteristisch erscheint dabei der Umstand, dass die Körner polyedrisch werden, mit ebenen Flächen und wenig vorspringenden, aber doch ziemlich scharfen Kanten. Selten bleibt die Oberfläche gerundet, und ist dabei in den einen Fällen glatt wie von Anfang an, während sie in den andern körnig-warzig wird.

Die Beobachtung zeigt sogleich, dass hiebei die Resorption nicht an allen Seiten der Oberfläche gleich intensiv ist. Um ein genaues Maass dafür zu erhalten, wurden die Dimensionen des nämlichen Korns erst im unveränderten Zustande und dann bis zur vollständigen Auflösung wiederholt gemessen. Bei zwei Körnern wurden nur die beiden Radien berücksichtigt; rad. bezeichnet den kurzen, Rad. den langen Halbmesser; die Werthe sind in Mik. Mill. angegeben.

1	rad.	8	5,5	4	3	2	
	Rad.	23	13	6	3	1	
2	rad.	11	8	6,5	5	4	3
	Rad.	33	25	20	15	11	7

Bei den folgenden Beispielen wurde auch die Breite gemessen, und die ganze Länge angegeben:

3	rad.	10	9	8	7	6	5,5	5	4
	Rad.	26	25	23	15	10	6	2	—
	Breite	39	35	30	17	11	8	6	4
	Länge	36	34	31	22	16	11,5	7	4

4	rad.	13	12	11	10	9	8	7					
	Rad.	32	29	24	20	16	12	7					
	Breite	42	38	31	22	15	10	3					
	Länge	45	41	35	30	25	20	14					
5	rad.	7	6	5	4	3	2,7	2,4	2	1,7	1,5	1,2	1
	Rad.	55	52	48	44	40	35	30	22	16	10	7	3
	Breite	35	31	27	24	22	18	16	12	10	8	5	2
	Länge	62	58	53	48	43	37,7	32,4	24	17,7	11,5	8,2	4
6	rad.	8	7	6	5	4	3	2,5	2	1,7	1,4	1	
	Rad.	30	26	23	20	18	17	15	12	7	5	3	
	Breite	27	24	21	18	16	14	10	7	5	4	2,5	
	Länge	38	33	29	25	22	20	17,5	14	8,7	6,4	4	
7	rad.	6	5	4	3,5	2,5	1,5	—	—				
	Rad.	32	27	20	16	13	10	6	3				
	Breite	26	23	16	13	11	8	4	2				
	Länge	38	32	24	19,5	15,5	11,5	6	3				
8	rad.	7	6	5	4	3	2	—	—				
	Rad.	38	35	31	29	26	24	17	9				
	Breite	33	30	27	24	21	19	14	11				
	Länge	45	41	36	33	29	26	17	9				
9	rad.	9	8	7	6	5	4	3	2	—	—		
	Rad.	40	37	34	32	30	28	25	22	16	8		
	Breite	35	33	31	29	27	24	20	16	12	7		
	Länge	49	45	41	38	35	32	28	24	16	8		
10	rad.	8	7	6	5	4,5	4	3	2	—	—		
	Rad.	37	35	33,5	32	30	28	26	25	20	15		
	Breite	26	25	23	21	20	19	18	17,5	17	16		
	Länge	45	42	39,5	37	34,5	32	29	27	20	15		
11	rad.	9	8	7	6	5	4	3	2,5	—	—	—	
	Rad.	45	42	38	35	33	30	27	25	22	15	3	
	Breite	33	31	27	25	23	20	17	16	13	10	5	
	Länge	54	50	45	41	38	34	30	27,5	22	15	3	
12	rad.	6	4	3	2	1	—	—	—	—	—		
	Rad.	54	49	44	40	35	30	24	20	12	7		
	Breite	34	31	28	25	23	20	18	16	9	5		
	Länge	60	53	47	42	36	30	24	20	12	7		
13	rad.	10	8	7	6	5	4	3	2	—	—	—	—
	Rad.	47	42	40	38	36	34	32	30	28	25	20	12
	Breite	36	33	28	25	23	20	18	16,5	15	14	12,5	11
	Länge	57	50	47	44	41	38	35	32	28	25	20	16

14	rad.	13	11	10	9	7	6	5	4	3	2	—	—	—	—
	Rad.	47	43	40	38	33	30	27	25	23	21	18	14	10	6
	Breite	46	40	36	33	29	25	21	18	16	14	12	10	8	6
	Länge	60	54	50	47	40	36	33	29	26	23	18	14	10	6
15	rad.	8	7	6	5	4	3	2	—	—	—	—	—	—	—
	Rad.	40	38	35	33	31	29	26	24	23	20	15	10	7	3
	Breite	40	36	32	29	27	25	23	21	20	19	18	17	13	6
	Länge	48	45	41	38	35	32	28	24	23	20	15	10	7	3
16	rad.	9	8	7	6	5	4	3	2	—	—	—	—	—	—
	Rad.	35	31	27	25	23	21	17	16	14	10	7	3	1	
	Breite	53	48	41	37	34	30	25	21	19	15	13	12	11	
	Länge	44	39	34	31	28	25	20	18	14	10	7	3	1	

Zu den vorstehenden Messungen habe ich zu bemerken, dass nur solche Körner berücksichtigt wurden, welche während der Auflösung die charakteristischen zarten Maschenlinien (herrührend von den Kanten der polyedrischen Form) zeigten. Alle Körner, die in Folge lebhafterer Einwirkung der Schwefelsäure stärkere Ecken oder Zacken bekamen, wurden vernachlässigt; ebenso diejenigen, welche mit einem hellen Hof umgeben waren und eine glatte Oberfläche hatten. Die letztern gehören einem andern Concentrationsgrad der Schwefelsäure an; ich werde später von ihnen sprechen. — Gewöhnlich machte ich während der Auflösung eines Kornes so viele Messungen, als der Zeit nach möglich war, und behielt dann nur diejenigen, welche für den kleinen Halbmesser ganze Zahlen gaben. Zuweilen nahm ich auch schon beim Messen selber auf diesen letztern Umstand Rücksicht.

Von den 16 aufgeführten Beispielen wurde bei den einen englische Schwefelsäure entweder rein, oder um die Wirkung zu verlangsamen, mit einem Zusatz von Zucker zu den trockenen Kartoffelstärkekörnern gebracht (so bei 1, 2, 3, 4, 7, 8, 10, 13). Bei den andern wendete ich, um die Auflösung noch mehr zu retardiren, eine Mischung von rauchender Schwefelsäure und Alcohol an; dieselbe wirkte entweder auf trockene Kartoffelstärke ein (so in 9, 11, 15, 16), oder auf frische Körner, von denen das umgebende Wasser vorher abgetrocknet war (so in 5, 6, 12, 14). Die Erscheinungen sind bei jeder Behandlungsart die nämlichen, indem es nur auf den Wassergehalt der Säure ankommt. Von der Reinheit derselben hängt aber die Dauer ab, während welcher der Process zu Ende geht.

Die Resorption beginnt an den unveränderten Körnern sehr langsam, so dass man deren Wirkung anfänglich kaum bemerkt. Sie wirkt etwas schneller, wenn die äusserste Lage weggenommen ist, und beschleunigt sich immer mehr, so wie sie weiter nach innen vorrückt. Der letzte Rest aus der Mitte des Kornes verschwindet meist sehr rasch. Aus den Messungen ergiebt sich, dass während einer gleichen Zeiteinheit der Durchmesser am Schlusse der Auflösung 50 bis 100 mal mehr abnimmt als im Anfange. — Diese Thatsache scheint mir um so wichtiger, da sie durch Analogie auch einen Schluss auf die Resorption durch die Diastase beim Keimen und durch den Speichelstoff erlaubt. Bei diesen beiden Processen, wo es unmöglich ist, das einzelne Korn zu verfolgen, machen es die Umstände zwar wahrscheinlich, dass die Auflösung erst langsam beginnt und gegen das Ende sich beschleunigt. Denn in keimenden Kartoffeln und in andern treibenden Wurzelstöcken sind die letzten Stadien der Auflösung verhältnissmässig spärlich vorhanden; und bei Anwendung von Speichel dauert es eine geraume Zeit, bis man die ersten Spuren der Resorption wahrnimmt. Die direkten Beobachtungen bei der Einwirkung von Schwefelsäure machen jene Wahrscheinlichkeit wohl zur Gewissheit.

Wie die Auflösung durch concentrirte Schwefelsäure an einem Korn zuerst langsam von statten geht, und nachher immer mehr beschleunigt wird, so ist der Verlauf derselben, was die verschiedenen Dimensionen betrifft, im Allgemeinen um so regelmässiger, je näher dem Anfange; um so unregelmässiger, je näher dem Ende. Die meisten Kartoffelstärkekörner verlieren in der Längsrichtung mehr Substanz als in der Querrichtung. Bei den vorhin aufgezählten

Beispielen betrug nämlich der Substanzverlust in den beiden Dimensionen von der ersten bis zur letzten Messung folgende Werthe, und folgende Verhältnisse:

Körner von Pag. 140	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Breite	33	24,5	24	22	28	10	28	29	26	37	34	41
Länge	58	34	35	36	41	30	51	53	45	54	45	43
Verhältniss	1:1,8	1:1,4	1:1,5	1:1,6	1:1,5	1:3	1:1,8	1:1,8	1:1,7	1:1,5	1:1,3	1:1,05

Diess giebt ein mittleres Verhältniss von 1:1,5. Es werden also durchschnittlich in der Länge 50 Procent mehr aufgelöst als in der Breite. — Da, wie vorhin bemerkt wurde, die Auflösung gegen das Ende hin unregelmässiger wird, so füge ich noch eine Berechnung des Substanzverlustes in der Längen- und Breitenrichtung von Anfang an bis auf die letzte Messung vor dem Verschwinden des Schichtencentrums bei. Denn diess ist der Moment, von welchem an der Process häufig seine Verhältnisse ändert.

Körner von Pag. 140	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Breite	33	24,5	18	14	19	8,5	17	11	19,5	32	17
Länge	58	34	26,5	19	25	18	26,5	24	25	37	20
Verhältniss	1:1,8	1:1,4	1:1,5	1:1,4	1:1,3	1:2,1	1:1,6	1:2,2	1:1,3	1:1,2	1:1,2

Auch hier ist das durchschnittliche Verhältniss der Abnahme in der Breite zu derjenigen in der Länge 1:1,5. Man kann diess für die ovalen Kartoffelstärkekörner als normal betrachten.

Nun giebt es aber auch Körner, wo in der Richtung der Breite mehr Substanz aufgelöst wird, als in der Länge, sei es während der Dauer des ganzen Processes, sei es während bestimmten Perioden. Das war bei folgenden Beispielen der Fall.

Körner von Pag. 139	3	3(7)	3(16)	4	16(18)
Breite	35	33	28	39	31
Länge	32	29	20	31	26
Verhältniss	1:0,91	1:0,88	1:0,71	1:0,8	1:0,84

Bei 3 und 4 wurde die Abnahme von Anfang bis zur letzten Messung berechnet, bei 3(7), 3(16) und 16(18) dagegen nur bis zu dem Zeitpunkt, wo die Länge der Körner (3 und 16) noch 7, 16 und 18 Mik. betrug.

Vergleichen wir nun die Verhältnisse, in denen Länge und Breite der Stärkekörner sich vermindern, mit der ursprünglichen Länge und Breite, so finden wir eine gewisse Uebereinstimmung, wie sich aus folgender Zusammenstellung ergibt.

Körner von Pag. 139	3	4	5	6	7	8	9
Ursprüngl. Verhältniss	1:0,92	1:1,1	1:1,8	1:1,4	1:1,5	1:1,4	1:1,4
Verhältniss der Abnahme	A 1:0,91 B 1:0,88	1:0,8	1:1,8	1:1,4	1:1,5	1:1,6	1:1,5
		1:0,8	1:1,8	1:1,4	1:1,5	1:1,4	1:1,3
Körner von Pag. 140	10	11	12	13	14	15	16
Ursprüngl. Verhältniss	1:1,7	1:1,6	1:1,8	1:1,6	1:1,3	1:1,2	1:0,84
Verhältniss der Abnahme	A 1:3 B 1:2,1	1:1,8	1:1,8	1:1,7	1:1,5	1:1,3	1:1,05
		1:1,8	1:1,8	1:1,7	1:1,5	1:1,3	1:1,05

In der Rubrik »Ursprüngl. Verhältniss« ist das Verhältniss der ursprünglichen Breite des Korns zu dessen Länge, als »Verhältniss der Abnahme A« ist das Verhältniss der Abnahme in der Breite zu derjenigen in der Länge während des ganzen Auflösungsprocesses (d. h. bis zur letzten Messung), und in B das gleiche Verhältniss vom Beginn der Auflösung bis auf diejenige Messung, welche dem Verschwinden des Schichtencentrums vorausgeht, angegeben.

Aus diesen Zahlen geht die interessante Thatsache hervor, dass das ursprüngliche Verhältniss der verschiedenen Dimensionen eines Korns ziemlich auch das Verhältniss ihrer Abnahme ist; — dass also, je mehr die Länge eines Korns seine Breite, desto mehr auch der Substanzverlust in der Länge denjenigen in der Breite übertrifft, dass dagegen ein Korn, das breiter ist als lang, auch in der Breite stärker aufgelöst wird, als in der Länge.

Die Auflösung durch concentrirte Schwefelsäure ist also wesentlich verschieden von derjenigen, welche Diastase

hervorbringt. Bei jener behalten die Körner fortwährend eine ihrer ursprünglichen annähernd äholiche Gestalt. Bei der letztern dagegen werden sie spindelförmig und lineal. Schmale Formen kommen bei der Einwirkung von Schwefelsäure unter den in Resorption begriffenen Körnern sehr selten vor.

Abgesehen von diesen Verhältnissen, welche die Dimensionen im Allgemeinen betreffen, findet die Auflösung an einzelnen Stellen lebhafter statt als an andern. So verkürzt sich der lange Radius viel mehr als der kurze. Bei den oben aufgezählten Beispielen zeigte die Abnahme der beiden Halbmesser von Anfang an bis auf die letzte Messung vor dem Verschwinden des einen derselben folgende Werthe und Verhältnisse:

Körner von Pag. 139	1	2	3	4	5	6	7	8
Abnahme von rad.	6	8	5	6	6	7	4,5	5
» » Rad.	22	26	24	24	52	27	22	14
Verhältniss	1:3,7	1:3,2	1:4,8	1:4	1:8,7	1:3,9	1:4,9	1:2,8
Körner von Pag. 140	9	10	11	12	13	14	15	16
Abnahme von rad.	7	6	6,5	5	8	11	6	7
» » Rad.	18	12	20	19	17	26	14	19
Verhältniss	1:2,6	1:2	1:3,1	1:3,8	1:2,1	1:2,4	1:2,3	1:2,7

Das durchschnittliche Verhältniss der Abnahme zwischen dem kurzen und dem langen Halbmesser ist 1:3,6. Der letztere verliert also 260 Procent mehr als ersterer. — Wovon die beträchtlichen Differenzen (bei 10 beträgt der Mehrverlust in der Längsrichtung 100, bei 5 dagegen 770 Procent) abhängen, weiss ich nicht. Ich finde darin keine bestimmte Beziehung zu dem ursprünglichen Verhältniss der Halbmesser, noch zu der Gestalt des Kornes; obgleich allerdings in der Mehrzahl der Fälle die Auflösung am hintern und am vordern Ende um so ungleicher ist, je ungleicher die Entfernungen vom Schichtencentrum selber sind.

Auch in der Richtung der Breite ist die Abnahme an verschiedenen Stellen ungleich. So schien es mir mehrmals, als ob in Körnern mit seitlicher Achse (wie z. B. in Fig. 2 auf Taf. XI) die Auflösung auf der Verdickungsseite mehr Substanz wegnehme, als auf der gegenüberliegenden. Doch ist diess schwer auszumitteln, weil keine Schichtungen an den Körnern sichtbar sind, und die Strukturverhältnisse nur unsicher aus der Gestalt der Körner erschlossen werden können. — Dagegen geht mit Gewissheit aus den Beobachtungen hervor, dass die Resorption in der Breitenrichtung anfangs an der hintern Hälfte viel lebhafter wirkt als in der Gegend des Schichtencentrums; das vordere Ende nimmt überhaupt auf allen Seiten nur sehr wenig ab. Am grössten aber ist in manchen Fällen der Substanzverlust in der Nähe des hintern Endes, und zwar sogar grösser als am hintern Pol selbst; diess ergibt sich aus der Thatsache, dass Körner mit abgerundetem hinterem Ende während den ersten Stadien der Auflösung daselbst nicht selten conisch-zugespitzt werden. Die gleiche Erscheinung wurde in keimenden Kartoffeln beobachtet (Pag. 110).

Der vordere Theil der Kartoffelstärkekörner nimmt also bei der Einwirkung von concentrirter Schwefelsäure in jeder Richtung weniger ab als der hintere, jenseits des Schichtencentrums gelegene Theil. Da er aber viel kleiner ist als dieser, so verschwindet er dennoch in der Regel zuerst, und es wird zuletzt die Substanz zwischen dem Schichtencentrum und der Mitte des Kornes aufgelöst (so in den Körnern 7—16 auf Pag. 140). Seltener verschwinden die beiden Halbmesser gleichzeitig (bei den Körnern 4—6), und noch seltener der hintere früher als der vordere (bei Korn 3).

Wenn die Auflösung von dem vordern Ende her in der Nähe des Schichtencentrums angelangt ist und der kurze Radius noch etwa 2 Mik. beträgt, so wird dann meistens die dasselbe umgebende Substanz rasch aufgelöst, so dass sich an der dem vordern Ende zugekehrten Seite der noch ungelösten Stärkemasse ein halbkugeliger Ausschnitt bildet. Das rührt theils von der kleinen Höhlung her, welche sich schon an der Stelle des frühern Kerns befindet, vorzüglich aber von der grössern Weichheit der Masse. — In seltenern Fällen widersteht die Substanz um das Schichtencentrum stärker, und tritt daher kegelförmig oder papillenartig vor (das war z. B. bei Korn 8 auf Pag. 140 der Fall); einmal sah ich sie selbst als kurzgestieltes Köpfchen.

Wenn von dem vordern Ende aus die Auflösung bis zum Schichtencentrum fortgeschritten ist, so hat sie vom hintern Ende aus die Mitte des Kornes erreicht, oder dieselbe bald mehr bald weniger weit überschritten. Die übrig geblie-

bene Substanz wird nun, wie schon oben bemerkt wurde, viel unregelmässiger resorbirt; als es mit der sie umschliessenden Masse der Fall war. Constant ist aber, dass sie in der Längsrichtung mehr abnimmt als in der Querrichtung. Die Abnahme beträgt bei den auf Pag. 140 aufgeführten Fällen bis zur letzten Messung folgende Werthe und Verhältnisse :

Körner von Pag. 140	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Abnahme in der Länge	3	8	8	5	19	23	16	12	21	13
» » » Breite	2	3	5	1	8	15	5	6	15	8
Verhältniss	1:1,5	1:2,7	1:1,6	1:5	1:2,4	1:1,5	1:3,2	1:2	1:1,4	1:1,6

Das mittlere Verhältniss aus diesen Fällen wäre 1:2,2 und der Mehrverlust in der Längsrichtung 130 Procent. — Ebenso constant scheint ferner, dass die Auflösung an der dem vordern Ende zugekehrten Seite lebhafter ist als an der entgegengesetzten, so dass Maximum und Minimum der Abnahme nun ihre Lage gewechselt haben. In manchen Fällen war es wenigstens überaus deutlich, wie die Substanz von der vordern nach der hintern Seite hin verschwand. — Die hintere, so wie die rechte und linke Seite sind meistens convex, seltener gerade, so dass der in Auflösung begriffene Körper fast viereckig ist. Die vordere Seite dagegen ist bald concav (so z. B. bei Korn 16 auf Pag. 141), bald gestutzt und bald convex. Sehr häufig widersteht die Mitte der vordern Fläche stärker, so dass diese Fläche kurzkegelförmig wird. Seltener ist das Nämliche auch mit der hintern Seite der Fall; dann hat der in Auflösung begriffene Körper eine kurz-spindelförmige oder rautenförmige Gestalt (so z. B. bei Korn 15 auf Pag. 141).

Neben der eben beschriebenen Auflösung treten bei der Einwirkung von concentrirter Schwefelsäure auf Kartoffelstärkekörner aber noch verschiedene Erscheinungen auf, die ich hier beschreiben will, und die zum Theil als Nachtrag zu den Quellungsphänomenen dienen mögen. Sie werden, wie mir scheint, alle durch einen verschiedenen Wassergehalt der Säure bedingt. Doch ist es mir nicht möglich, über den Grad der Concentration bestimmte Angaben zu machen, da die Veränderung, welche die Schwefelsäure während der Beobachtung selbst durch Wasseraufnahme aus der Luft und vielleicht auch durch die Einwirkung der bereits aufgelösten Stärke erfährt, hinreicht, um mehrere, oft alle verschiedenen Erscheinungen eintreten zu lassen.

Die Beobachtungen wurden auf verschiedene Art angestellt. Ich breitete trockene Kartoffelstärkekörner oder auch frische, die ich etwas abtrocknen liess, auf einem Objectträger aus, legte ein Deckgläschen darauf, und setzte an dem einen Rande des letztern Nordhäuser- oder englische Schwefelsäure zu. Dieselbe brachte zunächst diesem Rande die auf Pag. 138 und weiterhin die auf Pag. 139 ff. beschriebenen Auflösungserscheinungen hervor. Wenn sie sich langsam über den Raum unter dem Deckgläschen ausbreitete, so konnten noch 1, 2 oder 3 andere Einwirkungen successive, so wie sie weiter vorrückte und wasserhaltiger wurde, eintreten. Zusatz von Zucker oder eine geringe Beimischung von Alcohol brachte die letzteren sicherer hervor. — Eine andere Art der Beobachtung war die, dass ich die Kartoffelstärkekörner in Weingeist unter das Deckgläschen brachte, und dann von dem einen Rande her Schwefelsäure zutreten liess. Auch hier wechselten die Erscheinungen während der Zeit, da dieselbe sich über das Object ausbreitete; und an der Stelle selbst, wo in jedem Augenblick die Säure an den Weingeist grenzte und sich mit demselben mischte, zeigten sich mehrere Einwirkungen in unmittelbarer Nähe neben einander. — Eine dritte Art des Versuchs wurde endlich so angestellt, dass ich die trockene Stärke in einer schon vorher angefertigten Mischung von wasserfreiem oder gewöhnlichem Weingeist und rauchender oder englischer Schwefelsäure unter das Deckgläschen brachte. Dieselbe veränderte die Körner anfänglich nicht; aber die Verdunstung des Weingeistes und die Wasseranziehung aus der Luft durch die Schwefelsäure brachte am Rande des Deckgläschens bald eine Veränderung in der Flüssigkeit hervor, welche sich nach und nach über den ganzen Raum verbreitete. Wurde eine Mischung von wasserfreiem Alcohol mit einem gleichen Theil Nordhäuser-Schwefelsäure angewendet, so blieben die Stärkekörner längere Zeit unverändert, bis die Flüssigkeit eine hinreichende Menge Weingeist abgegeben und Wasser aufgenommen hatte.

Die verschiedenen Erscheinungen, welche die Schwefelsäure an den Kartoffelstärkekörnern hervorbringt, sind nun folgende: 1) unregelmässige Auflösung von aussen, die oben (Pag. 138) beschrieben wurde, 2) ziemlich gleichmässige Auflösung von aussen, ebenfalls oben (Pag. 139 ff.) geschildert, 3) Auflösung von aussen, wobei aber die äusserste Lage

vor dem Verschwinden zuerst aufquillt, so dass das in Resorption begriffene Korn mit einem hellen Hofe umgeben ist; 4) Zerfallen des Stärkekorns in kleinere Körner und dieser in noch kleinere Körnchen, welche dann verschwinden; 5) Aufquellen der äussersten Schicht und Zerfallen der innern Masse in Körner, welche noch einmal zerfallen können und dann unsichtbar werden; 6) Aufquellen der ganzen Substanz des Stärkekorns von aussen nach innen, wobei die aufgequollene Masse, in der sich grössere und kleinere mit Flüssigkeit gefüllte Vacuolen bilden, halbflüssig und dann gelöst wird; 7) ungleichzeitiges und ungleichmässiges Aufquellen der Oberfläche, indem dieselbe sich an einzelnen Stellen zu grossen hernienähnlichen Auswüchsen oder auf zahlreichen Punkten zu halbkugeligen Warzen erhebt; 8) gleichzeitiges aber unregelmässiges Aufquellen der ganzen Substanz, wobei das hohlwerdende Korn alle Uebergänge von der einfachen Einstülpung bis zur complicirtesten gekröseähnlichen Faltenbildung zeigt; 9) Aufquellen des ganzen Korns von innen nach aussen, wobei sich im Innern erst Risse und dann eine Höhlung bilden (die Erscheinung, die oben beschrieben wurde, Pag. 67, ff.); 10) Bildung einer Gasblase im Schichtencentrum oder Vergrösserung derselben, wenn sie schon vorhanden ist, in allen Verhältnissen bis auf den Grad, dass sie fast das ganze Korn ausfüllt.

Die genannten Erscheinungen kommen nie alle neben- oder nacheinander vor. Sie sind im Allgemeinen nach der Stärke der Einwirkung geordnet, indem 1 immer den heftigsten, 9 den schwächsten Angriff der Schwefelsäure bezeichnet. Im übrigen folgen sie etwa so auf einander: 1, 2, 3, 6, 8, 9 oder 1, 4, 5 (8) 9 oder 1, 2, 7 (8) 9. Die Gasbildung ist ein eigentümliches Phänomen, und kommt sowohl mit 2 und 3, als mit 1 und 4 und mit 2 und 7 vor; sie tritt bei einem Concentrationsgrad der Säure auf, welcher die Erscheinungen 6, 7 und 8 hervorbringt.

Zuweilen löst die Schwefelsäure nicht unmittelbar die Substanz an der Oberfläche, sondern sie macht dieselbe zuerst aufquellen. Diese Erscheinung beobachtet man am sichersten, wenn man eine Mischung von Weingeist und Schwefelsäure zu den Stärkekörnern bringt. Das in Resorption begriffene Korn ist von einer Lage weicher aufgequollener Substanz umgeben, welche auf der äussern Fläche ungefähr ebensoviel durch Auflösung verliert, als sie innen durch Aufquellen gewinnt, — so dass der helle Hof, bis zum gänzlichen Verschwinden des Korns, so ziemlich die gleiche Dicke behält, oder wenigstens nicht in beträchtlichem Maasse dicker oder dünner wird. — Bei heftigerer Einwirkung der Säure sieht man den Hof nur im Anfang, indem die äusserste Schicht wegen ihrer grössern Widerstandsfähigkeit eine Zeitlang dessen Sichtbarkeit verursacht. — Bei schwächerer Einwirkung dagegen werden zuweilen 2 Höfe sichtbar; der innere besteht aus einer weniger, der äussere aus einer stärker aufgequollenen Masse.

Der Hof ist in der Regel homogen und an der Oberfläche, wo er aufgelöst wird, fortwährend glatt. — Zuweilen zeigt er sehr kleine höckerartige oder blasenförmige Unebenheiten, und manchmal bemerkt man deutlich, dass die weiche aufgequollene Substanz vor dem gänzlichen Verschwinden zuerst in kleine Körnchen zerfällt. In andern Fällen sieht man in der Masse, die den hellen Hof bildet, zerstreute, mit Flüssigkeit gefüllte Vacuolen. — Das Zerfallen in Körnchen gehört einer heftigern, die Vacuolenbildung einer langsamern Einwirkung der Schwefelsäure an.

Das feste Stärkekorn wird von der erst quellenden und dann lösenden Säure mit Rücksicht auf die verschiedenen Dimensionen auf ähnliche Weise angegriffen, wie diess für die Auflösung ohne Aufquellen auf Pag. 138 ff. beschrieben wurde. Doch nimmt es dabei nicht eine polyedrische Gestalt an oder wenigstens nur in sehr schwachen Andeutungen. Ich will einige Beispiele anführen. Zwei Körner, an denen nur im Anfang ein heller Hof wahrgenommen wurde, zeigten während der Resorption folgende Dimensionen (in Mik. Mill.):

1	rad.	8	6	4	3	2	—	—	—	—	—
	Rad.	45	41	38	35	32	26	23	19	10	5
	Länge	53	47	42	38	34	26	23	19	10	5
	Breite	35	32	30	27	25	23	20	15	8	4
2	rad.	5	4	3	2	1,5	—	—	—	—	—
	Rad.	30	28	26	23	21	18	13	8	4	—
	Länge	35	32	29	25	22,5	18	13	8	4	—
	Breite	23	21	19	17	16	14	9	5	2	—

Bei beiden Körnern wurde die erste Messung gemacht, als sie schon mit einem Hof umgeben waren. — Bei Korn 1 war derselbe am hintern Ende 4, am vordern 1, rechts und links 2 und 3 Mik. dick. Er wurde dann blasig-körnig und verschwand gänzlich vor der zweiten Messung. — Bei Korn 2 war der Hof zur Zeit der ersten Messung am hintern Ende 7, am vordern 1 1/2, rechts und links 3 und 4 Mik. dick. Bei der zweiten Messung hatte er an den beiden Enden eine Mächtigkeit von 10 und 3, an den beiden Seiten von 5 und 6 Mik. Er wurde vor der dritten Messung unsichtbar.

Mit den Körnern, bei denen das Aufquellen und unmittelbar nachher die Auflösung von aussen nach innen hin fortschreitet, kommen auf den gleichen Präparaten in grösserer Menge solche vor, wo die Masse des Kornes zwar auch von aussen nach innen aufquillt, aber noch einige Zeit in ihrer ganzen Integrität besteht, und dann gleichzeitig gelöst wird. Dieser Vorgang entspricht einer schwächeren Einwirkung der Säure, und wird ebenfalls vorzüglich wahrgenommen, wenn man eine Mischung derselben mit Alcohol anwendet.

Die aufgequollene Masse, welche den noch unveränderten Rest des Kornes umgiebt, ist hell und durchsichtig, in ihrer ganzen Dicke gleichartig und aussen von einer scharfen Linie begrenzt. — Andere Körner (es sind diejenigen, welche die Einwirkung der stärker verdünnten Säure erfahren) zeigen doppelte Hüllen, eine äussere weichere und eine innere dichtere. Die feste Substanz nimmt in zwei scharf geschiedenen Perioden erst eine geringere, dann eine grössere Menge Wasser auf. An einzelnen Körnern kann man selbst drei verschiedene Lagen in der aufquellenden Substanz unterscheiden. — Häufig wird dabei im ersten Quellungsstadium die Schichtung deutlich, verschwindet aber nachher wieder vollständig. So beobachtet man Körner, deren innerer noch unveränderter und ungeschichteter Körper zunächst von einer halb erweichten deutlich geschichteten Hülle umgeben ist, auf welche eine äussere ganz weiche und homogene Hülle folgt.

Auffallend ist bei diesem Prozesse, dass die aufquellende Substanz sich manchmal in 2 oder 3 scharf getrennte Lagen sondert. Würde die eindringende Schwefelsäure sich in einer homogenen Substanz ausbreiten, so müsste die Dichtigkeit von innen nach aussen allmählig abnehmen. Die sprungweise Zunahme des Gehaltes an Flüssigkeit beweist, dass diese von Zeit zu Zeit auf ein schwieriger zu überwindendes Hinderniss stösst. Die Ursache davon kann nur in dem Schichtenbau gefunden werden, indem die Schichten abwechselnd weich und dicht und die dichten selber wieder von ungleicher Festigkeit sind.

Ueber das Aufquellen der festen Stärke in den verschiedenen Richtungen geben folgende Messungen Aufschluss. An einem Korn, das in einer Mischung von rauchender Schwefelsäure und absolutem Alcohol längere Zeit (2 Stunden) unverändert gelegen hatte, wurden in allen Stadien bis zum völligen Aufquellen, die Mächtigkeit der Hülle auf den verschiedenen Seiten des Kornes, die Durchmesser der Hülle (d. h. der aufgequollenen Masse) und des noch unveränderten dichten Stärkekörpers gemessen:

1	Hülle am vord. Ende	—	4	7	11	15	18	22	26	29	32	37	40	47	53	—
	Kurz. rad. } des Stärke-	9	7	6	5	3	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Lang. Rad. } körpers	51	48	45	44	43	40	38	35	33	29	23	20	12	7	—
	Hülle am hint. Ende	—	7	11	13	15	18	20	22	24	27	31	33	37	40	—
	Länge der Hülle	—	66	69	73	76	78	80	83	86	88	91	93	96	100	106
	» des Stärkekörpers	60	55	51	49	46	42	38	35	33	29	23	20	12	7	—
	Breite der Hülle	—	40	42	44	45	47	48	49	51	53	56	59	62	66	71
	» des Stärkekörpers	38	37	36	35	34	33	32	31	29	26	22	18	11	7	—

Bei zwei andern Körnern wurden nur die Dimensionen des festen Stärkekörpers (innerhalb der aufgequollenen Substanz) gemessen; die erste Messung wurde jedesmal an dem unveränderten Korn gemacht.

2	rad.	13	10	7	6	5	4	2	—	—	—	—	—	—	—
	Rad.	41	36	32	30	28	26	23	20	17	14	12	10	9	6
	Länge	54	46	39	36	33	30	25	20	17	14	12	10	9	6
	Breite	48	40	35	33	30	27	23	20	16	11	9	7	6	5

3	rad.	11	10	8	7	6	5	4	3	2	—	—	—	—	—	—	
	Rad.	42	40	38	36	34	33	32	31	30	27	23	18	15	12	9	6
	Länge	53	50	46	43	40	38	36	34	32	27	23	18	15	12	9	6
	Breite	43	41	38	34	30	28	26	24	23	20	17	14	12	10	8	5

Die gleiche Erscheinung, nämlich Schwinden der festen Stärkemasse von aussen nach innen, indem sie in eine weiche aufgequollene Substanz übergeht, beobachtet man auch, wenn man trockene Kartoffelstärkekörner in eine gesättigte Lösung von festem Aetzkali in wasserfreiem Weingeist bringt. — An verschiedenen einzelnen Körnern wurden die Mächtigkeit der Hülle, die Durchmesser der Hülle und des noch unveränderten Stärkekörpers gemessen:

Körner	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Hülle am vord. Ende	—	2	3	7	8	10	12	13	16	24	19	24	30
Kurz. rad. } des Stärke-	5	3	3	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lang. Rad. } körpers	8	7	2	9	10	30	27	30	12	27	25	2	3
Hülle am hint. Ende	5	5	8	22	10	12	15	17	18	17	23	26	30
Länge der Hülle	18	17	16	46	28	52	54	60	46	68	67	52	69
» des Stärkekörpers	13	10	5	17	10	30	27	30	12	27	25	2	3
Breite der Hülle	16	14	14	30	20	42	38	33	32	37	50	29	35
» des Stärkekörpers	12	9	5	18	10	30	26	26	15	25	27	4	9
Kurz. rad. } des ganzen	5	5	6	15	8	10	12	13	10	11	15	11	11
Lang. Rad. } Korn	13	12	10	31	20	42	42	47	36	57	52	41	58

Bei folgenden Körnern wurden 2 oder mehrere successive Messungen gemacht:

Körner	14		15		16		17		18		19	
Hülle am vord. Ende	5	8	5	10	5	9	12	23	25	31	35	41
Kurz. rad. } des Stärke-	7	4	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—
Lang. Rad. } körpers	30	26	11	4	20	16	40	24	18	10	16	10
Hülle am hint. Ende	8	12	9	15	9	14	15	24	30	34	26	30
Länge der Hülle	50	55	25	29	38	39	67	71	73	75	77	81
» des Stärkekörpers	37	30	11	4	24	16	40	24	18	10	16	10
Breite der Hülle	38	41	17	20	30	30	40	43	48	49	40	42
» des Stärkekörpers	32	30	12	7	20	15	35	25	26	21	23	16
Kurz. rad. } des ganzen	12	14	5	6	9	9	12	12	15	15	11	11
Lang. Rad. } Korn	38	41	20	23	29	30	55	59	58	60	66	70

Körner	20			21			22				23			
Hülle am vord. Ende	14	20	24	20	25	35	10	15	20	25	16	21	25	38
Kurz. Rad. } des Stärke-	—	—	—	—	—	—	7	3	—	—	—	—	—	—
Lang. Rad. } körpers	18	11	6	26	16	5	31	27	26	21	24	16	11	2
Hülle am hint. Ende	12	15	17	18	24	27	16	22	25	28	18	22	25	30
Länge der Hülle	44	46	47	64	65	67	64	67	71	74	58	59	61	70
» des Stärkekörpers	18	11	6	26	16	5	38	30	26	21	24	16	11	2
Breite der Hülle	43	44	45	45	46	47	65	68	71	74	34	35	36	40
» des Stärkekörpers	13	6	2	24	15	5	37	32	28	23	25	20	14	6
Kurz. rad. } des ganzen	8	8	8	11	11	11	17	18	20	21	12	12	12	14
Lang. Rad. } Korn	36	38	39	53	54	56	47	49	51	53	46	47	49	56

Körner	24					25									
	10	14	18	23	25	3	4	5	7	9	11	13	16	18	20
Hülle am vord. Ende	10	14	18	23	25	3	4	5	7	9	11	13	16	18	20
Kurz. rad. } des Stärke-	—	—	—	—	—	8	7	6	4	2	—	—	—	—	—
Lang. Rad. } körpers	25	19	13	5	2	25	22	20	19	18	17	15	10	5	3
Hülle am hint. Ende	13	16	19	23	25	5	8	10	12	14	16	18	22	24	26
Länge der Hülle	48	49	50	51	52	41	41	41	42	43	44	46	47	48	49
» des Stärkekörpers	25	19	13	5	2	33	29	26	22	20	17	15	10	5	3
Breite der Hülle	23	23	24	24	25	31	31	31	32	32	33	33	34	34	35
» des Stärkekörpers	20	18	16	13	8	25	24	23	20	18	16	14	11	7	5
Kurz. rad. } des ganzen	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	11	12	12	12	12
Lang. Rad. } Kornes	38	39	40	41	42	30	30	30	31	32	33	34	35	36	37

Das Verschwinden der festen Stärkesubstanz in dem aufquellenden Korn bei der Einwirkung von Schwefelsäure oder Aetzkali, stimmt mit Rücksicht auf die räumlichen Verhältnisse ziemlich genau mit der Auflösung durch Schwefelsäure überein, wie sie oben (pag. 139) beschrieben wurde. Auch hier ist der Process viel regelmässiger im Anfang als gegen das Ende. Im Allgemeinen lassen sich folgende Regeln feststellen: Das Aufquellen beginnt an vorspringenden Ecken und Kanten, wenn solche vorhanden sind, und wirkt daselbst deutlich einige Zeitlang am stärksten; an länglichen Körnern ist es daher auch an den beiden Enden lebhafter als an den Seiten, und zwar am hintern mehr als am vordern, bis das Schichtencentrum erreicht wird; so bald dieses aber überschritten ist, so verschwindet an der vordern Seite mehr von der dichten Substanz als an der hintern.

Dass das Aufquellen in der Längsrichtung lebhafter von statten geht als in der Querrichtung, ergibt sich fast aus allen Messungen. Die Abnahme des dichten Körpers zeigt von der ersten Messung bis zur letzten (A) und bis zu derjenigen, welche dem Aufquellen des Schichtencentrums vorausgeht (B) folgende Werthe und Verhältnisse:

Körner	1 (Pag. 145)		2 (Pag. 145)		1 (Pag. 146)		3 (Pag. 146)		3 (Pag. 146)	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Breite	31	10	21	7	31	5	43	25	38	20
Länge	48	19	31	12,5	53	18	48	29	47	21
Verhältniss	1:1,5	1:1,9	1:1,5	1:1,8	1:1,7	1:3,6	1:1,1	1:1,2	1:1,2	1:1
Ursprüngl. Verhältniss der Breite zur Länge	1:1,5		1:1,5		1:1,6		1:1,1		1:1,2	

Bei den auf Pag. 147 aufgezählten Körnern 14—25 wurden die Messungen nicht an dem unveränderten Korn begonnen und meist auch nicht bis zum völligen Verschwinden der dichten Substanz fortgesetzt; die Abnahme während der Beobachtungszeit verhielt sich hier folgender Maassen:

Körner	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Breite	2	5	5	10	5	7	11	19	14	19	12	20
Länge	7	7	8	16	8	6	12	21	17	22	23	30
Verhältniss	1:3,5	1:1,4	1:1,6	1:1,6	1:1,6	1:0,9	1:1,1	1:1,1	1:1,2	1:1,1	1:1,9	1:1,5

Aus diesen Thatsachen ergibt sich unzweifelhaft, dass die dichte Masse des Stärkekorns in der Längsrichtung in stärkern Verhältnissen verschwindet als in der Querrichtung. Die Ungleichheit dieser Verhältnisse rührt übrigens von verschiedenen Ursachen her, und zwar vorzüglich von den ursprünglichen Dimensionen des Kornes, und von dem Umstande, dass die Beobachtungen verschiedenen Stadien angehören und ungleichgrosse, oft nur geringe Zeitabschnitte umfassen.

Wo die Beobachtungen nicht mit dem noch unveränderten Korn beginnen, wie bei den Körnern 14—25 auf Pag. 147, oder wo nur eine Messung gemacht wurde, wie bei den Körnern 1—13 lässt sich auch aus der Mächtigkeit der Hülle auf die Intensität des Aufquellens in verschiedenen Richtungen schliessen. Bei den ebenenann-

ten Beispielen beträgt die Dicke der Hülle einerseits an den beiden Enden, anderseits rechts und links zusammen folgende Werthe; dem Verhältniss zwischen denselben ist zur Vergleichung das Verhältniss der ganzen Breite zur ganzen Länge der Hülle beigefügt.

Körner	1	9	3	4	5	6	7	8	9	10	11	19	13
Hülle an beiden Enden	5	7	11	29	18	23	27	30	34	41	42	50	60
» rechts und links	4	5	9	12	10	12	12	7	17	12	23	25	26
Verhältniss	1:1,2	1:1,4	1:1,2	1:2,4	1:1,8	1:1,8	1:2,2	1:4,3	1:2	1:3,4	1:1,8	1:2	1:2,3
Verhältniss der Breite zur Länge	1:1,1	1:1,2	1:1,1	1:1,5	1:1,4	1:1,2	1:1,4	1:1,7	1:1,4	1:1,8	1:1,3	1:1,8	1:2

Körner	14		15		16		17		18		19	
Hülle rechts und links	6	11	5	13	10	15	5	18	22	28	17	26
» an beiden Enden	13	20	14	25	14	23	37	47	55	65	61	71
Verhältniss	1:2,2	1:1,8	1:2,8	1:1,9	1:1,4	1:1,5	1:7,4	1:2,6	1:2,5	1:2,3	1:3,6	1:2,7
Verhältniss der Breite zur Länge	1:1,3	1:1,3	1:1,5	1:1,4	1:1,3	1:1,3	1:1,7	1:1,6	1:1,5	1:1,5	1:1,9	1:1,9
Zunahme rechts und links	5		8		5		13		6		9	
» an beiden Enden	7		11		9		10		10		10	

Körner	20			21			22					
Hülle rechts und links	30	38	43	21	31	42	28	36	43	51		
» an beiden Enden	26	35	41	38	49	62	26	37	45	53		
Verhältniss	1:0,9	1:0,9	1:1	1:1,8	1:1,6	1:1,5	1:0,9	1:1	1:1	1:1	1:1	
Verhältniss der Breite zur Länge	1:1	1:1	1:1	1:1,4	1:1,4	1:1,4	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	
Zunahme rechts und links	8	5		10	11		8	7	8			
» an beiden Enden	9	6		11	13		11	8	8			

Körner	23				24					
Hülle rechts und links	9	15	22	34	3	5	8	11	17	
» an beiden Enden	34	43	50	68	23	30	37	46	50	
Verhältniss	1:3,8	1:2,9	1:2,3	1:2	1:7,7	1:6	1:4,6	1:4,2	1:2,9	
Verhältniss der Breite zur Länge	1:1,7	1:1,7	1:1,7	1:1,7	1:2,1	1:2,1	1:2,1	1:2,1	1:2,1	
Zunahme rechts und links	6	7	12		2	3	3	6		
» an beiden Enden	9	7	18		7	7	9	4		

Korn	25									
Hülle rechts und links	6	7	8	12	14	17	19	23	27	30
» an beiden Enden	8	12	15	19	23	27	31	38	42	46
Verhältniss	1:1,3	1:1,7	1:1,9	1:1,6	1:1,6	1:1,6	1:1,6	1:1,7	1:1,6	1:1,5
Verhältniss der Breite zur Länge	1:1,3	1:1,3	1:1,3	1:1,3	1:1,3	1:1,3	1:1,4	1:1,4	1:1,4	1:1,4
Zunahme rechts und links	1	1	1	2	3	2	4	4	3	
» an beiden Enden	4	3	4	5	4	4	7	4	4	

Die nämlichen Werthe und Verhältnisse habe ich auch für das Korn 1 auf Pag. 146, welches während des ganzen Aufquellungsprocesses beobachtet wurde, berechnet :

		96													
Dicke der Hülle															
rechts und links	—	3	6	9	11	14	16	18	22	27	34	41	51	59	71
» an beiden Enden	—	11	18	24	30	36	42	48	53	59	68	73	84	93	106
Verhältniss	—	1:3,7	1:3	1:2,7	1:2,7	1:2,6	1:2,6	1:2,7	1:2,4	1:2,2	1:2	1:1,8	1:1,6	1:1,6	1:1,5
Verhältniss der Breite zur Länge		1:1,6	1:1,6	1:1,6	1:1,7	1:1,7	1:1,7	1:1,7	1:1,7	1:1,7	1:1,6	1:1,6	1:1,5	1:1,5	1:1,5
Zunahme rechts u. links		3	3	3	2	3	2	2	4	5	7	7	10	8	12
» an beiden Enden		11	7	6	6	6	6	6	5	6	9	5	11	9	13

Aus diesen Zahlen ergibt sich erstlich deutlich, dass das Aufquellen in der Längsrichtung, gemessen durch die Dicke der aufgequollenen Substanz, viel beträchtlicher ist, als in der Querrichtung. Nur wenige Körner machen davon eine Ausnahme, welche sich, wie wir gleich sehen werden, nach einem bestimmten Gesetz regelt. Das Verhältniss kann bis zu 1:7,7 betragen.

Zweitens geht aus obigen Zahlen hervor, dass diese Ungleichheit (zwischen Längs- und Querrichtung) im Anfang des Quellungsprocesses am grössten ist, und dass sie gegen das Ende hin immer mehr abnimmt. Beweise dafür liefern die Körner 23, 24, 25 und 26, wo die Verhältnisse von der ersten Messung bis zur letzten kleiner werden.

Drittens wird durch diese Zahlen nun auch für das Aufquellen das früher (Pag. 142) für die Auflösung festgestellte Factum bewiesen, dass das Aufquellen in der Längsrichtung um so mehr über dasjenige in der Querrichtung überwiegt, je länger das Korn im Verhältniss zur Breite ist, und dass beide Richtungen bei Körnern, die eben so breit als lang sind, sich ziemlich gleich verhalten. Eine aufmerksame Vergleichung der beiden Verhältnisse in den vorstehenden Tabellen zeigt sogleich die Richtigkeit dieser Behauptung. Bei den Körnern 20 und 22, wo Länge und Breite fast gleich sind, findet auch das Aufquellen in beiden Richtungen in ziemlich gleichem Masse statt; in der Querrichtung kann es selbst etwas beträchtlicher sein, als in der Längsrichtung. Bei Korn 24 dagegen, dessen Länge die Breite mehr als um das Doppelte übertrifft, beträgt das Verhältniss der aufgequollenen Substanz in den beiden Richtungen 1:7,7 bis 1:2,9.

Uebrigens ist hiebei zu bemerken, dass das Verhältniss zwischen der ganzen Länge und Breite der aufquellenden Hülle während des ganzen Processes ziemlich das gleiche bleibt und auch mit demjenigen des unveränderten Korns identisch ist (vgl. Korn 20—26), während, wie vorhin bemerkt wurde, das Verhältniss der aufgequollenen Substanz vom Anfang bis zum Ende wechselt. Dieser Umstand muss für alle Fälle, wo die Beobachtungen nicht alle Stadien (wie bei Korn 26) sondern nur einen Theil derselben (14—25) umfassen oder gar nur einzelne betreffen (1—13), berücksichtigt werden. Es lässt sich aber aus dem Verhältniss des noch unveränderten dichten Stärkekörpers zu der ihn umgebenden Hülle ziemlich genau das Stadium, in welchem sich das Korn befindet, entnehmen (Pag. 147, Korn 1—25). Gerade mit Berücksichtigung dieses Umstandes wurde ich veranlasst, die allgemeine Regel auszusprechen, dass das Aufquellen zu den Dimensionen in einem bestimmten Verhältniss stehe.

Am hintern Ende wird das Kartoffelstärke Korn, welches durch Schwefelsäure oder Aetzkali von aussen nach innen aufquillt, viel stärker angegriffen als am vordern. Die Abnahme der beiden Halbmesser von Anfang an bis auf die letzte Messung vor dem Verschwinden des kurzen zeigte folgende Werthe und Verhältnisse:

Körner von Pag.	1 (Pag. 145)	2 (Pag. 145)	1 (Pag. 146)	2 (Pag. 146)	3 (Pag. 146)	25 (Pag. 148)
Abnahme von rad.	6	3,5	7	11	9	6
» » Rad.	13	9	11	18	12	7
Verhältniss	1:2,2	1:2,6	1:1,6	1:1,6	1:1,3	1:1,2

Diese Verhältnisse des Aufquellens bleiben bedeutend hinter denen zurück, welche die Auflösung zeigt (vgl. Pag. 143). Bei dieser ist das durchschnittliche Verhältniss der Abnahme am kurzen und langen Halbmesser wie 1:3,6;

und der Substanzverlust am hintern Ende übertrifft denjenigen am vordern Ende um 260 Procent. Von den 6 eben erwähnten Körnern dagegen zeigen die beiden ersten ein mittleres Verhältniss von 1:2,4 und einen Mehrverlust am langen Halbmesser von 140 Procent. Bei den 4 letzten aber beträgt das durchschnittliche Verhältniss nur 1:1,4 und der Mehrverlust am hintern Ende 40 Procent. — Die beiden ersten Körner hatten bloss im Anfang eine Hülle von aufgequollener Substanz; sie bilden den Uebergang von denjenigen Stärkekörnern, welche ohne weiters von aussen nach innen aufgelöst werden ohne vorher aufzuquellen, zu denjenigen, wo die Lösung erst beginnt, nachdem die ganze Masse aufgequollen ist, und wohin auch die 4 letzten Körner gehören. Ihr Mehrverlust an Substanz am langen Radius (140%) steht ebenfalls in der Mitte zwischen demjenigen der letztern (40%) und demjenigen, welcher bei reiner Lösung beobachtet wurde (260%).

Das stärkere Aufquellen der Substanz am hintern Ende geht auch aus der Dicke der Hülle hervor. Bei Korn 1 auf Pag. 147 ist dieselbe am hintern Ende schon 5 Mik. dick, während am vordern noch nichts davon bemerkt wird. Bei den Körnern 2, 3, 4, 14, 16, 22, 25 (Pag. 147) ist ihre Mächtigkeit am hintern Pol ziemlich grösser als am vordern. — Das stärkere Aufquellen am Ende des langen Radius dauert indess nur so lange, bis auf der Seite des kurzen das Schichtencentrum erreicht ist; dann quillt die Substanz am vordern Ende mehr auf, d. h. die noch übrig gebliebene dichte Masse zwischen dem Schichtencentrum und der Mitte des Kornes wird von der vordern Seite (vom Schichtencentrum her) stärker angegriffen als von der hintern. Daher nimmt auch das Verhältniss zwischen der Dicke der Hülle am vordern und hintern Ende wieder ab, so dass es sich oft selbst umkehrt, indem die Mächtigkeit auf der vordern Seite grösser wird als auf der hintern, so bei Korn 10, 19, 20, 21 auf Pag. 147; bei Korn 23 zeigte während der ersten Messung, bei welcher das Aufquellen am kurzen Radius schon über das Schichtencentrum hinausgegangen war, die Hülle an den beiden Enden das Verhältniss 16:18 und bei der letzten Messung 38:30, die Zunahme in dieser zweiten Periode betrug an der vordern Seite 22, an der hintern 12 Mik.

Diess bestätigt die oben (Pag. 144) mitgetheilte Beobachtung, dass die Auflösung, nachdem sie das Schichtencentrum überschritten hat, an jener Seite viel lebhafter von statten geht, als an der hintern. Dort indess war es die blosser Beobachtung, welche dieses Resultat herausstellte, während hier beim Aufquellen sowohl die Contur der Hülle als das fortwährend sichtbare Schichtencentrum (in der aufgequollenen Substanz) Anhaltspunkte für genaue Messungen geben. Ich habe vorhin gezeigt, dass in der ersten Periode der procentige Mehrverlust am langen Radius bei der Auflösung viel beträchtlicher ist als beim Aufquellen. Offenbar trifft in der zweiten Periode, soviel sich wenigstens aus dem blossen Anschein, ohne die Möglichkeit einer genauen Messung, schliessen lässt, das Nämliche ein, indem dann der Mehrverlust an der vordern Seite bei der Lösung ebenfalls denjenigen beim Aufquellen bei weitem übertrifft.

Abgesehen von diesen allgemeinen Verhältnissen ist noch zu bemerken, dass wenn das Stärke Korn vorspringende Ecken oder Kanten besitzt, diese zuerst angegriffen werden; es stimmt diess mit der Thatsache überein, dass dasselbe, wie wir gesehen haben, an den beiden Enden durch Aufquellen ebenfalls mehr verliert, als an der Seitenfläche. Das Korn hat daher das Bestreben, innerhalb der weichen aufgequollenen Hülle sich abzurunden; es behält die gerundete Oberfläche in der Regel fortwährend, wenn bei geringerer Excentricität die Substanz um den Kern zuletzt angegriffen wird.

In den Formen mit grösserer Excentricität jedoch bildet sich auf der vordern Seite, sobald das Schichtencentrum von der quellenden Säure erreicht ist, eine Concavität, die bald in eine gestutzte Fläche übergeht, und zuletzt wieder convex wird. Die vordere Seite wird dann oft breit-kegelförmig, indem die Mitte derselben der Quellungsursache stärker widersteht. Die hintere Seite ist ebenfalls häufig kegelförmig, zuweilen gewölbt und noch öfter gestutzt; selten aber concav. Das verschwindende dichte Korn zeigt also in den letzten Stadien sehr mannigfaltige Formen, die alle mehr oder weniger von der ursprünglichen Gestalt abweichen, und im wesentlichen mit denjenigen übereinstimmen, welche bei der Auflösung von aussen beobachtet wurden (Pag. 144). Häufig ist dasselbe kurz-spindelförmig, indem beide Enden kegelförmig sind. Zuweilen erscheint es dreieckig, indem das eine Ende, nicht selten auch viereckig, indem beide Enden gestutzt sind; im letztern Falle ist seine körperliche Gestalt die eines kurzen Cylinders.

Eine merkwürdige Erscheinung ist das Zerfallen des Stärkekorns in kleinere Körner und dieser in noch kleinere Körnchen. Man beobachtet dasselbe, wenn man trockne oder frische Kartoffelstärke in eine Mischung von wasserfreiem Alcohol und rauchender Schwefelsäure bringt, aber erst nach einiger Zeit (nachdem die Mischung etwas wasserhaltiger geworden ist) und nur an einzelnen Stellen des Objektträgers.

Noch sicherer indess sieht man das Zerfallen der Körner, wenn die Stärke in Alcohol gelegt und auf der einen Seite des Deckgläschens Nordhäuserschwefelsäure zugesetzt wird. Die letztere verbreitet sich langsam, und rückt nach dem gegenüber liegenden Rande des Deckgläschens fort. Nach einiger Zeit treten längs der ganzen Grenze zwischen der Säure und dem Alcohol grössere und kleinere Körnchen oft in unendlicher Menge auf. Die Stärkekörner, welche die Säure früher erreichte, wurden aufgelöst. Diejenigen, zu denen sie erst später gelangt, zeigen ein verschiedenes Verhalten; — entweder sie verwandeln sich in Blasen, indem die innere Masse in Körnchen zerfällt; oder sie werden kleiner, und sind von einer aufgequollenen Hülle umgeben; oder es findet eine bedeutende Gasentwicklung in ihnen statt. Man bemerkt daher auf der Seite, von welcher die Schwefelsäure Zutritt, bloss Flüssigkeit, — dann eine schmale Zone bestehend aus kleinern und grössern Körnchen, die durch Zerfallen entstanden sind, — jenseits derselben eine Zone von Stärkekörnern, die auf verschiedene Art verändert sind, — und endlich diejenigen, welche noch keine Einwirkung erfahren haben. In der aus zerfallenen Körnchen bestehenden Zone unterscheidet man oft sehr deutlich wieder 2 oder 3 Regionen, indem auf der Seite des Alcohol's grössere, auf der Seite der Schwefelsäure aber winzige Körnchen sich befinden.

Es ist schwer, die Stärkekörner im Moment des Zerfallens zu beobachten, da die Schwefelsäure während ihrer Einwirkung fortschreitet. Leichter geht es mit solchen, die durch Jod vorher blau gefärbt wurden, indem dieselben langsamer angegriffen werden. Die Stärkekörner zerfallen zuweilen zuerst in wenige (5—10) Stücke. Sie können aber auch sogleich in viele kleine Körperchen sich zersplittern; entweder, wie es scheint, gleichzeitig in der ganzen Substanz, oder in raschem Fortschreiten von aussen nach innen. Die grössern Körperchen zertheilen sich in kleinere; die kleinsten verschwinden, indem sie ohne Zweifel aufgelöst werden.

Ueber die Ursachen dieser Erscheinung weiss ich wenig beizubringen. Beachtenswerth ist jedenfalls, dass sie bei einer Concentration der Schwefelsäure eintritt, bei welcher die letztere nur in geringem Maass eindringt und zugleich Aufquellung und Auflösung hervorbringt. Beides erfolgt oft in unregelmässiger Weise, indem die einzelnen Stellen ungleich stark angegriffen werden; — die unregelmässige Auflösung wurde oben (Pag. 139) beschrieben; von dem unregelmässigen Aufquellen soll später die Rede sein. Es ist nun möglich, dass ein ungleichmässiges Aufquellen schon für sich ein Zerreißen der Substanz und nahezu eine vollständige Trennung in gesonderte Stücke veranlasst. Diess war wenigstens mehrmals ganz deutlich bei durch Jod gebläuten Stärkekörnern der Fall, wo die Risse bis unmittelbar zur Oberfläche giengen, und daselbst auf der einen Seite oft weit klasten. Zur vollständigen Trennung muss aber noch die Auflösung hinzukommen. Die letztere spielt nun auch, namentlich beim Zerfallen in kleinere Körperchen, wie man aus der abgerundeten Oberfläche dieser letztern erkennt, eine Hauptrolle. Ich sah mehrfach Stärke in Körperchen von 2 bis 10, selten bis 20 Mik. Mill Durchmesser zerfallen. Von denselben hatten nur die kleinsten eine kugelige Gestalt; die grössern waren meist oval, oft gelappt und torulos, manche stäbchenförmig, und gewährten nicht selten das Ansehen, als ob sie aus kleinen mit einander verschmolzenen Kugeln beständen, oder als ob sie in solche sich trennen wollten. Das letztere tritt wirklich oft ein, indem die zwischenliegende Substanz gelöst wird.

Häufig sah ich grössere dichte Körperchen auf folgende Weise in kleinere zerfallen. Sie vergrösserten sich, und ihre Substanz wurde durch Aufquellen weich und durchsichtig mit Ausnahme vieler getrennter dichter Stellen, welche wie Körnchen in jene weiche Masse eingebettet waren und darauf durch vollständige Lösung derselben frei wurden. — In einigen Fällen, wo der ganze Process deutlicher verfolgt werden konnte, wurde das grössere dichte Körperchen durch Bildung vieler sehr kleiner Höhlungen zuerst schaumförmig, und zerfiel dann in Körnchen, welche den Stellen zwischen den Vacuolen zu entsprechen schienen. — Diese Körnchen, das letzte Product des Zerfallungsprocesses, sind kaum 1 Mik., seltener bis 1½ Mik. gross; zuweilen sind es kleine torulose Stäbchen, 1 bis 1½ Mik. dick und 3 bis 5 Mik. lang, und bestehen dann aus 2 oder 3 Körnchen.

So viel scheint jedenfalls sicher zu sein, dass ungleichmässiges Aufquellen mechanische Trennungen und dass

ungleichmässige Auflösung das vollständige Zerfallen in kleinere Theile veranlasst. Ob aber dabei noch andere Ursachen thätig sind, ist mir unbekannt.

Zuweilen zerfällt bei der Einwirkung von Schwefelsäure die ganze Masse eines Stärkekorns in kleine Körnchen, mit Ausnahme der äussersten Schicht, welche blasenartig den Körnerhaufen umschliesst. Man kann durch Druck die Blase platzen machen, und die Körnchen theilweise heraustreten lassen; zuweilen scheint auch das Platzen und Entleeren von selbst einzutreten. Die Membran ist äusserst zart, oft kaum bemerkbar und von unmessbarer Dünne. Häufig liegt mitten in der Körnermasse ein grösserer oder kleinerer, kugelig oder ovaler, dichter und solider Körper von noch unveränderter Stärke.

Das Zerfallen in Körnchen beginnt in diesem Falle deutlich an der Oberfläche, innerhalb der dünnen Membran, und schreitet nach innen hin fort, wobei der dichte Stärkekörper fortwährend kleiner wird. An der Oberfläche dieses Körpers, ebenso an der innern Oberfläche der umschliessenden Blase bemerkt man zuweilen ein Netz. Ich möchte daraus schliessen, dass das Zerfallen in Körnchen auf gleiche Weise geschieht, wie ich es für den früheren Fall (Pag. 152) wahrscheinlich gemacht habe, nämlich dass demselben eine netzförmige Auflockerung vorhergeht. Diess ist um so wahrscheinlicher, als es zuweilen gar nicht zur Trennung in Körnchen kommt; die Substanz bleibt dann schaumig, bis sie vollständig verschwindet.

Durch einen ähnlichen, aber doch gewissermassen entgegengesetzten Process verwandeln sich die Kartoffelstärkekörner in dickwandige Blasen, deren Hohlraum mit Körnchen angefüllt ist. Das Zerfallen der Substanz beginnt im Innern und schreitet nach aussen hin fort. Die Wandung zeigt sich daher von verschiedener Mächtigkeit. Sie ist entweder ringsum gleich dick, oder, was häufiger vorkommt, am hintern Ende dicker als am vordern. Die innere Fläche der Wandung erscheint bald ganz glatt, bald mit unregelmässigen Vorsprüngen und Vertiefungen versehen; bald mit halbkugeligen oder niedergedrückten Warzen besetzt. Die letztern sind von aussen angesehen rund, und am nämlichen Korn entweder von gleicher oder von ungleicher Grösse; so variiren sie z. B. von 1 bis 6 Mik. Durchmesser.

Die Substanz zerfällt nicht immer unmittelbar in die kleinen Körnchen, sondern zuweilen zuerst in grössere Körperchen. Zuletzt aber erfolgt immer vollständige Auflösung der körnigen Masse. So fand ich z. B. in einer Blase mit 3 Mik. dicker Wandung viele weissliche kugelige Körperchen von 2 bis 7 Mik. Durchmesser. Dieselben wurden etwas grösser und körnig; das heisst, sie zerfielen durch Auflösung der dazwischen liegenden Substanz in kleine Körnchen, die kaum ein Mik. gross waren und bald ebenfalls verschwanden.

Farblose und durch Jod schwach gebläute Stärkekörner zeigen die Erscheinung in gleicher Weise; bei den letztern ist zuweilen die Körnermasse im Innern farblos und die Wandung gefärbt.

Wenn die Substanz von aussen nach innen aufquillt, so wird sie bei einer gewissen Concentration der Schwefelsäure in gleicher Reihenfolge auch gelöst, wie ich oben (Pag. 138 ff.) gezeigt habe. Wenn die Säure indess etwas wasserhaltiger ist, so erfolgt zwar das Aufquellen ebenfalls noch von aussen nach innen, aber die Lösung beginnt erst, nachdem das ganze Korn zu einer weichen Masse aufgequollen ist. Die letztere hat eine halbflüssige Weichheit; daher zeigt sie immer die Tendenz, Kugelgestalt anzunehmen. Wenn mehrere oder viele Stärkekörner beisammen liegen, so fliessen ihre Hüllen zusammen, und die ganze Masse hat ebenfalls die Neigung, sich kugelig abzurunden. Man hat dann eine aus weicher durchsichtiger Substanz bestehende Kugel, in welcher die noch dichten, aber sich fortwährend verkleinernden Körper eingebettet sind.

Die aufgequollene Masse ist anfänglich homogen; dann treten meistens hohle Räume in derselben auf, die von 1 bis 12 Mik. und darüber variiren, und die bald von einerlei Grösse sind, bald von den verschiedensten Dimensionen neben einander liegen. Dieselben haben Kugelgestalt, wenn sie mehr oder weniger entfernt stehen; bei gedrängter Lage sind sie polyedrisch und bilden zusammen ein Parenchym mit oft sehr dünnen Scheidewänden. — Zuletzt erfolgt immer Lösung.

Wie die ganzen Stärkekörner, verhalten sich auch die Körperchen, in welche jene durch die Einwirkung einer stärker concentrirten Säure zerfallen. Wenn die letztere rasch Wasser aufnimmt, so quellen jene Körperchen, statt noch einmal zu zerfallen und sich zu lösen, zu einer halbflüssigen kugeligen Masse auf. Kommen zwei solcher Tropfen mit einander in Berührung, was bei geringer Bewegung der Flüssigkeit häufig geschieht, so fliessen sie gleichfalls zu einer grössern genau sphärischen Masse zusammen. Vacuolenbildung und Auflösung verhalten sich gleich.

Es ist diess der einzige Fall, in welchem die Substanz des Stärkekorns in eine halbflüssige Consistenz verwandelt werden kann. Dabei bleibt sie ziemlich dicht, indem sie von der Flüssigkeit sich sehr scharf und deutlich abgrenzt. Dass dennoch eine vollständige Desorganisation eingetreten ist, beweist die Leichtigkeit, mit der die Tropfen zusammenfliessen, als ob es Oeltropfen wären. — Wenn die Körner dagegen von innen nach aussen aufquellen, so nimmt die Substanz beträchtlich mehr Wasser auf und wird viel weicher und durchsichtiger, aber ohne die geringste Spur von Halbflüssigkeit. Man kann die herausgetretenen Flocken hin und her bewegen, ohne dass sie ihre Gestalt ändern, und in Berührung mit einander bringen, ohne dass sie zusammenfliessen.

In den bisher angeführten Fällen, wo das Aufquellen am Umfange beginnt und nach innen hin fortschreitet, behalten die Kartoffelstärkekörner ihre glatte gerundete Oberfläche. Es kommt indess häufig vor, und zwar sowohl bei farblosen als durch Jod blaugefärbten Körnern, dass die Säure die einen Stellen stärker, die andern schwächer angreift. Dadurch wird die Oberfläche in der mannigfaltigsten Art verändert.

Manche Körner quellen nur an einzelnen Stellen auf; die Rinde erhebt sich, und tritt schlauchartig vor. Der hernienähnliche Fortsatz hat eine ovale, häufiger eine kopfförmige Gestalt, indem er mit einer schmälern Basis befestigt ist. Je weniger solcher Fortsätze ein Korn treibt, desto grösser werden sie. Meistens entsteht zuerst einer am vordern Ende; zuweilen bleibt er allein, und kann sich dann so sehr vergrössern, dass er das ganze übrige Korn überrifft. Dem Auswuchs auf der vordern Seite folgt in der Regel etwas später ein zweiter am hintern Ende, der auch fortwährend etwas kleiner bleibt. Darauf bilden sich mehrere (3 bis 8) an der Seitenfläche. — Die Bildung der Auswüchse folgt aber nicht immer dieser Regel, zuweilen treten sie ohne bestimmte Norm auf, oder zeigen eine Vertheilung von einer andern Regelmässigkeit. So sah ich einigemal an ziemlich kugeligen Körnern 4 oder 3 gleichlange Fortsätze, erstere wie die Ecken eines Tetraeders angeordnet; letztere wie die Ecken eines gleichseitigen Dreieckes gestellt, und auf täuschende Weise die Form der Pollenkörner von *Oenothera* nachahmend. Ein Fortsatz schien immer dem vordern Ende des Stärkekorns zu entsprechen.

Die Wandung der Auswüchse ist 1 — 5 Mik. Mill. dick, und der Länge nach (d. h. mit Rücksicht auf den Mittelpunkt des ganzen Kornes radial-) gefaltet. Wenn das Korn durch Jod intensiv blau gefärbt ist, so sind die Fortsätze blass, und zwar um so mehr, je grösser sie werden. — Zuletzt findet vollständiges Aufquellen der Körner statt, welche die Fortsätze wieder in sich aufnehmen.

Wir haben also hier ein Beispiel, wo die Säure nur einzelne und zwar zum Theil bestimmte Stellen der Oberfläche angreift. Warum das geschieht, dafür weiss ich keinen Grund. Wenn es aber einmal als Thatsache angenommen wird, so sind die übrigen Erscheinungen leicht begreiflich. Die erste Einwirkung scheint auf einer punctförmigen Stelle zu beginnen; wenigstens ist die sich zuerst erhebende Warze sehr schmal. Die Einwirkung der Säure greift aber mehr und mehr um sich; und je höher der Auswuchs wird, desto mehr verbreitert sich seine Basis. Die aufquellenden äussern Schichten wachsen sehr beträchtlich in die Fläche, und desswegen heben sie sich von der innern Masse ab und werden bruchsackähnlich ausgestülpt. Bei der raschen Ausdehnung vermag sich der innere Raum weder mit Flüssigkeit noch mit weicher aufgequollener Substanz zu füllen, um so weniger als die noch stark concentrirte Schwefelsäure nicht so leicht durch die Substanz durchdringt. Der Druck der umgebenden Flüssigkeit bildet daher etwa 7 bis 11 tiefe Längsfalten an jedem Auswuchs, und meistens ist auch das Ende desselben eingedrückt, so dass die Höhlung oft auf ein Minimum reducirt ist.

Andere Stärkekörner bilden, statt weniger und grosser, eine Menge kleiner Auswüchse, welche die ganze Ober-

fläche bedecken. Hier werden zugleich viele einzelne Stellen in geringer Entfernung von einander angegriffen; dieselben erheben sich warzenförmig. Die quellende Einwirkung der Schwefelsäure breitet sich von diesen Stellen weiter aus und ergreift bald die ganze Oberfläche; so dass sich um das dichte Korn eine weiche Hülle bildet, welche von dichtgedrängten, halbkugeligen bis fast kugeligen und glockenförmigen Blasen bedeckt ist. Dieselben haben einen Querdurchmesser von 6 bis 15 Mik. Mill. So wie das dichte Korn im Innern kleiner wird, so fangen auch die Auswüchse der Hülle an, mit derselben zu verschmelzen. Die Oberfläche ist gewöhnlich ganz glatt geworden, ehe der dichte Stärkekörper im Innern vollständig verschwunden ist.

Auch diese Erscheinung wird von Schwefelsäure an farblosen und an durch Jod gefärbten Stärkekörnern in gleicher Weise hervorgebracht. Aetzkali verhält sich auf die nämliche Art. Meistens erheben sich die Warzen gleichzeitig an der ganzen Oberfläche. Es kommt aber auch vor, und das habe ich vorzüglich bei der Einwirkung von concentrirter Aetzkallilauge beobachtet, dass zuerst das vordere und hintere Ende angegriffen werden, oder auch nur das eine von beiden. Dort erheben sich anfänglich mehrere Buckel und dehnen sich dann, indem gleichzeitig die betreffende Region an allen Punkten der Oberfläche erweicht wird, sackartig aus. Nachher wird auch die ganze Seitenfläche in gleicher Art angegriffen.

Die ungleichmässige Einwirkung des Quellungsmittels zeigt noch eine dritte Abstufung. Ich sah mehrmals auf gewissen beschränkten Stellen des Objektträgers alle Stärkekörner mit kleinen Warzen dicht bedeckt. Die Körner waren etwas aufgequollen; alle zeigten eine kleinere oder grössere Höhlung im Innern; manche verlängerten sich an einer Stelle in einen grossen Fortsatz, der ohne Zweifel dem vordern Ende entsprach, wenige in zwei Fortsätze. Die dicke Wandung zeigte sich bald zart-geschichtet, bald homogen. An manchen Körnern war die Oberfläche überall oder nur stellenweise mit einer weichen (stärker aufgequollenen) Hülle überzogen, so dass also die Warzen in den meisten Fällen nicht der äussersten Schicht angehörten.

Die Warzen hatten eine halbkugelige Gestalt. Von der Seite erschienen sie halbkreisförmig, von oben kreisrund bei mehr lockerer und rundlich-eckig bei gedrängterer Stellung. Die Breite betrug 1,5 bis 3 Mik. Oft schienen sie unregelmässig angeordnet zu sein, diess namentlich, wenn sie weiter auseinander lagen oder von ungleicher Grösse waren. Zuweilen erkannte man aber deutliche Querreihen (an ovalen Stärkekörnern), seltener schiefe Reihen, die sich in 2 Richtungen kreuzten. An den Fortsätzen waren die Warzen sehr deutlich in Querreihen (d. h. in parallele Kreise) geordnet.

Die concentrirte Schwefelsäure, welche die Stärkekörner von aussen her aufquellen macht und dabei ungleichmässig einwirkt, indem sie die einen Stellen früher angreift, kann also sehr ungleiche Resultate hervorbringen. In dem einen Extrem erhebt sich eine Seite zu einem einzigen sehr grossen, selbst das übrige Korn übertreffenden Fortsatz; in dem andern bedeckt sich die Oberfläche mit einer Menge von winzigen Warzen. Ob das Eine oder Andere eintritt, scheint mir zum Theil wenigstens von der Concentration der Säure abzuhängen. Bei geringerem Wassergehalt bilden sich wenige grosse Auswüchse, bei etwas grösserm viele kleine Erhabenheiten. Desswegen entstehen die letztern nachträglich an den grossen Fortsätzen selbst, und sehr häufig, nachdem die oberflächlichste Substanzlage schon aufgequollen ist, an einer tiefern Schicht. — Das letzte Resultat des Aufquellens ist aber in allen Fällen eine glatte Kugel.

Zuweilen tritt mit dem ungleichmässigen, auf einzelne Stellen beschränkten Aufquellen fast gleichzeitig ein gleichmässiges Aufquellen an der ganzen Oberfläche ein. Wahrscheinlich erfolgt Ersteres bei einer stärkern Concentration der Säure und geht bei rasch zunehmendem Wassergehalt in das Zweite über. Dabei nimmt das Stärkekorn oft drollige Formen an. So sah ich einmal mehrere Körner, die alle den gleichen Bau zeigten. Durch einen breiten Fortsatz am vordern Ende waren sie oval-kegelförmig oder fast flaschenförmig geworden. Die aufgequollene Substanz am ganzen Umfange bildete eine doppelte Hülle; die äussere sehr weiche hatte eine unförmlich-flaschenähnliche Gestalt; die innere etwas dichtere dagegen glich vollkommen einer Flasche mit erweiterter Mündung des kurzen Halses. In dem kugeligen Körper der Flasche befand sich, ihn ganz ausfüllend, der noch dichte Stärkekörper von gleicher Gestalt aber mit einer halbkugeligen Ausbuchtung gegen den Hals der Flasche. Diese Ausbuchtung war ohne Zweifel durch den Substanzverlust entstanden, den die Bildung des Halses herbeigeführt hatte.

Mit der eben geschilderten Erscheinung, wo die Oberfläche durch Fortsätze und Erhabenheiten uneben wird, hat eine andere zwar äussere Aehnlichkeit, rührt aber von wesentlich verschiedenen Ursachen her. Schwefelsäure oder Aetzkalklösung machen bei stärkerer Concentration die Kartoffelstärkekörner von aussen nach innen, bei grösserem Wassergehalt von innen nach aussen aufquellen. Ein mittlerer Concentrationsgrad greift die Substanz überall ziemlich gleichzeitig an. Solche Körner nehmen die verschiedensten und die unregelmässigsten Formen an. Die einen zeigen eine bloss e Einstülpung, die sich meistens am Kernende befindet, andere 2 oder mehrere Einstülpungen; einige sind zusammengelassen und einmal um ihre Achse gedreht; manche sind längsgefaltet; bei den meisten aber haben die Einfaltungen einen unregelmässigen Verlauf und sind gekrösähnlich durch einander geschlungen. Dabei ist das ganze Korn hohl; die Höhlung, die schon anfänglich bloss als Spalte auftritt, bleibt auch fortwährend durch die Einstülpungen und Einfaltungen oft aufs Aeusserste reducirt.

Die Ursache dieser Erscheinung mag zum Theil ebenfalls darin liegen, dass die verschiedenen Stellen in ungleichem Maasse aufquellen. Der hauptsächlichste Grund ist aber, wie ich glaube, darin zu suchen, dass die Flüssigkeit nur langsam eindringt, und dass daher der hydrostatische Druck die aufquellenden Körner einstülpt und einfaltet. Daher sind es nur die kleinsten Körner, welche diese Erscheinung nicht zeigen, sondern kugelig bleiben mit einer kugeligen Höhlung im Innern; denn ihre Wandung vermag bei dem geringen Krümmungshalbmesser dem äussern Druck zu widerstehen.

Die Wandung ist anfänglich zart-geschichtet, dann wird sie bald homogen. Etwas später aber trübt sie sich meistens und erscheint körnig. Die Körnchen stehen zuweilen, wenn man die Wandung im Durchschnitt sieht, deutlich in Reihen, welche ohne Zweifel den einzelnen Schichten entsprechen. 6 Reihen nehmen einen Raum von 9 bis 12, die einzelnen also $1\frac{1}{2}$ bis 2 Mik. Mill. ein. — Die Oberfläche ist meistens glatt, zuweilen wird sie warzig-uneben. Wenn das Korn vollständig aufgequollen ist, so zeigt es sich glatt, homogen und von kugeliger Gestalt.

Zuweilen geschieht es, dass die ganze Masse des gefalteten Kornes körnig wird, mit Ausnahme der äussersten Schicht, welche das Ansehen einer Membran zeigt. Wenn dann die letztere durch Aufnahme von Flüssigkeit sich ausdehnt und kugelig wird, so fliesst die körnige Masse zusammen, und trennt sich von der Membran, indem sie mit derselben nur an einzelnen Stellen durch Fortsätze in Verbindung bleibt. Ein Stärkekorn in diesem Stadium hat die grösste Aehnlichkeit mit einer Zelle, in welcher sich der Primordialschlauch durch Zuckerköschung contrahirt hat und nur da und dort vermittelst Fäden an der Wandung befestigt ist. Die Membran erscheint bald als einfache, bald als Doppelinie. Die ovale oder kugelige Körnermasse ist scharf-umschrieben, nimmt etwas mehr als die Hälfte des ganzen Durchmessers ein, und zeigt am Umfange 6 bis 11 strahlenförmige Fortsätze, von denen die schwächeren einfach sind, die stärkeren aber nach aussen sich in 2 bis 4 divergirende Schenkel theilen. Die Körner gewähren beim Rollen fortwährend ähnliche Ansichten. — Wenn sie vor der Einwirkung der Schwefelsäure durch Jod schwach gefärbt waren, so ist die Körnermasse farblos und die Membran violett. — Später wird die Körnermasse sammt den Fortsätzen gelöst, indess die Membran als eine homogene kugelige Blase übrig bleibt.

Diese Erscheinungen reiben sich an ähnliche früher geschilderte an, wo die ganze innere Masse in Körnchen zerfällt und von einer Blase umschlossen wird (Pag. 153). Dort sind es lose Körnchen, hier mehr eine zusammenhängende halbflüssige körnige Masse.

Eine äusserst merkwürdige Erscheinung ist die Bildung einer Gasblase in jedem Korn. Dieselbe erfolgt nur bei einer ganz bestimmten Concentration der Schwefelsäure oder der Aetzkalklösung. Wenn man z. B. Kartoffelstärke in Alcohol auf den Objektträger bringt, ein Deckgläschen darauf legt und von der einen Seite Schwefelsäure zutreten lässt, welche sich langsam nach der entgegengesetzten Seite ausbreitet, so entspricht, wegen der Verdunstung des Alcohol, wegen der Anziehung von Wasserdampf durch die Schwefelsäure, und wegen der Vermischung der letzteren mit dem Alcohol, jede verschiedene Entfernung von dem Rand des Deckgläscheus, wo die Säure zugesetzt wurde, einer andern Concentration. Man sieht daher die gleiche Einwirkung gewöhnlich auf einer ganzen Zone, die mit jenem Rande mehr oder weniger parallel läuft. Die Zone, wo die Gasbildung statt findet, ist aber immer sehr schmal; meist

sind es nur 2 bis 4 hinter einander liegende Stärkekörner, an denen man dieselbe beobachtet, während die Körner, welche von der Säure früher oder später erreicht werden, andere Erscheinungen zeigen.

Man kann die Gasblasenbildung aber auch hervorrufen, wenn man die Schwefelsäure oder das Aetzkali auf irgend eine andere Weise einwirken lässt, vorausgesetzt, dass dabei einmal die richtige Concentration eintrete; — so z. B. wenn man trockne oder wenig befeuchtete Stärke auf dem Objektträger ausbreitet, und englische Schwefelsäure oder concentrirte Aetzkaliösung langsam von einer Seite des Deckgläschens zutreten lässt; oder wenn man Stärkekörner in eine Mischung von Alcohol mit Schwefelsäure oder Aetzkali legt, und dann die Erscheinungen betrachtet, welche mit der Verdunstung des Alcohol und mit der Anziehung von Wasser nach einander eintreten.

Die grösste Gasbildung scheint genau bei derjenigen Concentration stattzufinden, bei welcher das Stärkekorn weder von aussen, noch von innen, sondern in seiner ganzen Masse gleichzeitig angegriffen wird. So wurden in einer Mischung von wasserfreiem Weingeist und rauchender Schwefelsäure die Stärkekörner zuerst ohne Hüllen aufgelöst; — dann zeigten sich Hüllen von aufgequollener Substanz um die verschwindenden Körner; — darauf fand nur ein Aufquellen von aussen nach innen ohne Lösung statt, und man unterschied eine äussere weichere und eine innere dichtere und meistens geschichtete Hülle; dabei bildeten sich kleine Gasblasen; — nachher trat ein Moment ein, wo in jedem Korn eine sehr grosse Gasblase frei wurde; — später erschienen während kurzer Zeit aufgequollene und mannigfach eingestülpte und eingefaltete Körner mit kleinen Gasblasen; — dann eben solche Formen ohne Gasbildung; — und zuletzt fand das Aufquellen vorzugsweise im Inneren der Stärkekörner statt, und war von strahlenförmigen Rissen begleitet.

Die Bildung der kleinen Gasblasen in den von aussen nach innen aufquellenden Stärkekörnern ist mit folgenden Erscheinungen verbunden. Die Körner haben schon von Anfang an ein kleines, meist nicht viel über 1 Mik. Mill. grosses Gasbläschen im Schichtencentrum, welches entweder durch das Austrocknen oder durch die wasserentziehende Wirkung der Schwefelsäure oder des Alcohol erzeugt wurde. Dasselbe bleibt unverändert, bis das Aufquellen der Substanz darüber hinweggegangen ist. Dann vergrössert es sich ziemlich beträchtlich, so dass es 20 — 30 Mik. Mill. und darüber misst, und bis auf den dritten Theil der Länge des aufgequollenen Korns und mehr einnimmt.

Bei der Einwirkung von Schwefelsäure sah ich dabei häufig folgenden Vorgang. Wenn das Gasbläschen schon eine beträchtliche Grösse erreicht hatte, so verlängerte es sich gegen einen Punkt der Oberfläche, und zugleich erhob sich dieser Punkt (mehrmals war es sicher das vordere Ende) warzenförmig oder sackartig. Der Auswuchs zeigte eine helle Begrenzung, während der übrige Umfang dunkel contourirt blieb. Plötzlich verschwand nun ein Theil (etwa $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{2}$) des Gases in der weichen Substanz des Vorsprungs. Das übrige Gas floss dann rasch gegen die Mitte zurück, und rundete sich wieder ab. Zuweilen vergrösserte sich die Blase noch einmal, und bildete eine Verlängerung nach einer andern Seite der Peripherie, wo sich der eben geschilderte Process wiederholte.

Die Erklärung scheint nicht schwer zu sein. Das sich entwickelnde Gas übt einen Druck auf die umgebende Masse aus, und treibt da, wo der Widerstand am geringsten ist, einen Fortsatz hervor. Das plötzliche Verschwinden eines Theils des Gases muss wohl mit dem Eintritt von Flüssigkeit zusammenhängen. Diess könnte durch Platzen des Fortsatzes geschehen; es ist mir aber fast wahrscheinlicher, dass durch die daselbst dünner und weicher gewordene Wandung ein Theil Flüssigkeit endosmotisch eindringe.

Das Gas, welches im Korn zurückbleibt, verschwindet oft ziemlich rasch, oft langsamer. — Seltener entstehen ausser der Gasblase im Schichtencentrum noch eine oder zwei andere in der Mitte des Korns, welche entweder ebenfalls zuerst die Bildung von Aussackungen veranlassen, oder auch sonst mit dem stärkern Aufquellen des Korns aufgelöst werden.

Aetzkali bringt bei einer gewissen Concentration ähnliche Erscheinungen hervor wie die Schwefelsäure. Wenn man eine Lösung in wasserfreiem Weingeist anwendet, so treten die Veränderungen langsam ein. Die Stärkekörner quellen von aussen nach innen auf; dabei bilden sich oft starke schwarze Risse im Innern und später eine Gasblase von ziemlicher Grösse. Dieselbe ist nicht rund, sondern eckig, was von den Rissen herrührt. Sehr oft hat sie eine raufenförmige, oder körperlich betrachtet, nahezu eine kurzspindelförmige Gestalt, wobei die grösste Ebene derselben einer Querspalte entspricht, welche durch das Schichtencentrum gieng. — Auch die Gasblasen, welche die Schwefelsäure hervorbringt, sind nicht kugelig, wiewol etwas weniger eckig als in dem eben geschilderten Falle. Auch dort

mag die unregelmässige Form von mechanischen Trennungen in der Substanz herrühren, die zwar nicht sichtbar waren, aber wohl durch die Wasserentziehung hervorgebracht werden mussten. — Eine Ausstülpung des Kornes an einer Stelle und dabei ein theilweises Verschwinden des Gases sah ich bei der Einwirkung von Aetzkali nicht. Das Gas bleibt längere Zeit ungelöst; auf Zusatz von Wasser verschwindet es.

Da wo die stärkste Gasentwicklung statt hat, verwandelt sich, sowohl bei der Einwirkung von Schwefelsäure als von Aetzkali, das Stärkekorn in eine mit Gas gefüllte dünnwandige Hohlkugel, die meistens eine sphärische, seltener eine ovalkugelige oder gar ovale Form hat. Das Gas zeigte, rücksichtlich zum ganzen Korn, bei folgenden Messungen die grössten Verhältnisse:

	1	2	3	4	5	6
Dicke der Wandung	2 und 4	2 und 3	2	4	1,5	2 und 3
DM. des Kornes	30	30	25	60	25	45
DM. der Gasblase	24	25	21	52	23	40
Verhältniss	0,8 : 1	0,83 : 1	0,84 : 1	0,87 : 1	0,88 : 1	0,89 : 1
	7	8	9	10	11	12
Dicke der Wandung	2 und 4	2	1 und 3	1 und 1,5	1,5	1 und 2
DM. des Kornes	56	37	47	35	46	58
DM. der Gasblase	50	33	43	32,5	43	55
Verhältniss	0,89 : 1	0,89 : 1	0,91 : 1	0,93 : 1	0,93 : 1	0,95 : 1

Die eben erwähnten 12 Körner waren alle kugelig, ebenso die eingeschlossenen Gasblasen. Wo bei der Dicke der Wandung zwei Werthe angegeben sind, ist es das Minimum und Maximum, die einander diametral gegenüber lagen. Das Verhältniss bezieht sich auf den Durchmesser der Gasblase zu dem des Kornes.

Die Gasblasen füllen anfänglich die Höhlung ganz aus; sie sind sogar in der Regel, wie ich gleich zeigen werde, einer beträchtlichen Spannung unterworfen. Wenn sie aber einige Zeit in der Flüssigkeit liegen, so verkleinern sie sich, und können selbst in manchen Fällen ganz verschwinden. Es wird nämlich durch die eindringende Flüssigkeit ein Theil des Gases gelöst.

Dass die Gasblase oft mehr als den Druck einer Atmosphäre auf die Wandung ausübt, ergibt sich schon daraus, dass mit dem Kleinerwerden der Blase auch das ganze Korn, namentlich aber der innere Hohlraum an Grösse abnimmt, indem die Wandung mehr aufquillt. So beobachtete ich ein Korn in Kalilösung, das einen Durchmesser von 44 Mik. hatte, und eine Gasblase von 36 Mik. einschloss. Die Wandung war bei einer Lage im Minimum und Maximum 3,5 und 4,5 Mik., bei einer andern Lage 2,5 und 5,5 Mik., also im Durchschnitt 4 Mik. dick. Nach einiger Zeit war das Korn noch 40 Mik. Mill., das Lumen und die dasselbe ausfüllende Gasblase 24 Mik. gross, die Wandung im Durchschnitt 8 Mik. dick. Das Korn nahm also mit dem theilweisen Verschwinden des Gases an Grösse ab, obgleich die Wandung sich auf das Doppelte verdickte; ein Beweis, dass es früher durch den Druck des Gases ausgespannt war. — Später wurde die Gasblase immer kleiner, bis sie zuletzt ganz aufgelöst war. Die Wandung zog sich nicht mehr zusammen; dagegen wurde sie faltig eingestülpt, weil eine viel kleinere Menge Flüssigkeit eindrang, als Gas von derselben absorbirt wurde.

Das Gas wird übrigens von der Flüssigkeit, in welcher es sich gebildet hat (Schwefelsäure, Kalilösung), meist nur zum Theil gelöst. In den einen Körnern verschwinden die Gasblasen vollständig, in den andern theilweise, und in manchen bemerkt man gar keine Abnahme derselben, auch wenn man sie tagelang in der Flüssigkeit liegen lässt. — Bei Zusatz von Wasser wird das Gas rascher aufgelöst; man sieht viele Blasen schnell verschwinden, andere sich stark verkleinern, doch bleiben manche längere Zeit noch fast unverändert.

Der Zusatz von Wasser zeigt auch deutlich, dass das in den Körnern enthaltene Gas eine bedeutende Spannung besitzt, so z. B. bei folgendem Versuche. Festes Aetzkali wurde in eine so geringe Menge von wasserfreiem Weingeist gelegt, dass es nach einiger Zeit nur zum Theil gelöst war. Die Lösung wurde mit trockenen Kartoffelstärkekörnern unter einem Deckglas unter das Microscop gebracht. Bald bemerkte man in vielen Körnern grössere oder

kleinere Gasblasen. Wegen des verdunstenden Weingeistes wurde immer wieder Kalilösung zugesetzt; dabei schieden sich viele Krystalle aus. Nachdem diess einige Stunden fortgesetzt worden, so wurde nach und nach die Flüssigkeit so wasserhaltig, dass nur sehr wenig mehr zugegossen werden musste, und dass selbst die Krystalle sich allmählig wieder lösten. Nach 3 Tagen (72 Stunden) waren die Körner und die in ihnen eingeschlossenen Gasblasen noch ganz unverändert. Nun wurde Wasser zugesetzt; die Stärkekörner und die Gasblasen dehnten sich aus. Manche Körner platzten, und liessen das Gas ganz oder theilweise heraustreten. Allmählig wurde dann ein Theil des Gases aufgelöst.

Ein Korn, welches verhältnissmässig viel Gas enthielt, wurde während der Einwirkung des Wassers besonders beobachtet und gemessen. Vorher war es 58 Mik. gross; die kugelige Gasblase hatte einen Durchmesser von 55 Mik., die Wandung eine Dicke von 1 und 2 Mik. Nach Zusatz von Wasser dehnte sich die Blase auf 84 Mik. aus, machte dann die umschliessende Membran platzen, und zeigte nach dem Austritt einen Durchmesser von 105 Mik. Die Membran sank stark zusammen. Das Volumen des Gases vor dem Zutritt von Wasser betrug 87150, nach dem Heraustreten der Blase 606130 Kubik Mik. Mill. Es besass also früher eine Spannung, die dem Druck von 7 Atmosphären gleich kam. Die Wandung des Kornes hatte, weil in einer alcohol-reichen Flüssigkeit befindlich, eine beträchtliche Dichtigkeit und Festigkeit. Sie nahm dann Wasser auf, wurde weicher, und vermochte dem Druck nicht mehr zu widerstehen. Daher dehnte sie sich aus, und platzte zuletzt.

Es wäre wichtig zu wissen, wie viel Gas sich auf eine bestimmte Menge von Substanz bilden kann. Diess gelang mir aber nicht, auf sichere Art zu ermitteln, da man bei den Versuchen, wie sie angestellt wurden, meistens zum Voraus nicht einmal genau weiss, an welcher Stelle des Präparats sich Gas bilden wird, und noch viel weniger, in welchen Körnern die Gasentwicklung sehr bedeutend sein wird. Man kann also zum Voraus keine Messungen anstellen, und nachher ist es unmöglich zu bestimmen, wie gross das Korn ursprünglich gewesen sei. In dem eben angeführten Beispiel betrug das Volumen der Stärkewandung, ehe Wasser zugesetzt wurde, 15090 Kubik Mik. Mill. Sie befand sich jedenfalls in einem etwas, zwar nur wenig aufgequollenen Zustande. Wenn anzunehmen wäre, dass kein Substanzverlust stattgefunden habe, so wäre das unveränderte Korn kaum 30 Mik. gross gewesen, vorausgesetzt, dass es Kugelgestalt hatte; und die Substanz würde sich zum Gas verhalten wie 15090:606130 oder wie 1:40. Dieses Verhältniss scheint mir aber jedenfalls zu gross zu sein. Dagegen ist die ursprüngliche Grösse eines Kornes, das aufgequollen 58 Mik. Durchmesser hat, gewiss nicht zu klein angenommen, wenn man, auf die Kugel berechnet, den Durchmesser zu 40 Mik. annimmt, was einem Kubikinhalte von 33520 Mik. Mill. entspricht. Bei dieser Annahme müsste ein Substanzverlust von mehr als der Hälfte stattgefunden haben, und die Substanz würde sich zu dem Gas, das sich in ihr bildet, verhalten wie 1:18. Nun können aber noch Fehlerquellen in den Messungen liegen; schlagen wir dieselben auf das Höchste und zu Ungunsten des Verhältnisses an, so bleibt als Resultat immerhin, dass das Volumen des Gases 10 bis 12 mal dasjenige des ursprünglichen Kornes übertreffen kann. Ich wiederhole, dass diess die verhältnissmässig stärkste Gasentwicklung war, die ich beobachtete; in andern Körnern zeigte sie alle möglichen geringern Werthe.

Das Maximum der Gasbildung dauert sehr kurze Zeit, oft bloss einen Moment, d. h. es gehört nur einem bestimmten Grad der Concentration des Quellungs- und Lösungsmittels an, da sich diese fortwährend vermindert. Nachher wie vorher wird wieder weniger Gas frei, und bald darauf hört die Blasenbildung ganz auf. Die Erscheinungen sind nun aber anders.

Die Stärkekörner quellen etwas auf, und erscheinen dann als jene eingestülpten und vielfach eingefalteten dickwandigen Säcke, wie ich es oben (Pag. 156) beschrieben habe. Nur im ersten Stadium dieser Bildung treten Gasblasen darin auf, welche bald die Hälfte, bald einen viel kleineren Theil des ganzen Durchmessers einnehmen. Zuweilen verschwinden dieselben wieder ganz oder theilweise, häufig indess bleiben sie längere Zeit in der Quellungsflüssigkeit unverändert.

Wasserzusatz macht die Körner mehr aufquellen. Ihre Oberfläche wird, wenn sie höckerig und warzig war, wieder glatt. Die Gasblasen dehnen sich in den einen Fällen ebenfalls aus; sie können selbst ganz oder theilweise aus dem platzenden Korn heraustreten, ein Beweis, dass sie hier ebenfalls in einem comprimierten Zustande sich befanden.

In andern Fällen dagegen nehmen sie wenig an Grösse zu; man sieht an ihnen vorzüglich nur die Veränderung, dass sie kugelig werden, indem sie früher oval bis länglich oder von verschiedener unregelmässiger Gestalt waren.

Wenn Zusatz von Wasser eine beträchtliche Audehnung der Gasblasen hervorbringt, so werden sie nur theilweise oder fast gar nicht gelöst. Findet dagegen bloss eine geringe Zunahme derselben statt, so bleiben sie zwar noch einige Zeit unverändert, verschwinden dann aber nach und nach ganz, und zwar meist ehe die sie umgebenden blasenförmigen Hüllen unsichtbar werden.

Woher rührt diese Gasentwicklung in den Stärkekörnern? Da ich dieselbe zuerst bei Einwirkung von Schwefelsäure eintreten sah, so ging meine Vermuthung gleich dahin, es möchten kohlen saure Salze eingelagert sein. Aber Aetzkali bringt, wie spätere Beobachtungen zeigten, ganz die nämlichen Erscheinungen hervor. Es bleiben daher nur 2 Möglichkeiten. Entweder ist das Gas Produkt eines Zersetzungsprocesses, oder es war vorher verdichtet und wird unter bestimmten Verhältnissen frei.

Dass das Gas durch Zersetzung entstehe, hat wenig Wahrscheinlichkeit für sich. Die Stärkekörner bestehen, wie ich im folgenden Kapitel zeigen werde, fast ausschliesslich aus Stärke und aus Cellulose. Es mag darin eine äusserst geringe Menge von Salzen, und allenfalls, aber wahrscheinlich nur in den äussern Schichten eine sehr geringe Menge von Proteinverbindungen eingelagert sein. Die Gase müssten also durch Zersetzung von Stärke oder Cellulose gebildet werden. Es ist aber nicht annehmbar, dass Schwefelsäure, welche doch schon ziemlich wasserhaltig ist, und Kalilösung diess bei gewöhnlicher Temperatur bewirken, um so weniger als sie in concentrirterem Zustande keine Gasentwicklung veranlassen.

Viel wahrscheinlicher ist die andere Annahme, dass die Gase in dem Stärkekorn verdichtet gewesen seien. Das selbe würde sich dann wie Kohle verhalten, welche, nachdem sie frisch geglüht wurde, bekanntlich eine grosse Menge Gas absorbiren kann. Von Seite der Analogie ist gegen das Factum an und für sich, so wie gegen die Quantität des Gases, welche das Stärkekorn verdichten musste (im höchsten Falle, wie ich zeigte, kaum mehr als 10 bis 12 Mal sein Volumen), nichts einzuwenden. Auch der Umstand, dass das verdichtete Gas frei wird, wenn Flüssigkeiten (Schwefelsäure, Kalilösung), die wenig davon absorbiren können, das Stärkekorn durchdringen, es aufquellen machen und theilweise lösen, bedarf keiner weitern Begründung. Die Gasheilchen, welche mit den Stärketheilchen Molecularcombinationen eingegangen waren, verlassen dieselben, da die Stärketheilchen nun mit der Säure oder dem Alkali in Beziehung treten. Aber es sind zwei Punkte, welche Schwierigkeiten darzubieten scheinen: 1) warum die Gasentwicklung nur bei einer bestimmten Concentration des Quellungs- und Lösungsmittels stattfindet, und 2) warum sie immer im Schichtencentrum des Kornes beginnt.

Was den ersten Punkt betrifft, so habe ich früher gezeigt, dass die concentrirte Schwefelsäure die Stärkekörner von aussen nach innen auflöst, dass die verdünnte Säure dagegen dieselben durchdringt, vorzugsweise im Innern aufquellen macht und auch von innen nach aussen resorbirt. Die Gasentwicklung nun findet bei einer mittleren Concentration statt, und das scheint mir namentlich auch dafür zu sprechen, dass es kein chemischer (Zersetzungs-), sondern ein physikalischer Process ist. Nur in denjenigen Körnern bildet sich Gas, welche von aussen nach innen aufquellen, ohne gelöst zu werden, und welche in ihrer ganzen Dicke fast gleichzeitig aufquellen. — Die concentrirte Säure vermag nun allerdings am wenigsten Gas aufzulösen, und man sollte meinen, dass wenn darin die Stärkekörner gelöst werden, das Gas noch eher frei werden sollte, als in einer weniger concentrirten Säure. Doch sind zwei Auswege möglich.

Einmal ist zu berücksichtigen, dass bei wirklicher Lösung der Stärke die Gasheilchen sich in der ganzen Flüssigkeit vertheilen können, und nicht in dem engen Raum eines Kornes eingeschlossen bleiben. Vielleicht ist auch der Umstand in Betracht zu ziehen, dass sie schon in molecularer Vertheilung mit den Stärketheilchen in die Säure übergehen, und sich daher um so leichter in diesem Zustande darin erhalten.

Ausser dieser Erklärung, welche sich auf den Fall bezieht, dass die Stärke wirklich gelöst wird, ist noch eine andere möglich. Concentrirte Schwefelsäure dringt, wie wir gesehen haben, nicht in das Stärkekorn ein, und hat keine

Quellungsfähigkeit zu seiner Substanz, wie das mit der wasserhaltigen Säure in so ausgezeichnetem Maasse der Fall ist. Dagegen löst sie das Korn von aussen; und bei weniger heftiger Einwirkung sehen wir, dass dieser Lösung ein Zerfallen in grössere und immer kleinere Körnchen vorausgeht. Wir wissen nun nicht, wie die Stärketheilchen sich schliesslich in der Säure verhalten; aber es wäre möglich und es ist sogar wahrscheinlich, dass wegen der geringeren Verwandtschaft zu derselben vorerst noch keine wirkliche und vollständige Lösung, sondern nur eine sehr starke mechanische Vertheilung eintritt, wobei die festen Stärketheilchen die Gasatome theilweise zurückhalten vermögen. Diess wird um so wahrscheinlicher, da die concentrirte Aetzkalklösung, welche die Stärke viel schwieriger löst, aber leichter durchdringt als die Schwefelsäure, auch in der Regel eine beträchtlichere Quantität Gas frei macht als diese. Ich verweise übrigens auf die später folgende Auseinandersetzung über die Löslichkeit der Stärke.

Wenn dagegen bei einem bestimmten geringen Wassergehalt die Säure oder die Kalklösung das Korn von aussen her oder überall gleichzeitig aufquellen macht, so wird wegen der grössern Verwandtschaft der Stärketheilchen zum Quellungsmittel das Gas frei, und die Quellungsfähigkeit ist noch nicht wasserhaltig genug, damit die geringe Menge, welche in dem Stärkekorn enthalten ist, es auflösen könnte. Denn das Gas kann in der kurzen Zeit, in welcher das Aufquellen geschieht, nicht aus dem sonst unversehrten Korn, dem namentlich die äusserste dichte membranähnliche Schicht fast unverändert geblieben ist, entweichen; es sammelt sich daher zu einer Blase.

Ist die Concentration des Quellungsmittels, in welches wir die Stärkekörner bringen, noch geringer, so kann dasselbe einerseits das Gas auch in grösserer Menge auflösen. Andererseits aber verliert es, wegen geringerer Verwandtschaft zur Substanz, die Fähigkeit, die Gastheilchen so vollständig von derselben zu trennen, als es die Flüssigkeit mit stärkster Affinität thut. Blosses Wasser vermag die Trennung noch weniger zu Stande zu bringen, selbst bei erhöhter Temperatur, und eine Flüssigkeit überhaupt um so weniger, je mehr Wasser sie enthält.

Eine andere Schwierigkeit ist die, dass die Gasentwicklung immer im Schichtencentrum des Kornes anfängt. Das ist namentlich auffallend, wenn das Aufquellen an der Peripherie beginnt und nach innen hin fortschreitet. Erst wenn es die Gegend des Kornes überschritten hat, so tritt ein Gasbläschen auf, oder es fängt das schon vorhandene (von dem Austrocknen herrührende) an, sich zu vergrössern, und kann zu einer ziemlich ansehnlichen Blase werden. Es scheint mir, dass sich diese Erscheinung aus der Structur des Kornes erklären lässt. Die kleinsten Theilchen sind nicht nur, wie die Schichtung zeigt, concentrisch angeordnet; sie müssen, wie aus den Rissen und aus dem Wachsthum hervorgeht und wie ich später näher nachweisen werde, auch in radialen (mit Rücksicht auf das Schichtencentrum) Reihen stehen. Die Continuität wird, wie es die Erfahrung fast ausnahmslos zeigt und wie es auch begreiflich ist, am leichtesten im Schichtencentrum unterbrochen. Wenn nun das Quellungsmittel eindringt und die Gastheilchen aus ihrer Verbindung mit den Substanztheilchen gelöst werden, so können sie nicht oder nur in geringem Maasse nach aussen entweichen wegen der dichten membranähnlichen Rinde. Sie vermögen aber auch die Continuität der Substanz, deren Theilchen so regelmässig und im Gleichgewicht angeordnet sind, nicht zu unterbrechen, und bleiben daher in dem comprimierten oder verdichteten Zustande. Erst im Schichtencentrum, wo die concentrische und radiale Anordnung und mit ihr das Gleichgewicht der Substanztheilchen selbstverständlich die grössten Störungen zeigen, wird die mechanische Trennung durch die Expansivkraft der Gastheilchen ermöglicht, wenn sich daselbst nicht schon vorher eine Höhlung befindet. Dort wird daher Gas frei. Die in dem ganzen Korn verbreiteten, in Spannung befindlichen Gastheilchen können wegen der radialen Anordnung der Substanzmoleküle und weil die Masse nach innen hin weicher und somit lockerer wird, ohne Schwierigkeit zum Schichtencentrum hinströmen; und sie vermögen die daselbst einmal vorhandene Trennung der Substanz zu erweitern und sich zu einer Gasblase zu sammeln, weil dazu natürlich eine viel geringere Spannung nothwendig ist, als um Unterbrechungen in andern Regionen des Kornes neu hervorzubringen.

Zur Entscheidung der Frage, welche Gasarten in den Stärkekörnern frei werden, weiss ich, da man es immer mit microscopischen Quantitäten zu thun hat, vorerst nichts beizubringen als ihre Lösbarkeit. Diese zeigt, dass es nicht nur ein, sondern verschiedene Gase sind. Denn in Körnern, die neben einander liegen, sieht man zuweilen die

Gasblasen ganz, theilweise und gar nicht gelöst werden; und zwar bestätigt sich sehr häufig die früher erwähnte Regel, dass die Blasen um so leichter verschwinden, je kleiner sie im Verhältniss zum ganzen Korn sind. Ich möchte daher vermuthen, dass im Allgemeinen in den ersten Stadien der Einwirkung andere Gase frei werden als späterhin, abgesehen davon, dass die Gasarten in ungleichen Verhältnissen in den Stärkekörnern enthalten sind. Ein Theil des Gases mag Kohlensäure sein, wofür die leichtere Lösbarkeit spricht. Die grösste Menge besteht aber aus andern Gasarten, denn sie verschwinden nicht in Aetzkali, also ohne Zweifel aus Sauerstoff oder aus atmosphärischer Luft.

Die Gasentwicklung in den Stärkekörnern wurde auch schon von Fritzsche beobachtet und studirt (Poggendorff's Annal. Bd. XXXII, 149). Sie findet nach seinen Untersuchungen statt, wenn man Amylum mit folgenden Flüssigkeiten kocht, 1) mit einer concentrirten Lösung von Aetzkali in Alcohol, 2) mit einer concentrirten Lösung von Weinsteinssäure in Alcohol, der etwas Wasser zugesetzt wurde; 3) mit Essigsäure, die einen kleinen Zusatz von Wasser erhalten hat; 4) mit Alcohol, der etwas Wasser enthält, wenn dann eine Auflösung von Aetzkali und Alcohol oder concentrirte Schwefelsäure zugesetzt wird. Die durch Kochen mit Weinsteinssäure und Essigsäure erzeugten Luftblasen verschwinden nach mehreren Stunden; Zusatz von concentrirter Schwefelsäure oder von Aetzkali bewirkt wieder eine Gasentwicklung.

Fritzsche zieht aus diesen Thatsachen den Schluss, dass der kleine Kern der Amylumkörner aus einer eigenthümlichen Substanz bestehen müsse, welche die Eigenschaft besitzt, durch Einwirkung von Säuren und Alkalien eine permanente, absorbirbare Gasart zu bilden, wozu jedoch die Gegenwart von etwas Wasser eine nothwendige Bedingung zu sein scheine. Gegen diese Ansicht habe ich folgende 3 Einwürfe.

Erstlich besteht der Kern vollkommen aus der gleichen Substanz wie das ganze übrige Korn; denn wenn derselbe zuweilen bei der Einwirkung von Speichelstoff noch einige Zeit lang allein übrig bleibt, so färbt er sich durch Jod schön blau, und ferner wird er durch alle Lösungsmittel in gleicher Weise gelöst wie die Schichten. Zweitens beobachtete ich einige Male, dass bei sehr excentrischer Lage des Kerns auch 1 oder 2 Gasblasen in der Mitte des Korns auftraten. Drittens erlaubt das Verhältniss der Gasmenge zur Grösse des Kerns jene Annahme nicht. In dem oben erwähnten Falle betrug die Quantität des in einem Stärkekorn gebildeten Gases 606130 Kubik Mik. Mill. Nehmen wir an, dasselbe besitze die Dichtigkeit der atmosphärischen Luft, so wissen wir andererseits, dass der Kern, der aus einer sehr weichen Substanz besteht, in seinem spezifischen Gewicht von dem Wasser sehr wenig abweichen kann. Unter diesen Voraussetzungen und die atmosphärische Luft 770 Mal leichter als Wasser angenommen, müsste der Kern, der durch vollständige Zersetzung jene Gasmenge lieferte, ein Volumen von 787 Kubik Mik. Mill. und einen Durchmesser von $11\frac{1}{2}$ Mik. Mill. gehabt haben, während die Kerne in den Kartoffelstärkekörnern in Wirklichkeit nicht über 1 bis 2, allerhöchstens 3 Mik. gross sind, somit $\frac{1}{2}$ bis 4, höchstens 14 Mik. Mill. Volumen besitzen.

Ich hatte, um die Gasentwicklung in den Stärkekörnern zu beobachten, bisher immer das Verfahren eingeschlagen, dass ich die concentrirte Schwefelsäure unter dem Microscop wasserhaltiger werden liess, und dafür sorgte, dass sie fortwährend mit neuen Stärkekörnern in Berührung kam. Auf diese Weise musste sicher auch das richtige Maass der Concentration einmal eintreten, und die Gasbildung musste bei jedem Versuch zum Vorschein kommen. Es war nun aber wünschbar, diesen Concentrationsgrad zu kennen. Zu diesem Ende stellte ich folgende Versuche an. Ich brachte nacheinander verschiedene Mischungen von Schwefelsäure und Wasser in einem concaven Objektträger mit ungefähr gleichen Mengen von trockener Kartoffelstärke zusammen, und beobachtete die eintretenden Erscheinungen. Zur Mischung wurde das erste Hydrat der Schwefelsäure ($\text{SO}_3, \text{H}_2\text{O}$) und destillirtes Wasser angewendet. Die Temperatur betrug 16 Grad C.

1. Mischung von 1 Volumen Schwefelsäure und $\frac{1}{2}$ Vol. Wasser. Im Schichtenentrum der Stärkekörner bildete sich ein winziges Gasbläschen durch vollständige Wasserentziehung. Die einen Körner wurden von der ganzen Oberfläche gleichzeitig, die andern von dem hintern Ende aus angegriffen und gelöst. Die Oberfläche blieb fortwährend glatt, mit Ausnahme derjenigen Körner, die von der hintern Seite aus verschwanden und daselbst anfangs uneben oder zackig erschienen. In einem Falle war die Stärke nach 35, in einem andern nach 45 Minuten vollständig gelöst.

2. Mischung von 1 Vol. Schwefelsäure und 1 Vol. Wasser. Die Körner wurden, ohne dass sich Gasbläschen in ihnen bildeten, von aussen her aufgelöst, wobei sie bloss etwas eckig wurden und im Uebrigen glatt blieben. In $2\frac{1}{2}$ Minuten waren sie vollständig verschwunden.

3. Mischung von 1 Vol. Schwefelsäure und $1\frac{1}{2}$ Vol. Wasser. Wie beim 2ten Versuch; die Stärke war aber schon nach 2 Minuten gelöst.

4. Mischung von 1 Vol. Schwefelsäure und 2 Vol. Wasser. Ebenfalls wie beim 2ten Versuch. Die Stärkekörner waren in weniger als $1\frac{1}{2}$ Minuten von aussen nach innen aufgelöst.

5. Mischung von 1 Vol. Schwefelsäure und $2\frac{1}{2}$ Vol. Wasser. Die Körner wurden nicht aufgelöst, sondern quollen von aussen auf und zwar ungleichmässig, die meisten nur am vordern Ende, welches sich blasenförmig ausdehnte und an Grösse das ganze übrige Korn übertraf. Dabei bildeten sich kleine, wenn sie kugelig waren, kaum 10 Mik. grosse Gasblasen, die sogleich wieder verschwanden. In weniger als 2 Minuten waren alle Körner aufgequollen.

6. Mischung von 1 Vol. Schwefelsäure und $2\frac{3}{4}$ Vol. Wasser. Die einen Stärkekörner quollen deutlich von aussen her auf; indem wie beim 5ten Versuch das vordere Ende sich glockenförmig erhob, oder indem ringsum die Substanz erweicht ward und der dichte Stärkekörper allmähig verschwand; andere quollen gleichzeitig in der ganzen Dicke, und andere endlich fast eher von innen nach aussen auf. In allen bildeten sich Luftblasen, welche (bei Kugelgestalt) bis 30 Mik. gross wurden. In mehreren Körnern sah ich zwei Gasblasen, eine grössere im Schichtencentrum und eine kleinere wenig jenseits der Mitte. Vor $2\frac{1}{2}$ Minuten, ein anderes Mal in 2 Minuten, waren alle Körner aufgequollen und alle Gasblasen verschwunden.

7. Mischung von 1 Vol. Schwefelsäure und $2\frac{3}{4}$ Vol. Wasser. Die Stärkekörner quollen von innen nach aussen auf, und bekamen Risse, die vom Schichtencentrum und der Mitte des Kornes nach dem hintern Ende divergirten. Sie wurden dann hohl und zugleich becherförmig-eingestülpt; die Einstülpung vergrösserte sich, je mehr das Korn aufquoll. In der Höhlung entstand eine Luftblase, welche (bei Kugelgestalt) bis 25 Mik. gross ward. Innerhalb 3 Minuten waren alle Körner aufgequollen und alle Gasblasen wieder verschwunden.

8. Mischung von 1 Vol. Schwefelsäure und 3 Vol. Wasser. Die Körner quollen von innen auf, erhielten Risse, wurden hohl und eingestülpt, wie beim 7ten Versuch. Die Gasblasen waren aber (bei sphärischer Gestalt) höchstens 13 oder 15 Mik. gross. Nach 20 Minuten waren die grösseren Körner aufgequollen, die kleinern aber noch fast unverändert.

Aus diesen Versuchen ergibt sich, dass eine Mischung von 1 Volumen des ersten Schwefelsäurehydrats mit $2\frac{3}{4}$ Volumen Wasser bei gewöhnlicher Temperatur zwar noch nicht die grösstmögliche, aber doch eine beträchtliche Gasentwicklung hervorbringt. Ob die grösste Menge von Gas bei einer etwas stärkern oder geringern Verdünnung erfolge, wurde nicht weiter genau untersucht; es ist aber das Erstere wahrscheinlich, wie aus folgendem Versuch hervorgeht.

9. Die Mischung von 1 Volumen Schwefelsäure und $2\frac{3}{4}$ Volumen Wasser hatte 22 Stunden lang in einem engen offenen Reagensglas im Zimmer gestanden, und war somit etwas wässriger geworden. Die trockenen Kartoffelstärkekörner wurden langsam von aussen nach innen durchdrungen, ohne sich dabei merklich zu vergrössern. Darauf entstanden Risse, die von dem Schichtencentrum und der Mitte des Kornes nach dem hintern Ende divergirten. Nachher quollen die Körner am vordern Ende stark auf, wurden hohl und stülpten sich ein. Fast in allen bildeten sich Luftblasen; die grössten derselben erreichten (bei Kugelgestalt) einen Durchmesser von 20 Mik. In weniger als $2\frac{1}{2}$ Minuten waren alle Körner aufgequollen und alle Gasblasen wieder verschwunden.

Ich füge hier noch einige andere Versuche bei, welche über die Wirkungen von bestimmten Mischungen von Schwefelsäure und Alcohol Aufschluss geben.

10. Mischung von 1 Vol. rauchender Schwefelsäure und 1 Vol. wasserfreiem Alcohol. Die trockenen Kartoffelstärkekörner blieben lange scheinbar unverändert. Dann wurden sie nach und nach durch Auflösung von aussen eckig, und verschwanden langsam, ohne dass Gasblasen sichtbar wurden. Die vollständige Auflösung erfolgte erst nach 6 Stunden.

11. Mischung von 1 Vol. euglischer Schwefelsäure und $\frac{1}{2}$ Vol. Wasser (die nämliche Mischung, welche zum 1sten

Versuch gedient hatte) mit 1 Vol. wasserfreiem Alcohol. Die Körner quollen von aussen nach innen auf. Die äussere (aufgequollene) Masse war sehr weich und halbflüssig; sie floss, wenn 2 oder mehrere Körner sich berührten, in einem homogenen Brei zusammen. Gasbildung fand keine statt. Nach $1\frac{3}{4}$ Stunden waren alle Körner aufgequollen; ihre Conturen erschienen noch ziemlich deutlich, und eine Lösung hatte nicht stattgefunden.

12. Die Mischungen vom 10ten und 11ten Versuch wurden zu gleichen Theilen gemengt. Während $1\frac{3}{4}$ Stunden war noch fast keine Veränderung in den Körnern wahrzunehmen. Dann wurden dieselben langsam von aussen nach innen aufgelöst, wobei sie eine etwas eckige Gestalt annahmen. Gasbildung trat nicht ein, mit Ausnahme der winzigen Bläschen im Schichtencentrum, welche auch durch Alcohol allein hervorgebracht werden. Die vollständige Auflösung erfolgte in $4\frac{1}{2}$ Stunden.

13. Mischung von 1 Vol. englischer Schwefelsäure mit $2\frac{5}{8}$ Vol. Wasser (die gleiche Mischung, welche beim 7ten Versuch angewendet worden war) mit 1 Vol. wasserfreiem Alcohol. Nach 2 Stunden waren die grössten Körner aufgequollen und eingestülpt. Die mittelgrossen zeigten erst Risse im Innern und eine kleine Höhlung im Schichtencentrum. Die kleinern Körner waren noch unverändert. Gasblasenbildung mangelte gänzlich. — 7 Stunden später (also nach 9 Stunden) waren alle Körner verschwunden. Wässrige Jodlösung färbte die Flüssigkeit gleichmässig blau und bewirkte einen Niederschlag von winzigen freien Körnchen. Die Stärke war also gelöst worden.

Es mag hier noch ein Versuch mit concentrirter Aetzkallilauge folgen. Festes Aetzkali wurde bei ungefähr 60 Grad C. in einer geringen Menge von wasserfreiem Alcohol bis zur Sättigung aufgelöst, indem ein Theil der Substanz ungelöst blieb. Als die warme Lösung mit trockner Kartoffelstärke zusammen auf den Objektträger gebracht und mit einem Deckglas bedeckt wurde, so erstarrte sie zu einer festen Masse. Die Zimmertemperatur betrug 16 Grad C. Nach einiger Zeit fing das Kali an den Rändern des Deckgläschens an, wieder flüssig zu werden, indem Wasser aus der Luft angezogen wurde. Dieser Process rückte nach dem Mittelpunkt des Deckgläschens hin fort, so dass etwa nach einer Stunde wieder Alles gelöst war.

So wie an irgend einer Stelle das Kali flüssig wurde, so quollen die Stärkekörner auf, und in jedem entstand eine Gasblase. Die grössten Blasen maassen (bei kugeligter Gestalt) 20 bis 30 Mik. Dass dieselben nicht grösser wurden, wie diess bei frühern ähnlichen Versuchen der Fall gewesen war, davon glaube ich die Ursache in dem Umstande finden zu können, dass, wie sich nachher zeigte, das Kali mit ziemlich viel kohlen saurem Kali verunreinigt war. Sie konnte aber auch darin liegen, dass die Lösung diessmal concentrirter war.

In dem Maasse, als noch mehr Wasser aus der Luft angezogen wurde, schieden sich in der dickflüssigen Lösung dünnflüssige Tropfen aus. Die letztern wurden allmählig grösser und verdrängten nach und nach die erstern ganz. In der dünnflüssigen Lösung (aus Weingeist und Aetzkali bestehend und mit körnigem kohlen saurem Kali verunreinigt) blieben die aufgequollenen Stärkekörner und die in ihnen enthaltenen Gasblasen unverändert. So wie sie aber in die dünnflüssige Lösung (bestehend aus Wasser, Aetzkali und kohlen saurem Kali) gelangten, so wurden die Gasblasen schnell aufgelöst, und die Körner selbst quollen noch stärker auf.

Alle bisher mitgetheilten Beobachtungen über die Wirkungen der Schwefelsäure zeigen einen merkwürdigen Gegensatz zwischen den concentrirteren und den diluirteren Lösungen. Die concentrirte Säure dringt nicht in das Stärkekorn ein. Wenn dasselbe von Wasser durchdrungen ist, so zieht sie es aus, und die Schichtung verschwindet. Sie greift das Korn an der Oberfläche an, und löst es von aussen nach innen auf. — Wenn ich sage, die Säure dringe nicht in das Stärkekorn ein, so bezieht sich das natürlich nur auf einen unter dem Microscop bemerkbaren Raum; und heisst nichts anderes, als dass sie z. B. nicht 1 Mik. Mill. ($\frac{1}{1000}$ Mill. Met.) tief eindringt. Es ist sehr wahrscheinlich, dass sie wohl zwischen die alleräussersten Substanztheilchen, vielleicht $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{10}$ Mik. tief, hineingeht, um dieselben aufzulösen.

Ist die Säure etwas weniger concentrirt, so werden die Stärkekörner ebenfalls bloss von aussen angegriffen; aber dem Verschwinden der Substanz geht ein wiederholtes Zerfallen in Körnchen voraus. Die letzteren werden unsichtbar, wenn ihre Grösse unter 1 Mik. Mill. sinkt. — Zu diesem Behuf muss die Säure in die oberflächlichste Schicht des

Korns eindringen, und zwar offenbar wenigstens so tief, als der Durchmesser der Körnchen beträgt. Von dem Eindringen selbst beobachtet man aber nichts, weil fast gleichzeitig damit das Zerfallen in Körnchen erfolgt.

Bei einer noch etwas geringern Concentration quellen die trockenen Stärkekörner von aussen nach innen auf. Die Säure dringt ein, aber rückt langsam nach der Mitte hin fort. Statt die Substanz dabei in Körnchen zu zertheilen, verwandelt sie dieselbe in einen halbflüssigen Brei. So wie der Wassergehalt der Schwefelsäure noch mehr zunimmt, so dringt sie rascher ein, macht die Substanz etwas mehr aufquellen, übt aber einen weniger desorganisirenden Einfluss aus. Eine Mischung von 1 Volumen englischer Schwefelsäure und $\frac{2}{3}$ Vol. Wasser durchdringt das Stärkekorn noch ziemlich langsam und so, dass man scharf die Grenze zwischen der innern trockenen und der äusseren befeuchteten Substanz wahrnimmt. Die letztere hat sich aber nur wenig ausgedehnt, und vielleicht nicht mehr Säure aufgenommen, als sie Wasser aufnehmen würde. Erst nach dem vollständigen Eindringen erfolgt das Aufquellen.

Wenn die Schwefelsäure noch mehr verdünnt ist, so durchdringt sie augenblicklich die Stärkekörner, welche sich dabei nicht mehr ausdehnen als bei Befeuchtung mit Wasser. Dann beginnt das Aufquellen, und zwar von innen nach aussen, d. h. die innere Substanz nimmt rascher an Volumen zu als die äussere. In gleicher Reihenfolge, nämlich von innen nach aussen, erfolgt auch die Auflösung. — Eine bestimmte Concentration bewirkt die Quellungserscheinungen in kürzester Zeit. Grössere Verdünnung führt sie wieder langsamer herbei (wie die grössere Concentration), und endlich giebt es einen Verdünnungsgrad, welcher die Stärkekörner gar nicht mehr verändert.

Wir haben also zwischen der Schwefelsäure und den Stärkekörnern dreierlei Verwandtschaften zu unterscheiden: die Durchdringungs-, Quellungs- und Lösungsaffinität.

Vermöge der Durchdringungsaffinität nimmt das trockene Stärkekorn ungefähr eine gleiche Menge von Flüssigkeit auf, als es im frischen Zustande in der lebenden Pflanze Wasser enthielt. Jeder Theil desselben hat ein besonderes Imbibitionsvermögen, wie oben für Wasser nachgewiesen wurde. Die Organisation (d. h. der Zusammenhang und die Anordnung der kleinsten Theilchen) wird bei der Durchdringung nicht gestört, sondern im Gegentheil wieder in ihrer ursprünglichen Beschaffenheit hergestellt. — Die Schwefelsäure hat zum Stärkekorn um so weniger Durchdringungsverwandtschaft, je concentrirter sie ist. Diess Gesetz gilt entschieden für die höhern Concentrationsgrade; wenn es absolut gültig wäre, so müsste das Korn am schnellsten von reinem Wasser durchdrungen werden. Nun dringt aber schon eine Mischung von 1 Vol. englischer Schwefelsäure und 3 Vol. Wasser mit momentaner Geschwindigkeit ein, so dass man zwischen ihr und reinem Wasser keinen Unterschied bemerkt. Wenn dieser Unterschied dennoch im Sinne des Gesetzes vorhanden ist, so nimmt er bei einer bestimmten Verdünnung unmessbar kleine Werthe an.

Die Quellungsaffinität tritt immer erst ein, nachdem die Durchdringungsverwandtschaft befriedigt ist. Sie hat ohne Ausnahme die Desorganisation der Substanz zur Folge. Ihr Bestreben besteht darin, eine möglichst grosse Menge von Flüssigkeit einzulagern. Die Quellungsverwandtschaft der ganz concentrirten Schwefelsäure ist Null; sie nimmt nach einem bestimmten Concentrationsgrad (ungefähr 1 Vol. Schwefelsäure mit 3 Vol. Wasser) rasch zu und erreicht daselbst ihr Maximum. Von da vermindert sie sich allmählig mit steigender Verdünnung der Säure, und wird bei starkem Wassergehalt derselben wieder Null. — Die Schwefelsäure hat also für sich allein weder Durchdringungs- noch Quellungsaffinität; sie erlangt dieselbe erst, wenn sie mit einer gewissen Menge Wasser verbunden ist.

Die Lösungsaffinität der Schwefelsäure ist um so grösser, je concentrirter die Säure. Die Lösung kann auf die Quellung und scheinbar auch auf die blosse Durchdringung folgen, oder auch ohne dass die eine und andere sichtbar wird, eintreten. Es ist aber wahrscheinlich, dass dennoch ihr immer Durchdringung und Quellung vorausgehen, aber einerseits so rasch durchlaufen werden, andererseits in so geringen Substanzmengen auftreten, dass sie der Beobachtung verborgen bleiben. Die Lösung vollendet die Desorganisation, welche die Quellung einleitete.

Wir können das gegenseitige Verhältniss von Durchdringung, Quellung und Lösung wahrscheinlich folgendermassen aussprechen. Zuerst wird die Substanz des Stärkekorns von der Säure durchdrungen, und zwar um so langsamer, je concentrirter die letztere ist. Dann folgt das Aufquellen, welches bei einer mittleren Concentration ein Maximum erreicht und am schnellsten eintritt, und welches mit der Zunahme und der Abnahme des Wassergehalts fast auf Null herabsinkt. Zuletzt tritt immer die Lösung ein und zwar um so rascher, je concentrirter die Säure ist. — Daraus lassen sich alle die mannigfaltigen Erscheinungen, welche die Schwefelsäure an den Stärkekörnern hervorbringt, erklären.

Mit der Auflösung der Stärkekörner hat grosse Analogie die Auflösung der Zellenmembranen. Man kennt zwar manche Fälle, wo einzelne Membranen oder ganze Gewebe resorbirt werden, z. B. die Specialmutterzellen der Sporen und Pollenkörner, die Scheidewände zwischen den sich conjugirenden Zygnemaceen- und Desmidiaceenzellen, das Gewebe des Eikerns, welches von dem Pollenschlauch durchbohrt und von dem Embryosack verdrängt wird, das Eiweiss mit verdickten Zellwandungen, welches zur Ernährung des sich entwickelnden Keims dient etc. Ueber den nähern Vorgang ist aber so gut wie nichts bekannt. In einigen Fällen mögen die Membranen zuerst aufquellen und sich auflockern. Dann müssen sie von dem Lösungsmittel durchdrungen sein. Die Wirkung wäre die gleiche wie von Alkalien, Säuren und kochendem Wasser auf Stärkekörner. Auf diese Art möchten sich vielleicht die Specialmutterzellen der Sporen und Pollenkörner verhalten.

In andern Fällen dagegen geschieht die Auflösung der Membran ohne eine vorhergehende sichtbare Auflockerung derselben. So wirkt zuweilen der Primordialschlauch. Ich habe in dem I. Heft (Pag. 37) diesen Vorgang an einem Beispiele erörtert. Der Primordialschlauch der Schwärmsporen von *Stigeoclonium insigne* drückt mit derjenigen Seite, welche dem Wimperende entspricht, auf die Membran der Mutterzelle, und resorbirt eine kreisförmige Stelle. — So wird ohne Zweifel die Wand in den Verbindungskanälen der conjugirten Zygnemaceen und Desmidiaceen von den beiden anstossenden Schläuchen aufgelöst. Die letztern haben die Tendenz, sich an der Spitze zu verlängern; sie thun diess so lange, bis die Auswüchse auf einander treffen. Der Druck bewirkt nun, statt einer weitem Verlängerung, die Resorption der beiden trennenden Membranen. — Ob die Löcher in den Zellen der Sphagnumblätter und die Durchbrechungen in den Querwänden der porösen Gefässe ebenfalls so zu erklären seien, ist mir sehr zweifelhaft.

Wie die Primordialschläuche wirken auch die ganzen Zellen. Diess ist besonders bei Pilzfäden deutlich. Wenn sich dieselben in einer Zelle gebildet haben oder von aussen hineingewachsen sind, so sieht man zuweilen, wie sie bei weiterer Verlängerung und Verzweigung die Zelle mehr und mehr erfüllen. Dabei werden die Spitzen der Fäden, wo sie auf die Zellenwand treffen, immer abgelenkt. — Häufig aber tritt eine andere Erscheinung ein. Wenn das Ende eines Fadenpilzes an eine Membran anstösst; so löst es eine kreisrunde Stelle auf, und wächst durch die Oeffnung hindurch. Am leichtesten überzeugt man sich von diesem Vorgange in den Zellen von fadenförmigen Algen, z. B. von *Cladophora*, *Oedogonium* etc. Der Pilzfaden, der die Seitenwand oder die Scheidewand einer Zelle durchbohrt, schliesst das Loch so hermetisch, dass die Zelle ihre cylindrische Gestalt unverändert behält, und nicht zusammenfällt, wie es sonst bei verletzten Zellen der Fall ist. — Auf die nämliche Art durchbrechen die Fadenpilze die Membranen in dem Gewebe höherer Pflanzen. Schacht (*Flora* 1854, Pag. 618) hat viele Beispiele beobachtet, und dabei namentlich auch gesehen, dass es vorzugsweise die Poren sind, welche durchwachsen werden.

Bei dem sich ausdehnenden Embryosack kommt noch eine andere Erscheinung hinzu. Er nimmt zuerst die Flüssigkeit der Zellen auf, gegen welche er drückt, und die wegen ihrer zarten Wandungen keinen Widerstand leisten. Nachher erst löst er die Membranen auf.

Schleiden und andere Beobachter lassen den Pollenschlauch zwischen den Zellen der aufgelockerten Kernwarze sich hindurchdrängen und in manchen Fällen den Embryosack einstülpen. So weit ich diese Erscheinungen selbst verfolgt habe, so schien es mir, als ob der vordringende Pollenschlauch wie ein Pilzfaden die Zellen resorbire, die er auf seinem Wege antrifft. — Eine beträchtlichere Einstülpung des Embryosackes ist ferner im Widerspruch mit sichern Analogieen. Wenn ein Pilzfaden auf eine Zelle mit dünner oder dicker, weicher oder zäher Wandung trifft, so stülpt er dieselbe nie ein; sondern entweder gleitet er seitlich ab oder er durchbohrt sie. Die geringe Dehnbarkeit der Membran und der Druck der Zellflüssigkeit sind unüberwindliche Hindernisse für ein Einstülpen des Embryosackes. Insofern der Pollenschlauch eindringt, so muss er, wie es auch von Schacht angenommen wird, eine Oeffnung resorbiren, die er wie ein Pilzfaden hermetisch verschliesst. Dass aber die Vereinigungsstelle nachher den Anschein einer Einstülpung annimmt, geht ebenso nothwendig aus dem fernern Wachsthum des Embryosackes hervor, wobei vermöge des Druckes der Zellflüssigkeit an jener Stelle sich um den Embryoträger eine wallartige Abrundung bildet.

Ich habe bisher von einer Auflösung der Stärkesubstanz gesprochen, wenn dieselbe unter dem Microscop in der Flüssigkeit vollkommen unsichtbar wurde. In der Regel wäre es nämlich in den besprochenen Fällen gar nicht möglich zu entscheiden, ob sie wirklich als Stärke gelöst, oder bloss in einen äussersten Zustand mechanischer Vertheilung gebracht, oder in Dextrin umgewandelt wurde.

Die Löslichkeit der Stärke als solcher geht noch nicht aus den gewöhnlich dafür angeführten Thatsachen hervor, dass der Kleister dünnflüssig und durchsichtig-hell wird, und dass er durch das Filtrum geht; denn dieses beweist bloss eine grosse mechanische Vertheilung. Wichtiger sind die beiden Facten, dass die Stärke durch die Membranen von Pflanzenzellen filtrirt werden kann, und dass sie durch Jod in winzigen, oft unmessbar kleinen Körnchen sich ausscheidet, zuweilen selbst eine homogene blaue Färbung zeigt. Daraus ergibt sich, dass sie entweder eine Lösung oder dann eine durch unsere jetzigen Hilfsmittel von der Lösung nicht unterscheidbare mechanische Vertheilung in Körnchen, die jedenfalls unter $\frac{1}{5000}$ bis $\frac{1}{6000}$ Mill. Met. gross sind, darstellen muss. Jodstärke scheint aber jedenfalls unlöslich zu sein, auch wenn sie aus der Lösung dargestellt wird.

Von kaltem und kochendem Wasser, wenigstens wenn dasselbe nicht längere Zeit einwirkte, wird die gewöhnliche Stärke nicht in nachweisbarer Menge wirklich gelöst, ebenfalls nicht von den stickstoffhaltigen indifferenten Verbindungen oder Fermenten. Dagegen ist sie in beträchtlicher Quantität löslich in concentrirten starken Mineralsäuren bei gewöhnlicher Temperatur, in verdünnten Mineralsäuren und Essigsäure sowie in Chlorzink- und alkalischen Lösungen bei erhöhter Temperatur, und in Wasser bei lang andauernder Siedhitze. Die leichtere oder schwierigere Löslichkeit hängt übrigens nicht bloss von dem Lösungsmittel, sondern auch von der Natur der Stärkekörner ab, indem die dichtere und die an Cellulose reichere Substanz langsamer angegriffen wird als die weichere und die an Cellulose ärmere.

Die durch irgend welche Mittel einmal löslich gemachte Stärke bleibt dann auch in kaltem Wasser gelöst. Daraus geht hervor, dass es eine in Wasser unlösliche und eine lösliche Modification giebt. Als erstere tritt sowohl die gewöhnliche organisirte als auch die durch Lösungsmittel desorganisirte, in Körnchen und Flocken oder in halbfüssigen Brei verwandelte Stärke auf. Die lösliche Modification bildet die Uebergangsstufe von der unlöslichen desorganisirten Form zum Dextrin. Sie scheint immer zu entstehen, wenn Mittel einwirken, welche ein Aufquellen veranlassen (Säuren, Alkalien, kochendes Wasser). Ob dagegen die Fermente die organisirte Stärke unmittelbar in Dextrin überführen, oder ob sie dieselbe zuerst in die lösliche Form, diese aber sogleich weiter umwandeln, bleibt zweifelhaft, wenn auch das Letztere wahrscheinlicher ist. — In der lebenden Pflanze kommt ohne Zweifel auch lösliche Stärke vor; allein sie kann bis jetzt nur in wenigen Samen mit einiger Wahrscheinlichkeit nachgewiesen werden. Die Stärkekörner aber möchten eher unmittelbar aus Dextrin, als aus gelöster Stärke entstehen.

Die frühere Annahme, dass die gewöhnliche Stärke in kaltem und kochendem Wasser löslich sei, ist durch hinreichende Versuche in neuerer Zeit widerlegt worden. Denn wenn dieselbe mit Wasser zerrieben wird, so bleibt das Wasser bei Zusatz von Jod farblos; und wenn man Stärkekleister mit Jodlösung versetzt, so wird ebenfalls die Flüssigkeit selbst nicht gefärbt. Das Nämliche hat statt, wenn Stärke durch verdünnte Säuren oder Alkalien aufquillt. Jod lässt die vorher fast unsichtbaren aufgequollenen Körner und Flocken, die aus dem Innern geplatzter Körner heraustrreten sind, wieder deutlich zum Vorschein kommen.

Dass dünner Kleister theilweise durch ein Filtrum geht, beweist nichts für die Löslichkeit, sondern nur für die grosse mechanische Vortheilbarkeit der Stärke. Schon Payen, der übrigens glaubte, in sehr dünngekochtem Kleister sei die Stärke gelöst, kam auf den Gedanken, sie möchte doch nicht durch jedes Filtrum hindurchgehen, wenn dasselbe noch beträchtlich feiner wäre als das gewöhnliche der Laboratorien, oder wie er sagt, sie möchte von demselben verdichtet werden. Wurzeln einer Hyacinthenzwiebel und anderer Pflanzen nahmen aus Stärkekleister nur Wasser auf, indess sich Flocken von ungelöster Stärke aussen auf denselben ansetzten (Ann. d. sc. nat. 1838, II, Pag. 52).

Dagegen soll nach der bisherigen Annahme die Stärke gelöst werden, wenn man sie bei 150 Grad kocht, oder wenn man Säuren darauf einwirken lässt, letzteres vorzüglich bei Anwendung von Kleister oder bei Erhöhung der Temperatur. Als Beweis für die Lösung werden angeführt die Dünnsüßigkeit und Klarheit, und der Umstand, dass die durch das Filtrum gehende Flüssigkeit mit Jod sich blau färbt. Diese Erscheinungen reichen aber nicht hin, um die wirkliche Lösung darzuthun; sie können, wie bei dem durch Kochen mit Wasser erhaltenen Kleister, aus einer starken mechanischen Vertheilung hervorgehen.

Béchamp (Compt. rend. XXXIX, 653) giebt ein anderes Merkmal an. Derselbe sagt: die wirklich gelöste Stärke könne bis zur Syrupconsistenz eingedampft werden ohne sich zu trüben. Die scheinbare Lösung des gewöhnlichen Kleisters aber, welche durchs Filtrum gehe, trübe sich, wenn man sie im Wasserbad concentrirte.

Wichtiger ist das microscopische Verhalten. Behandelt man Stärke mit concentrirter Schwefelsäure, so wird sie dünnflüssig, und erscheint unter dem Microscop als homogene Flüssigkeit. Lässt man die Einwirkung unter dem Microscop selbst geschehen, so sieht man die Körner vollständig verschwinden. Wenn Jodtinctur zugesetzt wird, so scheidet sich Jodstärke in winzigen blauen Körnchen aus. Man kann bei der microscopischen Beobachtung diesen Niederschlag an der Grenze der Ströme von Jodtinctur und der schwefelsauren Lösung erfolgen sehen. — Man erhält die nämlichen Erscheinungen, wenn man Stärke mit verdünnter Schwefelsäure erhitzt und dann unters Microscop bringt. An der Grenze der Einwirkung wässriger oder weingeistiger Jodlösung sah ich oft eine membranartige Schicht, welche durch intensivere Färbung sich von der angrenzenden blauen Flüssigkeit unterschied, übrigens wie dieselbe aus winzigen Körnchen zusammengesetzt war. Diese scheinbare Haut rückte zuweilen mit der Jodlösung auf dem Objektträger vor. — Wenn die schwefelsaure Lösung der Stärke mit kohlenurem Kalk bis zur Sättigung behandelt und die Flüssigkeit filtrirt wird, so bleiben die kleinen Krystalle von schwefelsaurem Kalk auf dem Filtrum zurück, und durch Jodtinctur oder wässrige Jodlösung entsteht in der durchgegangenen Lösung in ganz gleicher Weise ein feinkörniger Niederschlag von Jodstärke. — Wird Stärke mit Kalilösung einige Zeit gekocht, so erscheint sie unter dem Microscop als klare Flüssigkeit. Setzt man metallisches Jod im Ueberschuss zu, so färbt sich die Flüssigkeit überall blau, indem sie wie bei der sauren Lösung durch kleine Körnchen getrübt ist. — Wenn die schwefelsaure Lösung durch Kali neutralisirt wird, so scheiden sich zuweilen zahlreiche winzige Körnchen aus, die man schon im farblosen Zustande erkennt und durch Jod blau färben kann. Wird dagegen die wasserhelle alkalische Lösung durch Schwefelsäure neutralisirt, so sah ich keinen körnigen Niederschlag; derselbe zeigte sich erst bei Zusatz von wässriger Jodlösung.

Der körnige Niederschlag, welcher durch Jod in der sauren oder alkalischen Stärkelösung hervorgebracht wird, bleibt wenigstens eine Zeit lang suspendirt, und bildet in vielen Fällen eine gleichmässige Trübung der Flüssigkeit, in welcher von Membranen und Schichten oder von aufgequollenen gauzen Stärkekörnern nichts mehr wahrzunehmen ist. Die Körnchen zeigen oft Molecularbewegung, und hängen also nicht unter einander zusammen. Diese Erscheinungen beweisen nun allerdings nach der gewöhnlichen Anschauung die Löslichkeit der Stärke entschieden. Indessen liess sich dennoch dagegen ein Bedenken erheben. Könnte nicht durch die Einwirkung von Säuren und Alkalien die Substanz der Stärkekörner in kleine Körnchen, vielleicht in Elementarkörnchen zerfallen, welche vermöge ihrer Kleinheit in der Flüssigkeit suspendirt bleiben, und im farblosen Zustande unsichtbar, durch Jod dem bewaffneten Auge bemerkbar werden? Diese Körnchen sind nämlich in der Regel unmessbar klein; bei einigen Messungen fand ich ihren Durchmesser noch etwas geringer als $\frac{1}{2}$ Mik. Mill.

Das oben geäusserte Bedenken wird durch einige Thatsachen unterstützt. Kartoffelstärkekörner mit verdünnter Kalilösung in Berührung gebracht, quellen auf, und werden hell. Die Höhlung scheint mit einer homogenen, wässrigen Flüssigkeit erfüllt zu sein. Jodtinctur färbt bei schwacher Einwirkung die Wandung der Blasen violett oder blauviolett; der Hohl-

raum enthält einen reinblauen feinkörnigen Niederschlag. Manche Körner platzen bei stärkerer Einwirkung von Kali; man findet daher nach Anwendung von Jod auch flockige Massen eines körnigen Niederschlages ausserhalb der Körner. — Diese Thatsache kann zwar aus einer Lösung der innern Substanz erklärt werden. Sie lässt indess noch einige Zweifel übrig. Zuweilen scheint der körnige Niederschlag durch das ganze Lumen des hohlgewordenen Kornes vertheilt zu sein. In andern Fällen befindet sich im Innern ein von Körnchen freier Hohlraum. Endlich giebt es hohle Stärkekörner, in denen die Körnchen nur eine dünne wandständige Schicht bilden. Es wäre daher leicht möglich, dass sie nicht einen Niederschlag von früher gelöster Stärke, sondern die noch nicht gelöste Substanz in grosser mechanischer Vertheilung darstellten. — Fig. 18 auf Taf. XIII zeigt ein Kartoffelstärkekorn, das von Kalilösung bis auf eine dünne Blase aufgelöst worden ist. Die Blase ist geplatzt und gefaltet; sie wird durch Jod violett. Die körnige Masse ist grösstentheils herausgetreten; nur eine kleine Partie, durch Jod blau gefärbt, blieb zurück.

Aehnliche Beobachtungen macht man an Kartoffelstärkekörnern, die durch Säuren oder in heissem Wasser aufquellen. Die feinkörnige Masse in dem hohlgewordenen Korn ist zuweilen schon im farblosen Zustande sichtbar; oft wird sie erst bei Zusatz von Jod deutlich. Die gleiche feinkörnige Masse findet man auch frei in der Flüssigkeit, da viele Stärkekörner platzen. Aber sie bildet zusammenhängende Flocken und Wolken; die Flüssigkeit wird durch sie nicht gleichmässig getrübt, sondern bleibt im Gegentheil neben den blauen Flocken farblos. Auch innerhalb der Stärkekörner erfüllt die körnige Masse häufig nicht die ganze Höhlung; sondern in der Mitte befindet sich eine grössere oder kleinere, bloss Flüssigkeit enthaltende Stelle (Fig. 20 auf Taf. XIII), oder die Körnchen bilden auch bloss ein Wandbeleg.

Es giebt also bestimmte Thatsachen, welche darthun, dass die geschichtete Stärke durch Säuren, Alkalien und heisses Wasser aufgelockert wird und eine körnige Beschaffenheit annimmt. Diese Auflockerung kann so beträchtlich sein, dass die Substanz unter dem Microscop erst sichtbar wird, wenn Jod dieselbe blau gefärbt hat. Die Körnchen zeigen dabei oft jene winzige unmessbare Kleinheit, wie diejenigen, welche aus der sauren und alkalischen Lösung durch Jod niedergeschlagen werden. Sie bilden aber zusammenhängende flocken- oder wolkenartige Massen. Es liesse sich nun denken, dass bei noch stärkerer Auflockerung die Körnchen sich vollständig von einander trennten, und dann jene scheinbaren Lösungen darstellten.

Diese Möglichkeit, welche schon vor einigen Jahren zu Versuchen über wirkliche Löslichkeit der Stärke in einer andern Richtung führte, wurde aber namentlich durch die kürzlich gemachte und oben beschriebene Beobachtung (Pag. 152) nahe gebracht. Ziemlich concentrirte Schwefelsäure macht nämlich oft die Stärkekörner in kleine Körnchen zerfallen, welche sich abermals in noch kleinere theilen können. Die Spaltung kann sich wiederholen, bis die Theile dem bewaffneten Auge gänzlich verschwinden. Concentrirte Kalilösung bewirkt ebenfalls ein Zerfallen in nicht zusammenhängende Körnchen.

Da also aus allen bisher angeführten Facten nicht sicher hervorgeht, ob die Stärke wirklich gelöst, oder nur in einen Zustand feinsten körniger Vertheilung gebracht wird, so wurden noch directe Filtrationsversuche mit homogenen Membranen angestellt. Ein erster Versuch, die Lösung der Stärke in Schwefelsäure durch eine Caulerpa-Membran, mit welcher das Ende einer Glasröhre verschlossen wurde, auf gewöhnliche Weise zu filtriren, misslang. Es ging kaum etwas Flüssigkeit hindurch.

Es wurde nun in eine, unten vermittelst einer Caulerpa-Membran zugebundene Glasröhre Wasser gebracht und die Röhre in die schwefelsaure Stärkelösung getaucht. Es musste eine diosmotische Strömung eintreten. Wirklich war das Niveau des Wassers nach einiger Zeit beträchtlich gesunken. Die Glasröhre enthielt jetzt Wasser und Schwefelsäure, darin aber keine nachweisbare Menge von Stärke, während die äussere Flüssigkeit durch Jod sich immer noch intensiv blau färbte, also nicht etwa in Dextrinbildung übergegangen war. Diess konnte indess für die Unlöslichkeit der Stärke noch nicht entscheidend sein. Wenn gelöste Substanz diosmirte, so war die Lösung in der Glasröhre jedenfalls bedeutend verdünnter. — Es ist aber noch ein anderer Umstand in Berücksichtigung zu ziehen. Als Verschluss der Glasröhre wurde ein blattartiger Zweig von *Caulerpa prolifera* angewendet. Derselbe besteht nicht bloss aus den zwei Cellulosemembranen, sondern auch aus den beiden Blättern des Primordialschlauches und dem ganzen festen Zel-

leninhalt. Beim Durchgang der schwefelsauren Lösung musste ein Theil dieser Stoffe ebenfalls gelöst und mitgeführt werden. Darunter befanden sich vorzüglich Proteinkörper, und diese könnten, in Verbindung mit der Schwefelsäure, die raschere Umwandlung der gelösten Stärke in Dextrin bewirkt haben.

Es musste also ein anderer Weg eingeschlagen werden, um die Stärkelösung durch eine Zellmembran zu filtriren. Das Verhalten von Pflanzenzellen in Lösungen von grösserer Dichtigkeit als die Zellflüssigkeit, welches ich im ersten Heft dieser Untersuchungen (Pag. 22) beschrieben habe, gaben dazu das Mittel an die Hand. Bringt man Zellen, namentlich von Wasserpflanzen, in Zuckerlösung, so trennt sich der Primordialschlauch von der Wand los und zieht sich sammt dem ganzen Inhalte mehr oder weniger zusammen. Der Zwischenraum zwischen Primordialschlauch und Membran ist mit Zuckerlösung gefüllt, die in der Dichtigkeit wenig von der die Zelle umspülenden abweicht, während die Zellflüssigkeit ebenfalls nur in unbedeutendem Maasse sich verändert hat. Es ergibt sich diess theils aus der Theorie der Diosmose, theils wird es durch das Lichtbrechungsvermögen dieser verschiedenen Flüssigkeiten bestätigt.

Versuche mit verschiedenen Charenzellen in der schwefelsauren Stärkelösung gaben kein Resultat, da durch die rasche Einwirkung der Exosmose die Zellen zusammenfielen und bandförmig wurden. — Ein Durchschnitt durch das Blatt von *Agave americana* wurde zur Probe in Zuckerlösung gelegt; es traten bedeutende diosmotische Erscheinungen ein, indem sich die Primordialschläuche stark contrahirten. Ein gleicher Durchschnitt wurde in eine Lösung von Stärke in Schwefelsäure gebracht; die Primordialschläuche zogen sich etwas zurück. Dann wurde Jodtinktur (in 50 procentigem Alcohol) zugesetzt, und der Schnitt mittelst eines Pinsels sorgfältig ausgewaschen und von anhängender Jodstärke befreit. Die einen Zellen waren ganz farblos. Die andern enthielten eine violette Flüssigkeit und innerhalb derselben den contrahirten Primordialschlauch mit nicht gefärbtem Inhalte. Die farblos gebliebenen Zellen waren offenbar die durch den Schnitt verletzten, welche somit auch keine diosmotischen Erscheinungen zeigen konnten. Die violetten Zellen waren die unverletzten, welche durch Endosmose Stärkelösung zwischen Membran und Primordialschlauch aufgenommen hatten. — Um sicher zu sein, dass die violette Färbung nicht auf irgend eine Weise durch die Einwirkung der Schwefelsäure veranlasst sei, wurden zwei Durchschnitte, der eine in Schwefelsäure von gleicher Concentration wie die zur Bereitung der Stärkelösung angewendete, der andere in concentrirtere Säure gelegt, und dann mit der gleichen Jodtinktur behandelt. Die violette Färbung trat in keinen Zellen ein. — Es war also der Beweis geleistet, dass Stärke, in Schwefelsäure gelöst, durch die Pflanzenzellmembran hindurchgeht.

Diese Versuche waren im Winter 1853/54 von C. Cramer angestellt worden. Dann erklärte auch Béchamp (Compt. rend. XXXIX, 653), dass die Stärkelösung ziemlich leicht durch thierische Membranen dringe. Da ich indess später die Beobachtung über das Zerfallen der Stärkekörner in kleinere und kleinere Körnchen gemacht hatte, und auch andere Thatsachen gegen die Löslichkeit zu sprechen schienen, so wurde es wünschbar, diese endosmotischen Versuche noch mit einer neutralern Lösung von Stärke, um die Wirkung der Säure auszuschliessen, und mit andern Pflanzenzellen zu wiederholen. Ein Versuch, lösliche Stärke auf dem von Maschke angegebenen Wege zu erhalten, schlug fehl, wie ich später erwähnen werde. Es wurde dieselbe daher wieder durch Einwirkung von Säure bereitet; aber es wurde zu ziemlich viel Wasser nur so viel Schwefelsäure hinzugesetzt, dass darin die unveränderten Stärkekörner nicht aufquollen. Dieses säurehaltige Wasser, mit Weizenstärke bis zum Beginne des Siedens erhitzt, gab eine klare Flüssigkeit, die unter dem Microscop nur einzelne undeutliche Körnchen erkennen liess, und durch wässrige Jodlösung blau und feinkörnig wurde.

Kräftig vegetirende Fäden einer dicken *Spirogyra*-Art (*Sp. orthospira* Näg.) zeigten in dieser Lösung die Wirkungen der Exosmose, indem sich die Primordialschläuche von der Membran zurückzogen. Die *Spirogyra*-Fäden wurden dann aus der Stärkelösung genommen und theils in wässrige theils weingeistige Jodlösung gelegt. Die Zwischenräume zwischen Membran und Primordialschlauch färbten sich schwach, aber deutlich blau. Zuerst schienen sie mit einer homogenen Flüssigkeit gefüllt zu sein. Nachher wurden darin viele winzige Körnchen mit Molecularbewegung sichtbar.

Dieselben waren unmessbar klein, und erreichten jedenfalls nicht den Durchmesser von $\frac{1}{2}$ Mik. Mill. Schon diese Granulation machte es unwahrscheinlich, dass etwa die blaue Färbung von einer innern weichen, durch die Einwirkung der Schwefelsäure veränderten Membranschicht herrühre. Die Stärkekörner innerhalb des Primordialschlauchs waren noch unverändert, und also jedenfalls nicht die Ursache der blauen Färbung.

Um übrigens Gewissheit darüber zu erlangen, dass die blaue Färbung wirklich nur der eingedrungenen Lösung angehöre, stellte ich noch einige weitere Beobachtungen an. Erstlich zerschnitt ich die blaugefärbten Fäden in kurze Stücke. Die ganz gebliebenen Zellen zeigten nach wie vor die blaue Färbung; die zerschnittenen Glieder dagegen waren meist farblos geworden. Wenn eine innere aufgelockerte Membranschicht sich blau gefärbt hätte, so mussten auch die zerschnittenen Zellen ihre Farbe behalten. — Ferner wurden unveränderte Fäden von der gleichen Spirogyra zu wiederholten Malen in ein Wasser gelegt, das eine gleiche und eine grössere Menge von Schwefelsäure enthielt, als dasjenige, welches zur Anfertigung der Stärkelösung benutzt worden war. Die Primordialschläuche zogen sich in gleicher Weise zusammen; die Räume zwischen ihnen und der Zellwandung blieben, sowohl bei Zusatz von wässriger als von weingeistiger Jodlösung vollkommen farblos. Es war also keineswegs die Einwirkung der Säure, welche eine Substanz der Zelle in eine durch Jod blau werdende Modification umwandelte.

Wenn die Schlüsse aus den eben mitgetheilten Thatsachen richtig waren, so musste die lösliche Stärke, auch nach Neutralisation der Schwefelsäure, durch die Zellmembran hindurchgehen und innerhalb derselben sich nachweisen lassen.

Die gleiche schwefelsaure Lösung wurde mit Kreide theilweise gesättigt. Sie brachte auf die Spirogyra-Fäden die gleiche Wirkung hervor; die Primordialschläuche contrahirten sich, und die eingedrungene Flüssigkeit färbte sich durch Jod schön blau. Die Färbung schien bald homogen, bald war sie aber deutlich als sehr feinkörnig zu erkennen.

Nachdem die Schwefelsäure durch Kreide vollständig neutralisirt war, so wurde wieder ein Tropfen auf einen Objektträger gebracht und Spirogyra hineingelegt. Nach einer halben Stunde waren die Fäden noch unverändert. Zu dem grösstentheils verdunsteten Tropfen wurde neuerdings Lösung zugesetzt. Abermals nach einer halben Stunde war die Flüssigkeit fast eingetrocknet. Die Zellen der Spirogyra erschienen ganz wie im frischen Zustande; weder hatte sich der Primordialschlauch zusammengezogen, noch wurde sonst eine Veränderung an ihnen wahrgenommen.

Diese auffallende Erscheinung konnte von zwei Ursachen herkommen. Die eine Erklärung war die, dass mit der Neutralisation der Säure, die Stärke ganz oder grösstentheils in den festen Zustand übergeführt worden sei. Diess schien nicht annehmbar, denn die von den kleinen Gypskristallen gereinigte Flüssigkeit erschien unter dem Microscop ganz wie die saure Lösung, und gab mit Jod eine gleich intensive, blaue körnige Trübung mit membranartigem Ansehen an der Grenze der Einwirkung. — Die andere mögliche Erklärung war die, dass die Stärke zwar gelöst blieb, aber ohne die Säure nicht im Stande war, eine merkbare Exosmose aus der Zellflüssigkeit zu veranlassen. — Um diese Alternative zu entscheiden, musste die Schwefelsäure durch eine indifferente Verbindung ersetzt werden, welche statt ihr die diosmotischen Erscheinungen bewirken und die gelöste Stärke in die Zelle hineinführen konnte.

Ich löste daher in der vollständig neutralisirten Stärkelösung etwas Zucker auf. Die Spirogyra-Zellen zeigten darin alsbald die charakteristischen Erscheinungen, indem sich der Primordialschlauch stark zusammen zog. Als sie theils in wässrige, theils in weingeistige Jodlösung gelegt wurden, färbte sich der Raum zwischen Inhalt und Membran schön blau. Damit war nun einerseits bewiesen, dass die in Säure gelöste Stärke nach Neutralisation der Säure in gleicher Weise gelöst bleibt. Andererseits aber ergiebt sich aus den mitgetheilten Thatsachen, dass in einer Lösung, die sich durch Jod intensiv blau färbt, doch nur wenig Stärke enthalten ist, indem dieselbe, selbst nach beträchtlichem Eindampfen, für sich allein (wenn sie nicht durch Schwefelsäure oder Zucker unterstützt wird) nicht den Primordialschlauch von Spirogyra zu contrahiren vermag. Es wäre indess auch möglich, aber mit Rücksicht auf die Verwandtschaft zu Zucker und Dextrin nicht sehr wahrscheinlich, dass die Stärke zwar in beträchtlicher Menge gelöst gewesen wäre, dass sie aber ein kleines diosmotisches Aequivalent hätte.

Ich stellte über das Durchgehen einer Stärkelösung, die durch Einwirkung von Alkalien erhalten war, durch die Zellmembran, eine andere Reihe von Versuchen an. Kartoffelstärke wurde mit einer ziemlich concentrirten Kalilösung über eine halbe Stunde gekocht. Unter dem Microscop war die Flüssigkeit ganz hell, ohne die geringste körnige Beimengung. Metallisches Jod im Ueberschuss einer Probe davon zugesetzt, brachte eine intensive blaue Färbung und Granulation hervor. Die alkalische Lösung wurde theils durch Jod, theils durch Säuren nicht vollständig neutralisirt, und dann mit Spirogyra-Fäden in Berührung gebracht. Es treten (durch die Einwirkung des überschüssigen Kali) die diosmotischen Erscheinungen meist in ausgezeichneter Weise ein. Durch Zusatz von Jodlösung zu den abgetrockneten oder in Wasser rasch ausgewaschenen Fäden wurde die Flüssigkeit zwischen der Membran und dem contrahirten Primordialschlauch zuweilen schön blau gefärbt, wobei sie bald homogen, bald feinkörnig erschien, bald auch blaue Flocken oder Wolken zeigte. In andern Fällen aber war die blaue Färbung nur undeutlich oder auch gar nicht wahrzunehmen.

Das ungleiche Verhalten der Zellen war sehr auffallend. So viel ist sicher, dass auch aus der alkalischen Lösung die Stärke in die Zellen eindringt. Die Ursache, warum sie nicht immer sich darin nachweisen lässt, muss ich unentschieden lassen, da ich die Sache nicht weiter verfolgen konnte. Die Erklärung, dass das eindringende Jod bloss hingereicht habe, um das Kali zu sättigen und nicht auch um die Stärke zu färben, ist nicht ohne Weiteres annehmbar, da ich immer nur solche Zellen zur Beobachtung wählte, in denen die Stärkekörner des Inhaltes gebläut waren, und wo also die Wirkung des eindringenden Jod innerhalb der in Frage stehenden Flüssigkeit bemerkbar wurde. Dennoch glaube ich, dass das Kali der Lösung dabei auf irgend eine Weise mitgespielt habe. Vielleicht dass das Jod nur von einer Seite her in die Zelle eintrat, daselbst momentan eine blaue Färbung hervorbrachte, auch in den Primordialschlauch eindrang und hier die Stärkekörner färbte, dass dann aber aus Mangel an weiterer Zufuhr von Jod die Jodstärke in jenem Theil des Raumes zwischen Membran und Primordialschlauch durch das Kali der in dem übrigen Raum enthaltenen Flüssigkeit wieder zersetzt wurde. Vielleicht dass sich der ganze Raum und der Zelleninhalt gefärbt hatte, dass aber eine Strömung im Wasser wieder Kalilösung, die immer noch den Fäden anhängt, zu der Zelle führte und die Flüssigkeit innerhalb der Membran wieder entfärbte. Vielleicht auch dass die Färbung des Inhaltes von einer angrenzenden Zelle aus erfolgte.

Ich habe, da eine klare dünnflüssige Beschaffenheit und das Durchgehen durch das gewöhnliche Filtrum bei organischen, weichen und stark zertheilten Stoffen nicht immer für die Löslichkeit entscheidet, als Kriterium gefordert, dass die Lösung durch eine homogene Membran ohne grubliche Räume, wie es die Pflanzenzellmembran ist, diosmire. Es liesse sich nun zwar die Frage aufwerfen, ob diess für den physikalischen Begriff ausreiche, oder ob der Fehler des Filtrums, feste Stoffe durchzulassen, sich bei der Zellmembran nur innerhalb viel geringerer Grenzen wiederhole.

Sicher ist es, dass, wenn die Membran feine Poren besitzt, in den angeführten Versuchen, wo die äussere Flüssigkeit einen bedeutenden Druck auf die Zellen ausübt, kleine Körper, deren Durchmesser nicht die Weite der Kanäle übertrifft, mit hindurch gepresst werden müssen.

Die Zellmembran von Spirogyra erscheint unter den stärksten Vergrösserungen vollkommen homogen; allfällige Oeffnungen in derselben müssten also jenseits der Grenze unsers jetzigen Sehvermögens liegen. An Zellen von Diatomeen kann man die Streifen noch zählen, wenn deren 10 bis 12, und die Streifung erkennen, wenn 15 bis 20 Streifen auf 10 Mik. Mill. kommen. Dabei liegen das eine Mal 10 bis 12, das andere Mal 15 bis 20 verdickte und ebenso viele verdünnte Stellen in dem Raum von 10 Mik. Wir können also sagen, dass wir, vorausgesetzt beide haben gleiche Breite, eine verdickte oder eine verdünnte Stelle der Membran an Diatomaceen noch deutlich wahrnehmen, wenn dieselbe einen Durchmesser von $\frac{1}{4}$ Mik. haben. Vorausgesetzt nun, dass man einen mit Wasser gefüllten Porus in einer Zellmembran eben so leicht erkennt als die Streifen an der Wandung der Diatomaceen, so können wir mit Grund annehmen, die Poren in der Zellmembran müssen, wenn solche vorhanden sind, ziemlich kleiner als $\frac{1}{6}$ Mik. Mill. sein. — Harting setzt die Grenzen noch etwas tiefer, indem er annimmt dass die geringste Grösse eines noch sichtbaren kugeligen Körpers $\frac{1}{4000}$ bis $\frac{1}{6000}$ Mill., eines linienförmigen Objects aber $\frac{1}{15000}$ Mill. betrage. Der letztere Werth wurde von den zarten Querlinien auf manchen Schmetter-

lings-Schuppen abgeleitet. Es kommt bei solchen Angaben natürlich alles auf die Gestalt der Körper und auf die Ungleichheit in dem Lichtbrechungsvermögen der Substanzen an. Für wasserführende Kanäle in der ziemlich weichen Membran von Spirogyra möchte $\frac{1}{8}$ Mik. als die Grenze, wo sie noch sichtbar sind, nicht zu gross sein.

Nun besteht aber die andere Frage, worin der Begriff der Lösung liege. Bei krystallisirbaren Substanzen hat die Sache keine Schwierigkeit, da der feste und der gelöste Zustand scharf geschieden sind. Bei amorphen Stoffen aber kann der eine allmählig in den andern übergehen, wie z. B. beim Gummi, wo die Uebergangsform durch halbflüssig bezeichnet wird. Bei organisirten Verbindungen, wie bei der Stärke, wird der Uebergang vom festen in den flüssigen Zustand auf eine andere Art vermittelt. Ich habe oben gezeigt (Pag. 152), dass bei Einwirkung von ziemlich concentrirter Schwefelsäure die geschichtete Stärke in Körnchen zerfällt, welche zuerst zusammenhängen, dann sich vollständig trennen, und dass diese Körnchen auf gleiche Weise noch ein oder zwei Mal in kleinere sich spalten können, bis sie dem bewaffneten Auge verschwinden. Es liesse sich nun denken, dass dieses Zerfallen (ich habe es bis auf Körnchen von $\frac{1}{2}$ Mik. Mill. verfolgt) in kleinere Theile sich bis zur wirklichen Lösung fortsetzte; möglich aber auch, dass die Theile früher oder später ähnlich wie Krystalle aufgelöst werden.

Das Kriterium der wirklichen Lösung müssen wir wohl darin finden, dass die kleinsten Theile oder die Atome der gelösten Substanz mit denen der Lösungsflüssigkeit sich combiniren, wodurch die Differenz des spezifischen Gewichts aufgehoben wird und dass, um ein Gleichgewicht der Molecularkräfte herzustellen, eine vollkommen gleichmässige Vertheilung statt findet. Die Lösung wird sich daher immer noch von der grössten mechanischen Vertheilung unterscheiden. Sie wird namentlich vor der letztern das Vermögen voraushaben, diosmotische Prozesse einzuleiten.

Für die Stärke ist bis jetzt nur der Beweis geleistet, dass sie in der löslichen Form durch eine Pflanzenzellmembran hindurchgeht, und dass, wenn sie aus festen Theilen besteht, diese kleiner sein müssen als $\frac{1}{2}$ Mik. Mill. Aber es ist von der gelösten Stärke noch nicht entschieden, ob sie selber diosmotische Prozesse einleitet oder ob sie bloss von der diosmotischen Strömung mechanisch mit fortgeführt wird.

Es lassen sich daher immer noch zweierlei Ansichten festhalten. Erstlich ist es möglich, dass die sogenannte lösliche Stärke nur sehr fein vertheilte feste Substanz ist. Die Lösungsmittel (Säuren, Alkalien, Wasser über der Siedhitze) würden dann nichts anderes thun, als den organisirten und geschichteten Stoff in kleinere und kleinere Körnchen zerfallen machen; und die Stärke würde bei der wirklichen Lösung als Dextrin erscheinen. — Andererseits ist es aber eben so möglich, dass die Stärke sich wirklich als solche auflöst, und daher im gelösten Zustande noch die charakteristische Eigenschaft, durch Jod sich blau zu färben, behält. Merkwürdig bleibt dabei immerhin, dass das gleiche Mittel, welches sie löst, sie auch bei weiterer Einwirkung immer in Dextrin umwandelt.

Zur wirklichen Entscheidung der Frage giebt es nach meiner Ansicht nur einen einzigen Versuch. Es muss nachgewiesen werden, dass eine hinreichend concentrirte Stärkelösung diosmotische Erscheinungen hervorruft, oder aber dass sie es nicht zu thun im Stande ist. Die oben mitgetheilte Thatsache, dass die neutrale Lösung, selbst wenn sie durch zweimaliges beinahe vollständiges Verdunsten eines ziemlich grossen Tropfens concentrirter wurde, den Primordialschlauch von Spirogyra nicht zu contrahiren vermochte, spricht gegen die Löslichkeit. Allein es fragt sich, ob dennoch die Lösung concentrirt genug war und ob vielleicht die Stärke nicht ein sehr geringes diosmotisches Aequivalent besitzt. — Ich habe diese Versuche nicht fortgesetzt, weil mir die sichere Methode dafür mangelte; ich weiss nicht, wie es möglich ist, eine hinreichend concentrirte Lösung zu bekommen, die nur Stärke und kein Dextrin enthält. Ist aber letzteres vorhanden, so bleibt ungewiss, wie viel von den diosmotischen Processen auf seine Rechnung fällt.

Nach den vorliegenden Thatsachen sind also beide Annahmen möglich, und da scheint es der Empirie angemessener, vorläufig an der Löslichkeit festzuhalten, und die Bezeichnung Stärkelösung zu gebrauchen. Denn wir müssen eine homogen erscheinende organische Membran als homogen betrachten, bis Oeffnungen darin nachgewiesen sind, und wir müssen einer vollkommen klaren Flüssigkeit die Eigenschaften der Lösung zuschreiben, bis es gelingt, die darin suspendirten Körnchen zu zeigen. Nun kommen bei Behandlung mit Jod allerdings Körnchen zum Vorschein; allein es ist sehr wahrscheinlich, dass wenigstens die meisten derselben durch Niederschlag aus der Lösung entstanden sind; denn in einzelnen Fällen, besonders wenn sich Jodstärke innerhalb von Zellen bildet, erscheint die blaue Flüssigkeit anfänglich homogen.

Die Stärke hat die Eigenthümlichkeit, dass sie nicht bloss im Lösungsmittel (in Säuren, alkalischen Lösungen oder heissem Wasser, sondern auch in Flüssigkeiten, welche die Lösung nicht hatten zu Stande bringen können, nämlich in kaltem Wasser gelöst bleibt. Es giebt also eine lösliche und eine unlösliche Modification derselben.

Wenn die Stärkelösung durch Alcohol gefällt wird, so löst sich nach Maschke (Journ. für pr. Chem. LXI, 7) der salbenartige Niederschlag, so lange er unverändert ist, vollständig in Wasser. Durch Verdunsten zieht er sich zusammen, erhält die Consistenz des geronnenen Eiweisses und ist nun unlöslich in kaltem, löslich aber nach einiger Zeit in kochendem Wasser. — Es würde somit 3 Modificationen der Stärke geben: 1) die organisirte Substanz, welche von kochendem Wasser nur nach langer (mehrtägiger) Eiuwirkung, von Säuren und alkalischen Lösungen um so schneller, je concentrirter dieselben sind, gelöst wird; 2) die desorganisirte Substanz von eiweissartiger Beschaffenheit, welche von kochendem Wasser nach kurzer Zeit, und 3) die desorganisirte Substanz von salbenartiger Consistenz, welche von kaltem Wasser gelöst wird. Maschke unterscheidet zwar bloss lösliche und unlösliche Modification, indem er zu letzterer die beiden erstgenannten (1 und 2) zählt; es scheint mir jedoch, als ob 2 von 1 noch mehr verschieden sei als von 3. Er sagt ferner nicht, wie sich die aus der Lösung eingetrocknete Substanz verhält; wahrscheinlich ähnlich wie die organisirte Stärke. — Es ist nun die Frage, ob Maschke mit einer wirklichen Lösung, d. h. so weit sie sich überhaupt darstellen lässt, arbeitete. Sie wurde in einer Weise gewonnen, die, wie ich später zeigen werde, mir nur gewöhnlichen Kleister lieferte. Jedenfalls spricht das angeführte Verhalten viel eher für eine mechanische Vertheilung als für eine Lösung.

Béchamp (Compt. rend. XXXIX, 653) nimmt ebenfalls zwei Modificationen der Stärke an, unlösliche und lösliche in kaltem Wasser). Die unlösliche tritt in doppelter Form auf, organisirt, wie sie von der Pflanze geliefert wird, und desorganisirt, wie sie aus dieser durch die Lösungsmittel entsteht und den Uebergang zur vollständigen Lösung bildet. Von der unlöslichen Modification zur löslichen soll ein unmerklicher Uebergang statt finden. Béchamp giebt zwar an, dass die gelöste Stärke zur Syrupsdicke eingedampft werden könne, ohne sich zu trüben; aber er sagt nicht, ob sie beim Eintrocknen löslich bleibe oder, wie es möglich wäre, wieder in die unlösliche Modification übergehe.

Nach den bisher mitgetheilten Thatsachen können wir mit einiger Wahrscheinlichkeit annehmen, dass eine Stärkelösung, die unter dem Microscop ohne Jod vollkommen klar erscheint, bei Zusatz von Jod aber in eine überall gleichmässig blaugefärbte Flüssigkeit mit frei schwimmenden Körnchen sich verwandelt, und die durch eine Pflanzenzelle hindurch geht, eine wirkliche Lösung sei.

Solche Stärkelösungen werden von concentrirten starken Mineralsäuren bei gewöhnlicher Temperatur, von verdünnten Mineralsäuren, von concentrirter Essigsäure so wie von alkalischen Lösungen und Chlorzinklösung bei erhöhter Temperatur, von Wasser bei 150 und mehr Grad hervorgebracht. Nach Béchamp (Compt. rend. XXXIX, 653) muss concentrirte Salpetersäure ($\text{NO}_3, 4\text{HO} + \text{NO}_3, \text{HO}$) 48—60 Stunden, Schwefelsäure (SO_2, HO) eine halbe Stunde lang einwirken; krystallisirte Essigsäure bedarf einer Temperatur von 100° während 3—5 Stunden, eine concentrirte Lösung von Chlorzink $100—140^\circ$ während einigen Stunden. Da Wasser bei der Siedhitze sonst ganz die gleichen Wirkungen auf die Stärkekörner ausübt, wie Säuren bei gewöhnlicher Temperatur, so ist es im höchsten Grade wahrscheinlich, dass ein lange genug fortgesetztes Kochen der Stärke in destillirtem Wasser dieselbe ebenfalls lösen würde. So fand ich auch in Kalilösung, nachdem dieselbe nur kurze Zeit gekocht hatte, fast keine, nach längerem Kochen aber eine reichliche Menge von gelöster Stärke.

Damit stimmen die Versuche von Maschke (Journ. f. prakt. Chem. 1854, I, 5) überein. Derselbe füllte eine Glasröhre mit 1 Vol. Stärke und 30—40 Vol. Wasser, schmolz dieselbe zu, und setzte sie während 8 Tagen der Siedhitze des Wassers aus. Sie enthielt eine ganz klare Lösung, die fast nur aus Amylum, doch aber auch aus etwas Dextrin bestand. Nach demselben erhält man auch Stärkelösungen, wenn man Kartoffelstärke (4 Unzen) mit Alcohol (8 Unz. von $0,833$ p. C.) und etwas Schwefelsäure (1 Unze Mixt. sulfurico acida) eine Stunde lang kocht, und dann die vorher mit kaltem Wasser völlig ausgewaschenen Stärkekörner mit Wasser bis zum Kochen erhitzt; — ferner wenn man Stärke bei 510 Grad vollständig trocknet und dann mit Wasser kocht; — endlich wenn lufttrockene Kartoffelstärke in einer

zugeschmolzenen Glasröhre 8 Tage lang der Siedhitze des Wassers ausgesetzt und dann mit Wasser zum Kochen erwärmt wird. — Maschke giebt als Beweis für die Lösung an, dass dieselbe vollkommen klar war und mit Leichtigkeit filtrirt werden konnte. Diese Merkmale reichen aber, wie ich schon bemerkt habe, nicht immer aus.

Ich ersuchte Herrn Prof. Städeler, den letzten Versuch von Maschke zu wiederholen. Ein Gemeng von lufttrockener Weizen- und Kartoffelstärke wurde in eine Glasröhre gefüllt, dieselbe zugeschmolzen und länger als 8 Tage im Wasserbade gelassen. Nach dieser Zeit zeigte sie eine gelbliche Farbe und hatte beim Oeffnen der Röhre einen schwach säuerlichen Geruch, der wohl von etwas Milchsäure herrühren mochte. Unter dem Microscop zeigten sich die Stärkekörner ziemlich unverändert; mit Wasser fand kein Aufquellen statt. Die Schichtung war bei beiden Arten ziemlich un deutlich; von den Weizenstärkekörnern zeigten die meisten von der schmalen Seite eine Spalte, manche der Kartoffelstärkekörner im Schichtencentrum eine kleine Höhlung.

Dann wurde die Stärke bis zum Sieden erhitzt, aber ohne dass sie sich löste; auch nachdem das Kochen 5 Minuten, eine Viertelstunde und zuletzt über eine halbe Stunde andauert hatte, traten die charakteristischen Merkmale der Lösung nicht ein. Unter dem Microscop verhielt sich die Flüssigkeit wie gewöhnlicher Stärkekleister. Die aufgequollenen Körner und die herausgetretenen zusammenhängenden Flocken wurden durch Jod blau gefärbt; das Wasser aber zwischen denselben blieb farblos und ungetrübt. Zum Ueberfluss wurden diosmotische Versuche mit Spirogyra angestellt, aber natürlich ohne Erfolg. — Als die im Wasserbade erhitzte Stärke des eben erwähnten Versuchs mit Wasser und Schwefelsäure (von letzterer nur so viel, dass bei gewöhnlicher Temperatur noch kein Aufquellen der Körner erfolgte) bis zum Anfange des Kochens erwärmt wurde, so löste sie sich als Stärke, und als das Kochen einige Minuten andauert hatte, so verwandelte sie sich in Dextrin.

Es scheint also, dass in diesem Falle die lufttrockene Stärke durch Verweilen während mehr als 8 Tagen (täglich 10 — 11 Stunden) in der Temperatur des siedenden Wassers keine Veränderung erfahren hatte. Maschke erhielt ein anderes Resultat; wenn sonst keine Abweichung in den Versuchen besteht, so könnte seine lufttrockne Stärke mehr Feuchtigkeit enthalten haben als die unsere. Maschke benutzte zwar Kartoffelstärke, unser Material bestand zum grössern Theil aus Weizenstärke. Diese Verschiedenheit würde aber gerade ein umgekehrtes Resultat erwarten lassen.

Auf die Löslichkeit der unveränderten Stärkekörner haben nämlich nicht bloss die auf dieselben einwirkenden Mittel (Säuren und alkalische Lösungen in mehr oder weniger concentrirtem Zustande, bei geringern oder höhern Temperaturgraden), sondern auch die Beschaffenheit der Körner selbst Einfluss. Ich habe oben angeführt, dass unter gleichen Verhältnissen die Weizenstärke von Speichelstoff viel schneller aufgelöst wird, als Kartoffelstärke. Ganz das Nämliche findet bei der Einwirkung von Schwefelsäure statt. Als die im Wasserbad erhitzte Stärke und ebenso als ein Gemenge von unveränderter lufttrockener Weizen- und Kartoffelstärke mit Wasser und etwas Schwefelsäure bis zum Beginne des Siedens erhitzt wurden, so trat ein Moment ein, wo die Weizenstärkekörner vollkommen gelöst, die Kartoffelstärkekörner nur aufgequollen waren, wobei sie sich noch kaum auf das Doppelte des Durchmessers und nicht einmal auf das Sechsfache des Volumens ausgedehnt hatten.

Diese aufgequollenen Kartoffelstärkekörner zeigten eine ausgezeichnete Erscheinung, die ich früher nie in der Art beobachtet hatte; ich will sie daher hier als Nachtrag zu den Quellungserscheinungen beschreiben. Die innere Substanz wird von vielen radialen Rissen unterbrochen; der Hohlraum, von dem sie ausgehen, erweitert sich nebst den Rissen, und bietet so ein sternförmiges Ansehen dar. Dabei wird das aufquellende Korn eingestülpt oder eingefaltet. Hatte es ursprünglich eine mehr rundliche Gestalt, so wird es nun muschelförmig, wobei die Einstülpung bald einen rundlichen, bald einen eckigen (z. B. dreieckigen) Querschnitt zeigt. War das Korn dagegen oval, so treten der Länge nach eine oder auch mehrere Einfaltungen auf. — Die Ursache dieser Erscheinung habe ich früher erörtert (Pag. 104); sie rührt nach meiner Ansicht davon her, dass in der kurzen Zeit, in welcher das Aufquellen statt findet, nicht eine entsprechende Menge von Flüssigkeit diosmotisch in das hohlgewordene Korn einzudringen und dasselbe zu füllen vermag.

Wenn sich die Einstülpung oder Einfaltung bildet, so hat der Hohlraum schon eine beträchtliche Grösse, und der sternförmig -gezackte Rand ist der Oberfläche ziemlich genähert. Der aufrechtstehende, die eingestülpte Stelle umgebende

Wall zeigt daher eine mittlere Spalte, die an beiden Seiten gezackt ist, oder um es deutlicher zu sagen, eine Spalte, deren beide Begrenzungen zickzackförmig erscheinen, wobei die einspringenden Winkel bald einander zugekehrt sind und sich fast berühren, bald mit einander abwechseln. Der Grund dieser Erscheinung, so auffallend dieselbe auf den ersten Blick sich darstellt, ist einfach. Das Korn hat sich in eine ziemlich dickwandige Blase verwandelt, auf deren innerer Fläche eine Menge scharfgeschnittener Zacken vorragen. Ueberall, wo nun die Wandung des Sackes eine senkrechte Falte bildet, oder wo überhaupt zwei einander mehr oder weniger genäherte Seiten desselben eine verticale Lage haben, wird man die beschriebene Ansicht wahrnehmen.

Die Einstülpung oder Einfaltung wird bald zu einer durchgehenden Spalte; an den ovalen Körnern zur Längsspalte, die sich oft in der Mitte spindelförmig oder unregelmässig erweitert; an den mehr rundlichen Körnern zu einer meist dreieckigen, seltener viereckigen Oeffnung. — Diese Spalte durchbricht dann an einer Stelle den Rand. Ist es eine Längsspalte, so geschieht der Durchbruch fast ohne Ausnahme an dem einen Ende, selten seitlich neben demselben. Dadurch spaltet sich das Korn in zwei Schenkel, die anfänglich noch parallel laufen, {dann aber mehr und mehr auseinander weichen, bis sie zuletzt oft eine gerade Linie bilden.

Bei dem oben erwähnten Versuche, welcher diese Erscheinung zeigte, waren alle grössern Körner auf die angegebene Weise gespalten, spitzwinklig, stumpfwinklig, stark gebogen, schwach gekrümmt oder ganz gerade, bis über 250 Mik. Mill. lang, und 20 bis 40 Mik. breit. — Manche hatten eine ziemlich genau cylindrische Form; andere zeigten da und dort unregelmässige Verdickungen, andere hin und wieder Einschnürungen. Verdickungen an den Enden führten sehr häufig zu einer Spaltung, die sich als 2 Schenkel darstellte. Verdickungen innerhalb der Enden veranlassten die Bildung einer mittleren Längsspalte, ähnlich derjenigen, welche anfänglich in den ovalen Körnern sichtbar wird. Nicht selten kommt es auch vor, dass Querspaltungen auftreten, welche bis auf die Mitte oder etwas weiter gehen.

Diese Körper sind im Querschnitt mehr oder weniger rund. Sie bestehen, wie aus ihrem Ursprung deutlich ist, aus einer zusammengerollten bandförmigen Platte, deren Ränder bald etwas übereinander gehen, bald auch mehr oder weniger weit klaffen, und deren innere Fläche durch scharfe aus- und einspringende Winkel zackig ist. Jeder Körper zeigt daher genau das Ansehen, welches von den wallartigen Rändern des eingestülpten oder eingefalteten Korus schon beschrieben wurde. Er wird nämlich seiner ganzen Länge nach von einer Medianspalte oder von einem Kanal durchzogen, welcher beiderseits zickzackförmig gebogene Ränder hat, und daher abwechselnd sich erweitert und verengert. — Wenn, was aber selten der Fall ist, die Einrollung der Quere nach nur höchst unvollständig eintritt, so bleibt der Körper der Länge nach gebogen, und ist auf der concaven (innern) Seite zackig.

Die Erklärung dieser höchst eigenthümlichen und merkwürdigen Erscheinung scheint mir doch durch die aus den übrigen Quellungserscheinungen hervorgehenden und oben (in Cap. V. Pag. 67 ff.) begründeten Thatsachen möglich zu sein. Die aufquellenden Stärkekörner werden im Innern stark zerrissen, und diejenige Seite, welche den schwächsten Widerstand bietet, eingestülpt. In diesem Stadium ist das Wachsthum der äussersten Schichten am beträchtlichsten. Beim Einstülpen müssen daher die Risse sich bis nahe an die Oberfläche fortsetzen und hier leicht durchbrechen, wenn die stärkere Ausdehnung in den andern Theilen des Korns hier irgend eine Spannung verursacht. — Darauf folgt das Einrollen der durch die Spalte entstandenen freien Ränder, weil die äussersten Schichten das Bestreben haben, sich stärker in die Fläche auszudehnen als die innern. Vielleicht war auch dieses Bestreben allein schon hinreichend, die Spaltung an der ohnehin heuabe schon ganz durchbrochenen Stelle zu vollenden. Ist dies geschehen, so erfolgt der Durchbruch auf der gegenüberliegenden Seite wahrscheinlich in gleicher Weise, und auch dort rollen sich die Ränder ein. — In diesem Zustande ist das Korn einer ringförmigen Rinne von ovaler oder länglicher Form zu vergleichen. Die Neigung der äussersten Schichten, in die Fläche zu wachsen, muss einerseits das Band veranlassen, sich einzurollen und die Gestalt eines cylindrischen Kanals anzunehmen, andererseits den Ring, grösser zu werden und, da er nun stielrund geworden ist, sich der geraden Richtung zu nähern. Die letztere Ursache hat daher zunächst eine Erweiterung der Spalte, dann den Durchbruch derselben an einem Ende und endlich das Strecken des cylindrischen Körpers zur Folge.

Aus den vorhin mitgetheilten Thatsachen lässt sich der allgemeine Schluss herleiten, dass diejenigen Mittel, welche die Stärke in Dextrin verwandeln und vorher die Körner aufquellen machen, sie auch zuerst als Stärke auflösen, d. h. in denjenigen Zustand überführen, von dem sich noch nicht mit Gewissheit entscheiden lässt, ob es wirkliche Lösung oder auf den äussersten Grad gesteigerte mechanische Vertheilung ist. Es fragt sich nun, ob das Letztere ebenfalls eintritt, wenn Stärke durch solche Mittel in Dextrin übergeführt wird, welche die Substanz von der Oberfläche angreifen ohne sie vorher aufquellen zu machen, also von den stickstoffhaltigen Fermenten und von den Pilzen.

In der Regel kann bei diesen Resorptionsprocessen (in den keimenden Kartoffeln und bei andern Keimungsvorgängen, bei der Auflösung durch den Speichelstoff, in den faulenden Kartoffeln so wie in andern durch den Fäulnissprocess und durch Pilzbildung leidenden stärkehaltigen Theilen) nichts von gelöster Stärke wahrgenommen werden. Daraus scheint hervorzugehen, dass die feste Stärke hier unmittelbar als Dextrin gelöst wird. Indess ist zu bedenken, dass diese Prozesse von den früher genannten wesentlich in der Quantität der umgewandelten Substanz verschieden sind. Durch Säuren, Alkalien und Wasser bei erhöhter Temperatur wird in kurzer Zeit eine grosse Menge von Stärke in Dextrin übergeführt, und, was noch wesentlicher ist, die Ueberführung geschieht, weil das Lösungsmittel die Substanz durchdringt und aufquellen macht, fast gleichzeitig. Es ist daher leicht, die gelöste Stärke nachzuweisen. — Die Einwirkung der Fermente geschieht dagegen langsam, und es werden in jedem Augenblick nur geringe Mengen in Dextrin umgewandelt. Desswegen können, wenn auch die Stärke wirklich zuerst in den Zustand der Lösung oder mechanisch-feinster Zertheilung versetzt wird, von der letztern immer nur äusserst geringe Quantitäten vorhanden sein, vielleicht so geringe, dass sie unsern Reactionen noch entgehen. Es scheint mir daher, dass diese Frage noch nicht mit Sicherheit zu beantworten sei.

Dagegen ist es wohl keinem Zweifel unterworfen, dass Stärke im gelösten oder äusserst vertheilten Zustande ausnahmsweise in der Pflanze vorkommt; allein es lässt sich nicht entscheiden, ob dieselbe durch Resorption von Stärkekörnern oder auf anderm Wege entstanden sei. In den einen Fällen hat Jenes, in den andern Dieses mehr Wahrscheinlichkeit.

Die unreifen Samen von *Peganum Harmala* Lin. enthalten viele Stärkekörner. In den reifen Samen findet man keine Spur mehr davon. Wenn man die letztern in wenig Wasser auf einem Objektträger zerdrückt, und dann Jodtinktur zusetzt, so treten verschiedene Färbungen ein. Man kann dieselben unter dem Microscop vorzüglich schön da wahrnehmen, wo der Strom von Jodlösung sich in der Flüssigkeit verbreitet. Hier wird das Wasser zuerst schön blau, dann violett, nachher kupferroth, und geht darauf durch braungelb in ein schönes Goldgelb über. Diese Farben, wie man sie an der Grenze der Einwirkung neben einander findet, folgen der Zeit nach an jeder Stelle der Flüssigkeit auf einander. Die gelbe Färbung, die zuletzt eintritt, bleibt.

Ich erkläre mir diese Erscheinung so. Die Flüssigkeit enthält Stärke und Proteinverbindungen. Bei der ersten Einwirkung von Jod wird nur die Stärke und zwar blau gefärbt. Die Veränderung der Farbe geschieht durch zwei Ursachen. Einerseits tritt bald überschüssiges Jod hinzu. Andererseits fangen nun auch die Proteinverbindungen an sich zu färben, und sie thun diess zuletzt in so intensiver Art, dass das Blau der Stärke ganz zurücktritt.

Die gefärbte Flüssigkeit erscheint körnig, und auf den ersten Blick meint man einen körnigen Niederschlag vor sich zu haben. Indessen sind diese Körnchen schon in der unveränderten Flüssigkeit vorhanden, und hier mit einiger Aufmerksamkeit und bei guter Beleuchtung leicht wahrzunehmen. Sie werden nach der Einwirkung von Jod dunkel; wegen ihrer Kleinheit ist die Farbe nicht zu erkennen. Zwischen diesen dunkeln Körnchen erscheinen alle nach einander eintretenden Färbungen (blau, violett, kupferroth bis gelb) bei den stärksten Vergrösserungen des Microscops vollkommen homogen; sie gehören also gelösten Substanzen an oder wenigstens solchen, deren feste Moleculen gleichmässig in der Flüssigkeit vertheilt und wegen ihrer Kleinheit nicht unterscheidbar sind. — Es wäre möglich, dass die winzigen dunkeln Körnchen während der Farbeveränderungen der Flüssigkeit etwas zahlreicher und grösser würden, dass also die Einwirkung von Alcohol und von Jod noch Niederschläge veranlasste; allein sicher ist diess nicht ganz.

Ähnliche blaue und violette bis kupferrothe Färbungen an der Grenze der Einwirkung von Jod wurden noch bei manchen Samen wahrgenommen, die keine Stärkekörner enthalten, namentlich von Papilionaceen, (*Anagyris foetida* Lin.,

Zornia angustifolia Smith, Lespedeza capitata Michx., Edwardsia grandiflora Salisb., Virgilia intrusa R. Br., Centrosema brasilianum Benth., Glycine labialis Lin., Retama monosperma Boiss., Cassia Absus Lin. etc.), doch auch in andern Ordnungen, so bei Orobanchen (Orobanche rubens Wallr.), Capparideen (Capparis cartilaginea Decaisne), Elatineen (Elatine Alsinastrum Lin.), Empetreen (Empetrum nigrum Lin.), Zygophylleen (Fagonia cretica Lin.).

Man erkennt diese Reactionen schon von blossem Auge auf dem Objektträger, indem die Jodtinktur und die noch unveränderte Flüssigkeit durch einen schmalen farbigen Streifen getrennt sind. Unter dem Microscop scheint es ebenfalls bei oberflächlicher Beobachtung ein körniger Niederschlag zu sein. Bei genauer Betrachtung sieht man aber deutlich, dass nicht bloss die Körnchen, von denen viele oder die meisten schon vorher da waren, sondern auch die Flüssigkeit selbst gefärbt ist. Die Farbeveränderungen sind oft die nämlichen, wie sie bei Peganum eintraten. Zuweilen ist die Reihenfolge eine andere. Bei Cassia Absus Lin. wird die Flüssigkeit, in welcher Samen zerdrückt wurden, durch Jod zuerst gelb, dann roth, nachher violett bis blau und zuletzt braun. Hier scheinen die Proteinkörper die Einwirkung von Jod vor der Stärke zu erfahren. Dieser letztern Annahme widersprechen die über Jodreaction bekannten Thatsachen durchaus nicht. Wie ich in dem folgenden Capitel zeigen werde, entziehen die einen Verbindungen das Jod einer Lösung schneller als die andern. Stärkekörner in Protoplasma liegend werden blau, ehe das letztere sich färbt. Zellmembranen werden dagegen häufig zuerst gelb, wegen der eingelagerten Proteinverbindungen, und erst nachher geht die Färbung in blau über. Es kann also die gelbe Reaction der eiweissartigen Stoffe vor oder nach der blauen und violetten, welche stärkeähnliche Substanzen anzeigt, eintreten.

Wenn die eben angeführten Beobachtungen wirklich für das Vorkommen löslicher Stärke in den Pflanzen sprechen, so entsteht dieselbe in den Samen von Peganum und von einigen andern Pflanzen ohne Zweifel aus den Stärkekörnern, welche in frühern Zuständen vorhanden waren, dann aber verschwanden. In andern Samen dagegen findet man in jüngern Stadien keine Stärkekörner, und es muss hier die lösliche Form einen andern Ursprung haben.

Ist die Frage, ob der Uebergang der festen Stärke in Dextrin immer durch die gelöste oder äusserst zertheilte Form vermittelt werde, vielleicht mit Ja zu beantworten, so entsteht die fernere Frage, ob die Körner immer erst aus gelöster Stärke entstehen, oder ob sie auch aus andern Verbindungen sich bilden können? Man könnte vermuthen, dass bei der Stärkebildung aus Dextrin, Zucker oder andern organischen Stoffen zunächst die lösliche Form und aus dieser erst die unlösliche hervorgehe. Doch sprechen die Beobachtungen nicht dafür. In Zellen, wo das Wachsthum der Stärkekörner so wie deren Neubildung am lebhaftesten statt zu finden scheint, kann man durch Jod in der Flüssigkeit keine blaue oder violette Färbung hervorbringen. Wenn die Stärkekörner aus löslicher Stärke entstehen, so muss dieselbe jedenfalls nur in äusserst geringen Mengen in den Säften enthalten sein. Und wenn wir bedenken, dass die Stärke auf Jod sehr empfindsam reagirt und dass sie von wässrigen Säften sonst in solcher Menge gelöst werden kann, um eine intensiv blaue oder violette Färbung zu veranlassen, so möchte es wahrscheinlich sein, dass die Stärke gleich in der unlöslichen Form entstehe; — oder wir müssten denn annehmen, dass die Ursachen, welche die Organisation derselben veranlassen, schon einer sehr verdünnten Lösung die Substanz zu entziehen, und daher zu verhindern vermögen, dass je eine so concentrirte Lösung sich bilde, in welcher Jod eine merkliche Bläuung hervorrufen könnte. — Wir können daher wohl sagen, dass die Stärkekörner wahrscheinlich nicht aus gelöster Stärke, sondern unmittelbar aus Dextrin entstehen; aber irgend einen positiven Beweis giebt es dafür nicht.

Gewöhnlich wird angenommen, dass Jodstärke aus löslicher Stärke dargestellt, ebenfalls löslich sei (Payen, Fritzsche etc.). Die Entscheidung dieser Frage hat die gleichen Schwierigkeiten wie derjenigen, ob die Stärke selber eine Lösung bilden könne. Sicher ist, dass Wasser durch geringe Mengen derselben oft ganz durchsichtig blau wird. Eine intensiver gefärbte Flüssigkeit von Jodstärke ist aber dunkel und undurchsichtig. Ich habe schon mehrfach erwähnt, dass eine Stärkelösung bei Zusatz von wässriger oder weingeistiger Jodsolution sich körnig trübt. An den einzelnen Körnchen ist die Färbung wegen ihrer Kleinheit nicht wahrzunehmen; nur wenn sie in Haufen beisammen liegen, erscheinen sie blau. Fritzsche sagt zwar (Poggendorff's Annal. XXXII, Pag. 155), dass die in Säure unlösliche Jodstärke in reinem Wasser löslich sei. Indess habe ich unter dem Microscop ganz den gleichen körnigen Niederschlag

beobachtet, aus der vollkommen neutralisirten (vorher sauren oder alkalischen) Lösung wie aus der sauren. Ebenso habe ich nicht gefunden, dass reines Wasser bei gleich intensiver Färbung durchsichtiger sei als solches, das ziemlich viel Schwefelsäure enthält. — Wenn Jodstärke löslich ist, so muss sie sicher es in viel geringerem Grade sein als reine Stärke, indem in allen Fällen die grösste Menge der gelösten Substanz niedergeschlagen wird.

Jodstärke (aus gelöster Stärke bereitet) scheint bald durchs Filtrum zu gehen, bald nicht. Wenigstens war es bei dem folgenden Versuch nicht der Fall. Kartoffelstärke, mit sehr concentrirter Kalilösung behandelt, gab einen dicken durchsichtigen Kleister, welcher bei gutem Verschluss nach 2 Wochen ganz dünnflüssig wurde. Als diese Flüssigkeit filtrirt worden war, so brachte Jod darin den nämlichen Niederschlag von winzigen blauen Körnchen hervor, wie in der schwefelsauren Lösung. Stellenweise vereinigten sich die Körnchen zu Membranen. Als nun diese Flüssigkeit noch einmal filtrirt wurde, so blieb der blaue Niederschlag vollständig auf dem Filtrum zurück; das durchgehende Wasser war farblos. — In diesem Falle erwies sich die Jodstärke sicher als unlöslich; würde sie in einem andern Falle theilweise durch das Filtrum gehen, so bewiese das noch nichts für die wirkliche Lösung, sondern nur für eine grosse Vertheilbarkeit.

Wenn man wässrige Jodsolution mit gelöster Stärke zusammenbringt, so entsteht, wie ich bereits bemerkte, in der Regel eine körnige Trübung. Indess kommt in Ausnahmefällen auch eine ganz homogene blaue Färbung vor. Nach meinen Erfahrungen findet es unter zweierlei Bedingungen statt; — die erste ist dann vorhanden, wenn lösliche Stärke in eine Zelle hineinfltrirt wird. Die zwischen der Membran und dem Primordialschlauch befindliche Jodstärke erscheint homogen. Nach kurzer Zeit bemerkt man indess deutlich winzige freischwimmende Körnchen, bald in grösserer, bald in geringerer Menge.

Ich erkläre mir diese Erscheinung folgender Maassen. Die Körnchen der Jodstärke sind zwar alle winzig klein, und oft auch ziemlich von gleicher Grösse. Häufig indess nimmt man an ihnen ungleiche Dimensionen wahr; die kleinsten fand ich dann bald etwa $\frac{1}{2}$ Mik. Mill. gross, bald aber auch unmessbar klein und allmählig mit zunehmender Kleinheit dem Auge verschwindend. In dem letztern Falle ist es im höchsten Grade wahrscheinlich, dass noch Jodstärkekörnchen vorhanden sind, die man nicht zu sehen vermag.

Die Beschaffenheit des Niederschlags wird von den Verhältnissen abhängen, unter denen er sich bildet. Es sind nun zwei Möglichkeiten vorhanden. Entweder verhalten sich die Jodstärkekörnchen lediglich bloss wie Krystalle, indem sie durch Ansatz von aussen wachsen; dadurch liesse sich allein schon die Ungleichheit der Grösse erklären. Oder die Körnchen vereinigen sich, wenn sie in unmittelbare Berührung kommen, auch durch Adhäsion, so dass 2 oder mehrere kleinere zu einem grössern zusammenschmelzen. Das letztere wird durch die beobachteten Erscheinungen im höchsten Grade wahrscheinlich, obgleich es nicht direkt wahrgenommen werden kann.

Wir sehen, dass an der Grenze der Einwirkung eines Stromes von Jodlösung auf Stärkelösung sich eine zusammenhängende Membran bildet, deren Zusammensetzung aus Körnchen noch mehr oder weniger deutlich beobachtet werden kann. Wir sehen ferner, dass in einer Flüssigkeit, welche die winzigen Körnchen der Jodstärke suspendirt enthält, nach einiger Zeit häufig durch Zusammenballen grössere Körner und Flocken entstehen. Daraus können wir rückwärts schliessen, dass das Nämliche auch schon bei den unmessbar kleinen und den noch nicht sichtbaren Körnchen vorkomme.

Wenn Jodlösung durch eine Zellmembran eindringt, so werden die Strömchen unendlich klein und höchst gleichartig vertheilt sein, und sogleich eine vollkommen gleichmässige Mischung von Jod- und Stärketheilchen hervorbringen. Der Niederschlag kann sich somit in unendlich kleinen Moleculen ausscheiden, welche wegen der fast mangelnden Bewegung in der Flüssigkeit sich nur langsam zu winzigen Körnchen zusammenballen. Die Färbung zwischen Membran und Primordialschlauch erscheint daher anfänglich homogen, und erst nach einiger Zeit bemerkt man deutliche Körnchen mit Molecularbewegung, die nicht über $\frac{1}{2}$ Mik. Mill. gross sind. — So verhält es sich mit der sauren und neutralen Stärkelösung. Wenn aber alkalische Lösung in die Zelle aufgenommen wurde, so sah ich die homogene Färbung nicht, sondern es traten sogleich Körnchen und Flocken auf. Hier wird das eindringende Jod zunächst dazu verwendet, das Kali zu sättigen, und weiterhin, die Stärke zu färben. Diese Prozesse werden nicht gleichzeitig in der ganzen Flüssigkeit eintreten und daher Strömungen veranlassen, welche die Vereinigung der kleinsten Jodstärkekörnchen zu grössern zur Folge haben.

Eine ähnliche Ursache bewirkt, wie ich glaube, ebenfalls, dass in einer freien Flüssigkeit kaum im ersten Moment eine homogene blaue Färbung eintritt. Die Strömchen von Jodlösung und Stärkelösung werden viel ungleichmässiger vertheilt sein, als es in einer Zelle der Fall ist, und desswegen kann der Niederschlag nicht die nämliche feine Vertheilung zeigen. — Es ist mir übrigens aufgefallen, dass der Niederschlag aus der alkalischen Lösung schneller Flocken liefert als derjenige aus der sauren, was ich ebenfalls mit der lebhaften Bewegung in Beziehung bringen möchte, welche durch die Verbindung von Jod und Kali in der Flüssigkeit erzeugt wird.

Die homogene blaue Färbung durch Jod entsteht aber auch noch in der Lösung, welche, wie ich oben zeigte, aus dem Inballe gewisser Samen mittelst Wasser gewonnen wird. Sie erscheint hier neben winzigen Körnchen, deren Farbe nicht zu erkennen ist. Wenn die blaue Färbung wirklich Stärke anzeigt, so wäre es denkbar, dass die Proteinverbindungen (welche, wie die vorausgehende oder meist nachfolgende gelbe Färbung zeigt, in reichlicher Menge vorhanden sind) die Stärkemoleküle suspendirt erhielten und vor der Vereinigung zu Körnchen schützten. — Jedenfalls scheint mir, auch bei der Annahme, dass die reine Stärke wirklich löslich sei, die zuweilen vorkommende homogene Färbung der Jodstärkeflüssigkeit keinen zwingenden Grund abzugeben, um die letztere ebenfalls als eine Lösung zu erklären.

Für die Unlöslichkeit der Jodstärke sprechen auch folgende Erscheinungen. Wenn man Zellen, in welche saure oder neutrale Stärkelösung eingedrungen und durch Jod homogen gefärbt worden ist, zerschneidet, so werden die einen farblos, indem die Jodstärke heraustritt. Andere zerschnittene Zellen bleiben aber mehr oder weniger gefärbt, was nicht der Fall sein könnte, wenn die Jodstärke eine Lösung bildete, denn dann müsste sie sich in der Flüssigkeit vertheilen. — Ferner sind die Zellen nach einiger Zeit oft ungleichmässig gefärbt; die einen Stellen erscheinen intensiver, die andern schwächer gebläut; was wieder mit dem Character der Lösung unverträglich ist. — Endlich bemerkt man zuweilen an der innern Fläche der Zellmembran eine dunkelblaue Färbung, indess der übrige Raum zwischen ihr und dem Primordialschlauch heller blau erscheint; die Membran selbst aber ist ganz farblos. Ohne Zweifel hängt sich nach und nach ein Theil der Jodstärke an die Membran an.

VII. Chemische Zusammensetzung der Stärkekörner.

Die Stärkekörner sind ein Gemenge von Stärke und Cellulose, in der Art, dass in jedem Punkte beide Stoffe vereinigt sind, und wahrscheinlich zusammen eine Art Diffusion bilden. Die Mengungsverhältnisse sind ungleich, sowohl was die verschiedenen Stärkearten als was die verschiedenen Schichten des nämlichen Korn betrifft. — In den ganzen Körnern überwiegt die Stärke an Quantität beträchtlich; in einzelnen Fällen ist die Cellulose in fast verschwindend kleiner Menge vorhanden, in manchen Stärkearten möchte sie ungefähr $\frac{1}{8}$ und vielleicht nur in einem Fall etwa die Hälfte der ganzen Substanz betragen.

Im gleichen Korn ist das Verhältniss um so günstiger für die Stärke, je weicher die Substanz ist, und die Cellulosemenge steht so ziemlich im graden Verhältniss zur Widerstandsfähigkeit der Substanz gegen Quellungs- und Lösungsmittel, weil sie dieselbe vorzugsweise bedingt. Daher enthalten die dichten Schichten verhältnissmässig mehr Cellulose als die weichen, und die Rinde mehr als die innere Substanz. Die relative Stärkemenge nimmt von dem Schichtencentrum nach der Peripherie hin ab, doch so, dass in Körnern mit excentrischem Kern die Abnahme in der Richtung des langen Halbmessers viel langsamer erfolgt als in der Richtung des kurzen. Weitaus am meisten Cellulose enthält die äusserste Schicht des Kornes.

Ausser dem Wasser, welches die Stärkekörner durchdringt, und ausser dem Gas, das wahrscheinlich in grosser Menge darin verdichtet ist, kommt in der Regel keine andere Substanz in erheblicher oder nachweisbarer Menge vor. Dass fremdartige Stoffe in denselben jedoch nicht ganz mangeln, dafür sprechen namentlich theoretische Gründe. Die Körner müssen, wie alle durchdringbaren Stoffe, nicht bloss Wasser, sondern auch die darin gelösten Substanzen, aber in eigenthümlichen Quantitäten aufnehmen, — aus den meisten Lösungen ohne Zweifel weniger Substanz und mehr Wasser, in seltenen Fällen auch umgekehrt. Die aufgenommene Substanz kann dann, unter gewissen Verwandtschaftsverhältnissen zur Substanz des Kornes, im festen Zustande zwischen dieselbe eingelagert werden, und in diesem Falle sich bis zu beträchtlichen Mengen steigern. Zu den letztern Verbindungen gehört namentlich Jod, und vielleicht auch Bleioxyd. — In der Pflanze müssen die Stärkekörner nicht bloss von Wasser, sondern von Lösungen durchdrungen sein, welche der Zellflüssigkeit analog sind. Gelöste Stoffe, wie Zucker, Dextrin und lösliche Stärke, können daher nur in sehr kleinen Mengen darin vorkommen. Es ist aber wahrscheinlich, dass einzelne Verbindungen, welche in den Zellmembranen eingelagert sind, ebenfalls innerhalb der Stärkekörner in den festen Zustand übergeben und dieselben verunreinigen, wiewohl immer nur in so geringer Quantität, dass sie direkt noch nicht nachgewiesen werden können. — Nur ausnahmsweise sind Farbstoffe in der Substanz der Körner vertheilt.

Die Stärke, welche mit der Cellulose in nächster chemischer Verwandtschaft steht, unterscheidet sich durch die Löslichkeit und durch das Verhalten zu Jod. Alle Lösungsmittel greifen die Stärke bei gleicher Dichtigkeit und bei gleicher Reinheit leichter an als die Cellulose; das Speichelferment zieht sogar die erstere aus, und lässt die letztere zurück. Jod färbt die mit Wasser befeuchtete Stärke bei schwacher Einwirkung weinroth oder violett, bei stärkerer indigoblau bis schwarz; Cellulose dagegen wird gar nicht bis gelblichbraun, röthlichbraun und kupferroth gefärbt. Dagegen kann Cellulose durch verschiedene Mittel, worunter vorzüglich das Eintrocknen mit einer Jodlösung und die Einwirkung von Schwefelsäure zu nennen sind, in Stärke übergeführt werden.

Wie die Stärkekörner so sind wahrscheinlich auch die Pflanzenzellmembranen Mischungen von Cellulose und Amylum. In einigen überwiegt das letztere bedeutend; dieselben werden durch Jod und Wasser unmittelbar indigoblau, wie fast alle Stärkekörner. Manche mögen beide Verbindungen ungefähr in gleicher Menge enthalten: sie nehmen bloss eine schmutzigeblaue, violette oder rothe Färbung an, und verhalten sich wie viele Stärkekörner im Samenmantel von *Chelidonium* und im menschlichen Gehirn. Die meisten Membranen jedoch bestehen vorzugsweise oder ausschliesslich aus Cellulose, und färben sich gar nicht bis röthlichbraun; sie stimmen mit manchen Stärkekörnern ebenfalls von *Chelidonium* und vom menschlichen Gehirn überein. — Diese Reactionen treten nur bei verhältnissmässig reinen Membranen ein; sie können durch eingelagerte Stoffe modificirt oder verhindert werden.

Die frühern Ansichten über die Zusammensetzung der Stärkekörner können als antiquirt übergangen werden. In der neuern Zeit wurde in Folge der Untersuchungen von Payen, Fritzsche, Schleiden etc. die Ansicht allgemein, das Stärkekorn bestehe bloss aus Stärke, und die Verschiedenheit der Schichten beruhe bloss in ungleichem Wassergehalt. Ich habe zwar schon im Jahr 1847 (*Zeitschrift für wiss. Bot.* Heft III und IV, Pag. 119) angenommen, dass die äusserste Schicht der Stärkekörner aus Cellulose bestehe, weil sie sich durch Jod nicht oder wenig färbt. Diese Angabe wurde von Mohl (*Veg. Zelle* Pag. 50) bestritten; auch Schleiden (*Grundzüge*, dritte Auflage, I Pag. 180) beharrte bei seinem Ausspruch, niemals habe sich auch nur die entfernteste Andeutung gezeigt, dass im Stärkekorn irgend ein Theil vorkomme, der nicht von Jod ganz auf dieselbe Weise gefärbt wurde.

Maschke, der im Laboratorium von Mitscherlich eine Untersuchung über die Weizenstärkekörner ausführte, räumt der Cellulose indess noch eine grössere Rolle ein (*Journ. f. pract. Chem.* 1852, II, Pag. 400). Nach demselben soll nicht bloss die äussere Schicht, sondern auch einzelne innere Schichten aus Cellulose gebildet, und dazwischen die Stärke angelagert sein. Durch Siedhitze aufgequollene Weizenstärkekörner zeigten nämlich bei der Einwirkung von Jod in einer blauen Masse einige in einander geschachtelte Blasen (Maschke schätzt die Zahl derselben auf 3 — 5) von brauner Farbe, welche durch Zusatz von Schwefelsäure ebenfalls blau gefärbt wurden.

Ich habe dieses Experiment wiederholt, aber mit abweichenden Resultaten. Ich erhitzte, nach der Angabe von Maschke, Weizenstärke bis zum Kochen, und färbte sie dann theils durch wässrige, theils durch weingeistige Jodlösung. Die aufgequollenen Körner zeigten bei verschiedener Einwirkung alle Nüancen vom hellen Rothviolett bis zum Schwarzblau; aber höchstens konnte ich die äusserste Schicht unterscheiden, welche entweder keine oder eine schwächere Färbung zeigte als die innere Masse, und zuweilen bloss violett erschien, während diese indigoblau war. Ich versuchte nun, ob geringere Grade der Erhitzung, wobei ich nicht bis zum Siedpunkt erwärmte, oder ob ein einige Zeit fortgesetztes Kochen ein anderes Resultat ergeben würden. Mit Rücksicht auf Färbung durch Jod war diess nicht der Fall. — Ich liess ferner Weizenstärke in verdünnter Schwefelsäure und in schwacher Aetzkalklösung aufquellen. Sie verhielt sich nicht anders als die mit heissem Wasser behandelten Körner.

Die Frage über die Zusammensetzung der Stärkekörner wurde indess erst entschieden durch die Einwirkung des Speichelstoffes, welche ich oben im Capitel über die Auflösung mitgetheilt habe (vgl. Pag. 113 ff.). Derselbe löst bei einer Temperatur von 45 bis 55 Grad Cent. in den frischen oder vorher getrockneten Körnern die Stärke auf und lässt eine Substanz zurück, die sich als Cellulose ausweist, — da sie durch Jod und Wasser entweder nicht oder schmutzig röthlich gefärbt wird, durch verschiedene Mittel aber eine violette oder blaue Färbung erhält, wie ich nachher zeigen werde. Die Cellulose bildet, nachdem die Stärke ausgezogen worden ist, ein solides Korn von gleicher Form und gleicher Structur wie das ursprüngliche Stärkekorn; es hat ebenfalls dichte und weiche Schichten, und lässt dieselben so wie allfällige Risse und Spalten sogar noch deutlicher wahrnehmen.

Das unveränderte Stärkekorn besteht also in jedem Punkte aus einer Mischung von Stärke und Cellulose, wie in einem von Jod gefärbten Korn in jedem Punkte Jod und Stärke oder in einer Zellmembran mit eingelagertem Kalk in jedem Punkte Cellulose und Kalk vereinigt sind. Wir könnten daher mit Rücksicht auf die relative Menge beider Stoffe sagen, die Cellulose sei in dem Stärkekorn, — mit Rücksicht auf den Erfolg, welchen die Einwirkung von Speichelstoff hat, dagegen, die Stärke sei in einem Cellulosekorn eingelagert. Das letztere ist, nachdem es die Stärke abgegeben hat, ziemlich kleiner und viel durchsichtiger als das ursprüngliche Korn; der Randschatten mangelt ganz.

Die Ansicht von Maschke, dass das Stärkekorn aus abwechselnden Lagen von Cellulose und Stärke bestehe (Journ. pr. Chem. 1852, II, Pag. 400) erweist sich daher als unrichtig. Das ergibt sich namentlich auf eine sehr überzeugende Weise aus ungeschichteten Körnern, denen die Stärke durch Speichel entzogen wird, wie sie seltener unter der Kartoffelstärke, häufiger dagegen unter einer andern Sorte vorkommen, welche ich auf Pag. 116 erwähnt habe. Die Substanz des übrigbleibenden Cellulosekorns ist ebenfalls ungeschichtet und vollkommen continuirlich; von Spalten oder Lücken, die durch Auflösung der Stärke entstanden wären, zeigt sich nicht die geringste Spur. Ich schliesse dabei natürlich die radialen Risse und die centrale Höhlung aus, welche schon in den unveränderten Stärkekörnern enthalten waren und die durch Austrocknen entstanden sind; dieselben lassen gerade deutlich wahrnehmen, dass im Uebrigen die Cellulose eine homogene Substanz darstellt.

Nach Maschke soll die Stärke zwischen den aus Cellulose gebildeten Blasen in Körnerform angelagert sein; er giebt davon sogar eine schematische Abbildung (Journ. pr. Chem. 1854, I, Pag. 1). Dieser Irrthum ist aus der Eigenschaft der Schichten des Stärkekorns hervorgegangen, beim Aufquellen namentlich beim Beginn der Lösung netzförmig oder schaumig zu werden. Ich habe diese Erscheinung im VI. Cap. (Pag. 92) beschrieben. Bei der Einwirkung der quellenden Lösungsmittel (Säuren, Alkalien, feuchte und trockene Hitze) bilden sich oft, ehe die Substanz ganz verschwindet, kleine Hohlräume, die bei gedrängter Lage das Ansehen eines Schaumes oder Netzes gewähren. Zuweilen findet man sie nur in einer einfachen Lage; sie entsprechen dann einer Schicht des Korns. Wenn sie grösser sind, so unterscheidet man deutlich die Hohlräume von der sie trennenden Substanz, bei zunehmender Kleinheit wird ihr Bau undeutlich, und erscheint bloss granulirt.

Ueber die Menge von Cellulose, welche in einem Stärkekorn sich befindet, mangeln durchaus Thatsachen für genaue Bestimmungen. Ich habe oben angegeben, dass die grössten Kartoffelstärkekörner im unveränderten Zustande 60 — 80 Mik., nach Auflösung der Stärke 40 — 50 Mik. gross waren. Das Volumen hatte demnach um das $3\frac{1}{2}$ bis 4-fache abgenommen. Zugleich war die Substanz, wie das Lichtbrechungsvermögen zeigt, lockerer geworden; ich will, um irgend einen muthmasslichen Werth anzugeben, annehmen, die Dichtigkeit habe sich auf die Hälfte vermindert. Demnach ist, die Richtigkeit der Annahmen vorausgesetzt, die Masse von 7 bis 8 auf 1 reducirt worden; und es würde das Kartoffelstärkekorn aus 6 — 7 Theilen Stärke und 1 Theil Cellulose bestehen, wenn nicht noch eine andere Fehlerquelle das Verhältniss etwas zu Gunsten der Cellulose ändert. Die letztere wird nämlich schliesslich ebenfalls von dem Speichelstoff aufgelöst. Sie ist nicht unlöslich, sondern nur schwieriger löslich als Stärke. Es ist daher möglich, dass schon von Anfang an, zugleich mit der Stärke, immer auch etwas Cellulose resorbirt wird.

Andere Stärkekörner enthalten bald grössere, bald geringere Meugen von Cellulose als die Kartoffelstärke. Wenn Weizenstärke durch Speichel aufgelöst wird, so bleibt keine Cellulose zurück. Daraus möchte ich zwar nicht schliessen, dass die letztere überhaupt maugle, sondern nur dass sie in geringer Quantität vorkomme und daher schon mit der Stärke verschwinde. — Bei

der mir früher unbekanntes Stärkesorte, deren Verhalten ich auf Pag. 116 beschrieben habe, und die wohl einer Sorte von jamaikanischem Arrowroot angehört, ist ohne Zweifel die Cellulose in etwas grössern Verhältnissen eingelagert als bei der Kartoffelstärke. — Offenbar am wenigsten Stärke enthalten aber von den mir bekannten Körnern diejenigen in den Zellen des Samenmantels von Chelidonium; denn dieselben färben sich durch Jod nicht blau, sondern braun.

Aehnliche Ungleichheiten wie zwischen den verschiedenen Stärkesorten finden sich in der Zusammensetzung der verschiedenen Schichten des gleichen Korns. Es lässt sich diess vorzüglich aus dem ungleichen Widerstand schliessen, den dieselben verschiedenen Lösungsmitteln entgegensetzen. Da nämlich Stärke leichter gelöst wird als Cellulose, so muss bei gleicher Dichtigkeit eine Schicht oder eine Region des Korns um so mehr Cellulose enthalten, je langsamer sie resorbirt wird. Nun widersteht bei Kartoffelstärkekörnern die äusserste Schicht der Einwirkung des Speichelstoffs, der Säuren, Alkalien und des siedenden Wassers viel stärker als die ganze innere Masse. Die äusserste Schicht bleibt oft allein übrig, wenn alle übrigen Schichten desorganisirt werden, in Körnchen zerfallen, oder in eine halbflüssige Substanz sich verwandeln, oder durch übermässige Wasseraufnahme verschwinden, oder sich selbst lösen. Sie färbt sich auch, wenn sie hinreichend dünn geworden ist und nicht die Einwirkung von Säuren erfahren hat, bald fast gar nicht, bald röthlich oder violett; — und offenbar verliert sie, bei der Einwirkung von Speichel, am wenigsten Masse. Dieselbe enthält jedenfalls so viel oder mehr Cellulose als Stärke; dagegen lässt sich von allen übrigen Schichten mit Gewissheit angeben, dass in ihnen die Stärke überwiegt.

Von der äussersten Schicht an nimmt im Allgemeinen (ohne dichte und weiche Schichten zu berücksichtigen) die verhältnismässige Menge der Stärke nach der Mitte des Korns hin zu. Es lässt sich diess aus folgender Beobachtung entnehmen. Wenn vorher getrocknete Kartoffelstärkekörner der Einwirkung des Speichelferments ausgesetzt werden, so wird zuerst eine oberflächliche Schicht von $1\frac{1}{2}$ bis 2 Mik. Mill. Dicke ausgezogen; dann dringt dasselbe am vordern Ende in die Risse ein und löst zunächst die Region um das Schichtencentrum auf. Es ist von jetzt an die Resorption gleichzeitig von aussen und von innen thätig; während sie aber an der Oberfläche nur etwa um 1 Mik. Mill. vorrückt, so legt sie an der innern Fläche einen Raum von 20, 30 und mehr Mik. Mill. zurück. Ferner habe ich oben (Pag. 141) durch Messung gefunden, dass concentrirte Schwefelsäure von der innern Substanz der Kartoffelstärkekörner während einer Zeiteinheit 50 bis 100 Mal mehr auflöst als von der Rinde. Offenbar lässt sich diese enorme Ungleichheit nicht bloss auf Rechnung der grössern Weichheit der innern Masse setzen; sie muss vorzüglich von einem geringern Gehalt an Cellulose herrühren. Damit stimmt denn auch überein, dass alle Lösungsmittel, welche die Stärkekörner durchdringen, die Substanz derselben von innen nach aussen auflösen.

Ich habe oben diese Erscheinungen besprochen, und will hier noch ein Beispiel weiter ausführen. Die Kartoffelstärkekörner haben einen der Oberfläche ziemlich genäherten Kern (Taf. XI, Fig. 1, 2, 5, 6, 7). Die Schichten sind, wie ich früher zeigte, auf Seite des langen Halbmessers mächtiger und einmal oder wiederholt in Theilschichten gespalten. Die Ungleichheit in der Mächtigkeit der Schichten auf dem langen und kurzen Halbmesser nimmt von dem Kern nach der Peripherie hin zu (vgl. Pag. 25). Die Auflösung (durch Kali, Schwefelsäure oder feuchte Hitze) ergreift zuerst den Kern, und schreitet dann von da nach aussen, aber viel rascher in der Richtung des langen Halbmessers. Die anfänglich kugelige Höhlung wird bald oval oder länglich (Fig. 14, 15 auf Taf. XIII); und die Ungleichheit in der Dicke der Wandung verschwindet immer mehr. Zuletzt hat sich das Korn in eine ringsum gleich dicke Blase verwandelt. Dieser Moment, wo die Ungleichheit verschwunden ist, kann früher oder später eintreten. Ich fand an durch Kali veränderten Körnern eine überall gleich dicke Wandung bei folgenden Dimensionen (in Mik.):

Länge des Korns	90	79	135	181	154	226	90	98	56	45	34
Breite des Korns	63	56	113	111	103	155	75	71	56	45	30
Dicke der Wandung	10	8	6	5,6	5	4,5	4,5	3,7	3,5	3	1,5

Aus diesen Thatsachen folgt, dass nicht eine vollständige Schicht um die andere aufgelöst wird. Es scheint diess nur im Anfang, wenn die innersten Schichten resorbirt werden, der Fall zu sein. Würde es auch späterhin noch fort-dauern, so müsste die Ungleichheit in der Dicke der Wandung, statt geringer, grösser werden. So nun aber besteht

die Wandung des Kornes, wenn sie ringsum gleich dick geworden ist, in der Richtung des längsten Halbmessers aus einer Summe von Schichten, welche vielleicht kaum dem 10. oder 20. Theil der Schichten in der Richtung des kürzesten Halbmessers entspricht. Es wird also, während auf dem Wege des kurzen Radius eine Schicht sich auflöst, auf dem Wege des langen nicht nur diese Schicht, die daselbst die drei bis zehnfache Mächtigkeit hat und oft in Theilschichten gespalten ist, sondern darüber hinaus noch ein Theil der andern Schichten resorbirt.

Daraus geht hervor, dass die Ursachen, welche die Unlöslichkeit bedingen, im Schichtencentrum und in der Mitte des Kornes am vollständigsten mangeln, und dass sie überhaupt die gleiche Vertheilung besitzen, wie die Ursachen, welche dem Aufquellen Widerstand leisten (vgl. Pag. 67). Diess ist nun aber neben dem Wassergehalt nichts anderes als die verhältnissmässige Menge von Cellulose, welche von den Quellungs- und Lösungsmitteln weniger angegriffen wird als die Stärke.

Dass auch in den weichen Schichten verhältnissmässig mehr Stärke enthalten sei als in den dichten, dafür spricht die Analogie und das Verhalten zu Jod. Aus dem Umstande, dass zuweilen, namentlich bei der Einwirkung trockener Hitze und des Speichelstoffs, eine weiche Schicht viel schneller gelöst wird, als die dichten, zwischen denen sie sich befindet, dürfen wir noch keinen Schluss ziehen, denn es könnte diess eine einfache Folge ihres grössern Wassergehaltes, d. h. der grösseren Auflockerung ihrer Substanz sein. Nun finden wir sonst aber eine vollkommene Uebereinstimmung einerseits zwischen Dichtigkeit, Unlöslichkeit, Cellulosegehalt und Alter, anderseits zwischen Weichheit, Löslichkeit, Stärkegehalt und Jugend. Ich werde später noch auf diese Verhältnisse zurückkommen, und bemerke nur vorläufig, dass die Rinde des Stärkekornes vor der innern Masse entsteht und dass die äusserste Schicht die älteste, die weichen Schichten aber die jüngsten sind.

Wenn Amylum und Cellulose neben einander in einer verdünnten Jodlösung liegen, so wird, wie ich später zeigen werde, das erstere intensiv blau, ehe die letztere eine Färbung zeigt. Diese nimmt erst Jod auf, nachdem jenes bis auf einen gewissen Grad gesättigt ist. Es findet diess selbst dann statt, wenn die Jodlösung durch die Cellulose hindurch gehen muss, um zum Amylum zu gelangen, — wie das bei Kartoffelstärkekörnern der Fall ist, aus deren äusserem Theil das Amylum vom Speichel ausgezogen wurde. — Wie reine Cellulose und Stärke, müssen auch Mischungen derselben sich verhalten, und um so schneller die Reaction auf Jod zeigen, je mehr Stärke, um so langsamer, je mehr Cellulose sie enthalten. Wenn man Kartoffelstärkekörner in eine ganz schwache Jodlösung bringt, so sieht man, dass es zuerst die weichen Schichten sind, welche sich färben, die dichten liegen hell und farblos dazwischen. Dann nehmen auch diese bemerkbare Mengen von Jod auf und zuletzt unter ihnen die äusserste Schicht. — Die nämliche Beobachtung macht man, wenn man durch Jod gebläute Kartoffelstärkekörner sich in Wasser entfärben lässt. Es kommt nämlich ein Moment, wo die dichten Schichten schon entfärbt sind, während die dazwischen befindlichen weichen Schichten noch eine schön blaue Färbung zeigen.

Das Verhalten von Jod zu Stärke und Cellulose ist von Chemikern und Pflanzenphysiologen vielfach untersucht worden, theils weil es als das wichtigste Mittel betrachtet wurde, um die beiden Substanzen von einander zu unterscheiden, theils weil es an und für sich von grossem Interesse ist. Dieser Gegenstand kann jetzt, da es möglich wurde, die Stärkekörner in Stärke und Cellulose zu trennen, mit Erfolg wieder erörtert werden. Vor allem aus war es wichtig, die Reaction des Stoffes zu untersuchen, welcher zurückbleibt, nachdem aus den Körnern die Stärke ausgezogen wurde.

Die Cellulosekörner, welche man durch die Einwirkung von Speichel auf Kartoffelstärke gewinnt, werden von wässriger Jodlösung nicht oder bloss kupferroth gefärbt. Wenn in dem Cellulosekorn noch ein Körper von ungelöster Stärke vorhanden ist, so wird derselbe intensiv blau, während die umgebende Substanz, durch welche die Jodlösung durchdringen musste, noch ganz farblos ist. Der Mangel an Färbung, welche diese Cellulose so häufig bei Anwendung von Jodsolution in destillirtem Wasser zeigt, rührt indess nur von der grossen Verdünnung der letztern her. Wenn man ein Stück festes Jod in das Wasser legt, so dass die geringe Menge, die sich löst und von der Stärke aufgenommen wird, sich fortwährend erneuert, so werden alle Cellulosekörner kupferroth oder röthlich braun; der Ton ist jedoch immer wenig intensiv und schmutzig. Die nämliche Färbung tritt ein, wenn man Jodtinktur anwendet. — Jod,

in Jodzink oder in Jodkalium gelöst, reagirt ganz ähnlich wie Jod in Wasser; nur ist die Färbung ein wenig intensiver und ein wenig reiner, indem sie sich etwas dem Rosenroth nähert.

Wenn man Cellulosekörner mit wässriger Jodlösung, welcher noch festes Jod beigemischt ist, behandelt, dann eintrocknen lässt und wieder mit Wasser befeuchtet, so zeigen sie sich rothviolett bis blauviolett und fast indigoblau. Ein gleiches Resultat erhält man, wenn man die Körner mit Jodzinkjodlösung, Jodkaliumjodlösung oder mit Jodtinktur eintrocknen lässt und dann mit Wasser übergiesst. Nur ist in diesem Fall die Färbung noch etwas ausgezeichneter, nämlich schön violettblau bis indigoblau. — In allen Fällen sind die Cellulosekörner, nach dem Eintrocknen mit irgend einer Jodlösung und Wiederbefechten mit Wasser, etwas aufgequollen; ihre Begrenzung und ihre Schichtung ist viel undeutlicher, als sie es vorher war.

Die Reaction von Schwefelsäure und Jod gelingt nicht so leicht. Körner, welche durch Jodtinctur oder wässrige Jodlösung bei Anwesenheit von festem Jod so intensiv als möglich gefärbt sind, werden durch concentrirtere Schwefelsäure ziemlich schnell aufgelöst, wobei sie entweder die Farbe nicht ändern oder bloss schmutzig violett werden. Den Grund, warum keine Bläuung eintritt, wie diess sonst Schwefelsäure und Jod an Cellulose bewirken, suchte ich in der so rasch eintretenden Lösung der weichen und lockern Substanz, dass die volle Wirkung der Färbung nicht eintreten könne. Die Ursache lag jedenfalls nicht etwa in dem Verfahren, denn Zellmembranen, die zufällig daneben lagen, wurden schön blau.

Ich liess, um die Wirkung einer weniger concentrirten Schwefelsäure, welche keine Lösung hervorbrächte, zu erfahren, Cellulosekörner mit Jodtinctur eintrocknen, und übergoss dann dieselben mit einer Mischung von 1 Vol. englischer Schwefelsäure und 3 Vol. Wasser. Die Körner zeigten sich nach der ersten Einwirkung schmutzig röthlich bis schmutzig rothviolett, dabei etwas aufgequollen, indem Begrenzung und Schichtung undeutlich geworden waren. Nach einiger Zeit näherte sich der Ton dem Violettblau. Es ist auffallend, dass unter den nämlichen Verhältnissen, unter denen Wasser sofort eine blaue Färbung hervorrief, Schwefelsäure und Wasser es nach einiger Zeit kaum zum Violettblau brachten.

Die angeführten Reactionen beweisen also, dass die Substanz, welche nach Ausziehen des Amylum aus den Stärkekörnern übrig bleibt, wirklich Cellulose ist. Wir können sie vielleicht als die reinste Cellulose betrachten, welche ohne die Anwendung chemischer Reinigungsmittel erhalten werden kann. Es mangelt uns mit Sicherheit eine so reine Stärke, da wir nicht die Cellulose aus den Stärkekörnern auszuziehen vermögen. In der durch quellende Lösungsmittel erhaltenen Stärkelösung ist aber auch die Cellulose mitgelöst. Indessen dürfen wir das Verhalten der ganzen Körner oder einzelner Partien derselben, ohne einen wesentlichen Fehler zu begehen, als das Verhalten der Stärke selber betrachten, da sie in so überwiegender Menge darin enthalten ist.

Die Stärkekörner werden durch eine Lösung von Jod in Wasser, in verdünntem Weingeist, in wässriger Jodkalium- und Jodzinklösung verschieden gefärbt. Die Nuance hängt von der Menge Jod ab, welche eingelagert wird. Die schwächsten Töne beginnen mit rothviolett oder weinroth, und verändern sich bei zunehmender Intensität in violett, blauviolett, indigoblau, schwarzblau und schwarz. Bei der grössten Einlagerung von Jod ist der Farbenton unter dem Microscop (bei durchfallendem Licht) nicht mehr zu erkennen, weil die Körner ganz undurchsichtig geworden sind; bei auffallendem Lichte aber sieht man ziemlich deutlich, dass das Schwarz eher ins Braun als ins Blau geht. Die schwächste Färbung ist bald als röthlich, bald als schwach bläulich-violett zu erkennen, und zwar wie es scheint bei gleicher Intensität. Worin der Grund dieser Verschiedenheit liegt, weiss ich nicht.

Es entsteht nun zunächst die Frage, ob diese verschiedenen Farbentöne bloss von der geringern oder grössern Menge des in die Stärke eingedrungenen Jod abhängen, oder ob die im Stärkekorn enthaltene Cellulose mit eine Rolle spiele. Da die letztere mit Jod kupferrothe Färbungen giebt, so könnte man vermuthen, dass sie die zuerst auftretenden rothen und rothvioletten Töne bedinge. Es wäre diess in doppelter Weise denkbar: entweder würde das Jod zuerst die in dem Stärkekorn vertheilte Cellulose färben, oder es würde, von aussen in das Korn eindringend, zunächst

auf die äusserste Schicht desselben, welche vorzugsweise aus Cellulose besteht, einwirken und daher mehr oder weniger rothe Töne hervorbringen.

Diese Annahmen erscheinen aber aus 2 Gründen unstatthaft. Erstlich spricht dagegen die Thatsache, dass die Stärke aus einer schwachen Lösung das Jod aufnimmt und selbst blau wird, ehe die Cellulose nur die geringste Färbung zeigt; diess selbst in dem Falle, wenn die Jodlösung durch die Cellulose hindurchgehen muss, um zu der Stärke zu gelangen. Ich habe schon vorhin erwähnt, dass diese Erscheinung bei den Kartoffelstärkekörnern eintritt, denen die Stärke durch Speichel nicht vollständig entzogen wurde. Ferner habe ich an unveränderten Weizenstärkekörnern bei schwacher Einwirkung von Jod mehrmals beobachtet, dass die innere Substanz schön blau gefärbt war, indess die dichte, und wahrscheinlich viel Cellulose enthaltende Rinde noch fast ganz farblos erschien.

Einen zweiten Grund gegen jene Annahmen liefern folgende Thatsachen. Würden die ersten rothen Farbenüancen von der Cellulose bedingt, so müssten Körner oder Theile derselben, die ungleich viel Cellulose einschliessen, sich verschieden verhalten. Es müsste Kartoffelstärke sich anfänglich anders färben und zwar sich mehr zum Roth neigen als Weizenstärke; es müsste ferner das ganze Kartoffelstärkekorn röthere Töne zeigen, als die innere Substanz desselben. Nun ist diess aber nicht der Fall. Stärkekörner aus Kartoffeln und aus Weizensamen verhalten sich im Wesentlichen gleich; ganze Körner aus Kartoffeln und aus Wurzelstöcken von Canna färben sich von Anfang an nicht anders als die innerste Masse derselben, die bei der Auflösung durch Speichel und Diastase zuletzt noch vorhanden ist, und als die innere Substanz, die beim Erhitzen mit Wasser aus dem platzenden Korn heraustritt. Es ist diess wohl nur dadurch zu erklären, dass man annimmt, die Stärke in den Körnern färbe sich vor der Cellulose, und bedinge also in den ersten Stadien allein die Jodreaction. Später wird ohne Zweifel die Cellulose ebenfalls von Jod in ihrer Weise tingirt; allein sie ist in den Stärkekörnern (mit höchst seltenen Ausnahmen) in so geringer Menge vorhanden, dass sie die intensivere Färbung der Stärke nicht zu modificiren vermag.

Payen fasste das Verhalten von Stärke zu Jod in einen scheinbar zwar analogen, im Grunde aber doch sehr verschiedenen Ausdruck. Er sagt (Ann. sc. nat. 1838, II), die Färbung sei um so intensiver und nähere sich um so mehr dem reinen Blau, je dichter die Stärke sei. Die Wirkung der Auflockerung oder Vertheilung der Substanz bestehe darin, dass sie violette Färbungen hervorbringe, welche mehr und mehr ins Roth spielen. Die dichte Substanz sei es auch, welche zuerst Jod aufnehme. Diess ist nun aber entschieden unrichtig. Es giebt keine noch so sehr vertheilte Stärke, welche durch Jod bloss violett oder roth gefärbt würde. Die innere Masse der Körner, welche nach anhaltendem Kochen herausgetreten, wolkenartig aufgequollen und unsichtbar geworden ist, wird intensiv blau. Die Farbe hängt also immer von der Menge des zutretenden Jod, nicht von der Dichtigkeit der Stärke ab. Es ist selbst die Frage, ob bei einer noch viel stärkern Verdünnung der festen Stärke, als wir sie jetzt hervorzubringen im Stande sind, eine hinreichende Menge von Jod bloss rothviolett und nicht blau färben würde.

Wenn man Stärkekörner mit Wasser auf den Objektträger bringt, und von dem einen Rande des Deckgläschens her Jodtinktur zutreten lässt, so findet man zuweilen an der Grenze ihres Stromes Körner, die bloss auf der einen Seite blau gefärbt sind. Die Farbe kann an dem Rande ziemlich intensiv sein; sie nimmt von da allmählig ab. Es vertheilt sich also das in das Korn eintretende Jod nicht gleichmässig in demselben; sondern es wird bis auf einen gewissen Grad unmittelbar in diejenige Substanz eingelagert, zu welcher es zuerst hingelangt.

Dasselbe geschieht nun ohne Zweifel auch, wenn das Stärkehorn rings von Jodlösung umspült ist. Die Färbung wird von der Peripherie aus nach dem Centrum hin fortschreiten, so dass sie dort jederzeit intensiver ist als hier, — immer mit Berücksichtigung derjenigen Modificationen, welche die ungleiche Zusammensetzung aus Stärke und Cellulose hervorrufen muss. Payen giebt diess ebenfalls, aber ohne Beweise, an. Ich versuchte einen direkten Beweis dadurch zu erlangen, dass ich Kartoffelstärkekörner nur schwach färbte und dann zerdrückte, um dabei die innere Masse an den Splintern oder beim Heraustrreten als farblos zu erkennen. Die Versuche gelangen indess nicht. Um ein sicheres Resultat auf diese Weise zu erhalten, müsste man schwach tingirte Körner mit Gummi eintrocknen lassen, davon Durchschnitte machen und dieselben in Alcohol betrachten.

Indess kann eine andere Beobachtung als ein ziemlich unmittelbarer Beweis gelten. Wenn man Schwefelsäure von

einer bestimmten Concentration auf Kartoffelstärkekörner einwirken lässt, die nur schwach durch Jod gefärbt sind, so zerfällt die innere Masse in Körnchen, indess die äussere ziemlich unverändert bleibt. Die körnige innere Masse ist zuweilen deutlich farblos, die Rinde violett oder blau (vgl. Pag. 153). Dass der Unterschied der Färbung, welcher im unveränderten Korn nicht bemerkbar war, durch die Granulation des einen Theils sichtbar wird, ist begreiflich. Die Schwefelsäure kann nicht Schuld an der Entfärbung sein; denn die Rinde, durch welche sie hindurchgehen muss, um ins Innere zu gelangen, bleibt gefärbt, und an andern Körnern ist auch die granulirte innere Substanz mehr oder weniger tingirt.

Dass aber die Färbung wirklich von aussen nach innen geschehe, wird auch durch die Art, wie die Körner sich entfärben, wahrscheinlich gemacht. In Wasser wird das eingelagerte Jod ausgezogen; dabei erscheint der Umfang fortwährend etwas heller als das Innere, und zuletzt ist er ganz farblos, während die innere Masse noch schwach violett oder weinroth erscheint.

Das Jod vermag nur in das Stärkekorn zu dringen, wenn es vom Wasser gelöst hineingetragen wird. Jodtinctur färbt bloss, insofern sie Wasser enthält. Wenn man trockene Stärke mit einer Solution von Jod in fast absolutem oder auch nur in einem wenig Wasser haltenden Alcohol übergiesst, so bleiben die Körner in der sie umspülenden gelben oder braunen Lösung vollkommen farblos. Sie werden vom Alcohol nicht durchdrungen; dieser entzieht ihnen im Gegentheil noch etwas Wasser. Bei Kartoffelstärke entstehen in den meisten Körnern im Schichtencentrum eine kleine Höhlung und einige kurze Risse, die vorher nicht vorhanden waren. Wenn nun der Alcohol verdunstet und dadurch wasserhaltiger wird, so erscheint zuerst nach und nach die früher unsichtbare Schichtung, indem Wasser eindringt und in grösserer Menge in die weichen Schichten sich einlagert. Erst nachdem die Schichtung einige Zeit deutlich war, also nachdem der Weingeist noch wasserhaltiger geworden ist, beginnt die Färbung mit blassem Rothviolett und geht dann durch Violettblau und Indigo in Schwarz über.

Wie das Jod nur von Wasser in die Stärkekörner hineingeführt, so wird es bloss von demselben wieder hinausbefördert. Ich habe bereits bemerkt, dass durch Jod gefärbte Stärke in Wasser sich entfärbt. Bringt man aber feuchte oder trockene Jodstärke in Alcohol, so behält sie die Farbe; der erstern wird nur das Wasser entzogen. Eben dasselbe geschieht mit trockener Jodstärke an der Luft; sie bleibt Wochen und Monate lang unverändert.

Wasser ist nicht bloss nothwendig, um das Jod in die Stärkekörner hinein und hinaus zu geleiten, sondern es ist auch die Bedingung für die charakteristische Färbung. Jodstärke zeigt nur, wenn sie von Wasser durchdrungen ist, die Stufenleiter von rothviolett bis indigoblau. Entzieht man ihr das Wasser, so werden die schwach gefärbten (weinrothen und violetten) Körner braungelb, die intensiver (blau) gefärbten kupferroth oder braunroth bis dunkelbraun. Man erreicht diese Färbungen, wenn man feuchte Jodstärke an der Luft eintrocknen lässt, oder wenn man ihr durch Alcohol, auch durch eine Mischung von Alcohol und Schwefelsäure das Wasser entzieht.

Man hat die Frage, ob Jodstärke eine chemische Verbindung sei oder nicht, oft behandelt. Wenn man dieselbe bejaht, indem man beweist, Jodstärke sei kein mechanisches Gemenge, so ist diess gewiss ganz richtig, insofern man als Analogon des letztern sich etwa ein graues Pulver denkt, das aus Mehl und Kohle gemischt ist. Denn es ist keinem Zweifel unterworfen, dass in der Jodstärke eine vollkommene Durchdringung, eine Combination der kleinsten Theilchen statt gefunden hat. Allein dieses Merkmal gehört ebensogut der Diffusion wie der chemischen Verbindung an. Auch in allen übrigen Eigenschaften stimmen die Diffusionen (Mischungen von Gasen und Flüssigkeiten, Lösungen, Legirungen, Durchdringungen fester organischer Stoffe mit Farbstoffen, Salzen und andern Substanzen ect.) mit den chemischen Verbindungen überein, mit Ausnahme der einzigen, dass die letztern nach bestimmten Aequivalenten geschehen, die erstern aber in wechselnden Verhältnissen, welche durch verschiedene Ursachen bedingt werden. — Praktisch ist es also vollkommen gleichgültig, ob wir Jodstärke als das eine oder andere betrachten. Selbst theoretisch hat es nur geringen Werth, so lange wir nicht wissen, ob in der chemischen Verbindung die kleinsten Theilchen nicht etwa andere Beziehungen zu einander haben als in den Diffusionen, was bis jetzt durch nichts wahrscheinlich gemacht wird.

Man hat, um Jodstärke als chemische Verbindung geltend zu machen, die eigenthümliche Färbung derselben in Anspruch genommen; und offenbar ist es diese, welche auch zuerst und vorzüglich jene Ansicht hervorgerufen hat.

Wenn es keine chemische Verbindung wäre, so müsste die Färbung, wie man sagt, die gewöhnliche des Jod sein. Nun wissen wir aber, dass die mannigfaltigen Töne, welche Jod im festen und gasförmigen Zustande hervorzubringen vermag, lediglich von dem Aggregatzustande desselben abhängen. Die Auflösungen von Jod und die Mischungen desselben mit andern farblosen Substanzen zeigen ebenfalls eigenthümliche Färbungen. Die weingeistige Lösung ist braun mit vorherrschendem Roth; Proteinkörper werden braun mit vorherrschendem Gelb; Bleistärke braun mit einem Stich ins Bleifarbene; Cellulose kupferroth; Stärke selbst, die nicht von Wasser durchdrungen ist, braungelb bis braunroth und schwarzbraun; von Wasser durchdrungene Stärke aber rothviolett bis dunkelblau und schwarzbraun. Die braune Färbung des Jod im Alcohol, in den Proteinkörpern, in der Bleistärke, Cellulose und trockenen Stärke zeigt bei gleicher Intensität durchaus verschiedene Nüancen. Sie hängt somit von der eigenthümlichen Anordnung der Jodtheilchen ab, und es ist kein Grund vorhanden, aus der blauen Farbe der Jodstärke auf eine chemische Verbindung zu schliessen, wenn man die andern genannten Verbindungen als Diffusionen betrachtet.

Man könnte gegen die Ansicht, Jodstärke sei eine chemische Verbindung, ihre leichte Zersetzbarkeit anführen. In der That könnte diese nicht leicht grösser sein, als sie es wirklich ist; denn schon reines Wasser zieht das Jod nach und nach aus, und die Verbindung kann sich in Wasser nur erhalten, wenn dasselbe eine gewisse Menge Jod gelöst enthält. Doch ist das ebenfalls kein entscheidender Grund; denn wenn auch die stärksten chemischen Verbindungen die stärksten Diffusionen weit übertreffen, so giebt es doch zahllose Fälle, wo die Diffusionsverwandtschaft sich stärker erweist als die chemische Affinität.

Um zu entscheiden, ob Jodstärke eine chemische Verbindung oder eine Diffusion sei, müsste man wissen, in welchem Verhältniss die beiden Stoffe beim Sättigungsgrad mit einander verbunden sind, und ob dieses Verhältniss unter verschiedenen Umständen, wobei vorzüglich die ungleiche Dichtigkeit der Stärke zu berücksichtigen wäre, sich ändere. Payen fand, dass 840 Gewichtstheile Stärke $58\frac{1}{2}$ Gewichtstheile Jod aufnehmen (also 100:7,8), was 1 Aequivalent des letztern auf 10 Aequivalente der erstern gleichkommt (Ann. sc. nat. 1838, II, 77). Aber es ist sehr zweifelhaft, ob dieses Verhältniss constant bleibt, und noch zweifelhafter, ob diess wirklich die grösste Menge von Jod ist, welche die Stärke zu absorbiren vermag.

Die Reaction von Jod auf Stärke und auf Cellulose bildet einen wesentlichen Unterschied und zugleich das einzige Erkennungsmittel für diese beiden einander äusserst nahe verwandten Verbindungen. Jod färbt, je nach der geringern oder grössern Menge, die Stärke weiuoth bis indigoblau und schwarz, die reine Cellulose aber blass- und schmutzigröthlich bis kupferroth oder röthlichbraun. Durch Schwefelsäure quillt die Cellulose etwas auf, und wird dann durch Jod in gleicher Weise gefärbt wie Stärke. Das Nämliche geschieht, wenn man Jodcellulose eintrocknen lässt und dann wieder mit Wasser befeuchtet.

Da hiebei die Cellulose, wie bei der Einwirkung von Schwefelsäure, aufgelockert wird, so könnte vielleicht sich etwas Jodsäure oder Jodwasserstoffsäure oder beide bilden. Die Entstehung von Jodsäure gewinnt dadurch einige Wahrscheinlichkeit, als ein Umstand auf eine stattfindende Oxydation hindeutet. Ich werde später zeigen, dass die Corpuscula amylacea des Gehirns, welche sich in ihrer Mehrzahl ähnlich wie Cellulose verhalten, beim Eintrocknen mit Jod und Wiederbefeuchten mit Wasser bloss dann aufquellen und blau werden, wenn sie nicht von Gewebe eingehüllt, wenn sie also der Einwirkung der Luft ausgesetzt sind.

Durch die Einwirkung der Schwefelsäure oder das Eintrocknen mit Jod wird also der Aggregationszustand der Cellulose so umgewandelt, dass sie sich zu Jod wie Stärke verhält; oder ich glaube, dass wir kurz sagen können, die Cellulose wird in Stärke übergeführt. Denn sie verhält sich nun in allen Stücken wie diese. Wenn man sie mit verdünnter Schwefelsäure erhitzt, so wird sie zuerst so modificirt, dass Jod eine blaue Farbe hervorbringt, dann wird sie gelöst und in Dextrin und Zucker umgewandelt.

Es ist jedoch eine Erscheinung, welche die dem Amylum ähnlich gewordene Cellulose nicht so zeigt wie dieses. Sie quillt lange nicht so stark auf als Amylum, und vermag desswegen keinen Kleister zu bilden. Nun aber verhalten sich die verschiedenen Theile eines Stärkekorns beim Aufquellen selbst ungleich, und der Kleister von verschiedenen

Stärkesorten (z. B. von Weizen- und Kartoffelstärke) hat ungleiche Eigenschaften. Ferner zeigt der Wassergehalt der Cellulose im unveränderten Zustande schon grössere Verschiedenheiten als Stärke und Stärkekleister. Daraus ergibt sich deutlich, dass die Fähigkeit von organisirten Substanzen, eine gewisse Menge von Wasser aufzunehmen, nicht mit der chemischen Zusammensetzung in Beziehung steht.

Wir müssen daher an demselben Stoff verschiedene Seiten des Aggregationszustandes oder der molecularen Constitution unterscheiden. Innerhalb der Cellulose selbst ist der physicalische Aggregationszustand (um mich so auszudrücken) rücksichtlich seiner Verwandtschaft zu Wasser unendlich verschieden; zu Jod zeigen alle diese Modificationen ein und dasselbe Verhalten. Durch Einwirkung von Säuren ändert sich der chemische Aggregationszustand, indem die Reaction auf Jod nun eine andere wird; der physicalische Aggregationszustand verändert sich zwar ebenfalls etwas, zeigt aber im Wesentlichen die nämlichen Modificationen wie vorher. Wie die chemische Seite der Molecularconstitution geändert werden kann ohne die physicalische, so auch die letztere ohne die erstere. Stärke quillt in kochendem Wasser auf; der physicalische Aggregationszustand ist ein anderer geworden, indess der chemische, soweit er durch das Verhalten zu Jod sich zu erkennen giebt, der nämliche geblieben ist. Aus diesen Gründen glaube ich nicht, dass man der durch Säuren modificirten Cellulose, wegen ihres Unvermögens aufzuquellen und einen Kleister zu bilden, die Natur des Amylums absprechen dürfe.

Die Unterscheidung von Cellulose und Stärke durch Jod, wie ich sie oben ausgesprochen habe, und wie sie besonders auch durch die Beobachtungen an den mit Speichel behandelten Stärkekörnern bestätigt wurde, ist die gewöhnliche Ansicht, namentlich der Chemiker. H. v. Mohl dagegen ist geneigt anzunehmen, dass die Cellulose in vollkommen reinem Zustande ebenso wie Stärke durch Jod und Wasser blau gefärbt werde (Bot. Zeit. 1847, Pag. 553). Durch eine grosse Reihe sehr gründlicher und schöner Untersuchungen fand derselbe, dass nicht bloss einige Zellmembranen durch Jod allein, manche nach Eintrocknen mit Jod und Wiederbefeuchten mit Wasser, viele bei gleichzeitiger Einwirkung von Jod und Schwefelsäure blau werden, sondern dass auch diejenigen, die allen diesen Mitteln widerstehen, nach vorhergegangener Reinigung mittelst kaustischem Kali oder Salpetersäure, die charakteristische Reaction zeigen.

Aus diesen Thatsachen folgt indess nicht, dass Cellulose durch Jod blau gefärbt, sondern bloss, dass durch die angegebenen Mittel ihre Molecularconstitution in diejenige des Amylum oder in eine demselben analoge umgewandelt werde. Es ist nicht wohl einzusehen, dass eine Membran, die durch Jodlösung nicht gefärbt, nach dem Eintrocknen und Wiederbefeuchten aber blau wird, durch letztern Process eine Reinigung erfahren habe. — Ebenso widerspricht jener Ansicht Mohl's die von Liebig beobachtete Thatsache, dass Cellulose, welche durch Schwefelsäurehydrat (mit 2 Aeq. Hydratwasser) in einen gallertartigen Zustand übergeführt und darauf durch Auswaschen entsäuert wurde, in Berührung mit Jod und Wasser ungefärbt bleibt, bei gleichzeitiger Anwesenheit von Schwefelsäure aber gebläut wird. — Es giebt ferner, wie Mulder gezeigt hat, Membranen, die keine durch Salpetersäure und Ammoniak oder durch concentrirte Salzsäure nachweisbaren Proteinkörper enthalten und als ziemlich rein angesehen werden können, und die durch Jod allein doch noch keine merkliche blaue Farbe annehmen, sondern erst durch Schwefelsäure und Jod sich blau färben. — Endlich verweise ich aber noch besonders auf die oben mitgetheilten Beobachtungen über die Cellulose, welche nach Ausziehung des Amylum aus den Kartoffelstärkekörnern zurückbleibt. Wenn eine in der Natur vorkommende Cellulose, die noch keine künstliche chemische Einwirkung erfahren hat, als rein bezeichnet werden kann, ist es wohl diese, und doch giebt sie mit Jod keine blaue, sondern eine braunrothe Färbung.

Nach Schleiden wird reine Cellulose von Jod allein (in Verbindung mit Wasser) gar nicht gefärbt. Es ist allerdings sicher, dass Zellmembranen, die ohne Zweifel sich wenig von der Reinheit entfernen, bei Behandlung mit Jod farblos bleiben. Wenn nun dieselben bei gleichzeitiger Einwirkung von Schwefelsäure blau werden, so ist, wie ich schon bemerkte, keine Wahrscheinlichkeit für eine stattgehabte Reinigung, sondern nur für eine Umänderung des Aggregationszustandes vorhanden. Zu den Formen der Cellulose, welche durch Jod keine Färbung annehmen, gehört auch die Pflanzengallerte Schleiden's.

Es scheint, als ob mit Rücksicht auf diese Thatsache zwei Annahmen möglich seien. Entweder giebt es zwei Modificationen der Cellulose, von denen die eine durch Jod nicht, die andere braunroth gefärbt wird; es könnten auch die

beiden Endpunkte einer continuirlichen Reihe sein. Oder die aus den Stärkekörnern durch Einwirkung von Speichelstoff dargestellte Cellulose ist noch mit etwas Stärke, welche energisch festgehalten wird, verunreinigt, und dadurch erhält sie ihre Färbung. Die Möglichkeit für diese Annahme ist allerdings vorhanden, da eine beträchtlichere Einlagerung von Cellulose in Stärke, wie ich gleich zeigen werde, die blaue Farbe in Töne verwandelt, die wenigsten gegen die Färbung jener Cellulose sich hinneigen und selbst derselben sehr nahe kommen. — Es ist also nur soviel sicher, dass reine Cellulose jedenfalls mit Jod keine blaue Farbe annimmt. Uebrigens will ich bei der erstern Annahme, als der wahrscheinlicheren, bleiben, reine Cellulose werde durch Jod entweder nicht oder rothbraun gefärbt.

Die vielen Untersuchungen, die man in neuerer Zeit über die Färbung der Pflanzenzellmembranen angestellt, haben nachgewiesen, dass dieselben die mannigfaltigsten Verhältnisse darbieten. Es giebt solche, welche sich durch Jod und Wasser ebenso schön blau färben als Stärkekörner, und von diesem Indigoblau findet man alle möglichen Abstufungen durch violett, weinroth, braunviolett, braunroth, braun, braungrün, grün, braungelb, gelb bis farblos. In allen lässt sich durch mehr oder weniger heftige Einwirkung die blaue Indigofarbe herstellen, bei den einen durch blosses Eintrocknen mit Jod, bei den andern durch Schwefelsäure, und bei manchen muss eine Behandlung mit Aetzkali oder Salpetersäure vorausgehen. Aus diesen Thatsachen könnte man mit Schleiden den Schluss ziehen, dass es zahllose Modificationen eines Grundstoffes gebe, durch unmerkliche Veränderungen des Aggregationszustandes hervorgegangen, oder mit Mohl, dass es ein und die nämliche Verbindung sei, mehr oder weniger durch Beimischung fremder Einlagerung verunreinigt; — man müsste aber, um consequent zu sein, die Stärkekörner mit in die Stoffreihe der Membranen aufnehmen. Dass die eingelagerten Stoffe wesentlich auf die Färbung durch Jod einwirken, kann nicht bestritten werden; dagegen habe ich bereits die Gründe angegeben, warum man nicht annehmen darf, dass sie allein durch dieselben bedingt werde. Gegen die Schleiden'sche Ansicht dagegen liesse sich, vorausgesetzt, dass man einen Theil der Modificationen auf Rechnung der Verunreinigung setze, nichts Erhebliches einwenden.

Es war aber noch eine andere Erklärung der Thatsachen möglich. Statt dass man die Grundlage der Stärkekörner und aller Zellmembranen als identisch, aber in mannigfachen Modificationen der Molecularconstitution auftretend betrachtete, konnte diese Grundlage auch eine Mischung zweier verschiedener Stoffe, Cellulose und Stärke sein, und durch verschiedene Combination derselben alle möglichen Mittelstufen zwischen beiden darstellen, — wozu dann immer noch eine grössere oder geringere Veränderung durch die Einlagerung hinzukäme. — Diese Vermuthung, die mir schon seit langer Zeit als immer wahrscheinlicher erschien, ist für die Stärkekörner durch die Einwirkung des Speichelstoffs zur Gewissheit geworden, und hat dadurch auch für die Zellmembranen wenigstens den höchsten Grad der Wahrscheinlichkeit erlangt.

Wenn diess richtig ist, so würden die Cotyledonenzellen von einigen Leguminosen, die Sporenmutterzellen aller wahren Flechten, und einzelne Gewebepartien von wenigen Flechten und Algen, da sie sich durch Jod und Wasser indigoblau färben, aus viel Stärke und wenig Cellulose bestehen, wie die Stärkekörner selbst. Die Albumenzellen einiger Monocotyledonen, welche durch Jod und Wasser eine violette, die Gewebzellen einiger Florideen, welche eine weinrothe bis violette Färbung annehmen, die Eiweiss- und Cotyledonenzellen mehrerer Dicotyledonen, welche erst gelb, dann grün und zuletzt schmutzig blau werden, möchten ungefähr gleichviel Stärke und Cellulose enthalten, oder es möchte die erstere wenigstens nur unbedeutend überwiegen. Die Membranen aller übrigen Pflanzenzellen müssen aber aus mehr Cellulose und weniger Stärke, viele wahrscheinlich bloss aus Cellulose bestehen.

Für diese Verhältnisse giebt es einige Analogieen bei den Stärkekörnern selbst. Wenn man Kartoffelstärkekörner durch feuchte Wärme, Alkalien oder Säuren aufquellen lässt, und den dadurch entstandenen Kleister mit Jod färbt, so geschieht es zuweilen, dass derselbe abwechselnd blau und schmutzig violett erscheint. Bei genauerer Untersuchung findet man, dass die violetten oder weinrothen Partien von den membranartigen Hüllen oder äussersten Schichten, die blauen aber von der innern Substanz der Körner herkommen, welche beim Aufquellen aus den geplatzten Hüllen her-

austritt, und dann in der Flüssigkeit flockenartig vertheilt oder auch gelöst ist. Die schmutzig röthliche oder violette Färbung der Membranen, die oft sehr blass ist, rührt davon her, dass das Jod zuerst dafür verwendet wird, um die innere Masse zu färben. Bei Zusatz von mehr Jod werden sie oft dunkelblau gefärbt; in andern Fällen indess nehmen sie nur einen schmutzig blauen oder auch bloss violetten Ton an. — Auf Taf. XIII ist in Fig. 18 ein durch Einwirkung von Kalilösung auf eine dünne blasenförmige Rinde reducirtes Kartoffelstärkekorn dargestellt. Die Blase ist geplatzt und faltig zusammengefallen; Jodlinktur hat sie violett gefärbt. Eine kleine Partie des nicht herausgetretenen körnigen Inhaltes ist rein blau.

Wenn man Kartoffelstärkekörner vorsichtig aufquellen lässt, so dass sie nicht platzen, verwandeln sie sich in zellenartige Blasen, deren Membran fortwährend dünner wird. Bei schwächerer Einwirkung von Jod färbt sich die innere Masse schön indigoblau, die Wandung schmutzig violett. Zuweilen erkennt man deutlich, dass die Färbung von innen nach aussen abnimmt; und eine äusserste schmale Schicht scheint selbst ganz farblos zu sein, wenn letzteres nicht auf einer optischen Täuschung beruht. — So viel ist jedenfalls gewiss, dass die äusserste Schicht von Stärkekörnern so viel Cellulose enthalten kann, dass sie mit Jod keine blaue Farbe mehr giebt.

Ein merkwürdiges Beispiel liefern die Stärkekörner im Samenmantel von *Chelidonium majus*. Sie haben eine Grösse von 7 bis 9 Mik. und eine rundliche Form. Jodlinktur färbt sie braun, bald mit einem Stich ins Roth, bald ins Gelb. Wässrige Jodlösung bringt bei schwächerer Einwirkung eine blassbraune, bei stärkerer eine intensiv braune Färbung hervor, die ebenfalls bald mehr auf roth gehen, sehr selten aber schmutzig violettroth werden, bald auch wirklich braungelb sein kann. Sowohl die weingeistige als die wässrige Jodsolution bewirken übrigens verhältnissmässig keine intensiven Töne. Die Körner nehmen viel weniger Jod auf als bei der gewöhnlichen Stärke, sie werden nie dunkel oder gar schwarz, und bleiben immer etwas durchsichtig.

Die durch wässrige Jodlösung braun gefärbten Körner werden, wenn man sie mit Wasser stehen lässt, und das Jod allmählig verdunstet, violett, und ehe sie sich vollständig entfärben, hellblau. — Wenn man die durch wässrige Jodlösung tingirten Körner eintrocknen lässt und dann mit Wasser befeuchtet, so werden sie schmutzig violett. Sie sind etwas aufgequollen; die Grösse, die im unveränderten Zustande bis 9 Mik. beträgt, ist nun auf 12 Mik. gestiegen. — Körner, durch Jodlinktur gefärbt, eingetrocknet und mit Wasser befeuchtet, sind violett geworden. Sie zeigen sich etwas stärker aufgequollen als die vorigen; ihre Grösse beträgt bis 15 Mik. Dabei sind sie etwas eingefallen und gefaltet. — Wenn die Körner bloss mit Wasser oder mit Weingeist (ohne Jod) eintrocknen, so ist nach dem Wiederbefeuchten ihre Gestalt und Grösse, so wie ihr Verhalten zu Jod vollkommen unverändert.

Jodzinkjodlösung färbt diese Stärkekörner bei der ersten Einwirkung blass violett oder blass kupferroth, bei stärkerer Einlagerung schmutzig rothviolett oder braunroth, zuletzt braun. — Wenn man die durch wässrige oder weingeistige Jodsolution tingirten Körner mit concentrirter Schwefelsäure behandelt, so werden sie zuerst intensiver braunroth; dann quellen sie auf und zeigen eine blass-violette Färbung.

Aus diesen Reactionen ergiebt sich, dass die Stärkekörner im Samenmantel von *Chelidonium* in der Eigenschaft, mit Jod eine blaue Farbe anzunehmen, von sehr vielen Pflanzenzellmembranen übertroffen werden. Denn es gelang nicht, sie indigoblau zu färben. Sie müssen offenbar eine bedeutende Menge von Cellulose enthalten, vielleicht mehr als Stärke. Dabei bleibt aber doch auffallend, dass während die nach Ausziehung des Amylum aus den Kartoffelstärkekörnern zurückbleibende Cellulose, mit Jod eingetrocknet und mit Wasser befeuchtet, blau wird, die genannten Körner, die doch ohne Zweifel ausser Cellulose noch Stärke enthalten, bei dem gleichen Process nur eine violette Farbe annehmen. Vielleicht könnte diese Abweichung von Einlagerungen herrühren, vielleicht auch, und das ist mir wahrscheinlicher, deutet sie auf die Alternative hin, die ich oben berührte: entweder sei die aus den Kartoffelstärkekörnern zurückbleibende Cellulose noch mit etwas Stärke impregniert, oder es gebe zwei Modificationen der Cellulose, eine die durch Jod rothbraun, und eine andere, die durch Jod und Wasser gar nicht gefärbt werde (vd. Pag. 190).

Die Stärkekörner im Mark des Stengels von *Chelidonium majus* sind denen im Samenmantel ähnlich, von rundlicher Gestalt, bis 8 und 10 Mik. Mill. gross. Durch wässrige oder weingeistige Jodlösung werden sie meistens schmutzig

violett; wenige färben sich braun oder blau. Nach dem Eintrocknen mit Jod und Wiederbefeuchten mit Wasser werden sie schön blau, und scheinen etwas aufgequollen.

Unter allen mir bekannten Stärkekörnern sind diejenigen im Samenmantel von *Chelidonium* die einzigen, welche durch Jod und Wasser eine braunrothe Färbung zeigen; alle übrigen nehmen einen mehr oder weniger indigoblauen Ton an. Nach Kützing (*Grundzüge der philos. Bot.* I, 193) kommen indess ähnliche Körner auch bei verschiedenen *Caulerpa*-Arten vor. Jodtinktur färbt dieselben intensiv gelb, etwas ins Bräunliche ziehend, concentrirte Tinctur sogar dunkelbraun. Hinzugefügte Schwefelsäure, mit ein wenig Wasser vermischt, bringe nach und nach eine blaue Färbung der vorher grün gewesenen Körnermassen hervor. In einem Falle, wo ihm die Färbung durch die Schwefelsäure nicht gelingen wollte, sei dieselbe durch Kalilauge bewerkstelligt worden, welche er nur kurze Zeit einwirken liess, dann durch Auswaschen mit Salzsäure entfernte. Die so behandelte Körnermasse sei durch verdünnte Jodtinctur sehr schön blau geworden. — Bei frühern Untersuchungen an *Caulerpa prolifera*, welche Art Kützing ebenfalls anführt, fand ich durch Jod sich bläuende Stärkekörner.

Quellungsvermögen und Löslichkeit bilden neben der Reaction auf Jod das zweite Merkmal, wodurch Stärke und Cellulose von einander verschieden sind. Dieses Merkmal ist aber äusserst schwer anzuwenden, weil es durch drei verschiedene Verhältnisse modificirt wird, und man nur selten den Einfluss, den jedes einzelne ausübt, erkennen kann; es ist die relative Menge von Stärke und Cellulose, die mit einander gemengt sind, die Quantität und Beschaffenheit der Einlagerungen, und der Dichtigkeitsgrad der Substanz.

Wir wissen nicht gewiss, ob es Gebilde giebt, die bloss aus Stärke ohne Cellulose, und solche, die bloss aus Cellulose ohne Stärke bestehen; ersteres wenigstens ist unwahrscheinlich. Die Reaction von Jod giebt uns auch über die relative Menge der beiden Stoffe nur ungenügenden Aufschluss, da wir über die Färbung der reinen Cellulose selbst noch im Ungewissen sind, und ferner nie wissen, in wie weit die charakteristische Einwirkung von Jod etwa durch eingelagerte Stoffe verhindert wird. Die Reinigungsmittel helfen dabei nichts, weil durch sie immer auch die Molecularconstitution geändert und die Cellulose in den Amylum-ähnlichen Zustand übergeführt wird. — Die Einlagerungen verhüllen aber nicht nur die Zusammensetzung aus Stärke und Cellulose, sondern sie verändern auch die Quellungs- und Lösungsfähigkeit. In der Regel werden sie hemmend einwirken; sie können aber auch, insofern es Fermente sind, die Lösung fördern. Die Quantität und Beschaffenheit der eingelagerten Stoffe ist aber nur von den wenigsten aus Stärke und Cellulose bestehenden Gebilden auch nur einigermaassen bekannt. — Der Grad der Dichtigkeit oder Auflockerung der Substanz übt ebenfalls den grössten Einfluss auf Quellung und Lösung. Je dichter die Masse, um so schwieriger, d. h. um so langsamer erfolgt unter gleichen Umständen Aufquellen und Auflösung; so sehr, dass im höchsten Grade aufgelockerte Cellulose (wie der Schleim von Quittenkernen) stärker aufquillt und sich leichter löst als Stärke.

Wenn man daher Stärke und Cellulose rücksichtlich ihres Quellungsvermögens und ihrer Löslichkeit vergleicht, so muss man die Differenz auf gleiche Verhältnisse, d. h. auf eine gleiche Dichtigkeit der reinen Substanz reduciren. Die Stärkekörner sind, wegen der Cellulose, die sie enthalten, schwerer aufquellen zu machen und zu lösen, als es reine Stärke wäre; daher der bedeutende Unterschied zwischen den Stärkekörnern des Weizens, der Kartoffeln und des Samenmantels von *Chelidonium*, von denen die erstern am wenigsten, die letztern am meisten Cellulose enthalten. Viele Zellmembranen setzen wegen ihres Gehaltes an Amylum den Quellungs- und Lösungsmitteln einen geringern, die meisten aber wegen der eingelagerten Stoffe einen grössern Widerstand entgegen, als es reine Cellulose thun würde.

Dass die Stärke sowohl den eindringenden und quellenden als den von der Oberfläche her wirkenden Lösungsmitteln weniger widersteht als Cellulose, geht indess aus vielen Thatsachen hervor. Die schlagendste ist aber wohl die, dass der Speichelstoff aus der Mischung von Stärke und Cellulose in den Kartoffelstärkekörnern (wo also der Einfluss der verunreinigenden Stoffe, welche auf beide gleich sehr einwirken werden, so wie der Dichtigkeit eliminirt ist) jene zuerst, diese später auflöst.

Indess giebt es einen Fall, in welchem Cellulose leichter gelöst wird als Stärke, nämlich beim Faulen der Pflanzentheile. Es ist vorzüglich von Mitscherlich auf diese Erscheinung bei faulenden Kartoffeln hingewiesen und gezeigt worden, dass man mit Leichtigkeit die Fäulniss auf gesunde Theile übertragen kann, die man zerschnitten in das nämliche Wasser legt. Dabei verschwinden die Membranen und die Stärkekörner bleiben unversehrt zurück. Mitscherlich schliesst daraus, dass es ein eigenes Ferment gebe, welches die Cellulose auflöse, die Stärke aber nicht angreife; und vermuthet, das Wirksame daran möchten die Vibrionen sein, mit denen die Flüssigkeit ganz erfüllt ist (Bericht d. Berl. Acad. März 1850).

Das Thatsächliche ist ohne Zweifel richtig. Ich habe ebenfalls das Verschwinden der Zellmembranen und das Zurückbleiben der Stärkekörner gesehen. Dabei trennen sich, wie Mitscherlich gleichfalls angiebt, zuerst die Zellen von einander. Letzteres sah ich namentlich sehr schön an einer Kartoffel, die ich im Zürichsee fand. Im Innern war sie noch etwas fest, aussen weich und pulverig, indem die Zellen, wie in mehligten Kartoffeln, sich ganz von einander getrennt hatten. Die Zellmembranen waren sehr zart und weich, aber doch noch nicht vollständig aufgelöst; die Stärkekörner zeigten sich ganz unverändert. Schale und Zellgewebe der Kartoffel hatten eine blendend weisse Farbe und einen starken Geruch nach Häringen, welcher, als sie aus dem Wasser genommen war, in einigen Stunden einen faulen Beigeschmack annahm.

Was aber die Folgerungen betrifft, so weiche ich von Mitscherlich etwas ab. Beim Fäulnissprocess sind es zunächst die Proteinverbindungen, welche Umsetzungen erfahren (die schliesslich zum gänzlichen Zerfallen derselben in einfache Verbindungen führen). Die Umsetzungen der Proteinkörper können aber auch in andern organischen Verbindungen Umbildung und Zersetzung veranlassen, und es muss diess selbstverständlich am leichtesten mit denjenigen Verbindungen der Fall sein, welche selbst mehr oder weniger Proteinkörper beigemischt enthalten, was wir so deutlich am Holz sehen. Es ist nun wohl keinem Zweifel unterworfen, dass die Zellmembranen der Kartoffel mehr stickstoffhaltige Einlagerungen besitzen als die Stärkekörner, die deren beinahe ganz entbehren.

Wir haben also eine einfache Erklärung für die Thatsache, dass die Zellmembranen und die Stärkekörner bei der Fäulniss sich anders verhalten als bei allen übrigen Auflösungsprocessen. Wenn dieselbe richtig ist, so dürften wir annehmen, dass unter allen Umständen das Verhältniss von Amylum und Cellulose das Nämliche bleibt, und dass auch selbst beim Fäulnissprocess Cellulose, die frei von Einlagerungen wäre, langsamer angegriffen würde als Stärke. Für diese letztere Annahme giebt es, ausser der allgemeinen Analogie, auch einen thatsächlichen Beweis. — Die Stärkekörner sind in faulenden Kartoffeln nicht überhaupt unlöslich; sie werden nur später angegriffen. Indessen kommen auch Fälle vor, wo dieselben bereits Spuren von Auflösung zeigen, wenn die Membranen noch nicht ganz zerstört sind. An den Stärkekörnern werden, wie ich oben gezeigt habe, meistens einzelne rundliche Stellen der Oberfläche angegriffen; es bilden sich Gruben, die sich nach innen ausdehnen. Dabei ist es ganz sicher, dass die Substanz im Innern der Körner der Auflösung einen viel geringern Widerstand entgegengesetzt als die Rinde. Desswegen werden sie häufig ganz ausgehöhlt, so dass eine durchlöcherete Blase übrig bleibt. Das Ferment der Fäulniss verhält sich also ganz analog dem Speichelstoff, welcher gleichfalls die innere Substanz der Körner viel leichter löst als die äussere. Nun hat aber das Stärkekorn in seinen äussersten Schichten die verhältnissmässig grösste Menge von Cellulose, woraus ganz unzweifelhaft folgt, dass bei gleicher Reinheit die Cellulose auch von der Fäulniss weniger angegriffen wird als die Stärke.

Mitscherlich vermuthet, dass das wirksame Princip der Auflösung in den Vibrionen liege, welche die faulende Flüssigkeit erfüllen. Mir scheint es eher, dass dieselben eine Folge des Zersetzungsprocesses seien, als dass sie denselben veranlassen. Allerdings fand ich in faulenden Kartoffeln in der Regel eine Unzahl von kleinen, schwärmenden Stäbchen oder Fäden, die ich als *Vibrio Lineola* Müller bestimmte. Allein man bemerkt zuweilen im Anfange einzelne, in Zersetzung übergegangene Stellen des Gewebes, in denen noch nichts von jenen kleinen Wesen vorhanden ist. In der Kartoffel aus dem See, deren ich vorhin erwähnte, fand ich nur an einem Punkt ähnliche kleine Pilze (oder Thiere), die sich nicht bewegten, und die ich wegen ihrer knieförmigen Biegungen für *Vibrio bacillus* Müller hielt. In dem ganzen übrigen Knollen konnte ich nichts davon wahrnehmen, obgleich die Zersetzung schon ziemlich weit fortgeschritten war. Der Mangel der braunen Färbung, des eigentlichen Fäulnissgeruches und der Pilze mochte wohl davon herühren, dass das Wasser fortwährend die löslichen Stoffe auszog und fortführte.

Aus den mitgetheilten Thatsachen und Betrachtungen ergibt sich also mit grösster Wahrscheinlichkeit, dass wie die Stärkekörner so auch die Pflanzenzellmembranen Mischungen von 2 verschiedenen chemischen Verbindungen, Amylum und Cellulose, sind, und dass das Mengungsverhältniss dieser beiden, ausser der Dichtigkeit und den Einlagerungen fremdartiger Stoffe, die verschiedenen chemischen und physicalischen Eigenschaften bedingt. Amylum und Cellulose unterscheiden sich aber, bei gleicher Zusammensetzung, ausser dem Umstande, dass sie ungleich viel Aequivalente Salpetersäure aufnehmen, um Nitroamyllum und Nitrocellulose zu bilden, ferner durch die Lösbarkeit und die Reaction auf Jod, indem von allen Lösungsmitteln bei gleicher Reinheit und gleicher Dichtigkeit die Stärke leichter aufgelöst wird als die Cellulose, und indem jene mit Jod und Wasser eine intensiv indigoblaue, diese keine oder eine wenig intensive röthlich-braune Färbung annimmt.

Es können daher die verschiedenen Stufen, die von den fast ausschliesslich aus Stärke bis zu den bloss aus Cellulose bestehenden Gebilden sich unterscheiden lassen, nicht als besondere chemische Verbindungen betrachtet werden. So ist namentlich das Amyloid von Schleiden und Vogel nichts anderes als eine derartige Zwischenstufe. — Die Pflanzengallerte oder der Pflanzenschleim ist eine künstliche Gruppe von Stoffen. Wenn wir diejenigen Substanzen, die dem Zelleninhalt angehören, ausschliessen, und also nur die membranbildende Gallerte berücksichtigen, so möchte dieselbe wohl mit ziemlicher Sicherheit ebenfalls nichts anderes als Stärke und Cellulose (in wechselnden Mengen) sein, die durch Wasser sehr stark aufquillt. Eine Ausnahme hievon macht vielleicht die Extracellulärsubstanz (Scheiden, Hüllen) niederer Algen, die auch wohl einen andern Ursprung hat als die eigentliche Membran, und die durch Jod nicht blau gefärbt werden kann, indem sie durch die Mittel, welche Cellulose in Stärke umwandeln, gelöst wird; — dahin gehört z. B. die Scheide der grössern Spirogyra-Arten.

An die Stärke soll sich das Paramylon anschliessen; die ziemlich abweichenden Eigenschaften machen aber die Richtigkeit dieser Annahme zweifelhaft. — Die Paramylonkörner in *Euglena viridis* sind weisslich, das Licht stark brechend, und halten im Aussehen die Mitte zwischen Oel und Stärke. Während dieselben durch verdünnte Kalilösung aufquellen und auch in ihren übrigen chemischen Eigenschaften mit Stärke und Cellulose übereinstimmen, unterscheiden sie sich aber von diesen beiden Verbindungen charakteristisch durch ihr Verhalten zu Jod und zu starken mineralischen Säuren. Jod bringt weder für sich, noch in Verbindung mit Schwefelsäure eine Färbung hervor. Schwefelsäure in einer Concentration, welche das Chlorophyll von *Euglena* und von Algen zerstört, und welche selbst die Zellmembranen der letztern aufquellen und verschwinden macht, lässt die Paramylonkörner unverändert. Verdünnte Säuren lösen sie, nach Gottlieb, dem Entdecker des Paramylon's, selbst beim Sieden nicht.

Bei den verschiedensten Formen, unter denen Stärke und Cellulose auftreten, finden wir doch übereinstimmend, dass Wasser am schwächsten, alkalische Lösungen mehr und Mineralsäuren am stärksten auf Quellung und Lösung einwirken, so dass Wasser unter gleichen Umständen die höchste, Schwefelsäure die geringste Temperatur erfordert. Beim Paramylon ist das Verhältniss ein anderes, indem dasselbe in verdünnten Alkalien und in heissem Wasser, nicht aber in Schwefelsäure aufquillt. Dieses Verhalten, so wie die Unfähigkeit, in einen Zustand versetzt zu werden, in welchem Jod eine blaue Färbung hervorbrächte, geben beinahe die Gewissheit, dass das Paramylon, wenn es auch zu den Kohlenhydraten gehört, doch nicht zu der von Stärke und Cellulose gebildeten Abtheilung derselben gestellt werden darf.

Ausser Amylum und Cellulose enthält das Stärkekorn im frischen und im lufttrockenen Zustande Wasser; ich verweise darüber auf Cap. V (Pag. 67). Ferner ist wahrscheinlich eine beträchtliche Menge von Gasen in den Körnern verdichtet, worunter sich wenig Kohlensäure und viel Sauerstoff, vielleicht auch Stickstoff befinden mag. Ich habe diesen Punkt bei der Einwirkung von concentrirten Säuren und alkalischen Lösungen besprochen (Pag. 160).

Das Stärkekorn ist durchdringbar. Es muss mit dem Wasser auch die darin gelösten Stoffe aufnehmen. Diess kann auf zweierlei Art geschehen, jenachdem dieselben gelöst bleiben, oder in den festen Zustand übergehen. Im

ersten Fall ist die Lösung, welche die Stärkekörner durchdringt, nicht sehr verschieden von der umspülenden Flüssigkeit. Es liegen darüber zwar keine Untersuchungen vor; allein man kann zum Voraus sagen, dass jene Lösung in der Regel etwas verdünnter, zuweilen aber auch etwas concentrirter sein wird als die umgebende Flüssigkeit. Sie muss verdünnter sein, wenn die Stärke weniger Verwandtschaft zu dem gelösten Stoffe hat als zum Wasser; in diesem Falle nimmt das Stärkekorn zugleich etwas weniger Lösung auf, als es reines Wasser aufnehmen würde. Diess wird bekanntlich als Regel für das Verhalten thierischer Membranen zu Salzlösungen angenommen. Nach den Untersuchungen von Liebig saugt eine trockene Membran um so weniger Lösung ein, je concentrirter diese ist; und Ludwig zeigte, dass aus einer Lösung mehr Wasser und weniger Salz in die Membran eindringt.

Bei der Stärke kommt aber auch das Gegenheil vor. Die Körner nehmen mehr Kalilösung und mehr verdünnte Schwefelsäure auf als Wasser; und zwar steigert sich die Quellungsverwandtschaft bis auf einen bestimmten Grad der Concentration, von da nimmt sie wieder ab (vgl. oben Pag. 165). Die Stärke übt also die grösste Anziehung aus auf eine bestimmte Mischung von Wasser mit Säuren oder mit Alkalien. Es folgt daraus, dass sie aus einer verdünnteren Lösung mehr Säure oder Alkali und weniger Wasser, aus einer concentrirteren Solution dagegen mehr Wasser und weniger Säure oder Alkali, als das Verhältniss der umspülenden Flüssigkeit ergeben würde, aufnehmen muss.

Das Vorhandensein von gelösten Substanzen im Stärkekorn wurde in verschiedener Weise angenommen. Es sind vorzüglich zwei Ansichten zu besprechen. Maschke (Journ. pract. Chemie 1852, II, Pag. 409) hält es für gewiss, dass die dunkeln (d. h. die weichen) Schichten aus gelöster Stärke bestehen, während die hellen (d. h. dichten) Schichten aus Körnchen der unlöslichen Modification gebildet sein sollen. Nach H. Reinsch (Neu. Jahrbuch für Pharmacie III [1855] Pag. 65) soll im Kartoffelstärkemehl trotz der entgegenstehenden Behauptung von Regnault vorgebildeter Zucker und Dextrin enthalten sein. Daraus erklärt sich das Süsswerden der Kartoffeln im gefrorenen Zustande, indem durch das Gefrieren die Körner zerreißen, und der Zucker, der von der amylohaltigen Substanz eingehüllt war, frei werde.

Diese Behauptungen sind indess beide unrichtig. Wenn gelöstes Amylum in den Stärkekörnern enthalten wäre, so müsste es beim Zerreiben derselben mit Wasser sich in diesem nachweisen lassen, was nicht der Fall ist. Wenn Zucker in der Stärkesubstanz eingeschlossen wäre und durch Zerreißen frei gemacht werden könnte, so müsste er auch jedesmal beim Kochen der Stärke frei werden, was bekanntlich eben so wenig geschieht.

Ueberhaupt ist es unmöglich, dass gelöste oder in kaltem Wasser lösliche Stoffe in erheblich grösserer Menge im Stärkekorn enthalten seien, als in der umgebenden Flüssigkeit; sie müssten ausgezogen werden. Das Verhältniss ihrer Menge wird von der Verwandtschaft der Substanz (Stärke und Cellulose) zu Wasser und zu den gelösten Stoffen abhängen. Diese Verwandtschaft bedingt auch die diosmotischen Processe, und aus den letztern können wir zurück auf jenes Verhältniss schliessen. Thierische Membranen nehmen eine verdünntere als die gebotene Lösung auf (also verhältnissmässig mehr Wasser als Substanz), in Folge dessen geht bei der Diosmose der stärkere Strom vom reinen Wasser zur Lösung. Ueber die Imbibitionsfähigkeit von Cellulose und Stärke mit Rücksicht auf Lösungen wissen wir zwar, wie schon bemerkt, aus direkten Versuchen nichts. Allein das Verhalten von Pflanzenzellen in einer Zuckerlösung beweist, dass die stärkere diosmotische Strömung von der verdünnteren Zellflüssigkeit (oder vom Wasser) zur dichteren Zuckerlösung geht und zwar sowohl durch die Membran als durch den Primordialschlauch, indem die erstere sich anfänglich etwas zusammenzieht und dann einstülpt, der letztere aber sich von der Membran ablöst und stark contrahirt. Daraus dürfen wir den Schluss ziehen, dass die Cellulose und mithin auch die Stärke sich rücksichtlich der Imbibition von Lösungen wie thierische Membranen verhalten, d. h. dass sie aus denselben mehr Wasser und weniger Substanz (so namentlich auch weniger Zucker) aufnehmen, als ihnen nach dem Lösungsverhältniss geboten wird. Es können also die Stärkekörner in dem Wasser, das sie durchdringt, nicht einmal so viel von den in der Zellflüssigkeit gelösten Stoffen enthalten, als in einer gleichen Quantität der letztern befindlich ist. Sollte aus irgend einer Ursache local oder momentan das Verhältniss steigen, so müsste es durch die Diffusion alsobald wieder ausgeglichen werden.

Gewisse Stoffe, die im Wasser gelöst sind, und mit demselben in die Stärkekörner eindringen, gehen daselbst in den festen Zustand über. Dadurch vermindert sich der Concentrationsgrad der Quellungsflüssigkeit, und es strömen

deswegen aus dem umgebenden Wasser neue Substanztheilchen nach, welche ebenfalls sich niederschlagen. Dieser Process dauert fort, bis die Anziehung der Stärketheilchen durch die Einlagerungen gesättigt ist. Bei färbenden Substanzen kann man die Einlagerung unter dem Microscop verfolgen, so von Jod in Stärkekörner, von Farbstoffen in Zellmembranen und in Protoplasma.

Die Stärkekörner befinden sich mit der nämlichen Zellflüssigkeit in Berührung wie die Membranen. Da sie von Wasser durchdrungen sind, so müssen sie, wie schon gesagt, allen gelösten Stoffen eine durch die physikalischen und chemischen Eigenschaften ihrer Substanz bedingte Endosmose und Einlagerung gestatten. Unter den Membranen kommen alle Abstufungen von dem fast reinen Kohlenhydrat bis zu einer Substanz vor, welche durch eingelagerte Stoffe ganz unkenntlich geworden ist. Die Stärkekörner müssen, der Theorie nach, sich wie die am wenigsten verunreinigten Formen der Zellmembranen verhalten. Denn sie sind während kürzerer Zeit und in geringerem Grade der Einwirkung der Zellflüssigkeit ausgesetzt als die Membranen; da sie in ziemlich ausgebildeten Zellen mit wenig concentrirter Flüssigkeit entstehen, und weil sie nicht, wie die Membranen, den Stoffwechsel durch Diösmose vermitteln.

Wenn nun auch durch direkte Versuche so viel wie nichts über die Einlagerungen in den Stärkekörnern bekannt ist, so können wir doch aus dem angegebenen theoretischen Grunde mit Sicherheit annehmen, dass solche vorhanden sind, aber in sehr geringer Menge. — Für das wirkliche Vorkommen von Verunreinigungen spricht der Umstand, dass die Reinigungsmittel längere Zeit einwirken müssen, — ein Beweis, dass sie wahrscheinlich nicht bloss der Oberfläche anhängende, sondern in die Substanz eingedrungene Stoffe auflösen. Ebenso deuten die Elementaranalysen auf geringe Mengen eingelagerter Substanzen.

Die Angabe, dass die Stärkekörner durch das Millon'sche Reagens roth werden, veranlasste mich den Versuch genau zu prüfen, da Schwefelsäure und Zucker keine Färbung hervorbringen. Ich wendete Kartoffelstärke, Weizenstärke, Arrowroot (von Maranta) und Tapiocca (von Manihot) an, alle mit dem nämlichen Erfolge. Die Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxydul-Oxyd in Salpetersäure macht die Stärkekörner aufquellen. Das Aufquellen erfolgt von aussen nach innen; zuweilen bilden sich ansehnliche Gasblasen in denselben. An manchen Körnern ist ein röthlicher Schimmer nicht zu verkennen; zuweilen zeigt sich derselbe sogar sehr deutlich. Allein er muss als ein optisches Phänomen erklärt werden, das durch die ungleiche Dichtigkeit des Medium hervorgebracht wird. Ein Raum zeigt unter dem Microscop um so mehr eine röthliche Färbung, je schmaler er ist, und je mehr seine Substanz von der umgebenden Masse an Dichtigkeit übertroffen wird (vgl. oben Pag. 54 — 55). Nun erscheinen die aufquellenden Körner, welche der Lösung begierig das Wasser entziehen, um so röthlicher, je grösser ihre Verdünnung ist; diese kann aber im Verhältniss zur umgebenden Flüssigkeit so beträchtlich werden, dass die Körner darin wie Hohlräume aussehen. Bei gleicher Dichtigkeit der aufgequollenen Stärke mit dem umspülenden Medium nimmt man an derselben keine Spur von Färbung wahr; auch die dichte Rindenschicht, welche die blasenförmig gewordenen, röthlichen Körner umgiebt, erscheint weisslich oder eher bläulichweiss. Nach stundenlanger Einwirkung ändert sich das Verhalten nicht, nur dass die Körner allmählig gelöst werden, Weizenstärke früher, Kartoffelstärke, Arrowroot und Tapiocca später. Die Einwirkung des Millon'schen Reagens, gleichwie diejenige von Schwefelsäure und Zucker, beweist also, dass Proteinverbindungen nicht in wahrnehmbarer Menge in irgend einem Theil des Stärkekorns, namentlich auch nicht in den äussersten Schichten eingelagert sind.

Die Verunreinigung habe ich nur in einem Falle direkt beobachtet. Die Stärkekörner der Wurzel von *Cocculus palmatus* DC. sind oft durch und durch gelblich gefärbt; nach dem Schichtencentrum wird die Färbung intensiver. Zuweilen sind die äussern Schichten beinahe farblos, und nur im Innern befindet sich ein deutlicher gelblicher Fleck von kugeligem Gestalt, der sich am Umfange allmählig verliert. Eine intensiv gelbe Färbung zeigten die Höhlung und die meist kurzen und ziemlich starken davon ausgehenden Risse. Meistens scheint es, als ob dieselben mit einer gelben Substanz erfüllt, seltener als ob bloss ihre Flächen damit überzogen seien. — Dieses Verhalten der Stärkekörner ist sehr deutlich, wenn man sie in Weingeist untersucht; und man überzeugt sich beim Rollen derselben leicht von der Richtigkeit des Gesagten.

Setzt man zu den in Weingeist befindlichen Körnern Wasser zu, oder bringt man sie sogleich in Wasser, so wird

der Farbstoff rasch ausgezogen. Wenn man die Einwirkung verfolgen kann, so entfärbt sich zuerst der äussere Theil des Kornes. Man bemerkt oft ein Stadium, wo nur noch die Höhlung im Schichtencentrum oder eine kurze starke Spalte, welche durch dasselbe geht, intensiv gelb erscheint, während die ganze Substanz des Kornes farblos ist. Auch dieser scharf umschriebene gelbe Flecken verschwindet bald.

Wie ist nun diese Erscheinung zu erklären? Es ist zweierlei möglich. Der Farbstoff konnte erstlich im festen Zustande eingelagert werden, wie Jod in die Stärkekörner, wie Salze und Proteinkörper in Zellmembranen, wie Farbstoffe auf natürlichem oder künstlichem Wege in Membranen und Fasern. Dabei versteht es sich von selbst, dass er als Lösung eindringen musste. Gegen diese Annahme sprechen indess zwei Gründe. Der eingelagerte Farbstoff müsste gleichmässiger vertheilt sein; und es wäre ganz unerklärlich, warum er die Höhlung und die Spalten ausfüllt, selbst wenn diese schon in den frischen Körnern vorhanden gewesen wären, um so mehr aber, da sie sich ohne allen Zweifel erst beim Austrocknen gebildet haben. Ferner könnte der Farbstoff, wenn er im festen Zustande eingelagert worden wäre, nicht so rasch, in manchen Körnern fast momentan, durch Wasser ausgezogen werden. Wenn eingelagerte Substanzen (Jod, Farbstoffe) von Wasser aufgelöst werden, so geht es doch sehr langsam.

Eine andere mögliche Annahme ist die, dass der Farbstoff in der Pflanze bloss als Lösung die Stärkekörner durchdrungen habe. Dann konnte diese Lösung in ihrer Concentration nicht sehr von der Zellflüssigkeit verschieden sein, und es musste, da das Stärkekorn etwa 50 Procent Wasser enthält, in demselben ungefähr oder kaum die Hälfte Farbstoff enthalten sein, welche in einem gleichen Volumen Zellflüssigkeit vorkam. Beim Trocknen des Stärkekorns blieb der Farbstoff im festen Zustande zurück. Er konnte nicht mit dem Wasser heraustreten, weil die umgebende Flüssigkeit mit dem Verdunsten concentrirter und zuletzt an Farbstoff gesättigt werden musste. In Folge der Diffusion wurde auch die das Korn durchdringende Lösung dem Sättigungsgrad nahe gebracht. Erst nachdem die umgebende Flüssigkeit eingetrocknet war, und ihr Farbstoff sich niedergeschlagen hatte, verdunstete auch das Wasser in den Stärkekörnern und musste natürlich den Farbstoff zurücklassen. Daraus würde folgen, dass mehr Farbstoff in den trockenen Stärkekörnern enthalten ist, als im frischen Zustande in der lebenden Pflanze darin befindlich war.

Mit dieser Annahme, dass der Farbstoff bloss als Lösung das Stärkekorn durchdrungen habe, stimmt nun vortreflich seine Vertheilung in den trockenen Körnern überein. In den weichsten Partien, die am meisten Lösung enthielten, musste beim Verdunsten am meisten Farbstoff zurückbleiben. Daher nimmt die Färbung an Intensität nach dem Schichtencentrum, das eine nicht sehr excentrische Lage hat, zu. Die Spannungen, die beim Wasserverlust sich in der Substanz entwickelten, veranlassten die Bildung einer centralen Höhlung und von radialen Rissen, welche sich mit der concentrirten, das Korn durchdringenden Lösung füllten. Daher sind sie auch im trockenen Zustande am intensivsten gefärbt.

Ausser dem eben angeführten Beispiel der Colombowurzel habe ich keine gefärbten Stärkekörner beobachtet, mit Ausnahme solcher, welche man selten etwa in alten Pflanzentheilen (z. B. im Wurzelstock von *Lathraea Squamaria*) mit mehr oder weniger brauner Färbung antrifft. Diese Erscheinung rührt, wie ich glaube, von Humification her, und würde dann die Einlagerung von fremdartigen Stoffen wahrscheinlich machen.

Nach Hartig (Bot. Zeit. 1856, Pag. 267) ist das Stärkemehl in den Samen von *Laurus indica* und *L. nobilis* im natürlichen Zustande rosenroth gefärbt. Bei frühern Untersuchungen von *Laurus*-Samen habe ich nichts davon wahrgenommen.

Die Verhältnisse, unter denen Stärke und Cellulose in Dextrin und Zucker sich umwandeln, kann ich als bekannt übergeben. Es sind die nämlichen, welche eine Auflösung jener Stoffe, mit oder ohne vorhergehendes Aufquellen, veranlassen. Nach der allgemein, wenigstens im grössern Publikum verbreiteten Ansicht, sollen die Kartoffeln nach dem Gefrieren süss werden. Wenn diess richtig war, so schien die Vermuthung nahe zu liegen, es möchten die Körner durch das Gefrieren des sie durchdringenden Wassers zersprengt, dadurch die innere weichere Substanz der unmittelbaren Contactwirkung der Proteinverbindungen bloss gelegt, und wie beim Keimungsprocess in Zucker umgewandelt werden.

Um die Richtigkeit dieser Vermuthung zu prüfen, liess ich wiederholt Kartoffeln bei verschiedenen Kältegraden gefrieren. Allein die Stärkekörner zeigten nach dem Auffrieren unter dem Microscop durchaus keine wahrnehmbare Veränderung, es mochte eine Kälte von 1 oder von 15 Grad C. unter Null während einer Nacht oder während 10 Tagen eingewirkt haben, es mochten ferner die Kartoffeln nur einmal oder wiederholt gefroren und aufgefroren sein. Auch wenn dieselben nach dem Auffrieren bis auf mehrere Wochen im Keller oder im Zimmer gelegen hatten, blieben die Stärkekörner gleichwohl unverändert, so dass also von einem Zersprengtwerden derselben nicht die Rede sein kann. — Ein süsser Geschmack war in keinen Knollen wahrzunehmen, weder unmittelbar nach dem Auffrieren noch auch nach längerem Liegen derselben in einer Temperatur von 5 bis 15 Grad C. über Null, weder im rohen noch im gekochten Zustande.

Es ist daher, wie schon von Payen vermuthet worden, im höchsten Grade wahrscheinlich, dass die nach dem Auffrieren süsslichen Kartoffeln es schon vor dem Gefrieren waren. Wenigstens wurde meines Wissens diese Erscheinung nur im Frühjahr bemerkt, wo einerseits der Keimungsprocess beginnt und andererseits die oft weniger gut verwahrten Kartoffeln den Nachfrösten ausgesetzt sind, so dass Gefrieren und süsslicher Geschmack leicht zusammentreffen und auch leicht als in ursächlicher Beziehung stehend angenommen werden. — Sollten aber wirklich in bestimmten Fällen die Kartoffeln erst durch Gefrieren süsslich werden, so ist sicher der Zucker nicht aus der Stärke entstanden, sondern er muss aus einer andern Quelle (vielleicht aus dem Zerfallen eines Glucosids?) herkommen.

Die Wirkung des Gefrierens besteht bei den Kartoffeln nur darin, dass die Zellen zersprengt werden. Beim Auffrieren werden dann die Knollen nass, indem ein Theil der Zellflüssigkeit austritt, und in Folge von dem Ausfliessen des Saftes weich, schlaff und zusammengeschrumpft. Daraus ergeben sich die ungleichen Eigenschaften der frischen Kartoffeln und derjenigen, welche gefroren waren. Die letztern trocknen sehr leicht; wesswegen die Einwohner von Peru nach einer Notiz von Orbigny ihre Kartoffeln auf die Berge tragen, gefrieren lassen, und nachher in den Ebenen und Thälern trocknen, um sie leichter transportiren zu können.

Die Veränderungen, welche die Kartoffeln durch das Gefrieren erfahren, zeigen sich erst nach dem Auffrieren derselben, und bestehen nur darin, dass die zerrissenen Zellen ihr Wasser nach und nach heraustreten lassen und dass sie in Zersetzung übergehen. Daraus ergeben sich die Regeln für die ökonomische und technische Verwendung der gefrorenen Kartoffeln.

Wenn man frische Kartoffeln kocht, so treten die bekannten Erscheinungen ein. Es quellen die früher lose in der Zellflüssigkeit liegenden Stärkekörner auf und erfüllen die Zelle mit Stärkekleister so sehr, dass die Zellmembran ausgespannt wird. Die beim Sieden gerinnenden Proteinverbindungen bilden mehr oder weniger deutliche Begrenzungen (Scheidewände) zwischen den aufquellenden Stärkekörnern. Besonders schön sieht man diese Erscheinung an gekochten Erbsen, wo jedes Korn in einer Eiweisszelle eingebettet ist. — Durch die Einwirkung der Siedhitze wird der Zusammenhang der Zellen gelockert, und durch den Druck des Kleisters, welcher die Zellen abzurunden strebt, trennen sie sich mehr oder weniger vollständig von einander. In Fig. 15 auf Taf. XXII ist eine Zelle aus einer gekochten Kartoffel dargestellt. — Das Mehligwerden der gekochten Kartoffel besteht in nichts anderm als eben in der Trennung der Zellen, wodurch das Gewebe in ein Pulver verwandelt wird.

Ist die Trennung nur unvollständig oder gar nicht erfolgt, was in der Beschaffenheit der Membran und in der Menge der Stärke zugleich seine Ursache haben kann, so erscheinen die gekochten Kartoffeln wässrig, weil beim Schneiden und Kauen die Zellen nicht von einander fallen, sondern zerrissen werden und Stärkekleister heraustreten lassen.

Fritzsche (Pogg. Ann. XXXII, Pag. 159) nimmt ausser der Trennung der Zellen noch ein anderes Moment an; im mehligem Zustande soll alle zwischen den Zellen befindliche Flüssigkeit aufgesogen worden, im schließigen oder wässrigen Zustande dagegen noch Flüssigkeit zwischen denselben vorhanden sein. Diess ist sicher unrichtig, und ich möchte gerade das Umgekehrte sagen. Die unveränderten Kartoffeln enthalten keine Flüssigkeit, sondern nur wenig Luft in den Intercellularräumen. In den gekochten mehligem Knollen, wo die getrennten Zellen mehr wie Kugeln beisammenliegen, sind die Zwischenräume unmittelbar nach dem Sieden natürlich mit Wasser gefüllt; es wird sich dasselbe durch Verdunsten etwas vermindern. Eine ziemliche Menge bleibt aber zurück, und ohne dieselbe müssten die mehligem Kartoffeln auch trocken wie Mehl auf der Zunge liegen. In den schließigen Kartoffeln dagegen ist nur wenig Wasser

zwischen den Zellen, welche parenchymatisch vereinigt bleiben; es ist aber nicht dieses Wasser, sondern der durch Zerreißen der Zellen heraustretende Inhalt, den wir im Munde wahrnehmen.

Ganz gleich wie die Kartoffeln verhalten sich manche Früchte (Äpfel, Birnen, Beeren). Im mehligem Zustande trennen sich die Zellen von einander, und wir haben auf der Zunge die kugeligen und ovalen Zellen, die zwar mit Flüssigkeit gefüllt sind, von der wir aber nichts spüren, weil sie eingeschlossen ist. Mehliges Birnen, deren Gewebe vollständig in die einzelnen Zellen zerfallen ist, schmecken daher auch ganz trocken, obgleich sie von ihrem Saft nur sehr wenig verloren haben. — Bei den sogenannten saftigen Früchten dagegen trennen sich die Zellen nicht von einander; sie werden daher beim Kauen oder Schneiden zerrissen und ergiessen ihre Flüssigkeit.

Die gefrorenen Kartoffeln, die in Folge des Auffrierens welk wurden, und die einen grossen Theil ihres Wassers verloren haben, quellen in kaltem und kochendem Wasser (wie das mit den meisten ausgetrockneten Pflanzentheilen der Fall ist) nicht zu ihrer ursprünglichen Form und Grösse auf. Denn die einen Zellen haben viel, die andern wenig von ihrer Flüssigkeit eingebüsst; und ihre ursprüngliche Gestalt und ihre gegenseitigen räumlichen Verhältnisse sind vielfach gestört worden. Es können daher auch die Stärkekörner einer jeden Zelle nicht zu einem gesonderten Complex aufquellen; sondern der Kleister wird dahin, wo er den geringsten Widerstand findet, sich ausdehnen, stellenweise aus den zerrissenen Zellen heraustreten und mit demjenigen anderer Zellen zusammenfliessen. Diese Kartoffeln werden daher nie mehlig.

Anders verhalten sich gefrorene Kartoffeln, die man, ehe sie auffrieren, in das Wasser legt, in welchem sie gekocht werden sollen. Das Gewebe hat durch das Gefrieren keine merkliche Veränderung erfahren. Die Zellen haben noch die gleiche Grösse und Gestalt, die Stärkekörner darin die gleiche Anlagerung wie früher; nur besitzen die Zellmembranen jetzt Risse. Beim Sieden bilden die in einer Zelle befindlichen Körner zusammen eine Portion Kleister, der im Primordialschlauch und in der Zellmembran eingeschlossen ist, wie in nicht gefrorenen Kartoffeln. Die Zellen trennen sich fast in gleicher Weise von einander.

Wenn die gefrorenen Kartoffeln nach dem Auffrieren noch einige Zeit liegen bleiben, so bekommen sie (oft nach wenigen Wochen) einen unangenehmen oder schlechten Geschmack. Diess ist eine Folge der Zersetzung, die in den Proteinverbindungen beginnt. Die Stärkekörner sind dabei noch ganz unverändert. — Werden aber die gefrorenen Kartoffeln vor dem Auffrieren gekocht, so sind sie vollkommen wohlschmeckend.

Zur Probe liess ich einige hart gefrorene Kartoffeln in das Kochwasser legen. Sie waren von andern nicht gefrorenen Knollen der gleichen Sorte, die zu der nämlichen Zeit gekocht wurden, nicht zu unterscheiden. Der Geschmack verhielt sich gleich, und in der mehligem Beschaffenheit zeigte sich wenigstens keine bemerkbare Differenz. Es sind daher gefrorene Kartoffeln bis zum Gebrauch wo möglich in diesem Zustande zu erhalten.

Das Nämliche gilt von Kartoffeln, die zur Stärkebereitung verwendet werden. Dieselben geben nach Payen (Ann. sc. nat. 1838, II, Pag. 135) nach dem Gefrieren fast den nämlichen Ertrag. Nach dem Auffrieren aber lässt sich kaum der vierte Theil Stärke darstellen, nämlich statt 15 — 17 bloss 3 — 4 Procent. Der Grund liegt, wie Payen nachgewiesen hat, nicht darin, dass Stärke gelöst wird und verschwindet, sondern in mechanischen Ursachen. Die Erklärung, die Payen hievon giebt, ist aber unmöglich richtig. Er sagt, nach dem Auffrieren trennen sich die Zellen leicht von einander, werden also von den Instrumenten nicht so vollständig zerrissen, um ihre Stärkekörner zu entleeren. Wäre diess der Fall, so müssten solche Kartoffeln beim Sieden vollkommen mehlig werden, was sie aber nicht im geringsten sind. — Der Grund liegt vielmehr darin, dass in Folge des Heraustretens der Zellflüssigkeit aus den zerrissenen Zellen das Gewebe schlaff wird, und den Instrumenten einen geringern Widerstand entgegensetzt, und dass die Stärkekörner in einen Klumpen zusammengeballt, nicht so leicht aus der zusammengefallenen Zelle heraustreten, als wenn sie lose liegend von der Flüssigkeit mit herausgespült werden.

Die Corpuscula amyloacea oder Amyloidkörper im menschlichen Organismus haben in neuester Zeit so sehr das Interesse erregt, dass es natürlich war, bei einer Untersuchung über die Stärkekörner sie ebenfalls in den Kreis der Beobachtungen zu ziehen. Sie wurden von C. Cramer aus dem menschlichen Gehirn im Mai 1854 untersucht und auf

Taf. XXI Fig. 1 — 16 abgebildet. Ich habe sie aus dem nämlichen Organ in neuester Zeit noch einmal vorgenommen, um einige Reactionen zu vervollständigen. Obgleich diese Körper Gegenstand sorgfältiger Arbeiten und wiederholter Diskussionen gewesen sind, so mag es doch nicht ganz überflüssig sein, unsere Resultate ebenfalls mitzuthellen. Sie werden theils zur Bestätigung, theils auch etwas zur Vervollständigung der bisherigen Kenntnisse dienen.

Die *Corpuscula amylacea* verhielten sich bei beiden Untersuchungen bis auf wenige untergeordnete Punkte ganz gleich. Sie stammten übrigens das eine und andere Mal aus dem Ependym der Gehirnhöhlen von Frauen, die das mittlere Lebensalter überschritten hatten und an Pneumonie gestorben waren.

Die Körner sind gewöhnlich kugelig, wovon man sich leicht durch Rollen derselben überzeugt (Taf. XXI, Fig. 2, 3, 8, 9). Seltener haben sie eine ovale oder eine etwas linsenförmige Gestalt; im erstern Fall sind sie höchstens $1\frac{1}{2}$ so lang als dick (Fig. 1, 4, 10); im zweiten sinkt die Dicke nicht unter $\frac{2}{3}$ der Breite. Die Oberfläche ist in der Regel schön abgerundet und ganz glatt. Die Grösse erreicht bei runden Körnern 25 Mik., bei ovalen 29 Mik.

Die kleinern Körner sind vollkommen homogen; die grössern zeigen sich concentrisch geschichtet. An manchen beobachtet man bloss einen verdünnten, scheinbar hohlen Raum im Innern, den Kern. Ausser demselben lassen sich sehr oft noch einige Schichten, die abwechselnd dicht und weich sind, erkennen. Entweder folgt auf den Kern vor der Rinde bloss eine dichte und dann eine weiche Schicht (Fig. 1, 2, 8), oder es wiederholt sich diess noch ein Mal (Fig. 9) oder selbst noch 2 Male. Im letztern Fall hat man den weichen Kern, dann 3 Paare von je einer dichten und einer weichen Schicht, und zu äusserst die dichte Rinde. Eine stärkere Zusammensetzung konnte mit Sicherheit nicht gesehen werden. — Dabei ist noch zu bemerken, dass die Schichten meistens im Allgemeinen von innen nach aussen an Mächtigkeit abnehmen, und dass die weichen Schichten fast ohne Ausnahme von den anliegenden dichten übertroffen werden. Am mächtigsten ist beinahe immer die dichte Schicht, welche zunächst auf den hohlraumähnlichen Kern folgt. Der letztere liegt genau im mathematischen Mittelpunkt des Kornes oder sehr wenig davon entfernt.

Alle Körner, deren Structur deutlich erkannt werden konnte, zeigten mit Sicherheit den eben beschriebenen concentrischen Bau. Unter denjenigen, deren Verhalten nicht vollkommen deutlich war, schienen einige mehr oder weniger abzuweichen. So glaubte ich mehrmals, dass eine äussere dichte Schicht nach Art einer Schneckenlinie in die nächst innere sich fortsetze. Die Unmöglichkeit dieser Annahme ergab sich aber aus dem Umstande, dass solche Körner beim Drehen oft von einer andern Seite normal concentrisch waren. — Bei andern Körnern schienen zuweilen stellenweise zwei dichte Schichten sich zu berühren, und somit die zwischenliegende weiche Schicht zu mangeln.

Es wären nun zwar solche Unregelmässigkeiten im Schichtenverlauf durchaus nicht ohne Analogie; sie würden sogar weit übertroffen von denen, die in den Stärkekörnern von *Cereus* vorkommen (Taf. XIV, XV). Allein ihr Vorhandensein ist mir doch im höchsten Grad zweifelhaft, weil einerseits, wie bereits bemerkt, sie nie deutlich gesehen wurden, und weil anderseits, wenigstens bei der nämlichen Stärkeart im Pflanzenreiche nie in dieser Weise neben den Körnern von regelmässiger Gestalt und regelmässigem Bau, noch andere von unregelmässiger Structur auftreten; es müsste denn wenigstens auch ihre äussere Form verschiedene Abweichungen von der Kugel oder dem Ellipsoid zeigen, was nicht der Fall ist.

Ich möchte daher nach meinen jetzigen Beobachtungen und Erfahrungen eine Abweichung von der streng concentrischen Schichtung nicht weiter zugeben, als dass vielleicht hin und wieder die Rinde oder eine äussere dichte Schicht auf der einen Seite gespalten, auf der gegenüberliegenden noch ganz ist. Ueberdem giebt es noch eine andere Möglichkeit für jene scheinbaren Unregelmässigkeiten. Es kommen, wie ich später zeigen werde, schon innerhalb des Gehirns verschiedene Auflösungsphänomene an den Körnern vor, sowohl auf der Oberfläche als im Innern derselben. Nun wäre es denkbar, dass unter Umständen zuerst die weichen Schichten resorbirt und dadurch in wirkliche Spalten verwandelt würden, und dass auf diese Weise die dichten Schichten stellenweise mit einander in Berührung kämen. Mehrere Körner mit scheinbar unregelmässiger Schichtung erregten unmittelbar in mir diese Vorstellung.

Wenn ich von weichen und dichten Schichten bei den Amyloidkörpern des Gehirns spreche, so geschieht es in gleicher Bedeutung wie bei den Stärkekörnern. Die weichen Schichten erscheinen spalten-, der Kern von gleicher

Substanz hohlräumlich, und beide zeigen eher ein dunkles Ansehen und zuweilen eine schwach röthliche Färbung; die dichten Schichten sehen dagegen mehr weisslich oder bläulich-weisslich aus. In der Zeichnung wurde, in analoger Weise wie bei den Stärkekörnern, das Verhältniss gleichsam umgekehrt; die dichte Substanz ist schattirt, die weiche weiss gelassen. Ich halte diess für die einzig richtige und consequente Darstellung von microscopischen Objecten auf weissem Grund, indem man wohl nie daran denken wird, das Lumen einer Zelle zu schattiren und die weisslich erscheinende Membran hell zu lassen. Richtiger wäre es freilich, mit weissen Tönen auf graues Papier zu zeichnen.

Die Substanz der Amyloidkörper ist beträchtlich weicher, und enthält also mehr Wasser als die Stärkekörner. Diess geht aus dem geringern, oft fast ganz mangelnden Randschatten hervor. Die kugeligen Corpuscula amyloacea brechen das Licht nicht stärker als linsenförmig zusammengedrückte Stärkekörner. Daher ist auch die Ungleichheit zwischen den successiven Schichten geringer, und ihre Grenzen sind undeutlicher. Die dichten Schichten erscheinen weniger glänzend-weiss, die weichen weniger röthlich, als es bei den Stärkekörnern im Allgemeinen der Fall ist. — Namentlich ist die innerste Partie undeutlicher. Der Kern lässt sich oft schwer erkennen. Ueberhaupt zeichnet er sich durch seine Kleinheit aus; oft ist er selbst punktförmig und nicht selten unsichtbar, so dass dann das Schichtencentrum von einem grossen dichten Kern gebildet zu sein scheint.

Von einer Zunahme des Wassergehaltes von der Oberfläche nach dem Centrum hin, welche bei vielen Stärkekörnern schon auf den ersten Blick deutlich ist, kann man sich bei den Amyloidkörpern zwar ebenfalls überzeugen; doch ist sie nicht so augenfällig. Dass dieselbe vorhanden sei, ergiebt sich bei manchen Körnern aus dem Umstande, dass die innern weichen Schichten mächtiger sind als die äussern (Taf. XXI, Fig. 2, 4, 9); bei einigen erscheint auch die ganze innere Masse weicher als die äussere (Fig. 3). Dagegen giebt es nicht wenige Körner, wo die Schicht, welche auf den Kern folgt, nach dem Lichtbrechungsvermögen zu urtheilen, die dichteste Masse im ganzen Korn ist (Fig. 1) und dem Ansehen nach sich am meisten der Substanz der Stärkekörner nähert. Diese innere Schicht weicht auch, wie die Reaction auf Jod zeigt, in chemischer Beziehung etwas von den äussern Schichten ab.

In ovalen Körnern bemerkt man nicht selten zwei hohlräumliche Kerne, statt eines (Fig. 4). Solche Zustände gleichen vollkommen dem ersten Entwicklungsstadium, wenn aus einem einfachen ein halb- oder ganz zusammengesetztes Stärkekorn entsteht (vgl. Taf. XI, 10; Taf. XVIII, 43). Auch Fig. 10 auf Taf. XXI gehört wahrscheinlich hierher; in der verlängerten centralen dichten Masse waren die Kerne undeutlich. Eigentliche halbzusammengesetzte Körner, wie sie bei der Stärke vorkommen (Taf. XI, 12, 14; Taf. XIX, 4, 5, 6, 9, 14 etc.), wurden nicht beobachtet, und scheinen gänzlich zu mangeln.

Die Corpuscula amyloacea sind zwar meistens einfach; stellenweise wurden bei der ersten Untersuchung jedoch auch zusammengesetzte Körner in reichlicher Menge beobachtet. Dieselben sind nicht grösser als die einfachen, und bestehen aus 2 bis 5 in einer Reihe liegenden Theilkörnern (Fig. 5—7, 12, 13). Die letztern verhalten sich wie die Theilkörner bei der Stärke. Jedes gleicht im Bau einem einfachen Korn; es hat seinen centralen Kern (Fig. 5, 7), und mitunter auch concentrische Schichtung (Fig. 16). Es giebt auch Theilkörner mit 2 Kernen (Fig. 11). Die Trennung wird durch eine meist ziemlich zarte Spalte vermittelt.

Wie mit den Structurverhältnissen, scheinen die Amyloidkörper auch mit der Entwicklungsgeschichte der Stärkekörner übereinzustimmen, die ich im nächsten Capitel behandeln werde. Ueber Entstehung und Wachsthum der einfachen Körner lässt sich zwar bis jetzt nichts ermitteln. Die zusammengesetzten aber scheinen, nach einer Reihe von Formen, die sich unmittelbar die eine an die andere anschliessen, ziemlich sicher folgender Maassen zu entstehen. Der kugelige Kern des einfachen Kornes wird oval und länglich (Fig. 1), und theilt sich in 2 Kerne (Fig. 4). Zwischen beiden tritt eine äusserst zarte Querlinie über das ganze Korn auf; man bleibt oft im Zweifel, ob sie schon vorhanden ist oder nicht. Sie wird stärker, und man erkennt sie als deutliche Spalte. Der nämliche Process kann sich in einem oder in beiden Theilkörnern wiederholen (Fig. 11) — Wenn die Trennungslinie noch zart ist, so zeigt sich die Seitenfläche des ganzen Kornes vollkommen eben. So wie sie stärker wird, bemerkt man an der Stelle, wo sie die Oberfläche berührt, eine Einschnürung. Spalte und Einschnürung können so beträchtlich werden, dass die beiden Theilkörner

nabezu auseinander fallen, und man nicht mehr weiss, ob man es mit einem wirklichen Zwillingkorn oder mit 2 an einander klebenden einfachen Körnern zu thun hat (Fig. 16). — Wie die trennenden Spalten ungleichzeitig entstehen (Fig. 11, wo diejenige in der obern Hälfte noch nicht einmal sichtbar ist), so bilden sie sich auch ungleichzeitig aus. In Fig. 7 war die obere Spalte und Einschnürung viel stärker als die untere.

An einzelnen frisch aus dem Gehirn genommenen Amyloidkörpern beobachtet man Erscheinungen, welche an verschiedene Auflösungsformen der Stärke innerhalb der Pflanze erinnern. Sie gehören drei Kategorien an. — Erstens bemerkt man, zwar selten, Körner die ein maschiges Ansehen haben. Es liess sich wegen der Kleinheit der Körner und wegen der geringen Dichtigkeit ihrer Substanz nicht sicher ermitteln, ob die Zeichnung der Oberfläche oder der innern Masse angehöre. Das Erstere war indess wahrscheinlicher, besonders auch weil die Erscheinung grosse Aehnlichkeit mit dem Netze auf der Oberfläche der Getreidestärkekörner hatte (vgl. Pag. 126 und Taf. XVIII, 10, 13, 14, 15, 16).

Eine zweite hieher gehörige Erscheinung wurde bei der letzten Untersuchung an manchen Körnern wahrgenommen. Die äusserste Schicht, d. h. ein Theil der die äussere weiche Schicht umkleidenden Rinde oder auch die Rinde in ihrer ganzen Dicke war auf der einen Seite des Kornes verschwunden; der übriggebliebene Theil bedeckte das Korn auf der andern Seite wie eine Kappe. Genau das Gleiche beobachtete ich an Stärkekörnern aus dem Wurzelstock von Canna, welche in Auflösung begriffen waren. Die Erscheinung hat zwar einige Aehnlichkeit mit den äussern unvollständigen Schichten, welche als normale Entwicklungsform bei vielen Stärkearten vorkommen (vgl. Taf. XIV, 1, 5 — 7, 11 — 18 etc.). Sie unterscheidet sich aber charakteristisch dadurch, dass die durch Auflösung unvollständig und einseitig gewordene Schicht einen deutlich abgesetzten Rand hat, den man als Querlinie über das ganze Korn verfolgen kann; während die durch den Wachstumsprocess entstandenen scheinbar unvollständigen Schichten allmählig auslaufen, so dass man ihre Grenze niemals an der zugekehrten Oberfläche des Kornes wahrnimmt.

Eine dritte Erscheinung scheint auf eine Auflösung im Innern hinzudeuten. Es sind Körner, die das Ansehen darbieten, als ob sie hohl wären (Fig. 15). Diese Auflösung kommt in der lebenden Pflanze zuweilen bei den Stärkekörnern vor (Pag. 108). In den letztern ist wegen ihrer beträchtlichen Grösse und dichtern Substanz die Höhlung sicher als solche zu erkennen; bei den Amyloidkörpern kann die Deutung zwar als sehr wahrscheinlich, nicht aber als unzweifelhaft betrachtet werden. — Hier möchte ich endlich eine Erscheinung anreihen, welche mir noch weit mehr zweifelhaft geblieben ist. Die innere dichte Masse, in welcher bei den normalen Körnern 1 oder 2 hohlraumähnliche Kerne liegen (Fig. 1, 4, 8), zeigt zuweilen kein homogenes Ansehen. Bald meint man darin mehrere Hohlräume, bald eine netzartige Bildung, bald eine Zerklüftung durch zarte Risse in verschiedenen Richtungen wahrzunehmen. Ich habe bei der letzten Untersuchung mehrere solche Körner gesehen. Die Deutung will ich dahin gestellt sein lassen und bloss die Möglichkeit, dass es eine Form der Auflösung sein könnte, andeuten, da etwas Aehnliches auch bei Stärkekörnern vorkommt (aus der Hyacinthenzwiebel, Pag. 109).

Die Corpuscula amylacea zeigen, mit Rücksicht auf Löslichkeit und Quellungsvermögen, folgende Verhältnisse. — Sie sind unlöslich in kaltem und kochendem (absolutem) Alcohol, ebenso in kaltem und kochendem Aether. Wird ein Präparat in diesen Flüssigkeiten gekocht, so contrahirt sich die Substanz, in welcher die Körner eingebettet sind, stark, und die letztern können ohne Verletzung nicht mehr leicht frei gemacht werden. Durch Zerreißen vermittelt Nadeln und durch Zerreiben mittelst des Deckgläschens gelingt es indessen immer einige zu isoliren. Man bemerkt keine Veränderung an ihnen. — Diese Thatsache, welche bei der ersten Untersuchung im Mai 1854 ermittelt wurde, ist auch bereits von Virchow angegeben worden, welcher ein Blasswerden der Körner dabei beobachtete. Eine frühere Angabe von Rokitsansky (Archiv für path. Anat. und Phys. VI, 268, a. 1854), dass sie sich in Aether lösen, beruht wahrscheinlich auf einem Irrthum.

Die Quellungsmittel, welche auf die Stärkekörner einwirken, haben den nämlichen Erfolg bei den Amyloidkörpern. Wasser bei der Siedhitze, Schwefelsäure und Aetzkali machen sie aufquellen. Dabei dehnen sich die Körper bis auf

das Doppelte ihres Durchmessers aus, und verschwinden dann. — Die äussersten Schichten widerstehen am längsten, so dass sie, wie das bei der Stärke der Fall ist, vor dem Verschwinden zuletzt noch als dünnwandige vergrösserte Blasen sichtbar sind. Bisweilen bemerkt man während des Aufquellens Risse, die später wieder undeutlich werden. Nach Rokitansky (Archiv f. pathol. Anat. VI, 268) sollte der Vorgang bei der Auflösung darin von Amylumkörnern differiren, dass sie beim Aufquellen nicht rissig werden wie diese, sondern, zu einem gewissen Grad aufgequollen, mit einem Ruck verschwinden. Was die Risse betrifft, muss ich dieser Angabe widersprechen; sie sind deutlich vorhanden, aber wegen der weichern Substanz zarter als in den Stärkekörnern. Auch in der Art des Verschwindens finde ich keinen Unterschied als den, dass sie, ebenfalls in Folge grösserer Weichheit, schneller unsichtbar werden.

Nach Luschka zeigen die Corpuscula amylacea nach kurzer Zeit der Einwirkung von Salzsäure ein exquisit concentrisches Gefüge (Archiv f. pathol. Anat. VI, 271). Diess kann ich zwar durch eigene Beobachtung nicht bestätigen; allein die Schuld liegt ohne Zweifel nur daran, dass Säuren und Alkalien nicht in hinreichender Verdünnung angewendet wurden. Denn die erste Einwirkung der Quellungsmittel, wenn sie schwach genug ist, giebt sich bei Stärkekörnern ebenfalls in dem Deutlicherwerden der Schichtung kund, indem die weichen Schichten vor den dichten anfangen aufzuquellen, und somit der Dichtigkeitsunterschied im ersten Moment sich steigert.

Das Verschwinden der Amyloidkörper in den Quellungsmitteln wurde unrichtiger Weise als Auflösung gedeutet. So sollen sie nach Virchow in heissem Wasser aufquellen, in kochendem aber sich lösen unter Umwandlung in eine noch unbekannt Substanz. Sie verhalten sich jedoch ganz wie Stärkekörner, welche in dünnem Kleister ebenfalls bloss durch starke Vertheilung, nicht durch Lösung unsichtbar und filtrirbar geworden sind.

Die durch Kochen in Wasser, durch wasserhaltige Schwefelsäure oder durch Aetzkalklösung verschwundenen Corpuscula amylacea lassen sich durch Jod nachweisen. Man findet sie je nach dem Grade der Einwirkung mehr oder weniger verändert. Die einen sind in geringerm, die andern in stärkerm Maasse aufgequollen; die einen zeigen noch Risse im Innern, die andern erscheinen blasenförmig; die einen haben ihre kugelige Gestalt behalten, die andern eine unregelmässige Form angenommen. Einige sind zersprengt und haben ihre innere Masse zum Theil heraustreten lassen; manche sind in einen flockigen Kleister verwandelt.

Damit soll nun indess keineswegs gesagt werden, dass die Corpuscula amylacea unlöslich seien; sondern es folgt aus der mitgetheilten Thatsache bloss, dass sie unter dem Microscop, wie die Stärkekörner, unsichtbar werden, ehe sie sich auflösen. Es unterliegt keinem Zweifel, dass eine heftigere oder länger andauernde Einwirkung der Quellungsmittel sie ebenfalls in Wirklichkeit löst; es ist mir sogar wahrscheinlich, dass sie sich in dieser Beziehung wie die zärtern Stärkearten verhalten und z. B. schneller gelöst werden als Kartoffelstärke. Sichere Versuche, um diess auszumitteln, gehören aber jetzt noch in's Reich der Unmöglichkeiten; denn wie ich oben gezeigt habe, stösst selbst die Frage, ob die Stärkekörner als Stärke oder als Dextrin gelöst werden, auf unübersteigliche Hindernisse, obgleich die Stärke rein und in beliebiger Menge für Experimente zur Hand ist.

Die Reaction von Jod, die schon bisher die Aufmerksamkeit der Beobachter vorzüglich gefesselt hatte, war Gegenstand besonderer Sorgfalt, da sie vor Allem aus über den chemischen Charakter der Corpuscula amylacea entscheidet. Die Sorgfalt ist aber hier doppelt nothwendig, weil einmal, wie ich oben bei Anlass der Stärke und Cellulose zeigte, dem verschiedenen Grad der Einwirkung eine verschiedene Farbennüance entspricht, und weil anderseits die Amyloidkörper bei gleicher Einwirkung unter einander selbst sehr abweichen.

Bei der ersten Untersuchung im Mai 1854 hatte wässrige Jodlösung die unveränderten Amyloidkörper blaugrau gefärbt; bei stärkerer Einlagerung von Jod neigte sich die Farbe mehr ins braun oder braungelb. Nach Busk werden sie durch wässrige Jodsolution tiefblau; nach Virchow dagegen (Archiv f. pathol. Anat. VI, 418) zuerst blassbläulich, bei stärkerer Einwirkung blaugrau, später mehr violettblau, und wenn das Jod reichlicher eindringt, allmählig gelbbraunlich, so jedoch, dass hie und da noch ein leichter Stich ins Bläuliche zurückbleibt.

Bei der zweiten Untersuchung fiel mir sogleich auf, dass bei gleich langer Einwirkung von wässriger Jodlösung, so wie nach momentaner Einwirkung von Jodtinktur nicht alle Körner gleich gefärbt waren, so dass oft 2 neben einander

beginnen sehr stark von einander differirten. Da die Anwendung von wässriger Jodlösung den Nachtheil mit sich führt, dass man, um eine intensivere Reaction zu erhalten, unverhältnissmässig viel davon zusetzen muss, wodurch man eine grosse Menge von Wasser auf dem Präparat bekommt, so übergiess ich, wie ich es auch öfters mit Stärkekörnern gemacht hatte, das Präparat mit destillirtem Wasser und legte ein oder einige Stückchen metallisches Jod hinein, wodurch das Jod, das dem Wasser entzogen wurde, sich fortwährend ersetzte. Dabei ist aber natürlich, für eine vergleichende Untersuchung, wohl darauf zu achten, wie weit die Körner von einem Jodsplitter entfernt liegen, weil sie, je näher demselben, um so schneller sich färben.

Die Reaction der Jodlösung in Wasser erfolgt langsam, so dass man die verschiedenen Stadien mit Mässigkeit beobachten kann. Die einen Corpuscula nun verhielten sich beinahe wie Stärkekörner; sie wurden hellblau, dann dunkelblau, zuletzt fast schwarz. Doch war es nicht die reine Farbe des Indigo, sondern mehr ein etwas schmutziges Indigo-blau. Die allerersten Töne begannen, wie bei der Stärke, mit einem blassen Roth-violett, und die durch reichliche Jodeinlagerung undurchsichtig gewordenen Körner waren schwarz, wobei es zweifelhaft blieb, ob es ein undurchsichtiges Blau oder Braun sei. — Andere Corpuscula, die am weitesten von der Stärke abwichen, zeigten bloss ein schmutziges und blasses Gelbbraun. Zwischen diesen gelbbraunlichen und jenen schwarzblauen Körnern kamen alle möglichen Uebergänge vor, indem die einen schmutzigviolett, die andern kupferroth oder braunroth wurden. Nach einer Viertelstunde schien die Reaction beendigt; ich liess jedoch zur Vorsicht das Jod noch während 24 Stunden einwirken. Es wurde aber nichts mehr davon aufgenommen; und nebeneinander lagen schwarze, braunviolette, braunkupferrothe und blassbraunliche Körner.

Es wird also in die Corpuscula amylacea ungleich viel Jod eingelagert. Je näher die Färbung dem Blau steht, desto schneller erfolgt sie und desto intensiver wird sie, selbst ganz schwarz und undurchsichtig. Je mehr sie sich vom Blau entfernt und dem Gelbbraun nähert, desto langsamer tritt sie ein und desto heller bleibt sie, so dass die Körner sogar nur sehr blass gefärbt sind und wenig von ihrer Durchsichtigkeit verloren haben.

Daraus sind nun die verschiedenen und zum Theil auch unrichtigen Angaben zu erklären. Ich fand die Reactionen von Busk und von Virchow an verschiedenen Körnern neben einander. Vielleicht dass ein glücklicher Zufall hier eine grössere Mannigfaltigkeit vereinigte; vielleicht auch dass andere Beobachter die verschieden gefärbten Körner lediglich an gleicher Einwirkung von Jod zuschrieben. Ich bemerke noch besonders, dass ich den Uebergang von blaugrau in violettgrau und gelbbraunlich, wie es Virchow angiebt, an dem gleichen Korn nicht beobachten konnte. Wie bei der Stärke und der Cellulose entsprechen an dem nämlichen Korn die mehr rothen Töne der schwächeren, die mehr blauen der intensiveren Einwirkung, und wird durch vermehrte Einlagerung von Jod die Farbe nur dunkler und schmutziger (d. h. dem Braunschwarz sich nähernd). Eine hellere Farbe sah ich aber nachträglich nie auftreten, so dass z. B. violettblau in gelbbraunlich übergegangen wäre. Dass von meiner Seite nicht etwa ein Irrthum begangen worden sei, dafür führe ich noch ausdrücklich an, dass ich wiederholt mehrere Körner in gleicher Nähe der Jodblättchen beobachtete, von denen die einen schnell intensiv blau und schwarz, die andern langsam gelbbraunlich wurden, und die beide auch nach 24 Stunden noch die nämliche Färbung zeigten. Ich lege aber ein Gewicht auf diese scheinbar geringfügigen Dinge, weil davon die Beantwortung der Frage, ob Stärke, Cellulose oder keines von beiden, abhängt.

So wie die Körner unter einander in der Reaction auf Jod verschieden sind, so auch die verschiedenen Theile des gleichen Kornes. Namentlich ist eine Differenz zwischen der innern und der äussern Substanz bemerkbar. Jene färbt sich früher und intensiver als diese. Man beobachtet Körner, die im Innern schmutzigviolett oder kupferroth und aussen entweder noch ganz farblos oder doch merklich heller gefärbt sind. Auch die Farbennüance ist oft deutlich verschieden; so hat z. B. die innere Masse eine intensiv kupferrothe, die äussere eine blass braune Färbung. Es giebt Körner, an denen diese beiden Substanzen ganz scharf geschieden sind; bei andern ist der Uebergang mehr allmählig.

Ich liess das Präparat, auf welchem die Corpuscula amylacea nach 24stündiger Einwirkung von wässriger Jodlösung vollkommen mit Jod gesättigt waren, bei einer Temperatur von 30 bis 40 Grad C. eintrocknen, und übergiess sie dann wieder mit destillirtem Wasser. Alle freiliegenden Körner hatten ihre schmutzigen und braunen Töne ganz oder grössentheils verloren, sie waren hellviolett bis dunkelblau. Die früher schwarzen Corpuscula nämlich waren dunkelblau;

die schmutzig violetten blauviolett, die kupferrothen mehr röthlich-violett und die bräunlich-gelben schmutzig rothviolett geworden. Dabei zeigten sie sich etwas aufgequollen. Die ganz im Gewebe eingebetteten hatten sich gar nicht verändert; die nur zum Theil eingehüllten erschienen ganz schmutzig violett oder eher violettbraun. Nachdem das Präparat ein zweites Mal eingetrocknet und wieder mit Wasser befeuchtet worden, so war an der Farbe der freiliegenden Körner nichts mehr von einer schmutzigen oder matten Beimischung zu bemerken; sie zeigten ein reines Violett oder Blau. Nach abermaligem Eintrocknen und Wiederbefechten waren auch die nur in ganz dünner Gewebslage eingeschlossenen Körner ziemlich schön violett geworden. Die von dickerer Substanzlage geschützten dagegen zeigten noch ihre ursprünglichen blassbraunen und kupferrothen Töne.

Die im unveränderten Zustande durch Jod nicht gebläuten *Corpuscula amylacea* verhalten sich also gegen dieses Reagens wie die Stärkekörner im Samenmantel von *Chelidonium* (vgl. Pag. 192) und wie viele Pflanzenzellmembranen. Ich habe bereits bemerkt, dass die *Corpuscula* nach dem Eintrocknen mit Jod ebenfalls etwas aufquellen, und füge noch hinzu, dass dabei nicht selten Risse im Innern bemerkbar werden; eine Erscheinung, die ich auch hin und wieder an Kartoffelstärkekörnern bemerkte, welche durch Jod gefärbt, eingetrocknet und wieder mit Wasser befeuchtet worden waren. — Der Umstand, dass die von Gewebe umhüllten Körner nicht aufquellen und ihre Farbe nicht verändern, weist darauf hin, dass der Zutritt der Luft dazu nothwendig ist, und dass eine Oxydation stattfindet. Es versteht sich wohl von selbst, dass diese Sauerstoffaufnahme nicht mit einer Zersetzung der Substanz verbunden ist, da ja die gleichzeitige Einwirkung von Schwefelsäure und Jod die gleiche Wirkung hervorbringt, wie das Eintrocknen mit Jod. Eher muss man an eine Veränderung des Letztern denken. Vielleicht bildet sich Jodsäure, welche theils die Substanz aufquellen macht, theils ihre Molecularconstitution etwas modificirt.

Jodtinctur färbt die Amyloidkörper wie wässrige Jodlösung; nur erfolgt die vollständige Reaction fast momentan. — Die durch feuchte Hitze aufgequollenen Körner werden durch Jod rascher, intensiver und schöner gefärbt, als die unveränderten. Das Nämliche findet nach Virchow (*Archiv f. pathol. Anat.* VI. 420) statt, wenn sie zuvor trocken erhitzt wurden. — Kochen in Aether trägt nichts dazu bei, dass die *Corpuscula* bei Zusatz von Jod eine reinere Farbe erhalten. Dagegen schien es bei der ersten Untersuchung, als ob solche, die in Alcohol gekocht worden waren, mehr blaue und violette Töne annähmen; wenn nicht etwa eine Täuschung durch ungleich reagirende Körner mit im Spiel war.

Jod, in Jodkalium gelöst, giebt nach Virchow den Amyloidkörpern die gleiche Färbung wie wässrige Jodlösung (*Archiv f. pathol. Anat.* VI, 418). — In Chlorzink gelöst, bringt es nach Busk und Virchow blaue Färbungen hervor (l. c. VIII, 142). — Bei der ersten Untersuchung im Jahr 1854 ergab Chlorzinkjodlösung eine dunkelkupferrothe bis röthlichviolette Reaction; die Farben traten reiner hervor und näherten sich mehr dem violett oder blauviolett, wenn das in der Flüssigkeit noch freie Jod durch Wasser entfernt wurde.

Bei der zweiten Untersuchung wendete ich Jodzinkjodlösung an, und erhielt folgende Resultate. Die *Corpuscula* nahmen sogleich braunrothe und kupferrothe bis schwarze Färbungen an, und behielten dieselben bei längerer Einwirkung. Es zeigte sich also auch hier ein Unterschied unter den Körnern, nur zwischen andern Grenzen als bei der Anwendung von wässriger Jodlösung. Die *Corpuscula*, die durch letztere gelbbraunlich gefärbt werden, geben mit Jodzinkjodsolution eine braunrothe Reaction. Die schwarzen Körner waren ferner bei Anwendung von Jodzinkjodlösung viel zahlreicher, und es schien darin anfänglich sowohl dunkelviolett als dunkelblau, bei vollendeter Undurchsichtigkeit aber dunkelbraun versteckt zu sein. Das Präparat wurde wiederholt eingetrocknet (bei 30 — 40 Grad C.) und immer wieder mit destillirtem Wasser übergossen. Die dunkeln Körner wurden nach und nach heller; sie zeigten sich etwas aufgequollen und hatten schön violette (roth- bis blau-violette) Töne. Trocken erschienen solche Körner braun bis braunroth. Die Entfärbung bot die gleiche Erscheinung dar wie bei Stärkekörnern. Der Rand war bereits hell, das Innere noch intensiv gefärbt; oder der Rand erschien ganz farblos, indess die innere Masse noch hell-violett war.

Durch wiederholtes Uebergiessen mit Wasser wurden die Körner endlich ganz entfärbt; sie erschienen, wo sie im Gewebe lagen, wie hohle Räume. Dann wurden sie noch einmal nach zwar mit schwacher Jodzinkjodlösung in Berührung gebracht. Die mehr oder weniger frei liegenden wurden alle schön violett bis indigoblau. Die von fremder Substanz ganz eingehüllten zeigten dagegen nur kupferrothe bis violette Färbungen. Bei stärkerer Einwirkung wurden sie

fast alle so dunkel, dass man den Ton nicht mehr erkennen konnte. Bei wiederholtem Eintrocknen und Uebergiessen mit Wasser wurden zuletzt alle indigoblau, welchen Ton sie auch noch bei starker Verdünnung der Farbe zeigten, und nur unmittelbar vor dem Entfärben in rothviolett übergingen. Die Corpuscula waren also so weit umgeändert, dass sie mit Jod vollkommen die gleiche Reaction gaben wie gewöhnliche Stärkekörner.

Frische Amyloidkörper, durch wässrige Jodlösung oder Jodinctur nur mässig gefärbt, werden nach Zusatz von englischer Schwefelsäure violett bis reinblau. Bei intensiverer Färbung durch Jod zeigen sie sich nach dieser Behandlung fast schwarz. In manchen Körnern herrschen aber rothbraune Töne vor; namentlich nach stärkerer Einwirkung des Jod bewirkt Schwefelsäure hin und wieder eine dunkel rothbraune Reaction. Dabei findet ein Aufquellen der Körner statt. — Wenn anstatt einer Lösung von Jod in Wasser oder Weingeist eine solche in Jodzink oder Chlorzink angewendet wird, so tritt die blaue Färbung um so sicherer ein.

Nach Darlegung der factischen Momente gehe ich zu der Frage über, woraus die Corpuscula amyacea gebildet seien? Man hat darauf mit Cellulose, Stärke und Cholesterin geantwortet. Die letztere Annahme wird durch die Reaction beseitigt, und was die beiden erstern Stoffe betrifft, so wurde sicher am richtigsten von Virchow mit den Worten diagnosticirt: Auf alle Fälle ist es eine Substanz, die weder alle Eigenschaften der Stärke, noch alle Charaktere der pflanzlichen Cellulose an sich hat, die aber wahrscheinlich beiden isomer ist (Archiv f. pathol. Anat. VI, 421). — Wir können aber noch weiter gehen und sagen, es ist ein Stoff, der zwischen Cellulose und Stärke sich bewegt, und nichts anders als ein Gemenge von beiden sein kann, — wenn er nicht etwa eine neue, noch nicht bekannte Verbindung darstellt. Diese Möglichkeit müssen wir, so unwahrscheinlich sie auch sein mag, immer noch offen lassen, so lange nicht die Corpuscula amyacea in Dextrin und Zucker übergeführt worden sind. Setzen wir uns aber über diese Möglichkeit hinweg, so kann durchaus kein Zweifel walten, dass sie unter allen jetzt bekannten Substanzen nur mit Stärke und Cellulose Verwandtschaft haben, dass hier aber mit Rücksicht auf Organisation, Löslichkeit und Quellungsvermögen, Verhalten zu Jod und andern Reagentien die vollkommenste Congruenz herrscht.

Die Frage wird sehr vereinfacht, nachdem wir wissen, dass die Stärkekörner selbst und mit ihnen ohne Zweifel die Mehrzahl der Pflanzenzellmembranen aus einer Mischung von Amylum und Cellulose bestehen. Es giebt Corpuscula amyacea, deren Reaction von der der Kartoffelstärke kaum abweicht, und es ist sicher, dass jene unter diese gemengt, wenigstens nicht durch ihre differente Färbung bemerkbar wären. Wenn ich den Gehalt der Kartoffelstärke an Amylum zu 6 bis 7 Theilen auf ein Theil Cellulose angeschlagen habe (Pag. 183), so möchte ich jedoch den an Stärke reichsten Amyloidkörpern nicht mehr als 4 — 5 auf 1 Cellulose zuschreiben.

Andererseits kommen aber Corpuscula vor, die durch Jod nicht stärker gefärbt werden, als die Cellulosekörner, welche übrig bleiben, nachdem das Amylum durch Speichel aus der Kartoffelstärke ausgezogen wurde. Dieselben würden somit aus reiner Cellulose bestehen, oder wenigstens nur einen unendlich kleinen Stärkegehalt besitzen, wenn nicht etwa die Möglichkeit, welche ich oben (Pag. 190 — 191) ausgesprochen habe, Platz greift, dass nämlich die Cellulose durch Jod gar nicht gefärbt wird, und dass in den Cellulosekörnern der Kartoffelstärke und des Arrowroot noch eine gewisse Menge Amylum festgehalten wird. Jedenfalls können wir mit Sicherheit aussprechen, dass in manchen Amyloidkörpern die Cellulose beträchtlich überwiegt, wenn sie auch nicht ausschliesslich dieselben bilden sollte.

Die Reaction von Jod, weit entfernt einen Unterschied zwischen den Amyloidkörpern und Stärke-Cellulose herauszustellen, ergiebt im Gegentheil die vollkommenste Gleichheit. Ganz die nämlichen Abstufungen in der Färbung finden wir bei einer Reihe von vegetabilischen Zellmembranen und bei den Stärkekörnern, welche im Samenmantel und im Mark des Stammes von Chelidonium vorkommen (Pag. 192). Die am erstern Ort befindlichen Körner stimmen mit den cellulosereichsten, die in letzterm Organ mit den celluloseärmeren Amyloidkörpern überein.

Auch darin schliessen sie sich den Stärkekörnern an, dass der relative Stärkegehalt nach dem Mittelpunkt hin zunimmt. Diess ergiebt sich aus dem oben angeführten Umstande, dass das eindringende Jod die innere Masse früher, intensiver und reiner färbt als die Rinde. Die Thatsache wurde ebenfalls von Virchow beobachtet, welcher bemerkt, das Centrum pflüge dunkler blau, also wohl dichter zu sein, als die Randschichten (Archiv f. pathol. Anat. VI, 137).

In manchen Körpern ist allerdings die innere Masse dichter, in andern aber entschieden weicher, und dennoch nimmt sie eine dunklere Färbung an. Die Intensität der letztern steht aber überhaupt nicht im Verhältniss zur Dichtigkeit, sondern bloss zum Amylumgehalt; daher an Stärkekörnern die dichteste Substanz (nämlich die äusserste Schicht) am wenigsten Jod aufnimmt.

Ausser Stärke und Cellulose enthalten die *Corpuscula amylacea*, soweit sich aus den Reactionen schliessen lässt, keinen fremdartigen Stoff in erheblicher Menge, und stimmen auch darin mit den Stärkekörnern überein. Wenn ein solcher vorhanden wäre, so könnten nicht alle in einen Zustand übergeführt werden, in welchem sie mit Jod die reinblaue Reaction geben. — Namentlich ist hervorzuheben, dass Einlagerungen von Proteinverbindungen jedenfalls nur in geringster Menge vorkommen. Das geht schon aus dem eben genannten Verhalten zu Jod hervor. Ich habe übrigens auch das Millon'sche Reagens angewendet, und gefunden, dass sich die *Corpuscula* darin ungefähr wie Weizenstärkekörner verhalten. Sie verschwinden bald; einen blässröthlichen Schimmer nahm ich an ihnen nur insofern wahr, als sie, zuerst aufquellend, das durchfallende Licht weniger stark brachen als die umgebende Lösung (vgl. Pag. 197).

Mit Rücksicht auf das Verhalten zu Quellungs- und Lösungsmitteln besteht zwischen den Amyloidkörpern und den Stärkekörnern kein Unterschied. Es ist jedoch darauf Gewicht zu legen, dass die grössere oder geringere Resistenz gegen jene für die Frage, ob sie mehr Stärke oder Cellulose enthalten, von geringem Werth ist. Ich habe oben nachgewiesen, dass zwischen den beiden genannten Stoffen kein anderes Verhältniss besteht, als das, dass bei gleicher Dichtigkeit und Reinheit die Cellulose langsamer aufquillt und sich löst als die Stärke; dass es aber Cellulose giebt, welche den Quellungs- und Lösungsmitteln viel schneller erliegt als alle Stärkekörner. Wenn daher hervorgehoben wurde, dass concentrirte Säuren und Alkalien die *Corpuscula* stärker angreifen, als bei der vegetabilischen Cellulose zu geschehen pflegt, so begründet das keinen chemischen, sondern nur einen Unterschied in der Organisation. Da sie im befeuchteten Zustande mehr Wasser enthalten oder weicher sind als die Kartoffelstärkekörner, so lösen sie sich schneller; sie werden aber z. B. langsamer gelöst, als die bei der Einwirkung des Speichelstoffs aus der Kartoffelstärke zurückbleibenden Cellulosekörner, denn diese letztern sind ihrerseits weicher als die *Corpuscula*.

Der Erfolg, den die Einwirkung des Speichels auf unveränderte Stärkekörner gehabt hatte, veranlasste mich natürlich vor allem aus, diesen Versuch mit den Amyloidkörpern anzustellen. Ich brachte auf einen concaven Objektträger eine geringe Menge von Ependym, nachdem ich mich durch das Microscop überzeugt hatte, dass darin eine beträchtliche Zahl von Amyloidkörpern enthalten war, — füllte dann den hohlen Raum mit Speichel, und zertheilte darin das Gewebe durch Zerreißen möglichst vollständig. Das Präparat wurde in einem mit Wasserdampf gesättigten Raum während einiger Tage einer Temperatur, die 35 — 40 Grad C. und zuweilen etwas mehr betrug, ausgesetzt. Während dieser Zeit schienen die *Corpuscula amylacea* sich zu vermindern; zuletzt fand ich bloss noch wenige, und nur solche, die durch Jod gelbbraunlich oder bloss röthlichbraun gefärbt wurden. Darunter schienen einige aus noch weicherer Substanz zu bestehen, als die unveränderten Körper. Wenn diese Thatsachen als richtig angenommen werden dürften, so würden sie beweisen, dass das Speichelferment die *Corpuscula amylacea* auflöst, und dass es den Anfang mit den amyllumreichern macht; ferner dass es ebenfalls, wie bei den Stärkekörnern, zuerst das Amylum auszieht und nachher die Cellulose löst. Indessen möchte ich diese Schlüsse noch nicht als sicher, sondern bloss als wahrscheinlich hinstellen. Die Versuche müssen wiederholt werden. Leider sind sie mit grossen Schwierigkeiten verbunden, da ich wenigstens noch kein Mittel kenne, um die *Corpuscula* zu isoliren und in einiger Menge rein zu erhalten. So ist man nie sicher, wie viele derselben man dem Einflusse des Speichelferments aussetzt, und wie viele davon seine Einwirkung unmittelbar erfahren, wie viele von dem Gewebe mehr oder weniger geschützt werden. Selbst wenn es gelänge, die Körper auf dem Objektträger zu fixiren und während des Processes wiederholt zu beobachten, so würde die Beurtheilung des Erfolges immer noch durch die Ungewissheit getrübt, ob man es mit einem amyllum- oder cellulosereichern Korn zu thun hat.

Wenn das Verhalten zu Jod und zu den Quellungs- und Lösungsmitteln die *Corpuscula amylacea* den Stärkekörnern und pflanzlichen Zellmembranen gleichstellt, so tritt die Aehnlichkeit, wenn es möglich ist, noch schlagender hervor bei Betrachtung der Organisationsverhältnisse. Amylum und Cellulose sind ausgezeichnet durch ihre Schichtenbildung; sie kommen im Pflanzenreiche nur in geschichtetem Zustande als Körner und Membranen vor, und ausser ihnen giebt

es daselbst gar keine Verbindungen mit dieser Organisation. Die *Corpuscula amylacea* stimmen im Bau so sehr mit den Stärkekörnern überein, dass, wenn sie in einer Pflanze vorkämen, sie nicht etwa eine Gruppe oder Untergruppe für sich bilden würden, sondern unmittelbar neben die Körner gestellt werden müssten, welche in den Samen mancher Gräser (z. B. der Hirse) und in denjenigen der Polygoneen (z. B. des Buchweizens) gefunden werden. Die Aehnlichkeit ist nicht bloss eine äusserliche; das geht daraus hervor, dass die nämlichen spezifischen Eigenthümlichkeiten sich wiederholen. So haben die Stärkekörner mit excentrischem Kern die Neigung, halbzusammengesetzte Körner zu bilden und in den zusammengesetzten die Theilkörner körperlich anzuordnen. Diejenigen mit centralem Kern erzeugen keine eigentlichen halbzusammengesetzten Formen und die Theilkörner der zusammengesetzten sind vorzugsweise in eine einfache Reihe gestellt. Ganz so verhalten sich die *Corpuscula amylacea*.

Wenn aber auch die Amyloidkörper gewissen Stärkekörnern nahe kommen, denen von *Chelidonium* in der chemischen Zusammensetzung, denen von Gramineen und Polygoneen im Bau, so kenne ich doch keine Stärke im ganzen Pflanzenreiche, denen sie identisch wären. Wenn daher die Frage aufgeworfen wurde, ob die *Corpuscula amylacea* nicht Stärkekörner sein könnten, die ins Gehirn transportirt und daselbst abgelagert wurden, so ist sie schon aus diesem Grunde zu verneinen, — abgesehen davon, dass wir die Speisen im gekochten Zustande und dessnahen aufgequollene und desorganisirte Stärkekörner zu uns zu nehmen pflegen.

Eine letzte Frage betrifft endlich die Nomenclatur. Sollen die fraglichen Gebilde im Gehirn des Menschen *Corpuscula amylacea*, Amyloidkörper, Cellulosekörperchen, Stärkekörner oder sonst wie genannt werden? Ich erlaube mir, einige Bemerkungen über die Benennung der organisirten Kohlenhydrate überhaupt hier nachfolgend beizufügen.

Die Versuche mit dem Speichelferment haben ergeben, dass die Stärke, die man bisher für einen reinen Stoff angesehen hatte, aus 2 Verbindungen besteht, von denen die eine durch Jod unmittelbar blau wird, während die andere diese Eigenschaft erst durch Umwandlung erlangt. Die Vergleichung der Stärke mit den vegetabilischen Zellmembranen, deren Substanz man bisher als Cellulose und als Mittelstufe zwischen diesem Stoff und *Amylum* betrachtet hatte, erhob es zur höchsten Wahrscheinlichkeit, dass die Membranen gleichfalls Gemenge jener beiden Verbindungen sind. Daraus folgt, dass, was man im gewöhnlichen Leben und in der Physiologie als Stärke bezeichnet, nicht identisch mit der chemischen Verbindung ist, und dass es für die beiden Begriffe auch zweier verschiedener Bezeichnungen bedarf, so wie dass man Cellulose nicht mehr schlechthin synonym mit Zellmembranen gebrauchen darf.

Die Benennung der chemischen Verbindungen müssen wir, wie deren Unterscheidung und Feststellung, zwar den Chemikern überlassen, und ich habe in der bisherigen Darstellung für die beiden Begriffe (das Gemenge und die reine Verbindung) den gleichen Ausdruck gebraucht. Zur Vermeidung von Verwechslungen scheint es jedoch zweckmässig, sie fortan auch in der Benennung auseinander zu halten. Da nun Stärke (*Amylum*) für die in der Pflanze und im Handel vorkommende, in der Oekonomie und in Gewerben wichtige Substanz unentbehrlich ist, so möchte ich für die chemische Verbindung den Ausdruck Granulose vorschlagen, da sie in den Stärkekörnern den Hauptbestandtheil bildet, wie die Cellulose in den Zellmembranen.

Die organisirten oder geschichteten Kohlenhydrate bestehen also aus Mischungen von 2 Verbindungen, Granulose und Cellulose, mit allen möglichen Abstufungen in ihrem Mengungsverhältniss. Es ist aber nothwendig, gewisse Gruppen zu unterscheiden, die durch charakteristische Merkmale von einander abweichen, und die im Lebensprocess sowie für die Verwendung ausserhalb der Pflanze eine verschiedene Rolle spielen. Ich erlaube mir, in dieser Beziehung eine Eintheilung vorzuschlagen, deren ich mich schon seit Jahren in meinen Vorträgen bediene. Die wichtigsten Eigenthümlichkeiten der geschichteten Kohlenhydrate zeigen sich einerseits in ihrer Reaction zu Jod, welche durch das Mengungsverhältniss von Cellulose und Granulose und zum Theil durch fremde Einlagerungen bedingt wird, andererseits in ihrem Verhalten zu den Quellungs- und Lösungsmitteln, welches vorzüglich von dem physicalischen Aggregationszustand bedingt wird. In ersterer Beziehung unterscheide ich 3 Stufen, die ich Amyloid, Mesamylin und Dysamylin nenne, in letzterer Hinsicht ebenfalls 3, die ich als Gelin, Medullin und Lignin bezeichne. Ich stütze mich dabei auf die Untersuchungen von Mohl, Mulder, Schleiden, Kützing, so wie auf meine eigenen Beobachtungen.

Das Amyloid färbt sich unmittelbar durch wässrige Jodlösung oder durch Jodtinctur und Wasser indigoblau oder reinviolett. Zur blauen Modification gehören fast alle Stärkekörner in den Pflanzen, der kleinere Theil der Corpuscula amyacea im menschlichen Gehirn, — die Cotyledonenzellen von einigen Papilionaceen (*Schotia latifolia* Jacq. und *speciosa* Jacq., *Hymenaea courbaril* Lin., und *verrucosa* Gärt., *Mucuna pruriens* DC., *urens* DC. und *gigantea* DC., *Tamarindus indica* Lin., — die Albumenzellen von wenigen Portulacaceen und Caryophyllen (*Calandrinia compressa* Schrad., *Anychia dichotoma* Michx.), — die Sporenmutterzellen (Asci) aller wahren Flechten (*Usnea*, *Ramalina*, *Evernia*, *Stereocaulon*, *Cladonia*, *Baeomyces*, *Biatora*, *Lecidea*, *Sphaerophorus*, *Peltigera*, *Solorina*, *Lobaria*, *Sticta*, *Parmelia*, *Collema*, *Gyrophora*, *Lecanora*, *Endocarpon*, *Urceolaria*, *Pertusaria*), — das innere flockige Gewebe weniger Flechten (*Roccella tinctoria*, *Evernia vulpina*, stellenweise auch bei *E. ochroleuca*), — wenige Arten von *Ulva* (*U. Linza* und *U. Lactuca*), das innere Gewebe weniger Florideen (*Calliblepharis ciliata*).

Zur violetten Modification des Amyloids gehören vereinzelte Stärkekörner im Mark von *Chelidonium*, so wie vereinzelte Körner in verschiedenen Pflanzen, — die Zellen des Sameneiweisses von einigen Irideen (*Ixia hyalina* und *squalida*, *Gladiolus tristis* Lin.), Liliaceen (*Veltheimia viridifolia* Jacq., *Fritillaria imperialis* Lin.), Smilaceen (*Ruscus racemosus* Lin.) und Hydrophyllen (*Hydrophyllum canadense* Lin., *Ellisia Nyctelaea* Willd.), — das innere Gewebe einiger Florideen (*Furcellaria*, *Delesseria*), die eigenthümlichen Verdickungen auf der innern Fläche der Zellmembran von *Oedogonium* (namentlich von jungen Pflänzchen).

Körner und Membranen, welche die blaue oder violette Farbe nur in schmutzigen Tönen und mit Beimischung von Braun hervortreten lassen, bilden den Uebergang vom Amyloid zum Mesamylin. Die einen färben sich zuerst gelb und gehen dann durch grün in blau, oder durch braun in schmutzig-violett über; andere erscheinen anfänglich violett oder rothviolett und werden dann mehr braun; noch andere treten sogleich schmutzig rothviolett oder braunviolett auf.

Hieher gehören manche Stärkekörner aus dem Mark und wenige aus dem Samenmantel von *Chelidonium*, einzelne Corpuscula amyacea, — die Albumenzellen von Irideen (*Iris Güldenstädtiana* Bbrst., *Tigridia pavonia* Pers., *Gladiolus segetum* Ker., *Crocus speciosus* Bbrst.), Liliaceen (*Lilium bulbiferum* Lin., *Hyacinthus romanus* Lin. und *amethystinus* Lin., *Scilla peruviana* Lin. und *biflora* Ruiz, *Yucca gloriosa* Lin., *Asparagus davuricus* Fisch. und *maritimus* Pall., *Dracaena fragrans* Gawl.), Smilaceen (*Convallaria racemosa*, *Smilax aspera* Lin.), Melanthaceen (*Sabadilla officinarum* Brandt) Amaryllideen (*Alstroemeria versicolor* R. P., *Narcissus poeticus* Lin.), Hydrophyllen (*Nemophila maculata* Lindl.), Primulaceen (*Cyclamen coum* Mill. und *hederaefolium* Ait., *Primula inflata* Lehmann, *Audrosace septentrionalis* Lin.), Myrsineen (*Ardisia crenulata* Vent.), — die Cotyledonenzellen von Tropaeoleen (*Tropaeolum majus* Lin. und *minus* Lin., — das innere Gewebe mancher Florideen.

Das Mesamylin färbt sich durch wässrige Jodlösung so wie durch Jodtinctur und Wasser entweder gar nicht, oder gelblich bis gelbbraun, oder höchstens braunroth und kupferroth; von violetter und blauer Beimischung ist nichts wahrzunehmen. Nach einmaligem oder wiederholtem Eintrocknen und Wiederbefeuchten mit Wasser wird es violett oder blau. Jod in Jodzink, Chlorzink oder Chlorkalium gelöst, bringt violette, Jod unter gleichzeitiger Anwendung von Schwefelsäure violette bis blaue Färbungen hervor.

Aus Mesamylin bestehen die Stärkekörner im Samenmantel von *Chelidonium* und die meisten Corpuscula amyacea, — ferner die Membranen der meisten Pflanzenzellen in ihrer ganzen Dicke und während der ganzen Lebensdauer, zuweilen jedoch nur in bestimmten Schichten und oft nur in gewissen Entwicklungsstadien. Zu nennen sind z. B. die Zellen vieler Süßwasseralgen, der meisten Fucoideen (in manchen bestehen sie jedoch nur in der Jugend aus Mesamylin, im Alter aus Dysamylin), der meisten Florideen, die Zellen der Characeen (mit Ausnahme der ältern und untern Theile der Pflanze), — die Zellen vieler Flechten, äusserst wenige Pilzzellen (z. B. die Essigmutter) — fast alle Parenchymzellen der höhern Pflanzen in der Rinde, im frischen Mark, in Schäften und Blüthenstielen, in Blättern und Blattstielen, die Epidermiszellen (mit Ausnahme der Cuticula), viele Haare (so auch die Baumwolle), die Collenchymzellen (von *Sambucus*, *Tilia* etc.), — die Bastzellen vieler Pflanzen (*Linum*, *Cannabis*, *Urtica dioica* Lin., *Morus alba* Lin., *Acacia lophanta* Willd.), die milchsaftführenden Bastzellen von *Hoya* und *Asclepias*, die Milchsaftgefäße, — die Membran der Fasergefäße und Faserzellen (indess die Fasern aus Dysamylin bestehen), die Verdickung von porösen Gefäßen (indess die ursprüngliche Membran Dysamylin ist) — die jugendlichen Zustände fast aller Membranschichten und

Membranen, die späterhin aus Dysamylin bestehen (so die jungen Fasern der Fasergefässe und Faserzellen, die jungen Holzzellen und die innerste Schicht älterer Holzzellen).

Das Dysamylin wird durch wässrige oder weingeistige Jodlösung gar nicht oder gelb bis intensiv goldgelb und braungelb gefärbt. Mit Jodtinktur eingetrocknet und wieder mit Wasser befeuchtet, ferner mit einer Lösung von Jod in Jodzink, Chlorzink oder Jodkalium, endlich mit Schwefelsäure und Jod behandelt, zeigt es bald keine, bald eine gelbliche bis dunkelbraune Farbe, höchstens mit einem Stich ins Grüne. Die violette und blaue Jodreaction tritt erst ein nach vorgängiger Behandlung mit Salpetersäure oder Aetzkali.

Das Dysamylin ist in Körnerform noch nicht bekannt. Dagegen bestehen aus demselben die Membranen vieler Zellen, so bei manchen Süsswasseralgeln und bei zahlreichen Flechten, fast alle Pilzzellen, die ältern und untern Theile der Characeen, — manche dickwandigen Parenchymzellen der höhern Pflanzen, z. B. die steinigen Zellen der Winterbirnen, das alte und vertrocknete Mark vieler Gewächse, in Sambucus selbst das junge Mark, die alten Markstrahlzellen, die Albumenzellen von Palmen, Rubiaceen (Galium, Coffea), Loganiaceen (Strychnos) und anderen Monocotyledonen und Dicotyledonen, der Kork, und zwar sowohl das jüngere als das ältere Gewebe (Quercus suber, Sambucus, Acer, Ulmus, Evonymus); das Periderma (von Quercus, Crataegus, Betula, Plösslea), das innere Gewebe von Dornen (Cirsium), die Cuticula aller Pflanzen, — die Bastzellen der baumartigen Monocotyledonen, — die äussern Parenchymsschichten des dunkelbraunen Wedelstiels von Farren (Adiantum), die braune Membran, welche die Gefässbündel der Farren umgiebt, — die Fasern vieler Fasergefässe und einiger Faserzellen (z. B. von Cacteen), die äussere Membran von porösen Gefässen, die meisten Holzzellen.

Das Gelin (oder die Gallerte) ist im trockenen Zustande hornartig oder knorpelig, quillt durch kaltes Wasser zu einer weichen und selbst gallertigen oder schleimigen Masse auf. In kochendem Wasser dehnt es sich noch mehr aus und wird darin vertheilt, oder (namentlich bei anhaltendem Kochen) selbst langsam aufgelöst.

Das schleimige Gelin erhält schon durch kaltes Wasser eine halbflüssige Beschaffenheit. Es kommt nur selten vor, und bildet einerseits manchmal die Umhüllung sonst nackter Schwärmosporen von Algen, ehe dieselben zu schwärmen anfangen (z. B. bei Oedogonium), anderseits die Verdickung der äussersten Zellschicht an einigen Phanerogamensamen (Plantago, Linum, Cydonia). Es stellt einen Theil des sogenannten Pflanzenschleims der Chemiker dar.

Das eigentliche Gelin kann zwar eine grosse Menge kalten Wassers aufnehmen und zur zitternden Gallerte aufquellen, ohne aber halbflüssig und fadenziehend zu werden. Im Gegentheil zeigt es immer eine mehr oder weniger deutliche Brüchigkeit. Hieher gehören die weichen Schichten der Stärkekörner, und die Membranen oder Membranthteile vieler Pflanzenzellen; es sind besonders zu nennen manche Algengruppen (Chroococcaceen, Nostochaceen, Palmellaceen, Batrachospermeen, Fucoideen, Florideen), die Gallertflechten (Collema), die Sporenmutterzellen aller wahren Flechten, manche Pilze oder Theile von solchen, — die Sporenmutterzellen vieler 4-sporigen Cryptogamen und die Pollenmutterzellen vieler Phanerogamen, — das Collenchym, einzelne dickwandige Zellen im Parenchym (z. B. von Cacteen), — die Albumenzellen von Papilionaceen, namentlich Caesalpinieen, — die Verdickungsschichten der Epidermiszellen an Samen und Schliessfrüchten so wie der auf Früchten befindlichen Haare bei mehreren Phanerogamen, wo die Verdickungsschichten mit Wasser in Berührung die ursprüngliche Zellmembran sprengen und als kegelförmige oder darmähnliche Gallerte heraustreten, welche bald deutliche Spiral- und Riugfasern einschliesst, bald von zarten Spiralfasern umschlossen, bald auch ganz homogen ist, und nur selten als ein breites spiralförmiges Band erscheint, so bei manchen Labiaten (*Dracocephalum Moldavica* Lin., *Lallemantia peltata* F. et M., *Ocimum basilicum* Lin., *Salvia verticillata* Lin. etc.; *Moschosma polystachyum* Benth. und *ocimoides* Benth., *Zizyphora*), bei vielen Polemoniaceen (*Collomia linearis* Nutt., *Gilia achilleaefolia* Beuth., *androsacea* Steud. und *Navarretia* Steud., *Courtoisia bipinnatifida* Rchbch.), bei einigen Acanthaceen (*Dipteracanthus ciliatus* Nees, *Acanthodium spicatum* Delil., *Ruellia strepens* Lin.), bei einigen Compositen (*Senecio vulgaris* Lin., *Erechtites sonchoides* DC., *Pardicium Taraxaci* Vahl.).

In der Mitte zwischen Gelin und Medullin steht eine Substanz, welche durch kaltes Wasser nicht merklich aufquillt, durch heisses Wasser aber so wie durch verdünnte Säuren und verdünnte alkalische Lösungen bei gewöhnlicher Temperatur in eine weiche Gallerte sich verwandelt, und durch concentrirte Säuren und Alkalien gelöst wird. Sie kann als

Semigelin bezeichnet werden, und wird vorzüglich durch die dichten Schichten der Stärkekörner, oder wir können sagen durch diese Körner selbst (weil sie die Eigenschaften der dichten Schichten zeigen) repräsentirt.

Das Medullin ist im trockenen Zustande (als Gewebe) wenig hart, erweicht sich in kaltem und in kochendem Wasser, ohne merklich aufzuquellen. In verdünnten Säuren quillt es wenig auf, und wird von concentrirter Schwefelsäure bei gewöhnlicher Temperatur, von verdünnter Schwefelsäure in der Siedhitze leicht gelöst. Hieher gehören die meisten (namentlich jungen und frischen) Parenchymzellen des Pflanzenreiches, zuweilen auch bloss einzelne Theile ihrer Wandung.

Das Lignin (Holsfaser, Holzsubstanz) ist selbst im feuchten Zustande hart (holzig bis steinhart), verändert sich durch verdünnte Schwefelsäure nicht, und ist in concentrirter Schwefelsäure entweder gar nicht oder nur schwer löslich: unlösliches und lösliches Lignin. Das unlösliche Lignin wird erst nach Behandlung mit Salpetersäure oder mit Aetzkali von Schwefelsäure zerstört. — Die holzigen, steinigen und lederartigen Pflanzentheile sind hier vorzüglich zu nennen, die Holzzellen, Bastfasern, viele alte und vertrocknete Parenchymzellen (Mark, Kork); zuweilen besteht die Wandung in ihrer ganzen Dicke, zuweilen nur einzelne Schichten aus Lignin.

Ich habe schon bemerkt, dass Amyloid, Mesamylin und Dysamylin einerseits, Gelin, Medullin, Lignin andererseits nicht scharf getrennte Substanzen bezeichnen, sondern dass sie durch zahlreiche Uebergangsformen verbunden sind. Sie sollen bloss charakteristische und sowohl für das Pflanzenleben, als für die Anwendung wichtige Eigenschaften hervorheben. — Die beiden Reihen, wovon die eine das Verhalten der Substanz zu Jod, die andere zu Quellungs- und Lösungsmitteln ausdrückt, zeigen zwar eine gewisse Analogie, gehen aber durchaus nicht parallel. So ist das Gelin nicht bloss Amyloid, sondern eben sowohl Mesamylin und Dysamylin. Das Medullin ist Mesamylin und Dysamylin aber selten Amyloid. Das Lignin ist meistens Dysamylin, seltener Mesamylin.

Eine bessere Einsicht in diese Verhältnisse, namentlich in die Beziehung zwischen den beiden Reihen, wird man erst erlangen, wenn man weiss, welche Modificationen durch die fremden Einlagerungen bedingt werden. Offenbar hat man die Rolle der letztern weit überschätzt. Ich habe früher gezeigt, dass ein Theil der Erscheinungen, welche man durch Verunreinigung der Zellmembranen bedingt glaubte, ohne Zweifel davon herrührt, dass sie Gemenge von Cellulose und Granulose sind. Wie die letztere in den Stärkekörnern verschiedene Aggregationszustände zeigt, so die erstere in den Zellmembranen. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die Widerstandsfähigkeit der Membranen gegen die Reaction von Jod sowie der Quellungs- und Lösungsmittel nicht bloss von fremdartigen Substanzen, sondern ebenso sehr von der Molecularconstitution der Cellulose abhängt, und dass die Einwirkung von Aetzkali und Salpetersäure sowohl durch Umstimmung der Molecularbeschaffenheit als durch Reinigung die Cellulose jenen Reactionen aufschliesst.

VIII. Entstehung und Wachsthum der Stärkekörner.

Die genaue Kenntniss der Structur führte früher auf die Annahme, dass zuerst der Kern entstehe und dass dann, wie beim Krystall, Schicht auf Schicht gelagert werde. Eine sorgfältigere Berücksichtigung der Verschiedenheit zwischen innerer und äusserer Substanz und einiger Thatsachen, welche die Entwicklungsgeschichte darbietet, gelangte darauf zu der entgegengesetzten Behauptung, die Schichten bilden sich von aussen nach innen. Auch diess hat sich nicht als vollkommen richtig erwiesen. Nach den jetzt vorliegenden Beobachtungen sind die Stärkekörner jederzeit solid. Alles Wachsthum geschieht durch Einlagerung in das Innere der Substanz, und nimmt von der Oberfläche nach der Mitte hin in gesteigerter Progression zu; Apposition von Aussen findet keine statt. Die Substanz ist anfänglich homogen, und wird durch Structurveränderungen geschichtet; durch Neubildung im Innern entstehen die halbzusammengesetzten und viele zusammengesetzten Körner.

Ehe ich die systematische Darstellung der Wachsthumerscheinungen bei den Stärkekörnern unternehme, will ich vorher die verschiedenen Thatsachen, welche über dieselben Aufschluss geben können, kritisch durchgehen. Zuerst ist daran zu erinnern, dass alle Körner in jedem Entwicklungsstadium solid sind und nur in abnormalen Fällen durch Auflösung hohl werden. Es sind desswegen nur zwei Arten der Vergrösserung möglich, entweder durch Auflagerung von Schichten auf die Oberfläche, oder durch Einlagerung von Substanz und Wasser in die schon vorhandene Masse.

Wenn die Stärkekörner durch Anlagerung von aussen sich bilden würden, so müssten innere Schichtencomplexe des entwickelten Zustandes mit gleichgrossen jungen Körnern identisch sein in Form, in Structur und in Substanz. — Die Form stimmt häufig überein; indess haben bei einigen Stärkearten die jungen Körner constant eine andere Gestalt als die eingeschlossenen Schichten der ältern. — Häufiger noch weicht die Structur ab; es gibt Schichtencomplexe im Innern grosser Körner, welche frei als selbständige Körner gar nicht vorkommen. — Bei allen Stärkearten ohne Ausnahme aber ist die Substanz verschieden. Der Kern wird von weicher, Körner von gleicher Grösse durch und durch von dichter Masse gebildet. Grössere Körner zeigen von innen nach aussen abwechselnd dichte und weiche Schichten; in keinem Entwicklungsstadium liegt je eine weiche Schicht an der Oberfläche, sondern das wachsende Korn hat immer eine dichte Rinde. Quellende Lösungsmittel (heisses Wasser, Säuren, Alkalien) machen bei einem gewissen geringen Grad der Einwirkung die innere Substanz der grössern Körner und ebenso die Theilkörner der halbzusammengesetzten aufquellen und bringen dieselben zum Verschwinden, indess die kleinen ganzen Körner noch nicht angegriffen werden.

Entsprechend diesen Thatsachen, welche überall zwischen jungen Körnern und den innern Schichten älterer eine Differenz aufzeigen, finden wir dagegen, dass die äusserste Schicht in allen Entwicklungs-

stadien als die nämliche sich erweist. Quellende Lösungsmittel, welche bei einer bestimmten Einwirkung die ganze innere Substanz desorganisiren und verschwinden machen, lassen in kleinen und grossen Körnern in gleicher Weise die äusserste Schicht als eine Membran zurück.

Eine andere Reihe von Erscheinungen beweist, dass Strukturveränderungen und Wachstumsprocesse im Innern vor sich gehen. Junge Körner bleiben zuweilen bis zu einer gewissen Grösse vollkommen homogen, und dann werden im Innern Schichten sichtbar. In andern, die früher ebenfalls structurlos waren, treten eingeschlossene Theilkörner auf, wodurch sie sich in halbzusammengesetzte verwandeln. Noch andere besitzen zuerst eine ununterbrochene Substanz, dann bilden sich Risse, welche in einfachen Körnern eine strahlenförmige Anordnung haben, in andern aber das ursprünglich einfache Korn in ein zusammengesetztes verwandeln. Diese Processe können alle in einzelnen Stärkearten Schritt für Schritt verfolgt werden.

Dazu kommt, dass einige Erscheinungen der Structur und der Form bei den zusammengesetzten Körnern einer Apposition von aussen geradezu widersprechen. Es müsste nämlich der äussere Radius der Theilkörner sich vergrössern, statt dass in Wirklichkeit der innere vorzugsweise zunimmt; und Schichtung so wie Gestalt der entwickelten Theilkörner müsste eine ganz andere sein. Ueberdem ist die Entstehungsweise der zusammengesetzten Körner, welche nicht innerhalb von Bläschen sich bilden, durch Zusammenlagerung von einfachen Körnern undenkbar, da in der Flüssigkeit, in welcher sie sich befinden, die sie an einander pressende Kraft mangelt, und da die abgerundete Oberfläche der meisten zusammengesetzten Körner keine Spur eines solchen äussern Druckes zeigt, indess die Theilkörner scharfe Ecken und Kanten nebst ebenen Flächen besitzen. — Ebenso wenig erklärlich wäre die Erscheinung, dass frei schwimmende Körner auf der einen Seite bis auf 70 Mal mehr Substanz auflagern sollten, als auf der gegenüberliegenden.

Endlich zeigen eine Reihe von Erscheinungen, dass die innere Substanz stärker wächst als die äussere. Nicht nur gehen daselbst die lebhaftesten Strukturveränderungen vor sich, wie die Schichtung, die in einzelnen Fällen von aussen nach innen erfolgt, und verschiedene andere Neubildungen beweisen, die zu jeder Zeit entstehen können; sondern es nehmen zuweilen diese Neubildungen späterhin einen sehr beträchtlichen, ja den grössten Raum des ganzen Kornes ein. — In manchen Fällen lässt sich das Wachstum für bestimmte Entwicklungsperioden berechnen, wenn man junge und ausgebildete Körner von gleichem Bau aus dem nämlichen Pflanzentheile mit einander vergleicht. Einzelne Doppelkörner können, während die äusseren Radien der beiden Theilkörner nicht merklich zunehmen, die Halbmesser der an einander anstossenden Seiten bis auf das 10- und 12fache vergrössern; und das Volumen der Masse, welche zwischen dem Schichtencentrum und der das andere Theilkorn berührenden Fläche befindlich ist, kann 11 Mal mehr wachsen als das Volumen des ganzen übrigen Theilkorns. — An halbzusammengesetzten Körnern, welche zwei Theilkörner einschliessen, wird die umhüllende Substanz, wenn sie schon sehr früh bedeutend dünn ist, nicht mehr dicker. Die darin enthaltenen Theilkörner können dagegen so sehr anwachsen, dass sie in linearer Richtung die umschliessende Substanz um das 10- und 20fache übertreffen, und dass in einer gegebenen Zeit ihre Volumenzunahme bis auf 8 Mal, und wenn man von den frühesten Stadien an berechnet, bis auf 234 Mal beträchtlicher ist. An den beiden eingeschlossenen Theilkörnern wächst, wenn dieselben excentrisch geschichtet sind, die innere nach dem

Mittelpunkt des ganzen Kornes gekehrte Seite bedeutend mehr als ihre übrigen Seiten, so dass solche halbzusammengesetzte Körner drei Parteien unterscheiden lassen, eine äussere, mittlere und innere, von denen jene am stärksten, diese am wenigsten wächst.

Wenn aus diesen Thatsachen unzweifelhaft hervorgeht, dass während der ganzen, der microscopischen Beobachtung zugänglichen Wachstumsperiode eine äusserliche Anlagerung von Schichten nicht statt findet, sondern dass alle Wachstumserscheinungen durch Einlagerung in die schon vorhandene Substanz geschehen, und dass die Zunahme von der Oberfläche nach innen sich steigert, so ist es ferner im höchsten Grade wahrscheinlich, dass Letzteres in wachsender Progression geschieht. Denn die Rindensubstanz halbzusammengesetzter Körner zeigt von frühen Entwicklungszuständen an, wenn sie sehr dünn ist, bloss Flächenwachstum, nimmt aber um so mehr in die Dicke zu, je dicker sie schon anfänglich ist; — so dass also das Wachstum der innern Schichten dasjenige der äussern nicht bloss um das übertrifft, was die kleinere Kugelschale bei blossem Flächenwachstum und gleicher Zunahme des Radius vor einer grössern voraus hat, sondern auch noch um das, was an vermehrtem Dickenwachstum hinzukommt.

Der Grad des Wachstums, welches in irgend einem Theil des Stärkekorns stattgefunden hat, steht in innigster Beziehung zu der chemischen und physicalischen Beschaffenheit. Je reicher an Wasser und ärmer an Cellulose eine Partie ist, desto grösser war verhältnissmässig ihre Volumenzunahme. Der weiche Kern und die weichen Schichten zeigen die stärkste Ausdehnung; beide können von unmessbarer Kleinheit soweit anwachsen, dass sie an Mächtigkeit die angrenzende dichte Substanz übertreffen, während in gleicher Zeit die letztere nicht merklich zunimmt. Andererseits zeigt unter allen dichten Schichten die (an Cellulose reichste und an Wasser ärmste) äusserste Schicht auch das geringste Wachstum.

Ueber Entstehung und Wachstum der Stärkekörner standen sich, wenn wir von der frühern Hypothese, das Korn bestehe aus einer mit Flüssigkeit gefüllten Blase, absehen, in neuerer Zeit zwei Ansichten diametral gegenüber. Nach der einen bildet sich zuerst der Kern, und alles Wachstum geschieht durch Anlagerung auf der Aussenfläche, so dass also je die äusserste Schicht die jüngste wäre. Nach der andern Ansicht entsteht zuerst die äusserste Schicht, die als Membran bezeichnet wurde, und es lagern sich die neuen Schichten auf der innern Fläche des hohlen Kornes an, so dass also immer die innerste Substanz die neueste Bildung wäre.

Die erstere Ansicht rührt von Fritzsche her (Poggendorff's Annal. XXXII, 132; a. 1834). Ihr traten manche Pflanzenphysiologen mehr oder weniger entschieden bei, so z. B. Treviranus (Phys. der Gewächse II, 23), Lindley (Introduct. to Bot. Third. Ed. 44), Schleiden (Grundzüge, dritte Aufl. I, 187), A. Braun (Verjüngung Pag. 212), Schacht (Lehrbuch der Anat. und Phys. der Gewächse I, 58), H. Crüger (Bot. Zeit. 1854 Pag. 41), Unger (Anat. u. Phys. der Pflanzen 115). — Diese Annahme setzt voraus, dass das Stärkekorn solid sei, was auch von Fritzsche ausgesprochen wurde. Schleiden dagegen (l. c. Pag. 177) betrachtet den Kern als einen hohlen Raum, was mit der Entstehungs- und Wachstumstheorie einen unlöslichen Widerspruch bildet.

Die zweite Ansicht (dass die Bildung des Stärkekorns von aussen nach innen erfolge) wurde zuerst von Payen (Ann. sc. nat. 1838, II, 124) in der eigenthümlichen Form ausgesprochen, das kleine kugelige Stärkekorn nehme die lösliche Stärke nur an einem Punkt (seltener an 2 oder 3) auf, welcher sich zu einer trichterförmigen Oeffnung ausbilde. Durch dieselbe trete fortwährend Substanz ein, und bilde neue Schichten im Innern, wodurch die schon vorhandenen Schichten ausgedehnt werden. Die Unmöglichkeit einer solchen Annahme ergibt sich indess sogleich aus dem Bau des Stärkekorns, welchem ein trichterförmiger, ins innere führender Kanal ohne Ausnahme, sowohl im natürlichen Zustande als bei irgend einer künstlichen Behandlung, mangelt.

Münter (Bot. Zeit. 1845, Pag. 197) kam zu dem Schlusse, dass die Anlagerung der Schichten beim einzelnen Stärkekorn nicht von aussen geschehen könne, und vermuthete, dass für die zusammengesetzten Körner ein dem Zellenbildungsprocess ähnlicher Vorgang anzunehmen sei. Walpers (Bot. Zeit. 1851, Pag. 339) folgte dieser Ansicht. — Reissek (Flora 1847, Pag. 13) erklärte die Amylumkörner als besondere wenig ausgebildete Zellen, da dieselben durch Metamorphose hohl und blasenförmig werden können, und da sie zuweilen auch schon im normalen Zustande eine deutliche Membran und eine Füllungsmasse erkennen lassen. — Ich selber (Zeitschrift für w. Bot. 1847 Pag. 117) nahm an, die Stärkekörner seien bläschenförmige Gebilde mit einer aus Cellulose bestehenden Membran und aus Stärke gebildeten Verdickungsschichten, welche wie die Verdickungen der Zellmembran bei der Entstehung von aussen nach innen auf einander folgen; — die zusammengesetzten Körner seien aus mehreren einfachen Körnern verschmolzen, die zusammen in einem Chlorophyll- oder Schleimbläschen sich gebildet und durch gegenseitigen Druck abgeplattet haben. — Eine ähnliche Theorie sprach Kützing aus (Grundzüge der philos. Bot. I, 263); Bildung und Wachsthum der Stärkekörner komme ganz mit Zellenbildung und Zellenwachsthum überein; der Zellkern sei dort durch ein Luftbläschen und die Zellwand durch Amylsubstanz vertreten. — Hartig (Bot. Zeit. 1855, Pag. 905) vergleicht die Bildung des Stärkekorns ebenfalls mit derjenigen der Zellwand.

Ich habe seit dem Jahr 1847 eine Menge Beobachtungen über die Entwicklungsgeschichte der Stärkekörner gesammelt, und es wurde mir dadurch möglich, die Theorie derselben wesentlich zu modificiren und weiter zu bilden. Ehe ich zur Darlegung von Thatsachen und Schlüssen übergehe, glaube ich mich verpflichtet, kurz das Richtige und das Falsche in meiner frühern Ansicht darzutun. Es wird sich daraus ergeben, dass dieselbe doch nicht so unberechtigt war, als es seitdem dargestellt worden ist, dass sie vielmehr der Wahrheit weit näher kommt als die frühere entgegengesetzte Ansicht, und dass sie gewissermassen als der nothwendige Durchgangspunkt von der letztern zu der jetzigen Theorie erscheint.

Die Entwicklungsgeschichte der Stärkekörner ist, wie gewiss alle Beobachter, die sich damit ernstlicher befasst haben, eingestehen werden, eines der schwierigsten Probleme microscopischer Forschung. Scheinbar nirgends trifft man auf feste Anhaltspunkte, und glaubt man welche zu haben, so entgleiten sie wieder unter den Händen. Es ist daher leichter, durch einen gewissen natürlichen Takt eine richtige Ueberzeugung von dem Entwicklungsgange, als die positiven Beweise dafür zu erlangen, — im Gegensatz zu vielen andern Untersuchungsobjekten, wo man zuerst die klar formulirten Thatsachen gewinnt, und dann daraus das Gesetz ableitet. Ich behaupte sogar, dass ein aufmerksamer Beobachter lange vorher zu der Gewissheit kommen muss, die Stärkekörner wachsen im Innern, ehe er durch Thatsachen Andere überzeugen kann.

Auf diesem Standpunkte befand ich mich noch wesentlich im Jahr 1847, so dass Mohl sagen konnte, Beweise für meine Angaben suche man vergebens (Veg. Zelle, Pag. 50), und dass Schleiden (Grundzüge dritte Auflage, I, 188) sogar die Bemerkung machte, ausser Fritzsche's und seiner Ansicht besitzen wir nur einige völlig unbegründete kecke Phantasiespiele, die keine Widerlegung verdienen, da ihnen auch nicht einmal Scheingründe zur Seite stehen. Ich hatte allerdings damals bloss das unabweisbare Gefühl, dass die Stärkekörner nicht durch Auflagerung von aussen wachsen, und dass die innersten Schichten die jüngsten Bildungen seien. Jetzt aber glaube ich meine Gegner auch durch faktische Beweise zu einer Ueberzeugung bringen zu können, welche allerdings nicht aus meinen frühern Angaben allein, sondern nur in Verbindung mit einer genauen und vielseitigen microscopischen Untersuchung gewonnen werden konnte.

Die Frage, ob die innersten oder die äussersten Schichten des Stärkekorns die ältesten seien, war die Angel, um die sich die Entwicklungsgeschichte drehte. War sie entschieden, so hingen die übrigen Vorstellungen von dem Standpunkte der physiologischen Begriffe damaliger Zeit ab. Da bekenne ich gerne, dass ich, in Irrthümern der Schule befangen, der Bildungsgeschichte des Stärkekorns eine ganz falsche Form gegeben habe.

Einerseits glaubte ich nämlich, dass bei geschichteten Gebilden die Schichten in einer bestimmten Reihenfolge, so namentlich in der Membran der Pflanzenzelle von aussen nach innen sich aufeinander angelagert haben. Zur Entschul-

digung kann ich aber beifügen, dass ich hiebei der ausnahmslosen Annahme der Pflanzenphysiologen folgte, und dass ich meine Ueberzeugung ausser eigenen Forschungen vorzüglich aus den Schriften Mohl's schöpfte. Jetzt weiss ich freilich, dass die Membranen wenigstens nicht ohne Ausnahme durch Apposition von innen wachsen, sondern dass die Verdickung und die Schichtung in einzelnen Fällen sicher durch Intussusception und Differenzirung im Innern erfolgt. Ich werde später die Beweise hiefür mittheilen.

Anderseits glaubte ich, dass die Stärkekörner im Innern eine Höhlung, allerdings oft nur fast punktförmiger Ausdehnung besitzen. Ich folgte hierin der Behauptung Schleidens, welche ich vorzüglich dadurch bestätigt fand, das ich in frischen Geweben, wo von einem vorausgegangenen Austrocknen nicht die Rede sein konnte, zuweilen Körner mit grosser deutlicher Höhlung beobachtete. Jetzt weiss ich freilich, dass diess Formen einer seltener vorkommenden Auflösung sind, und dass der scheinbare Hohlraum in den andern Körnern mit wirklicher, wenn auch sehr wasserreicher Substanz gefüllt ist. Denn derselbe verhält sich in allen Beziehungen wie die weichen Schichten (Pag. 54), und wenn es gelingt, durch Speichel alle Granulose (Amylum) aus den Stärkekörnern bis auf den Kern auszuziehen, so besteht dieser dann deutlich aus Substanz, und färbt sich durch Jod blau (Pag. 113 §.)

Zu diesen beiden unrichtigen Vorstellungen kam dann noch die dritte der Wahrheit näher kommende Annahme, dass die äussere Schicht aus Cellulose bestehe. Diess hat sich wenigstens in so weit bestätigt, dass es die an Cellulose reichste Schicht des ganzen Kornes ist, und dass wahrscheinlich in ihr das Amylum an Quantität zurücksteht.

Dass die Stärkekörner zuerst als kleine Kugeln auftreten und nachher zu beträchtlichen Grössen anwachsen, erregte in mir kein Bedenken gegen meine Theorie. A. Braun (Verjüngung Pag. 212) hat zwar gerade aus diesem Grunde eine Schichtenanlagerung von aussen angenommen, weil nämlich die Höhlung in jüngern Körnern nicht vorhanden und in grössern so klein sei, dass bei der enormen Vergrösserung, welche das Stärkekorn während der Schichtenbildung erleide, eine nachträgliche Ausdehnung der äussern Schichten angenommen werden müsste, wie sie kaum denkbar sei. Wenn wir das ursprüngliche Bläschen selbst bloss $\frac{1}{2}$ Mik. ($\frac{1}{2000}$ Mill. Met.) gross annehmen würden (in Wirklichkeit erscheint das Korn kaum bei 4facher Grösse, d. h. bei 2 Mik. Durchmesser hohl), so wäre die Ausdehnung der Membran selbst für die grössten Stärkekörner dennoch lange nicht so beträchtlich, als es das Wachsthum der Zellmembran bei manchen Embryosäcken und bei den Internodialzellen der Characeen in Wirklichkeit ist. Ueberdem könnte ich noch beifügen, dass gerade bei den grössern Stärkekörnern die äussern Schichten scheinbar unvollständig sind, was bis jetzt bei den genannten Zellen nicht beobachtet ist. — Mit blosser mechanischer Ausdehnung der Schichten möchte man aber auch bei der gewöhnlichen Ansicht über die Schichtenbildung bei der Zellmembran nicht auskommen; man müsste in denselben wenigstens das Flächenwachsthum zum Theil durch Intussusception vor sich gehen lassen.

Meine Ansicht über die Entstehungsweise der zusammengesetzten Körner, dass nämlich mehrere einfache in einem Bläschen sich bilden und durch Druck mit einander verwachsen, hatte keine günstigere Aufnahme gefunden. Mohl (Veg. Zelle Pag. 50) sagt, völlig aus der Luft gegriffen sei die Angabe, dass die durch gegenseitigen Druck eckigen Körner zusammen in einem Chlorophyllkorne entstanden seien, denn es finden sich solche Körner auch in unterirdischen Theilen, in welchen keine Spur von Chlorophyll vorkomme, wie im Rhizome von *Gloriosa superba*. Nun führte ich aber unter drei Fällen, die ich beobachtet und abgebildet hatte, zwei an, wo sich mehrere Stärkekörner in farblosen Bläschen (bei *Fucoideen* und bei *Caulerpa*) und einen, wo sie in Chlorophyllkörnern entstanden waren (Zeitschrift für wiss. Bot. 1847, Pag. 119). Das schloss also wenigstens die Entstehung von zusammengesetzten Körnern innerhalb Bläschen auch für unterirdische Organe mit farblosem Gewebe bei höhern Pflanzen nicht aus, obgleich ich es da allerdings nicht beobachtet hatte.

Damals kannte ich bloss die Entstehung von zusammengesetzten Körnern durch Zusammenschmelzen einfacher Körner innerhalb von Bläschen. Sie musste vorderhand als allein gültig betrachtet werden, bis eine andere Bildungsweise nachgewiesen war. Meine ursprüngliche Annahme hat sich nun für eine Reihe von Fällen bestätigt, während es mir zugleich möglich geworden ist, für eine andere Reihe eine verschiedene Entstehungsart darzuthun.

Uebergend zu der kritischen Betrachtung der Thatsachen, welche über das Wachsthum der Stärkekörner Aufschluss geben, will ich zuerst einige Erscheinungen anführen, welche auf Veränderungen in der Substanz hinweisen. —

Es giebt Körner, welche schon im frischen Zustande Risse im Innern besitzen; Risse, welche früher nicht vorhanden waren, und welche während des Wachstums entstanden sind. Man beobachtet sie zuweilen in einfachen Körnern; z. B. in den Knollen von *Coelogyne fimbriata*, im Wurzelstock von *Iris*, *Canna*, in der Zwiebel von *Hyacinthus*, im Mark von *Cereus*, im Milchsafte von *Euphorbia*, im Eiweiss von *Zea*, *Panicum*, *Sorghum*, *Polygonum*. Die gleiche Erscheinung nimmt man auch an Theilkörnern und Bruchkörnern wahr; diejenigen im Stamm von *Isoetes* z. B. sind in jüngeren Partien des Gewebes homogen, in älteren dagegen besitzen sie strahlenförmige Risse.

Diese Risse und Spalten können nicht durch Aufnahme oder Abgabe von Wasser erklärt werden; denn die nämlichen Körner erhalten keine Risse, wenn sie in reines Wasser, noch wenn sie in concentrirte Zuckerlösung, also in ein Maximum und Minimum der Verdünnung, wie sie die Zellflüssigkeit nicht erreicht, gebracht werden. Ebenso wenig kann die saure oder alkalische Zellflüssigkeit die Risse erzeugt haben; denn angesäuertes Wasser und verdünnte Kalilösung, deren Concentrationsgrade die der Zellflüssigkeit weit übersteigen, bringen an den frischen Stärkekörnern noch keine Veränderungen hervor. Die Auflagerung von Schichten kann natürlich keinen Einfluss ausüben. — Die Risse können nur durch ungleiche Ausdehnung der Substanz entstanden sein. Es müssen also Wachstumsprocesse im Innern vor sich gehen.

Ich habe oben (Pag. 108) gezeigt, dass zuweilen die Stärkekörner schon in der lebenden Pflanze im Innern aufgelöst werden und dabei geringe Quellungserscheinungen zeigen, und dass solche Körner meistens strahlenförmige Risse besitzen. Früher war ich geneigt, die Risse als Folge des Aufquellens zu betrachten, wie wenn Säuren, Alkalien oder heisses Wasser eingewirkt haben. Eine genauere Würdigung der Thatsachen ergab indess die Unstatthaftigkeit dieser Erklärung. Denn einerseits sind die Risse, trotz der geringen Ausdehnung der Substanz, beträchtlich stärker als diejenigen, welche die (eine grössere Zunahme bewirkenden) Quellungsmittel hervorbringen. Andererseits beobachtet man sie an Körnern, die noch keine Spur von Aufquellen zeigen. Wir können daher die Ursache nur in einem allerdings abnormalen Wachstumsprocess finden, dem dann häufig Auflösungs- und geringe Quellungserscheinungen folgen.

In den halbzusammengesetzten Körnern kommen zwischen den eingeschlossenen Theilkörnern als eine regelmässige Erscheinung Spalten vor (z. B. Fig. 12 auf Taf. XI; Fig. 9, 10, 16 auf Taf. XVI; Fig. 4 auf Taf. XIX). Dieselben waren früher nicht vorhanden. — In den ganz zusammengesetzten Körnern sind die Spalten oder Trennungslinien zwischen den Theilkörnern anfänglich sehr dünn und zart; sie werden nach und nach deutlicher und breiter. Die jüngsten Partien des Gewebes im Stamm von *Isoetes* enthalten Stärkekörner von unregelmässiger Gestalt und von ganz homogenem Ansehen; ihre Grösse beträgt 6—20 Mik. (Taf. XIX, 43, 46, 48, 49; Taf. XXV, 12, e, g, h). In etwas älteren Geweben findet man die gleichen Körner, aber viele durch Trennungslinien in zusammengesetzte verwandelt; sie sind etwas grösser geworden, der Durchmesser beträgt 10—24 Mik. (Taf. XIX, 50; Taf. XXV, 12, d, m). In noch älteren Geweben sind die Körner bis 33 Mik. lang, fast alle zusammengesetzt und manche in Bruchkörner zerfallen (Taf. XIX, 44, 45; Taf. XXV, 12, b, f, c, k, i). Man kann das allmähliche Auftreten der Spalten und ihr Stärkerwerden bis zum Zerfallen verfolgen. — Ein anderer merkwürdiger Fall ähnlicher Art wurde an den grossen im Wurzelstock von *Canna* vorkommenden Amylumkörnern beobachtet. Hier werden zuweilen einzelne Stücke der Oberfläche, namentlich des hinteren Randes, förmlich herausgeschnitten und fallen als Theilkörner ab. Auch hier kann man, und zwar noch viel schöner, die Entstehung der Spalten, und zwar vom ersten Moment an sehen. Ich werde diese Erscheinung später noch näher beschreiben.

Schleiden (Grundzüge, dritte Auflage, I, 187) legt besonderes Gewicht auf den Umstand, dass bei der Kartoffelstärke sowie bei andern Stärkcarten die innern Schichten der grösseren Körner die gleiche Kugelgestalt zeigen wie die kleinen und jungen Körner, dass ferner bei *Bletia* charakteristische Formen von Körnern sich wiederfinden als innere Schichten von noch weiter entwickelten Körnern. Er zieht daraus fast die Gewissheit, dass die äusseren Schichten sich auf die innern anlagern. — Dagegen sind aber zwei entscheidende Einwürfe zu machen, erstlich, dass zuweilen die kleineren Körner und die innern Schichten der grösseren eine verschiedene Form zeigen, und zweitens, dass sie in der Substanz stets von einander abweichen.

Weitaus bei den meisten Stärkearten haben allerdings die innern Schichten die Gestalt und oft auch ungefähr das Ansehen von jüngern Körnern. So sind alle Stärkekörner in den frühesten Stadien kugelig, und diese Form finden wir auch beim Kern und den denselben zunächst umgebenden Schichten wenigstens in der Mehrzahl der Fälle. Ist der Kern sammt den nächst liegenden Schichten länglich oder linsenförmig, so stimmen damit die Körner von gleicher Grösse zwar oft, aber durchaus nicht immer überein. Namentlich machen wir bei Stärkearten mit verlängertem Kern die Beobachtung, dass die kleinen Körner breiter sind als der Kern von derselben Länge in grössern Körnern, so in den Samen von *Pisum* und andern *Papilionaceen*, im Milchsaft von *Euphorbia*.

Noch viel deutlicher wird aber die Verschiedenheit, wenn wir grössere Schichtencomplexe in ausgebildeten Körnern mit ganzen Körnern von gleichen Dimensionen vergleichen. In den Schuppen des Wurzelstockes von *Dentaria digitata* Lam. fand ich die Körner von 10 bis 16 Mik. Länge $1\frac{1}{2}$ bis 3 Mal so dick als lang (Taf. XXIV, 17, a, b); die Schichten von 10 bis 16 Mik. Durchmesser in grössern Körnern sind dagegen eben so dick oder beinahe so dick als lang (17, c, d). — Die gleiche Beobachtung lässt sich fast regelmässig bei einer ganzen Klasse von Stärkekörnern machen; bei solchen nämlich, die einen excentrischen kugeligen Kern und eine verlängerte oder keilförmige Gestalt mit verdicktem Kernende besitzen. Die innern Schichten von ausgebildeten Formen nähern sich hier his auf eine ziemliche Grösse der Kugelgestalt, während ganze Körner von gleicher Grösse länglich oder keilförmig zusammengedrückt sind.

Es kommt aber auch das Umgekehrte vor. Bei gewissen Stärkearten giebt es Schichten im Innern, die mehr von der Kugelgestalt abweichen als ganze Körner von gleicher Grösse. Auf Taf. XIV, XV, XVI sind Stärkekörner aus dem Stamm von *Cereus variabilis* Pfeiff. abgebildet, einige derselben mit innern Schichtensystemen, wie sie in gleicher Art nie als ganze Körner auftreten, was nach der Theorie der Schichtenauflagerung doch der Fall sein müsste.

Noch viel deutlicher aber habe ich diess bei den Stärkekörnern im Wurzelstock von *Canna* (namentlich von *Canna lagunensis* Lindl.) beobachtet. Hier kommen zuweilen eingeschlossene Schichtensysteme von lanzettlicher oder lineal-spindelförmiger Gestalt vor, wie es gar keine Körner von gleicher Form und Structur giebt. Die Beobachtung wurde zu spät gemacht, um noch in die Tafeln aufgenommen werden zu können. Diese Schichtensysteme haben einige Aehnlichkeit mit *cf* in Fig. 15 und 18 auf Taf. XIV oder mit *eg* in Fig. 6 auf Taf. XV, sind aber viel länger und schmaler, an beiden Enden spitz, das eine Ende im Schichtencentrum, das andere jenseits des mathematischen Mittelpunkts. Dieselben nehmen die Achse von sonst regelmässig gestalteten und geschichteten Körnern ein. — Auch in Fig. 9 auf Taf. XVII (*Canna lanuginosa* Bosc.) befindet sich ein Schichtencomplex, wie er nicht frei als ganzes Korn vorkommt; die jungen Stärkekörner der gleichen Art sind rundlich oder rundlich-oval (Fig. 20), und zeigen einen etwas andern Schichtenverlauf.

Wenn aber Kern und innere Schichtencomplexe schon häufig in der Gestalt und im Bau von ganzen Körnern gleicher Grösse abweichen, so ist diess noch viel deutlicher und ohne Ausnahme mit der Substanz der Fall, aus der sie bestehen. Die Stärkekörner in der Kartoffel, im Mark von *Cereus*, im Wurzelstock von *Canna*, in den Samen von *Chara*, von *Pisum*, überhaupt alle, deren Schichtung hinreichend deutlich ist, haben einen weichen röthlichen Kern, aus einer so wasserreichen Substanz bestehend, dass er selbst irrthümlicher Weise als Höhlung angesehen wurde. Solche Kerne oder Körner, welche denselben ähnlich wären, kommen freiliegend gar nicht vor. Alle kleinen Körner bestehen durch und durch aus einer dichten Masse. Diess wurde auch von A. Braun bemerkt, welcher sagt, in den jüngern Körnern sei die Höhlung noch nicht vorhanden (Verjüngung, 212). — Erst wenn die Körner etwas grösser werden, so tritt im Innern der röthliche Kern auf. Auf Taf. XI ist in Fig. 9. ein kleines, noch homogenes Kartoffelstärkekorn, in Fig. 10 ein grösseres mit 2 röthlichen Kernen abgebildet. Fig. 19, 20, 47 auf Taf. XVIII zeigen junge Stärkekörner aus Linsensamen, Fig. 29, 30, 31 auf der gleichen Tafel junge Körner aus dem Saameneiweiss von Sorghum.

Wie mit dem Kern verhält es sich mit den weichen Schichten. Bei manchen Stärkearten wechseln ziemlich breite Schichten von weicher und dichter Beschaffenheit mit einander ab. Solche Körner sind auf Taf. XI aus Kartoffeln, auf Taf. XIV, XV, XVI aus dem Mark von *Cereus*, auf Taf. XVII aus dem Wurzelstock von *Canna* abgebildet. Würden die Schichten von aussen angelagert, so müssten die kleinern Körner bald von einer weichen, bald von einer dichten

Schicht umschlossen sein. Nun giebt es aber keine Körner von irgend welcher Grösse oder Entwicklungsstadium und von irgend welcher Stärkeart, wo einmal eine weiche röthliche Schicht aussen läge. Die Rinde ist immer dicht.

Dass die Kerne sammt den innern Schichten mit den freiliegenden Körnern von gleicher Grösse und Gestalt nicht identisch sind, ergibt sich aber nicht bloss aus dem verschiedenen Aussehen, sondern auch aus der ungleichen Löslichkeit. Wenn man trockene oder feuchte Stärkekörner (z. B. von Kartoffeln) einer höhern Temperatur oder der Einwirkung von verdünnter Kalilösung und wasserhaltiger Schwefelsäure aussetzt, so verschwinden beim schwächsten Grade des Angriffes die Kerne und innersten Schichten der grössern Körner, während ganze Körner von gleicher Grösse noch vollständig unverändert bleiben. Bei etwas stärkerer Einwirkung sind die grossen Körner ganz aufgequollen und auf eine dünnwandige Blase reducirt, während die kleinen erst geringe Veränderungen im Innern zeigen (vgl. Pag 107 und 163 bis 164, Versuch 8 und 13). Wenn die kleinen und jungen Stärkekörner der innern Partie grösserer Körner entsprechen würden, so müssten sie auch durch die nämlichen Einflüsse aufquellen und gelöst werden; sie müssten sogar der Einwirkung schneller erliegen, da sie frei und nicht von umgebenden Schichten geschützt sind. — Es ist aber, soweit meine Erfahrungen reichen, ausnahmslose Regel, dass bei der nämlichen Stärkeart die kleinen Körner nicht nur mehr als die innern Partien grösserer, sondern sogar mehr als diese selbst, den quellenden Lösungsmitteln widerstehen.

Wenn kochendes Wasser, alkalische Lösungen oder verdünnte Mineralsäuren stärker auf die Amylumkörner einwirken, so werden sie in dünnwandige Blasen verwandelt, indem nur die äusserste Schicht membranartig bleibt, die ganze innere Masse aber entweder gelöst oder wenigstens vollkommen desorganisirt wird, dem bewaffneten Auge verschwindet und bei der Färbung mit Jod feinkörnig erscheint. Kleine und grössere, jüngere und ältere Körner verhalten sich in dieser Beziehung ganz gleich. Es ist diess der deutlichste Beweis, dass die äusserste Schicht jüngerer Körner nicht etwa einer innern Schicht von späteren Entwicklungsstadien entspricht, sondern dass die äusserste Schicht aller Körner das gleiche Organ ist.

Haftig (Bot. Zeit. 1855, Pag. 905) stützt sich für seine Ansicht, dass die Schichten innen, nicht aussen angelagert werden, ebenfalls vorzüglich auf die Anwesenheit einer von der innern Substanz verschiedenen, durch Jod braun gefärbten Hüllhaut. Unbegreiflicher Weise schreibt er sie aber bloss den jüngern Körnern zu, indess bei den ausgebildeten keine Spur mehr vorhanden sein soll, da sich hier Alles blau färbe. Ich finde diesen Unterschied nicht. Die Rinde von grössern und kleinern Körnern färbt sich durchaus gleich, vorausgesetzt, dass sie auf eine gleiche Dicke reducirt sei, dass sie eine gleich geringe Veränderung durch die Quellungsmitel erfahren habe, und dass sie einer gleichen Jodlösung ausgesetzt werde. Diese Bedingungen sind zwar schwer herzustellen; dennoch überzeugt man sich bei Wiederholung der Versuche ziemlich bald, dass die Jodreaction in allen Körnern auf die nämliche Art wirkt. Sollte es dabei auch nicht gelingen, die Rinde anders als blau zu färben, so kann man die Identität an grossen und kleinen Körnern doch sicher und leicht durch das vorhin angegebene Merkmal (Widerstandsfähigkeit gegen quellende Lösungsmittel) feststellen.

Von der Anwesenheit einer äussersten differenten Schicht bei grossen und kleinen Körnern überzeugt man sich aber nicht bloss bei Anwendung von Quellungsmitel, welche die innere Masse verschwinden oder flockenartig aus dem geplatzten Sack heraustreten lassen, sondern vorzüglich auch, wenn Mittel von stärkerer Einwirkung alle innern Schichten in Körner zersplittern und nur die äusserste verschonen. Dieses Zerfallen kann im Mittelpunkt beginnen und nach aussen hin fortschreiten; es spricht aber besonders überzeugend für die Verschiedenheit der äussersten Schicht, wenn die Desorganisation in Körner unmittelbar innerhalb derselben mit der nächstfolgenden Schicht beginnt und von da nach dem Centrum fortrückt (vgl. Pag 153, 154).

Crüger (Bot. Zeit. 1854, Pag 41) will zwar gefunden haben, dass die excentrisch geschichteten Stärkekörner mit dem hintern Ende dem Protoplasma oder Chlorophyll aufsitzen und dass sie daselbst gewöhnlich eine äusserste Schicht wahrnehmen lassen, welche sich durch Jod nicht blau, aber auch nicht so intensiv braun oder gelb wie Protoplasma färbe, und die den Uebergang von dem letztern zur Stärke darstelle. Durch diese Beobachtung hält er die Schichtenanlagerung von aussen für erwiesen. Die Mittheilungen und Zeichnungen, die er giebt, sind aber wohl noch nicht

im Stande, die Angabe ausser Zweifel zu stellen. Etwas Aehnliches wurde von keinem andern Beobachter gesehen, wenn Crüger nicht etwa die äusserste, an Cellulose reiche, durch Jod zuweilen bloss violett oder röthlich werdende Schicht meint; diese befindet sich aber nicht nur an einer Seite, sondern am ganzen Umfange.

Dass die Schichtung nicht durch Anlagerung von aussen, sondern im Innern entsteht, dafür giebt es aber auch direkte Beweise. Manche Stärkekörner erreichen eine gewisse Grösse und erscheinen noch vollkommen homogen; erst später wird ihre Substanz geschichtet. In den jungen Schuppen des Wurzelstocks von *Dentaria digitata* Lam. sind die Körner bis 16 Mik. gross und von homogenem Ansehen (Taf. XXIV, 17, a, b); wenn sie grösser werden, so lassen sie Kern und Schichten erkennen (Fig. 17, c, d); und zwar sind die innern Schichten viel kleiner als das ursprüngliche ungeschichtete Korn.

Die Stärkekörner in den noch unreifen Sporen von *Chara* wachsen bei vollkommener Homogenität ihrer Substanz ebenfalls zu einer Grösse an, welche das ungeschichtete Centrum der ausgebildeten Körner in den reifen Sporen beträchtlich übertrifft. Die jungen structurlosen Körner sind bis 20 und 25 Mik. gross (Taf. XVIII, 9, A und B); die innerste Schicht im ausgebildeten Zustande ist nicht über 10 und zuweilen selbst bloss 4 und 3 Mik. gross (Taf. XVIII, 1, 2). Man kann hier das allmähliche Deutlichwerden der Schichtung beobachten, wenn man die Sporen des nämlichen Exemplars in verschiedenen Entwicklungsstadien untersucht. — Aehnliche Erscheinungen wurden in andern Pflanzen wahrgenommen.

Die Stärkekörner haben, wenn sie frei und einzeln in einer Flüssigkeit oder in weichem Protoplasma sich ausbilden, eine überall gerundete Oberfläche. Wenn sie aber die Zelle ganz ausfüllen, so bekommen sie durch gegenseitige Abplattung eine polyedrische Gestalt mit ebenen Flächen, scharfen Kanten und Ecken, wie das z. B. im Sameneiweiss von *Zea Mays* Lin. der Fall ist (Taf. XXII, Fig. 2, a und b zwei mit Körnern vollgepfropfte Zellen). Auf gleiche Weise können sich die zusammen in einem bläschenförmigen Gebilde (z. B. in einem Chlorophyllkorn) entstehenden Amylumkörner verhalten und durch Druck eckig werden.

Es versteht sich von selbst, dass die Abplattung nur allmählig eintritt, in dem Maasse als die Körner sich vergrössern. Man findet daher in den verschiedenen Entwicklungsstadien alle möglichen Uebergänge von den kugeligen Formen durch solche mit einzelnen rundlichen abgeplatteten Stellen zu vollkommenen scharfeckigen Polyedern. Einmaliger mechanischer Druck, der auf ein Stärkekorn ausgeübt wird, comprimirt dasselbe nur sehr unbedeutend; wenn der Druck stärker wird, so bekommt es, wegen der geringen Dehbarkeit seiner Substanz, Spalten und Risse, und zerfällt endlich in Stücke (vgl. Pag. 39). Wenn aber die mechanische Ursache während der Entwicklung dauernd einwirkt, so modifizirt sie das Wachstum; sie verhindert oder erschwert die Vergrösserung in gewissen Richtungen und gestattet sie in andern. Es ist begreiflich, dass auf diese Weise selbst ein geringer Widerstand, wie ihn die Wandung des Chlorophyllkorns z. B. auszuüben vermag, hinreicht, um anfänglich kugelige Stärkekörner zu veranlassen, sich polyedrisch auszubilden. Die gegenseitig abgeplatteten Körner bleiben durch Adhäsion mit einander verbunden, und bilden zusammen ein sogenanntes zusammengesetztes Korn.

Nun giebt es aber auch zusammengesetzte Amylumkörner, die nicht innerhalb von bläschenförmigen Gebilden, sondern freischwimmend in der Zellflüssigkeit sich bilden, wie das auch schon von Münter (Bot. Zeit. 1845, Pag. 197) hervorgehoben wurde. Dieselben haben, wie die einfachen und wie die in freischwimmenden Bläschen entstandenen zusammengesetzten Körner, eine überall gerundete Oberfläche. Es giebt solche, die vollkommen kugelig oder oval sind (Taf. XVII, 21; Taf. XVIII, 32, 34, 44, 45; Taf. XIX, 23; Taf. XXVI, 19, 20, 22). Bei andern springen die Theilkörner vor (Taf. XIX, 24; Taf. XXV, 8, e; 13, 14; Taf. XXVI, 1, 3, 8, 12).

Diese zusammengesetzten Körner können nicht durch Zusammenkleben und gegenseitiges Abplatten von einfachen Körnern entstanden sein. Dafür mangelt, da sie frei im Wasser liegen, die Kraft, welche sie an einander presst. Wären es andere feste Körper, die den Druck ausübten, so müsste auch die Oberfläche die Wirkung desselben zeigen. Dieselbe müsste ebenfalls abgeplattete oder eingedrückte Stellen besitzen, was jedoch nicht der Fall ist.

Dies ist eben so sicher in der Theorie, als es sich durch die Erfahrung bestätigt. Wenn an einem einfachen Korn, das frei im Zellenlumen (nicht in einem Bläschen) liegt, an einer Seite eine durch Druck hervorgebrachte Abplattung sich findet, so kann man sicher sein, auf der entgegengesetzten Seite ebenfalls eine solche zu finden. So kommt in den Sporen von *Nitella* eine einfache Schicht von wandständigen Stärkekörnern vor; dieselben sind anfänglich kreisrund und etwas zusammengedrückt. Sie werden nach und nach polygon, mit ebenen Seitenflächen und scharfen Kanten dazwischen; die dem Lumen der Zelle zugekehrte Fläche zeigt aber natürlich keine durch Druck entstandene Abplattung.

Der beste Beweis, dass die in der Zellflüssigkeit frei liegenden zusammengesetzten Körner nicht durch gegenseitiges Abplatten einfacher Körner mittelst Druck entstanden sind, liegt aber in dem Umstand, dass sie selber durch gedrängte Lage mehr oder weniger polyedrisch werden.

Nun könnte man vermuten, die zusammengesetzten Körner entstehen zwar nicht durch Zusammenpressen von einfachen Körnern, sondern so, dass 2 oder mehrere kleine Körner sich an einander legen und in ihrer Gesamtheit durch Schichtenauflagerung wachsen, wobei die Schichten, die den einzelnen Körnern entsprechen, in Abtheilungen getrennt bleiben. Eine ähnliche Ansicht hat Crüger ausgesprochen (*Bot. Zeit.* 1854, Pag. 48). Nach demselben sollen die polyedrischen Theilkörner der zusammengesetzten Körner bei *Batatas edulis* und bei den übrigen Pflanzen ebenfalls nicht etwa durch Zusammendrücken, sondern durch die Entwicklung in einer genäherten Stellung entstehen, wobei sie zuerst noch von jener Uebergangssubstanz Crüger's, die ich vorhin erwähnte, getrennt seien und nach Verschwinden dieser letztern in innige Berührung treten.

Dieser Annahme widerspricht aber die Lage des Schichtencentrums in den Theilkörnern, die Gestalt dieser letztern und die relative Grösse, welche alle mit einander vereinigten Theilkörner in verschiedenen Altersstadien zeigen. — Wenn die Bildung auf die angegebene Weise statt haben würde, so könnten nur die an der Oberfläche des zusammengesetzten Kornes befindlichen Partien der Theilkörner in die Dicke wachsen. Es müssten also bei Zwilling-, Drillings- und Vierlingskörnern die Schichtencentren ihre ursprüngliche genäherte Lage behalten. Statt dessen entfernen sie sich in Wirklichkeit mit dem Grösserwerden des ganzen Kornes von einander, so dass sie fortwährend in der Mitte der Theilkörner verbleiben oder selbst der Oberfläche verhältnissmässig näher zu liegen kommen (vgl. z. B. Taf. XXV, 14, c, d, f); ich werde auf diesen Punkt noch besonders zurückkommen. — Es müssten ferner von den in einer einfachen Reihe liegenden Theilkörnern die mittlern mit dem fernern Wachstum scheibenförmig werden, und von den in einer einfachen Schicht liegenden, müssten die mittlern nach und nach sich stabförmig ausbilden. Statt dessen dehnen sie sich in der Wirklichkeit nach allen Richtungen aus (vgl. Taf. XIX, 17, 20, 21, 34; Taf. XXV, 13; Taf. XXVI, 8, 12, 14, 15, 16, 17). — Es müssten endlich, wenn viele Theilkörner körperlich vereinigt sind, die innern klein bleiben und nur die an der Oberfläche liegenden sich vergrössern. Statt dessen geschieht das Wachstum in allen ohne Ausnahme.

Man wird sich von den drei eben angeführten Thatsachen überzeugen, wenn man die zusammengesetzten Körner aus farblosen Geweben (wo sie nicht innerhalb von Bläschen entstehen) in verschiedenen Entwicklungsstadien aufmerksam mit einander vergleicht. Diese Thatsachen haben aber unbedingte Beweiskraft, wenn man nicht die mit der Theorie der Schichtenanlagerung von aussen im Widerspruch stehende Annahme machen wollte, dass die Ernährungsflüssigkeit zwischen die Theilkörner eindringe, und dass aus derselben auch an der abgeplatteten Seite neue Schichten angelagert werden, ja dass in sehr zahlreichen Fällen hier die Apposition viel lebhafter thätig sei, als an der freien Fläche.

Aus den bisherigen Betrachtungen geht mit der grössten Wahrscheinlichkeit hervor, dass die Theilkörner der zusammengesetzten Formen nicht durch Ansatz von aussen, sondern durch Stoffaufnahme im Innern wachsen; die Analogie der einfachen Körner, von denen ich früher gesprochen, und der Theilkörner in den halbzusammengesetzten, von denen ich gleich nachher sprechen werde, macht diese Wahrscheinlichkeit zur Gewissheit.

Ferner ergibt sich aus den gleichen Betrachtungen, dass ein zusammengesetztes Korn in allen den Fällen, wo es nicht in einem Bläschen entsteht, nicht durch Verschmelzung von einfachen Körnern sich bilden kann. Dann bleibt aber nichts anders übrig, als die Annahme, dass es aus einem einfachen Korn durch Theilung hervorgehe, welche die Folge von innern Wachstumsprocessen wäre. Diese Annahme wird durch folgende Thatsachen bestätigt.

Erstlich erinnere ich an die oben (Pag. 218) erwähnte Beobachtung, dass im Stamm von *Isoetes* einfache Körner dadurch in zusammengesetzte sich verwandeln, dass in ihnen allmählig Trennungslinien sichtbar werden. — Zweitens

sieht man oft da, wo zusammengesetzte Körner entstehen, Zustände, wie sie z. B. auf Taf. XVIII, Fig. 41, 43, 44, 45 gezeichnet sind; nämlich einfache Körner mit einem centralen Kern (41), solche mit 2 Kernen (43), mit 2 Kernen und einer sehr zarten Trennungslinie (44) und endlich Doppelkörner mit einer deutlichen Spalte (45). — Drittens beobachtet man häufig alle möglichen Uebergänge zwischen einfachen und zusammengesetzten Körnern, indem die Spalten einen grössern oder geringern Theil der Substanz durchbrechen (vgl. z. B. Taf. XV, XVI, XIX). Ich werde später auf diese beiden Erscheinungen näher eintreten. — Viertens verweise ich auf die Analogie der halbzusammengesetzten Körner, zu denen ich sogleich übergehe.

Als eine der wichtigsten Thatsachen, welche die Schichtenauflagerung von aussen beweisen sollte, wurden von verschiedenen Beobachtern die halbzusammengesetzten Stärkekörner betrachtet. Aus der Thatsache, dass 2 oder mehrere Theilkörner von gemeinschaftlichen Schichten umschlossen sind, zog man den Schluss, dass jene Körner, ursprünglich frei und getrennt, sich dann mit einander vereinigt haben und umhüllt worden seien. Fritzsche (Poggendorff's Annal. XXXII, 132), der die Bedeutung dieser Bildungen zuerst würdigte, glaubt, dass dieselben auf das Bestimmteste beweisen, dass alle Körner durch allmälige Ablagerung der äussern Schichten über die innern entstanden seien. Andere haben sich dieser Folgerung angeschlossen, und Schacht bezeichnet noch neulich (Anat. und Phys. der Gew. I, 58) die erwähnten Körner als schlagende Beweise für die Apposition von aussen.

Indess ist doch leicht einzusehen, dass aus der nackten anatomischen Thatsache, wie sie vorliegt, noch gar nichts folgt, so wenig als wir aus dem Bau der fertigen Weinbeere schliessen, dass zuerst die Kerne entstanden seien, weil sie innen liegen, und dass dann um dieselben sich das saftige umhüllende Parenchym und zuletzt die Oberhaut gebildet habe. Für die erwähnte Ansicht spricht nichts weiter als eine allgemeine und oberflächliche Aehnlichkeit, welche die Theilkörner der halbzusammengesetzten mit einfachen Körnern gleicher Grösse haben. Dagegen sprechen aber aufs Entschiedenste eine Reihe ähnlicher Gründe, wie ich sie für die einfachen und für die zusammengesetzten Körner angeführt habe, und die Entwicklungsgeschichte selber.

Dass die Theilkörner der halbzusammengesetzten mit den einfachen Körnern gleicher Grösse nicht identisch sind, ergibt sich aus einer genauen Vergleichung ihrer Form und Stellung, vorzüglich aber ihrer Substanz. Die Form hat im Allgemeinen um so weniger Aehnlichkeit, je kleiner und zahlreicher sie sind. Kleine einfache Stärkekörner haben eine kugelige, die Theilkörner dagegen eine halbkugelige, eckige, scheibenförmige oder verlängerte Gestalt (Taf. XI, 16, a, b, c, d; 17; Taf. XV, 4, 9, 10, 13; Taf. XVII, 10; Taf. XIX, 4, 6, 7, 9, 11). Es müssten die kleinen sich vereinigenden Körner gegenseitig abgeplattet worden sein; d. h. sie müssten, ehe die Umhüllung stattgefunden hat, sich zu wirklichen zusammengesetzten Körnern verschmolzen haben. Das ist aber unmöglich, weil sie frei in der Zellflüssigkeit liegen. Denn es versteht sich von selbst, dass die umschliessenden Schichten diese Abplattung nicht bewirken konnten; da die aufgelagerte Substanz, wie weich auch die Unterlage sei, doch nichts anders thut, als dass sie die Oberfläche überzieht und die Fugen ausfüllt.

Wenn die Theilkörner der halbzusammengesetzten Körner excentrische Kerne besitzen, so liegen dieselben auf der äussern, den Berührungsflächen abgekehrten Seite (Taf. XI, 14; Taf. XVI, 3, a; 10; 11, a; 16, c, b). Diese Stellung ist, einige eigenthümliche Ausnahmen abgerechnet, welche mit der unregelmässigen Schichtung einfacher Körner in genauer Beziehung stehen, durchaus constant. Die Regelmässigkeit wäre aber unerklärlich bei der Appositionstheorie; wenigstens würde man den Grund nicht einsehen, warum die Körner sich immer mit dem hintern Ende vereinigten.

Die Theilkörner von halbzusammengesetzten sind zuweilen durch breite Spalten getrennt, wie z. B. in Fig. 12 auf Taf. XI. Nähmen wir hier die umschliessenden gemeinsamen Schichten hinweg, so würden die 2 Theilkörner auseinanderfallen. Unmöglich können sie von Anfang an in dieser Art von der äussern Substanz umhüllt worden sein; jedenfalls müsste sich die Spalte erst später gebildet haben.

Wichtiger noch sind die Differenzen in der Substanz. Die kleinen einfachen Körner bestehen aus einer dichten Masse, welche unter dem Microscop weisslich oder bläulich-weiss erscheint und einen dunkeln Randschatten giebt (Taf. XI, 9). Gleichgrosse Theilkörner der halbzusammengesetzten Formen oder deren Kerne bestehen aus einer röthlich erscheinenden, äusserst wasserreichen Substanz, die mehr einem Hohlraum ähnlich sieht, und die freiliegend im

Wasser kaum sichtbar wäre und jedenfalls nicht den geringsten Randschatten geben würde (Taf. XI, 15). — Die Theilkörner, obgleich von umhüllenden Schichten geschützt, quellen auf und verschwinden bei einem Temperaturgrad des Wassers oder bei einem Concentrationsgrad der alkalischen Lösung und der Säuren, wo die einfachen Körner gleicher Grösse noch nicht oder nur wenig angegriffen werden.

Die einfachen Körner, gross oder klein, lassen, wenn die ganze innere Substanz durch quellende Lösungsmittel desorganisirt wird, die äusserste Schicht zurück. Die halb zusammengesetzten Körner verhalten sich durchaus wie die einfachen. Alles was innerhalb der äussersten Rinde eingeschlossen ist, verschwindet oder geht in einen feinkörnigen Zustand über. Von den Theilkörnern bleiben keine Membranen zurück, wie von gleichgrossen einfachen Körnern.

Wenn einerseits aus den bisher angeführten Thatsachen die Unmöglichkeit der Anlagerungstheorie hervorgeht, so zeigt andererseits die direkte Beobachtung eine andere Entstehungsart der halbzusammengesetzten Körner. In den jungen Zwiebeln von Hyacinthus sind die noch unentwickelten Stärkekörner bis 12 und 15 Mik. gross und noch vollkommen homogen. Dann treten Andeutungen von Structur auf (Taf. XIX, 25, 29, 30). In den ältern Zwiebeln erreichen die ausgebildeten Körner eine Grösse von 40 Mik. und darüber, und lassen nun deutlich in ihrem Innern die Theilkörner wahrnehmen (Taf. XIX, 2—4, 6—8, 15). — Diese Beobachtung steht nicht einzeln. Andere Stärkearten zeigen mehr oder weniger deutlich die gleiche Erscheinung, welche um so überzeugender spricht, je charakteristischer die Form der Stärkekörner ist, so dass, wie bei Hyacinthus, kein Zweifel über die Identität der jungen noch einfachen und der ältern halbzusammengesetzten Formen übrig bleibt.

Nachdem diess festgestellt ist, so lassen ganze Reihen von successiven Entwicklungsstadien, die man bei den grössern, deutlich geschichteten Stärkearten (aus Kartoffeln, aus dem Mark von Cereus und namentlich aus den Wurzelstöcken von Canna) leicht sammeln kann, folgenden Vorgang erkennen. Statt des ursprünglichen Kerns des einfachen Kornes treten 2 neue Kerne auf (Taf. XI, 10, 15); dazwischen bildet sich eine trennende Spalte (Taf. XI, 17; Taf. XV, 16; Taf. XVII, 10), und jeder der neuen Kerne wächst zu einem Theilkorn heran, in welchem früher oder später sich der nämliche Process wiederholen kann (Taf. XI, 12).

Die Beobachtungen an einfachen, zusammengesetzten und halbzusammengesetzten Körnern ergeben übereinstimmend, dass das Wachsthum der einfachen und der Theilkörner nicht durch Schichtenanlagerung von aussen und dass die Entstehung der halbzusammengesetzten und vieler ganz zusammengesetzten nicht durch Vereinigung von einfachen Körnern erfolgen kann, sondern dass Beides durch innerliche Prozesse geschehen muss, — dass die ursprünglich homogene Substanz geschichtet wird, und dass sie sich in Theilkörner sondert. Die Art und Weise, wie diess geschieht, soll in der Darstellung der Entwicklungsgeschichte nachgewiesen werden. Vorher will ich noch die Frage untersuchen, nach welchen Regeln im Allgemeinen die Einlagerungen und Substanzveränderungen sich richten. Es giebt nur wenige Thatsachen, welche in dieser Beziehung bloss eine einzige Erklärung zulassen.

Die Stärkekörner in den Sporen von Chara foetida sind, wie ich bereits bemerkt habe, noch vollkommen homogen, wenn sie eine Grösse erreicht haben, die das ungeschichtete Centrum der ausgebildeten Körner beträchtlich übertrifft. Die Schichten werden dann zuerst am Umfange deutlich; ihr Sichtbarwerden schreitet nach der Mitte hin fort, so dass die innere Schichtenbildung zarter, die äussere schärfer ausgeprägt ist. Während auf diese Weise die Schichtung von aussen nach innen erfolgt, wird das Korn noch beträchtlich grösser; das Wachsthum muss also in der innern Partie am lebhaftesten sein.

Bei den zusammengesetzten Körnern, die aus wenigen Theilkörnern mit Anlage zu excentrischer Ausbildung bestehen, liegen in den jüngsten und kleinsten Formen die Kerne mehr nach innen (den Scheidewänden genähert), so in Fig. 44, 45 auf Taf. XVIII. In allen ältern und grössern Formen sind sie weiter nach aussen gerückt. In solchen von mittlerer Grösse findet man sie in der Mitte jedes Theilkorns, so in Fig. 14 auf Taf. XVI, in Fig. 3, a, Fig. 17, b und 23, e, f auf Taf. XXVI. Die am meisten entwickelten Formen aber zeigen die Kerne ausnahmslos mehr oder weniger der Peripherie genähert, und zwar sind die letztern oft $1\frac{1}{2}$ bis 3, selbst bis 4 und 5 Mal weiter von den Theilkörnern

entfernt als von dem Umfange; so z. B. in Fig. 8, d und 12, e auf Taf XXIV; Fig. 1, b, c, f, Fig. 11, c und 13, b auf Taf. XXVI. Die Vergleichung ergibt, dass in einzelnen Fällen der innere Halbmesser in den Stadien, die der Beobachtung zugänglich sind, wenigstens 10 Mal mehr sich verlängert als der äussere. Wird das ganze zusammengesetzte Korn als Einheit betrachtet, so ist somit die lineare Zunahme der innern zwischen den Kernen der Theilkörner befindlichen Masse bis auf das 10fache beträchtlicher, als die Zunahme der Masse ausserhalb der Kerne.

Bei einigen Stärkearten mit grossen, sehr excentrisch geschichteten Körnern werden aber die Verhältnisse noch bedeutender. So sah ich in dem Wurzelstock von *Canna* Zwillingkörner, wo die Excentricität der von einander abgekehrten Kerne bis $\frac{1}{10}$ und $\frac{1}{12}$ betrug. In einem solchen Korn von 50 Mik. Länge waren die äussern Halbmesser der beiden Theilkörner nur 2 Mik. lang, während der innere Radius des einen 23 Mik., des andern 24 Mik. mass. Kleinere Theilkörner haben den inneren und äussern Radius von gleicher Grösse, und zwar jeden von 2 Mik. oder mehr. Entweder hat nun in dem angeführten Korn der äussere Halbmesser abgenommen, während der innere sich verlängerte; oder wenn man dieses nicht annehmen will, so muss der innere 11 und 12 Mal grösser geworden sein, indess der äussere sich nicht veränderte.

Als die kleinsten Körner, aus denen mit Sicherheit Zwillingkörner hervorgehen, fand ich solche von 6 Mik. Durchmesser mit 2 Kernen, noch ohne trennende Spalte (ähnlich wie die innere Schicht von Fig. 10 auf Taf. XI). Der Abstand zwischen den Mittelpunkten der beiden Kerne und von denselben zur Peripherie betrug je 2 Mik. Man darf mit ziemlicher Sicherheit annehmen, dass jenes Zwillingkorn, dessen Dimensionen ich vorhin angab, aus einem solchen halbzusammengesetzten Korn entstanden ist. Dann hat sich der Abstand von dem Centrum jedes Kerns bis zur Oberfläche nicht vergrössert, während die Entfernung der Centren der beiden Kerne von 1 auf 23 zugenommen hat.

Für die Volumenzunahme verschiedener Partien von Theilkörnern giebt es nur einen Anhaltspunkt. Man muss das Stück, welches zwischen dem Kern und den Bruchflächen liegt, also den andern Theilkörnern zugekehrt ist, mit der übrigen Masse, die sich zwischen dem Kern und der freien Oberfläche befindet, vergleichen. Jenes erstgenannte Stück hat die Gestalt eines Kegels; beim Austrocknen trennt es sich sehr oft durch Risse von der übrigen Masse (vgl. Taf. XXV, 15, a; 14, f; 13, a, c; Taf. XXVI, 1, b, c; 8, b, c). In einem Zwillingkorn bilden diese Stücke der beiden Theilkörner zusammen einen Doppelkegel.

Berechnen wir die Werthe der genannten Theile für das angeführte Beispiel, so beträgt in dem kugeligen kleinen Korn von 6 Mik. Durchmesser der Doppelkegel zwischen den beiden Schichtencentren und dem Umfang, wo nachher die trennende Spalte zu Tage geht, $\frac{\pi R^2 A}{3}$ (wenn A die Achse des Doppelkegels ist ($= \frac{\pi 3^2 \times 2}{3}$), — und die übrige Masse $\frac{4\pi R^3}{3} - \frac{\pi R^2 A}{3} = \frac{4\pi 3^3}{3} - \frac{\pi 3^2 \times 2}{3}$. In dem ausgebildeten 50 Mik. grossen Korn aber ist der Kubikinhalte des Doppelkegels zwischen den beiden Schichtencentren (da die Bruchfläche einen Durchmesser von 30 Mik. hat) $\frac{\pi R^2 A}{3} = \frac{\pi 15^2 \times 46}{3}$. Derjenige der übrigen Masse ist jedenfalls eher zu gross angenommen, wenn man dafür eine vollständige Schale von 2 Mik. Dicke berechnet, also $\frac{\pi 17^2 \times 52}{3} - \frac{\pi 15^2 \times 46}{3}$. Es verhält sich demnach die Masse des Doppelkegels in dem kleinen und dem grossen Korn wie $\frac{\pi 3^2 \times 2}{3} : \frac{\pi 15^2 \times 46}{3}$ oder wie $3^2 \times 2 : 15^2 \times 46 = 18 : 10350 = 1 : 575$; die übrige Masse dagegen wie $\frac{4\pi 3^3}{3} - \frac{\pi 3^2 \times 2}{3} : \frac{\pi 17^2 \times 52}{3} - \frac{\pi 15^2 \times 46}{3}$ oder wie $4 \times 3^3 - 3^2 \times 2 : 17^2 \times 52 - 15^2 \times 46 = 108 - 18 : 15028 - 10350 = 90 : 4678 = 1 : 52$. Das Korn war wenig zusammengedrückt; ich habe, um die Rechnung zu vereinfachen, angenommen, der Querschnitt sei kreisrund; für das Endresultat macht das keinen Unterschied.

Die Zunahme in der Substanz des Doppelkegels, d. h. in der innern Masse des Zwillingkorns, beträgt also für das angeführte Beispiel $\frac{574}{51}$ oder 11 Mal so viel als in der übrigen umschliessenden Masse. Dieses Verhältniss kann unrichtig, zu gross oder zu klein sein; wahrscheinlich ist es eher zu klein. — Sicher aber geht aus diesen Thatsachen hervor, dass bei zusammengesetzten Körnern das Wachsthum jedenfalls im Innern viel beträchtlicher ist als aussen.

Ich habe vorhin gezeigt, dass die halbzusammengesetzten Körner so entstehen, dass der ursprüngliche Kern des einfachen Korns sich in 2 oder mehr neue Kerne theilt, von denen jeder sich zu einem Theilkorn entwickelt. Die Theilkörner eines ausgebildeten Korns können zusammen bis auf $\frac{10}{11}$ und $\frac{20}{21}$ des ganzen Durchmessers ausmachen, Wir dürfen mit Sicherheit annehmen, dass sie anfänglich nicht mehr als $\frac{1}{2}$ des Durchmessers betragen, weil sie aus dem Kern entstehen. Daraus folgt, dass die verhältnissmässige Zunahme der innern (aus den Theilkörnern bestehenden) Partie in diametraler Richtung wenigstens 20 und 40 Mal beträchtlicher sein muss, als die der äussern umschliessenden Substanz.

Unter der Kartoffelstärke beobachtete ich z. B. ein Korn von ovaler Gestalt, 63 Mik. lang und 44 Mik. dick. Daselbe enthielt 2 Theilkörner, zusammen 60 Mik. lang und 40 Mik. breit; so dass also die umschliessende gemeinsame Substanz an den Enden nur 1,5 und gegen die Mitte 2 Mik. dick war. Mit Rücksicht auf die Form des ganzen Korns und der Theilkörner mochte der Kubikinhalte von jenem so ziemlich $\frac{\pi 44^2 \times 63}{6}$, von diesen zusammen $\frac{\pi 40^2 \times 60}{6}$ betragen. — Körner, in denen die Theilkörner einen so beträchtlichen Raum einnehmen, sind bei der Kartoffelstärke selten. Man findet daher auch nur äusserst wenige Körner, die man als Entwicklungsstadien derselben ansehen darf. In der Regel ist nämlich die gemeinsame, die Theilkörner umschliessende Substanz dicker als 1,5 Mik.; es scheint aber nicht annehmbar, dass eine Verminderung derselben während des Wachstums stattfindet. Unter den kleinen kugeligen Formen der halbzusammengesetzten Körner kommen aber auch einzelne vor, deren Rinde jene Dicke nicht überschreitet; z. B. ein Korn von 11 Mik. Durchmesser, in welchem die beiden Theilkörner eine Kugel von 8 Mik. Grösse ausmachen.

Vergleichen wir dieses junge Korn mit jenem ausgebildeten, dessen Dimensionen ich eben angegeben habe, so hat die Rindensubstanz an den Polen ihre gleiche Dicke behalten, und gegen die Mitte hat sie nur von 3 auf 4 Mik., also von 1 auf 1,3 zugenommen, — indess die beiden Theilkörner sich in der Längsrichtung von 8 auf 60 Mik. oder von 1 auf 7,5 und in der Querrichtung von 8 auf 40 Mik. oder von 1 auf 5 ausgedehnt haben. — Das Volumen der beiden Theilkörner in dem jungen und in dem ausgebildeten Korn verhält sich wie $\frac{\pi 8^3}{6} : \frac{\pi 40^2 \times 60}{6}$ oder wie $8^3 : 40^2 \times 60 = 512 : 96000 = 1 : 187$. Das Volumen der umschliessenden Substanz verhält sich wie $\frac{\pi 11^3}{6} - \frac{\pi 8^3}{6} : \frac{\pi \cdot 44^2 \times 63}{6} - \frac{\pi \cdot 40^2 \times 60}{6}$, oder wie: $11^3 - 8^3 : 44^2 \times 63 - 40^2 \times 60 = 1331 - 512 : 121968 - 96000 = 1075 : 25968 = 1 : 24$. — Es hat somit die Substanz der beiden Theilkörner $\frac{186}{23}$ oder 8 Mal mehr zugenommen als die umschliessende Masse.

Nun entstehen aber die beiden Theilkörner eines halbzusammengesetzten aus dem sich theilenden Kern eines einfachen Korns. Suchen wir solche kleine und junge Körner auf, so finden wir wieder nur sehr wenige, welche in die Entwicklungsgeschichte passen. Dahin gehören solche, die (bei kugeliger Gestalt) 4 Mik. gross sind, und einen Kern von 1 Mik. einschliessen. Wenn wir diesen frühesten, der Beobachtung zugänglichen Zustand mit in die Vergleichung ziehen, so ist die Rinde fortwährend gleich dick geblieben, indess die innere Substanz sich in der Längsrichtung von 1 auf 8 und dann auf 60 Mik., in der Querrichtung von 1 auf 8 und auf 40 Mik. sich ausdehnte. — Der Kubikinhalte des Kerns in jenem kleinen Korn beträgt $\frac{\pi 1^3}{6}$ und die dichte Rinde $\frac{\pi 4^3}{6} - \frac{\pi 1^3}{6}$. Das Volumen der innern Substanz (welche die Theilkörner bildet) verhält sich also im ersten und im zweiten Stadium wie $1^3 : 8^3 = 1 : 512$; im ersten Stadium und im ausgebildeten Zustande wie $1^3 : 40^2 \times 60 = 1 : 96000$. Das Volumen der umschliessenden Masse verhält sich im ersten und zweiten Stadium wie $4^3 - 1^3 : 11^3 - 8^3 = 63 : 1075 = 1 : 17$; im ersten Stadium und im ausgebildeten Zustande wie $4^3 - 1^3 : 44^2 \times 63 - 40^2 \times 60 = 63 : 25968 = 1 : 412$.

Es wäre somit die Zunahme der innern Substanz vom ersten zum zweiten Stadium $\frac{511}{16}$ oder 32 Mal grösser als die Zunahme der äussern Masse, vom zweiten Stadium zum ausgebildeten Zustande 8 Mal, wie oben schon gezeigt wurde, und endlich im Ganzen vom ersten Stadium bis zur vollkommenen Ausbildung $\frac{95999}{411}$ oder 234 Mal.

Die beiden eingeschlossenen Theilkörner, deren Wachsthum im Verhältniss zu der umhüllenden Rindensubstanz eben berechnet wurde, waren beide sehr excentrisch geschichtet, und hatten wie gewöhnlich ihre Kerne auf der äussern Seite. Sie glichen somit vollkommen dem Doppelkorn von Canna, von welchem ich vorhin zeigte, dass seine innere, zwischen den Kernen gelegene Substanz in Form eines Doppelkegels während eines bestimmten Zeitraums 11 mal mehr zugenommen hat, als die ganze übrige (umschliessende) Masse (Pag. 225). Ich habe für die 2 Theilkörner des halbzusammengesetzten Kartoffelstärkekorns die gleiche Berechnung angestellt. Die Masse des Doppelkegels hat sich von dem zweiten Stadium (in welchem das halbzusammengesetzte Korn 11 Mik., die beiden Theilkörner zusammen 8 Mik. gross waren) bis zum ausgebildeten Zustande von $\frac{\pi \cdot 4^2 \times 3}{3}$ auf $\frac{\pi \cdot 20^2 \times 52}{3}$ oder von 1 auf 433 ausgedehnt.

Das Wachsthum der äussern Substanz der beiden Theilkörner dagegen beträgt $\frac{4\pi \cdot 4^2}{3} - \frac{\pi \cdot 4^2 \times 3}{3} : \frac{4\pi \cdot 30 \times 20^2}{3} - \frac{\pi \cdot 20^2 \times 52}{3}$
 $= 1 : 131$. Die Zunahme hier ist also $\frac{432}{130} = 3\frac{2}{10}$ mal grösser als dort.

Wir können demnach an den halbzusammengesetzten Körnern 3 Parteien unterscheiden, welche ungleiches Wachsthum zeigen, 1) die umschliessenden gemeinschaftlichen Schichten, 2) die äussere Substanz der Theilkörner, 3) die innere, zwischen den Schichtencentren gelegene Substanz. Bezeichnen wir sie als äussere, mittlere und innere Partie; so dehnt sich in dem angeführten Beispiel während des nämlichen Zeitraums die äussere von 1 auf 24, die mittlere von 1 auf 131 und die innere von 1 auf 433 aus. Die Zunahme in der äussern Partie ist $\frac{130}{23} = 5\frac{7}{10}$ mal grösser als in der mittlern und $\frac{432}{23} = 18\frac{6}{10}$ mal grösser als in der innern. Sie verhält sich also von aussen nach innen wie 10 : 57 : 188.

Aus den eben mitgetheilten Beobachtungen an einfachen, halb- und ganz zusammengesetzten Körnern ergibt sich, dass einerseits die Strukturveränderungen, welche mit dem Wachsthum verknüpft sind, an der Oberfläche beginnen und nach der Mitte hin fortschreiten, und dass andererseits die Ausdehnung im Innern viel beträchtlicher ist als aussen. Für die einfachen Körner haben wir zwar vorerst noch keine andern Thatsachen als die, dass in dem jungen dichten Korn sich ein weicher Kern oft von beträchtlicher Grösse ausscheidet, dass in einzelnen Fällen die Schichtung von aussen nach innen deutlich wird, und dass zu jeder Zeit durch Theilung des Kerns eingeschlossene Theilkörner entstehen können, die zu mehr oder weniger bedeutender Ausdehnung anwachsen. Ich werde später verschiedene andere Erscheinungen hervorheben, welche viel bestimmter ein vermehrtes Wachsthum im Innern bekrunden.

Für jetzt will ich bloss mich auf die Analogie zwischen einfachen und halbzusammengesetzten Körnern berufen. Erstere können sich jederzeit in letztere verwandeln, und die eingeschlossenen Theilkörner können jeden Bruchtheil des ganzen Kornes betragen, so dass an einem analogen Verhalten kein Zweifel obwalten kann. — An halbzusammengesetzten Körnern, an denen man drei verschiedene Parteien durch mehrere Entwicklungsstadien verfolgen kann, lässt sich nachweisen, dass die äussere weniger als die mittlere und diese weniger als die innere zunimmt, für das berechnete Kartoffelstärkekorn verhielt sich die Zunahme wie 10 : 57 : 188. Daraus folgt, dass sich das Wachsthum von aussen nach innen steigert.

Wir können aber, wie ich glaube, in den Schlüssen noch etwas weiter gehen. Vergleichen wir analoge Formen von halbzusammengesetzten Körnern in jüngern und in ältern Stadien, so sehen wir, dass die umschliessenden (äussern) Schichten, wenn sie sehr dünn sind, keine Zunahme in die Dicke zeigen, sondern dass ihr ganzes Wachsthum in der Flächenausdehnung besteht. Das Dickenwachsthum der umschliessenden Substanz ist um so beträchtlicher, je mächtiger dieselbe von Anfang an war. Daraus folgt, dass die innern Schichten nicht bloss in die Fläche, sondern auch in die Dicke wachsen, und dass sie es um so mehr thun, je weiter nach innen sie liegen. Nehmen wir an, dass mehrere der alleräussersten Schichten bloss in die Fläche also nach der zweiten Potenz wachsen, so verhält sich ihr Volumen von einem Stadium zum andern wie $R^2 : (R + n)^2$. Für mehrere auf einander folgende Schichten zeigen die Verhältnisse folgende Werthe $R^2 : (R + m)^2$ für die äusserste, $(R - m)^2 : R^2$ für die zweitäusserste, $(R - 2m)^2 : (R - m)^2$

für die drittäusserste u. s. w. Nun ist aber nicht bloss $\frac{R^2}{(R+m)^2}$ kleiner als $\frac{(R-m)^2}{R^2}$ und $\frac{(R-m)^2}{R^2}$ kleiner als $\frac{(R-2m)^2}{(R-m)^2}$, so dass also auch für die geringste denkbare Ausdehnung das Gesetz der Steigerung von aussen nach innen besteht; — sondern $\frac{R^2}{(R+m)^2} : \frac{(R-m)^2}{R^2}$ stellt ein kleineres Verhältniss dar als $\frac{(R-m)^2}{R^2} : \frac{(R-2m)^2}{R^2}$. Das heisst aber nichts anderes, als dass das Wachsthum von aussen nach innen mit steigender Progression zunimmt. Wenn das schon für die äussersten Schichten gilt, welche bloss Flächenwachsthum zeigen, so muss es um so mehr für die weiter nach innen gelegenen Schichten richtig sein, welche überdem desto stärker in die Dicke wachsen, je näher sie sich der Mitte befinden.

Dieses Gesetz sagt also, dass das Verhältniss der Zunahme von aussen nach innen grösser wird; dass wenn z. B. die zweitäusserste Schicht $1\frac{1}{2}$ mal so stark wächst als die äusserste, die dritte vielleicht 2 mal so stark wächst als die zweite, die vierte vielleicht 3 mal so stark als die dritte u. s. w. — Damit stimmen die Verhältnisse zwar nicht überein, welche ich für das Wachsthum dreier verschiedener Parteen eines halbzusammengesetzten Korns gefunden habe, 10:57:188. Denn hier nimmt die mittlere Partie $5\frac{7}{10}$ mal mehr zu als die äussere, und die innere bloss $3\frac{3}{10}$ mal mehr als die mittlere. Indess wurde jenes Gesetz von den gemeinschaftlichen Schichten halbzusammengesetzter Körner abgeleitet, kann also bloss für einfache und für solche gelten, die sich wie einfache verhalten, ohne Zweifel auch für die Theilkörner. In dem halbzusammengesetzten Korn, das dieser Berechnung zu Grunde liegt, bestehen die mittlere und innere Partie aus der ganzen Dicke, somit aus allen (innern und äussern) Schichten der beiden Theilkörner, und unterscheiden sich nur dadurch von einander, dass sie auf ungleichen Seiten liegen. Sie zeigen bloss, dass bei den Stärkearten mit excentrischem Kern auch morphologisch gleichwerthige Theile ein ungleiches Wachsthum besitzen, wenn sie im ganzen Korn ungleichweit von der Peripherie entfernt liegen.

Das allgemeine Gesetz, dass die Einlagerung von der Oberfläche nach der Mitte hin in steigender Progression zunimmt, gilt, wie ich schon bemerkte, höchst wahrscheinlich für alle Schichtencomplexe, die sich auf ein gemeinsames Schichtencentrum beziehen. Aber es unterliegt einer Menge von Modificationen, welche in jedem Korn wieder anders sind, und die in der innigsten Beziehung zur Gestalt und Structur desselben stehen. Ich verweise auf die specielle Darstellung des Wachsthums der verschiedenen Stärkearten.

Es würde sich nun noch fragen, ob ausser der Einlagerung im Innern, welche die Hauptrolle spielt, vielleicht wenn auch nur in untergeordnetem Maasse oder nur in besondern Fällen, eine Auflagerung auf die Oberfläche anzunehmen sei. Diess ist mir aus verschiedenen Gründen unwahrscheinlich. Vor Allem aus erinnere ich an die Thatsache, dass die äusserste Schicht der kleinen und grossen, jungen und alten Körner unter sich identisch, von den innern Schichten aber verschieden ist, indem sie allein den quellenden Lösungsmitteln bis auf einen beträchtlichen Grad der Einwirkung widersteht und nicht desorganisirt wird. Wollte man annehmen, dass ebenfalls eine Anlagerung von Schichten am Umfange statt habe, so müsste man zugleich die unwahrscheinliche Hypothese machen, dass die äusserste Schicht, so wie sie von Substanz bedeckt wird, ihre Natur ändere, und dass immer diejenige, welche an deren Stelle tritt, ihre Eigenschaften bekomme.

Wenn eine Apposition von aussen statt fände, so müsste bei so vielen excentrisch geschichteten Körnern nur am hintern Ende, wo die Schichten unvollständig sind, Substanz niedergeschlagen werden. Es wäre das ein auf keine Art zu erklärender Vorgang, während die ungleiche Einlagerung im Innern keine Schwierigkeiten darbietet, und wenn sie einmal begonnen hat, aus einfachen Gründen, wie ich später darthun werde, sich steigern muss. — Ueberdem sehen wir ja, dass die in halbzusammengesetzten Formen eingeschlossenen Theilkörner ohne jegliche Anlagerung von aussen sich zu ganz gleichen Gebilden entwickeln, wie die freiliegenden einfachen Körner.

Für viele Fälle ist aber auch die allergeringste Anlagerung von aussen absolut unmöglich, diess namentlich für viele halb- und ganz zusammengesetzte Körner. Ich habe vorhin gezeigt, dass es halbzusammengesetzte Formen mit sehr dünner umschliessender Rinde giebt, wo die letztere schon von den frühesten, der Beobachtung zugänglichen Stadien

an nicht mehr in die Dicke, sondern nur in die Fläche wächst. Man hat Mühe, sich durch die Thatsachen nicht zu der Annahme verleiten zu lassen, die Rinde werde mit dem Wachsthum des ganzen Korns dünner; von einem Dickerwerden kann gar nicht die Rede sein.

Die ächten zusammengesetzten Körner kommen sehr häufig, selbst häufiger als die einfachen vor. Sie entstehen durch Theilung von einfachen Körnern; sind anfänglich kleiner und vergrössern sich mehr oder weniger. Aber es schlagen sich, wie ich bereits angegeben, nie gemeinsame Schichten auf die Oberfläche nieder, noch auch zeigen die Theilkörner diejenigen Structurveränderungen, welche nothwendig wären, wenn die Trennung der Substanz in die Auflagerungen sich fortsetzte. Ueberdem giebt es, wie ich vorhin nachwies, Zwilling- und Drillingskörner, wo die Schichtencentren so nahe an der Peripherie liegen, dass von sehr jungen Zuständen an, eine Vergrösserung des nach aussen gerichteten, kurzen Halbmessers der Theilkörner nicht mehr statt haben konnte, womit natürlich auch die Möglichkeit einer Apposition von aussen wegfällt.

Es ist also nicht nur kein Grund vorhanden, um neben der Einlagerung auch eine Anlagerung von aussen anzunehmen, sondern diese Annahme wird für viele Fälle sogar zur Unmöglichkeit. Wir müssen das früher begründete Gesetz, dass das Wachsthum durch Intussusception und zwar von der Oberfläche nach innen in steigender Progression zunimmt, als ausnahmslos betrachten.

Ich habe vorhin gesagt, dass die zahllosen Modificationen, unter denen die Steigerung des Wachsthums von aussen nach innen auftritt, in innigster Beziehung zu Gestalt und Structur der Körner stehen. Ehe ich zur Darlegung dieser Verhältnisse selbst übergehe, will ich noch im Allgemeinen zeigen, dass das Wachsthum auch mit den physicalischen und chemischen Eigenschaften der Substanz in genauester Uebereinstimmung sich befindet. Sie lässt sich durch folgendes Gesetz ausdrücken: Je grösser das Wachsthum in einem Theile des Stärkekorns war, desto weicher ist die Substanz daselbst, desto schneller wird sie von den quellenden Lösungsmitteln angegriffen, und weil damit die chemische Zusammensetzung parallel geht, desto mehr Granulose (Stärke) im Verhältniss zur Cellulose enthält sie.

Am geringsten ist das Wachsthum in der äussersten Partie eines Korns. Denn es lässt sich für einzelne halbzusammengesetzte Formen nachweisen, dass dieselbe von den frühesten Zuständen an nicht mehr in die Dicke, sondern nur in die Fläche gewachsen ist. Wie die halbzusammengesetzten, verhalten sich gewiss auch die einfachen Körner. Die Zunahme in der Rinde geschieht also in vielen Fällen, vielleicht immer, proportional dem Quadrat des Radius, die Zunahme der innern Masse nach der dritten Potenz. Unter den Schichten aber, welche der Rinde angehören und die bloss in die Fläche wachsen, zeigt wieder die äusserste die geringste Zunahme, wie ich ebenfalls bereits dargethan habe, da das Verhältniss $R^2 : (R + n)^2$ geringer ist als $(R - n)^2 : R^2$. Dem entsprechend erweist sich die äusserste Schicht unter allen Umständen als die dichteste, als die cellulosereichste, und als diejenige, welche der Quellung und Lösung am längsten widersteht.

Die jüngsten und kleinsten Körner bestehen durch und durch aus dichter Substanz. Dann tritt im Centrum derselben ein weicher Kern auf. Es ist offenbar, dass daselbst ein äusserst lebhaftes Wachsthum stattfindet. Denn der Kern erscheint als kleines Pünktchen, und dehnt sich zu einer ansehnlichen Grösse aus — indess die umgebende Substanz sich nicht merkbar verdickt. — Eine ähnliche Beobachtung macht man an den Schichten. Ich werde nachher zeigen, dass eine dichte Schicht bis auf eine gewisse Dicke zunimmt und dann sich in zwei Blätter spaltet, zwischen denen eine weiche Schicht auftritt. Letztere wächst rasch zu einer beträchtlichen Dicke an, während die beiden angrenzenden Blätter aus dichter Masse wenig mächtiger werden. Das lebhafteste Wachsthum hat also in der wasserreichsten und den Lösungsmitteln am schnellsten erliegenden Substanz stattgefunden.

Aber nicht bloss für die Extreme, d. h. für die dichteste und die weichste Substanz, sondern auch für alle Abstufungen zwischen denselben erweist sich das Gesetz als gültig. Die Weichheit und Löslichkeit nimmt von der Peripherie nach der Mitte hin zu, in gleicher Weise, wie wir gesehen haben, auch das Wachsthum. — In den aus wenigen Theilkörnern zusammengesetzten Körnern ist die äussere (an der Oberfläche gelegene) Seite jedes Theilkorns fester und zeigt zugleich eine viel geringere Zunahme; die innere, den übrigen Theilkörnern zugekehrte Seite, wo auch das Wachsthum am lebhaftesten ist, besteht aus einer weichen Substanz (vgl. Pag. 52).

Ich habe oben nachgewiesen, dass in den einfachen Körnern mit sehr excentrischem Kern die Wassereinlagerung zwei deutlich geschiedene Maxima zeigt, ein geringeres im Schichtencentrum und ein beträchtlicheres in dem mathematischen Mittelpunkt des Kornes (Pag. 52). Auf gleiche Weise muss man, wie ich später zeigen werde, auch zwei Culinationspunkte des Wachstums unterscheiden, die sich rücksichtlich ihrer Intensität genau wie die Maxima der Weichheit und Löslichkeit verhalten.

Ich will die Beispiele nicht vermehren; sie sind, wie ich glaube, hinreichend, um das allgemeine Gesetz zu beweisen. Ich werde in der speciellen Entwicklungsgeschichte noch oft Gelegenheit haben, Thatsachen dafür anzuführen, und hinwieder auch das Gesetz benutzen, um einzelne Punkte der Wachstumsgeschichte fester zu hegründen. Wir können also sagen, dass in den wasserreichen und cellulosearmen, den quellenden Lösungsmitteln schnell erliegenden Parteien ein beträchtlicheres Wachstum (durch Substanz- und vorzugsweise durch Wassereinlagerung) stattgefunden hat, als in den dichten und cellulosereichen, der Quellung und Lösung lang widerstehenden Parteien. Jene dürfen wir zugleich als die verhältnissmässig jungen, diese als die alten Theile des Kornes bezeichnen; denn wiewohl in einem durch Intussusception überall wachsenden Körper eigentlich alle Theile gleich alt sind, so kann doch derjenige Theil, der am meisten neue Elemente sich angeeignet hat, passend dem Jugendzustande, derjenige dagegen, in welchem die alten Elemente überwiegen, dem Alter verglichen werden.

Nach Feststellung der Thatsachen, dass das Wachstum der Stärkekörner durch Einlagerung geschieht, und namentlich in den einfachen, so wie in den Theilkörnern von der Oberfläche nach der Mitte hin zunimmt, dass ferner alle Schichtung, ebenso die Theilkörner der halbzusammengesetzten und die trennenden Spalten der zusammengesetzten Formen durch Differenzirung in der ursprünglich homogenen Masse von einfachen Körnern entstehen, und endlich dass das Wachstum in einer Partie um so lebhafter war, je mehr Wasser und je weniger Cellulose dieselbe enthält, — so ergibt sich nun folgende Entwicklungsgeschichte.

Alle Stärkekörner sind in den frühesten Zusänden kugelig, und bestehen aus einer dichten Substanz. Dann scheidet sich wohl bei allen ein kugelig Kern von weicher Masse aus, welcher, nachdem er sich vergrössert hat, concentrisch sich in einen neuen kleinen sphärischen Kern und in eine mittlere dichte und eine äussere weiche Schicht, letztere beide in Form von Kugelschalen, theilt. Dieser Process kann sich ein- oder mehrmals wiederholen. Seltener wird in den grossen wasserreichen Kern ein kleiner kugelig dichter Kern eingelagert. Die Rinde, so wie die durch Theilung des Kerns entstandenen Schichten spalten sich ebenfalls zu wiederholten Malen concentrisch, nachdem sie je bis auf eine gewisse Mächtigkeit angewachsen sind; häufiger eine dichte Schicht in zwei gleiche und eine zwischenliegende weiche, seltener eine weiche durch eine trennende dichte Schicht. — Ausserdem findet eine Verdichtung der Substanz statt; man bemerkt sie an den weichen Schichten und wohl auch an dem Kern, wenn die dichten Parteien selber sehr substanzreich sind. Weichen aber die Schichten in der Consistenz so wenig von einander ab, dass die ganze Masse homogen erscheint, so sind es die dichten Parteien, welche zunächst noch mehr Substanz aufnehmen.

Diess sind die einzigen Wachstumsprocesse, welche in den einfachen Körnern stattfinden; sie nehmen von der Oberfläche nach der Mitte hin zu. Unter ihnen haben die Einlagerung von dichten Schichten und Kernen, die Volumenzunahme derselben und die Verdichtung der weichen Masse das Bestreben, die feste Substanz des Stärkekornes zu vermehren. Die Einlagerung von weichen Schichten und Kernen, so wie das Wachstum derselben wirken jenen Processen entgegen, und arbeiten darauf hin, den Wassergehalt

zu vergrössern, — und es überwiegt namentlich die Volumenzunahme der weichen Substanz so beträchtlich, dass die letztere im Allgemeinen verhältnissmässig um so mächtiger wird, je mehr das Korn sich ausdehnt.

Die Körner mit kugeligem Kern wachsen zuweilen gleichmässig nach allen Seiten. Sie behalten dann fortwährend ihre anfängliche Kugelgestalt. Der Kern bleibt central und bildet fortwährend den Sitz des grössten Wachstums. Die Schichten theilen sich vollständig, geringere Unregelmässigkeiten kommen nur etwa in den äussersten Schichten vor.

Sehr häufig erhalten aber die Körner mit kugeligem Kern im Verlaufe des Wachstums einen excentrischen Bau, und entfernen sich zugleich von der anfänglichen Kugelgestalt. Beide Abweichungen nehmen in der Regel mit dem Alter stetig zu. Häufig ist indess diese Zunahme in der Ungleichheit der Dimensionen späterhin nur gering oder selbst Null, und an mehreren Stärkearten lassen sich sogar zwei Wachstumsperioden unterscheiden, in denen die Veränderungen der Dimensionsverhältnisse in entgegengesetzter Richtung thätig sind. In der ersten Periode nämlich entfernen sich die Körner rasch von der ursprünglichen Form, und erreichen denjenigen Zustand, wo Länge, Breite und Dicke die grössten Differenzen zeigen; in der zweiten werden diese Differenzen wieder allmählig kleiner. — Das Nämliche findet mit der Excentricität statt, welche ins Alter oft sich nur wenig vergrössert, und zuweilen selbst wieder geringer wird.

Von den beiden Radien, welche zusammen die Achse bilden, und die anfänglich gleich lang sind, kann die Zunahme des langen während der ganzen, der Beobachtung zugänglichen Wachstumsperiode bis auf 185 mal beträchtlicher sein als die des kurzen. Die anfänglich kugelschaligen Schichten wachsen auf der einen Seite stärker in die Dicke und spalten sich daselbst häufiger; diese Ungleichheit kann sich bis dahin steigern, dass eine Schicht am kurzen Radius ungetheilt bleibt und sich nicht wahrnehmbar verdickt, während sie auf der entgegengesetzten Seite das 160fache der ursprünglichen Mächtigkeit erreicht und daselbst in einen Complex von zahlreichen Blättern sich verwandelt. — Noch viel grösser aber ist die Differenz in der Zunahme auf dem langen und kurzen Halbmesser, wenn man das Volumen berücksichtigt.

Zunächst um das Schichtencentrum herum ist die Ausdehnung nach allen Richtungen gleich; daher der Kern fortwährend kugelig bleibt und nie anders als concentrisch sich theilt. Die Ungleichheit des Wachstums in den Schichten steigert sich, je weiter dieselben vom Kern entfernt sind und in um so stärkerer Progression, je excentrischer der Kern liegt. Zuweilen findet aber die Steigerung nicht ununterbrochen bis zur Peripherie statt, sondern erleidet in den Schichten, welche durch die Mitte des Kornes gehen, eine Störung, indem dieselben eine grössere Differenz des Wachstums zeigen, als die nächst äusseren. Es rührt diess daher, dass in der Regel in der Mitte des Kornes sich das Maximum der Ausdehnung befindet. — Das Wachstum des Kerns aber und der ihn unmittelbar umgebenden Substanz ist um so geringer, je excentrischer seine Lage, obgleich es immer die Zunahme selbst derjenigen Schichten, welche in der Richtung des langen Halbmessers zunächst folgen, also weiter nach innen liegen, übertrifft. Das Schichtencentrum bildet daher immer den Sitz einer local gesteigerten Einlagerung. Liegt der Kern nicht weit von dem mathematischen Mittelpunkte ab, so stellt er das einzige Maximum des Wachstums dar.

Da das Korn anfänglich eine mathematisch-concentrische Structur hat, und der Kern sich nur concentrisch theilt, so entsteht jeder Schichtencomplex, er mag noch so unregelmässig gebaut sein, aus einer Kugelschale, die nach einer Seite stärker in die Dicke wächst. In der Regel bleibt die Verdickungs-

richtung zeitlebens die nämliche; in seltenen Ausnahmefällen kann noch eine zweite auftreten. — Gewöhnlich verdicken sich alle aus dem Kern neu entstehenden Kugelschalen genau nach der gleichen Richtung oder es finden successive nach der nämlichen Seite Abweichungen statt, so dass der Verdickungsradius des ganzen Kornes eine gerade, im zweiten und weniger häufigen Fall eine gebogene Linie darstellt. Zuweilen aber ändert sich in jenen nach einander um das Schichtencentrum auftretenden Kugelschalen die Verdickungsrichtung ein oder mehrmals sprungweise, so dass das Korn zuletzt aus verschiedenen in einander geschachtelten Schichtencomplexen besteht, von denen zwei aufeinander folgende jede beliebige gegenseitige Lage zeigen, selbst nach zwei diametral gegenüberliegenden Punkten verdickt sein können. Da das Wachstum am ganzen Korn nach der Mitte hin zunimmt, so vergrössern sich auch die innern Schichtensysteme stärker als die äussern, und diese, obgleich die ältern, treten an Ausdehnung mehr und mehr zurück. — In einzelnen Fällen kann die Structur eines Kornes auch dadurch unregelmässig werden, dass eine den Kern umgebende oder eine durch die Mitte des Kornes gehende Schicht in der Richtung des langen Radius sich besonders stark verdickt, und durch einseitige leiterförmige Theilung zu einem besondern System von meist schmäler, selbst lineal-spindelförmiger Gestalt ausbildet.

Die Stärkekörner mit rundlichem linsenförmig-zusammengedrücktem Kern entfernen sich rasch von der ursprünglichen Kugelgestalt und erreichen bald das Maximum in der Ungleichheit der Dimensionen, indem sie, vorzüglich in die Fläche wachsend, linsenförmig werden. Später überwiegt meistens die Ausdehnung in die Dicke, und sie nähern sich, mit zunehmender Grösse, mehr der Form einer abgeplatteten Kugel. — Von den Körnern mit verlängertem Kern weichen die einen immer mehr von der anfänglichen sphärischen Gestalt ab, und wachsen fortwährend stärker in die Länge als in die Dicke. Bei andern dagegen überwiegt zuerst die Längen- und nachher die Breitenausdehnung.

Das Maximum der Zunahme hat seinen Sitz im Mittelpunkt des Kornes und nimmt von da nach der Oberfläche hin ab. Bei den eigenthümlichen knochenförmigen Körnern im Milchsaft der tropischen Euphorbien verbreitern sich in der letzten Wachstumsperiode die beiden Enden stärker als das Mittelstück; es bestehen dann zwei Maxima der Einlagerung, je eines in der Mitte jedes erweiterten Endes.

Die homogene Masse von linsenförmiger oder verlängerter Gestalt im Innern der Körner, die ich als Kern bezeichnet habe, ist in Wirklichkeit ein Complex von Schichten, welche bei grosser Weichheit eine geringe Differenz in der Consistenz besitzen, von aussen nach innen sich der Kugelgestalt nähern und den eigentlichen, sphärischen Kern einschliessen. Die Ausdehnung im Schichtencentrum ist daher auch hier nach allen Seiten gleichmässig; und das Wachstum jeder einzelnen Schicht verhält sich ziemlich genau wie das vorhin beschriebene der ganzen Körner. Die grösste Verdickung geschieht entweder auf zwei diametral gegenüberliegenden Punkten oder auf einer kreisförmigen Linie; und die Ungleichheit in der Zunahme zwischen den verschiedenen Seiten dauert entweder zeitlebens in gleicher Weise fort, oder sie schlägt in der zweiten Wachstumsperiode in das Gegenteil um.

Alle Stärkekörner sind im jüngsten Zustande genau kugelig, erscheinen vollkommen solid, und bestehen aus einer homogenen dichten Substanz (Taf. XI, Fig. 9). Wie sie etwas grösser werden, so bildet sich im Innern eine weiche kugelige Masse, welche röthlich erscheint, der Kern. In Fig. 29, 30 und 31 auf Taf. XVIII sind junge Stärkekörner aus den Samen von Sorghum, in Fig. 24 und 25 aus den Samen von Fagopyrum, in Fig. 19 und 20, 47 aus denen von Erym Lens dargestellt.

Der Kern vergrössert sich. Wenn er eine gewisse Ausdehnung erreicht hat, so entsteht in demselben ein concentrischer dichter Ring. Er theilt sich also in drei Parteien, wovon die innere einen neuen kleinen Kern, die mittlere und die äussere dagegen vollständige Schichten in Form von Kugelschalen darstellen, jene von dichter, diese so wie der Kern von weicherer Substanz. So weit ist der Vorgang unzweifelhaft. — Es wurden keine Körner abgebildet, welche ein vollkommenes Bild davon geben. Doch kann man sich einen ziemlich deutlichen Begriff durch die Fig. 20 und 21 auf Taf. XVIII machen. Fig. 20 besitzt einen grossen weichen Kern; aus demselben haben sich in Fig. 21 ein neuer kleiner Kern, eine dichte und eine weiche Schicht gebildet. Die dichte Schicht war anfänglich sehr schmal und erschien bloss als Kreislinie; jetzt hat sie sich zu einer beträchtlichen Dicke entwickelt.

Dieser Process kann während des Wachstums des Kornes noch 1 oder mehrere Male auftreten. In Körnern mit sehr excentrischem Kern wiederholt er sich entweder gar nicht oder nur 1 — 2 Male. Es geschieht um so häufiger, je mehr seine Lage central ist. Bei manchen Stärkearten wiederholt sich die concentrirte Theilung des Kerns höchst wahrscheinlich fortwährend; denn mit dem Grösserwerden der Körner sieht man bald einen kleinern, bald einen grössern ungetheilten Kern, bald einen grössern, der sich auf die angegebene Weise getheilt hat. Dass der Kern in fortwährendem Wachstum begriffen sein muss, ergibt sich auch daraus, dass zu jeder Zeit (d. h. in Körnern von jeder Grösse) in demselben zwei neue Kerne und daraus zwei neue Theilkörner entstehen können, — so wie überhaupt aus der Thatsache, dass das Wachstum von der Peripherie aus nach innen hin zunimmt. — In Fig. 15 auf Taf. XI befinden sich im Innern 2 grosse röthliche Kerne. In Fig. 4 auf Taf. XVI kommen 2 ähnliche noch grössere Kerne vor, von denen jeder durch einen schmalen dichten Ring in einen kleinen neuen Kern (a und b) und in eine breite äussere weiche Schicht getheilt ist.

Zuweilen besteht der Kern aus einer dichtern Masse (Fig. 3, a auf Taf. XVI; Fig. 23, a, b auf Taf. XVII; Fig. 28 auf Taf. XVIII). Da in jungen Körnern immer eine centrale weiche Masse ausgeschieden wird, so ist jene Erscheinung ohne Zweifel so entstanden, dass im Centrum eines grossen weichen Kerns sich ein kleiner dichter Kern bildete. Der letztere vergrössert sich, und in seinem Mittelpunkt entsteht wieder ein röthlicher kugeligter Raum, der mit weicher Substanz gefüllt ist, und den neuen Kern darstellt. — Indessen ist diese Erscheinung doch verhältnissmässig sehr selten; und es wäre möglich, dass das dichte und scheinbar solide Kügelchen, das man zuweilen im Schichtencentrum bemerkt, doch in der That hohl wäre, und dass der eigentliche darin enthaltene Kern nur wegen seiner Kleinheit sich der Wahrnehmung entzöge. — Ueberdiess muss man mit der Annahme eines dichten Kerns sehr vorsichtig sein, weil ein solcher Anschein oft Folge von Quellungsvorgängen ist (vgl. Taf. XI, Fig. 4, A und B, Pag. 84; ferner Taf. XXV, Fig. 15, a, d, Pag. 86).

Ob die Stärkeköerner mit linsenförmigem und diejenigen mit verlängertem Kern sich in gleicher Weise verhalten oder nicht, muss vorläufig unentschieden bleiben, da die Veränderungen in der innersten Substanz bei ihnen allzu undeutlich sind. Ich werde jedoch später bei der Betrachtung der einzelnen Stärkearten zeigen, dass es aus einigen Thatsachen allerdings wahrscheinlich wird, dass auch sie sich dem allgemeinen Gesetz der concentrischen Spaltung der Masse im Schichtencentrum nicht entziehen.

Die Wandung, welche in den jüngsten Körnern den noch ungetheilten weichen Kern umgiebt, wächst viel langsamer an als dieser Kern und die daraus entstehenden Parteien. Wenn sie eine gewisse Dicke erreicht hat, so theilt sie sich bald ringsum, bald nur auf einer Seite, in eine innere und eine äussere dichte und eine mittlere weiche Schicht. Auf gleiche Weise spaltet sich in der Regel schon lange vorher die dichte ringförmige Schicht, welche in dem Kern entstanden ist; — und diese Theilung kann nun überhaupt in allen dichten Schichten des Kornes, sie mögen so oder anders entstanden sein, auftreten, sobald dieselben eine hinreichende Mächtigkeit erlangt haben. Ist eine Schicht ringsum gleichdick, so spaltet sie sich vollständig. Bei ungleicher Dicke theilt sie sich nur an den dickern Stellen — zuerst bloss auf eine kurze Strecke, und die Spaltung schreitet von da weiter, so wie sich die übrigen Parteien der Schicht verdicken, welche somit zuletzt ganz in zwei vollständige Schichten zerfallen kann.

Die Spaltung erfolgt immer genau parallel mit der Oberfläche der Schichten, und ziemlich genau in ihrer Mitte. Bei einseitiger unvollständiger Theilung weicht daher eine Schicht in zwei gleich dicke Schenkel auseinander, die eine

mit weicher Masse gefüllte, röthlich erscheinende Spalte zwischen sich fassen. Es ist einleuchtend, dass durch die Theilung der dichten Schichten nur die letztern mit einander in Verbindung sind, so weit nämlich die Trennung nicht vollständig ist, und dass auf diese Art nie zwei weiche Schichten mit einander in Berührung kommen können — Vgl. die Figuren auf Taf. XI (namentlich 6, a, b; 7, a; 8, a), Taf. XIV (namentlich 3, a), Taf. XV (namentlich 2, i), Taf. XVI (namentlich 9, a — b; 13, a; in Fig. 1 und 17 ist die Trennung vollständig), Taf. XVII (namentlich 6, a).

Wenn die Theilung der dichten Schichten vollständig ist, so lässt sich später ihr Ursprung nicht mehr erkennen (Fig. 1, 2, 17, 18, 23, 24 auf Taf. XVIII). Findet dagegen nur auf einer Seite Dickenwachsthum und Spaltung statt, so sieht man deutlich, wie eine Schicht oft in ein ganzes System von Schichten zerfällt; so in Fig. 15 c — f und 18, c — f auf Taf. XIV, Fig. 6, c — g auf Taf. XV, Fig. 11, 16, d und e auf Taf. XVI, Fig. 9 auf Taf. XVII.

Wie die dichten Schichten, spalten sich ohne Zweifel auch die weichen, letztere in zwei seitliche gleichfalls weiche und in eine mittlere dichte Schicht. Indess ist dieser Vorgang nur selten einiger Maassen deutlich zu sehen, und jedenfalls viel seltener als die Theilung der dichten Schichten, welche in unzähligen Fällen ganz sicher vorkommt. In Fig. 2 auf Taf. XV liegt zwischen f und i eine dichte Schicht mitten in einer weichen, und in Fig. 1 auf Taf. XI sieht man eine röthliche Schicht durch einen schmalen dichtern Streifen gespalten. In beiden Fällen ist die dichte Schicht unvollständig und läuft ringsum in einen scharfen Rand aus. Durch Theilung derselben würde sich ein linsenförmiges oder eher meniskenförmiges System von Schichten bilden, dessen Wachsthum sowohl in die Dicke als in die Fläche fortschritte. Andeutungen solcher Erscheinungen habe ich wohl gesehen, aber doch niemals eine unzweifelhafte Anschauung erhalten können.

Der Theilung der Schichten so wie des Kerns geht, wie ich bereits bemerkt habe, immer ein Wachsthum in die Dicke vor und nach. Dasselbe ist überhaupt ohne Zweifel in jedem Punkte des Kornes so lange wirksam, als Letzteres sich vergrößert. Es ist aber in jedem Punkte ungleich. So lässt sich namentlich, was die unmittelbar neben einander liegenden Theile betrifft, feststellen, dass die weichen Schichten viel stärker in die Dicke wachsen, als die dichten. Eine der letztern spaltet sich in 2 Schenkel (die zusammen oft kaum merklich, zuweilen auch bis 2 mal dicker sind als die ungetheilte Schicht), und dazwischen ist eine weiche Schicht eingeschoben, welche anfänglich unmessbar dünn war, aber bald so anwächst, dass sie den dichten an Mächtigkeit gleichkommt, oder dieselben sogar um das Doppelte und Dreifache übertrifft. Dieselbe Bewandniss hat es mit dem Kern. In dem soliden und dichten, noch ganz jungen Korn bildet er sich zuerst als winziger Punkt, der aber sich viel stärker ausdehnt als die dichte Rinde, so dass er in manchen Fällen bald $\frac{1}{3}$ und selbst $\frac{1}{2}$ des ganzen Durchmessers einnimmt.

Man beobachtet zuweilen, dass eine Partie in ihrer ganzen Ausdehnung allmählig dichter wird, indem sie mehr Substanz als Wasser aufnimmt. Diess findet vorzüglich mit weichen Schichten statt; wenn dieselben eine hinreichende Dichtigkeit erlangt haben, so verhalten sie sich wie dichte Schichten, und spalten sich wie diese. Daraus ist die Thatsache zu erklären, dass man nicht selten Körner beobachtet, in denen die Schichten alle Grade des Wassergehaltes zeigen.

Ebenso scheint zuweilen auch der Kern in seiner ganzen Substanz sich zu verdichten, worauf im Centrum desselben sich abermals eine wasserreiche kugelige Masse als neuer Kern ausscheidet. Dafür spricht unter Anderm der Umstand, dass man in einzelnen seltenen Fällen um den röthlichen kleinen Kern eine Schicht von mittlerer Dichtigkeit, welche wohl dem frühern Kern entspricht, und ausserhalb derselben eine dichte Schicht bemerkt (so z. B. in Fig. 37 auf Taf. XVIII). — Unzweifelhaft aber ist die Verdichtung des Kerns, wenn in demselben 2 neue kleine Kerne sich ausscheiden, was bei der Entstehung von halbzusammengesetzten und von manchen zusammengesetzten Körnern beobachtet wird (Taf. XI, 10).

Zu den Veränderungen in der Substanz der Stärkekörner gehören ferner auch die, dass eine homogene Masse, ohne beträchtlich an Ausdehnung zuzunehmen, geschichtet wird. Diess wurde namentlich in den Körnern aus dem Wurzelstock von *Dentaria* und aus den Sporen von *Chara* beobachtet. Das Sichtbarwerden der Schichtung beginnt aussen, und schreitet nach innen hin fort.

Man kann sich diesen Vorgang auf doppelte Art vorstellen. Entweder ist die Substanz anfangs wirklich homogen, und es findet darin eine Neubildung von dichten Schichten statt, auf gleiche Weise, wie bei der concentrischen Theilung des Kerns und bei der Spaltung einer weichen Schicht darin eine dichte eingelagert wird. Oder die scheinbar homogene Substanz besteht zwar aus Schichten von verschiedener Consistenz, aber die Differenz ist zu gering, um erkannt werden zu können; erst wenn die dichten Schichten noch mehr Substanz aufnehmen, so werden sie deutlich.

Die letztere Erklärung ist die einzig wahrscheinliche; denn es giebt unzählige Beispiele und zwar bei allen Stärkesorten, wo Körner von gleicher Grösse, gleicher Gestalt und gleicher Lagerung des Kerns bald deutliche Schichtung bald ein homogenes Ansehen gewähren. So sieht man auch in Fig. 2 auf Taf. XV innerhalb g eine Masse, welche nur auf einer Seite die Schichten erkennen lässt. Dass das Deutlichwerden der Structur auf einer Zunahme der Substanz in den dichten, nicht etwa auf einer Vermehrung des Wassers in den weichen Schichten beruht, ergibt sich aus der unmittelbaren Beobachtung; denn in der homogenen Substanz treten weissliche, nicht etwa röthliche und spaltenförmige Schichten auf. Diese Thatsache zeigt also, dass auch die dichte Substanz durch Einlagerung noch verdichtet wird.

Ob eine dichte Substanz durch überwiegende Wasseraufnahme auch weicher werden könne, ist mir im höchsten Grade zweifelhaft. Denn ich habe nie eine Andeutung eines solchen Vorgangs gesehen. Ich möchte vermuthen, dass alle Veränderungen in der Consistenz nur in einer Verdichtung bestehen, und dass die weichen Schichten und Kerne immer Neubildungen seien.

Die Wachstumsprocesse sind also in zwei antagonistischen Richtungen thätig. Die einen haben das Bestreben, die weiche Substanz zu vermehren; dahin gehört die neue Einlagerung von solcher Substanz als Kern und als Schichten zwischen die sich spaltenden substanzreichen Schichten, und die Zunahme derselben. Die andern dagegen bedingen die Vermehrung der dichten Substanz durch neue Einlagerung substanzreicher Schichten in den Kern und in die weichen Schichten, durch Zunahme der schon vorhandenen dichten und durch allmälige Verdichtung der weichen Masse. Im Ganzen überwiegen die ersteren Processe. In dem Korn, das anfänglich bloss aus dichter Substanz besteht, wird mit dem Wachsthum die wasserreiche Masse immer mächtiger; und man darf wohl als Regel annehmen, dass in einem ausgebildeten Korn das Volumen aller weichen Schichten zusammen im Verhältniss zu dem Volumen der dichten Substanz den grössten Werth zeigt. — Damit stimmt die Thatsache überein, dass durch quellende Lösungsmittel (heisses Wasser, verdünnte Säuren und Alkalien) zuerst die grossen Körner und erst bei stärkerer Einwirkung die kleinen Körner aufquellen.

Die genannten Erscheinungen, concentrische Spaltung der Schichten und des Kerns, Zunahme derselben und Verdichtung der Substanz, sind die einzigen, welche das Wachsthum der Stärkekörner begleiten. Wenn auch die Structur später noch so sehr von der ursprünglichen concentrischen Schichtung abweicht, so beruhen doch alle Veränderungen auf jenen einfachen Processen, und werden einzig dadurch bedingt, dass die Schichten in verschiedenen Richtungen und an verschiedenen Stellen ungleichmässig wachsen und sich spalten, und dass zuweilen zwischen den bereits vorhandenen Schichten Neubildungen auftreten, welche selbst wieder für sich concentrisch-geschichtet sind. Namentlich ist hervorzuheben, dass in einer bereits geschichteten Substanz nie die Schichtung sich ändert, etwa so, dass sie zuerst homogen würde, und dann in anderer Richtung gestreift erschiene, oder dass in der vorhandenen Streifung eine dieselbe kreuzende sichtbar würde und sie allmälige verdrängte. Es giebt durchaus keine Thatsache, welche im Entferntesten auf solche Vorgänge hindeutet. -- Eine geschichtete Partie des Stärkekorns wird nur in der Weise homogen, dass die weichen Schichten substanzreicher und somit den dichten ähnlich oder gleich werden, was besonders in der Nähe der Oberfläche der Fall ist.

Die Vergleichung vieler Körner zeigt, in Uebereinstimmung mit der früher gewonnenen Thatsache, dass die Wachstumserscheinungen, namentlich die concentrische Spaltung der Schichten und die Zunahme derselben im Innern viel lebhafter sind als aussen. Das ganz junge, noch solide Korn theilt sich in eine dichte Rinde und einen weichen Kern. Jene wird nach und nach bloss wenig mächtiger; sie spaltet sich nur spärlich, und die röthlichen spaltenförmigen Schichten, welche in ihr auftreten, sind sehr schmal. Die Theilungen in der Masse, welche aus dem ursprünglichen Kern hervorgeht, sind viel zahlreicher, die weichen Schichten viel breiter; und der Process ist in jedem Stadium um so intensiver, je weiter von der Oberfläche.

Ein Verhältniss für die Grösse des Wachstums in verschiedenen Abständen von der Peripherie lässt sich nicht präzisiren. Es fehlen dafür fast alle Anhaltspunkte an einfachen Körnern. Nur giebt es, wie ich nachher ausführen werde, in den Formen mit excentrischer Schichtung zuweilen innere Schichtencomplexe von beträchtlicher Grösse, welche sicher aus dem Kern entstanden sind. Es ist ungewiss, in welchem Entwicklungsstadium dieselben ihren Ursprung genommen haben. Allein setzen wir als den ungünstigsten Fall, sie seien schon sehr früh, in einer Zeit wo der Kern den dritten Theil des ganzen Durchmessers und den 27sten Theil des Volumens ausmachte, entstanden, so muss das innere Schichtensystem viel stärker gewachsen sein als die umschliessende Substanz, weil es am ausgebildeten Korn weitaus den grössten Theil ausmacht. Ich habe oben nachgewiesen (Pag. 226), dass in gewissen halbzusammengesetzten Körnern die Volumenzunahme in der innern Masse anfänglich 32, später 8 mal und im Ganzen 234 mal beträchtlicher sein kann als in der äussern. Aehnliche Resultate geben die Berechnungen, welche sich auf die einfachen Körner mit einem besondern innern Schichtencomplex stützen.

Die Vergleichung von jüngern und ältern Zuständen zeigt ferner, dass es eine äusserste Schicht giebt (an Stärkekörnern in den Kartoffeln, im Wurzelstock von Canna, im Mark von Cereus etc.), welche kein wahrnehmbares Dickenwachsthum besitzt, und deren Volumenzunahme sich lediglich auf das Flächenwachsthum beschränkt. Es scheint selbst, als ob diese Schicht sich verdünnen könnte. Nehmen wir aber bloss an, dass sie nicht mächtiger werde, so muss ihr Volumen nach dem Quadrat des sich vergrössernden Radius, das Volumen der ganzen innern Substanz aber nach der dritten Potenz des Radius wachsen. In welchem bestimmten Verhältniss aber die Zunahme innerhalb der äussersten Schichten nach der Mitte hin sich steigere, dafür mangeln bis jetzt bestimmte Andeutungen an einfachen Körnern; wir haben dafür nur die Analogie der halbzusammengesetzten (Pag. 226).

Innerhalb der allgemeinen Regel, dass das Wachsthum aussen am geringsten, in der Mitte am grössten ist, giebt es für die verschiedenen Stärkekörner eine zahllose Mannigfaltigkeit von Modificationen, die sich nur schwer unter feste Typen zusammenfassen lassen. Selbst die Körner im nämlichen Pflanzentheil weichen in der Regel sehr von einander ab, so dass es bei der Unmöglichkeit, das nämliche Korn in seiner Entwicklungsgeschichte zu verfolgen, Mühe kostet, aus verwandten Formen ganze Entwicklungsreihen zu construiren. Zudem erlauben die unvollständigen Thatsachen oft nicht, die Verhältnisse des Orts und der Zeit (wo das stärkste Wachsthum und wann es statt gefunden hat) auseinander zu halten.

Am einfachsten verhalten sich, mit Rücksicht auf die Wachsthumerscheinungen, die Körner mit kugeligem centralem Kern. Gestalt und Schichtung bleibt bei ihnen fortwährend die nämliche, abgesehen davon, dass sie grösser werden und dass die concentrische Streifung sich vermehrt. Eine Schicht spaltet sich vollständig in je drei. Das Wachsthum nimmt von der Peripherie strahlenförmig nach dem Schichtencentrum hin zu. Damit stimmt der Wassergehalt überein, welcher die gleiche Zunahme zeigt.

Direkte Beweise lassen sich hier schwer herstellen. Indess beobachtet man, dass das junge Korn anfänglich aus einer dichten Substanz besteht, und dass, je grösser dasselbe wird, diese dichte Substanz gegenüber einer weichen im Innern oft ziemlich deutlich einen desto kleinern Theil des Radius einnimmt; oft scheint sie selbst gar nicht dicker zu werden und ihre Zunahme einzig auf das Flächenwachsthum zu beschränken. Dagegen hat sicher Spaltung des Kerns statt, den man in kleinern Körnern oft von beträchtlicher Ausdehnung und in spätern Stadien (nach der concentrischen Theilung) wieder viel kleiner findet.

Die Stärkekörner mit excentrischem kugeligem Kern sind anfänglich kugelig. Zuweilen behalten sie zeitlebens annähernd diese Form, indem sie bloss oval-sphärisch werden. In der Regel aber weichen sie bald entschieden von der Kugelgestalt ab. Sie dehnen sich in die Länge und werden oval bis linear-stabförmig, oder sie wachsen vorzüglich in die Fläche und werden abgeplattet. Meistens entfernen sie sich um so mehr von der ursprünglichen Form, je grösser sie werden. Zuweilen indess geht diess nur bis zu einer gewissen Grösse, worauf bei fernerm Wachsthum wie-

der ein Rückschreiten erfolgt. Wenn das letztere der Fall ist, so erreichen die Körner gewöhnlich schon ziemlich früh das Maximum in der Ungleichheit ihrer Durchmesser, welche dann langsam wieder abnimmt.

In den jungen Schuppen des Wurzelstockes von *Dentaria digitata* Lam. zeigen die Körner folgende Dimensionen:

Länge	11	11	12	12,5	13,5	16
Breite	4	7	4	4,5	5,5	10
Verhältniss	1:2,7	1:1,6	1:3	1:2,8	1:2,5	1:1,6

In den alten Schuppen des gleichen Rhizoms verhalten sie sich folgender Massen:

Länge	16	23	23	23	24	27	28	28	29	32
Breite	13,5	18	16	14	12	25	16	21	20	21
Verhältniss	1:1,2	1:1,3	1:1,4	1:1,6	1:2	1:1,1	1:1,7	1:1,3	1:1,4	1:1,5

Bei den jungen 11 — 13,5 Mik. grossen Stärkekörnern von *Dentaria* verhält sich also die Breite zur Länge im Durchschnitt wie 1:2,5 und in den ausgebildeten 23 — 32 Mik. grossen Körnern wie 1:1,5.

Bei einer Grösse von 2 Mik. sind die Körner noch kugelig; vergleichen wir dieses I. Stadium mit einem Korn des II. Stadiums, welches das durchschnittliche Verhältniss der grössten Differenz zeigt, und mit einem solchen des letzten Stadiums (III), in welchem ebenfalls das durchschnittliche Verhältniss realisiert ist, so haben wir:

	I.	II.	III.
Länge	2	13,5	32
Verhältniss		1:6,7	1:2,4
Breite	2	5,5	21
Verhältniss		1:2,7	1:3,8
Längenzunahme in %		570	140
Breitenzunahme in %		170	280
Verhältniss der Breitenzunahme zur Längenzunahme		1:3,4	1:0,5

Die Stärkekörner von *Dentaria* wachsen somit vom I. zum II. Stadium durchschnittlich $3\frac{1}{10}$ mal mehr in die Länge als in die Breite, vom II. zum III. Stadium aber durchschnittlich 2 mal mehr in die Breite als in die Länge.

Eine ähnliche Erscheinung beobachtete ich im Wurzelstock von *Iris sambucina* Lin. Der jüngste Theil desselben enthielt kugelige 1 — 2 Mik. grosse Stärkekörner. In dem nächstfolgenden, ebenfalls noch jungen Gewebe befanden sich Körner von nachstehenden Dimensionen:

Länge	2,5	3	3,6	4,5	4,5	4,8	5	7,5
Breite	1,5	1,2	2	2,2	3,4	2	3	2,3
Verhältniss	1:1,7	1:2,5	1:1,8	1:2	1:1,3	1:2,4	1:1,7	1:3,3

Länge	7,5	9	9	10	10	11	11,5
Breite	3	4	3,5	4,5	5	5	4,5
Verhältniss	1:2,5	1:2,2	1:2,6	1:2,2	1:2	1:2,2	1:2,5

Das ausgewachsene Gewebe enthielt Körner von folgender Grösse:

Länge	11	15	16	17	20	21	21	22	24	27
Breite	11	14	13	10	11	16	13	9	17	13,5
Verhältniss	1:1	1:1,1	1:1,2	1:1,7	1:1,8	1:1,3	1:1,6	1:2,4	1:1,4	1:2

Aus diesen Messungen ergibt sich, dass die Stärkekörner im Wurzelstock von *Iris sambucina* sich von der Kugelgestalt immer mehr entfernen, bis sie eine Grösse von 7 und 10 Mik. erreicht haben, dass aber von da an im Allgemeinen wieder ein langsames Zurückgehen eintritt. Diess wird besonders deutlich, wenn man Körner, die in Gestalt und Schichtung einander ähnlich sind, in allen Entwicklungsstadien verfolgt, wofür folgende 2 Beispiele gelten mögen.

	1			2		
	I	II	III	I	II	III
Länge	1,5	7,5	27	2	9	24
Verhältniss		1:5	1:3,6		1:4,5	1:2,7
Breite	1,5	2,3	13,5	2	4	17
Verhältniss		1:1,5	1:5,9		1:2	1:4,2

In beiden Beispielen sind 3 Stadien angegeben, I wo die ursprüngliche Kugelform noch vorhanden ist, II wo die Abweichung den höchsten Grad erreicht und III wo das Wachstum aufhört. Es beträgt also

	1			2		
	I	II	III	I	II	III
die Längenzunahme in %		400	260	350		170
die Breitenzunahme in %		50	490	100		320
Verhältniss der Breitenzunahme zur Längenzunahme		1:8	1:0,53	1:3,5		1:0,53

Vom I zum II Stadium überwiegt das Längenwachstum sehr beträchtlich; es ist in den beiden Beispielen 8 und $3\frac{1}{2}$ mal so gross als das Breitenwachstum. Vom II zum III Stadium kehrt sich das Verhältniss um, und das Breitenwachstum ist in den beiden Beispielen doppelt so lebhaft als das Längenwachstum.

Von der Thatsache, dass die Stärkekörner in manchen Fällen zuerst sich rasch von der Kugelform entfernen und dann derselben sich wieder etwas nähern, überzeugt man sich namentlich auch, wenn man die Dicke und die ganze körperliche Gestaltung mit berücksichtigt. Einige Stärkearten besitzen in dem Stadium II, wo die Durchmesser die grösste Differenz erreicht haben, eine scharfe Kante und zuweilen ausserdem an den Enden derselben zwei scharfe Ecken; während im entwickelten Stadium Kanten und Ecken wieder ganz oder grösstentheils verschwunden sind. Diess war bei den Körnern von *Iris* und *Dentaria* der Fall; und die gleiche Erscheinung wurde auch anderswo z. B. in den Zwiebelschuppen von *Hyacinthus orientalis* beobachtet. In der Basis junger und älterer Schuppen sind die (noch nicht ausgebildeten) Stärkekörner mehr oder weniger dreieckig-keilförmig mit verdünntem Rande, ähnlich wie Fig. 1 auf Taf. XIX (A und B von zwei Seiten gesehen). In der Spitze der ältern Schuppen, wo die Körner ausgewachsen sind, zeigen sie sich etwas grösser, in der breiten Ansicht mehr gerundet, dabei mehr verdickt und zwar so, dass zwischen den beiden Rändern fast keine Verschiedenheit mehr besteht, und somit von der Kante so wie von den Ecken wenig oder nichts mehr sichtbar ist.

So lange die Stärkekörner kugelig sind, zeigen sie concentrischen Bau. So wie sie aber von der Kugelgestalt abweichen, wird ihre Structur excentrisch, und steht fortwährend meistens in gewisser Beziehung zur äusseren Form. Ursprünglich sind die Schichten vollständige Kugelschalen; mit der stärkern Zunahme auf der einen Seite spalten sie sich hier, indem unvollständige dazwischen auftreten.

Wenn sich der Kern in dem jungen kugeligen Korn ausgeschieden hat, so zeigt er ebenfalls eine genaue sphärische Gestalt. Wie ich früher gezeigt habe, wächst er und spaltet sich dann concentrisch; und dieser Process kann sich während des Wachstums des Stärkekorns ein oder mehrmals wiederholen. Der Kern ist in allen Stadien kugelig und ebenfalls, sofern die Structur deutlich ist, von einer oder von mehreren Schichten umschlossen, welche annähernd die Form von Kugelschalen zeigen. Das Wachstum unmittelbar im Schichtencentrum geschieht daher in allen Richtungen ziemlich in gleichem Maasse. Es wird aber schon in der nächsten Entfernung ungleich; in Fig. 3 auf Taf. XIV sind an einem jungen Korn die Schichten in der Richtung von a mächtiger, und die innere ist auf dieser Seite gespalten.

Eine der wichtigsten Erscheinungen zur Beurtheilung des Wachstums der excentrisch-gebauten Stärkekörner liegt ferner in der Theilung der Schichten. Der ganze Complex von Lamellen, welcher nach einer Seite hin sich in eine einzige Schicht vereinigt, ist durch Spaltung dieser letztern entstanden. Könnte man alle Trennungslinien ringsherum bis da, wo sie aufhören, verfolgen, so würde das die Wachstumsgeschichte selbst bis ins Einzelne wenigstens in einer

Beziehung der Lösung nahe bringen. Leider sind aber immer nur einzelne Schichtencomplexe deutlich auf ihren Ursprung zurückzuführen.

Wie eben bemerkt wurde, besteht das junge Korn aus einem kugeligen Kern und aus Schichten, die die Form von Kugelschalen besitzen, und alle weiteren Aenderungen in der Structur geschehen durch concentrische Theilung des Kerns und der Schichten. Es muss also jeder Complex von zusammengehörigen Schichten, der späterhin wenn auch in noch so unregelmässiger Gestalt auftritt, aus einer Kugelschale oder einem concentrischen Theil derselben ursprünglich entstanden sein.

Es kann somit, wenn auch der Anschein noch so sehr dafür spricht, keine wirklich unvollständigen und einseitigen Schichten an der Oberfläche geben (wie z. B. in Fig. 1, 7, 10 — 12, 14, 16 auf Taf. XIV; Fig. 1, 3, 8, 16 auf Taf. XV; Fig. 1, 3 — 5, 7 — 8 auf Taf. XVII). Dieselben müssen durch Spaltung der äussersten Schicht entstanden sein, welche auf der einen Seite des Korns äusserst dünn geblieben ist, auf der andern sich sehr verdickt und in mehrere Lamellen gespalten hat. — Ich habe schon oben (Pag. 20) bemerkt, dass die Vergleichung der verschiedenen Formen ausgebildeter Stärkekörner die Wahrscheinlichkeit herausstellt, es gebe keine äussern unvollständigen Schichten. Die Entwicklungsgeschichte führt zu dem gleichen Resultat, und die Behandlung der Kartoffelstärke mit Speichel zeigt, dass wenn die Granulose (reine Stärke) ausgezogen und der Randschatten verschwunden ist, die früher scheinbar unvollständigen Schichten in der That nichts anderes als die gespaltene äussere Schicht sind (Pag. 113).

Da jeder Complex von zusammengehörigen Schichten im Ursprung auf eine Kugelschale zurückgeführt werden kann, so muss aus der Dicke, welche er später auf jedem Punkte zeigt, auch ein Schluss auf das ungleiche Wachstum gemacht werden können. Ich verweise auf das, was früher über die verschiedene Mächtigkeit der Schichten gesagt wurde (Pag. 25); und wiederhole hier die dort gefundenen Verhältnisszahlen der deutlich unterscheidbaren Schichtencomplexe, wie sie von aussen nach innen auf einander folgen.

A. Kartoffelstärkekörner.

1. $\frac{1}{11} \quad \frac{1}{6} \quad \frac{1}{4,7} \quad \frac{1}{1,4} \quad \frac{1}{1}$

5. $\frac{1}{10} \quad \frac{1}{4,4} \quad \frac{1}{4} \quad \frac{1}{5} \quad \frac{1}{1,5} \quad \frac{1}{1}$

2. $\frac{1}{10} \quad \frac{1}{8,5} \quad \frac{1}{8,5} \quad \frac{1}{1,5} \quad \frac{1}{1}$

6. $\frac{1}{8,5} \quad \frac{1}{6,4} \quad \frac{1}{4} \quad \frac{1}{5,5} \quad \frac{1}{4,7} \quad \frac{1}{3} \quad \frac{1}{1,2} \quad \frac{1}{1}$

3. $\frac{1}{12} \quad \frac{1}{8,8} \quad \frac{1}{5,3} \quad \frac{1}{2} \quad \frac{1}{1}$

7. $\frac{1}{11} \quad \frac{1}{9} \quad \frac{1}{6,5} \quad \frac{1}{5} \quad \frac{1}{4,3} \quad \frac{1}{3,8} \quad \frac{1}{3} \quad \frac{1}{2} \quad \frac{1}{1,2} \quad \frac{1}{1}$

4. $\frac{1}{6} \quad \frac{1}{5,8} \quad \frac{1}{4,2} \quad \frac{1}{3,3} \quad \frac{1}{1,2} \quad \frac{1}{1}$

8. $\frac{1}{14} \quad \frac{1}{10} \quad \frac{1}{8,8} \quad \frac{1}{6,5} \quad \frac{1}{4} \quad \frac{1}{2,5} \quad \frac{1}{1,3} \quad \frac{1}{1} \quad \frac{1}{1}$

B. Stärkekörner aus der Colombowurzel.

9. $\frac{1}{10} \quad \frac{1}{6} \quad \frac{1}{3,3} \quad \frac{1}{5,4} \quad \frac{1}{3} \quad \frac{1}{2,3} \quad \frac{1}{1,5} \quad \frac{1}{1}$

10. $\frac{1}{8} \quad \frac{1}{5,5} \quad \frac{1}{4} \quad \frac{1}{3} \quad \frac{1}{2,6} \quad \frac{1}{2,2} \quad \frac{1}{2} \quad \frac{1}{1,6} \quad \frac{1}{1}$

Ich füge noch einige Messungen für Körner mit geringerer und mit grösserer Excentricität bei.

C. Stärkekörner aus den Samen von Aesculus Hippocastanum Lin.

	I	II	III	IV	V	N	A
11	Min.	2,2	0,6	0,5	1	0,6	1,2
	Max.	15	2,5	2	2,1	0,6	1,2
	Verhältniss	$\frac{1}{6,8}$	$\frac{1}{4,1}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2,1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	29,5

	I	II	III	IV	V	VI	N	A
19 { Min.	2	1	1,4	2	1,2	0,8	1	
Max.	7	2,2	2	2,4	2,4	1,2	1	27,6
Verhältniss	$\frac{1}{3,5}$	$\frac{1}{2,2}$	$\frac{1}{1,4}$	$\frac{1}{1,2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{1,5}$	$\frac{1}{1}$	

D. Stärkekörner aus der Galgantwurzel.

	I	II	N	A		I	II	N	A
12 { Min.	1,7	1,8	0,5			1,5	2	0,5	
Max.	29	2,2	0,5	35,7		40	4	0,5	48,5
Verhältniss	$\frac{1}{17}$	$\frac{1}{1,2}$	$\frac{1}{1}$			$\frac{1}{27}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{1}$	

E. Stärkekörner aus dem Wurzelstock von *Canna lanuginosa* Bosc.

	I	II	III	N	A		I	II	III	N	A
15 { Min.	1	2	2	0,5			1,1	2	1	1	
Max.	51	3	2,5	0,5	62,5		74	4	1	1	85,1
Verhältniss	$\frac{1}{51}$	$\frac{1}{1,5}$	$\frac{1}{1,2}$	$\frac{1}{1}$			$\frac{1}{67}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	

F. Stärkekörner aus dem Wurzelstock von *Canna lagunensis* Lindl.

	I	II	A		I	II	N	A
17 { Min.	3	3			5	2,5		
Max.	40	7,5	53,5		62	17,5	3	90
Verhältniss	$\frac{1}{13}$	$\frac{1}{2,5}$			$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{2}$	

	I	II	A		I	II	III	A
19 { Min.	5	3			7	2	2	
Max.	50	6	64		63	17	3	94
Verhältniss	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{2}$			$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{8,5}$	$\frac{1}{1,5}$	

	I	II	A		I	II	III	N	A
21 { Min.	5	2,5			7	3,5	1,5		
Max.	49	19,5	76		51	39	3	1,5	106,5
Verhältniss	$\frac{1}{9,8}$	$\frac{1}{7,8}$			$\frac{1}{7,3}$	$\frac{1}{11}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{1}$	

	I	II	A		I	II	III	N	A
23 { Min.	6	3			8	1,8	2,4		
Max.	60	20	89		60	20	8,4	1,4	102
Verhältniss	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{6,7}$			$\frac{1}{7,5}$	$\frac{1}{11}$	$\frac{1}{3,5}$	$\frac{1}{1}$	

	I	II	III	N	A		I	II	III	N	A
25 { Min.	2,5	2,5	2				4	2,5	2		
Max.	75	38	6	2	128		60	30	4	1,5	104
Verhältniss	$\frac{1}{30}$	$\frac{1}{15}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{1}$			$\frac{1}{15}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	

G. Stärkekörner aus dem Wurzelstock von *Canna floribunda* Hort.

	I	II	N	A		I	II	III	N	A		
27	Min.	12,5	2,2			28	Min.	1,5	2	2		
	Max.	55	13	3	85,7		Max.	37	10	6	2,5	61
	Verhältniss	$\frac{1}{4,4}$	$\frac{1}{5,9}$	$\frac{1}{1}$			Verhältniss	$\frac{1}{25}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{1}$	

H. Stärkekörner aus dem Wurzelstocke von *Canna Linkii* Bouché.

	I	II	III	N	A		I	II	III	N	A		
29	Min.	3	2	1,5			30	Min.	2	2,5	2		
	Max.	28	10	3	2	49,5		Max.	20	15	5	1,5	48
	Verhältniss	$\frac{1}{9,3}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{1}$			Verhältniss	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{2,5}$	$\frac{1}{1}$	
31	Min.	2	1,8	1,5			32	Min.	5	4	2		
	Max.	20	12,5	2,5	1,6	41,9		Max.	23	14	5	3	56
	Verhältniss	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{1,7}$	$\frac{1}{1}$			Verhältniss	$\frac{1}{4,6}$	$\frac{1}{3,5}$	$\frac{1}{2,5}$	$\frac{1}{1}$	
33							33	Min.	2,5	1,5	2		
								Max.	27	9	3	1	46
								Verhältniss	$\frac{1}{11}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{1,5}$	$\frac{1}{1}$	

Was nun zunächst die Folgerung betrifft, welche wir aus diesen Messungen auf das Wachstum der einzelnen Schicht machen können, so dürfen wir sagen, dass im ungünstigsten Fall das Verhältniss der ungleichen Zunahme wenigstens so gross ist, als dasjenige der Mächtigkeit. Die äusserste Schicht in dem Kartoffelstärkekorn 8 muss wenigstens 14 mal, in den Körnern 15 und 16 aus dem Wurzelstock von *Canna lanuginosa* Bosc. wenigstens 51 und 67 mal mehr an Dicke zugenommen haben auf dem langen Halbmesser, als auf dem kurzen. Dieser ungünstigste Fall (mit einem Verhältniss von 1:14, 1:51 und 1:67) würde aber der sein, wenn die Wachstumsdifferenz schon zu einer Zeit begänne, wo die Schicht noch unmessbar dünn ist.

Fängt das ungleiche Wachstum, wie es in der That der Fall ist, erst an, wenn sie schon eine messbare Dicke hat, so wird das Verhältniss grösser, und zwar um so grösser, je später die Differenz sich geltend zu machen beginnt. — Die äusserste Schicht eines Stärkekorns entsteht dadurch, dass sich in der kleinen soliden Kugel ein weicher Kern ausscheidet. Ihre Dicke sinkt bei Körnern von *Canna* kaum auf 1 Mik. herab. In diesem Stadium ist eine Ungleichheit auf verschiedenen Seiten noch nicht bemerkbar. Während nun diese Schicht in den beiden angeführten Fällen fortwährend ihre ursprüngliche Mächtigkeit von 1 und 1,1 Mik. am kurzen Halbmesser behalten hat, so verdickte sie sich am langen Radius auf 51 und 74 Mik. Dort betrug die Zunahme 0, hier das 51 und 67fache der ursprünglichen Dicke. Grössere Körner von *Canna* zeigen aber noch viel beträchtlichere Differenzen; es giebt solche, wo die äusserste Schicht auf der einen Seite 160 mal, auf der gegenüberliegenden gar nicht sich verdickt hat.

Die Differenz zwischen den verschiedenen Seiten einer Schicht beschränkt sich aber nicht bloss auf das Dickenwachstum. Die Ausdehnung in die Fläche zeigt eine ähnliche Ungleichheit; allein es mangelt hier die Anhaltspunkte für genaue Messungen. Wir sehen bloss, dass aus einer kleinen Kugelschale, die aus zwei gleichen Hälften besteht, eine Schicht von eiförmiger, ellipsoidischer, keilförmiger Gestalt entsteht, deren vordere (dem Kernende entsprechende) und deren hintere Hälfte im höchsten Grade ungleich sind. Die Verschiedenheit in der Volumenzunahme steigert sich dadurch beträchtlich. In den vorhin erwähnten Beispielen von *Canna*-Stärkekörnern verdickt sich die eine Seite der

äussersten Schicht gar nicht und dehnt sich nur unbedeutend in die Fläche aus; während die andere Seite um das 51-, 67- und selbst 160fache der Dicke zunimmt und ein in entsprechendem Verhältniss grösseres Flächenwachsthum entwickelt.

Berücksichtigen wir alle Schichten eines ganzen Kornes, so geht aus den obigen Messungen (Pag. 239 — 241) deutlich hervor, wie die Ungleichheit des Wachsthums von der Peripherie nach dem Schichtencentrum hin sich vermindert. So hat im ersten Beispiel die äusserste Schicht auf dem grossen Halbmesser wenigstens 11 mal mehr zugenommen als auf dem kleinen, die zweite 6 mal mehr, die dritte $4\frac{7}{10}$, die vierte $1\frac{4}{10}$ mal mehr. Das Verhältniss $\frac{1}{1}$, welches in allen Beispielen die Reihe schliesst, gehört dem Kern an, welcher auf beiden Halbmessern gleich sehr wächst; in den Beispielen 8, 11, 16 und 26 zeigt auch die den Kern umgebende Schicht dieses Verhältniss.

Die Regel, dass die Ungleichheit im Wachsthum der Schichten auf dem kurzen und auf dem langen Halbmesser um so grösser ist, je näher sie an der Oberfläche sich befinden, erleidet häufig eine Störung für diejenigen Schichten, welche durch die Mitte des Kornes gehen. Dieselben zeigen dann ein grösseres Verhältniss, als die nach aussen zunächst folgenden, was in den Beispielen 5, 6, 9, 12, 22, 24, 27 der Fall ist. So wird im sechsten Beispiel das ungleiche Wachsthum der dritten Schicht von aussen durch $\frac{1}{4}$, dasjenige der vierten und fünften durch $\frac{1}{5,5}$ und durch $\frac{1}{4,7}$ ausgedrückt. Diese Störungen kommen um so sicherer vor, je grösser die Excentricität der Schichtung ist; und finden ihre Ursache darin, dass das Wachsthum gegen die Mitte des Kornes (nicht im Schichtencentrum) sein Maximum erreicht.

In den meisten Körnern lässt sich aber die Schichtung nirgends vollständig ringsum verfolgen, so dass an denselben bloss ermittelt werden kann, wie sich das Wachsthum der ganzen Substanz auf dem langen und kurzen Halbmesser mit oder ohne Kern verhält. Diese Verhältnisse sind auf Pag. 27 angegeben; es versteht sich von selbst, dass sie mehr oder weniger Mittel sind aus denjenigen, welche wir an den einzelnen Schichten kennen gelernt haben. Das grösste Verhältniss ist $\frac{1}{70}$, wo also im ungünstigsten Falle (wenn die Differenz schon in unendlich kleinen Körnern begänne) die Zunahme des langen Radius 70 mal grösser wäre, als die des kurzen.

Die Ungleichheit in der Zunahme zwischen dem langen und kurzen Halbmesser ist in der Wirklichkeit aber viel beträchtlicher, da immer in jungen Körnern von messbarer Grösse der Kern noch im Mittelpunkt liegt. Die ungleichmässige Entwicklungsgeschichte der einzelnen Körner macht es unmöglich, die Zunahme der beiden Halbmesser durch die successiven Stadien zu verfolgen. Ich theile die Messungen an mehreren Kartoffelstärkekörnern von ungleicher Grösse mit, aus denen wenigstens im allgemeinen die Zunahme der Excentricität ins Alter hervorgeht. Long. bezeichnet die Länge des ganzen Stärkekorns, Lat. dessen Breite, Rad. den grossen, rad. den kleinen Halbmesser, Verhältn. die Verhältnisszahl der beiden Radien.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Long.	5	6	7	7	8	8	10	10	12
Lat.	5	6	7	7	8	7,2	10	9	10,5
Rad.	2,5	3	3,7	4	4,5	5,3	6	6,2	8
rad.	2,5	3	3,3	3	3,5	2,7	4	3,8	4
Verhältn.	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1,1}$	$\frac{1}{1,3}$	$\frac{1}{1,3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{1,5}$	$\frac{1}{1,6}$	$\frac{1}{2}$
	10	11	12	13	14	15	16		
Long.	13	13,5	13,5	18	25	36	38		
Lat.	12	12	11	16,8	19	20	25		
Rad.	9	7,5	10	12,4	19,4	29	31		
rad.	4	6	3,5	5,6	5,6	7	7		
Verhältn.	$\frac{1}{2,2}$	$\frac{1}{1,2}$	$\frac{1}{2,9}$	$\frac{1}{2,2}$	$\frac{1}{3,3}$	$\frac{1}{4,1}$	$\frac{1}{4,4}$		

	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Long.	45	52	54	56	56	59	62	72	80	81	86
Lat.	27	29	29	45	36	34	39	50	59	48	64
Rad.	36	44	41	40	45	50	50	59	64	68	69
rad.	9	8	13	16	11	9	12	13	16	13	17
Verhältn.	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{5,5}$	$\frac{1}{3,1}$	$\frac{1}{2,5}$	$\frac{1}{4,1}$	$\frac{1}{5,5}$	$\frac{1}{4,2}$	$\frac{1}{4,5}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{5,2}$	$\frac{1}{4}$

Wenn die Körner eine Grösse von 5 und 6 Mik. Mill. erlangt haben, so ist das Schichtencentrum noch ziemlich im mathematischen Mittelpunkt. Das Maximum der Excentricität ist $\frac{1}{5,5}$, welches schon bei einer Länge von 52 Mik. erreicht werden kann (Korn 18). Wenn wir nun annehmen, dass bei einer Grösse von 5 Mik. die beiden Radien einander gleich gewesen seien, so hat sich von diesem Stadium an bei Korn 18 der kurze Radius von 2,5 auf 8 Mik. oder von 1 auf 3,2 und der lange Radius von 2,5 auf 44 Mik. oder von 1 auf 18 ausgedehnt. Die procentige Zunahme beträgt also für den kurzen Halbmesser 220, für den langen 1700; die letztere ist $7\frac{7}{10}$ mal grösser als die erstere.

Bei *Canna lagunensis* Lindl. sind die grössten Stärkekörner des Wurzelstockes 170 Mik. lang, und ihre Excentricität beträgt in einzelnen Fällen $\frac{1}{70}$, indem der kurze Radius 2,4 und der lange 168,6 Mik. misst. Die kleinsten noch vollkommen concentrisch gebauten Körner, die ich sah, waren 3 Mik. gross mit einem Kern von 1 Mik. Durchmesser. Wenn sie, wie es sehr wahrscheinlich ist, als die Anfänge jener grossen Körner zu betrachten sind, so hat der kleine Radius von 1,5 auf 2,4 Mik. oder von 1 auf 1,6 und der grosse von 1,5 auf 168,6 Mik. oder von 1 auf 112 sich vergrössert. Die Zunahme für jenen beträgt also 60, für diesen 11100 Procent oder 185 mal mehr. — Verschiedene andere Stärkearten mit sehr excentrischem Kern stehen dem eben genannten Beispiel in der Ungleichheit des Wachstums von langem und kurzem Halbmesser durchaus nicht nach.

Was die Volumenzunahme auf der ganzen Länge des kurzen und langen Radius betrifft, so verhält es sich damit wie mit derjenigen der einzelnen Schichten. Sie lässt sich nicht berechnen, weil fixe Punkte für Messungen nicht vorhanden sind. Wir können mit Sicherheit bloss sagen, dass der Unterschied in der Volumenzunahme noch viel grösser sein muss als derjenige im radialen Wachsthum, da in den beiden tangentialen Richtungen die Substanz am langen Halbmesser ebenfalls viel stärker sich ausdehnt als am kurzen.

Die hauptsächlichsten Differenzen im Wachsthum, welche unter den Körnern mit excentrischem Kern bestehen, werden bedingt durch die grössere oder geringere Excentricität und durch die grössere oder geringere Regelmässigkeit der Schichtung. Je näher der Kern dem mathematischen Mittelpunkt liegt, desto mehr concentriert sich in ihm das lebhafteste Wachsthum. Wenn er dem Umfange genähert ist, so befindet sich das Maximum der Ausdehnung in der Regel nahe dem Schwerpunkte des ganzen Korns auf der dem Kern zugekehrten Seite. Diess hat um so mehr Gültigkeit, je regelmässiger die Form des Korns und die Schichtung ist. Doch kann auch in scheinbar regelmässig gebauten Körnern das Maximum der Zunahme bald näher dem Kern, bald jenseits des Mittelpunkts auf der dem Kern abgekehrten Seite liegen. Solche Beispiele findet man nicht sehr selten unter den Kartoffelstärkekörnern (vgl. Taf. XI, Fig. 1, 3, 6, 7, 8, — wo das Wachsthum in den weichen röthlichen Schichten am lebhaftesten ist).

Je excentrischer der Kern liegt, desto geringer ist sein Wachsthum im Verhältniss zu demjenigen des ganzen Korns. Die Nothwendigkeit dieser Annahme ergibt sich schon aus folgender Betrachtung. Der Kern ist bei jeder Lage genau kugelig, und wenn Theilung eintritt, so theilt er sich ziemlich genau concentrisch. Er wächst also strahlenförmig in allen Richtungen ziemlich gleich stark. Daraus folgt, dass für den Kern die Grösse seiner Zunahme in inniger Beziehung zu seiner excentrischen Lage steht. Je beträchtlicher das Wachsthum ist, desto weniger kann er vom Mittelpunkt entfernt sein, und eine der Peripherie genäherte Lage lässt auf eine geringe Zunahme schliessen.

Das junge Korn schliesst in einer dichten kugelschaligen Rindenschicht den kugeligen weichen Kern ein. Die Zunahme des kurzen Halbmessers wird nun nicht bloss durch das Wachsthum des Kerns, sondern auch durch dasjenige

der ihn bedeckenden Substanz vermittelt. Würde man die Progression dieser Zunahme von der Peripherie bis zum Schichtencentrum kennen, so könnte man auch für jeden Fall genau bestimmen, wie sich das Wachstum des Kerns zum Wachstum des ganzen Kornes verhält. Da diess nicht möglich ist, so kann man bloss berechnen, wie gering seine Zunahme in den Körnern mit grösster Excentricität bei der günstigsten Annahme (wenn nämlich alles Dickenwachstum am kurzen Radius auf seine Rechnung kommt) sein muss. Die kleinsten Körner im Wurzelstock von *Canna lagunensis* Lindl. sind 3 Mik. gross und enthalten einen Kern von 1 Mik. Die grössten erreichen eine Länge von 170 Mik., der kurze Radius ist 2,4 Mik. lang. Wenn die Rindenschicht des jungen Kornes fortwährend ihre Dicke (1 Mik.) behalten hat, so dehnte sich der Kern in der Richtung des kurzen Halbmessers von 0,5 auf 1,4 Mik., oder von 1 auf 3 aus. Während das ganze Korn in der Längsachse sich von 3 auf 170 Mik., also auf das 57fache und der lauge Radius gar auf das 112fache sich vergrössert, kann im allergünstigsten Falle das strahlenförmig gleichmässige Wachstum, welches ohne Zweifel im Schichtencentrum stattfindet, nicht mehr als das 3fache seiner ursprünglichen Grösse betragen. Daraus geht mit Sicherheit hervor, dass in den Körnern mit starker Excentricität die Zunahme des Kerns von andern Partien des Kornes (namentlich von der Mitte) weit übertroffen wird.

Da mit dem Wachstum des Kerns nothwendig seine concentrische Theilung verbunden ist, so tritt die letztere auch um so seltener ein, je mehr er eine excentrische Lage hat. Beträgt diese, wie z. B. in den Stärkekörnern des Wurzelstockes von *Canna* $\frac{1}{30}$ bis $\frac{1}{70}$, so nimmt sein Radius etwa den 4ten bis 12ten Theil vom kurzen Halbmesser des ganzen Kornes ein. Der letztere vergrössert sich während der Wachstumsperiode überhaupt nur wenig. Die Hälfte oder der grössere Theil desselben wird von der dichten Rindensubstanz eingenommen. Es ist also unmöglich, dass sich der Kern mehr als 1, höchstens 2 Male hinreichend vergrössere, um sich concentrisch in einen neuen Kern und 2 denselben umgebende Schichten zu theilen (vgl. Fig. 1 auf Taf. XVII).

Mit dieser mehr theoretischen Betrachtung stimmt genau die direkte Beobachtung. Je excentrischer der Kern liegt, desto seltener sieht man in demselben concentrische Theilung, desto seltener entstehen auch aus demselben neue Theilkörner. Diese Thatsachen sind sehr auffallend, wenn man Stärkearten, die in der Lage des Kerns merkbar von einander abweichen, vergleicht. In den Stärkekörnern der Samen von *Aesculus Hippocastanum* z. B. ist der Kern wenig vom Mittelpunkt des Kornes entfernt; die Formen mit mehreren eingeschlossenen Theilkörnern sind hier häufig (Taf. XXIV, Fig. 19, h, i, k.); ebenso verhalten sich die Körner im Mark von *Cereus* (Taf. XV, Fig. 4, 5, 9 — 13, 15, 16; Taf. XVI, Fig. 1 — 4, 7, 9 — 12, 16, 17), in der Zwiebel von *Hyacinthus* (Taf. XIX) etc.

In den Kartoffelstärkekörnern beträgt die Excentricität des Kerns durchschnittlich $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{6}$. Der Kern kann sich hier in jeder Wachstumsperiode concentrisch theilen; aber es geschieht lange nicht so häufig als in den genannten Fällen. Ebenso sind die halbzusammengesetzten Körner hier seltener, wenn wir auch ihr Vorkommen nicht allzuspärlich nennen können (Taf. XI, Fig. 10 — 17). — Die Stärkekörner aus dem Wurzelstock mancher Arten von *Canna*, in denen die Excentricität, wie vorhin bemerkt wurde, $\frac{1}{30}$ bis $\frac{1}{70}$ beträgt, zeigen fast nie eine Erscheinung, die auf eine spätere concentrische Theilung des Kerns schliessen lässt. Ebenso bilden sich aus dem Kern höchst selten zwei oder drei neue Schichtencentren. Auf Taf. XVII sind zwar mehrere Beispiele von *Canna lanuginosa* gezeichnet (Fig. 2, 3, 5, 7, 8, 10, 12). Allein es waren sämmtlich Ausnahmefälle, die zusammengesucht werden mussten. Bei andern *Canna*-Arten, wo die Excentricität des Kerns etwas beträchtlicher war als bei der genannten, fand ich fast gar nie Theilung des Schichtencentrums in zwei neue. Dagegen beobachtete ich bei einigen Species von *Canna* mit geringerer Excentricität diese Erscheinung ziemlich häufig. — Andere sehr excentrisch gebaute Stärkekörner, wie z. B. diejenigen im Wurzelstock von *Alpinia Galanga*, von *Curcuma Zedoaria*, von *Zingiber officinale* etc., zeigten keine Andeutung von der Theilung des Kerns. — Ich könnte die Beispiele für die ausgesprochene Regel leicht vermehren; ich kenne aber keine, die ihr widersprechen.

Mit der Thatsache, dass der Kern um so weniger wächst, je näher er der Peripherie liegt, und dass sein Wachstum um so grösser wird, je mehr sich seine Lage dem Centrum nähert, stimmt eine andere Reihe von Erscheinungen überein. Ich habe früher nachgewiesen, dass im Allgemeinen die Substanz da am meisten Wasser enthält, wo das Wachstum am lebhaftesten ist, und umgekehrt. Es kann nun als Regel ausgesprochen werden, dass der Kern selber und die ihn zunächst umgebenden weichen Schichten im Ganzen um so mächtiger sind, je näher er dem Mittelpunkt liegt.

Mit der Zunahme der excentrischen Lage vermindert sich der Durchmesser der wasserreichen Masse, welche das Schichtencentrum umgiebt. In manchen Körnern (z. B. aus dem Wurzelstock von Canna, Zingiber, Curcuma etc.) sieht man den Kern, welcher hier sehr der Oberfläche genähert ist, wegen seiner Kleinheit in der Regel gar nicht. Er ist in der dichten homogenen Riudensubstanz verborgen; mangelt aber in der That keineswegs. Denn wenn solche Körner schwach geröstet werden, so bildet sich an seiner Stelle eine kleine Höhlung, die mit Gas gefüllt bleibt, so lange die Körner in absolutem Alcohol liegen.

Nicht nur ist aber der Kern mit seinen nächsten Umgebungen um so wasserärmer, je mehr er sich dem Umfange nähert. Es lässt sich auch nachweisen, dass dann der grösste Wasserreichthum sich in den Schichten befindet, welche mehr in der Mitte des ganzen Kornes liegen. Diess zeigt die direkte Beobachtung, weil daselbst die weichen röthlichen Schichten am mächtigsten sind (Taf. XI, Fig. 1, 2, 3, 6, 7, 8). Diess beweisen ferner in einzelnen Fällen die Erscheinungen, welche beim Eintrocknen (vgl. Pag. 52 ff.), so wie diejenigen, welche beim Aufquellen (vgl. Pag. 67, ff.) und bei der Auflösung (vgl. Pag 95, ff., 103, 113 ff. etc.) eintreten.

Wenn aber auch das Wachstum des Kerns um so geringer ist, je näher er der Oberfläche liegt, so ist dasselbe doch immer beträchtlicher als in der ihn nach allen Seiten zunächst umschliessenden Masse. Es geht diess theils aus seiner wasserreichern Substanz hervor, theils aus dem Umstande, dass bei jeder auch der grössten Excentricität, wenn auch nicht in allen Arten von Stärkekörnern, aus demselben unter Umständen neue Schichtensysteme oder durch Theilung 2 neue Kerne und Theilkörner entstehen können. Der excentrische Kern bildet also immer den Sitz eines local vermehrten Wachstums.

Der Bau ist in den jüngsten Stadien, wie bereits bemerkt wurde, genau concentrisch. Dann beginnt das Korn auf der einen Seite stärker zu wachsen. Jede einzelne Schicht wird hier mächtiger und spaltet sich; der Punkt, wo sich in ihr das Maximum des Wachstums befindet, bezeichnet ihren Verdickungsradius. In den meisten Körnern bilden die Verdickungshalbmesser aller Schichten zusammen eine gerade, oder eine wenig gebogene Linie; seltener ist die Linie stärker gebogen, knieförmig-gebrochen oder gar zickzackförmig (vgl. Pag. 30).

Bei gerader Achse unterliegt es keinem Zweifel, dass fortwährend das Maximum des Wachstums in jeder Schicht sich auf dem nämlichen Punkte befand. Es ist aber im höchsten Grade wahrscheinlich, dass auch in allen andern Fällen, wenigstens in der Regel, der Verdickungsradius jeder einzelnen Schicht seine Stelle nicht verändert. Denn sonst müssten, da die Abweichung von der geraden Linie sehr häufig vorkommt, doch in gewissen Stadien auch Schichten beobachtet werden, welche in 2 Richtungen (in der ursprünglichen und in der neuen) ein Verdickungsmaximum besässen, was nicht der Fall ist. Jede Abweichung von dem strengregelmässigen Bau ist also aus einer primitiven Anlage entstanden, — und wenn ein Korn aus verschiedenen Schichtensystemen mit ungleichen Verdickungsrichtungen besteht, so muss jedes System aus einer Kugelschale hervorgegangen sein, die sich vom Kern ausschied und nach einer andern Richtung hin verdickte als die übrigen Kugelschalen.

Von der Richtigkeit dieser Ansicht kann man sich am leichtesten durch die Untersuchung der Stärkekörner im Wurzelstock von verschiedenen Canna-Arten überzeugen. Hier kommen innerhalb der sonst ganz regelmässig und symmetrisch gebauten Körner kleinere oder grössere, den Kern umschliessende Systeme von Schichten vor, deren Achse mit der Achse des ganzen Kornes einen beliebigen Winkel bildet. Häufiger ist der Winkel zwischen dem äussern und dem innern Verdickungsradius ein spitzer, zuweilen genau ein rechter. Seltene Fälle zeigen sogar 2 vollkommen opponirte Verdickungsrichtungen, so dass der längste Halbmesser des äussern und der kürzeste des innern Systems die Hälfte der geraden Achse darstellen, während die andere Hälfte von dem kürzesten Radius des äussern und dem längsten des innern gebildet wird. — Wiederholt wurden auch Körner mit 3 Verdickungsrichtungen beobachtet, die einmal mit regelmässigen Winkeln von ungefähr 180 Grad zu einander geneigt waren. Hier zeigte das Korn 4 vollständig und scharf geschiedene Partien: den kugeligen Kern, ein inneres, ein mittleres und ein äusseres System von Schichten, offenbar jedes aus einer Kugelschale entstanden und jedes nach einer andern Seite hin verdickt. — Die Richtigkeit dieser Annahme ist unzweifelhaft, da das innere den Kern umschliessende Schichtensystem, wie bereits bemerkt, hier in allen Grössenverhältnissen, somit in allen Stadien der Entwicklung beobachtet werden kann. Mit den

äussern Schichtencomplexen als solchen ist diess natürlich nicht der Fall, da sie, wegen des von aussen nach innen zunehmenden Wachstums, in ihrer frühern Entwicklungsperiode immer sich zu innerst befanden, und zur Zeit, wenn ein neues Schichtensystem in ihrem Innern auftritt, schon mehr oder weniger entwickelt sind.

Ganz ähnliche Erscheinungen beobachtet man auch an den Kartoffelstärkekörnern. Man kann einen innern Schichtencomplex mit einer andern Verdickungsrichtung von den kleinsten Anfängen aus bis dahin verfolgen, wo er den grössten Theil des Kornes ausmacht, und wo nur noch einseitige äussere Schichten den ursprünglichen Verdickungshalbmesser bezeichnen (Taf. XI, Fig. 2, wo diese äussern Schichten rechts, und Fig. 1, wo sie links liegen).

Die mannigfaltigsten Abweichungen des Wachstums von der ursprünglichen Richtung wurden aber bei den Stärkekörnern aus dem Mark von *Cereus variabilis* beobachtet. Die Verdickungsrichtung kann hier 1, 2, 3 und 4 Mal wechseln; und da diess meist schon in kleinen Körnern geschieht, so erscheinen die äussern Systeme späterhin unvollständig und einseitig. In Fig. 1, 5, 6 und 12 auf Taf. XIV sind a b und c d 2 Parteien des Kornes, jene aus der umschliessenden Kugelschale, diese aus der eingeschlossenen Kugel entstanden. Die Körner in Fig. 16 auf Taf. XIV und Fig. 8 auf Taf. XV bestehen aus 3 Theilen a b, d e und c f, die beiden erstern aus Kugelschalen, der letztere aus der eingeschlossenen Kugel hervorgegangen. In Fig. 6 auf Taf. XV bezeichnen ab, ed, f, cg die succesiven Verdickungsradien; und wenn das Korn noch weiter gewachsen wäre, so hätte sich wahrscheinlich ein fünftes inneres System ausgebildet, wie die einseitige Verdickung der den Kern c umschliessenden Schicht andeutet. — In den angeführten Fällen ändert sich die Verdickungsrichtung plötzlich. Zuweilen geschieht es allmähig, so dass dann der Verdickungsradius eine spiralförmig-gekrümmte Linie bildet, so in Fig. 7 und 9 auf Taf. XIV.

Die citirten Beispiele lassen, wenn man ganze Reihen von Entwicklungsformen gesehen hat, keinen Zweifel über die Entstehungsart. Die erste kugelschalige Schicht, welche im jüngsten Stadium den Kern umschliesst, verdickt sich nach einer Richtung hin. Die folgenden durch concentrische Theilung des Kerns sich abscheidenden Kugelschalen verdicken sich bei unsymmetrischem Bau nach einer andern Richtung. Da aber die innere Substanz stärker wächst als die äussere, so übertreffen die innern Systeme, obgleich sie anfänglich viel kleiner waren, später die äussern mehr und mehr. — Der Verdickungsradius eines Systems, wenn er von Anfang an gerade war, bleibt es wahrscheinlich fortwährend. Er kann aber auch schon ursprünglich gebogen sein; diese Anlage bildet sich beim Wachsthum in die Dicke mehr aus, und wenn das neue, im Innern entstehende Schichtensystem mit einem gleichfalls gebogenen Verdickungsradius in entsprechender Weise sich anschliesst, so muss ein mehr oder weniger spiralförmig-gekrümmter Halbmesser entstehen (Taf. XI, Fig. 3, 7; Taf. XIV, Fig. 7, 9, 10).

Nun scheinen aber auch Fälle vorzukommen, wo eine Schicht nicht bloss 1, sondern 2 Wachstumsmaxima zeigt. Wenigstens sprechen dafür Ansichten wie in Fig. 13 auf Taf. XIV, wo die Schichten ausserhalb b e nach zwei Seiten hin, nach a b und d e, verdickt sind. Unzweifelhafte Beispiele sind immerhin äusserst selten; und jedenfalls bleibt unausgemittelt, ob das Wachsthum gleichzeitig oder successiv in den beiden Richtungen gefördert war.

Sehr oft kann nicht entschieden werden, ob 2 äussere Verdickungsrichtungen den gleichen oder ungleichen Schichten angehören, wenn nämlich weder die Schichten, wie a b und e d in Fig. 13 auf Taf. XIV, in unmittelbarem und sichtbarem Zusammenhange stehen, noch die Systeme, wie z. B. a b, d e, c f in Fig. 16 der gleichen Tafel, sich umfassen. Zu den etwas zweifelhaften Fällen gehört z. B. Fig. 15 auf Taf. XIV, wo a b und d e die gleichen Schichten zu sein scheinen; ferner Fig. 17 und 18, wo vielleicht a b und d e den gleichen Schichten angehören. In Fig. 12 und 14 der Taf. XIV deutet dagegen die ungleiche Structur sogleich darauf hin, dass ab und de verschiedene Schichtensysteme und zwar a b das äussere, d e das innere, darstellen. In Fig. 7 auf Taf. XV ist a d die äusserste Schicht, vielleicht gehört dazu ein Theil der Substanz bei b, nach f hin; dann folgt nach innen dd' und d'e; das innerste System ist cf. In Fig. 2 der nämlichen Tafel folgen die Schichtencomplexe von aussen nach innen so auf einander: ab, de, bh, i, f, g.

Zur Erklärung der verschiedenen, auf das gleiche Schichtencentrum bezogenen Schichtensysteme eines Stärkekorner bedarf es also, ausser der mit dem ganzen Wachstumsprocess in Harmonie befindlichen Annahme, dass je die inneren sich stärker ausgedehnt haben, nur derjenigen, dass die Verdickungsrichtung sich bei der successiven Anlage derselben änderte. Das letztere ist eine durch die Beobachtung festgestellte Thatsache, für welche wir namentlich bei der Entstehung zusammengesetzter und halbzusammengesetzter Körner eine merkwürdige Analogie finden werden; denn dort beginnen mit

dem Auftreten neuer Kerne und mit der concentrischen Theilung derselben neue Verdickungsrichtungen. — Der innere Schichtencomplex hat bei den einfachen Körnern in der Regel die Gestalt eines vollständigen Kornes von ungefähr gleicher Grösse. In einzelnen Fällen aber weicht er davon mehr oder weniger ab. Solche Abweichungen in der Form des innern Systems kommen zuweilen vor, ohne dass dabei zugleich eine Aenderung in der Verdickungsrichtung auftritt. Das innere System hat dann die gleiche Achse wie die äussern, und wie das ganze Korn.

Eine der bemerkenswerthesten Abweichungen in der Gestalt des innern Schichtencomplexes besteht darin, dass dieser schmaler und länger wird, und fast bloss aus unvollständigen, wenig gebogenen oder ebenen Schichten besteht. Am schönsten fand ich diese Erscheinung in den Stärkekörnern des Wurzelstockes von *Canna lagunensis* Lindl. ausgeprägt. Die Körner sind rundlich, oval oder länglich, meist nach dem vordern Ende sich verschmälernd. Manche haben Aehnlichkeit mit Fig. 1 auf Taf. XVII; nur dass die Schichten am Rande in der Regel sich etwas stärker umbiegen. In einzelnen solchen Körnern tritt ein inneres leiterförmiges Schichtensystem auf von länglicher, elliptischer, lanzettlicher oder linealspindelförmiger Form, welches von dem nahe der Peripherie liegenden Kern ausgehend, einen grössern oder kleinern Theil der Länge, zuweilen fast die ganze Länge, einnimmt. In den symmetrischen Formen liegt es genau in der Achse, in den gebogenen unsymmetrischen, mehr dem concaven Rande genähert.

Die Entwicklungsgeschichte dieser auffallenden Erscheinung ist ohne Zweifel folgende. Eine von dem Kern sich abscheidende Kugelschale oder überhaupt eine denselben umgebende Schicht wächst in der Richtung des Verdickungshalbmessers viel stärker, als sie es unter den gewöhnlichen Verhältnissen thun würde. Dadurch werden die übrigen (bedeckenden) Schichten gleichsam durchbrochen; aber es geschieht dies weder durch ZerreiSSung noch durch Auflösung. Sondern in diesen Schichten tritt ebenfalls ein in entsprechendem Maasse verändertes Wachstum ein; sie nehmen mehr und mehr einen schiefen, zuletzt einen mit den Seiten des lanzettlichen oder linealspindelförmigen innern Systems und somit mit der Achse des Kornes parallelen Verlauf an, während die Schichten des innern Systems selbst wenig gebogen, sogar gerade und dem Rande rechtwinklig aufgesetzt sind. — Eine entfernte Andeutung dieser ausgezeichneten Erscheinung geben einzelne Körner aus dem Marke von *Cereus*, wo ebenfalls die äussern Schichten durch ein inneres fast leiterförmiges System durchbrochen sind (Fig. 15 und 18 auf Taf. XIV).

In seltenern Fällen geht das innere System nicht von dem Kern, sondern von einer zwischen demselben und der Peripherie befindlichen Schicht aus. Eine Stelle dieser Schicht verdickt sich stärker, erhebt sich nach dem hintern Ende hin erst dreieckig-warzenförmig, dann kegelförmig, und wird ebenfalls leiterartig geschichtet. Die innern Schichten bleiben unverändert; die äussern dagegen werden auf gleiche Weise, wie durch die von dem Kern ausgehenden Systeme, durchbrochen. Diese Erscheinung sah ich in verschiedenen Entwicklungsstadien bei den Körnern aus dem Wurzelstock von *Canna lagunensis*. Der neue Schichtencomplex bildete sich aus einer Schicht ziemlich in der Mitte des Kornes, wo die Substanz am weichsten und das Wachstum am bedeutendsten ist.

Das innere Schichtensystem varirt also von der fast kugeligen bis zur verlängert-spindelförmigen Gestalt, und macht sich, wenn es einem gleichgrossen Schichtencomplex eines normalgebildeten Kornes ähnlich sieht, nur durch die abweichende Verdickungsrichtung kenntlich. — Eine viel grössere Mannigfaltigkeit zeigt sich in den äussern Schichtensystemen. Im Allgemeinen erscheinen dieselben als umhüllende Schalen, die aber häufig auf verschiedene Weise durchbrochen sind, daher stellenweise mangeln oder auch nur stellenweise vorkommen, wie das bereits ausgeführt wurde, und wie ein Blick auf die Tafeln XIV und XV zur Genüge darthut. Jeder dieser Schichtencomplexes (z. B. a b in Fig. 5, 6, 7, 9, 11, 14, 16 auf Taf. XIV, ebenso d e in Fig. 11, 16) ist aus einer Kugelschale entstanden, welche auf einer Seite ein sehr beträchtliches, auf der andern aber ein so geringes Wachstum entwickelte, dass sie daselbst ganz zu fehlen scheint; eine Erscheinung, die nichts Unbegreifliches hat, wenn wir bedenken, dass in einzelnen der Messung zugänglichen Beispielen die radiale Zunahme der äussersten Schicht auf einem Punkte bis auf das 160fache der ursprünglichen Dicke betragen kann, während auf dem gegenüberliegenden ihre Mächtigkeit sich nicht bemerkbar vergrössert (Pag. 241).

Die Körner mit centralem, linsenförmigem oder verlängertem Kern sind nur in den allerfrühesten Stadien kugelig. Sie weichen in der Regel sehr bald beträchtlich von dieser Form ab, und erreichen das Maximum in der Ungleichheit

der Durchmesser oft schon, wenn sie erst $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ der endlichen Grösse zeigen. Von diesem Stadium an nimmt die Ungleichheit der Dimensionen wieder ab. In den jüngsten Sporen von *Chara foetida* sind die Stärkekörner bei einer Grösse von 2 bis 3 Mik. vollkommen sphärisch. In etwas weiter entwickelten, aber doch noch ganz jungen Sporen haben sie eine rundlich-scheibenförmige Gestalt; auf einem Durchmesser von 20 Mik. beträgt die Dicke 5 Mik. (Taf. XVIII, Fig. 9 A, B). Die Körner der reifen Sporen sind 50 bis 65 Mik. breit und 35 bis 44 Mik. dick (Fig. 1 auf Taf. XVIII von der Fläche, Fig. 2 von der schmalen Seite gesehen).

Das Wachstum zeigt also folgende Verhältnisse:

	I	II	III
Dicke	2,5	5	41
Verhältniss		1 : 2	1 : 8,2
Breite	2,5	20	60
Verhältniss		1 : 8	1 : 3
Dickenzunahme in %		100	820
Breitenzunahme in %		700	200

In der ersten Entwicklungsperiode dehnen sich die Körner in allen Richtungen gleich sehr aus und bleiben kugelig. In der zweiten Periode (von Stadium I zu II) vergrössern sich die zwei Dimensionen der Breite im Durchschnitt auf das 8fache, die Dicke auf das Doppelte; die Zunahme in die Fläche ist 7 mal grösser als diejenige in die Dicke. In der dritten Entwicklungsperiode (von Stadium II zu III) vermehren sich die Dimensionen der Fläche durchschnittlich auf das 3fache, die Dicke auf das 8fache; die Breitenzunahme ist kaum $\frac{1}{4}$ der Dickenzunahme. — Das Maximum der Ausdehnung im ganzen Korn befindet sich immer im Kern.

In den Sporen der *Chara*-Arten kommt noch eine andere Art von Stärkekörnern vor. Dieselben sind anfänglich kugelig (Taf. XVIII, 8, b, a). Nachher werden sie dreieckig, wobei die eine Ecke verdickt ist und dem ursprünglichen kugeligen Korn entspricht, während der dieser Ecke gegenüberliegende Rand sich kantenförmig verdünnt; die Form ist also breit-keilförmig. In Fig. 7, a, c, d, e, sieht man solche Körner von der breiten, in b von der schmalen Seite; sie haben in der letztern Ansicht eine kegelförmige oder birnförmige Gestalt. Die Dicke beträgt $\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{3}$ der Breite, wenn die letztere nicht über 10 Mik. steigt. — Nachher runden die Körner ihre Ecken ab; sie behalten dabei ihren dreieckigen Umriss, oder werden nierenförmig, oval, viereckig etc. (Taf. XVIII, 3, 4, 5, 6). Der eine, stark-convexe Rand ist verdickt; der andere, schwach-convexe, gerade oder concave Rand zwar verdünnt, aber nicht mehr scharf wie früher (Fig. 4, B, das Korn A von der schmalen Seite gesehen). Die Dicke beträgt $\frac{2}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ der Breite, wenn die letztere bis 18 Mik. steigt. — Werden die Körner noch grösser (bis 25 Mik.), so runden sie sich in der breiten Ansicht noch mehr ab. Man erkennt kaum noch, dass der eine Rand mehr convex ist als der andere; und was die Dicke betrifft, so ist die Verschiedenheit zwischen den beiden Rändern fast ganz verschwunden. — Die 3 Dimensionen der Körner mögen sich in den verschiedenen Stadien im Durchschnitt etwa folgender Maassen verhalten (Werthe in Mik. Mill.):

	Dicke	Länge	Breite	Dicke	Länge	Breite
I Körner kugelig, bis 2 Mik gross	2	2	2	=	1	1 : 1
II Körner dreieckig, 9 Mik. gross, mit scharfem geradem Rand	2,5	5	9	=	1	2 : 3,6
III Körner nierenförmig, 14 Mik. gross, mit zieml. scharfem concavem Rand	4,5	9	14	=	1	2 : 3,1
IV Körner 20 Mik. gross, der gerade oder schwach-convexe Rand ist stumpf	8	14	20	=	1	1,75 : 2,5
V Körner fast rundlich, 25 Mik. gross, die beiden Ränder sind fast gleich dick	12,5	20	25	=	1	1,6 : 2

Als Länge habe ich diejenige Achse bezeichnet, welche das dicke schmale Ende des keilförmigen Kornes mit der Mitte der breiten Kante verbindet. — Man findet diese Entwicklungsstufen, wenn man jüngere und ältere Sporen untersucht, zuweilen auch in entwickelten Sporen neben einander. — Daraus ergeben sich folgende Wachstumsverhältnisse für die verschiedenen Stadien:

	I	II	III	IV	V
Dicke	2	2,5	4,5	8	12,5
Verhältniss	1 : 1,25	1 : 1,8	1 : 1,78	1 : 1,56	
Länge	2	5	9	14	20
Verhältniss	1 : 2,5	1 : 1,8	1 : 1,55	1 : 1,43	
Breite	2	9	14	20	25
Verhältniss	1 : 4,5	1 : 1,55	1 : 1,43	1 : 1,25	
Dickenzunahme in %	25	80	78	56	
Längenzunahme in %	150	80	55	43	
Breitenzunahme in %	350	55	43	25	

Zuerst (von I zu II) überwiegt das Breitenwachsthum; es ist etwas mehr wie 2 mal so bedeutend als das Längen- und 14 mal beträchtlicher als das Dickenwachsthum; dann (von II bis V) wird es von der Zunahme in den beiden andern Dimensionen übertroffen. Das Längenwachsthum ist anfänglich (von I zu II) 6 mal grösser als das Dickenwachsthum, dann (von II zu III) demselben gleich, und später (von III zu V) geringer als dasselbe.

Die Stärkekörner im Milchsaft von *Euphorbia nicæensis* All. sind in der frühesten Jugend kugelig, und erreichen in dieser Form eine Grösse von 3 und 3,5 Mik. Später werden sie oval, dann länglich; sie sind z. B. 7 Mik. lang und 4 Mik. dick. Ausgewachsen zeigen sie eine Länge bis 38 Mik.; dabei haben die dünnsten eine Dicke von 6—7 Mik., während andere bis 11 Mik. breit und nicht ganz so dick sind. Das Wachsthum der dünnsten und andererseits der breitesten Körner zeigt folgende Verhältnisse:

	Schmälste Körner			Breiteste Körner		
	I	II	III	I	II	III
Länge	2	7	38	3	7	38
Verhältniss	1 : 3,5	1 : 5,4		1 : 2,3	1 : 5,4	
Breite	2	3,5	6	3	4,5	11
Verhältniss	1 : 1,75	1 : 1,71		1 : 1,5	1 : 2,4	
Längenzunahme in %	250	440		130	440	
Breitenzunahme in %	75	71		50	140	

Im Wachsthum dieser Stärkekörner lassen sich nur 2 Perioden unterscheiden. In der ersten vergrössern sie sich in allen Richtungen gleich sehr und bleiben kugelig. In der zweiten dehnen sie sich in einer Richtung mehr aus und werden langgestreckt; und zwar überwiegt die Zunahme in die Länge diejenige in die Dicke, wie es scheint, immer mehr. Im ersten Beispiel ist das Längenwachsthum anfangs (von I zu II) $3\frac{1}{2}$, nachher (von II zu III) $6\frac{1}{10}$ mal so gross als das Breitenwachsthum; beim zweiten Beispiel dagegen anfangs $2\frac{2}{5}$, nachher $3\frac{2}{5}$ mal. Es ist klar, dass die Wachsthumzunahme in den zwei Perioden (I—II und II—III) noch mehr ungleich wird, wenn man die Berechnung von einem frühern Zeitpunkt beginnt, in beiden Beispielen etwa von der Grösse = 1 Mik. an; dann ist das Längenwachsthum während der ersten Periode (von I zu II) im ersten Beispiel bloss $2\frac{2}{5}$, im zweiten bloss $1\frac{7}{10}$ mal so gross als das Breitenwachsthum.

Die Stärkekörner im Milchsaft von *Euphorbia nereifolia* Lin. sind nur in den ersten, fast unmessbaren Anfängen kugelig. Sie werden sehr früh stabförmig. Bei einer Länge von 10 bis höchstens 20 Mik. haben sie eine cylindrische Form und eine Dicke von 2—4 Mik.; sie sind also etwa 5 mal so lang als dick. Beim fernern Wachsthum werden sie flachgedrückt. Zuletzt sind sie 30 bis 50 Mik. lang, in der Mitte 8—12, an den Enden 15—25 Mik. breit, und 5—8 Mik. dick. Somit hat in der dritten Wachsthumperiode (welche bei *Euphorbia nicæensis* All. entweder gar nicht vorkommt oder nur angedeutet ist) die Länge auf das 2—5fache, die Breite der Mitte auf das $2\frac{2}{5}$ bis 6fache, die Breite der Enden auf das 4 bis 12fache, und die Dicke auf das $1\frac{1}{2}$ bis 4fache sich vergrössert. Dicken- und Längenwachsthum sind

fast gleich, während das Breitenwachsthum namentlich an den Enden viel beträchtlicher ist. Fig. 1 auf Taf. XXIV zeigt Stärkekörner aus dem Milchsaft von *Euphorbia nereifolia*; f und g ist ein kleines Korn in den beiden Längsansichten; b, h, i, l sind ausgebildete Körner in der breiten, m ein solches in der schmalen Längsansicht. Die Körner sind in der Mitte am dicksten; die verbreiterten Enden sind wie ein Keil oder eine stumpfe Schneide verdünnt, während in der Jugend die Stäbchen mehr abgerundet sind.

Folgende Berechnung mag diese Wachstumsverhältnisse noch anschaulicher machen:

	I	II	III	II	III
Länge	1	15	45		
Verhältniss	1 : 15	1 : 3		An den Enden	
Breite in der Mitte	1	3	11	Breite	2
Verhältniss	1 : 3	1 : 3,7			24
Dicke in der Mitte	1	3	7	Dicke	2
Verhältniss	1 : 3	1 : 2,3			5
Längenzunahme in %	1400	200			
Breitenzunahme in %	200	270		Breitenzunahme in %	1100
Dickenzunahme in %	200	130		Dickenzunahme in %	150

Zuerst (von I zu II) überwiegt das Längenwachsthum die Zunahme der Querdurchmesser etwa um das 7fache. — Später (von II zu III) herrscht das Breitenwachsthum vor, und zwar dasjenige im Mittelstück nur wenig; dasjenige in den Enden dagegen ist $5\frac{1}{2}$ mal so gross als das Längenwachsthum. Zu gleicher Zeit ist die Dickenzunahme im Mittelstück etwa $\frac{1}{2}$, in den Enden dagegen kaum $\frac{1}{7}$ so gross als die Breitenzunahme. — Anfänglich hat das lebhafteste Wachsthum seinen Sitz ohne Zweifel im Kern (d. b. in der Mittellinie des Kornes). Später aber sind es offenbar die Mitten der beiden sich verbreiternden Enden, welche die grösste Zunahme zeigen. Ein geringeres Maximum der Ausdehnung kommt zuweilen im Centrum des sich bauchig erweiternden Mittelstücks vor. — Verschiedene Unregelmässigkeiten im Wachsthum bedingen die hier nicht seltene Lappenbildung.

Es unterscheiden sich, wie aus den Untersuchungen an den beiden ebengenannten Wolfsmilch-Arten und an manchen andern hervorgeht, die Stärkekörner im Milchsaft der tropischen Euphorbien von denen der einheimischen. Bei jenen überwiegt anfänglich das Längen-, zuletzt das Breitenwachsthum, bei diesen immer das Längenwachsthum. Daraus möchte ich aber noch nicht auf eine verschiedene Natur der beiden Körner schliessen. Sondern es scheint mir vielmehr, dass bei den einheimischen Arten die Anlage die nämliche sei, dass es ihr aber aus irgend einem Grunde unmöglich werde, sich zu entfalten. Denn man bemerkt allerdings die allerersten Anfänge des gesteigerten Breitenwachstums bei manchen Körnern, indem sie die früher genau cylindrische Form verlassen und etwas zusammengedrückt werden, und indem sie ihre Enden etwas verbreitern. Aber es bleibt immer bei diesen allerersten Anfängen stehen, sei es dass die Körner aus Mangel an Zeit oder an Nahrung zu wachsen aufhören, sei es dass sie bald wieder resorbirt werden.

Andere Körner mit linsenförmigem oder länglichem centralem Kern verändern, nachdem sie in der ersten Hälfte ihres Wachstums die grösste Ungleichheit in den Dimensionen erlangt haben, späterhin ihre Grössenverhältnisse nicht wesentlich. Die Ausdehnung geschieht dann in allen Richtungen so ziemlich im Verhältniss der Radien. — Auch scheint es Körner zu geben, welche während ihres ganzen Wachstums sich immer mehr von der anfänglichen Kugelgestalt entfernen, wobei freilich ebenfalls die grössere Differenz zwischen den verschiedenen Richtungen meistens auf die frühern Stadien fällt. — Zu den Beispielen, bei denen die verlängerte und die scheibenförmige Gestalt zuletzt die nämliche bleibt oder sich immer mehr entwickelt, gehören die länglichen und häufig etwas zusammengedrückten Stärkekörner in den Samen mancher Papilionaceen (*Phaseolus*, *Pisum*, *Ervum* etc.) und die rundlichen flachgedrückten Körner vieler Getreidesamen (*Triticum*, *Hordeum*, *Secale* etc.).

Bei den Stärkekörnern mit centralem linsenförmigem oder verlängertem Kern sind die Schichten sowie auch der Kern selbst in den verschiedenen Stadien des Wachstums bald ganz unsichtbar bald wenig deutlich, so dass über die innern Vorgänge aus der unmittelbaren Beobachtung fast nichts geschlossen werden kann. Es haben zwar in manchen Beispielen die jungen Körner in einem gewissen Stadium genau die Form und Grösse, wie sie der Kern oder eine innere den Kern umschliessende Schicht im ausgewachsenen Zustande zeigt. Man könnte daher auch hier bei oberflächlicher Betrachtung auf die Ansicht geführt werden, die äussern Schichten hätten sich später gebildet. Allein dem widerspricht die Analogie der übrigen Stärkekörner, sowie namentlich der Umstand, dass die innere Partie der grossen Körner wohl in der Gestalt den kleinern Körnern gleich sieht, aber aus einer andern (weichern) Substanz besteht.

Von den hierher gehörigen Stärkekörnern lieferten bloss diejenigen in den Sporen von *Chara foetida* einige Andeutungen über die innern Vorgänge. Im ausgebildeten Zustande sind sie von der einen Seite kreisrund oder etwas eckig, (Taf. XVIII Fig. 1), von der andern Seite elliptisch (Fig 2). Bis auf einen stark-zusammengedrückten linsenförmigen Kern, welcher jungen Körnern (Fig. 9, A und B) gleicht, ist die Substanz geschichtet. Darunter befinden sich meist 3 beträchtlich stärkere Schichten (diejenigen, welche in der untern Hälfte von Fig. 2 ausgezeichnet sind); ausserhalb, innerhalb und zwischen denselben liegen zätere concentrische Ringe. Wie bereits oben schon bemerkt wurde, erreichen die Körner eine Grösse, welche den Kern des ausgebildeten Zustandes weit übertrifft, ehe im Geringsten etwas von Schichtung sichtbar wird. Danu bemerkt man zuerst zarte Streifung innerhalb des Randes; sie rückt nach innen hin vor, und ist um den Kern noch fast unbemerkbar, wenn die Körner schon beinahe ausgewachsen sind. Ebenso wird von den drei starken Ringen zuerst der äussere deutlich; man erkennt ihn sehr leicht, während die beiden innern sich von den übrigen zarten Schichten noch nicht unterscheiden lassen.

Diese Erscheinung, sowie der Umstand, dass die Weichheit der Substanz von der Oberfläche nach der Mitte hin zunimmt und in dem grossen Kern ihr Maximum erreicht, deutet offenbar darauf hin, dass auch hier das Wachstum sich von aussen nach innen hin steigert.

Als Kern habe ich immer die innerste, scheinbar homogene (linsenförmige oder verlängerte) Masse bezeichnet. Dieselbe ist grösser oder kleiner, je nachdem die Schichtung mehr oder weniger deutlich ist. Bei den linsenförmigen Körnern erscheint der Kern in der breiten Ansicht häufig kleiner als in der schmalen. Mit Rücksicht auf die Grössenverhältnisse ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass auch hier der eigentliche (aber unsichtbare) Kern kugelig, und dass somit zunächst um das Schichtencentrum das Wachstum strahlenförmig nach allen Richtungen gleich wäre. Es würde dann die Ungleichheit der Ausdehnung in den drei Dimensionen des Raumes vom Centrum bis auf eine gewisse Entfernung hin zunehmen, und von da nach der Peripherie sich wieder vermindern.

Diese Vermuthung wird durch folgende Beobachtungen unterstützt. An den grossen Stärkekörnern in den Sporen von *Chara* zeigt sich, wenn die Schichtung besonders deutlich ist, der Kern (oder die ungeschichtete Masse im Centrum) auf der breiten Ansicht zuweilen bloss 4 und 3 und selbst 2 Mik. gross, so z. B. bei *Ch. hispida* var. *polysperma*. Die in den übrigen Körnern homogene und als Kern bezeichnete Masse ist also hier durch mehrere concentrische Linien getheilt. Dieselben sind, wie die äussern Schichten, in der Breitenansicht genau kreisförmig, und nähern sich wahrscheinlich in ihrer körperlichen Gestalt der Kugel; denn wären sie linsenförmig, so müssten sie auch von der schmalen Seite gesehen werden, was aber nicht der Fall ist. — Werden solche Körner im trockenen Zustande einer Temperatur von 210 Grad Cent. ausgesetzt, so bildet sich im Schichtencentrum oft eine kleine Gasblase. In Wasser betrachtet, zeigt sich daselbst eine kleine Höhlung. Die Schichten sind nun viel deutlicher geworden. An einigen Körnern bemerkt man dieselben auch von der schmalen Seite bis nahe am Schichtencentrum, wobei sie in der That zuinnerst wieder mehr und mehr sich der Kreisform nähern.

Wenn aus der Beobachtung an den Stärkekörnern von *Chara* auch auf die übrigen Formen geschlossen werden darf, so ist es also im höchsten Grade wahrscheinlich, dass die linsenförmigen und die verlängerten Kerne eigentlich Schichten-complexe sind, welche in ihrem Centrum den wirklichen kugeligen Kern einschliessen. Diese Schichten-complexe lassen in der Regel zwar keine Structur erkennen. Ich habe aber früher schon darauf hingewiesen, dass der Anschein der Homogenität dieselbe noch nicht wirklich beweist, und dass darunter häufig eine geschichtete Structur verborgen liegt (vgl. Pag. 235).

Ist diese Annahme begründet, so stimmen alle Stärkekörner darin mit einander überein, dass sie einen kugeligen Kern besitzen, und dass demnach die Structur zunächst dem Schichtencentrum concentrisch ist. Desswegen besteht aber doch die Verschiedenheit zwischen dem concentrischen und dem excentrischen Bau in seiner ganzen principiellen Schärfe fort. Denn die anfänglich kugelschaligen Schichten behalten in den kugeligen Körnern mit centralem Kern fortwährend ihre ursprüngliche Gestalt, indem sie überall und in allen Richtungen gleich sehr wachsen. In den Körnern mit centralem, zusammengedrücktem oder verlängertem Kern wachsen sie zwar in verschiedenen Richtungen ungleichmässig, aber so, dass sich je die diametral gegenüberliegenden Seiten gleich verhalten, und dass zwei opponirte Punkte entweder ein Maximum oder Minimum der Zunahme zeigen. In den Körnern mit excentrischem Kern dagegen entwickelt sich auf 2 diametral gegenüber stehenden Punkten der ursprünglich kugeligen Schicht ein Maximum und ein Minimum des Wachstums.

Wenn in der centralen, scheinbar homogenen Masse von linseförmiger oder verlängerter Gestalt ein unsichtbarer kugeliger Kern eingeschlossen ist, so zeigt bei den meisten der hierher gehörigen Stärkearten jede Schicht die nämlichen zwei Perioden des Wachstums, welche ich für die ganzen Körner nachgewiesen habe. Zuerst entfernt sie sich rasch von ihrer ursprünglichen sphärischen Gestalt, und nachher nähert sie sich derselben wieder langsam. Denn da die Schichten eines ausgebildeten Kornes von innen nach aussen mit den ganzen Körnern von dem frühesten bis zum entwickelten Zustand in der Form übereinstimmen, so müssen auch alle einzelnen Schichten dieselben Stadien durchlaufen. Ich verweise hiebei auf das, was ich über den Bau dieser Körner oben bemerkt habe (Pag. 21 — 23).

Das Wachstum der Schichten ist regelmässig, so dass sich je 2 diametral gegenüberliegende Punkte im Allgemeinen entsprechen. Zuweilen erweist sich diese Regelmässigkeit fast als eine mathematische. Häufig indess finden kleine Abweichungen statt, sowohl in der Flächenausdehnung, wodurch die Gestalt der ganzen Schicht etwas unsymmetrisch wird, als im Dickenwachsthum, wodurch eine Seite mächtiger wird als die ihr entgegengesetzte. Namentlich beobachtet man diess an den äussersten Schichten, und es lässt sich beinahe als Regel feststellen, dass die Abweichungen von der mathematischen Gesetzmässigkeit von innen nach aussen und von der Jugend in's Alter zunehmen. Die äussersten Schichten können an einzelnen Seiten oder Stellen so sehr verdickt sein, dass sie als Ecken, Lappen und Kanten vorspringen. Mit dieser einseitigen Verdickung ist eine Spaltung in unvollständige Schichten verbunden. Ich will einige Messungen als Beleg anführen. a und A bezeichnet die Dicke der äussersten Schicht auf den Endpunkten eines Durchmessers, b und B, c und C, d und D sind die zweite, dritte und vierte Schicht.

	a	b	c	d	Kern	D	C	B	A
1)	1	6	6	9	35	7	5	9	8
2)	3	3	3	4	15	5	4	5	6
3)	4	5	5	3	42	3	8	7	5
4)	1	2	3	3	53	3	4	4	16
5)	2	3	2	3	51	3	3	5	15

Das Korn 1 gehört den Sporen von *Chara barbata* Meyen, 2, 3, 4 und 5 den grossen Sporen von *Marsilea pubescens* Tenore an; 2 wurde in der Querrichtung, die übrigen Körner in der Längsrichtung gemessen. — Meistens findet die Steigerung im Dickenwachsthum an einem Korn nur nach einer Seite hin statt; zuweilen indess geschieht sie auf 2 mehr oder weniger gegenüberliegenden Stellen. Gewöhnlich sind ferner alle Schichten auf dem nämlichen Radius verdickt; selten sind es die einen nach dieser, die andern nach der entgegengesetzten Seite, wie bei Korn 1, wo aA und bB sich anders verhalten als cC und dD.

Das concentrische Wachsthum der Stärkekörner, wobei alle Schichten auf einen organischen Mittelpunkt sich beziehen, erleidet häufig eine Störung, indem innerhalb der Substanz Theilkörner entstehen, von denen jedes um sein eigenes Centrum geschichtet ist. Gewöhnlich geschieht diess dadurch, dass statt des einen Kerns, dessen Substanz sich verdichtet, in derselben zwei neue aus einer weichen röhlichen Masse

bestehende Kerne auftreten, von denen jeder durch wiederholte concentrische Spaltung wie in den einfachen Körnern sich zu einem Schichtencomplex entwickeln kann. Zwischen den beiden neuen Kernen und den aus ihnen hervorgehenden Theilkörnern bildet sich allmählig eine trennende Spalte, welche häufig auch noch einen Theil der angrenzenden gemeinsamen Schichten des Korns durchsetzt.

Die Theilung der Kerne wiederholt sich zuweilen ein oder mehrere Male, so dass in einem Korn im Ganzen bis 30 und 40 Theilkörner eingeschlossen sein können. Finden die neuen Theilungen erst je nach einem grössern Zeitintervall statt, während dessen die Theilkörner bis zu einer gewissen Grösse anwachsen, so zeigt das Korn eine wiederholte Einschachtelung von je 2 Schichtencomplexen in einem gemeinsamen. Wiederholen sich dagegen die Theilungen in rascher Folge, so berühren sich alle Theilkörner und sind bloss von den gemeinschaftlichen Schichten des ganzen Korns umschlossen. — Ob ausserdem auch eine unmittelbare und gleichzeitige Entstehung von 3, 4 oder mehr neuen Kernen aus dem Mutterkern vorkommt, ist zweifelhaft.

Bei der excentrisch geschichteten Stärke findet die erste Theilung des Kerns immer so statt, dass die beiden neuen Kerne in einer Linie liegen, welche den Verdickungsradius rechtwinklig schneidet, und bei zusammengedrückter Form des ganzen Korns in der grössten Ebene befindlich ist. Wenn in einem Theilkorn sich bereits eine Verdickungsrichtung ausgebildet hat, so sind seine beiden neuen Kerne in gleicher Weise auf dieselbe bezogen. Tritt aber die Kerntheilung vorher ein, so wird sie durch die Dimensionen des ganzen Korns influenzirt; sie wiederholt sich dann das erste Mal fast ausnahmslos und das zweite Mal vorzugsweise in der gleichen Richtung, sodass 3 bis 6 Kerne in einer die Achse des Korns kreuzenden Reihe liegen. — Bei der Stärke mit centraler verlängerter Kernsubstanz scheint die Theilung immer so zu erfolgen, dass die beiden neuen Kerne in der Achse des Mutterkorns befindlich sind.

Eine andere seltenere Entstehungsweise der halbzusammengesetzten Körner ist die, dass einzelne neue Theilkörner zwischen den Schichten auftreten, indem eine derselben sich an einer Stelle verdickt, und indem in dieser Masse von mehr oder weniger halbkugeliger Form nach vorbergegangener Verdichtung ein weicher Kern ausgeschieden wird. Die Spalte bildet sich hier zwischen dem Theilkorn und den innern Schichten des ganzen Korns, an die es angrenzt, und durchbricht zuweilen auch noch theilweise die umschliessenden äussern Schichten. — Bei der excentrisch gebauten Stärke, wo diese Erscheinung bis jetzt einzig beobachtet wurde, treten die Theilkörner vorzüglich zwischen den äussern Schichten gegen das hintere Ende auf.

Die Theilkörner bilden sich zu den nämlichen Formen aus, wie die einfachen, in denen sie entstanden sind; ihre Entwicklung richtet sich nach bestimmten Regeln. Bei der Stärke mit centralem verlängertem Kern dehnen sich die Theilkörner wahrscheinlich immer in der gleichen Richtung in die Länge wie das Mutterkorn. — Bei der excentrisch geschichteten Stärke dagegen wachsen sie auf der nach innen gekehrten Seite stärker. Der kurze Halbmesser schaut gegen die Peripherie, der lange meistens nach dem Mittelpunkt des ganzen Korns; doch erfährt die Verdickungsrichtung bei den durch Kerntheilung entstandenen Formen nicht selten eine Ablenkung nach dem Schwesterkorn hin, so dass die langen Halbmesser zweier Theilkörner nicht im Schwerpunkt des ganzen Korns, sondern herwärts desselben sich schneiden.

Das Wachsthum der halbzusammengesetzten Körner steigert sich im Allgemeinen von der Oberfläche nach dem Schwerpunkte hin. Es zeigen demnach die Theilkörner, wenn sie in der Mitte liegen, eine viel

stärkere Zunahme als das übrige Korn; dieselbe tritt um so mehr zurück, je excentrischer die Lage der Theilkörner ist, und wenn dieselben sehr nahe der Peripherie liegen, so bilden sie zwar immer noch den Sitz eines vermehrten Wachstums, das aber von demjenigen der gemeinschaftlichen Schichten in der Mitte des Kornes weit übertroffen werden kann. — Die in der Gesamtheit der Theilkörner gesteigerte Einlagerung sammelt sich nicht in ein Maximum, sondern theilt sich in eben so viele Maxima. Jedes Theilkorn wächst wie ein einfaches der nämlichen Stärkeart, und hat demnach bei centralem Kern das Maximum der Zunahme im mathematischen Mittelpunkt, bei excentrischem Kern dagegen ausser dem Maximum in der Mitte noch eine vermehrte Zunahme im Schichtencentrum. — Da bei der excentrisch geschichteten Stärke die Verdickungsradien der Theilkörner nach innen gekehrt sind, so unterscheidet man auch in der Gesamtheit der Theilkörner im Allgemeinen eine Zunahme des Wachstums von aussen nach innen.

Die gemeinschaftlichen Schichten, welche nach der Kerntheilung sich auf ein ideales, zwischen den Theilkörnern befindliches Centrum beziehen, wachsen anfänglich ganz wie in einfachen Körnern, und behalten somit auch ihre ursprüngliche Verdickungsrichtung. Mit dem Grösserwerden der eingeschlossenen Theilkörner üben aber auch diese letztern durch stellenweise vermehrten oder verminderten Druck einen Einfluss aus. Dadurch finden Veränderungen statt, welche sowohl in der äussern Gestalt im Allgemeinen, als namentlich auch darin sich kund geben, dass die Schichten, die anfänglich immer eine gleichmässig gerundete Fläche bilden, später der Oberfläche der Theilkörner folgend, in den Fugen zwischen denselben einspringende Winkel zeigen.

Das Wachsthum der Stärkekörner geschieht nicht immer bloss durch Spaltung der Substanz in concentrisch-parallele Schichten. Nicht selten entstehen, namentlich bei denjenigen mit excentrischem Kern, im Innern 2 oder mehrere Theilkörner, welche von einer gemeinschaftlichen Rindensubstanz umschlossen sind (Taf. XV, Fig. 9—13, 15, 16; Taf. XVI, Fig. 2, 3, 9—11, 16; Taf. XVII, Fig. 2, 5; Taf. XIX, Fig. 4, 6, 9, 14), und welche durch wiederholte Einschachtelung zuweilen selbst wieder kleinere Theilkörner einschliessen (Taf. XI, Fig. 12).

Diese halbzusammengesetzten Körner, wie ich sie genannt habe, sind ursprünglich einfach, mit einem einzigen Kern, auf den sich die Schichtung bezieht. An der Stelle des letztern treten dann zwei neue Kerne auf (Taf. XI, Fig. 10 und 15). Dieselben erscheinen ebenfalls als röhliche Räume von wasserreicher Substanz und kugelige Gestalt, eingebettet in eine ovalkugelige oder kugelige dichtere Masse. Sie sind anfänglich sehr klein und liegen dicht beisammen. Dann rücken sie aus einander und werden grösser.

Jeder dieser Kerne verhält sich nun wie der Kern eines einfachen Kornes. Wenn er eine hinreichende Grösse erlangt hat, so theilt er sich in concentrische Schichten und einen neuen Kern. Schichten und Kerne der Theilkörner wachsen in die Dicke und spalten sich concentrisch, so lange das Wachsthum des ganzen Kornes dauert, und auf gleiche Art, wie es in den einfachen Körnern geschieht. Fig. 11 und 16 auf Taf. XV, Fig. 4 und 10 auf Taf. XVI, Fig. 10 auf Taf. XVII zeigen die ersten Stadien dieser concentrischen Theilung.

Wie in einem einfachen Korn, können auch in einem Theilkorn statt des Einen Kerns zwei neue auftreten und sich zu Theilkörnern zweiter Ordnung entwickeln. Die letztern sind dann in der Substanz des Theilkornes erster Ordnung so eingebettet, wie dieses nebst seinem Schwesterkorn in der Substanz des ganzen Kornes. In Fig. 12 auf Taf. XI haben sich in dem untern Theilkorn 2 neue kleine gebildet. In Fig. 5 auf Taf. XIX sind in jedem der beiden Theilkörner 2 neue Kerne entstanden.

Die Theilkörner der Stärke mit excentrischer Schichtung verhalten sich rücksichtlich des Wachstums, wie bereits bemerkt wurde, fast ganz wie die einfachen Körner. Der in jüngern Stadien centrale Kern wird ebenfalls excentrisch, und die Excentricität desselben nimmt in der Regel fortwährend zu. Das Maximum der Zunahme befindet sich, wie sich

an grossen Theilkörnern zuweilen mit ziemlicher Sicherheit ausmitteln lässt, in der Mitte, und zwar etwas näher dem Schichtencentrum.

Die Richtung der Achse wird durch die Lage des Theilkorns bedingt. Gewöhnlich ist der Verdickungshalbmesser nach der Mitte des ganzen Korns gekehrt, was vollkommen mit der Thatsache übereinstimmt, dass in den Stärkekörnern das Wachstum im Allgemeinen von der Oberfläche nach dem Mittelpunkte hin zunimmt. — Wenn die Theilung des Kerns schon in jungen Körnern stattfindet, wo er noch wenig sich vom mathematischen Centrum entfernt hat, so sind die Verdickungsradien zweier Theilkörner zugleich auch einander zugekehrt. Die beiden Kerne, die anfänglich dicht beisammen liegen (Fig. 10 auf Taf. XI), rücken dann immer weiter von einander (Fig. 14 der gleichen Tafel; Fig. 16 auf Taf. XVI, wo die Schichtencentren sich bei b und c befinden).

Tritt die Theilung des Kerns erst ein, wenn derselbe schon eine deutlich excentrische Lage erlangt hat (wie z. B. in Fig. 17 auf Taf. XI), und hat somit die umschliessende Substanz eine merklich ungleiche Dicke, so sind die Verdickungshalbmesser der entstehenden Theilkörner meist nicht genau nach dem Mittelpunkt des ganzen Korns gekehrt, sondern erfahren eine etwelche Ablenkung nach dem Schwestertheilkorn hin.

Hat der sich theilende Kern eine sehr bedeutende Excentricität, wie man das oft an den Stärkekörnern im Wurzelstock von *Canna* wahrnimmt, so können die Verdickungsradien der Theilkörner unter einander und mit der Achse des ganzen Korns mehr oder weniger parallel laufen (Taf. XVII, Fig. 2, 3, 5, 12); oder was häufiger der Fall ist, sie sind nach der Mitte des ganzen Korns gerichtet; oder sie zeigen endlich eine zwischen dieser Richtung und derjenigen nach dem Schwesterkorn mittlere Lage (diess zeigte sich sehr schön bei *Canna lagunensis* Lindl. und ist auch in Fig. 8 auf Taf. XVII bemerkbar).

Ausnahmsweise kommt es vor, dass die Verdickungsrichtungen der Theilkörner weder durch die Mitte des ganzen Korns, noch durch das Schwesterkorn bedingt werden. Dieses Verhalten hat offenbar Analogie mit der Erscheinung, wo in einfachen Körnern verschiedene Schichtensysteme nach ungleichen Seiten verdickt sind; und in der That kommen die beiden Erscheinungen vorzüglich bei den nämlichen Stärkekörnern vor. In Fig. 12 auf Taf. XI ist ein solcher Fall an einem Kartoffelstärkekorn gezeichnet, wo der längste Radius des einen Theilkorns rechts nach unten, der des andern links nach oben geht. Diese Fälle wurden aber namentlich an den Körnern aus dem Mark von *Cereus* beobachtet (Taf. XVI, Fig. 9, wo die Verdickungsradien a b und c f sind; Fig. 17, mit den langen Halbmessern c e und b d).

Die zwei Schwestertheilkörner verhalten sich in der Regel gleich. Doch kommen mit Rücksicht auf die Intensität des Wachstums und mit Rücksicht auf die Theilung des Kerns Ausnahmen vor. Das eine Theilkorn wächst zuweilen stärker als das andere (Taf. XV, Fig. 5 und 11, in letzterer Figur ist es das der Mitte näher liegende Theilkorn, welches gefördert ist; — Taf. XVI, Fig. 3, 9). Zuweilen treten nur in dem einen Theilkorn zwei neue Kerne und Theilkörner einer folgenden Ordnung auf (Taf. XI, Fig. 12).

Die zwei neuen Kerne, welche aus einem einzigen Kern entstanden sind, liegen, wie ich schon angegeben habe, in einer dichteren homogenen Substanz von ziemlich kugeligem Gestalt eingebettet. In derselben, mitten zwischen den beiden Kernen oder den noch jungen Theilkörnern wird eine zarte Linie sichtbar. Sie geht durch das ehemalige Schichtencentrum, und theilt die Masse, welche dem früheren Kern entspricht, in 2 gleiche Hälften. Dann wird die Linie stärker, und erscheint bei hinreichender Mächtigkeit als ein schmaler röthlicher Raum, welcher vielleicht eine Flüssigkeit, jedenfalls eine sehr wasserreiche Substanz enthält. Wenn dieser Raum sich noch mehr erweitert, so erkennt man ihn deutlich als eine Spalte, die bloss mit Wasser gefüllt ist. In Fig. 10 und 15 auf Taf. XI sieht man noch nichts von einer Trennungslinie, in Fig. 12 der gleichen Tafel dagegen ist in dem untern Theilkorn zwischen den beiden Kernen eine Linie, in Fig. 17 eine röthliche Spalte sichtbar; — ebenso in Taf. XV, Fig. 11, c; 16, c; — Taf. XVI, Fig. 10; 16; — Taf. XIX, Fig. 7, c; 11, b; in Fig. 5 der gleichen Tafel sieht man in d eine trennende zarte Linie, in c dagegen noch nicht.

Die Trennungspalte beschränkt sich anfänglich und oft noch ziemlich lange auf die Substanz des gemeinschaftlichen Kerns, in welcher die beiden neuen Kerne entstanden sind. Das ist in allen den vorhin zitierten Beispielen der Fall, so auch in Fig. 14 auf Taf. XI, in Fig. 3 und 9, b auf Taf. XVI, wo die Theilkörner schon eine ziemliche Grösse erlangt

haben. Zuweilen verlängert sich die Spalte über die angegebene Grenze hinaus, und durchbricht auch einen Theil der anliegenden gemeinschaftlichen Schichten des ganzen Kornes. Das ist in Fig. 12 auf Taf. XI mit der grossen Spalte auf der rechten Seite der Fall. Die Spalte b in Fig. 6 auf Taf. XVI berührt fast die Oberfläche. In Fig. 10 auf Taf. XVII geht die Spalte a in der Richtung des kurzen Halbmessers bis nach aussen; in Fig. 2 der gleichen Tafel hat die Spalte a auch in der Richtung des langen Radius einen Theil der Schichten durchbrochen.

In der Regel entstehen, wie ich angegeben habe, aus dem ursprünglichen Kern nicht mehr als 2 neue; sodass je 2 Theilkörner von gemeinsamen Schichten umschlossen sind. Zuweilen findet man aber 3 bis 16 scheinbar gleichwerthige Theilkörner neben einander in der umhüllenden Substanz des ganzen Kornes (Taf. XI, Fig. 16; Taf. XV, Fig. 4, 9, 10, 12, 13; Taf. XIX, Fig. 4, 10). Die Entstehungsweise ist auf zweierlei Art denkbar. Entweder bilden sich 3 und mehr Kerne gleichzeitig aus dem ursprünglichen Kern; oder derselbe theilt sich erst in 2, und die Theilung wiederholt sich dann sogleich ein- oder mehrmals. Für manche Fälle ist die letztere Annahme unzweifelhaft, wie sich aus der Stellung, Form und Grösse der Theilkörner und aus der ungleichen Stärke der trennenden Spalten ergibt.

Wenn mehrere Theilkörner durch wiederholte Zweitheilung entstehen, so müssen die Erscheinungen sehr verschieden sein, je nachdem die Theilungen in kleinern oder grössern Zwischenräumen auf einander folgen. Je grösser die Zeitintervalle, desto deutlicher muss die Abstammung erkannt werden können. Je kürzer die Zwischenräume, desto mehr müssen die Theilkörner als gleichwerthig der Abstammung nach erscheinen. In Fig. 12 auf Taf. XI ist die Entstehung der beiden Kerne in dem einen Theilkorn erst spät erfolgt; sie sind daher deutlich von gemeinsamen Schichten umgeben. In Fig. 5 auf Taf. XIX theilen sich dagegen die beiden Theilkörner rasch noch einmal. Sobald die Trennungsspalte auch in c sich gebildet hat, so werden die beiden zusammengehörigen Schwesterkörner (einerseits a und b, anderseits c) nicht mehr durch eine gemeinschaftliche Substanz umschlossen sein; sondern die 4 Theilkörner liegen dann in einer Reihe neben einander, zeigen aber durch die Gestalt und Zusammenordnung immer noch deutlich, dass sie durch doppelte Zweitheilung entstanden sind. — In Fig. 9 auf Taf. XIX ist die abermalige Theilung der beiden Theilkörner noch rascher eingetroffen; doch erkennt man hier noch deutlich, theils aus den beiden Einschnürungen an den Enden der Haupttrennungslinie, theils aus der unvollständigen Spalte zwischen d und e, dass einerseits b und c, anderseits d und e je aus einem primären Theilkorn entstanden sind. — Bei Fig. 11 auf Taf. XVI spricht die Verschiedenheit in der Grösse wohl sicher dafür, dass a, c, d nicht gleichwerthig sind, sondern dass während a ungetheilt blieb, sein Schwesterkorn sich in c und d theilte. Das Nämliche ist auch für Fig. 4 auf Taf. XV wahrscheinlich, wo sich das eine Theilkorn in b und c gespalten hat.

Wenn 3, 4 oder 5 Theilkörner in einer Reihe neben einander liegen, so sind sie wohl unzweifelhaft nicht alle unmittelbar aus dem ursprünglichen Kern hervorgegangen; denn es ist nicht wohl denkbar, dass ein kugeliges Gebilde so gleich in eine Reihe zerfalle. So sind in Fig. 15 auf Taf. XV a und b wahrscheinlich aus einem primären Theilkorn entstanden. — Die 4 Kerne in Fig. 3 von Taf. XIX haben wahrscheinlich den gleichen Ursprung wie in Fig. 5, denn die mittlere Spalte ist die stärkste. In Fig. 2 der nämlichen Tafel dagegen ist die mittlere Spalte die schwächste, und daher wahrscheinlich zuerst z. B. die Trennung zwischen e einerseits und dcb anderseits, dann zwischen b und cd, und erst zuletzt die Trennung zwischen c und d eingetreten; sodass also mit Rücksicht auf das ganze Korn e ein Kern zweiter, b ein solcher dritter, und d und c Kerne vierter Ordnung wären. In Fig. 6 könnte sich die Sache ähnlich verhalten, weil dort ebenfalls eine seitliche Spalte (a) am meisten ausgebildet ist.

Die Theilkörner liegen zuweilen nicht bloss in einer Reihe hinter, sondern stellenweise auch neben einander. Auch hier ist es nicht denkbar, dass dieselben unmittelbar von dem anfänglichen Kern erzeugt wurden. — Zuweilen sind bestimmte Thatsachen vorhanden, welche auf eine wiederholte Zweitheilung hindeuten. Offenbar ist in Fig. 12 auf Taf. XV das Theilkorn c gleichwerthig mit dem Complex efg. — In Fig. 19, h auf Taf. XXIV erfolgte wahrscheinlich zuerst die mittlere Theilung, dann die beiden seitlichen Trennungen in verschiedener Richtung. — In Fig. 16 auf Taf. XI ist die stärkste Spalte zwischen a und b, eine etwas schwächere zwischen b und c, und die allerschwächste zwischen b und d; so dass also wahrscheinlich 3 Zweitheilungen stattgefunden haben, 1) a b c d in a und b c d, 2) b c d in b d und c, 3) b d

in b und d. — In Fig. 4 auf Taf. XIX geschah ohne Zweifel die erste Theilung in d; die Hälfte rechts theilte sich noch einmal; in der Hälfte links erfolgte die erste Trennung in e; das zwischen d und e befindliche Theilkorn zerfiel zuerst durch eine mit diesen beiden parallele Spalte, und dann der mittelste Theil schliesslich noch durch eine Querwand. — Die 5 Kerne in Fig. 15 auf Taf. XIX sind wahrscheinlich so entstanden: der ursprüngliche Kern theilte sich in 2, entsprechend den Complexen ab und cde; ab zerfiel in a und b, cde in e und cd, cd in c und d. — In Fig. 9 auf Taf. XV können folgende Theilungen stattgefunden haben: der ursprüngliche Kern in bce und adfg, — bce in b und ce, ce in c und e, — adfg in a und dfg, dfg in df und g, df in d und f.

Schwieriger sind Erscheinungen wie Fig. 14 auf Taf. XVI, Fig. 19 auf Taf. XIX und Fig. 10 auf Taf. XV zu erklären, doch scheint mir auch hier eine wiederholte Zweitheilung annehmbar. In letzterer Figur z. B. hätte sich der ursprüngliche Kern in die Complexe de und abc getheilt, — de in d und e, abc in ab und c, ab in a und b. — Wenn aber 3 Theilkörner als gleichseitiges Dreieck oder wenn 4 als regelmässiges Tetraëder beisammen stehen, wie Fig. 1 auf Taf. XVI, Fig. 10 auf Taf. XIX, Fig. 19, k auf Taf. XXIV, so wäre es ebenso möglich und vielleicht ebenso wahrscheinlich, dass hier der ursprüngliche Kern unmittelbar in 3 oder 4 neue secundäre Kerne zerfallen ist.

Ausser den eben mitgetheilten Fällen wurden später noch eine Reihe analoger Erscheinungen bei halbzusammengesetzten Körnern aus den Kartoffeln und aus den Wurzelstöcken von verschiedenen Canna-Arten beobachtet. Bei einigen derselben war die wiederholte Zweitheilung sicher, sodass dieselbe wohl als gesetzmässig betrachtet werden darf. Sollte ausserdem noch ein unmittelbares Zerfallen des ursprünglichen Kerns in 3, 4 oder mehrere gleichwerthige statthaben, so möchte diese Erscheinung neben der erstern wohl beinahe eben so sehr zurücktreten, wie bei der Zellenbildung die Theilung in 4 neben der Zweitheilung zurücktritt.

Es wurde durch die nachträglichen Beobachtungen noch ein anderes Factum gewonnen, dass nämlich von mehreren Theilkörnern die der Mitte des ganzen Kornes näher liegenden entweder stärker wachsen oder sich stärker theilen, als die äussern. Diess stimmt vollkommen mit der Thatsache überein, dass das Wachsthum in den Stärkekörnern im Allgemeinen von der Peripherie nach der Mitte hin zunimmt. Wenn in einem Complex von Theilkörnern die Theilung überall gleichzeitig aufhört, so werden die innern derselben die äussern sehr bald an Grösse übertreffen; die Differenz wird sich beträchtlich steigern, wenn es sogar die äussern sind, welche sich zuletzt theilen. Kommen daher viele gleichgrosse Theilkörner beisammen vor, so kann man sicher sein, dass die Theilung zuerst zwischen den äussern aufgehört hat, und zwar um so mehr, wenn die innern sogar kleiner sind als die äussern. Diess wird auch aus Fig. 4 auf Taf. XIX ziemlich deutlich. Unsichere Fälle, wie z. B. Fig. 9 auf Taf. XV habe ich nach dieser Regel beurtheilt.

Wenn der Kern eines einfachen Kornes sich theilt, so geschieht es wohl ausnahmslos in der Richtung, dass die beiden neuen Kerne oder die jungen Theilkörner rechts und links neben der Achse (nicht hinter einander in derselben) liegen. Die sie verbindende Linie kreuzt den Verdickungsradius rechtwinklig (Taf. XI, Fig. 10, 15, 17; Taf. XVI, Fig. 4; Taf. XVII, Fig. 2, 5, 8, 10, 12; Taf. XIX, Fig. 11), und wenn das Korn aus mehreren Schichtensystemen besteht, den Verdickungsradius des innersten Systems (Taf. XV, Fig. 16, wo fg die Verdickungsrichtung des innersten Schichtencomplexes bezeichnet). Die nämliche Erscheinung findet in den Theilkörnern statt, wenn sich in denselben eine Verdickungsrichtung ausgebildet hat (Taf. XI, Fig. 12). In ausgezeichneter Weise wurde das Letztere namentlich auch an Körnern aus dem Wurzelstock von Canna beobachtet, sodass ganz sicher bei einigermaassen regelmässigem Bau die Zweitheilung des Kerns auch in den Theilkörnern genau senkrecht zum Verdickungshalbmesser erfolgt. — Sehr viele excentrisch gebaute Stärkekörnern sind mehr oder weniger zusammengedrückt; in ihnen liegen die zwei neuen Kerne fast ohne Ausnahme zugleich in der grössten Ebene des Kornes (so in Fig. 2 und 5 auf Tafel XVII, welche beiden Körner von der breiten Seite dargestellt sind; ferner in Fig. 11 auf Taf. XIX, wo die scharfe Kante aa ebenfalls von der Fläche gesehen wird). Abweichungen sind selten; dahin gehören Fig. 7, 8, 12 auf Taf. XVII.

Nun kommt es aber häufig vor, dass die Theilung des Kerns sich rasch wiederholt, und dass sie eintritt, ehe in den Theilkörnern sich die Verdickungsrichtung entwickelt hat. Dann geschieht sie in der Regel noch einmal in der nämlichen Weise, sodass nun 3 oder 4 Kerne in einer die Hauptachse rechtwinklig kreuzenden und mit der grössten Ebene des

Korns zusammenfallenden Linie liegen (Taf. XV, Fig. 13, 15; Taf. XVII, Fig. 3; Taf. XIX, Fig. 2, 3, 5, 6). Sehr schön wird diese Erscheinung auch an Körnern aus den Knollen von *Ranunculus Ficaria* Lin. beobachtet. Ausnahmen kommen selten vor. Es kann sogar die Theilung noch einmal sich in der gleichen Richtung wiederholen; als Beispiel hierfür wurden mehrmals in den Körnern der Wurzelstöcke von *Canna*-Arten (besonders *Canna lagunensis* Lindl.) 6 und 7 Kerne in einer Reihe gesehen, welche mit dem Verdickungshalbmesser einen rechten Winkel bildete und in der grössten Ebene lag. Doch kann diese Lage der Kerne (und Theilkörner) vierter Generation nicht mehr als Regel gelten; denn wenn ihre Zahl 4 übersteigt, so zeigen sie häufig auch eine andere Anordnung (vgl. z. B. Taf. XV, 9; Taf. XIX, 4). — Die erste und zweite Theilung erfolgen also unter einander parallel, die dritte und vierte aber ebensolch in einer andern Richtung; und zwar scheint es, als ob die in der Lage abweichenden Theilungen in zusammengedrückten Körnern ohne Unterschied bald so erfolgen, dass die 2 daraus hervorgehenden Kerne ebenfalls in der grössten Ebene liegen und somit die sie verbindende Linie mit der Achse parallel läuft (Taf. XIX, Fig. 4), bald so, dass die beiden Kerne eine Linie bilden, welche die Achse und die grösste Ebene des Korns rechtwinklig kreuzt und mit dem kürzesten Durchmesser zusammenfällt.

Wenn auch weitaus die meisten Theilkörner der halbzusammengesetzten Formen in der bisher beschriebenen Weise entstehen, indem statt eines Kerns zwei neue auftreten, so kann doch in einzelnen Fällen ein Theilkorn auch zwischen den Schichten sich bilden. Eine Schicht, gewöhnlich ist es eine weiche, verdickt sich an einer Stelle beträchtlich zu einer mehr oder weniger halbkugeligen Masse, in welcher sich dann ein Kern, umgeben von einer dichten Schicht, ausscheidet. Diess ist wahrscheinlich der Vorgang, der in Fig. 2 auf Taf. XVI stattgefunden hat, um das Theilkorn b zu bilden; ebenso in dem durch schwaches Rösten veränderten Kartoffelstärkekorn, welches in Fig. 3 auf Taf. XII dargestellt, und wo das kleine Theilkorn a zwischen die Schichten eingebettet ist. In Fig. 11 auf Taf. XI sind a und b zwei junge, in dem ersten Stadium befindliche Theilkörner, indem sich in denselben noch nicht einmal Kerne gebildet haben. Auch sie scheinen zwischen den Schichten entstanden zu sein.

Uebrigens ist zu bemerken, dass die erwähnten Thatsachen, so wie andere ihnen ähnliche, zur Noth auch durch Zweitheilung des Kerns erklärt werden könnten; man müsste dann annehmen, dass das eine Theilkorn sich verhältnissmässig sehr wenig entwickelt habe, während das andere stark anwachsend ferner nicht als ein Theilkorn, sondern als der innere Theil des ganzen Korns erschiene. Diese letztere Erklärung ist in einzelnen Fällen durchaus unwahrscheinlich. So habe ich namentlich vor kurzer Zeit noch eine Beobachtung an einem Kartoffelstärkekorn gemacht, welche durchaus die erstere Annahme fordert, deren Richtigkeit überdem durch die Entstehungsweise mancher zusammengesetzten Körner bestätigt wird, worüber ich auf die spätere Darstellung verweise.

Die zwischen den Schichten entstehenden Theilkörner verhalten sich mit Rücksicht auf ihre Entwicklung, wie die in der Substanz des Kerns erzeugten. Sie wachsen durch concentrische Theilung des Kerns und der Schichten, und kehren ihren Verdickungshalbmesser nach innen (nach der Mitte des ganzen Korns). Schon früh bildet sich eine Spalte zwischen dem jungen Theilkorn und den seiner innern Fläche anliegenden Schichten des ganzen Korns (wie in Fig. 2 auf Taf. XVI, vorausgesetzt, dass hier das Theilkorn b zwischen den Schichten entstanden sei), was in diesem Falle ungewiss bleibt.

Die bisherigen Darstellungen beziehen sich alle auf Stärkekörner mit excentrischem Kern. In den Formen mit mathematisch-concentrischem Bau findet man nur selten halbzusammengesetzte Körner. In Taf. XXIII, Fig. 14, k ist ein solches aus den Samen von *Cicer arietinum* Lin. abgebildet. Ausserdem wurden sie vorzüglich in den grossen Sporen von *Marsilea pubescens* Tenore gefunden. Der Process geschieht offenbar auch hier durch Theilung des Kerns.

Bei *Marsilea* beobachtet man folgende Erscheinungen. Die Körner sind oval und etwas zusammengedrückt, und schliessen eine centrale homogene Masse (Kern) ein, welche $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ der ganzen Länge, $\frac{2}{3}$ bis $\frac{1}{4}$ der Breite und $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{8}$ der Dicke einnimmt (vgl. Pag. 23). Diese Masse schnürt sich zuerst in der Mitte der Länge etwas ein, und darauf bemerkt man eine zarte Querlinie, welche die Einschnürung verbindet, und die homogene Kernmasse in zwei Hälften trennt. In jeder derselben wird eine mit dem Umfange parallele und demselben ziemlich genäherte dichte Schicht sicht-

ber, welche sich beiderseits an die Quertlinie ansetzt. Darauf folgt eine zweite und innerhalb derselben manchmal eine dritte parallel-laufende Schicht, die sich ebenfalls an die Quertlinie, aber unter immer spitzern Winkeln anlegen. Zuletzt bildet sich in jeder Hälfte eine vollständige Schicht, und innerhalb derselben nachher gleiche vollständige Ringe. — Zuweilen bemerkt man die Quertlinie nicht oder nur undeutlich. Dann tritt innerhalb einer normal gebauten Schicht des ganzen Kornes zuerst eine solche auf, welche in der Mitte eine kleine Einschnürung zeigt. Auf dieselbe folgen Schichten, die mehr und mehr eingeschnürt sind, bis zuletzt die beiden vollständigen Ringe sichtbar werden.

Auf den ersten Blick scheint dieser Vorgang von demjenigen, welcher bei den halbzusammengesetzten, excentrisch geschichteten Körnern beobachtet wird, verschieden zu sein. Indessen ist die Differenz nur eine scheinbare. Ich habe oben nachgewiesen, dass der centrale, verlängerte oder linsenförmige Kern in der Wirklichkeit ohne Zweifel einem ganzen System von Schichten entspricht, welches den eigentlichen kugeligen Kern einschliesst (vgl. Pag. 251). An den Stärkekörnern mit centralem Kern wird ferner zuweilen die Schichtung von aussen nach innen deutlich, wie das namentlich schön an den Sporen von *Chara* zu beobachten ist. Denken wir uns nun, der Vorgang bei der Entstehung zweier eingeschlossener Theilkörner sei bei *Marsilea* der nämliche wie bei der Stärke mit excentrischer Schichtung, d. h. es habe sich in einem viel frühern Stadium der eigentliche unsichtbare kugelige Kern in zwei getheilt, und jeder der beiden Tochterkerne sei zu einem System von Schichten angewachsen; — so wird die Erscheinung ganz die eben geschilderte sein, wenn nämlich die anfänglich unsichtbare Schichtung von aussen nach innen deutlich wird. Ein vollkommen analoges Ansehen würden auch halbzusammengesetzte Körner der excentrisch geschichteten Stärke darbieten, wenn bei ihnen die Substanz um die Schichtencentren herum homogen erschiene und das Sichtbarwerden der Schichtung nach den Kernen hin fortschritte (Taf. XVII, Fig. 2 und 5). — Aus diesen Gründen glaube ich, es unterliege keinem Zweifel, dass die Entstehung der halbzusammengesetzten Körner bei den Formen mit centralem Kern auf gleiche Weise erfolge wie bei denjenigen mit excentrischem Bau.

Die Theilkörner in den halbzusammengesetzten Körnern von *Marsilea* verhalten sich wie die ganzen Körner. Sie zeigen annähernd eine gleiche Form und gleiche Schichtung, soweit die letztere sichtbar ist. Das Schichtencentrum liegt bei ihnen ebenfalls im Mittelpunkt. Die Kerne oder Theilkörner können, was jedoch selten vorkommt, sich noch einmal theilen, so dass sie dann zu 4 von den gemeinschaftlichen Schichten des ganzen Kornes umschlossen werden.

Bei *Marsilea*, wo die Theilung der homogenen Kernmasse sehr häufig vorkommt, geschieht sie ohne Ausnahme so, dass die 2 neuen Kerne in der Längsachse liegen. Dieselben strecken sich dann meistens so in die Länge, dass ihre Achsen ebenfalls mit der Achse des ganzen Kornes zusammenfallen, und dass also die zwei Theilkörner in einer geraden Linie hinter einander liegen. Zuweilen weichen sie von dieser geraden Richtung etwas ab, und bilden zusammen einen stumpfen oder selbst einen rechten Winkel. Selten laufen die Achsen der beiden Theilkörner parallel; dann schneiden sie die Achse des ganzen Kornes senkrecht, während ihre Schichtencentren aber immer in dieser Achse liegen. — Wenn die Theilung sich einmal in den Theilkörnern wiederholt, so findet sie mit Rücksicht auf die Achse der letztern in der nämlichen Richtung statt, wie die erste Theilung zur Achse des einfachen Kornes erfolgte.

Die Erscheinung, die ich eben erwähnte, dass die 2 Theilkörner zuweilen einen stumpfen oder einen rechten Winkel bilden oder der Quere nach parallel liegen, erinnert an eine ähnliche Thatsache, die bei einzelligen Pflanzen mehrfach vorkommt, und die ich für *Gloeothece devia* beschrieben und abgebildet habe (Einzellige Algen Pag. 57, Taf. I, G, 3). Eine längliche Zelle theilt sich durch eine Querwand in zwei Zellen, welche in gleicher Richtung sich verlängern wie die Mutterzelle. Da sie aber in der Membran der Letztern eingeschlossen sind, so werden sie, je mehr sie sich vergrössern, um so mehr seitlich geschoben, dass sie zuerst einen stumpfen, dann einen rechten und spitzigen Winkel bilden und zuletzt parallel liegen. — Es liesse sich nun recht wohl denken, dass etwas Analoges bei den halbzusammengesetzten Stärkekörnern von *Marsilea* vorkäme. Die Mehrzahl der Theilkörner wächst in der Richtung der Achse des Mutterkornes in die Länge. Wegen des sonst so regelmässigen Baues und Wachstums dieser Stärke ist es wahrscheinlich, dass alle Theilkörner das gleiche Bestreben in Beziehung auf Längenwachstum besitzen, dass sie aber an den umgebenden Schichten in manchen Fällen ein grösseres oder geringeres Hinderniss finden. Dadurch werden sie von ihrer ursprünglichen Richtung abgelenkt, sei es dass eine wirkliche Verschiebung stattfindet (wie bei *Gloeothece*), sei es, was wahrscheinlicher ist, dass die Substanzeinlagerung sich in eine andere Richtung drängen lässt.

Betrachten wir das Wachsthum des ganzen Korns, so ist vor Allem aus hervorzuheben, dass die Theilkörner stärker wachsen als die umschliessende Substanz. Dieselben sind, wie wir gesehen haben, meistens aus dem Kern entstanden, haben also einmal die Grösse des Kerns gehabt. Daraus habe ich oben (Pag. 236) die Folgerung hergeleitet, dass in gewissen Körnern die umschliessenden Schichten gar nicht sich verdicken) während die Substanz der Theilkörner in diametraler Richtung sich von 1 auf 60 ausdehnt; und dass in gleicher Zeit das Volumen jener umgebenden Schichten von 1 auf 412, dasjenige der Theilkörner von 1 auf 96000 zunimmt, dass somit die Einlagerung in den letztern 234 mal grösser ist als in den erstern.

Nun ist das aber ein extremer und besonders günstiger Fall, wie er nicht selten vorkommt. Damit will ich nicht sagen, dass die Zunahme der innern Masse aussergewöhnlich gross gewesen sei, sondern bloss, dass für das erwähnte Korn die Berechnung des Wachstums von einem sehr frühen Zustand begonnen werden konnte. Die Theilung des Kerns kann nämlich, wie ich schon bemerkte, in allen Entwicklungsstadien stattfinden; und daher nehmen die Theilkörner von Anfang an einen grössern oder geringern Theil des ganzen Korns ein. — Ich füge hier einige Messungen bei über das Verhältniss der Theilkörner zu der umschliessenden Substanz. DM. bezeichnet den Durchmesser des ganzen Korns, dm. den der eingeschlossenen Theilkörner, e. die Dicke der umhüllenden Schichten an den beiden Enden von DM. zusammengenommen, Verhältn. das Verhältniss der Theilkörner zu diesen Schichten.

Kartoffelstärkekörner.

	1	2	3	4	5	6	7	
DM.	26	50	28	13	55	56	48	
dm.	7	14	9	5.5	30	35	31	
e.	19	36	19	7.5	25	21	17	
Verhältn.	1:2,7	1:2,6	1:2,1	1:1,4	1:0,83	1:0,6	1:0,55	
	8	9	10	11	12	13	14	15
DM.	38	38	58	44	31	70	29,5	63
dm.	27	29	46	40	28,5	66	28	60
e.	11	9	12	4	2,5	4	1,5	3
Verhältn.	1:0,41	1:0,31	1:0,26	1:0,1	1:0,08	1:0,06	1:0,05	1:0,05

*Stärkekörner aus den Samen von *Aesculus Hippocastanum*.*

	16	17	18	19	20	21
DM.	31	44	47	41	37	50
dm.	19	29	33	30	31	46
e.	12	15	14	11	6	4
Verhältn.	1:0,63	1:0,52	1:0,42	1:0,37	1:0,19	1:0,09

*Stärkekörner aus der Zwiebel von *Hyacinthus*.*

	22	23	24	25	26	27	28	29
DM.	40	65	42	30	59	44	35	53
dm.	24	40	27	20	42	32	27	41
e.	16	25	15	10	17	12	8	12
Verhältn.	1:0,67	1:0,62	1:0,56	1:0,5	1:0,4	1:0,37	1:0,3	1:0,29
	30	31	32	33	34	35		
DM.	75	82	52	57	48	50		
dm.	60	67	44	53	45	48		
e.	15	15	8	4	3	2		
Verhältn.	1:0,25	1:0,22	1:0,18	1:0,08	1:0,07	1:0,04		

Stärkeköerner aus den grossen Sporen von Marsilea pubescens Ten.

	36	37	38	39	40
DM.	105	98	80	89	175
dm.	50	70	63	73	165
e.	55	28	17	16	10
Verhältn.	1:1,1	1:0,4	1:0,27	1:0,22	1:0,06

Unter den eben aufgezählten Beispielen wurden alle diejenigen weggelassen, wo die Theilkörner weniger als die Hälfte des ganzen Durchmessers betragen; nur bei der Kartoffelstärke sind einige solche aufgenommen. Aus dem ungleich grossen Antheil, den in diesen Beispielen die Theilkörner vom Gesamtkorn einnehmen, darf indess, wie ich schon sagte, nicht auf ein ungleich grosses Wachsthum derselben geschlossen werden; sondern nur darauf, dass sie zu ungleichen Zeiten entstanden, und zwar um so später, je kleiner sie verhältnissmässig sind. Da sich nun aber der Zeitpunkt ihres Ursprungs nicht bestimmen lässt, so eignen sie sich um so eher für die Berechnung und der Fehler wird um so geringer, je grösser sie sind; weil das Stadium, in welchem sich der Kern in dem noch kleinen dichten Korn ausschied, einmal durchlaufen werden musste und von diesem die Messung beginnen kann. — Von den 4 aufgezählten Stärkearten zeigen alle annähernd so grosse Verhältnisse, wie das oben berechnete Kartoffelstärkekorn, und zwei dieser Körner würden noch eine grössere Ungleichheit des äusseren und innern Wachstums ergeben: ein Beweis, dass jene enorme Differenz in der Volumenzunahme 1:234 keine Ausnahme bildet.

Indess hängt das Wachsthum der Theilkörner im Verhältniss zum Wachsthum der umschliessenden Schichten vorzüglich auch von der gegenseitigen Lage ab. Je mehr die Theilkörner excentrisch liegen, desto geringer ist ihre Zunahme; so in Taf. XVII, Fig. 2, 3, 5. Es ist durchaus kein Grund für die Annahme, dass solche halbzusammengesetzte Formen anders sich verhalten sollten, als einfache von analogem Bau. Sie müssen ausser einem Maximum der Ausdehnung in den Theilkörnern noch ein zweites beträchtlicheres in der Mitte des ganzen Korns besitzen. Dasselbe liegt meist etwas näher dem vordern, zuweilen jedoch auch näher dem hintern Ende, wie aus dem grössern Wasserreichthum dieser Stelle hervorgeht.

Die Steigerung, welche das Wachsthum in dem einzelnen Theilkorn von aussen nach innen zeigt, wird wie bei den einfachen Körnern durch zwei Momente bedingt. Erstlich hat jeder Theil, der näher dem mathematischen Mittelpunkt, zweitens aber auch jeder, der näher einem Schichtencentrum liegt, das Bestreben, sich stärker auszudehnen, als die Partien, welche weiter von denselben entfernt liegen. Daher besitzt jedes Theilkorn ein Maximum des Wachstums, welches bei geringerer Grösse und mathematisch concentrischer Schichtung sich im Kern, bei excentrischer Lage des Kerns aber in einem Punkte des grossen Halbmessers befindet; — wie sich theils aus der Vergleichung mit analogen einfachen Körnern, theils aus dem Wassergehalt der Substanz ergibt.

Es ist im höchsten Grad wahrscheinlich, dass zu jenen zwei Momenten, welche das Wachsthum der Theilkörner bedingen, noch ein drittes hinzukommt, dass nämlich auch jede Partie, die näher dem mathematischen Mittelpunkt des ganzen Korns liegt, die Tendenz hat, stärker zu wachsen; und vielleicht übt selbst die Lage des ursprünglichen Schichtencentrums einen solchen Einfluss aus. — Für die halbzusammengesetzten Körner der central geschichteten Stärke wüsste ich zwar diese Einwirkung nicht nachzuweisen; allein es ist daran, bei ihrem seltenen Vorkommen, wahrscheinlich die mangelhafte Beobachtung Schuld. Bei der excentrisch geschichteten Stärke dagegen ist der Einfluss deutlich, den die Stelle, wo die Theilkörner im ganzen Korn sich befinden, auf sie ausübt. Sie kehren, wie wir gesehen haben, ihren Verdickungshalbmesser fast ohne Ausnahme nach innen (Taf. XI, Fig. 14); es dehnt sich also in jeder Schicht des Theilkorns ein Punkt um so stärker aus, je näher er dem Mittelpunkt des ganzen Korns liegt (vgl. auch Pag. 226—227).

Die gemeinsamen Schichten, welche nach Theilung des Kerns und Entstehung der Theilkörner eines materiellen Mittelpunktes entbehren, wachsen wenigstens im Anfange weiter, als ob in ihrem Innern keine Veränderung vor sich gegangen wäre, insofern als die Verdickungsrichtung die nämliche bleibt, und sie sich concentrisch zu theilen fortfahren. Wenn aber die Theilkörner grösser werden, so wird die umgebende Substanz dadurch mehr oder weniger aus ihrer

ursprünglichen Form gebracht, indem sich überhaupt die Gestalt des Kornes ändert. So wird z. B. an Körnern mit sehr excentrischem Kern das vordere Ende, wenn es anfänglich verschmälert war (Taf. XVII, Fig. 1) durch das Auftreten von innern Theilkörnern breiter (Fig. 2 und 5), und übertrifft nun zuweilen selbst das hintere Ende (Fig. 8).

Die 2 Kerne, welche an die Stelle des ursprünglichen treten, liegen wie wir gesehen haben, bei der excentrisch geschichteten Stärke constant rechts und links neben der Achse (Pag. 257). Die einfachen Kartoffelstärkekörner sind oval; sie bleiben es in den ersten Stadien nach der Theilung des Kerns (Taf. XI, Fig. 15, 17). So wie die beiden innern Theilkörner anwachsen, wird das ganze Korn erst rundlich, dann queroval, indem die ursprüngliche Achse des Kornes nun mit der Spalte zwischen den Theilkörnern zusammenfällt (Taf. XI, Fig. 12, 14). Die gleiche Erscheinung nimmt man an manchen andern halbzusammengesetzten Stärkekörnern wahr (z. B. Taf. XVI, Fig. 3, 10, 16, 17), namentlich schön auch an denen aus der Zwiebel von Hyacinthus. Die hier befindlichen einfachen Körner sind an dem vordern Ende dick und schmal, an dem hintern Ende breit und schneidenartig verdünnt (Taf. XIX, Fig. 1, das nämliche Korn, A von der breiten und B von der schmalen Seite). Durch Theilung des Kerns wird das vordere Ende so breit (Fig. 2, 3, 11), oder selbst breiter als das hintere (Fig. 4, 6, 14).

Die äusseren Schichten ändern aber nicht bloss die ursprünglichen Dimensionen, und damit die Gestalt im Allgemeinen; es geht noch eine andere Aenderung in der Form mit ihnen vor. In dem einfachen Korn sind sie gleichmässig gerundet; sie bleiben es, so lange die eingeschlossenen Theilkörner zusammen einen vollkommen kugeligen oder ovalen Körper bilden (Taf. XI, Fig. 17; Taf. XIX, Fig. 11). Sobald aber jedes der Theilkörner durch weiteres Wachstum sich mehr der Kugel- oder Eiform nähert, so dass zwischen je zweien ein einspringender Winkel entsteht, so bekommen auch die angrenzenden Schichten solche einspringende Winkel, die sich bei geringerer Mächtigkeit der umhüllenden Substanz oft bis zur Oberfläche erstrecken, bei grösserer Mächtigkeit in einiger Entfernung allmählig verschwinden (Taf. XVII, Fig. 2, 3, 5).

Die zusammengesetzten Stärkekörner schliessen sich enge an die halbzusammengesetzten an. Sie entstehen, wenn die Bildung der Theilkörner in einer verhältnissmässig frühen Periode erfolgt, und daher die dünne umhüllende Substanz von den Spalten vollständig durchbrochen wird oder auch ganz zu mangeln scheint. — Die Theilung geschieht in doppelter Art. Entweder treten statt des einen Kerns zwei neue auf, und dazwischen wird eine Spalte sichtbar, welche das Korn in zwei gleiche Hälften trennt. Oder zwischen die äussern Schichten lagert sich ein neuer Kern ein, welcher sammt der ihn bedeckenden Substanz als kleines Theilkorn abgeschnitten wird. Häufig nimmt man bei beiden Processen bloss die Spaltenbildung wahr. — Halbiring und Abschneiden eines kleinen Stückes können sich mehr oder wenig häufig wiederholen, so dass die Zahl der Theilkörner in einzelnen Fällen bis auf 30,000 beträgt. Die beiden Vermehrungsarten können auch in dem nämlichen Korn thätig sein und in jeder Weise auf einander folgen, so dass ein Theilkorn, es mag so oder so entstanden sein, sich bald in der einen, bald in der andern Art von neuem theilt.

Die Theilkörner verhalten sich in ihrem Wachstum wie die einfachen Körner, aus denen sie entstanden sind und die mit ihnen im gleichen Gewebe vorkommen. Die central-geschichteten haben ihr Wachstumsmaximum im Kern selber; die excentrisch-gebauten in der Mitte des Kornes und überdem eine local gesteigerte Ausdehnung in dem Kern, wenn derselbe der Peripherie ziemlich genähert ist. — Was den Einfluss betrifft, den jede Partie eines Theilkornes durch ihre relative Lage im ganzen Korn erfährt, so scheint derselbe bei den Stärkearten mit centralem Kern sehr gering zu sein oder gar zu mangeln; bei denjenigen mit excentrischem Kern macht er sich dadurch geltend, dass jede Schicht um so mehr zunimmt, je mehr sie dem Mittelpunkt des ganzen Kornes genähert ist, und dass dem entsprechend das Minimum der Einlagerung sich auf der äussern Seite befindet.

Die Stärkekörner mit centralem verlängertem Kern scheinen sich immer so zu halbiren, dass die trennende Spalte ihre Achse rechtwinklig schneidet; und die beiden Theilkörner scheinen sich ursprünglich in gleicher Richtung zu verlängern wie das Korn, aus dem sie entstanden sind, erleiden aber nachher vielfache Verschiebungen. — Die Kerntheilung in den Körnern mit centralem kugeligem Kern wiederholt sich anfänglich in der gleichen Richtung, so dass zunächst eine einfache Reihe von Theilkörnern sich bildet, welche später zuweilen in eine einfache Schicht, seltener in eine körperliche Gruppe sich verwandelt. — Bei den Stärkearten mit centralem Kern kommt das Abschneiden von kleinen Theilen sehr selten vor, und nur da, wo die äussersten Schichten local zu einer vorspringenden Ecke verdickt sind.

Die einfachen und die Theilkörner, in denen der Kern excentrisch liegt, werden ohne Ausnahme so halbirt, dass die Spalte mit dem Verdickungsradius zusammenfällt. Wiederholt sich aber die Kerntheilung, ehe in den Theilkörnern sich eine Verdickungsrichtung ausgebildet hat, so laufen die Spalten gewöhnlich mit den frühern parallel. Auf diese Weise werden bis 11 Theilkörner in einer einfachen Reihe hinter einander gelagert, Früher oder später können, unter noch unbekanntem Verhältnissen, andere Theilungen eintreten, so dass dieselben nun in einer Ebene oder in allen Dimensionen des Raumes mit einander alterniren.

Bei den Körnern mit excentrischem Kern ist das Abschneiden von kleinen Parteien eine häufige Erscheinung. Es findet um so eher statt, je weiter der betreffende Theil der Oberfläche von dem Schichten-centrum entfernt liegt, und je mehr derselbe in eine Kante oder Ecke vorspringt. Daher mangelt diese Erscheinung überhaupt am vordern Ende; und an Körnern, deren hinteres Ende kegelförmig-verschmälert oder keilförmig-verdünnt ist, werden immer zuerst die Spitze des Kegels und die beiden Ecken des Keils abgeschnitten; an den Theilkörnern dagegen sind es Parteien der Kanten, welche sich abtrennen.

Die Theilungen, welche ein einfaches Korn in ein zusammengesetztes verwandeln, können rasch sich wiederholen und dann für immer aufhören, worauf die Theilkörner sich noch vergrössern; in diesem Falle unterscheidet man eine Periode der Anlage und eine solche der Ausbildung. Es können aber auch die Theilungen sich langsam wiederholen und bis zur völligen Ausbildung andauern, indem mit denselben das Wachsthum der Theilkörner jeweilen alternirt. — Mit diesem Gegensatz geht ein anderer parallel. Wenn in einem Gewebe fortwährend neue Stärkekörner entstehen, so ergreift bei den einen Stärkearten die Theilung alle Körner der ersten Periode und wiederholt sich regelmässig; aber sie nimmt nach und nach ab und ruht gänzlich in der zweiten Periode, während welcher bloss die Ausdehnung thätig ist. Daher sind alle grösseren Körner zusammengesetzt, und die Theilkörner werden um so ansehnlicher, je mehr die Grösse des ganzen Kornes abnimmt; die kleinsten Körner aber sind einfach. Bei andern Stärkearten dagegen findet in der ersten Periode keine Theilung statt; sie trifft in der zweiten Periode von Zeit zu Zeit beliebige Körner und verwandelt neu entstandene kleine in zusammengesetzte, ältere und grössere aber nur in halbzusammengesetzte. Desswegen sind die grossen Körner alle einfach oder einzelne derselben halbzusammengesetzt.

Die Spalten zwischen den Theilkörnern bilden sich mit dem Wachsthum immer mehr aus, bis endlich das ganze Korn durch ungleichmässiges Wachsthum seiner Theile in die Bruchkörner zerfällt. Bei der gleichen Stärkeart werden die Theilkörner bis zum Moment des Zerfallens um so grösser, in je geringerer Zahl sie mit einander vereinigt sind. — Liegen die zusammengesetzten Körner gedrängt in einer Zelle, so

können sie bei fortgesetztem Wachsthum so sehr auf einander pressen, dass die Spalten wieder verschwinden, und die Theilkörner mit einander verwachsen.

Die zusammengesetzten Körner haben anfänglich eine gleichmässig-gerundete Oberfläche. Sie behalten dieselbe, wenn die Theilkörner klein und zahlreich sind, werden aber um so eher buckelig, je länger das Wachsthum dauert und je geringer die Zahl ihrer Theilkörner ist, welche dann halbkugelig oder selbst kegelförmig sich erheben und die Berührungsstellen als Einschnürungen zurücklassen. — Die Bruchkörner sind zuerst von ebenen Flächen sowie von scharfen Kanten und Ecken begrenzt. Sie können aber weiter wachsen, wobei sie sich mehr und mehr abrunden, und zuletzt einfachen Körnern ähnlich sehen, mit denen sie auch in ihrem ganzen übrigen Verhalten übereinstimmen.

Von den halbzusammengesetzten Körnern zu den ganz zusammengesetzten giebt es alle möglichen Uebergangsstufen; so dass eine bestimmte Grenze nicht anzugeben ist. Wenn die Spalten zwischen den Theilkörnern die umhüllende Substanz, welche dem ganzen Korn angehört, nicht vollständig (Taf. XVI, Fig. 16) oder nur einseitig (Taf. XVII, Fig. 2) durchbrechen, so müssen wir die Form noch zu den halbzusammengesetzten rechnen. Bei vollständiger Durchbrechung (Taf. XVI, Fig. 13; Taf. XVII, Fig. 17, 18, 21) ist es ein ganzzusammengesetztes Korn. Formen wie Fig. 1, 6, 12, 14, 15 auf Taf. XVI, Fig. 8, 18 auf Taf. XIX stehen auf der Grenze.

In denjenigen Pflanzentheilen, wo zahlreiche grössere halbzusammengesetzte Körner vorkommen, findet man auch zusammengesetzte Körner, und darunter theils alle Zwischenstufen zwischen beiden, theils auch Entwicklungsstadien für die letztern von der Theilung der Kerne an. Diese Erscheinungen wurden vorzugsweise wahrgenommen im Mark von *Cereus variabilis*, in der Zwiebel von *Hyacinthus orientalis*, im Wurzelstock von *Canna*. Die Entwicklungsgeschichte der zusammengesetzten Körner ist ganz die nämliche wie die der halbzusammengesetzten. Tritt die Theilung des Kerns erst spät (wenn das Korn schon eine beträchtliche Grösse erreicht hat) ein, so bleibt es ein halbzusammengesetztes; erfolgt sie in einem frühern Stadium, so durchsetzen die Spalten vollständig die umgebenden Schichten, die erst eine geringe Mächtigkeit besitzen, und verwandeln das Korn in ein zusammengesetztes.

Indess kann man die Entstehungsweise zuweilen auch da verfolgen, wo keine halbzusammengesetzten Körner vorkommen. Auf Taf. XVIII ist in Fig. 41 ein einfaches kugeliges Stärkekorn mit centralem Kern aus einem nicht ganz reifen Samen von *Panicum italicum* dargestellt. Die einfachen Körner sind hier alle kugelig. Einzelne werden kugelig-oval, und statt des ursprünglichen Kerns treten zwei neue auf (Fig. 43), darauf eine trennende Linie, welche jederseits zur Peripherie geht (Fig. 44), dann zur Doppellinie (Fig. 45) und nachher zur deutlichen Spalte wird. Schichtung ist keine zu sehen; und die Theilung des Korns zeigt hier mit Rücksicht auf Grösse und auf die übrigen Verhältnisse ungefähr die nämlichen Erscheinungen, wie die Theilung des Kerns in grossen Körnern (vgl. Fig. 43, 44, 45 auf Taf. XVIII mit Fig. 5, 7 und 11 auf Taf. XIX und mit Fig. 10, 12, 17 auf Taf. XI).

Ausser der Entstehung der zusammengesetzten Körner durch einmalige oder wiederholte Theilung des Kerns kommt auch, wie bei den halbzusammengesetzten, die andere Bildungsweise durch Auftreten eines neuen Kerns zwischen den Schichten vor. Die zwischen dem Kern und den innern Schichten entstehende Spalte durchbricht die umgebende Substanz bis zur Oberfläche, und trennt einen Theil des ursprünglichen Korns als Theilkorn ab. Die Annahme eines solchen Vorganges, wenn er auch nirgends Schritt für Schritt verfolgt werden kann, ist indess ganz sicher, da wir die Erscheinungen theilweise bei den einen, theilweise bei den andern Stärkearten, sehr deutlich sehen. Dahin gehören namentlich die Körner in den Kartoffeln und in den Wurzelstöcken von *Canna*.

Bei der Kartoffelstärke ist, wie ich oben sagte (Pag. 258), das Auftreten eines Kerns zwischen den äussern Schichten eines Korns und die Entwicklung desselben zu einem kleinen eingeschlossenen Theilkorn ein sicher beobachtetes Factum. Zwischen demselben und den innern Schichten bildet sich eine Spalte; gewöhnlich bleibt die Entwicklung auf diesem

Stadium der halbzusammengesetzten Form stehen. Sehr selten sah ich die Spalte sich durch die äussern, das Theilkorn bedeckenden Schichten bis zur Oberfläche fortsetzen, so dass dadurch eine wirklich zusammengesetzte Form entstand, wobei ein gewöhnliches Kartoffelstärkekorn in der Regel gegen das hintere Ende ein kleines Theilkorn trug, welches auch abfallen konnte.

In der Zwiebel von *Hyacinthus* ist die typische Form ein Keil mit schmalem dickem und mit breiterem dünnem Ende (Taf. XIX, Fig. 1, A und B, von der breiten und von der schmalen Seite). Durch Theilung des Kerns entstehen die halbzusammengesetzten Körner, von denen früher gesprochen wurde, und wo die eingeschlossenen Theilkörner im dicken Theil liegen (Taf. XIX, Fig. 2, 4, 6). Nun giebt es aber auch zahlreiche Körner, von denen entweder bloss die Ecken des scharfen Randes als Theilkörner abgeschnitten sind (Fig. 7, a, b; 30, a, oder wo an dem Rande eine Reihe von kleinen Theilkörnern liegt, als ob sie sich ebenso abgelöst hätten (Fig. 16). Die Entstehung dieser Theilkörner durch Theilung des Kerns ist nicht denkbar.

Auf ähnliche Weise sieht man hin und wieder bei verschiedenen Stärkearten, dass das dem Schichtencentrum abgekehrte Ende oder eine vorspringende Ecke als kleines Theilkorn abgeschnitten wird. — Am deutlichsten zeigt sich diese Erscheinung bei den Stärkekörnern im Wurzelstock von *Canna*. Sie würde namentlich an einer noch unbestimmten, dem Zürcher Garten von Warszewicz mitgetheilten Species beobachtet. Die Körner sind oval, mit sehr excentrischem Kern; an dem hintern Ende, an den Seitenrändern und den beiden Seitenflächen werden einzelne kleine Körner herausgeschnitten. Man sieht zuerst einen kleinen gebogenen oder knieförmigen Riss in der Substanz auftreten, dessen convexe Seite nach innen gekehrt ist. Derselbe verlängert sich, bis er die Oberfläche berührt. Die äussere Seite des ausgeschnittenen Theils ist anfänglich noch vollkommen eben, nachher wölbt sie sich nach aussen; zugleich wird der Riss stärker, und zuletzt fällt das Theilkorn heraus. — Am häufigsten beobachtet man diesen Vorgang an dem hintern Ende, wo nicht selten mehrere (bis 4 und 6) Theilkörner neben einander abgeschnitten werden; — seltener an den seitlichen Rändern und Flächen; doch können auch hier an einem Korn bis auf 8 Körner sich abtrennen.

Von aussen angesehen, erscheinen die Theilkörner, soweit sie nicht an andere anstossen, kreisrund. Sie sind meistens niedergedrückt, weniger diejenigen, welche auf der Kante sitzen und nach dem Abfallen zuweilen eine fast halbkugelige Vertiefung zurücklassen, als die an der Fläche befindlichen. Die letztern sind linsenförmig; wenn sie sich losgetrennt haben, so ist die zurückbleibende Narbe wenig vertieft und zuweilen kaum bemerkbar. — Liegen 2 oder mehrere Theilkörner dicht neben einander, so ist entweder das eine kreisrund, während dem benachbarten ein Kreisausschnitt fehlt; das letztere wurde nach dem erstern abgeschnitten. Oder sie stossen mit graden Rändern an einander, wenn sie ziemlich gleichzeitig entstanden sind. Ein Theilkorn kann auch durch Theilung in mehrere (2—6) neben einander liegende zerfallen.

Die auf die angegebene Weise sich bildenden Theilkörner bei *Canna* sind homogen und dicht. Oder man bemerkt, wenn man sie von der Fläche (von aussen) betrachtet, einen kleinen röthlichen Kern im Centrum; selten ist eine concentrische Schicht um denselben sichtbar. Von der ursprünglichen Schichtung des ganzen Kornes sieht man aber nie etwas darin. Es müssen also dem Ablösen des Theilkorns mittelst der Spalte Veränderungen in der Structur der Substanz vorausgehen, welche nach Analogie mit den halbzusammengesetzten Körnern wohl in nichts anderm bestehen können, als darin, dass zwischen den äussern Schichten ein Kern entsteht, welcher anwachsend sich zu einem Theilkorn entwickelt. Dieses Theilkorn trennt sich dann sammt den bedeckenden Schichten von dem ganzen Korn ab.

Ähnliche Beobachtungen, nur nicht ganz so vollständig wie bei *Canna*, wurden auch an den Stärkekörnern in den sternförmigen Körpern von *Chara stelligera* Bauer gemacht. — Das Resultat dieses Processes sind die aus einem grossen und mehreren (1—100) kleinen Theilkörnern bestehenden Formen, welche auf Pag. 7 beschrieben wurden.

Die Entstehung der zusammengesetzten Körner geschieht also auf doppelte Art. Im einen Fall theilt sich der Kern in zwei neue und dazwischen bildet sich die das ganze Korn halbirende Wand. Im andern Fall tritt zwischen den äusseren Schichten ein neuer Kern auf, welcher sammt der bedeckenden Substanz als kleines Theilkorn von dem ganzen Korn abgeschnitten wird. — Weit aus in den meisten Fällen kann man bei der Entstehung der zusammengesetzten Körner

von Kernen und Schichtung nichts sehen. In dem homogenen, meist kleinen Korn werden Linien sichtbar, welche später als deutliche Spalten sich kund geben. Es ist daher die Frage, ob auch hier einer der beiden geschilderten Prozesse stattfindet, und mit welchem Rechte man auf den einen oder andern schliessen könne.

Wenn aus einem einfachen Korn ein Doppelkorn entsteht, so hat das letztere 2 Kerne, und es giebt nur zwei Möglichkeiten: entweder sind es zwei neue, durch Theilung des ursprünglichen entstandene Kerne, oder neben dem alten ist ein neuer Kern aufgetreten. Es kann also in der That ausser den geschilderten zwei Processen kein anderer vorkommen, und es handelt sich nur darum, ob sie charakteristische Verschiedenheiten zeigen, um sich deutlich erkennen zu geben.

Die Körner, in denen der Kern sich theilt, zerfallen in zwei vollkommen gleich grosse Theilkörner. Für die Formen mit centralem Kern versteht es sich von selbst, da dieselben nach allen Seiten symmetrisch sind, und eine durch den Mittelpunkt gehende Spalte immer auch das Korn halbiren muss. Für die Formen mit excentrischem Kern ergiebt es sich aus der Thatsache, dass die Linie, welche die 2 neuen Kerne verbindet, die Achse rechtwinklig schneidet, und die zwischen denselben auftretende Spalte mit dem Verdickungshalbmesser zusammenfällt. Geringe Ungleichheiten in der Grösse der Theilkörner können natürlich vorkommen, namentlich wenn sie einer unregelmässigen Stärkeart angehören.

Wenn von einem Korn ein Stück als Theilkorn abgeschnitten wird, so ist dieses Stück im Verhältniss sehr klein, oft fast verschwindend. So sah ich an einem Korn aus dem Wurzelstock der oben erwähnten *Canna*-Art, das 117 Mik. lang und 75 Mik. breit war, neben 2 ziemlich grössern ein Theilkorn befestigt, welches 3 Mik. hoch und 5 Mik. breit war. Der Kubikinhalt des ganzen Korns mochte etwa 237000, der des Theilkorns kaum 36 Mik. Mill. betragen. Das Verhältniss des Volumens wäre somit 1:6583. Das ist nun zwar die grösste Ungleichheit die ich beobachtete; in den übrigen Fällen war sie aber immerhin sehr bedeutend, und es haben die Kerne, welche zwischen den Schichten entstehen, offenbar die Neigung, sich möglichst nahe an der Oberfläche einzulagern.

Ich glaube nun, man könne mit ziemlicher Sicherheit annehmen, dass alle aus gleichgrossen Theilkörnern bestehenden Formen durch Kerntheilung, alle aus deutlich verschiedenen, grossen und kleinen Theilkörnern zusammengesetzten Formen dagegen durch Abschneiden einer äussern Partie entstanden seien. Diess ist um so wahrscheinlicher, als in einer Unzahl von Fällen die Differenz äusserst charakteristisch auftritt. Wir finden eine Menge von zusammengesetzten Körnern, deren Theile vollkommen gleich gross sind, und eine Menge anderer, wo nur unbedeutende Ungleichheiten vorkommen. Wollte man hier nicht Kerntheilung annehmen, so müsste neben dem alten Kern ein neuer in seiner Nähe zwischen den innern Schichten entstanden sein. Nun ist diess aber ein Vorgang, welcher nur ein einziges Mal mit einiger Wahrscheinlichkeit in einem halbzusammengesetzten Korn beobachtet wurde, während der erstere bei so vielen Stärkearten sicher vorkommt.

Zu den Beispielen, wo die vollkommene Gleichheit der Theilkörner unabweislich auf Kerntheilung hindeutet, gehören nebst vielen andern die Körner in den unterirdischen Theilen (Wurzeln, Wurzelstöcken, Knollen, Zwiebeln, Stolonen) von *Colchicum autumnale* Lin., *Andropogon muricatus* Retz., *Arum maculatum* Lin., *Iris florentina* Lin. etc., *Gladiolus communis* Lin., *Meristostigma silenoides* Dietr., *Billbergia amoena* Lindl., *Smilax China* Lin., *Smilax spec.* (*Sassaparillwurzel*), *Aristolochia Serpentaria* Lin. und *longa* Lin., *Rheum*, *Rumex tuberosus* Lin., *Orobanch*e, *Convolvulus Imperati* Vahl und *Soldanella* Lin., *Lysimachia vulgaris* Lin., *Jatropha Manihot* Lin., *Cephaelis Ipecacuanha* Lin., *Krameria triandra* R. P., *Boerhavia repens* Lin., *Gossypium indicum* Lam., *Bryonia dioica* Jacq., *Corydalis solida* Smith etc. etc., ferner in den Samen von *Encephalartos spiralis* Lehm., *Pappophorum nigricans* R. Br., *Sorghum vulgare* Pers., *Polygonum Fagopyrum* Lin., *Nectandra Rodiaei* Schomburgk, *Laurus nobilis* Lin., *Thea Bohea* Lin., *Cicer arietinum* Lin., *Ervum Lens* Lin., *Pisum sativum* Lin., *Orobuchus niger* Lin. etc. etc. Man vergleiche Taf. XXIII, Fig. 7, b; Fig. 14, b, d, e; Fig. 16, f; Taf. XXIV, Fig. 12, e; Taf. XXV, Fig. 8, h, i; Fig. 14, c, f; Taf. XXVI, Fig. 1, c.

Andererseits giebt es eine eben so grosse Menge von Beispielen, wo an einem grossen Theilkorn ein kleines befestigt ist, und wo die Differenz wenigstens so hoch steigt, dass das eine das andere um das 3—12fache des Durchmessers übertrifft. Wollte man hier annehmen, dass die beiden Theilkörner durch Kerntheilung entstanden seien, so müsste das eine viel stärker gewachsen sein als das andere. Das ist aber durchaus unwahrscheinlich, da sie ursprünglich vollkommen gleich sein mussten und ein so ungleiches Verhalten allen über das Wachsthum der Stärkekörner bekannten

Thalachen widersprechen würde. Was dieser Betrachtung noch mehr Gewicht giebt, ist der Umstand, dass bei den nämlichen Stärkearten beiderlei zusammengesetzte Körner neben einander vorkommen, solche die aus 2 gleichgrossen und solche die aus 2 ungleichgrossen Theilen bestehen, und zwar sehr häufig ohne eine Spur von Uebergängen. Es beweist diess eine tiefgehende Verschiedenheit und die Unmöglichkeit, beide auf den nämlichen Ursprung zurückzuführen.

Ausser den früher genannten Beispielen (Kartoffeln, Wurzelstücke von *Canna*, Zwiebeln von *Hyacinthus* und sternförmige Körper von *Chara*) können ungleichgrosse Theilkörner und die Entstehung derselben durch Abschneiden einer äussern Partie mehr oder weniger deutlich beobachtet werden in den unterirdischen Theilen (Wurzeln, Wurzelstöcken, Zwiebeln, Knollen, Stolonen) von *Scilla peruviana* Lin., *Gagea lutea* Schult., *Galanthus nivalis* Lin., *Sternbergia lutea* Ker., *Veratrum album* Lin., *Tamus communis* Lin., *Triglochin Barrelieri* Lois., *Arum maculatum* Lin., *Aristolochia longa* Lin., *Rheum*, *Hydrophyllum virginicum* Lin., *Cephaelis Ipecacuanha* Rich., *Richardsonia scabra* Lin., *Diodia dasycephala* Cham., *Boerhavia repens* Lin., *Vinca minor* Lin., *Corydalis solida* Smith., *Ranunculus Thora* Lin., *Epilobium hirsutum* Lin., *Bryonia dioica* Jacq., *Gossypium indicum* Lam. etc. etc., — im Stamm von *Isoetes*, — in den Samen von *Encephalartos spiralis* Lehm., *Ruppia maritima* Lin., *Castanospermum australe* Cunningh. — Man vergleiche z. B. Taf. XXV, Fig. 14, e; Fig. 15, f; Taf. XXVI, Fig. 2, b, c; Fig. 4, g; Fig. 12, c.

Es kommt auch vor, dass an einem und demselben Korn die Theilkörner auf beide Arten, durch Theilung des Kerns und durch Abschneiden eines peripherischen Stückes entstehen. Zuerst werden eine oder mehrere kleine Parteen abgeschnitten, und dann erfolgt die Spaltung der übrigen Masse in zwei. In den Wurzelstöcken von *Canna*, in den Kartoffeln und in den Zwiebeln von *Hyacinthus* kann dieser Process mit Bestimmtheit verfolgt werden. Auf Taf. XIX sind in Fig. 7 und 16 Zustände dargestellt, wo bereits mehrere kleine Theilkörner abgeschnitten wurden, wo aber die halbirende Spalte in dem grossen Korn noch nicht vollständig ist.

In manchen andern Fällen kommt der nämliche Process ebenfalls unzweifelhaft vor, wenn er auch nicht in seinen successiven Stadien zu beobachten ist. Die Anordnung der 2 grossen und eines oder mehrerer kleiner Theilkörner zeigt dann aufs Bestimmteste, dass zuerst die letztern abgeschnitten werden mussten, ehe die Theilung in 2 Hälften erfolgen konnte; denn das kleine Theilkorn liegt so in der Fuge zwischen den beiden Hälften, dass seine Substanz offenbar von beiden her stammt. Solche Körner wurden in den unterirdischen Theilen von *Triglochin Barrelieri* Lois., *Veratrum album* Lin., *Tamus communis* Lin., *Aristolochia longa* Lin., *Corydalis solida* Smith., *Boerhavia repens* Lin., *Epilobium hirsutum* Lin., *Gossypium indicum* Lam. etc. etc., in den Samen von *Encephalartos spiralis* Lehm., *Castanospermum australe* Cunningh., *Amphicarpaea monoica* Nutt. etc. beobachtet.

Viel seltener lässt sich der umgekehrte Vorgang nachweisen, nämlich zuerst Theilung des ganzen Kornes in gleiche Theile, und dann Abschneiden kleiner peripherischer Stücke von diesen Theilkörnern. Doch kommt auch diess ganz unzweifelhaft vor; denn man beobachtet Doppelkörner, wo von der einen Hälfte in der Fuge ein Stück abgeschnitten wurde, in der Weise, dass der Schnitt auf die halbirende Spalte aufgesetzt ist. Sichere Beispiele dieses Processes beobachtete ich an Körnern aus der Wurzel von *Boerhavia repens* Lin. und *Gossypium indicum* Lam., ferner in den Sameulappen von *Encephalartos spiralis* Lehm. und *Castanospermum australe* Cunningh.

Das Wachstum der Theilkörner verhält sich bei den zusammengesetzten Körnern wie bei den halbzusammengesetzten. Es nimmt an jedem einzelnen Theilkorn von der Peripherie nach der Mitte hin zu. Beweis dafür ist der Umstand, dass die wesentlichen Erscheinungen die nämlichen sind, wie bei den halbzusammengesetzten und den einfachen Körnern. So lässt sich namentlich oft beobachten, dass die Substanz der Theilkörner in frühern Stadien überall gleich dicht ist, und dass sich später im Centrum eines jeden ein weicher röthlicher Kern ausscheidet. Derselbe kann sich wieder concentrisch theilen, und oft nimmt die weiche Masse im Innern sehr beträchtlich zu. Bei einzelnen Stärkearten kann auch zu jeder Zeit Theilung des Kerns in zwei neue eintreten, und das Theilkorn sich in ein halbzusammengesetztes verwandeln oder auch sich vollständig in 2 Tochterkörner spalten.

Off scheint es sogar, als ob die Differenz des Wachstums zwischen aussen und innen bei den Theilkörnern grösser und die Substanz im Innern bedeutend weicher sei, als bei den einfachen Körnern. Diesen Anschein gewähren fast ohne Ausnahme die polyedrischen Theilkörner, die eingetrocknet waren, indem sie mit Wasser befeuchtet meist sehr grosse Höhlungen zeigen. Diess rührt aber, nach meiner Ansicht, nicht bloss von einem grössern Wasserreichtum der innern Substanz, sondern auch noch von andern Verhältnissen her. Einfache Körner, welche eintrocknen, verkleinern ihr Volumen, und ausser der meist kleinen Höhlung bilden sich mehr oder weniger starke radiale Risse. Polyedrische Theilkörner können aus verschiedenen Gründen sich nicht in entsprechendem Maasse zusammenziehen, als es die Menge des verdunstenden Wassers erfordern würde. Sind sie getrennt, so leisten die verschiedenen Stellen einen ungleichen Widerstand; eine Seite (selten mehrere) sinkt ein, indess ihre Kanten vorstehen. Dadurch wird das Lumen vermindert, ohne dass der Umfang merklich abnimmt; und man glaubt ein Korn mit einer grossen Höhlung vor sich zu haben. Sind aber die Theilkörner zu einem zusammengesetzten Korn verbunden, so können sie durch die gegenseitige Adhäsion gehalten werden, wobei wieder die Kanten gleichsam ein festes Gerüste bilden. Es wird dann in jedem eine wirkliche grosse Höhlung entstehen. Das ist besonders bei denjenigen Stärkearten der Fall, wo die Theilkörner nicht durch Spalten von einander getrennt sind; am schönsten beobachtet man es im Sameneiweiss der Commelynaceen (Taf. XXI, Fig. 31, b und 32, zwei zusammengesetzte Körner; Fig. 33, ein Complex von solchen). — Beim Wiederbefeuchten quillt die Substanz auf; allein so weit mechanische Trennungen stattfanden, geschieht es nicht in dem Verhältniss der ursprünglichen Wassereinlagerung, wie ich oben (Pag. 63) nachgewiesen habe. Da nun auch an den freien Bruchkörnern, deren Seiten beim Eintrocknen einsinken, doch beträchtliche Unterbrechungen der Substanz eintreten müssen, so werden alle polyedrischen Bruch- und Theilkörner, wenn sie wieder von Wasser durchdrungen werden, eine grössere Höhlung im Innern zeigen, als es die Weichheit der innern Substanz im Vergleich mit einfachen Körnern erfordern würde.

Die Theilkörner wachsen übrigens nach dem gleichen Typus, wie die einfachen Körner, wenn solche in dem nämlichen Gewebe vorkommen. Haben die letztern einen centralen Kern, so ist dasselbe auch bei den Theilkörnern der Fall; bei denselben wächst daher die der Mitte des ganzen Kornes zugekehrte Seite nicht merklich stärker als die äussere. Das ist z. B. in den Samen mancher Papilionaceen (*Ervum*, *Pisum*, *Phaseolus*, *Cicer* etc.) deutlich; die einfachen Körner sind oval mit verlängertem centralem Kern; darunter kommen einzelne zusammengesetzte Körner vor, die aus 2, 3 oder 4 ebenso gebauten Theilkörnern bestehen (Taf. XXIII, Fig. 14, d, e; 16, b).

Besitzen die Theilkörner dagegen die Neigung, die eine Seite zu verdicken, so ist es immer diejenige Seite, welche nach der Mitte des ganzen Kornes gerichtet ist (Taf. XXIV, Fig. 12, e; Taf. XXVI, Fig. 1, b, c, f). Nur in Ausnahmefällen kommt es vor, dass in Zwillingskörnern der Verdickungshalbmesser des einen Theilkornes von der Richtung nach innen sich bis auf 90 Grad entfernt, — diess bloss in solchen Stärkearten, wo die einfachen Körner verschiedene Verdickungsrichtungen in den innern und äussern Schichten und somit überhaupt einen unregelmässigen Bau zeigen.

Aus den eben mitgetheilten Thatsachen ergibt sich, dass in den einen zusammengesetzten Körnern die Grösse der Ausdehnung in jedem Punkte bloss von der Lage desselben im einzelnen Theilkorn, nicht von seiner Beziehung zum ganzen Korn abzuhängen scheint; — dass bei andern Stärkearten dagegen die Einlagerung im ganzen Korn deutlich von aussen nach innen zunimmt, was sich durch ein ungleichseitiges Wachstum der einzelnen Theilkörner kundgiebt. Im Wurzelstocke von *Canna lagunensis* Lindl. beobachtete ich Zwillingskörner, bei denen die Kerne einander genau abgekehrt waren und z. B. die Excentricitäten von $\frac{1}{10}$ und $\frac{1}{12}$ zeigten. Die Vergleichung mit jungen Zuständen beweist, dass der lange (innere) Halbmesser jedes Theilkornes sich um das 10- und 12fache verlängerte, während der kurze (äussere) Halbmesser keine Zunahme unterscheiden liess, und dass in der nämlichen Zeit das Volumen der innern (dem Schwesterkorn zugekehrten) Masse etwa 11 mal mehr wuchs als das Volumen des ganzen übrigen Theilkornes (vgl. Pag. 225).

Für die grosse Mehrzahl der zusammengesetzten Körner ist es ungewiss, ob und in welchem Maasse das Wachstum im Innern stärker sei als an der Oberfläche. Diess namentlich aus den Gründen, weil die Theilkörner oft zu klein sind, um über die Lage des Kerns genaue Messungen zu gestatten, und weil an den stark zusammengesetzten Körnern noch nicht ermittelt werden konnte, wie sich die Grösse der innern Theilkörner zu den an der Oberfläche gelegenen verhält, und was bei den einen und andern auf Rechnung der Ausdehnung und was auf Rechnung der Theilung fällt.

Die Stellung der Theilkörner und somit der Bau des ganzen zusammengesetzten Korns hängt von der Richtung ab, welche die Theilungen einschlagen. Da die letztern nach bestimmten Regeln erfolgen, so zeigt auch der Aufbau der zusammengesetzten Körner gewisse regelmässige Typen. Ich will zuerst die Resultate betrachten, welche die Kerntheilung hervorbringt.

Unter den Stärkearten mit centralem Kern ist die Theilungsrichtung nur bei den länglichen Körnern sicher. Ich habe für die halbzusammengesetzten Formen erwähnt, dass die Kerntheilung in den Stärkekörnern der grossen Sporen von *Marsilea* immer quer zur Achse erfolgt. Die beiden neuen Kerne liegen also in der Achsenlinie des ganzen Korns, und die beiden Theilkörner verlängern sich in der nämlichen Richtung wie dieses (Pag. 259). Bei *Marsilea* kommen sehr selten auch zusammengesetzte d. h. Doppelkörner vor, wo die beiden länglichen Theilkörner dem entsprechend hinter einander stehen.

In den Samen der Hülsenfrüchte (*Cicer*, *Pisum*, *Ervum*, *Vicia*, *Faba*, *Lathyrus*, *Orobus*, *Phaseolus*, *Dolichos*, *Lablab*) finden sich ähnliche längliche Körner wie in den Sporen von *Marsilea*. Darunter sind halbzusammengesetzte Formen äusserst selten; zusammengesetzte (d. h. Doppelkörner) dagegen kommen hin und wieder vor. In den halbzusammengesetzten zeigen, wie ich schon oben sagte, die Theilkörner die nämliche Stellung und das nämliche Wachsthum wie bei *Marsilea*. Was die Doppelkörner betrifft, so habe ich die verschiedenen Stellungen ihrer Hälften auf Pag. 37 aufgezählt. Daraus ergibt sich, dass nur ausnahmsweise diejenige Lage vorkommt, welche man nach Analogie von *Marsilea* erwarten sollte, wo nämlich die beiden länglichen Theilkörner in einer Linie hinter einander liegen; es wurden nur einzelne solcher Fälle bei *Ervum* *lens* Lin., *Cicer arietinum* Lin. und *Orobus niger* Lin. beobachtet. Ausserdem finden sich fast alle andern möglichen Stellungen; darunter solche, wo die Achsen der beiden Theilkörner rechtwinklig zu einander stehen, vorzüglich aber solche, wo sie unter sich und mit der Trennungsfläche parallel laufen (z. B. Fig. 14, d auf Taf. XXIII). — Wenn die Doppelkörner etwas häufiger vorhanden sind, so bemerkt man zuweilen alle Uebergänge von solchen, wo die beiden Hälften in einer Linie hinter einander, bis zu solchen, wo sie parallel neben einander liegen, indem bei den einen nur die sich berührenden Enden, bei andern aber immer grössere Theile über einander greifen. Man erwehrt sich dabei kaum der Vorstellung, dass eine Verschiebung stattgefunden habe und dass dieselbe mehr oder weniger vollständig eingetreten sei.

Ich habe für die halbzusammengesetzten Körner in den Sporen von *Marsilea* die Möglichkeit einer solchen Verschiebung ausgesprochen (Pag. 259). Die zusammengesetzten Körner sind, wie die Entwicklungsgeschichte lehrt, zuerst halbzusammengesetzt, d. h. mit gemeinschaftlichen äussern Schichten, welche auf das Wachsthum der eingeschlossenen Theilkörner Einfluss haben müssen. Wir könnten uns nun, nach den vorliegenden Thatsachen und Analogieen, recht wohl vorstellen, dass die zwei hinter einander liegenden Theilkörner nur selten ihr Bestreben, sich in gleicher Richtung wie das Mutterkorn zu verlängern, erfüllen können, und dass ihr Wachsthum in der Regel von der ursprünglichen Richtung mehr oder weniger abgelenkt werde. Die Ablenkung wäre aber hier eine andere als bei *Marsilea*; dort bilden die beiden Theilkörner einen stumpfen und rechten Winkel, ehe sie parallel werden; hier würden sie meistens neben einander vorbeigeschoben werden.

Höchst selten findet man unter der Stärke der Hülsenfrüchte Formen, die aus 3 oder 4 Theilkörnern bestehen. Im letztern Falle sind sie wie die Ecken eines Quadrats angeordnet (Taf. XXIII, Fig. 14, b von der breiten, c von der schmalen Seite gesehen). Sie entstehen durch nochmalige Theilung einer oder beider Hälften. Sicher ist, dass die letztern sich senkrecht zur Achse theilen, was ich namentlich an einigen Drillingen deutlich sah. Wenn die Spaltung des ursprünglichen Korns ebenfalls rechtwinklig zu seiner Länge erfolgte, so müssten, um ein Vierlingskorn wie Taf. XXIII, Fig. 14, b zu erzeugen, die beiden primären Theilkörner sich zuerst in die parallele Lage verschoben haben, ehe sie in die Viertel zerfielen.

Unter den kugeligen Stärkekörnern mit centralem Kern findet man nicht selten zusammengesetzte Formen, die aus 2 bis 10 Theilkörnern bestehen. Die letztern haben die Neigung, sich in der nämlichen Richtung zu theilen wie das Mutterkorn, und somit sich in eine einfache Reihe zu ordnen. Man beobachtet diess vorzüglich in den Samen mancher Gräser (z. B. *Sorghum*, *Zea*) und Polygoneen (Taf. XXIII, Fig. 10, b, c, l). Doch kommen auch Theilungen in andern

Richtungen vor, so dass dann die Theilkörner zusammen in einer einfachen Schicht liegen, was auf Taf. XXIII in Fig. 10, e, f, h, i, m, n, o und in Fig. 9, c, d, h der Fall ist. Viel seltener sind sie körperlich zusammengestellt.

Von den Theilen eines solchen zusammengesetzten Kornes bleiben die äussern oft deutlich etwas zurück, so dass die Endglieder einer Reihe kleiner sind als die Mittelglieder. An einzelnen der mittlern Körner lässt sich ein beträchtlich stärkeres Wachstum und vermehrte Theilung nachweisen. Fig. 10, b auf Taf. XXIII zeigt ein Drillingskorn, an welchem das mittlere Glied etwas verdickt ist. Fig. 10, e ist ein ähnliches Korn, wo das mittlere Glied sich getheilt hat. In Fig. 10, h hat sich ein inneres Glied in 3 Körner gespalten. Manche Beobachtungen bestätigen diese Regel. Einzelne Körner scheinen ein stärkeres Wachstum der Endglieder zu besitzen (so Fig. 10, f); indess sind dieselben nicht beweisend, da wir die Theilungsfolge nicht kennen. Es ist für Fig. 10, f recht gut möglich, dass während das Endglied rechts sich verdickte und das Endglied links sich in 3 theilte, die Mitte aus einem einzigen Glied entstanden und somit viel stärker gewachsen ist.

Die kreisrunden Stärkekörner mit centralem linsenförmigem Kern zeichnen sich dadurch aus, dass sie weder halb- noch ganzzusammengesetzte Formen hervorbringen. In den Samen der Getreidearten kommen neben den grössern linsenförmigen Körnern kleine rundliche vor, und unter diesen einzelne Zwillinge und Drillinge. Allein es ist zweifelhaft, ob diese kleinen Körner dem nämlichen Typus angehören und sich zu den grössern ausbilden können. Vielleicht, dass sie den Formen mit kugeligem centralem Kern beizuzählen sind. An den Theilkörnern dieser Zwillinge fällt oft die verlängerte Form auf (Taf. XXIII, Fig. 21, unterhalb f; 22, g). Die gleiche merkwürdige Erscheinung bemerkt man indess zuweilen auch an Körnern, die aus 2 oder mehreren Gliedern bestehen, und die zum kugeligen central-geschichteten Typus gehören.

In den Stärkekörnern mit excentrischem kugeligem Kern findet bei der Entstehung der zusammengesetzten Formen, wie bei derjenigen der halbzusammengesetzten, die Theilung des Kerns immer so statt, dass die Linie, welche die beiden neuen Kerne verbindet, die Achse rechtwinklig schneidet. Wiederholt sich die Kerntheilung in den beiden Theilkörnern, ehe sich in diesen eine neue Verdickungsrichtung ausgebildet hat, so geschieht dieselbe, wie ich einige Male in Wurzelstöcken von *Canna* deutlich beobachtete, in der nämlichen Richtung. Es wäre möglich, dass diess immer die Ursache war, wenn man unter excentrisch-geschichteten Stärkearten zusammengesetzte Körner findet, deren Theilkörner in einer Reihe hinter einander liegen (Taf. XVII, Fig. 17; Taf. XIX, Fig. 17, 22, 34). In dem Wurzelstock von *Canna lagunensis* Lindl. sah ich solche, die aus 11 Gliedern bestanden.

Dabei ist oft sehr deutlich, dass die mittlern Glieder stärker wachsen und sich häufiger theilen, als die Endglieder, welche verhältnissmässig sehr klein bleiben können. Die Wurzelstöcke von *Canna* sind dafür besonders zu empfehlen. Ähnliches wurde auch in den Zwiebelschuppen von *Hyacinthus* beobachtet. Fig. 17 auf Taf. XIX zeigt ein Korn, das in einem frühern Stadium aus 4 Gliedern bestand. Die beiden Endglieder (a und g) sind ungetheilt geblieben; die beiden mittlern haben sich das eine in drei (b, c, d), das andere in zwei Körner (f, e) getheilt. — In jeder Beziehung ähnliche Verhältnisse wurden von den halbzusammengesetzten Körnern mitgetheilt (vgl. Pag. 257).

Hat sich in einem Theilkorn eine Verdickungsrichtung ausgebildet, so geschieht, wie in den einfachen Körnern, die Theilung ohne Ausnahme so, dass die Spalte mit dem langen Radius zusammenfällt. Diess ist nun immer der Fall, wenn zwischen den Theilungen zweier successiver Generationen ein längerer Zeitraum vergeht; ihre Theilungsrichtungen stehen dann rechtwinklig zu einander. Man kann diess oft sehr schön an Körnern aus dem Wurzelstock von *Canna* beobachten. Zwei Hälften eines Zwillinges kehren sich die langen Radien zu. Theilt sich nur die eine etwas grössere Hälfte, so bildet sich ein Drilling, der bei weiterer Ausbildung zu einem regelmässigen gleichschenkligen Dreieck werden kann. Theilen sich die beiden gleichen Hälften, so liegen die 4 Theilkörper entweder wie die Ecken eines Quadrats oder wie diejenigen eines Tetraëders, je nachdem die Theilungsrichtungen unter sich gleichlaufen oder sich rechtwinklig schneiden.

Dass im Wurzelstock von *Canna* grössere, aus 3 und 4 Theilkörnern bestehende Formen auf die eben angegebene Weise entstehen, ist vollkommen gewiss. Weitere Theilungen, die aus diesem Princip erklärt werden könnten, habe ich mit Sicherheit nicht gesehen. — Unter den zusammengesetzten Körnern sind Drillinge und Vierlinge von dem an-

gegebenen Bau sehr häufig; es wäre möglich, dass sie auf die gleiche Art entstanden, nämlich durch Wiederholung der Zweitheilung, nachdem die beiden ursprünglichen Hälften ihre (einander zugekehrten) Verdickungsrichtungen ausgebildet haben.

Indess sind allerdings noch andere Möglichkeiten da. Der Kern könnte unmittelbar in 3 oder 4 neue zerfallen; es mangelt jetzt noch sowohl für zusammengesetzte als halbzusammengesetzte Körner durchaus die Thatsachen, welche eine solche Annahme wahrscheinlich, aber auch diejenigen, welche sie unmöglich machen. — Ferner ist zwar sicher, dass wenn in einem Theilkorn die Verdickungsrichtung sich entwickelt hat, die Theilungsrichtung dadurch gegeben ist, und dass andererseits, wenn die Keratheilung sich rasch wiederholt, sie vorzüglich durch die Verdickungsrichtung des ganzen Korns und durch seine Gestalt bestimmt wird. Aber von der letztern Regel giebt es eine Menge Ausnahmen. Es kommt häufig vor, dass in einem gegliederten zusammengesetzten Korn einzelne oder selbst alle Glieder sich in einer andern Richtung zu theilen anfangen, ohne dass sich das Vorhandensein einer entsprechenden Verdickungsrichtung nachweisen lässt (Taf. XIX, Fig. 17, e f; 19, 20, 21, 26, 27; 28, e). Die nämliche Erscheinung beobachtet man in halbzusammengesetzten Körnern (Taf. XIX, 4; Taf. XV, 9). — Es scheint daher, dass die Theilkörner der excentrisch geschichteten Formen, ehe sich in ihnen eine neue Verdickungsrichtung ausgebildet hat, zwar das Bestreben besitzen, sich in gleicher Richtung zu theilen wie die Mutterkörner, aus denen sie hervorgegangen sind; dass aber unter gewissen Verhältnissen, die noch unbekannt sind, die Theilung der successiven Generationen in den Dimensionen einer Ebene oder in allen Richtungen des Raumes wechselt.

Die beiden Thatsachen, dass die Theilung eines Korns mit dem Verdickungshalbmesser zusammenfällt und dass an einem Theilkorn die Verdickung auf der innern Seite stattfindet, bringt zwei verschiedene Erscheinungen hervor, die wenn man nicht auf die Entstehungsweise Rücksicht nimmt, einander zu widersprechen scheinen und leicht im Stande sind, den Beobachter irre zu leiten. Wenn ein Korn sich früh in 2 oder mehrere Theilkörner spaltet und diese noch beträchtlich wachsen, so bildet sich in ihnen der Verdickungshalbmesser fast ohne Ausnahme genau auf der nach dem Centrum des ganzen Korns gekehrten Seite aus. Tritt aber die Spaltung erst in grössern Körnern ein, wenn die eine Seite schon stark verdickt ist, so laufen die langen Radien der beiden Schwesterkörner mit einander parallel (wie wenn sich in Fig. 2 auf Taf. XVII die Spaltung bis zum hintern Ende fortsetzte).

Es giebt daher, um nur den einfachsten Fall zu berühren, Doppelkörner, wo die Verdickungshalbmesser der beiden Hälften einander genau zugekehrt sind, und solche, wo dieselben parallel neben einander liegen. In Kartoffeln und in den Wurzelstücken von *Canna* kann man den verschiedenen Ursprung und die verschiedene Bedeutung der beiden Erscheinungen durch die successiven Entwicklungszustände nachweisen. In Geweben, wo die zusammengesetzten Stärkekörner vorwiegen, sind Zwillingkörner mit parallelen Verdickungshalbmessern eine seltene Erscheinung. Sehr schön kommen dieselben in den Cotyledonen von *Eucephalartos*, weniger ausgezeichnet in den Samen von *Mamecydon* und in den unterirdischen Theilen von *Vinca*, *Piper* etc. vor. Wenn solche Körner noch wachsen, so ist die Verdickungsrichtung der innersten, sich neu bildenden Schichten dem Schwesterkorn zugekehrt und somit von derjenigen der äussern verschieden. Daraus entstehen eigenthümliche schiefe Formen, wobei die beiden Theilkörner zusammen einen stumpfen oder einen rechten Winkel bilden (ungefähr wie Taf. XXV, Fig. 8, i). Solche schief gewachsene Hälften von Doppelkörnern wurden vorzüglich in den Cotyledonen von *Eucephalartos*, in den unterirdischen Theilen von *Vinca*, *Piper*, *Richardsonia*, *Circaea* etc. beobachtet.

Beim Abschneiden von Theilkörnern werden, wie ich schon bemerkt habe, die neuen Kerne möglichst nahe der Oberfläche und möglichst weit von dem Schichtencentrum zwischen die Schichten eingelagert. Vorzüglich sind es Ecken oder Vorsprünge, welche als Theilkörner abgetrennt werden. Diese Erscheinung kommt daher bei den Stärkearten mit centralem Kern selten vor, und bei ganz regelmässiger Schichtung mangelt sie hier gänzlich. Nur wenn die genannten Körner, was zuweilen der Fall ist, durch locale Verdickung und Spaltung der äussersten Schichten Unebenheiten und Vorsprünge an der Oberfläche bilden, so können dieselben ausnahmsweise als kleine Theilkörner abgeschnitten werden, so in den Sporen von *Chara*, in den Samen von *Polygonum*. Indess zeigen Stärkearten mit zahlreichen Unregelmässigkeiten und kleinen Lappen, wie diejenigen im Milchsaft tropischer Euphorbien, die Erscheinung nicht (Taf. XXIV, Fig. 1).

Das Abschneiden von kleinen Theilkörnern ist dagegen eine sehr häufige Erscheinung bei den Stärkearten mit excentrischem Kern. In der Regel geschieht es bloss am hintern Ende; und jeder Punkt zeigt die Erscheinung überhaupt in steigendem Verhältniss um so seltener, je mehr er von dem hintern Ende entfernt liegt. Am vordern Ende selbst tritt sie wohl nie ein. Hat die hintere Seite eine kegelförmige Gestalt, so wird sehr häufig die Spitze des Kegels durch eine Querspalte abgeschnitten (wie Taf. XVI, Fig. 8). Besitzt das ganze Korn die Gestalt eines Keils, und bildet die hintere Seite eine gerade oder etwas gebogene Kante (wie Taf. XIX, Fig. 1, A und B von der breiten und der schmalen Seite gesehen), so werden in der Regel die Ecken zu beiden Seiten der Kante (eine oder gleichzeitig alle zwei) abgeschnitten (Taf. XIX, Fig. 30, a; 7. a, b). Darauf kann längs der Kante in gleicher Weise noch eine Reihe von Theilkörnern entstehen (Fig. 16, a—a). Wenn an zusammengedrückten Körnern die hintere Seite abgerundet und ohne Ecken ist, so tritt das Abschneiden von kleinen Theilkörnern da oder dort am Rande ein, ist aber überhaupt seltener. Dieser Process kommt noch seltener vor, wenn das hintere Ende verdickt und abgerundet ist. Besitzen aber die Körner irgend welche Unregelmässigkeiten an der Oberfläche, namentlich an der hintern Hälfte, so sind es immer die vorspringenden Ecken oder Lappen, welche abgeschnitten werden (z. B. Taf. XVI, Fig. 5, d; 11, b; Taf. XXV, Fig. 11, d; 12, c).

Die Theilkörner verhalten sich wie die einfachen Körner. Bei denjenigen, die zu den Stärkearten mit centralem Kern gehören, wurde das Abschneiden von kleinen Theilen nicht beobachtet. Bei den übrigen werden wohl ausschliesslich vorstehende Ecken und namentlich Kanten abgetrennt. Man findet daher die kleinen Theilkörner immer in den Fugen zwischen den grössern. Wenn die Verdickungshalbmesser zweier Theilkörner parallel laufen, so ist es das hintere Ende, welches abgeschnitten wird, und zwar vorzugsweise neben der Kante. Wenn die Theilkörner, die zu 2, 3, 4 oder mehreren ein zusammengesetztes Korn darstellen, nicht symmetrisch sind, so wird in der Regel der Theil der Kante, welcher am weitesten vom Schichtencentrum entfernt ist und welcher zugleich den spitzesten Winkel bildet, abgetrennt. An mehr regelmässig gebauten Formen scheinen es beliebige Stellen der Kanten zu sein, welche zu kleinen Theilkörnern werden; diese können ganze Reihen in den Fugen bilden.

Bei einfachen und bei Theilkörnern werden bald nur einzelne kleine Körner abgeschnitten; bald entstehen sie in Mehrzahl neben einander. Findet das Letztere statt, so kann der Ursprung ein doppelter sein. In manchen Fällen ist es ganz sicher, dass sie nach einander abgetrennt werden; um das zuerst gebildete befindet sich natürlich eine Kante, welche wieder Veranlassung zum Abschneiden neuer Theilkörner giebt. Diess wurde z. B. sehr schön an der Stärke aus dem Wurzelstock von *Canna* und aus den sternförmigen Körpern von *Chara stelligera* Bauer beobachtet. Nun können aber die abgeschnittenen Theilkörner auch durch Kerntheilung halbirt werden, was ebenfalls in den genannten Organen von *Canna* und *Chara* so wie bei andern Pflauzen deutlich gesehen wurde. — In den meisten Fällen ist es aber zweifelhaft, wie viel sich der eine und der andere Process betheiligt hat, um eine Mehrzahl von kleinen Theilkörnern zu erzeugen (z. B. Taf. XXVI, Fig. 12, wo ein Korn, in f und g von zwei verschiedenen Seiten gesehen, aus 1 grossen und 5 kleinen Theilkörnern besteht). — In den sternförmigen Körpern von *Chara stelligera* giebt es Stärkekörner, wo einem grossen bis über 100 kleine Theilkörner aufsitzen und dasselbe als einfache, stellenweise als doppelte Schicht bedecken. Hier haben wahrscheinlich beide Vermehrungsarten eine beinahe gleich wichtige Rolle gespielt.

Wenn nun auch in der bisherigen Darstellung manche Thatsache für die Entwicklungsgeschichte der zusammengesetzten Stärkekörner enthalten ist, so mangelt doch noch sehr viel zur Vollständigkeit. Namentlich konnte bis jetzt nichts über die Entstehung der aus 20 bis 30000 Theilkörnern bestehenden Formen beobachtet werden. Geschieht sie durch wiederholte Zweitheilung? spielt auch das Abschneiden von kleinern Stücken eine Rolle? oder findet hier ein neuer noch unbekannter Process statt? Besonders fehlt für die aus scheibenförmigen Theilkörnern bestehende Stärke in den Samen von *Arenaria*, *Drymaria* und verwandten Gattungen noch jede Analogie (vgl. Taf. XXVI, Fig. 27, wo in a und b, c und d zwei zusammengesetzte Körner je von zwei Seiten, in g und h, i und k Theilkörner ebenfalls je von zwei Seiten dargestellt sind).

Wenn ein zusammengesetztes Korn aus mehreren oder aus vielen Theilkörnern besteht, so können die Theilungen, welche zur Anlage derselben nöthig sind, entweder nach längern Zwischenräumen auf einander folgen und sich wieder-

holen, so lange das Wachsthum andauert, oder sie können sehr rasch nach einander eintreten und dann für immer aufhören. Im erstern Falle wechselt Theilung und Ausdehnung der Theile mehr oder weniger regelmässig mit einander ab. Die beiden Theilkörner, welche aus einem Mutterkorn entstanden sind, wachsen zuerst bis auf eine gewisse Grösse an, ehe sie sich wieder halbiren. Man findet daher in allen Stadien Theilkörner, die sich halbirt haben oder halbiren wollen. Diese Erscheinung sah ich z. B. sehr schön an gegliederten Körnern aus dem Wurzelstock von *Canna*, welche grosse Aehnlichkeit mit einer analogen Zellentheilung bei verschiedenen niedern Algen zeigten. Andere hieher gehörige Thatsachen beobachtet man ausserdem an sehr vielen Stärkearten, wo in jedem Stadium Theilung oder Abschneiden von kleinen Theilen an einfachen oder an Theilkörnern eintreten kann.

Indessen scheint es, als ob für sehr viele zusammengesetzte Körner eine Periode der Entstehung und eine solche der Ausbildung unterschieden werden müsse. In die erstere fällt die Anlegung der Theilkörner, indem die Theilungen sehr rasch auf einander folgen, ohne dass eine entsprechende Ausdehnung damit abwechselt. In die zweite Periode fällt das Wachsthum der Theilkörner. Manche zusammengesetzte Körner bestehen daher anfänglich aus kleinen Theilen, welche sich dann vergrössern, ohne sich an Zahl zu vermehren. Sie erreichen oft sogar eine bedeutende Grösse und werden geschichtet. Hieher gehören z. B. Taf. XXV, Fig. 13; Taf. XXVI, Fig. 1, 3, 8, 12, 16, 17, 27. — Die Trennungslinien sind anfänglich zart und werden mit dem Wachsthum des ganzen Kornes stärker; neue Trennungslinien sieht man keine zwischen denselben auftreten. Die Theilkörner sind manchmal genau von gleicher Grösse. — Auch diese Erscheinung erinnert ganz an die Zellenbildung in manchen Organen niederer und höherer Pflanzen, wo Anlage und Ausbildung der Zellen scharf von einander geschieden sind.

Die Verschiedenheit der beiden Entstehungsweisen von zusammengesetzten Körnern ist damit indess nicht erschöpft. Wie es scheint, besteht auch eine Differenz in der Zeit, zu welcher die Theilung in der Zelle oder in dem Gewebe überhaupt beginnt und aufhört. Die Thatsachen sind nämlich folgende. Bei manchen Stärkearten (in den Kartoffeln, Wurzelstöcken von *Canna* etc. etc.), wo die einfachen Körner an Zahl überwiegen, übertreffen dieselben auch an Grösse beträchtlich die zusammengesetzten Formen. Bei andern Stärkearten dagegen (Samen von Gräsern, Chenopodeen, *Caryophyllen* etc.) sind die zusammengesetzten Körner bei weitem grösser als die einfachen.

Es wäre nun leicht möglich, dass die einen Körner stärker wüchsen als die andern. Einen direkten Grund für diese Annahme, der durch die Erfahrung oder durch die Theorie gegeben würde, haben wir indess nicht. Jedenfalls ist es nicht wahrscheinlich, dass an einem Ort die einfachen Körner rascher zunehmen als die zusammengesetzten, und dass an einem andern Ort das Umgekehrte stattfindet. Wir können daher vorläufig bei der Voraussetzung stehen bleiben, dass die Körner, die der gleichen Stärkeart angehören und zusammen im gleichen Pflanzentheile oder sogar in der gleichen Zelle vorkommen, auch in gleichem Maasse wachsen, und dass die kleinen ganzen Körner später entstanden sind als die grössern.

Daraus liesse sich nun für die vorhin mitgetheilten Thatsachen folgende Erklärung ableiten. Bei den einen Stärkearten findet in der ersten Periode keine Kerntheilung und kein Abschneiden von äussern Theilen statt; alle in dieser Periode entstehenden Körner sind einfach. Später aber und zwar in allen folgenden Perioden können diese beiden Vermehrungsprocesse eintreten: die neu entstehenden Körner können sich in zusammengesetzte verwandeln, die aber natürlich an Grösse immer hinter den einfachen Körnern der ersten Periode zurückbleiben; — ebenso kann in den letztern zwar jederzeit (in allen folgenden Perioden) Kerntheilung und Bildung neuer Kerne zwischen den äussern Schichten stattfinden; aber daraus entstehen bloss halbzusammengesetzte Körner, höchstens werden kleine Theilkörner abgeschnitten, deren später Ursprung sich meist nachweisen lässt.

Bei andern Stärkearten verwandeln sich die Körner der ersten Periode alle in zusammengesetzte. Daher giebt es keine grossen einfachen Körner. In den folgenden Perioden dauert die Theilung der Theilkörner sowie aller neu entstehenden einfachen Körner fort. Die Vermehrungsfähigkeit vermindert sich aber und hört in den letzten Perioden ganz auf. Daher sind die kleinsten ganzen Körner, die man in dem ausgebildeten Gewebe findet, ungetheilt, und die grössten sind auch am stärksten zusammengesetzt. In den fast reifen Samen von *Tetragonia expansa* Ait. sind die einfachen kugeligen Körner bis 11, die Doppelkörner bis 15, die Vierlinge bis 18, die grössten, aus 4000 Theilkörnern bestehenden Körner 40 Mik. gross.

Hiebei beobachtet man ziemlich constant noch eine andere Erscheinung, dass nämlich die Theilkörner um so kleiner sind, je grösser und stärker zusammengesetzt das ganze Korn ist. Ihre Zahl nimmt also mit dem Volumen des letztern in steigendem Verhältniss zu. Bei *Tetragonia expansa* erreichen die einfachen Körner, wie ich eben sagte, eine Grösse von 11 Mik., die Theilkörner in den Zwillingen messen bis 10, in den Vierlingen bis 9, und in den Körnern, wo sie zu 4000 beisammen sind, bloss $1\frac{1}{2}$ Mik. — Ich habe angenommen, dass man aus der Grösse der ganzen Körner auf das Alter derselben schliessen könne. Wenn diess richtig ist, so müssen wir zugleich annehmen, entweder dass die Theilung nicht in allen Körnern vollkommen gleichzeitig aufhöre, sondern dass sie um so länger andauere, je grösser ein Korn ist, oder was wahrscheinlicher sein möchte, dass die Theilungen zwar gleichzeitig aufhören, aber in den ersten Generationen langsamer, in den spätern Generationen immer schneller sich wiederholen.

Die beiden Typen, die ich eben rücksichtlich der Perioden, welche die Stärkebildung in dem nämlichen Pflanzentheile zeigt, unterschieden habe, sind die nämlichen, welche ich vorhin bezüglich des Verhaltens der einzelnen Körner charakterisirte. Das Zusammentreffen der beiden Momente spricht um so eher dafür, dass wirklich eine principielle Differenz zwischen den verschiedenen Amylum-Arten, aber nur in ihren Extremen vorhanden sei; — denn es giebt eine Menge zwischenliegender Formen, wo man die genannten Erscheinungen nicht unterscheiden kann.

Zwischen den Theilen eines zusammengesetzten Kornes, dieselben mögen durch Halbierung oder durch Abschneiden entstehen, bilden sich, wie ich bereits angegeben habe, in der Regel schon sehr frühe Spalten. Sie sind oft die einzigen Merkmale der stattgehabten Vermehrung. Anfänglich erscheinen dieselben äusserst zart; sie werden nach und nach stärker. Zuletzt ist aller Zusammenhang zwischen den Theilkörnern so weit aufgehoben, dass sie durch die Wachstumsprocesse in der Pflanze oder durch den geringsten mechanischen Eingriff beim Präpariren sich von einander trennen. — Der Zeitpunkt, in welchem das Zerfallen der zusammengesetzten Körner stattfindet, wird einerseits durch die spezifische Natur der Stärkeart, anderseits durch Zahl, Gestalt und Anordnung der Theilkörner bedingt. Ich habe diesen Verhältnissen zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt, um sie einlässlicher zu behandeln. Ich will nur eine Regel, die sich dem Beobachter sogleich darbietet, hervorheben.

Für die nämliche Stärkeart und unter übrigens ganz gleichen Umständen erfolgt das Zerfallen um so früher mit Rücksicht auf das Wachsthum der Theilkörner, je zahlreicher dieselben in einem Korn sind. Die Bruchkörner sind um so grösser, in je kleinerer Zahl, um so kleiner, in je grösserer Zahl sie mit einander verbunden waren. In den Samen von *Tetragonia expansa* Ait. sind die Bruchkörner von Zwillingen 6—10, diejenigen der aus 1000—4000 Theilen bestehenden Formen $1\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{2}$ Mik. gross. Die Bruchkörner, welche zu 4, 8, 20, 100 ein ganzes Korn bildeten, zeigen mittlere Grössen.

Eigenthümlich verhalten sich die zusammengesetzten Körner im Sameneiweiss der Commelynaceen. Untersucht man ganz junge Samen, in denen die Bildung des Endosperms an der innern Oberfläche des Embryosackes begonnen hat, so findet man theils Körner, welche bloss durch den unebenen Rand und die fleckige Oberfläche ihre Zusammensetzung aus Theilkörnern andeuten (Taf. XXI, Fig. 28, a, b, c), theils solche, die deutlich zusammengesetzt sind (Fig. 30, Fig. 29, b). Die letztern kann man durch Druck leicht zerfallen machen (Fig. 29, a). Auch in den unverletzten Endospermzellen kommen neben grössern und kleinern zusammengesetzten Körnern solche kleine Körnchen vor (wie Fig. 29, a), die entweder junge noch einfache Körner oder Bruchkörner sein können.

Halbreife Samen enthalten grössere zusammengesetzte Körner von kugelig bis länglicher Gestalt. Die Oberfläche erscheint netzförmig, und die Theilkörner, die beträchtlich zugenommen haben, sind polyedrisch (Taf. XXI, 25, 26, 27). Die letztern bestehen aus einer überall ziemlich gleich dichten Substanz, und sind bald durch zarte Linien (Fig. 27), bald durch deutliche Spalten (Fig. 26; 25, a) von einander getrennt. Neben den zusammengesetzten Körnern, welche sehr leicht zerfallen, kommen äusserst zahlreiche Bruchkörner von polyedrischer oder stumpfeckiger Gestalt vor.

Während in den halbreifen Samen die zusammengesetzten Körner noch locker neben einander lagen und eine überall gerundete Oberfläche besaßen, so sind im reifen Zustande die Endospermzellen dicht mit Körnern gefüllt, die

durch den gegenseitigen Druck polyedrisch geworden sind. In Fig. 31 und 32 auf Taf. XXI sind einzelne zusammengesetzte Körner, in Fig. 33 ist ein Complex von solchen dargestellt. Taf. XXII, Fig. 9 zeigt einen Splitter aus dem Sameneiweiss; es sind nur die Trennungslinien zwischen den zusammengesetzten Körnern angegeben; die netzförmige Zeichnung derselben wurde weggelassen; in der obern Partie sieht man die Conturen zweier Endospermzellen.

Die Theilkörner, die früher solid und aus einer überall gleich dichten Substanz zu bestehen schienen, sind nun deutlich hohl (Taf. XXI, Fig. 23, a, b, c). Der innere Raum erscheint hell oder röthlich, und ist entweder mit Wasser oder mit einer sehr weichen Substanz gefüllt. Dagegen sind die Trennungslinien und die Spalten zwischen den Theilkörnern verschwunden, und das ganze zusammengesetzte Korn erscheint wie ein dickwandiges Zellgewebe (Fig. 31, b; 32, 33). Die Theilkörner, die sich früher leicht von einander trennten, gehen jetzt nur sehr ungerne, auch wenn man einen bedeutenden Druck anwendet, aus einander.

Ich erkläre den Vorgang folgendermassen. Die in den halbreifen Samen lose beisammenliegenden zusammengesetzten Stärkekörner verhalten sich in jenem Stadium noch ganz normal. Es bilden sich Spalten zwischen den Theilkörnern und ein leiser Druck genügt, um sie von einander zu trennen. Nun tritt aber noch ein beträchtliches Wachsthum ein; dasselbe besteht darin, dass im Centrum jedes Theilkorns eine wasserreiche Substanz eingelagert wird. Es hat zur Folge, dass die früher locker liegenden, zusammengesetzten Körner den Zellraum nun ganz erfüllen und durch gegenseitigem Druck polyedrisch werden, und dass ferner die Spalten zwischen den ebenfalls gegen einander gepressten Theilkörnern verschwinden, welche nun eine grosse Adhäsion zu einander zeigen.

Diese Ansicht wird unterstützt durch die Thatsache, dass man auch an reifen Samen zuweilen noch alle Uebergänge von normal gebildeten, zusammengesetzten Körnern von mehr rundlicher Form und wo die einzelnen Theilkörner durch Spalten von einander geschieden sind, zu solchen findet, wie sie in Fig. 31 B, 32 und 33 auf Taf. XXI dargestellt sind. — Auch die Grössenverhältnisse sind der obigen Annahme nicht ungünstig. In ganz jungen Samen der gleichen Pflanze sind z. B. die zusammengesetzten Körner bis 15 Mik. und die Theilkörner durchschnittlich 1 Mik. gross. In halbreifen Samen erreichen die zusammengesetzten Körner ein Maximum von 30 Mik., und die Theilkörner eine durchschnittliche Grösse von 2 Mik. In den reifen Samen sind die zusammengesetzten Körner bis 60 Mik. gross, und der Durchmesser der Theilkörner beträgt durchschnittlich 4 Mik. — Dass die Theilkörner der halbreifen Samen solid und überall gleich dicht erscheinen, die der reifen Samen aber eine grosse Höhlung zeigen, rührt theils davon her, dass sich im Innern eine wasserreiche Substanz bildet, theils davon, dass beim Austrocknen eine grosse Höhlung entsteht, die beim Wiederbefeuchten nicht mehr verschwindet (vgl. Pag. 268).

Es ist noch ein bemerkenswerther Umstand zu erwähnen. Die zusammengesetzten Körner, die in einer Zelle liegen, sind durch zarte Wände von Protoplasma von einander getrennt, welche sich bei der ersten Einwirkung von wässriger Jodlösung nicht färben (Fig. 32, 33). Es scheint dann, als ob die Höhlungen der die Plasmamembranen berührenden Theilkörner nach aussen geöffnet wären (diess ist an vielen Stellen der Fig. 32 und 33 deutlich). Ich halte das für eine optische Täuschung. Man beobachtet häufig, dass an zwei zusammenhängenden Zellen (z. B. von Palmellaceen oder Chroococcaceen) die dünnen Zellmembranen an der freien Fläche nur als zarte Linie, an der Scheidewand aber als ziemlich dicke Schicht gesehen werden. Man kann diess selbst künstlich erzeugen, indem man unter dem Microscop freie kugelige Zellen so zusammenbringt, dass sie sich berühren und durch Druck etwas abplatteln. So weit die Zellen frei sind, zeigen sie die Membran bloss als Linie, so weit sie zusammenstossen aber als Wand mit doppelter Begrenzung. Es wäre nun wohl gedenkbar, dass auch bei der Stärke der Commelynaceen die blaugefärbten Wandungen der Theilkörner, wo sie an einander stossen, in doppelter Dicke Scheidewände von ziemlicher Mächtigkeit bildeten, wo sie aber einzeln an das farblose Protoplasma anstossen, und überdem durch den Randschatten etwas undeutlich werden, bloss als dunkle Linien erschienen.

Mit den Commelynaceen stimmen, was den Bau der Stärkekörner im Sameneiweiss betrifft, die Zingiberaceen genau überein. Ueber die Entwicklungsgeschichte ist mir nichts bekannt. — In den Samen von *Piper nigrum* Lin. und *P. Cubeba* Lin. fil. sind die Zellen des innern lockern Gewebes dicht mit Stärke gefüllt; allein schon beim Zerschneiden fallen einzelne Körner und zahlreiche Bruchkörner heraus. In den äussern Zellen sind die zusammengesetzten Körner durch Druck parenchymatisch; man erkennt aber noch die Grenzen derselben. In den äussersten Zellen liegen sie so

gedrängt, dass die Grenzen verschwunden sind, und das Lumen mit einem ununterbrochenen Netzwerk von Theilkörnern erfüllt ist, welches wie bei *Commelyna* und *Tinnantia* aus dichten Scheidewänden und hohlen Räumen besteht. Es kommen also bei *Piper* im entwickelten Samen die Zustände neben einander vor, die bei den *Commelynaceen* während der Entwicklungsgeschichte nach einander auftreten.

Die Oberfläche der ächten zusammengesetzten Körner, dieselben mögen kugelig, länglich oder zusammengedrückt sein, ist anfänglich gleichmässig-gerundet. Auf Taf. XVIII, Fig. 32, 34, 44, 45 sind junge Zwillingskörner, auf Taf. XIX, Fig. 23 ein Drillingskorn dargestellt; wie sie, verhalten sich alle zusammengesetzten Körner. Mit dem Wachsthum bildet sich an der Berührungsstelle zwischen je 2 Theilkörnern eine Fuge, indem die letzteren bauchig oder selbst kegelförmig vortreten. Diess ist um so mehr der Fall, je weniger zahlreich die Theilkörner sind, und je länger ihr Wachsthum gedauert hat. Es giebt ziemlich grosse und aus wenigen Theilkörnern zusammengesetzte Körner, welche nur seichte Einschnürungen zeigen, wenn sie erst vor kurzer Zeit durch Theilung entstanden sind (Taf. XIX, Fig. 7, 17, 33, 34); während an gleichgrossen Körnern, die in einer frühern Periode sich getheilt haben, die Berührungsfläche mehr zurücktritt (Taf. XXIII, Fig. 3, f; 14, b, e, i; 15, c, d; Taf. XXV, Fig. 3, c; Taf. XXVI, Fig. 1; 3; 12). Je zahlreicher die Theilkörner sind, desto weniger springen sie an der Oberfläche des ganzen Kornes vor, und desto mehr behält die letztere ihre ursprüngliche Glätte (Taf. XXVI, Fig. 18—24).

Diese Erscheinung beobachtet man natürlich nur bei Körnern, welche freiliegen. Wenn sie bei gedrängter Lage mit dem fernern Wachsthum auf einander drücken, so werden sie mehr oder weniger polyedrisch, wie das mit den einfachen Körnern der Fall ist.

Nach dem Zerfallen sind die Theilkörner von ebenen Bruchflächen und von scharfen Kanten und Ecken begrenzt. Wenn die Trennung nicht am Schlusse der Stärkebildung stattfindet und wenn keine Auflösung eintritt, so ist ihr Wachsthum damit keineswegs abgeschlossen. Sie vergrössern sich wie ganze Körner, und runden dabei ihre Oberfläche mehr und mehr ab. Es giebt Bruchkörner, welche sich noch um das Doppelte und Dreifache des Durchmessers ausdehnen, und dabei ihre polyedrische Form in eine rundlich-eckige und selbst rundliche verändern.

Es scheint selbst, dass in manchen Fällen das Wachsthum der Bruchkörner noch viel beträchtlicher ist, und dass sie dadurch Formen annehmen, welche von einfachen Körnern kaum mehr zu unterscheiden sind. Man findet wenigstens unter den letztern hin und wieder solche, die man wegen ihrer äussern Gestalt aus Bruchkörnern herzuleiten geneigt ist, so z. B. in den unterirdischen Theilen von *Dentaria digitata*, *Iris*, *Hyacinthus*, *Gagea*, *Tamus*, *Hydrophyllum*, in den Samen von *Aesculus*, seltener in der Kartoffel, im Wurzelstock von *Lathraea* und im Jamaica Arrowroot (*Maranta arundinacea*). In den Cotyledonen von *Encephalartos* sah ich neben zusammengesetzten und Bruchkörnern alle möglichen Uebergänge von den letztern zu scheinbar einfachen Körnern, indem die Bruchflächen und die Kanten allmählig verschwinden.

Folgende Beobachtung scheint ebenfalls diese Annahme zu unterstützen. In einem jungen, bloss 1/2 Zoll langen Spross von *Cereus variabilis* Pfeiff. wurden zahlreiche kleine Bruchkörner und zusammengesetzte, welche eben im Begriff waren zu zerfallen, gefunden; in ältern Sprossen der gleichen Pflanze kamen dagegen vorzugsweise einfache Formen und daneben halb- und ganzzusammengesetzte vor, die aber offenbar aus solchen einfachen entstanden waren (vgl. Taf. XIV, XV und XVI). Die unregelmässige Gestalt und die unregelmässige Schichtung derselben macht es wahrscheinlich, dass sie aus jenen ursprünglichen kleinen Bruchkörnern hervorgegangen sind. Eine absolute Gewissheit ist damit natürlich nicht gegeben, weil für die angeführte Thatsache immer noch zwei andere Erklärungen möglich sind, entweder dass verschiedene Sprosse sich ungleich verhalten, oder dass, wenn in allen jungen Theilen jene kleinen zusammengesetzten und Bruchkörner, in allen alten dagegen jene grossen unregelmässigen einfachen Körner vorkommen sollten, zwischen Jugend und Alter Auflösungen und Neubildungen stattfinden können. — Diese beiden Annahmen sind aber, mit Berücksichtigung der übrigen Verhältnisse, nicht sehr wahrscheinlich. Ist dagegen die zuerst ausgesprochene Vermuthung begründet, so würde aus dem Verhalten von *Cereus* nicht nur hervorgehen, dass die Bruchkörner wie einfache Körner

fortwachsen und sich vergrössern, sondern dass sie auch in den übrigen Verhältnissen mit denselben übereinstimmen, dass sie namentlich auch sich in halb- und ganzzusammengesetzte Körner verwandeln.

Mit den Stärkekörnern stimmen die Zellmembranen in der chemischen Zusammensetzung und im geschichteten Bau überein. Diess lässt auch ein analoges Wachstum vermuthen. Die bisherige Annahme, dass die Schichten über einander gelagert werden, wird durch keine thatsächlichen Beobachtungen gefordert. Die Erscheinungen, welche dafür angeführt wurden, lassen sich eben so wohl durch Ernährung vermittelt Einlagerung erklären. Nur in der Scheidenbildung der Scytonemeen und Rivularieen liegt ein unzweifelhaftes Beispiel von Apposition der Schichten vor. Dasselbe hat aber keine Beweiskraft für die übrigen geschichteten Membranen, weil es die Folge einer ausnahmsweise bloss dort vorkommenden, periodischen Verschiebung der membranbildenden Zellen innerhalb der schon gebildeten Schichten ist.

Dagegen giebt es mehrere Thatsachen des Wachstums, welche sich nur durch Intussusception erklären lassen. Dahin gehört die Verlängerung von freien cylindrischen Zellen, welche oft sehr beträchtlich und zuweilen vorzugsweise oder ausschliesslich in bestimmten Zonen thätig ist. Fände bloss Apposition statt, so würde die Ausdehnung durch den Druck des Zelleninhaltes, welcher jedenfalls hydrostatisch wirkt, geschehen. Es müsste daher die Membran demselben in der Längsrichtung einen viel geringern Widerstand entgegensetzen als in der Querrichtung; diese Ungleichheit in der Cohäsion der Membrantheilchen ist jedoch nicht vorhanden. Es müssten ferner die aus dünnerer und weicherer Wandung bestehenden Querzonen dem Druck einen gleichen Widerstand leisten können, wie die übrigen Parteen, was ebenfalls nicht stattfindet.

Von den in einander geschachtelten Membranen oder Blasen von Gloeocapsa oder Gloeocystis wachsen die äussern (nicht an Primordialschläuche angrenzenden) nicht bloss fortwährend in die Fläche, sondern stellenweise oder überall auch in die Dicke. Das Nämliche ist mit einer äussern Hülle, welche die Colonieen von Apicystis umgiebt, und die von keinen oder nur von einzelnen wenigen Zellen berührt wird, der Fall. Bei Petalonema (Scytonemeen) selber, wo die Schichten sich durch Auflagerung bilden, werden dieselben später noch mächtiger und erfahren Formveränderungen. Die Fasern von Caulerpa verdicken sich an den Enden, welche in der Zellwandung eingeschlossen sind.

Die Annahme der Intussusception erklärt auf sehr einfache Weise die verschiedenen Erscheinungen sowohl des Flächen- als des Dickenwachstums. Die Veränderungen in der äussern Gestalt und die Drehungen der Zellen rühren von ungleicher Einlagerung in der Fläche; Warzen, Fasern und Tüpfel dagegen von ungleicher Ernährung in der Dicke her. Das Dickenwachstum ins Besondere ist meistens in den innern, zuweilen in den äussern Schichten lebhafter. Es veranlasst vorzugsweise durch diese Verschiedenheit, dass die Verdickungen bald an der äussern, bald an der innern Fläche vorspringen, wird aber dabei selber von dem überwiegenden Drucke influenzirt, den die Membran der Gewebezellen von aussen (durch die anstossenden Zellen), die der freiliegenden Zellen von innen (von der Zellflüssigkeit) erfährt.

Das Wachstum der Stärkekörner steht im Gegensatz zu den bisherigen Annahmen über das Wachstum der Zellmembranen; letztere sollen sich durch Auflagerung von neuen Schichten bilden. Die grosse Verwandtschaft oder so sagen Identität, welche zwischen Stärkekörnern und Zellmembranen rücksichtlich ihrer chemischen Zusammensetzung besteht, und die Uebereinstimmung im innern Bau, betreffend den Wechsel von weichen und dichten Schichten, lässt

einen solchen Gegensatz in der Bildungsgeschichte im höchsten Grade als auffallend erscheinen. Diess veranlasst mich, die Begründung für die Annahme einer Schichtenauflagerung bei den Membranen strenger zu prüfen, als es bisher gesehen zu sein scheint, und einige Thatsachen zu besprechen, welche einen andern Vorgang in Aussicht stellen.

Die Discussion über diesen Gegenstand wurde vorzüglich von H. v. Mohl einerseits und von Harting und Mulder anderseits geführt. Beide hielten aber an der Vorstellung fest, dass Schicht auf Schicht gelagert werde; nach dem Erstem sollen die neuen Schichten ausschliesslich auf der innern Seite der Membran, nach den Letztern zum grössern Theil aussen, zum kleinern Theil innen sich anlegen. Keine der vorgebrachten Gründe beweisen aber die Apposition im Gegensatz zur Intussusception; sondern sie machen, wenn man bloss zwischen Apposition von aussen und innen zu wählen hat, nur das eine oder das andere wahrscheinlicher.

Was zuerst den Verlauf der Schichten betrifft, so glaube ich nicht, dass derselbe in irgend einem Falle etwas für die Apposition beweisen könne. Jede Anordnung, auch diejenige, wo bei ungleicher Dicke der einzelnen Membranseiten die Schichten des dickern Theiles sich nicht auf die dünnen Seiten fortsetzen, sondern sich allmählig auskeilen (wovon Mohl eine schöne Abbildung in Veg. Zelle Pag. 19 aus der Epidermis des Stammes von *Viscum album* gegeben hat), lässt sich ebenso leicht durch Intussusception erklären. Der Schichtenverlauf bei den halbzusammengesetzten Stärkekörnern im Wurzelstock von *Canna*, in den Kartoffeln und im Mark von *Cereus* ist ein ganz analoger.

Eine andere Frage ist die, ob die porösen Zellen und Gefässe im jüngsten Zustande schon durchlöcherne Membranen besitzen, wie Harting annimmt, oder ob nach Mohl die ursprüngliche Membran continuirlich sei und erst später porös werde. Die Entscheidung dieser Frage entscheidet auch darüber, ob die Apposition, für den Fall dass eine solche vorkommt, auf der äussern oder innern Membranfläche geschehe, wenn ein entsprechender Schichtenverlauf hinzukommt. Eine Reihe anderer Thatsachen hat eine gleiche Bedeutung. Es giebt Membranen, die anfänglich überall gleich dick sind, und denen die Verdickungen nachher auf der innern oder äussern Fläche aufgesetzt zu werden scheinen. Auf der innern Seite bilden sich Warzen von halbkugelig oder selbst kegelförmig verlängerter Gestalt, in den Sporen von *Spirogyra alpina* Ktzig. (Heft I dieser Untersuchungen, Taf. III, Fig. 15), in den Haaren vieler höhern Pflanzen, in den Wurzelhaaren von *Marchantia*, in den Röhrenzellen von *Nitella syucarpa* etc. Auf der innern Fläche treten ferner Fasern auf, die selbst als breite Platten oder Wände ins Lumen hineinwachsen können, bei den Diatomaceen, bei den Ring- und Spiralfaserzellen (namentlich der Cacteen). Auf der äussern Seite ursprünglich gleich dicker Membranen erscheinen Warzen und Stacheln, seltener Fasern, bei den Desmidiaceen, bei den Sporen von *Equisetum*, bei den Sporen vieler anderer Cryptogamen und bei den Pollenkörnern, bei den Haaren vieler höherer Pflanzen. — Alle diese Erscheinungen werden aber offenbar ebenso leicht durch ungleiche Ernährung erklärt, und manche könnte man nur sehr gezwungen aus einer Apposition auf der äussern Fläche, und gar nicht aus einer solchen von innen herleiten. Selbst die verzweigten Porenkanäle, welche so entschieden für die Auflagerung an der innern Seite zu sprechen scheinen, bieten der Annahme der Intussusception nicht die geringsten Schwierigkeiten dar. Ich werde am Schlusse noch einmal hierauf zurückkommen.

Eine fernere Frage besteht darin, ob bei der Verdickung der Holzzellen eine Verengerung der Zellhöhlung stattfindet oder nicht; ersteres wurde von Mohl, letzteres von Harting angenommen. Mag sich bei den Holzzellen die Sache so oder anders verhalten, so unterliegt es keinem Zweifel, dass es einerseits Zellen giebt, welche ihre Wandung bis zum völligen Verschwinden des Lumens verdicken (was man nicht selten z. B. an Haaren höherer Pflanzen beobachtet), anderseits aber eine Menge solcher Zellen, welche während der Verdickung der Membran sich sehr stark ausdehnen. — Für die Frage, ob Apposition oder Intussusception, lässt sich aus diesen Thatsachen nichts folgern.

Die chemische Reaction, welche häufig die verschiedenen Theile einer Membran unterscheidet, und welche ebenfalls von Mulder und von Harting für die Auflagerung von aussen angeführt, von Mohl aber im umgekehrten Sinne gedeutet wurde, gestattet mit ebenso grosser, ja noch grösserer Leichtigkeit die Annahme des Wachstums im Innern. Denn die Vergleichung von jungen und ältern Zuständen zeigt mit Sicherheit, dass chemische Veränderungen in der Membran oder in einzelnen Theilen derselben vor sich gehen. Es lässt sich daher nirgends von einer Schicht der Wandung nachweisen, dass sie ursprünglich die ganze Wandung gewesen sei, und das um so weniger, als die Grundlage aller Membranschichten in chemischer Beziehung die nämliche ist (Cellulose vermischt mit mehr oder weniger Granulose).

Es fehlt somit durchaus jeder Halt für die Theorie der Schichtenauflagerung, sei es auf der äussern, sei es auf der innern Fläche. Offenbar ging man dabei mehr als von thatsächlichen Beweisen, von dem Postulat aus, eine geschichtete Structur müsse auch in der organischen Natur durch Apposition entstanden sein, und suchte bloss zu ermitteln, wo nun eigentlich diese Apposition stattfinde. Jenes Postulat hat sich aber für die Stärkekörner als unrichtig erwiesen. Auch für die Zellmembran giebt es einige Thatsachen, welche beweisen, dass ein Wachsthum durch Intussusception stattfinden muss. Ich will zuerst die Ausdehnung in die Fläche und nachher diejenige in die Dicke betrachten.

Wenn die Wandung bloss durch Schichtenauflagerung wächst, so müssen die Vergrösserung der Zelle und die Formveränderungen derselben allein durch den Inhalt bedingt werden, und die Erklärung kann nur folgende sein. Das Volumen des Inhaltes vermehrt sich, und die Membran ist gezwungen, demselben mechanisch zu folgen. Diess geschieht dadurch, dass die schon vorhandenen Schichten fortwährend entweder vermöge ihrer Elastizität aus einander gezogen, oder, was mit der Natur der Cellulose mehr in Uebereinstimmung steht, aus Mangel an hinreichender Dehnbarkeit zerrissen werden, und dass je die neu angelagerten Schichten immer eine grössere Oberfläche haben als ihre Vorgängerinnen. — In dieser Weise liesse sich nun allerdings auch die beträchtlichste Zunahme erklären. Es giebt Zellen, die eine ungeheure Ausdehnung zeigen; ich erinnere an die Embryosäcke, an die Röhrenzellen von Chara und Nitella (wo die lineare Zunahme der Membran in der Längsrichtung wenigstens auf das 2000fache der ursprünglichen Dimension steigen kann), ferner an Bryopsis, Codium, die Stämmchen von Caulerpa, welche durch Scheitelwachsthum fuselang werden, und wo die Ausdehnung der Membran am Scheitel unendlich gross sein muss. Die genannten Zellen, so wie andere mit ebenfalls sehr bedeutendem Längen- oder Flächenwachsthum (Dasycladus, Codium, Valonia, die blattartigen Zweige von Caulerpa; besitzen meistens dicke Membranen mit schöner Schichtung. In dem Verlauf der Schichten lässt sich aber nichts wahrnehmen, was auf die vorhin berührten Vorgänge hindeutete.

Der Druck des Inhaltes auf die Wandung muss ein hydrostatischer sein, da die Zellflüssigkeit bloss von dem weichen halbflüssigen Primordialschlauch und von noch weicherm Protoplasma umschlossen ist. Alle Stellen der Membran erfahren daher eine gleiche Pressung, und die frei im Wasser oder in der Luft befindliche Zelle muss beim Wachsthum immer das Bestreben zeigen, sich der Kugelform zu nähern. Wenn die Membran bloss durch Apposition wächst, so kann die Ursache, warum sich die freien Zellen zu andern als sphärischen Gestalten ausbilden, einzig und allein in dem ungleichen Widerstand der Membrantheile überhaupt oder in bestimmter Richtung liegen. Um nur zwei der allereinfachsten Beispiele zu erwähnen, so würde eine Zelle, die durch Scheitelwachsthum sich verlängert, an der Spitze fortwährend eine weiche Cellulose anlagern, welche immer sofort durch den Druck des Zelleninhaltes sich ausdehnte. Eine cylindrische Zelle, welche bei der Verlängerung cylindrisch bleibt und sich nicht bauchig erweitert, würde neue Membranschichten bilden, deren Molecüle in der Längsrichtung eine geringere Cohäsion zeigten, als in der Querrichtung.

In den Röhrenzellen von Nitella syncarpa z. B., welche von der ersten Anlage bis zum entwickelten Zustande 2000 mal in die Länge und 10 mal in die Dicke wachsen, müsste die Molecularanziehung zwischen den kleinsten Theilen in horizontaler (tangentialer) Richtung sehr beträchtlich grösser sein als in verticaler, und diess um so mehr, als das Breitenwachsthum in den spätern Stadien fast Null wird und von dem Längenwachsthum nicht bloss um das 200fache, sondern um viel grössere Verhältnisse übertroffen wird. — Das nämliche gilt noch in erhöhtem Maasse für andere Zellen, z. B. für diejenigen von Spirogyra. Die Fäden werden sehr lang, indem sie annähernd ihre ursprüngliche Dicke behalten. Man könnte zwar einwenden, die Ursache, warum die Spirogyra-Fäden von dem Drucke der Zellflüssigkeit nicht auch in die Dicke ausgedehnt werden, seien die Scheidewände. Wäre diess richtig, so müssten die Glieder sich wenigstens tonnenförmig erweitern. Da sie diess nicht thun, sondern genau cylindrisch bleiben, da somit ihre Seitenwand selbstständig dem Druck widersteht, so können wir bei der Betrachtung des Wachsthums die Scheidewände ganz vernachlässigen. Die Ausdehnung in die Länge ist bei Spirogyra unendlich mal grösser als diejenige in die Dicke; also müsste auch, bei der Annahme der Apposition, die Cohäsion der Membrantheilchen in der Längsrichtung viel geringer sein als in der Querrichtung.

Nun kenne ich zwar kein Mittel, um die Ausdehnbarkeit zu messen; dagegen lässt sich bestimmen, wie viel solche

noch im Wachsthum begriffene Cylinderzellen sich in der Längs- und Querrichtung zusammenziehen können. Wenn man sie in Zuckerlösung bringt, so veranlasst letztere eine vermehrte Exosmose, und vermindert in Folge dessen den Druck der eingeschlossenen Flüssigkeit. Zellen von *Spirogyra orthospira* Näg. z. B. ziehen sich dabei von 60 Mik. Durchmesser auf 57 Mik. oder von 100 auf 95, und von 180 Mik. Länge auf 173 Mik. oder von 100 auf 96 zusammen (vgl. Heft I dieser Untersuchungen Pag. 34). Wenn nun eine so grosse Verschiedenheit in der Cohäsion zwischen Längs- und Querrichtung bestände, so könnte die Contraction nicht die nämlichen Verhältnisse zeigen, wie es in der That der Fall ist.

Ich will auf andere Fälle der Ausdehnung und Formveränderung von Pflanzenzellen nicht eintreten, wo man oft zu den unwahrscheinlichsten Annahmen seine Zuflucht nehmen müsste, um die Hypothese des Wachstums der Membran durch Apposition zu ermöglichen. Nur auf eine Erscheinung erlaube ich mir noch hinzuweisen. Es giebt Zellen mit freier, cylindrischer oder prismatischer Oberfläche, welche in verschiedenen Regionen stärker wachsen. So kann man bei einigen fadenförmigen Florideen (*Anthithamnion cruciatum*, vgl. Algensysteme Pag. 201, — und *Pterothamnion plumula* und *floccosum*, vgl. Heft I dieser Untersuchungen Pag. 60) an dem nämlichen Glied Querzonen unterscheiden, von denen die einen während einer Zeitperiode viel stärker in die Länge wachsen als die andern; die Differenz übersteigt zuweilen das Verhältniss 1:12, und wird selbst so gross, dass die eine Partie der Seitenfläche keine merkbare Verlängerung zeigt, während die andere sich um das 7- und 8 fache der ursprünglichen Länge ausdehnt.

Noch auffallender ist diese Erscheinung bei *Desmidiaceen* und *Diatomaceen*. Hier werden ganze neue Membranstücke eingeschoben. Es eignen sich für solche Untersuchungen vorzüglich die Gattungen *Melosira* und *Closterium*. Bei *Melosira varians* ist der Panzer d. h. die mit Kieselerde incrustirte Membran der ausgebildeten Zelle von einer engen Spalte in 2 Hälften geschieden. Dieselben entfernen sich von einander, indem dazwischen ein neues aus sehr zarter Membran bestehendes Stück auftritt, welches sich in der Mitte durch eine Scheidewand theilt. Von den beiden Tochterzellen besteht nun jede aus der alten und der neuen Hälfte, die sich auffallend in der Membran von einander unterscheiden. Die neue Hälfte entwickelt sich und wird der alten gleich, worauf der ganze Vermehrungsprocess durch Einschieben eines neuen Stückes und Wandbildung sich wiederholt.

Bei *Closterium striolatum* Ehrenb. bemerkt man an der mit zarten Längsstreifen gezeichneten spindelförmigen Zelle Querlinien in bestimmten Entfernungen. Dieselben trennen Theile von ungleichem Alter von einander, und unterscheiden sich oft deutlich durch die ungleiche Färbung und überhaupt durch die ungleiche Ausbildung der Membran. Bei der Vermehrung von *Closterium* (wie bei den andern *Desmidiaceen*) entsteht ein neues Mittelstück, das sich durch eine Scheidewand theilt. Die Wandbildung kann nun bei einigen Arten wiederholt ausbleiben; es bilden sich dann nur neue Zonen in bestimmter Reihenfolge, und geben der Zelle das vorhin beschriebene Ansehen. Ein solches neues Stück besteht im Moment des Ursprungs aus einer sehr zarten und weichen Membran. Bei vollständiger Ausbildung scheint es continuirlich in die angrenzenden Membranstücke überzugehen, und die trennende Querlinie vorzüglich durch die Unterbrechung der Längsstreifen erzeugt zu werden. — Eine ähnliche Erscheinung kommt bekanntlich auch bei *Oedogonium* vor (vgl. Pringsheim Untersuchungen über den Bau und die Bildung der Pflanzenzelle Pag. 34).

Wir finden also bei verschiedenen Pflanzen die Thatsache, dass an einer cylindrischen (oder spindelförmigen) Zelle die eine Zone sehr bedeutend in die Länge wächst oder selbst sich neu bildet, während die andere gar keine Verlängerung zeigt. Wollte man diess aus der Apposition und dem hydrostatischen Druck des Zelleninhalts erklären, so müsste man annehmen, dass an einer Stelle die Membran dehnbarer sei und daselbst ebenfalls viel weiche Masse aufgelagert werde, dass aber die Substanz der in die Länge wachsenden Zone bloss in der Längsrichtung dehnbarer sei, in der Querrichtung dagegen dem Druck der Zellflüssigkeit die nämliche Widerstandsfähigkeit darbiete wie die übrige, sich nicht ausdehnende Membran; denn sonst müsste sie sich bauchig nach aussen wölben. Es ist diess gewiss eine unmögliche Annahme, die auch durch die Wirkung, welche ein äusserer Druck (d. h. die Verminderung der Pressung der Zellflüssigkeit) hervorruft, widerlegt wird. Bringt man solche Zellen in Zuckerlösung, so werden die weichen, neu entstandenen Stellen schnell eingedrückt, statt dass sie sich vorzugsweise verkürzen sollten. Sie werden also einerseits von den übrigen Parteien, mit denen sie in einer Richtung gleiche Cohäsion haben sollten, an Widerstandsfähigkeit weit

übertraffen, und andererseits zeigen sie nicht die Verschiedenheit der Längs- und Querrichtung, welche die Theorie fordert.

Wir treffen also, wenn wir das Flächenwachsthum der Zellmembran bloss aus der Auflagerung von neuen Schichten erklären wollten, überall auf Unwahrscheinlichkeiten und Unmöglichkeiten; während alle Erscheinungen (Aenderung der Gestalt und der Richtung, ungleiches Wachsthum der Theile, Drehung) durch Intussusception sich auf die einfachste und leichteste Art nachweisen lassen. Alles hängt dann davon ab, dass die neuen Molecüle zwischen die schon vorhandenen an bestimmten Stellen, in bestimmter Menge und in bestimmter Richtung eingelagert werden. Für die vorhin erwähnten Probleme z. B. bedarf es bloss der Annahme, dass in der Seitenwand einer cylindrischen Zelle oder nur in gewissen Zonen derselben die Membrantheilchen vorzugsweise in der Längsrichtung sich einordnen. — Die Intussusception wird durch Molecularkräfte geschehen; man kann sich dieselben in verschiedener Weise wirksam denken. Eine geringere Cohäsion in der Richtung, in welcher die vermehrte Einlagerung geschieht, ist aber möglich, und sogar wahrscheinlich. Ich berühre diese Möglichkeit bloss deswegen, um zu bemerken, dass die Consequenzen des verminderten Zusammenhangs nicht die nämlichen sind wie bei der Appositionstheorie. Bei der letztern muss die Ungleichheit der Cohäsion zwischen Längs- und Querrichtung sehr ungleich sein, weil in jener Richtung die Membranschichten entweder auseinander gezogen oder zerrissen werden. Für die Theorie der Intussusception genügt eine unendlich geringe Verminderung der Cohäsion in der Längsrichtung. Dieselbe veranlasst eine unendlich geringe Einlagerung, wodurch momentan das Gleichgewicht sich herstellt, das aber im nächsten Augenblick wieder gestört wird; darauf findet eine neue Einlagerung statt u. s. f. Das Wachsthum geschieht nach einer geometrischen Progression, deren Exponent um einen unendlich kleinen Werth grösser als 1 ist, und der überdem variabel sein kann. Die Thatsache, dass eine Verschiedenheit der Cohäsion zwischen Längs- und Querrichtung sich nicht nachweisen lässt, steht daher mit der Annahme eines Wachsthums durch Intussusception nicht im Widerspruch.

Ich will noch der Drehung von Zellen erwähnen. Die röhrenförmigen Internodien der Characeen zeigen anfangs gerade Indifferenzstreifen und Chlorophyllreihen; nachher werden dieselben schief, indem eine Drehung stattfindet. Diese Erscheinung beschränkt sich nicht etwa auf den Primordialschlauch und die ihm anhängenden Theile; sondern in gleichem Maasse dreht sich auch die Zellwandung, was man aus der Stellung der Quirltheile erkennt, welche zu den Indifferenzstreifen und der Strömungsrichtung des nächst untern Internodiums eine bestimmte, nie sich ändernde Lage zeigen. Da Membran und Inhalt sich also gleichmässig drehen, so kann die Ursache natürlich nur in der starren Membran, nicht in dem weichen, halbflüssigen Protoplasmaüberzug gesucht werden.

Die Drehung der Zelle, deren Erklärung aus der Apposition auf fast unlösbare Schwierigkeiten trifft, ergibt sich ebenfalls sehr einfach aus der Intussusception. Denken wir uns einen Cylinder, in welchem die Einlagerungen, die in der Längsrichtung statthaben, von der Achse aus auf allen Radien im Verhältniss zu der Entfernung sich vermehren. Es wächst also jeder Längsstreifen oder jede Längsreihe von Molecülen um so mehr in die Länge, je weiter sie von der Achse entfernt ist. Das Gleichgewicht wird in dem ersten Moment dieser ungleichen Einlagerung gestört; es entsteht eine Spannung und in Folge derselben das Bestreben der äussern Reihen sich von den innern zu trennen, und, da die Cohäsion dies verhindert, das Bestreben eine schiefe Richtung anzunehmen. Da nun nirgends in der Natur eine mathematisch regelmässige Anordnung der Theile vorkommt, so gestatten die einen Pflanzen leichter eine Abweichung nach rechts, die andern nach links. Ist aber der erste Anstoss zu dieser Abweichung gegeben, so muss dieselbe sich um so mehr ausbilden, je länger das ungleiche Längenwachsthum zwischen innen und aussen fort dauert.

Dies ist nun die Ursache für alle Drehungen im Pflanzenreiche, welche der Wachsthumprocess erzeugt. Nur besteht darin eine Verschiedenheit, dass bei den körperlichen Organen das Wachsthumselement die Zelle ist, welche durch Theilung und Ausdehnung wirkt, während bei einfachen Zellen und Zellenreihen das Wachsthum durch Einlagerung von Membrantheilchen geschieht. Bei den Drehungen, welche durch Austrocknen entstehen, wirkt der Wasserverlust im umgekehrten Verhältniss, als die Stoffaufnahme beim Wachsthum. — Alle sich drehenden Organe können aus dem Cylinder abgeleitet oder damit verglichen werden. Die Seitenfläche einer Gliederzelle von Characeen z. B. verhält sich wie ein Cylindermantel, die schraubenförmigen Organe (Spirulina, die windenden Stengel) dagegen wie der Längsstreifen

eines Cylindermantels, flache sich drehende Organe (*Dictyomenia voluhtilis* Grev., *Epineuron spirale* Harv., Blätter) wie ein Längsschnitt durch die Mitte eines Cylinders.

Ueber das Dickenwachsthum der Zellmembranen geben uns einige niedere Pflanzen Aufschluss, weil daselbst die einzelnen Partien der Wandung so mächtig werden, um entscheidende Messungen zu gestatten. *Gloeocapsa* und *Gloeocystis* (vgl. Gattungen einzelliger Algen Taf. I, F, 1 und Taf. IV, F) treten zuerst als einfache Zelle mit dicker, gallertartiger Membran auf. Die Zelle theilt sich in zwei, wovon jede wieder eine gleiche blasenförmige Membran bildet. Nach einer abermaligen Theilung liegen in der ursprünglichen oder primären Blase oder Membran zwei secundäre, in jeder der letztern zwei tertiäre; und so geht die Einschachtelung weiter. Man könnte wohl durch eine oberflächliche Betrachtung bei manchen Arten verleitet werden, diese Membranen für dünne, durch leere (d. h. wasserführende) Räume von einander getrennte Blasen zu halten, und in der That wird es zuweilen so dargestellt. Allein diese Ansicht widerlegt sich schon durch die Betrachtung, dass die Blasen sowie die Zellen in den innersten Blasen, weil die Substanz schwerer als Wasser ist, sich nicht schwimmend erhalten könnten, sondern auf den Grund fallen müssten. Es lässt sich aber auch durch die direkte Beobachtung nachweisen, dass der ganze Raum von den Zellen bis zu den äussersten Blasen mit Substanz erfüllt ist; in manchen Fällen sieht man die Substanz unmittelbar, in andern wird ihre Anwesenheit durch natürliche oder künstliche Färbung deutlich.

Die primäre Blase ist in ihrer äussern Begrenzung kugelig und behält späterhin diese Form annähernd. Die inneren Blasen zeigen zuweilen ebenfalls beinahe vollständige Kugelgestalt; meistens aber sind die Seiten, welche zwei Schwesterblasen einander zukehren, mehr oder weniger abgeplattet. — Die Blasen wachsen nicht bloss so lange als sie zuinnerst liegen und den Primordialschlauch berühren. Sie setzen ihr Wachsthum fort, nachdem sie von den in ihrem Innern entstandenen Zellen nach aussen geschoben wurden. Dabei verändern sie ihre körperliche Gestalt. Die primäre Membran ist, bevor die secundären Blasen auftreten, eine Kugelschale von geringem Durchmesser und bestimmter Dicke. Ihr Durchmesser wird nun fortwährend grösser, so lange die Colonie wächst; es findet also ein sehr beträchtliches Flächenwachsthum statt. Ihre Dicke vermindert sich gewöhnlich an den beiden gegenüberliegenden Seiten, welche dem Rücken der zwei eingeschlossenen Tochterblasen entsprechen; zuweilen bleibt sie sich hier gleich und in einzelnen Fällen findet selbst eine Zunahme statt. Eine beträchtliche Vermehrung der Dicke wird aber immer an der Aequatorialzone beobachtet, welche die Fuge zwischen den beiden Tochterblasen bedeckt und ausfüllt.

Das Volumen der äussersten Blase nimmt wohl in allen Fällen zu, auch wenn an den einen Seiten die Dicke sich vermindert. In einem Beispiel (bei *Gloeocapsa nigrescens* n. sp.), wo die in einander geschachtelten Zellen sehr deutlich waren, zeigten die primären Blasen so lange sie nur eine Zelle einschlossen, bis zur beginnenden Theilung dieser letztern, einen Durchmesser von 10 — 15 Mik. Die Grösse der primären Blasen, welche 2 secundäre enthielten, betrug 15 — 22 Mik.; — bei denjenigen mit 2 secundären und 4 tertiären, 22 — 30 Mik., — und wenn noch 8 quartäre Blasen hinzukommen, so war der Durchmesser der primären 30 — 40 Mik. Das Volumen der primären Blase betrug in diesen successiven Stadien im Mittel 830 — 2442 — 5615 — 10209 Kubik-Mik. Es wurde aus dem Inhalt der ganzen Kugel weniger dem Inhalt der beiden eingeschlossenen secundären Blasen berechnet. Die möglichen Rechnungsfehler können an dem Resultat nichts ändern, da die primäre Blase von dem Zeitpunkt an, wo sie von dem Primordialschlauch sich entfernt, um das 12fache ihres ursprünglichen Volumens zunimmt. — Wie die primären, verhalten sich auch die secundären und tertiären Blasen.

Ich habe vorhin gesagt, dass die primäre Blase in einzelnen Fällen nicht nur in die Fläche und bloss stellenweise in die Dicke wächst, sondern überall mächtiger wird. Ich beobachtete diess vorzüglich schön bei einer neuen Art von *Gloeocapsa* aus den Alpen (*G. rubicunda* n. sp.). Die Membran der primären Zellen besteht aus zwei scharf geschiedenen Schichten; die äussere ist farblos, die innere roth. Die Membranen der secundären Zellen, so wie diejenigen aller folgender Generationen sind in ihrer ganzen Dicke roth. Es besteht also die Colonie fortwährend, wie von Anfang an, aus einer farblosen kugelschaligen Hülle und einer eingeschlossenen gefärbten Kugel. Hier lässt sich leicht die Zunahme des einen und andern Theils messen und berechnen:

	I	II	III	IV
Gauzer Durchmesser	10	16	40	60
Durchmesser des gefärbten Theils	5	8	19	29
Dicke der farblosen Schicht	2,5	4	10,5	15,5
Volumen der farblosen Schicht	459	1877	29931	100367
Volumen des gefärbten Theils mit Ausschluss der Zellenlumina	60	260	3526	12655

I bezeichnet den Zustand, wo die primäre Zelle sich eben theilt; II ist eine Colonie mit 2, III eine solche mit 8 und IV mit ungefähr 40 eingeschlossenen Zellen. — Aus diesen Messungen ergibt sich, dass die farblose Schicht sich von 2,5 auf 15,5 Mik., also auf das 6fache der ursprünglichen Mächtigkeit verdickt, während die gefärbte innere Masse ungefähr im gleichen Verhältniss zunimmt. Das Volumen der farblosen Substanz vermehrt sich von 459 auf 100367 Kubik-Mik., also von 1 auf 219, dasjenige des innern gefärbten Theils von 60 auf 12655 Kubik-Mik., also von 1 auf 211.

Das Wachsthum der Membranschichten von *Gloeocapsa* und *Gloeocystis*, sowohl in die Fläche als in die Dicke, geschieht also durch Intussusception. Apposition von Aussen kann nicht angenommen werden, da die weiche Gallerte der primären Blase nicht unmittelbar aufhört, sondern von einem dünnen membranartigen Ueberzug bedeckt ist, der fortwährend der nämliche bleibt, und da ja die secundären und tertiären Blasen das nämliche Wachsthum zeigen wie die primäre. — Meistens ist die Zunahme in den innern Schichten lebhafter als in den äussern; doch kommt auch das umgekehrte vor. In dem vorhin erwähnten Beispiel von *Gloeocapsa rubicunda* haben der farblose und der gefärbte Theil der Wandung, welcher die äussern Zellhöhlungen der Colonie bedeckt, folgende Dicke:

	I	II	III	IV
Farblose Wandung	2,5	4	10,5	15,5
Gefärbte Wandung	1,5	2	3	4

Der farblose Theil der Wandung, bestehend aus der äussern Schicht der primären Blase, hat von 2,5 auf 15,5 Mik., also von 1 auf 6, der gefärbte Theil dagegen, bestehend aus der innern Schicht der primären Blase und aus den Blasen aller folgenden Generationen von 1,5 auf 4 Mik., also von 1 auf 3 in der Dicke zugenommen.

Bei *Apiocystis* (vgl. Gattungen einzell. Alg. Taf. II, A, 1) sind die birnförmigen Colonieen, die aus sehr weicher Gallerte mit eingelagerten Zellen bestehen, von einer dichtern Membran umhüllt. Dieselbe nimmt mit dem Alter nicht bloss an Umfang, sondern auch an Mächtigkeit zu; denn bei kleinern Colonien ist sie bloss 3 Mik., bei den grossen bis 45 Mik. dick; an jenen (von 150 Mik. Länge) beträgt die Oberfläche etwa 27000, an diesen (von 1 Mill. Met. Länge) etwa 1500000 Quadrat-Mik. Mill. Die Dicke der Hülle nimmt also von 1 auf 15, der Flächeninhalt von 1 auf 55, und der Kubikinhalt von 1 auf 833 zu.

Von einer Apposition auf der innern Seite dieser Hülle kann keine Rede sein; denn ihre innere glatte Fläche wird von den kleinen kugeligen Zellen entweder gar nicht oder nur an einzelnen wenigen Stellen berührt.

Bei manchen zu den Scytonemeen und Rivularieen gehörigen Pflanzen ist die Scheide, welche die Fäden umgiebt, in der Richtung von unten und innen nach oben und aussen gestreift. Sie besteht aus in einander geschobenen Stücken, von denen jedes der Wandung eines Trichters oder dem Mantel eines umgekehrten Kegels verglichen werden kann, und einen kreisrunden Querschnitt hat. Am schönsten lässt sich dieser Bau bei *Petalonema alatum* Grev. (*Arthrosiphon Grevillei* Ktzig.) beobachten. Die Entstehungsweise ist folgende.

Das Fadenende zeigt ein starkes Längenwachsthum; die Zellen sind daselbst in lebhafter Theilung und Ausdehnung begriffen. In einiger Entfernung von dem Scheitel hat die Zellenbildung aufgehört; die Glieder wachsen dort nur noch etwas in die Länge. Noch weiter rückwärts findet man bloss abgestorbene Zellen. Die Bildung der Scheide findet nur an dem lebenskräftigen Theile statt, und zwar ist sie um so lebhafter, je näher dem Scheitel. Man erkennt diess aus der Schichtung des Endtheils. Wenn dieselbe ganz deutlich ist, so liegt der Zellenreihe zunächst eine Schicht an, welche unmittelbar am Scheitel am mächtigsten ist und nach unten allmählig dünner wird. Auf dieselbe folgen ähnliche

Schichten nach aussen, von denen aber jede äussere etwas weniger weit an den Scheitel hinaufreicht. Ihre nach hinten abnehmende Mächtigkeit beweist, dass z. B. die obersten Zellen etwa 10 mal mehr Membran bilden, als diejenigen, welche 200 Mik. hinter dem Scheitel liegen.

Alle diese Schichten sind schön gekerbt; von den Einkerbungen verlaufen mehr oder weniger deutliche Querstreifen durch dieselben. An der innersten Schicht sieht man deutlich, dass jede Einkerbung mit ihrem Querstreifen einer Scheidewand des Zellfadens entspricht. Es bestehen demnach die einzelnen Scheiden aus eben so vielen deutlich unterscheidbaren Portionen als Zellen an ihrer Bildung Antheil genommen haben. — Da alle Schichten ganz die gleiche Kerbung zeigen, so muss jede einmal die innerste gewesen und von den nachfolgenden nach aussen gedrängt worden sein. Damit stimmt die Thatsache überein, dass die Schichten (weil jede nach dem Scheitel hin mächtiger wird) mit der Achse einen um so grössern Winkel bilden, je mehr neue entstehen. Insoweit besteht also die Membran- oder Scheidenbildung aus einer Apposition von neuen Schichten im Innern.

Die Ursache, warum die Scheide aus periodisch auf einander folgenden Schichten zusammengesetzt ist, erkläre ich dadurch, dass der eingeschlossene Faden, wegen des starken Längenwachthums seines Endtheils von Zeit zu Zeit die ihn umgebende Scheide durchbricht und ein wenig aus derselben herausschlüpft. Auf jedes Herausschlüpfen folgt die Bildung einer neuen Schicht. Dass dieser Process wirklich vorkommt, ergibt sich aus drei Thatsachen. — Erstlich sieht man den Scheitel des Fadens bald etwas aus der Scheide herausgetreten, bald von derselben umschlossen. — Zweitens ergibt sich aus der Vergleichung der Zahl der Schichten mit derjenigen der Zellen, dass eine Verschiebung des Fadens in der Scheide, und zwar in der Richtung nach oben statthaben muss. Hinter dem Scheitel findet man z. B., dass in der Länge von 15 bis 18 Gliedern 4 Schichten rechts und links zu Tage gehen, während im gleichen Faden, da wo die Zellentheilung aufgehört hat, auf jedes Glied eine Schicht kommt. Dieses Verhältnis ist nur dadurch erklärlich, wenn der Endtheil der Zellenreihe innerhalb der Schichten nach oben geschoben wird. Würde diess aber allmählig und nicht ruckweise geschehen, so könnten die Schichten nicht die von der Zellenreihe verursachte Kerbung zeigen. — Eine dritte Thatsache ist endlich die, dass die Kerbungen der successiven Schichten sich nicht entsprechen. Würde keine Verschiebung stattfinden oder würde dieselbe continuirlich fortdauern, so müssten die Portionen, die den einzelnen Zellen angehören, sich durch alle Schichten verfolgen lassen.

Der Vorgang, wie ich ihn angenommen habe, ist um so wahrscheinlicher, als das Herausschlüpfen oder das Verschieben der Fäden innerhalb der Scheiden bei der ganzen Gruppe der Nostochaceen sehr häufig vorkommt. In ältern Theilen von *Petalonema* ist nicht selten das Längenwachstum des Fadens noch immer beträchtlicher als dasjenige der Scheide. Dann krümmt er sich in verschiedenartiger Weise und bildet Schlingen, da er sich nicht gerade ausstrecken und heraustreten kann. Auch bei einigen *Scytonemen* beobachtet man nicht selten Erscheinungen, welche gar keine andere Erklärung gestatten, als die, dass der Endtheil des Fadens die Scheide durchbrochen habe.

Mit der Entstehung neuer Schichten im Innern des Endtheils ist die Scheide von *Petalonema* indess noch nicht fertig. Manchmal kommt später noch die Bildung einer innersten homogenen oder längsgestreiften Schicht hinzu, welche in der ganzen Länge ungefähr gleich dick ist. Sie entsteht erst, wenn die Theilung der Zellen aufgehört hat. Ausserdem findet kein Dickenwachstum statt. Die aus in einander gesteckten Trichtern bestehende Scheide behält fortwährend so ziemlich ihre ursprüngliche Mächtigkeit; dagegen gehen Veränderungen in der Schichtung vor sich. Anfänglich verlaufen die Wandungen der Trichter gerade oder wenig gebogen, und werden von unten und innen nach oben und aussen allmählig dicker. Im ausgebildeten Zustande bestehen sie oft aus zwei deutlich verschiedenen Partien. Der innere Theil der Trichter hat seine ursprüngliche Dicke und Neigung; er scheint eher noch dünner und dem Zellfaden noch mehr parallel geworden zu sein. Der äussere Theil geht von demselben plötzlich unter einem rechten oder nahezu rechten Winkel ab; zuweilen ist selbst sein inneres Ende rückwärts gebogen. Mit der veränderten Richtung wird auch die Mächtigkeit der Trichter plötzlich sehr beträchtlich, und bleibt sich von innen bis zur Peripherie gleich; sie kann die ursprüngliche Mächtigkeit um das Doppelte und Dreifache übertreffen. Die Kerbung der Schichten ist oft undeutlich und ihre Querstreifung unsichtbar geworden.

Daraus geht hervor, dass mit der weitem Ausbildung der Scheiden die trichterförmigen Schichten in ihrer äussern Partie dicker und von ihrer ursprünglichen Lage abgelenkt werden, — was nur durch Wachstum vermittelt Intus-

susception geschehen kann. Der Vorgang scheint mir folgender zu sein. Die eingeschlossene Zellenreihe wächst noch bedeutend in die Länge, indem die Glieder die anfangs ziemlich kurz waren, nun ebenso lang oder selbst etwas länger als breit werden. Dieses Längenwachsthum hat das Bestreben auch die Scheide in der gleichen Richtung auszudehnen. Der innere Theil der Schichten, welcher dem Faden fast parallel ist, verhält sich dabei wie die Membranschichten jeder Zelle; er wächst durch Intussusception in die Fläche d. h. in die Länge, und dadurch vermindert sich nothwendig seine Abweichung von dem parallelen Verlauf. Der äusserste Theil der Schichten, welcher schon sehr früh die Oberfläche unter einem Winkel von 45 Grad und oft selbst unter einem fast rechten Winkel berührt, muss der Längenausdehnung des Zellfadens und des innern Theils der Scheide durch Dickenwachsthum folgen. Dasselbe ergreift auch die Partien der Schichten, welche weiter von der Oberfläche entfernt sind, und hört oft ganz plötzlich auf, wo der andere Wachsthumprocess stattfindet; daher der plötzliche Uebergang von dem innern längsverlaufenden zu dem äussern querverlaufenden Theil der trichterförmigen Schichten, von denen jener durch Einlagerung in die Fläche (Länge), dieser durch Einlagerung in die Dicke der Schichten das Längenwachsthum der Scheide vermittelt.

Endlich will ich noch als ein Beispiel des Wachsthum durch Intussusception die Gattung *Caulerpa* anführen. Schacht hat zwar noch neuerdings ausgesprochen (*Anat. und Physiol. d. Gewächse* I, 37), diese Pflanze liefere den schönsten Beweis für die Bildung neuer Schichten von innen her. Ich war früher ebenfalls der Ansicht (*Zeitschrift f. wiss. Bot.* 1844, I, 146), das Wachsthum der Fasern finde höchst wahrscheinlich als Schichtenablagerung statt, machte aber schon damals auf einen Widerspruch im anatomischen Verhalten aufmerksam. Seitdem habe ich mich überzeugt, dass die Erklärung nur durch Anuahme von Einlagerung möglich ist.

In den Stämmchen und blattartigen Zweigen von *Caulerpa* befinden sich cylindrische, zuweilen geschichtete Fasern aus der gleichen Substanz wie die Zellmembran bestehend, welche mit ihren beiden Enden in der Wandung befestigt sind, und im Uebrigen frei durch die Zellhöhlung verlaufen, wobei sie sich verzweigen und mit einander anastomosiren. Dieselben entstehen zu einer Zeit, wo die Membran noch sehr dünn ist, als unmessbar feine Fäden, und wachsen dann gleichzeitig mit derselben in die Dicke. Im vollkommen entwickelten Zustande durchsetzt die Faser die Zellmembran in ihrer ganzen Mächtigkeit bis da, wo die Extracellulärsubstanz beginnt (a. a. O. Taf. III, Fig. 2, 3, 4); dabei zeigt sie selber an der Stelle, wo sie in die Membran eintritt, und da wo sie sich an die Extracellulärsubstanz ansetzt, ungefähr die nämliche Dicke.

Ich habe bei meiner ersten Mittheilung schon ausgesprochen, dass dieses anatomische Verhalten mit der Auflagerungstheorie nur dann vereinbar wäre, wenn die Fasern ihr volles Dickenwachsthum erreichten, ehe die Verdickung der Zellwandung beginnt. Denn, wenn Fasern und Membran sich gleichzeitig durch Anlagerung von Schichten ausbildeten, so müssten die Fasern von dem Eintritt in die Wandung bis zum äussern Ende allmählig sich zuspitzen, weil ja je die spätern Schichten der Fasern die schon vorhandenen Schichten der Wand zur Grenze hätten und also nicht mehr bis zur primären Membran reichen könnten. Da diese Folgerung nicht umzustossen, und die gleichzeitige Verdickung von Membran und Fasern, wie ich mich seitdem bestimmt überzeugt habe, ebenfalls sicher ist, so bleibt nur die Annahme übrig, dass die Fasern, wenigstens so weit sie in der Zellwandung eingeschlossen sind, durch Einlagerung wachsen, und dadurch die nämliche Dicke erreichen, wie da wo ihre Oberfläche frei bleibt.

Es giebt also, wie aus den bisherigen Mittheilungen hervorgeht, mehrere Beispiele, wo die Membranen oder Schichten derselben durch Intussusception in die Fläche und in die Dicke wachsen, und ein Beispiel, wo der geschichtete Bau Folge von Apposition ist. Welche Folgerungen können wir daraus mit einiger Wahrscheinlichkeit für das Wachsthum der Pflanzenzellmembranen im Allgemeinen ziehen?

Vorerst ist die Bedeutung der Schichtenauflagerung in diesem einen Fall näher zu betrachten. Wie ich zeigte, erfolgt dieselbe ohne Zweifel durch periodisch wiederkehrende Fortschiebung der Zellenreihe (wahrscheinlich bloss der Primordialschläuche sammt den dünnen Scheidewänden) innerhalb der Membran. Durch diese Bewegung wird jedesmal der organische Zusammenhang zwischen dem Primordialschlauch und der Wandung vernichtet, und die zunächst aus

demselben heraustretenden Membrantheilchen werden unmittelbar an seiner Oberfläche angelagert und bilden eine neue Membranschicht, gleichsam eine neue Membran, die dann (wohl durch Substanzeinlagerung) in die Dicke wächst, so lange nicht eine neue Verschiebung stattfindet. Wie *Petalonema* verhalten sich andere Gattungen der Scytonemeen und Rivularieen, wo die Wachstumsverhältnisse der Zellfäden die nämlichen sind. — Ich halte die Schichtenbildung bei diesen Pflanzen für eine ähnliche Erscheinung wie sie zuweilen in abnormaler Weise bei grossen Zellen verschiedener Algen vorkommt, wo, in Folge von Verletzungen oder von andern schädlichen Einflüssen der Primordialschlauch stellenweise sich von der Membran lostrennt, und daselbst dann eine neue Membran bildet.

Das Beispiel von Scytonemeen und Rivularieen kann aber für andere geschichtete Zellen nicht maassgebend sein. Denn hier kommt eine periodische Lostrennung des Primordialschlaches von der Wandung oder eine Verschiebung desselben auf ihr nicht vor. Einerseits bemerkt man nichts hievon; anderseits ist eine Lostrennung wegen der Spannung der Zellflüssigkeit, welche den äussern Druck übersteigt, und eine Verschiebung wegen der weichen halbflüssigen Beschaffenheit des Primordialschlachs unmöglich. — Es fragt sich demnach, ob eine Schichtenbildung durch Apposition auch vorkomme, wenn der Primordialschlauch ununterbrochen mit der Membran in organischem Zusammenhange bleibt, oder ob in diesem Falle das Wachstum bloss durch Einlagerung geschehe.

Es liesse sich denken, dass jede Schicht durch Apposition entstehe, aber durch Intussusception in die Fläche und Dicke wachse. Es liesse sich auch annehmen, dass die ganze, einer Zelle angehörende Wandung durch Apposition angelegt, durch Einlagerung aber ausgebildet (vergrössert und geschichtet) werde, so dass bei *Gloeocapsa* und andern niedern Pflanzen, bei den Pollenmutterzellen, bei der Epidermis und überhaupt da, wo eine Einschachtelung von je 2 Membranen in Einer beobachtet wird, bloss jede Zellgeneration eine neue Schicht oder Membran anlagerte. Die Möglichkeit beider Annahmen lässt sich nicht läugnen; ein Factum, welches bestimmt darauf hindeutete, oder eine Analogie dafür haben wir nicht.

Es ist aber auch gedenkbar, dass die Anlagerung einer neuen Schicht oder Membran nur dann stattfindet, wenn der Primordialschlauch nicht mit einer Wandung, die er selber gebildet hat, in organischem Zusammenhang steht, wenn er also gleichsam frei liegt, — und dass alles Wachstum, die Schichtung und selbst die bei der Theilung eintretenden Structurveränderungen durch Intussusception erfolgen. Verschiedene Gründe verleihen dieser Ansicht einige Wahrscheinlichkeit. — Einmal ist das Wachstum durch Einlagerung für verschiedene Fälle bewiesen, während dasjenige durch Auflagerung nur für einen Fall feststeht, wo es seine Erklärung in besondern ausnahmsweisen Verhältnissen findet. — Ferner waltet zwischen Stärkekörnern und Zellmembranen die grösste Verwandtschaft in chemischer und in anatomischer Beziehung, so dass die Analogie ein nicht geringes Gewicht in die Waagschale legen muss. Wären die Membranschichten, wie man sich diess wohl zuweilen unrichtiger Weise vorstellt, durch Spalten von einander getrennt, so hätte die Analogie der Amylumkörner keine Gültigkeit, und es wäre im Gegentheil die Apposition wahrscheinlich. Allein die Schichten der Zellwandungen sind abwechselnd dicht und weich (vgl. Pag. 63), und es ist mir nicht erinnerlich, je eine weiche Schicht an der innern Fläche, wo die Anlagerung stattfände, wahrgenommen zu haben, so dass also die weichen Schichten wahrscheinlich wie in den Stärkekörnern durch Differenzirung in der dichten Substanz entstehen. — Endlich können einige theoretische Betrachtungen über die Wirkungen beigefügt werden, welche der Druck des Primordialschlaches auf die Membran und die Anziehung dieser letztern auf die ausgeschiedenen Cellulosetheilchen ausüben werden, worüber ich auf das folgende Capitel verweise.

Wenn ich das Wachstum der Zellmembran durch Intussusception als das wahrscheinlichere erkläre, so geschieht es mehr um einen neuen Gesichtspunkt in der Discussion geltend zu machen, als mit der Prätension, die Frage zum Abschluss gebracht zu haben. Ich gestehe, dass ich keine Untersuchungen eigens über das Wachstum der Zellwandung anstellte; die Thatsachen, die ich anführte, wurden beiläufig bei anderweitigen Beobachtungen gewonnen. Fernere Beobachtungen müssen zeigen, ob die Einlagerung wirklich ausschliesslich vorkommt, oder auf welches Maass sie sich beschränkt.

Mit der Intussusception, wenn dieselbe wirklich bei der Membranbildung die vermuthete Rolle spielen sollte, ist natürlich nicht ein Wachstum der Wandung in der ganzen Ausdehnung und Dicke verbunden; sondern einzelne Theile

und einzelne Schichten derselben können in jedem beliebigen Verhältniss stärker zunehmen als andere, wie das ja auch bei den Stärkekörnern der Fall ist. Die Untersuchungen von Mohl und von Harting und Mulder behalten ihre volle Bedeutung; denn eine der zu beantwortenden Fragen ist namentlich auch die, wo die lebhafteste Einlagerung stattfindet. Wie bei den Amylumkörnern, können wir ebenfalls bei den Zellmembranen nach dem Maass ihrer Zunahme jüngere und ältere Theile unterscheiden, und von dem Wachstum durch Intussusception wenigstens mit relativer Gültigkeit sagen, es schreite von aussen nach innen oder von innen nach aussen hin fort.

So viel sich aus den bis jetzt bekannten Thatsachen schliessen lässt, so darf man wohl annehmen, dass das Wachstum zwar meistens in den innern Membranschichten lebhafter ist als aussen, dass aber häufig auch das Umgekehrte stattfindet; dabei beschränkt sich zuweilen die Einlagerung auf eine einzige (innerste oder äusserste) Schicht. Ausserdem kommt es aber ohne Zweifel nicht selten vor, dass die Zunahme in der ganzen Dicke gleich sehr thätig ist. Die Zellmembran weicht also wesentlich vom Stärkekorn ab, welches ohne Ausnahme im Innern stärker wächst als aussen. Diese Verschiedenheit ist aber begreiflich wegen der ungleichen äussern Bedingungen, unter denen beide sich befinden. Ich werde im folgenden Capitel nachzuweisen versuchen, dass die vermehrte Einlagerung im Innern des Stärkekorns eine natürliche Folge des Umstandes ist, dass dasselbe frei in der Zellhöhlung liegt, somit überall einen gleichen Druck erfährt, und sich ungehemmt ausdehnen kann.

Die Membran von frei im Wasser oder in der Luft befindlichen Zellen kann dem grössern Druck, den sie auf ihrer innern Fläche durch die Zellflüssigkeit erleidet, ungehindert folgen. Bei den übrigen Zellen findet derselbe ein Hinderniss an den austossenden Membranen. Ich will nur einen Punkt, welcher offenbar wenigstens zum Theil aus diesen ungleichen Bedingungen hervorgeht, besprechen, nämlich dass beim unterbrochenen Dickenwachsthum, wodurch die Poren, Fasern und Warzen entstehen, die verdickten Stellen bald aussen, bald innen vorspringen.

Diejenigen Zellen, welche an andere anstossen, haben die Verdickungen immer auf der innern Fläche. Als Gewebzellen entstehen sie alle durch Theilung. In der Membran, welche anfänglich eine überall gleiche und äusserst geringe Mächtigkeit besitzt, findet nur an einzelnen Stellen Dickenwachsthum statt, oder dasselbe mangelt nur stellenweise. Hier ist gar keine andere Möglichkeit, als dass die verdickte Stelle nach der Zellhöhlung zu vorragt, selbst dann, wenn die Einlagerung in den äussern Partien der Membran (d. h. in den mittlern der ganzen Scheidewand) geschehen sollte. Das Factum allein, dass die dünn gebliebene Membran aussen liegt, giebt uns noch keinen Beweis dafür, dass das Wachstum von aussen nach innen fortgeschritten sei. Es müssen noch andere Erscheinungen hinzukommen, wie z. B. der Schichtenverlauf, die physicalische und chemische Beschaffenheit der Schichten, die Verzweigung der Porenkanäle. Die letztere Thatsache, welche vorzüglich als Beweis für die Apposition von innen angeführt wurde, erfordert eine Erläuterung.

Bei der Porenbildung müssen wir annehmen, dass irgend welche Verhältnisse die Verdickung der Membran auf einem bestimmten Flächenraum verhindern, oder was das Nämliche ist, dass auf diesem Raum keine membranbildenden Molecüle ausgeschieden werden. Geschehen die Einlagerungen vorzugsweise je in den innersten Membranschichten, so ist das Resultat nothwendig gegeben. Es wird die Fläche, auf welcher sie ernährt werden, fortwährend (d. h. mit der Verminderung des Lumens) kleiner und die Porenkanäle nähern sich einander immer mehr, bis zwei ernährungsunfähige Räden zusammentreffen, worauf die Kanäle in einen einzigen sich vereinigen. — Die Einlagerungen können selbst in der ganzen Dicke der Membran geschehen; dabei müssen aber nicht bloss die innersten, sondern alle Schichten auf einem zunehmend beschränktem Flächenraum ernährt werden. Wird dieser Raum auf der innersten Schicht zwischen zwei Porenkanälen gleich Null, so wird das Wachstum für die ganze Dicke der Membran an der betreffenden Stelle aufhören, weil von innen keine ernährenden Substanztheilchen mehr eintreten. Es ist für diese Annahme nicht einmal nothwendig, dass eine Verschiebung der Molecüle stattfindet.

Freiliegende Zellen haben die Neigung, ihre Verdickungen auf der äussern Fläche der Membran vortreten zu lassen, so die Desmidiaceen, die Sporen, die Polleukörner, die Zellen der Haare bei vielen höhern Pflanzen. Es ist diess ohne Zweifel eine Folge des Umstandes, dass die Zellflüssigkeit eine grössere Pressung ausübt als das umgebende Medium. Die ungleichen Druckverhältnisse werden um so eher maassgebend sein, je weicher die Zellmembran ist und je früher die unterbrochene Verdickung beginnt. Sie können durch andere Umstände paralytisch werden. Bei den Diatomaceen

springen alle Verdickungen auf der innern Fläche vor, ebenso bei andern Zellen, wo erst später die warzenförmige Verdickung beginnt. Einerseits sind es hier offenbar die innern Schichten, welche die vermehrte Einlagerung aufnehmen; anderseits übt der Kieselpanzer oder die festen äussern Schichten einen hinreichenden Widerstand aus.

Wenn ich annehme, dass der Druck, welchen die Zellmembran von aussen oder von innen erfährt, auf das Vorspringen der Verdickungen an der innern oder äussern Fläche einwirke, so verstehe ich das nicht so, dass er die nächste Ursache davon sei. Vielmehr wird er seinen Einfluss nur dadurch geltend machen, dass die Einlagerungen in bestimmter Weise geschehen, dass sie in bestimmten Schichten beginnen und in bestimmter Weise fortschreiten. Die ernährenden Membrantheilchen müssen nämlich, unter übrigens gleichen Umständen, da in grösster Menge sich zwischen die schon vorhandenen einordnen, wo sie den geringsten mechanischen Widerstand finden.

IX. Theorie der Wachstumsursachen.

Die gelöste organische Substanz scheidet sich unter noch unbekanntem Bedingungen, deren Vorhandensein wir als Sättigungsgrad bezeichnen können, als feste Körner aus. Die letztern sind durchdringbar und nehmen ihrerseits Lösung auf, aus welcher immer ein Theil im festen Zustande eingelagert wird, und welche in dem Maasse, als sie Substanz zum Wachsthum abgibt, aus der umspülenden Flüssigkeit wieder solche durch Diffusion anzieht. Da nicht bloss feste Masse, sondern auch eine entsprechende Menge Wasser eingelagert wird, so behält das Stärkekorn fortwährend die Fähigkeit, durch Intussusception sich zu vergrössern.

Die Einlagerung von Stärke geschieht unter dem Einfluss von Molecularkräften, welche im Innern stärker wirken müssen als an der Oberfläche. Eine Auflagerung kann nicht stattfinden, weil im Innern schon bei geringerer Concentration der Lösung die Stärkebildung stattfindet, und weil wegen fortdauernder Diffusionsströmung in der nächsten Umgebung die nöthige Concentration nicht erreicht wird. Aus dem gleichen Grunde dient die in einer Flüssigkeit sich bildende Substanz zunächst dazu, die schon vorhandenen Körner zu vergrössern. Wird sie aber in so grosser Menge erzeugt, dass die Diffusion sie nicht in entsprechendem Maasse den Körnern zuzuführen vermag, und wird in Folge dessen der Sättigungsgrad der Lösung da oder dort erreicht, so scheidet sich Stärke in Form von neuen kleinen Körnern aus.

Da alle Erscheinungen des Wachsthum und der Quellung concentrische oder radiale Richtungen zeigen, so muss auch die Anordnung der kleinsten Theilchen, durch welche sie bedingt werden, eine entsprechende sein. Letztere müssen einerseits in concentrische Molecularschichten, anderseits aber auch in radiale, von innen nach aussen an Zahl zunehmende Molecularreihen geordnet sein. — Die Einlagerung neuer Theilchen behufs des Wachsthum findet daher ebenfalls so statt, dass ganze Schichten oder Reihen derselben eingeschoben werden, und zwar erfolgt sie unter übrigens gleichen Umständen immer da, wo geringere mechanische Widerstände zu überwinden sind, somit wo die Cohäsion am geringsten ist.

Denken wir uns den kugeligen Anfang eines Stärkekorns, bestehend aus gleichartigen concentrischen Molecularschichten, so wird die eindringende Nahrungsflüssigkeit zuerst neue Theilchen in die Fläche der Schichten einlagern. Diess folgt daraus, weil die Widerstände hierbei geringer sind als bei der Zwischenlagerung zwischen die Schichten; und wird bestätigt durch die früher bewiesene Thatsache, dass die äussersten Schichten fast ausschliesslich in die Fläche wachsen. — Nehmen wir an, dass die Molecularschichten im ganzen Korn gleichzeitig und gleichmässig sich vergrössern, so werden je zwei benachbarte das Bestreben zeigen, sich von einander zu trennen, weil der Radius der äussern bei ungehindertem Wachsthum sich mehr verlängern würde als derjenige der innern. Jenes Bestreben giebt sich, da die Adhäsion eine Trennung nicht gestattet, als Spannung und zwar als positive in der äussern, als negative in der

innern Schicht kund. Da alle Molecularschichten im ganzen Korn sich gleich verhalten, so muss die Spannung in den Theilchen jeder einzelnen von der Oberfläche nach dem Centrum hin in positivem Sinne ab-, in negativem zunehmen, oder sie muss in jeder mit Rücksicht auf die nächst äussere als Contraction, mit Rücksicht auf die nächst innere als Expansion wirken. — Die Nahrungsflüssigkeit ernährt aber in der Wirklichkeit nicht alle Molecularschichten gleichzeitig und gleichmässig; sondern dieselbe dringt von aussen ein und schreitet von Schicht zu Schicht fort, indem sie in jede neue Theilchen einlagert. Ihre Concentration nimmt daher um so mehr ab, je näher sie dem Centrum kommt. Der Umstand, dass die äussern Molecularschichten früher und stärker ernährt werden, als die innern, muss die Spannung zwischen denselben vermehren. Dass aber die äussern Schichten ein grösseres Bestreben sich auszudehnen besitzen als die innern, wird durch verschiedene Thatsachen bewiesen.

Sobald die Spannung, in welcher sich die Molecularschichten in Folge des Wachstums befinden, eine gewisse Grösse erreicht hat, so trennen sich dieselben von einander, und es werden neue Schichten dazwischen eingelagert. Das Letztere muss da am häufigsten eintreffen, wo die Spannung die Adhäsion am leichtesten überwindet. Die Adhäsion steht im direkten Verhältniss zur Fläche der Molecularschichten. Die Spannung ist zunächst als Flächenkraft vorhanden, und es frägt sich bloss, wie sie sich in radiale oder trennende Kraft umsetze. Die Rechnung zeigt nun 1) dass die radiale Kraft, welche einer tangentialen oder Flächenkraft in Kugelschalen oder Cylindermänteln von gleicher Dicke und gleicher Beschaffenheit, aber von ungleicher Grösse das Gleichgewicht hält, im umgekehrten Verhältniss zur Länge der Radien steht; und 2) ergibt sich mit Hülfe dieses ersten Satzes, dass, wenn zwei sich berührende Kugel- oder Cylinderschalen von gleicher Dicke und Elasticität um einen gleichen Quotienten in die Fläche wachsen, die Kraft, mit der sie sich von einander zu trennen streben, umgekehrt proportional dem Quadrat des Radius ist. Die Molecularschichten werden sich also um so leichter von einander trennen, je näher sie dem Schichtencentrum sind; und zwar wird das Wachsthum, welches für jede Schicht erforderlich ist, um ihre Trennung zu veranlassen, ebenfalls im umgekehrten Verhältniss zur zweiten Potenz der Krümmungshalbmesser stehen. In gleichem Verhältniss muss auch in einem Zeitdifferential die Einlagerung neuer Molecularschichten oder das Dickenwachstum erfolgen. Dieses Verhältniss wird etwas vermindert durch den Umstand, dass die äussern Molecularschichten stärker ernährt werden als die innern; es wird etwas vermehrt durch den andern Umstand, dass die innere Substanz die Wirkung einer weniger concentrirten Lösung erfährt und daher schon von Anfang eine etwas grössere Weichheit und geringere Cohäsion zeigen muss.

Je grösser das junge dichte Korn wird, desto grösser wird auch die Ungleichheit in der Dichtigkeit und Cohäsion zwischen Oberfläche und Centrum, und desto mehr wächst die negative Spannung in der innersten Masse und das Bestreben, daselbst Substanz einzulagern. Wenn diese Verhältnisse eine gewisse Höhe erreicht haben, so bildet sich rasch im Mittelpunkt ein hohler, mit weicher Masse gefüllter Raum, der Kern. Ein ähnlicher Process findet darauf in der dichten Rinde und später wiederholt in den dichten Schichten statt. Dieselben wachsen in die Dicke; haben sie aber eine gewisse Mächtigkeit erlangt, so wird die, durch das Flächenwachstum erzeugte Ungleichheit in der Spannung zwischen den äussern und den innern Molecularschichten und das Bestreben, sich von einander zu trennen, so bedeutend, dass demselben nicht mehr durch Einlagerung von Substanz gleicher Dichtigkeit genügt werden kann. Es erfolgt daher

die Trennung wirklich, indem eine mit weicher Substanz gefüllte Spalte darzwischen auftritt. Desswegen erreichen die dichten jungen Körner und die dichten Schichten nur eine gewisse Grösse und Dicke; darüber hinaus erfolgt ein Unterbruch durch Einlagerung von wasserreicher Masse. Die Grenze, bei welcher diess erfolgt, hängt aber einerseits von der specifischen Natur der Stärke, anderseits von der Dichtigkeit der Substanz und von der Concentration der ernährenden Flüssigkeit ab.

Die dichten Schichten wachsen auf doppelte Art in die Dicke. Die ungleiche Spannung, in der sich die äusseren und inneren Molecularschichten einer dichten Schicht befinden, verursacht die Zwischenlagerung von neuen Molecularschichten; dieselbe wird in der Mitte am lebhaftesten sein. Ueberdem verdichtet sich die Substanz der weichen Schichten, wo sie an die dichten angrenzen, und trägt so dazu bei, diese gleichsam durch Auflagerung an den beiden Flächen mächtiger zu machen.

Die von dem Stärkekorn aufgenommene Nahrungsfüssigkeit dient nämlich nicht bloss dazu, neue Molecularschichten zu bilden und die schon vorhandenen zu vergrössern, sondern auch durch Abgabe von Substanz ihre Dichtigkeit zu vermehren. Dieser Process geschieht unter dem Einfluss der dichten Substanz selber. Es wird daher alle lösliche Substanz, die sich in einer weichen Schicht befindet und welche nicht dazu verwendet wird, ihr Volumen zu vergrössern, von den beiden anstossenden dichten Schichten angezogen und durch dieselben veranlasst, bloss die nächst liegenden Molecularschichten zu verdichten. Diess dauert so lange, als die Molecularanziehung den ganzen Raum der weichen Schicht beherrscht. Wenn aber die letztere eine gewisse Mächtigkeit erlangt hat, so ist ihre Mitte jenem Einfluss entzogen, und es findet daselbst nun ebenfalls Verdichtung der Molecularschichten statt. — Das Nämliche geschieht im Kern. Ist sein Durchmesser so gross geworden, dass die Attraction der umschliessenden dichten Substanz sich nicht über die ganze Ausdehnung erstreckt, so verdichtet sich entweder die centrale Masse desselben, oder bei starker Zunahme der letztern wird ein dichter concentrischer Ring gebildet. Es können daher auch die weichen Schichten und der weiche Kern ein gewisses Maass nicht überschreiten, ohne dass Einlagerung einer dichten Schicht und somit concentrische Theilung erfolgt. Dieses Maass wird durch specifische Eigenthümlichkeiten, durch den Substanzgehalt der dichten und weichen Schichten, und der durchdringenden Lösung bestimmt. — Einzelne Stärkearten scheinen insofern von der eben ausgesprochenen Regel abzuweichen, als bei ihnen die centrale weiche Masse (der scheinbare Kern) beträchtlich gross wird. Indess sind auch hier dichte und weiche Schichten vorhanden, die erstern aber so wasserreich oder so dünn, dass man sie nicht oder nur undeutlich zu erkennen vermag. Die Ursache hiervon mag wohl darin liegen, dass das Flächenwachsthum der äussern Schichten bedeutend und die Concentration der eindringenden Nahrungsfüssigkeit gering ist.

Was die Vertheilung dieser verschiedenen Processe auf das ganze Korn betrifft, so muss die Einlagerung neuer Molecularschichten bei mathematisch concentrischem Bau in der Mitte am lebhaftesten sein, von da nach aussen hin abnehmen und zunächst der Peripherie selbst Null werden; denn die durch das Flächenwachsthum der Molecularschichten erzeugte Tendenz, sich von einander zu entfernen, vermehrt sich mit der Abnahme der Krümmungshalbmesser, und findet wegen der grössern Weichheit der innern Substanz daselbst den geringern Widerstand. Es wachsen ferner die weichen Schichten wegen ihrer geringern Cohäsion viel stärker in die Dicke als die angrenzenden dichten. — Entsprechend dem vermehrten Dickenwachsthum im Innern ist daselbst auch den Schichten häufiger Gelegenheit geboten, sich zu theilen.

Ueberdem findet eine allseitige Verdichtung der Masse statt, indem die Schichten in ihrer ganzen Dicke Substanz aufnehmen. Möglicher Weise ist dieser Process fortwährend in geringem Maasse thätig; unter gewissen Umständen wird er aber deutlich bemerkbar. Ist der Dichtigkeitsunterschied zwischen den beiderlei Schichten gering, so trifft er die dichten; haben die letztern aber eine beträchtliche Dichtigkeit, so werden die weichen Schichten allmählig substanzreicher. Die Verdichtung beginnt an der Peripherie und schreitet nach innen hin fort, insofern sie nicht gleichzeitig ist. — Die Ursache dieses Processes möchte wohl in einem verminderten Flächenwachsthum der äussersten Schichten, insofern die Erscheinung das ganze Korn trifft, oder, wenn die Verdichtung local ist, in einer verminderten Flächenausdehnung der diese Stelle umschliessenden Schicht zu suchen sein. Vielleicht dass dadurch die ungeschichteten Körner einiger Stärkearten entstehen.

Die ersten Anfänge der Stärkekörner sind kugelig mit concentrischer Anordnung der Molecularschichten. Sie haben indess fast alle die Anlage, mit dem Grösserwerden allmählig von der Kugelgestalt abzuweichen und in gewissen Richtungen stärker zu wachsen. Diess rührt daher, dass die äusserste Molecularschicht, und wie sie in entsprechendem Maasse auch alle übrigen, stellenweise mehr Theilchen einlagert und somit eine vermehrte Flächenausdehnung entwickelt, welche an den geeigneten Stellen eine Einlagerung von unvollständigen Molecularschichten und somit eine vermehrte Zunahme des Radius hervorruft. Die Ursache davon ist in der Anordnung der kleinsten Theilchen zu suchen; da die Letztere die Art der Einlagerung bedingt, so bleibt auch die Ursache in der gleichen Weise wirksam, und es steigern sich die Ungleichheiten der Radien fortwährend. Diess muss um so mehr der Fall sein, als ja der längere Halbmesser im Mittel einen grösseren Wasserreichtum und dessnaden eine geringere Cohäsion aufweist. — Da die kleinsten Theilchen nicht bloss concentrische, sondern auch radiale Anordnung haben, und in der Regel beim Wachsthum nicht eine Verschiebung, sondern in Folge der Spannung eine Einlagerung von neuen Molecularreihen und eine Verlängerung der schon vorhandenen mittelst Einschiebung von Theilchen stattfindet, so werden die Molecularreihen, welche in dem ausgebildeten Korn von dem Schichtencentrum ausstrahlen, die nämlichen sein, welche den kugeligen Anfang desselben darstellten. Der Verlauf von Radien, welche die Schichten rechtwinklig durchsetzen und in gleichen Winkeln um das Schichtencentrum vertheilt sind, können uns demnach ein Bild für die in der That enorme Ungleichheit des Wachstums auf verschiedenen Seiten geben.

Indessen entfernen sich nur die einen Körner immer mehr von der ursprünglichen Kugelgestalt; manche nähern sich derselben später wieder etwas. Die Anordnung der kleinsten Theilchen und überhaupt die Verhältnisse, welche die an bestimmten Stellen vermehrte Einlagerung bedingen, ändern sich nach und nach durch die Einlagerungen selber. Sobald aber das Flächenwachsthum der äussersten Molecularschichten so weit modificirt ist, dass seine Ungleichheit auf verschiedenen Seiten unter das Verhältniss der vorhandenen Dimensionen herabsinkt oder gänzlich aufhört, so muss es darauf hinwirken, die Differenz der Radien wieder zu vermindern. — Dass diese Erklärung die richtige sei und dass die Formveränderungen jeder Molecularschicht von Verhältnissen, die in ihr selber liegen, bedingt werden, bestätigt sich namentlich auch durch die Thatsache, dass jede für sich den nämlichen Entwicklungsprocess durchläuft; denn die jüngsten Molecularschichten um das Schichtencentrum sind immer sphärisch und die nächstfolgenden entfernen sich noch immer von der Kugelform, während die äusseren schon mehr oder weniger von ihren Abweichungen zurückgekommen sind.

Wenn die äussersten Molecularschichten gleichmässig wachsen und kugelig bleiben, so zeigt sich die negative Spannung und die Einlagerung am grössten im Mittelpunkt. Ist dagegen die Flächenausdehnung der äussersten Molecularschichten stellenweise beträchtlicher, so besteht ausser dem Maximum von Spannung und Einlagerung im Schichtencentrum, welches durch das allseitige Wachsthum bedingt wird, noch eine Steigerung ausserhalb des Schichtencentrums. Die letztere befindet sich um so näher der Oberfläche, je mehr die vermehrte Flächenausdehnung dem Raume nach beschränkt ist und je rascher der Wassergehalt von aussen nach innen hin abnimmt.

Bei den Stärkearten mit centraler kreisrund-linsenförmiger, verlängert-stielrunder und verlängert-linsenförmiger Kernmasse findet die lebhafteste Flächenausdehnung der Molecularschichten und somit auch die Einlagerung von solchen an einer mittlern Zone, oder an den beiden Enden, oder an einer mittlern Zone mit Steigerung nach zwei gegenüberstehenden Endpunkten derselben statt. Da das Wachsthum nach allen Richtungen symmetrisch ist, so bleibt das Schichtencentrum fortwährend im mathematischen Mittelpunkt, und bildet immer den Sitz der stärksten Ausdehnung und des grössten Wassergehaltes. Eine geringere Steigerung befindet sich auf den Verdickungsradien ausserhalb des Centrums. — Meistens nähert sich später die Gestalt wieder etwas der Kugel.

Bei den Stärkearten mit excentrischem Kern ist die Flächenausdehnung der vorhandenen und die Einschaltung neuer Molecularschichten auf einer Seite am lebhaftesten, auf der gegenüberliegenden am geringsten. Je grösser diese Ungleichheit ist und je länger sie andauert, desto mehr entfernt sich das Schichtencentrum von dem Schwerpunkt des Kornes. — Ueberdem zeigt das Wachsthum noch verschiedene Modificationen, indem oft nach bestimmten Längslinien, oder nach einzelnen Punkten hin, selten auf Querzonen eine Steigerung eintritt.

Die grösste Einlagerung findet hier anfänglich im Schichtencentrum statt. Je weiter dasselbe von dem Schwerpunkt sich entfernt, desto mehr fällt es ausserhalb den Bereich der stärksten negativen Spannung und der vermehrten Wassereinlagerung, desto mehr vermindert sich sein Wachsthum und desto mehr verdichtet sich die Substanz in seiner Umgebung, die wegen der excentrischen Lage von einer concentrirtern Lösung ernährt wird. Das Maximum der Einlagerung befindet sich nun zwischen dem Schichtencentrum und dem hintern Ende meistens mehr oder weniger in der Mitte des ganzen Kornes, weil daselbst in Folge des Flächenwachsthums der Schichten die Spannung am grössten und wegen der Ernährung durch eine verdünnte Lösung die Cohäsion am geringsten ist.

Wie die ungleiche Einlagerung in den ursprünglichen kugeligen Molecularschichten eine Störung in der concentrischen Anordnung veranlasst, so wird sie zuweilen auch die Ursache einer Störung in der radialen Anordnung. Wenn nämlich in zwei auf einander folgende Molecularschichten nicht in gleichem Maasse Theilchen eingeschoben werden, was von der Stellung der Theilchen selbst abhängen muss, so wird eine wenn auch äusserst geringe Verschiebung oder wenigstens in Folge von veränderten Spannungsverhältnissen eine Neigung dazu sich kundgeben. Durch Wiederholung dieses ungleichartigen Wachsthums der auf einander folgenden Molecularschichten und durch Zwischenlagerung von neuen Molecularschichten unter dem Einflusse der modificirten Spannungen, muss die Verschiebung nach und nach zu einer bemerkbaren Grösse sich ausbilden. Noch grösser wird die Störung, wenn dazu eine local vermehrte Einlagerung von Molecularschichten sich gesellt. Die beträchtlichsten Unregelmässigkeiten entstehen aber dann, wenn die

im Schichtencentrum sich neu bildenden Molecularschichten in der Anordnung ihrer Theilchen so sehr von den frühern abzuweichen, dass sie nach einer andern Seite hin eine gesteigerte Flächenausdehnung entwickeln. Aus diesen verschiedenen Störungsursachen entstehen jene Stärkekörner mit gebogenem Verdickungshalbmesser und diejenigen mit verschiedenen Schichtensystemen.

Die Verhältnisse, welche die concentrische und radiale Anordnung der Theilchen stören, können an gewissen Stellen des Kornes sich so sehr steigern, dass die Molecularkräfte der umgebenden geschichteten Substanz die neuen Einlagerungen nicht mehr zu beherrschen vermögen. Die Letztern werden nun in der nämlichen Weise geschehen, wie frei in der Zellflüssigkeit, wo die Stärkebildung ebenfalls von keinen äussern Ursachen influenzirt wird. Es bildet sich daher ein Complex von Theilchen, welcher sich concentrisch zu schichten anfängt, und der, in seiner Entwicklung einem ganzen Korn ähnlich, sich zu einem Theilkorn ausbildet. — Diese Störung tritt da am leichtesten auf, wo die Molecularschichten das grösste Bestreben äussern, sich von einander zu trennen, nämlich nahe der Peripherie innerhalb von scharfen Ecken, Kanten und Vorsprüngen, und im Schichtencentrum selbst, wo statt des einen, zwei oder mehrere neue Kerne auftreten.

Die sich entwickelnden Theilkörner schliessen sich auf der äussern Seite mit ihren Molecularschichten unmittelbar an die gemeinschaftlichen Schichten des ganzen Kornes an. Dort zeigt die Substanz dessnachen das gewöhnliche Verhalten vom Schichtencentrum des Theilkornes bis zur Oberfläche. Auf der innern Seite dagegen berühren sich die Molecularschichten des Theilkornes und diejenigen des ganzen Kornes oder die des andern Theilkornes mit ihrer convexen Seite. Die Berührungsfläche ist somit diejenige Stelle im ganzen Korn, wo die Anordnung der Theilchen in parallele Schichten die grösste Störung erlitten hat, und wo demnach bei gleicher Dichtigkeit die Cohäsion am geringsten ist. Die Spannung, welche durch das Flächenwachsthum der äussern Schichten im Innern nach gerufen wird, veranlasst daher hier eine wirkliche Unterbrechung in der Substanz. Es bildet sich auf der innern Seite des Theilkornes eine Spalte, welche bei fortdauernder Flächenausdehnung der äussern Schichten sich erweitert und allmählig sich nach aussen hin fortsetzt. Wenn die umschliessende Substanz eine geringe Mächtigkeit hat, so wird sie von der Spalte vollständig durchbrochen, was theils davon herrührt, dass in Folge des ungleichen Wachsthumes die Spannung abwechselnd auf verschiedenen Seiten sich geltend macht, theils namentlich auch davon, dass die Theilkörner stärker wachsen als die umgebenden Schichten und dass sie daher späterhin vermöge ihrer selbständigen Ausdehnung ihrerseits einen Druck ausüben und die schon vorhandene Spalte vergrössern können. — Die Spalten, die einmal sich gebildet haben, können nicht mehr mit Substanz ausgefüllt werden, aus dem nämlichen Grunde, warum keine Auflagerung an der Oberfläche stattfindet. Dagegen können bei einem dauernden bedeutenden Drucke die Wände einer Spalte wieder mit einander verwachsen, wie auch früher getrennte Körner durch die gleiche Ursache zusammenschmelzen.

Die Theilkörner stimmen in ihrem Wachsthum genau mit den einfachen Körnern überein. Ihre äussere Hälfte wird aber fortwährend von einer concentrirteren Lösung ernährt, als die innere. Ihre innere Hälfte besteht daher immer aus einer weichern Masse als die äussere, und da sie in Folge dessen auch eine geringere Cohäsion hat, so ist sie es in den excentrisch gebauten Stärkearten, welche das vermehrte Dickenwachsthum zeigt. Da die einfachen Körner dieser Stärkearten zuweilen mit dem hintern Ende an dem Protoplasma des Primordialschlauches befestigt sind, so scheint dieses wie die Stärkesubstanz in den zu-

sammengesetzten Körnern zu wirken, und entweder keine oder eine verdünntere Lösung in die Körner eintreten zu lassen, so dass ihre angeheftete Seite jedenfalls eine wasserreichere Nahrung erhält und desswegen aus einer weicheren Substanz mit geringerer Cohäsion besteht.

Die gleiche Ursache, welche die Spaltenbildung bewirkt, veranlasst auch das Zerfallen der zusammengesetzten Körner in die Bruchkörner. Da die Theilkörner selbständig für sich wachsen und daher das Bestreben haben sich abzurunden, da sie überdem auf verschiedenen Seiten ungleich ernährt werden, so müssen sich jedenfalls zwischen ihnen Spannungen geltend machen, die mehr und mehr zunehmen, und zuletzt das Zerfallen herbeiführen. Diess wird unter übrigens gleichen Umständen um so früher eintreten, je grösser einerseits die Verschiedenheit in der Ernährung zwischen den Theilkörnern selbst ist, was bei körperlichen Formen im Verhältniss zu ihrer Zahl steht, je grösser anderseits die Differenz im Wachstum zwischen den verschiedenen Seiten des gleichen Theilkorns ist, also früher bei excentrisch geschichteten Stärkearten als bei solchen mit centralem Kern.

Die Entstehung der unlöslichen Stärke können wir uns in zweierlei Art denken. Entweder wird in der Flüssigkeit lösliche Stärke (Granulose und Cellulose) gebildet, welche bei einem gewissen Concentrationsgrad sich in festem Zustande ausscheidet. Oder eine gelöste organische Substanz (Dextrin) wird unter irgend welchen Verhältnissen in unlösliche Stärke übergeführt. Es lässt sich noch nicht entscheiden, ob das eine oder andere statthat; das Letztere ist, wie ich oben gezeigt habe, fast wahrscheinlicher (Pag. 178). In beiden Fällen können wir den Moment, wenn die Umwandlung eintritt, als den Sättigungsgrad der Lösung bezeichnen. Wenn nun dieser Sättigungsgrad zum ersten Mal eintritt, so scheiden sich, wie es bei der Krystallbildung der Fall ist, da und dort feste Gebilde aus. Hat einmal die Bildung der letztern begonnen, so ist, ebenfalls wie bei der Krystallbildung, die weitere Ausscheidung räumlich bestimmt, indem jene festen Gebilde anziehend wirken und daher aus der Flüssigkeit gelöste Substanz aufnehmen, ehe der vollständige Sättigungsgrad erreicht ist.

Es sind nun 2 Möglichkeiten denkbar, und beide kommen in der Natur auch wirklich vor. Entweder ist in einer Flüssigkeit die Erzeugung von Stärke so gering, dass diese in dem Maasse, wie sie entsteht, von den schon vorhandenen Körnern angezogen und aufgenommen werden kann. Wir finden dann in einer Zelle oder in einem Gewebe bloss Körner von ungefähr gleicher Grösse und von gleichem Alter, sogar in einer Zelle nur ein einziges grosses Korn. Diese Erscheinung ist indess selten und beschränkt sich, sofern es sich um frei in der Zellflüssigkeit liegende Körner handelt, vorzüglich auf manche Samen, wo überhaupt alle Vorgänge constant und regelmässiger sind. Die Sporen von Nitella, die grossen Sporen von Pilularia und Marsilea z. B. enthalten nur Stärkekörner von annähernd gleicher Grösse. Ausserdem findet man in Wurzelstöcken z. B. von Canna nur 1 oder 2 grosse Körner in einer Zelle. — Ausserdem sind die Stärkekörner in vegetativen Zellen, wo sie in Protoplasmakörner (Bläschen) oder in formloses Protoplasma eingebettet sind, oft ziemlich genau gleich gross.

Eine zweite Möglichkeit besteht darin, dass in einer Flüssigkeit die Ursachen der Stärkebildung die Anziehung der schon vorhandenen Körner überwiegen. Die letztern nehmen zwar fortwährend Substanz auf und vergrössern sich; da aber mehr Stärke erzeugt wird, so erreicht die Lösung ihren Sättigungsgrad, und es erfolgt daher eine neue Ausscheidung als kleine Körner, welche ihrerseits ebenfalls zu wachsen anfangen. Diese Bildung von neuen Körnern neben den schon vorhandenen kann einmal eintreten, oder sie kann sich periodisch wiederholen, oder sie kann continuirlich fort-dauern; je nachdem die Flüssigkeit nach dem anfänglichen Niederschlag noch einmal oder mehrmals oder oft nach einander den Sättigungsgrad erreicht. In den Sporen von Chara finden sich grosse Körner von annähernd gleicher Grösse, daneben kleine; eine ähnliche Erscheinung nimmt man zuweilen in andern Samen z. B. in den Getreidesamen wahr. Die kleinen Körner haben dann in der Regel einen etwas andern Bau. Es ist unzweifelhaft, dass die grossen Stärkekörner das Produkt einer ersten Bildung sind, während die kleinen erst später, entweder gleichzeitig oder nach einan-

der entstanden. Zuweilen scheint es, als ob grosse, mittlere und kleine Körner in Samen vorkommen, und auf drei Perioden der Entstehung hindeuten. Die Ungleichheit des Wachstums verwischt aber leicht die Grenzen in den Grössenverhältnissen. Häufig findet man Stärkekörner von allen Dimensionen und von jeder Altersstufe neben einander, so dass zu jeder Zeit neue Körner entstanden sein müssen, so z. B. in der Kartoffel.

Im Ganzen dürfen wir vielleicht sagen, es nehme mit dem Grösserwerden der Stärkekörner in einer Flüssigkeit die Möglichkeit, dass sich neue bilden, einigermassen ab. Die Körner entziehen der nächsten Umgebung gelöste Substanztheilchen, und veranlassen daher eine Diffusionsströmung, welche ihnen die fortwährend verbrauchte Nahrung zuführt. Das grössere Korn nimmt nun nicht bloss einen grössern Raum in der Flüssigkeit ein; es wird vermöge seiner beträchtlicheren Masse auch etwas weiter durch direkte Anziehung wirken, und wegen des mit Rücksicht auf die Oberfläche stärker vermehrten Volumens auch eine etwas raschere Diffusionsströmung verursachen. Daher müssen in einer Lösung von gleicher Concentration um so weniger neue Körner entstehen, je grösser die schon vorhandenen werden.

Der Krystall ist undurchdringbar; die Vergrösserung findet durch Schichtenanlagerung auf der Aussenfläche statt. Die Substanz des Stärkekorns dagegen ist permeabel; sie nimmt in Folge dieser Eigenschaft organische Lösung auf, und lagert feste Stärke und Wasser ein. Dieses Wachstum beruht auf dem gleichen Grund wie die Einlagerung von Salzen, Farbstoffen, Proteinverbindungen in die Cellulose, wie das Färben von Membranen (Fasern) auf künstlichem Wege in denjenigen Fällen, wo der Farbstoff eindringt und nicht bloss auf die Oberfläche niedergeschlagen wird, wie ferner die Bildung von Jodgranulose (Jodstärke) und Jodcellulose.

Bei den genannten Prozessen dringen die Stoffe im gelösten Zustande in die Membranen ein, und werden durch die Anziehung der Membrantheilchen in den unlöslichen Zustand übergeführt und eingeordnet. Dann treten durch Diffusion neue Portionen von gelöster Substanz ein, und werden ebenfalls eingelagert. So kann aus einer verdünnten Lösung eine Menge von Substanz aufgenommen werden. Darin findet aber eine Verschiedenheit statt, dass in den genannten Fällen die Einlagerung fremder Stoffe nur so lange fortdauert, bis Sättigung eingetreten ist, wobei zuweilen das Vermögen, Quellungsflüssigkeit (Wasser) aufzunehmen, einigermassen sich vermindert. Beim Wachstum der Stärkekörner wird nicht bloss Stärke, sondern auch Wasser eingelagert; die Substanz ändert somit ihre physikalischen Eigenschaften nicht, und behält fortwährend das nämliche Vermögen, Stärke- und Wassertheilchen einzuordnen.

Dem Wachstum der Stärkekörner durch Intussusception wird, wie es scheint, bloss durch Erschöpfung der Mutterlauge ein Ziel gesetzt. Es ist diess eine Annahme, welche mit der Natur des Wachstumsprozesses, wie ich eben zeigte, im Einklange steht, — welche aber auch durch die thatsächlichen Erscheinungen wahrscheinlich gemacht wird. In jedem Pflanzentheile zeigen die Stärkekörner zwar ein Maximum der Dimensionen, aber keine constaute Grösse. Man findet oft in stärkehaltigen Geweben in der gleichen Zelle von den kleinsten bis zu den grössten Körnern, zuweilen aber auch nur wenige Körner, namentlich wenn dieselben sehr ansehnlich sind. Im erstern Falle sind offenbar die Körner auch einander entstanden, indem jedes so lange sich vergrösserte als es existirte. Im zweiten Falle dagegen bildeten sich bei der erstmaligen Sättigung der Stärkelösung nur wenige Körner (zuweilen nur 2 bis 4 in einer Zelle, so z. B. in den Wurzelstöcken von manchen Canna-Arten); später erreichte die Flüssigkeit nie mehr den Sättigungsgrad, und diente daher nur dazu, um die wenigen Körner zu vergrössern (dieselben können dann bei Canna eine Länge von 160 und 180 Mik. erlangen). — Wenn die Stärkekörner (einfache und zusammengesetzte) begrenztes Wachstum besässen, so müsste man in einem stärkebildenden Pflanzentheile zuletzt eine Menge ausgewachsener Körner finden, die zwar von ungleichem Alter aber ungefähr von gleicher Grösse wären, wie die Blätter an einem Baum. Man findet sie nun aber selten in dieser Art; gewöhnlich sind sie mehr den Aesten eines Baumes zu vergleichen, die alle eine ungleiche Länge zeigen. — Es versteht sich von selbst, dass wenn ich sage, die Stärkekörner seien in ihrer Vergrösserung unbegrenzt, dieser Begriff, wie überhaupt bei Pflanzenorganen, nur relativ zu verstehen ist, und nichts anders heisst, als dass die Grenze unter den vorhandenen Verhältnissen nicht oder wenigstens gewiss nur sehr selten erreicht werde.

Man wird zwar vielleicht entgegen, dass doch die Stärkekörner in den verschiedenen Pflanzenarten und den verschiedenen Organen ein sehr ungleiches Maximum der Grösse zeigen (vgl. Pag. 11 und 14). Diess beweist aber nicht, dass die einen oder andern ausgewachsen sind. Ich möchte daraus nichts anderes schliessen, als dass sie eine kürzere

oder längere Zeit ernährt wurden, und dass ihr Wachsthum langsamer oder rascher erfolgte. Wenn in einem Pflanzentheil die Stärkebildung bloss dazu verwendet wird, um wenige Körner zu vergrössern, so wird das Resultat ein ganz anderes sein, als wenn sich zahlreiche Körner bilden, von denen jedes nur sehr dürtig ernährt wird.

Fritzsche (Poggendorff's Annal. XXXII, 137) hebt die Thatsache hervor, dass in jungen Kartoffelknollen sich schon vollkommen ausgebildete Stärkekörner befinden. Diess zeigt indess bloss, dass die Zellen nicht gleichzeitig, sondern nach einander gebildet werden, und dass in jeder die Stärkebildung nur eine Zeitlang dauert: Denn in solchen Zellen, wo das Wachsthum aufgehört hat, findet man nicht etwa bloss grosse ausgewachsene Körner, sondern solche von jeder Grösse, ein Beweis, dass im gleichen Moment die Ernährung für alle aufgehört hat.

Payen (Ann. sc. nat. 1838, II, Pag. 124) glaubt, der Wachstumsprozess daure so lange, als die äussersten und ersten Schichten hinreichend dehnbar seien. Desswegen sollen die Stärkekörner in den Wurzelstücken von Canna und in Knollen von Kartoffeln, die in feuchtem Boden gewachsen sind, am grössten sein, während in Stengeln und Samen das Wachsthum wegen Wassermangel früher aufhöre. Abgesehen von andern Gründen ist es aber einleuchtend, dass die Stärkekörner in allen Pflanzengeweben zeitlebens in der Zellflüssigkeit liegen, und dass es daher gleichgültig sein muss, ob sie in mehr oder weniger saftigen Theilen sich befinden.

Ich habe aus den Structurveränderungen der Stärkekörner während ihres Wachstums nachgewiesen, dass die Zunahme der Substanz ausschliesslich im Innern geschieht, und dass eine Anlagerung neuer Schichten auf der Oberfläche überhaupt mangelt (vgl. Pag. 228). Diess scheint auch die einfache Folge der nothwendigen Voraussetzungen zu sein. Die unlösliche Stärke wird, wie das Wachsthum der Körner beweist, in der unmittelbaren Berührung mit schon festgewordener Stärke leichter gebildet, als fern von ihrem Einflusse. Daher werden zunächst die vorhandenen Körner vergrössert, und es entstehen neue Körner nur, wenn die Bedingungen für Stärkebildung im Ueberschusse vorhanden sind. Die feste Stärke ist durchdringbar; die eingedrungenen gelösten Substanztheilchen sind ringsum der Einwirkung der festen Stärketheilchen ausgesetzt. Die gelösten Substanztheilchen der umspülenden Flüssigkeit erfahren dagegen die Anziehung der festen Stärke nur von einer Seite, nämlich von der Oberfläche des Kornes her. Die Bedingungen für die Bildung fester Substanz sind also im Innern der Körner günstiger als an der äussern Fläche.

Ich habe oben aus diosmotischen Erscheinungen von Pflanzenzellmembranen den Schluss gezogen, dass die in der chemischen Zusammensetzung analogen Stärkekörner aus einer Zuckerlösung mehr Wasser und weniger Substanz aufnehmen (vgl. Pag. 196). Es ist wahrscheinlich, dass auch die Lösungen anderer Kohlenhydrate sich gleich verhalten. Dann wäre die das Stärkekorn durchdringende Mutterlauge etwas weniger concentrirt als die umspülende. Diess ändert indess am Resultat nichts; da innerhalb der festen Substanz die Bedingungen für die Stärkebildung schneller erfüllt sind als an der Oberfläche derselben und daher die Einlagerung bei einer bestimmten Concentration erfolgt, während bei einer beträchtlich stärkern die Auflagerung noch unmöglich ist.

Damit stimmt auch die Einwirkung von Cellulose und Stärke auf fremde Stoffe (Salze, Farbstoffe, Proteinkörper, Jod), die in der Flüssigkeit gelöst sind, überein. Die letztern werden auch nicht auf die Oberfläche niedergeschlagen, sondern aufgenommen und im Innern in den ungelösten Zustand übergeführt.

Das Wachsthum der Stärkekörner zeigt einige Analogie mit dem Aufquellen durch verdünnte Säuren und alkalische Lösungen. Im einen Fall wird unlösliche Stärke und Wasser eingelagert, im andern wird Wasser und Säure oder Alkali aufgenommen. In beiden Fällen hat die Substanz des Kornes eine überwiegende (chemische) Verwandtschaft zu den einzulagernden Stoffen. — Beide Prozesse stimmen in gewisser Beziehung mit einander überein. Das Wachsthum ist in der innern Substanz viel beträchtlicher als in den äussern Schichten; ebenso quillt jene durch Säuren und Alkalien rascher auf und wird schneller gelöst, als diese. Die äussern Schichten wachsen fast ausschliesslich in die Fläche, und fast gar nicht in die Dicke; das gleiche findet beim Aufquellen wenigstens während längerer Zeit statt. Die innere Substanz wächst in allen Dimensionen gleich sehr, zuweilen etwas stärker in der radialen Richtung, wodurch strahlenförmige

Risse entstehen; in dieser Richtung werden mehr Stärketheilchen als in den tangentialen Dimensionen eingelagert, Säuren und Alkalien machen die innere Substanz ebenfalls in allen Richtungen, doch vorwiegend in radialer, aufquellen.

Diese Uebereinstimmung macht es wahrscheinlich, dass beide Erscheinungen, Wachstum und Aufquellen, in gleicher Weise wirken, dass bei beiden die kleinsten Theilchen durch zwischentretende Substanz oder Lösung von einander entfernt werden. — Uebrigens ist der Quellungsprocess gerade das Gegentheil von dem Wachstum; jener desorganisiert die feste Substanz, und verwandelt sie in eine Lösung; dieses organisirt aus der Lösung die feste Substanz.

Die Erscheinungen des Wachstums wie des Aufquellens sind, wie ich glaube, nur durch eine bestimmte Anordnung der kleinsten Theilchen erklärbar, und diese Anordnung, abgesehen von jeder Theorie über die Molecularconstitution, wird durch folgende Betrachtung wahrscheinlich gemacht. Die kleinsten und jüngsten Stärkekörner erscheinen alle kugelig. Sie sind dadurch von den Krystallen verschieden. Diese sphärische Gestalt beweist, dass bei der Entstehung jener, nicht wie bei diesen einzelne Achsen und bestimmte Richtungen bevorzugt, sondern dass alle Radien einander gleich sind, — dass die Bildungskräfte concentrisch wirken. — Die kugeligen Körner sind wenigstens in den meisten Fällen ringsum von der ernährenden Flüssigkeit umgeben; und die Einflüsse, welche die Einlagerung bedingen, somit gleichmässig über die ganze äussere Fläche vertheilt. Es müssen daher, wenn Ungleichheiten in der Ernährung vorkommen, diese zunächst und vorzugsweise durch die Entfernung von der Oberfläche bedingt werden, also ebenfalls in concentrischen Lagen sich geltend machen. Dem entsprechend behalten die Körner wenigstens bis auf eine gewisse Grösse ihre Kugelgestalt, und die Differenzirung der Substanz geschieht in Schichten, welche die Gestalt von Kugelschalen und das Centrum des Kornes zum gemeinsamen Mittelpunkt haben.

Es ist nun aber wahrscheinlich, dass die Substanz nicht nur, so weit es das zusammengesetzte Microscop zeigt, concentrisch geschichtet ist; sondern dass in den Schichten selbst die kleinsten Theilchen eine gleiche Anordnung zeigen. Diess wird bewiesen durch die Natur der bestimmenden Ursachen. Da dieselben von der Oberfläche aus einwirken, und alle Punkte in gleicher Entfernung die nämliche, alle Punkte in ungleicher Entfernung aber eine andere materielle Einwirkung erfahren, so muss auch die innere Structur, wenigstens so lange das Korn kugelig ist, streng concentrisch sein. — Dafür sprechen indess auch die Veränderungen, welche während des Wachstums in der Substanz sichtbar werden.

Wir haben früher gesehen, dass eine Schicht sich wiederholt spalten kann und dass diese Spaltungen immer mit der Fläche genau parallel gehen, so wie ferner, dass der Kern sich ein- oder mehrmals concentrisch theilt. Stärkesubstanz von 1 Mik. Mill. im Halbmesser (der Radius eines jungen kugeligen Kornes von 2 Mik. Grösse) kann durch Aufnahme von Substanz um das Hundertfache im Durchmesser zunehmen und sich dabei in 80 und 100 sichtbare Schichten theilen, welche alle vollkommen parallele Flächen und bei den stärksten Vergrösserungen nicht die geringsten Unebenheiten und Ungleichheiten zeigen (so z. B. bei den Stärkekörnern im Wurzelstock von *Canna*). Diese Erscheinung erklärt sich auf natürliche und ungezwungene Art nur durch die Annahme, dass die kleinsten Theilchen in den Schichten selbst schichtenweise, in den kugeligen Körnern also in concentrischen Lagen angeordnet seien.

Man möchte indess die Ursache für die regelmässige Spaltung vielleicht auch in einer flächenförmigen Einwirkung von Kräften suchen, wobei die kleinsten Theile in einer beliebigen Art gelagert sein könnten. Diese flächenförmige Einwirkung könnte nur von der Oberfläche aus gedacht werden. Daraus wäre wohl die Structur aller Körner, deren Schichtung mit der Oberfläche parallel läuft (der kugeligen Körner, sowie der meisten Körner mit centralem, linsenförmigem und länglichem Kern) erklärbar, — nicht aber die Structur aller Körner, deren Schichtung nicht mit der Oberfläche parallel ist, namentlich derjenigen, bei denen die Schichten an den einen Stellen die Oberfläche unter einem spitzen oder rechten Winkel berühren (Taf. XIV, XV, XVII). Diese Thatsache beweist, dass obgleich die ernährenden Einflüsse fortwährend von aussen gleichmässig und strahlenförmig auf die Substanz des Kornes einzuwirken streben, dennoch die einmal vorhandene Structur allein die Spaltung der Schichten bedingt. Wir können daher die Ursache des blättrigen Baues nur in der Anordnung der kleinsten Theilchen finden, die schon in dem kleinen kugeligen Korn vorhanden ist und in demselben die Anlage für die hundert Schichten darstellt, in welche dessen Substanz nach und nach zerfallen kann. Wenn daher auch die Einwirkung der ernährenden Ursachen von der Oberfläche die ursprüngliche An-

lage als Kugel mit concentrischer Anordnung bedingt, so hängt, wenn einmal darin eine Störung stattgefunden hat, die weitere Entwicklung vorzugewisse von der neuen Anordnung der Theilchen ab. — Ich will die supponirten Schichten kleinster Theilchen fortan immer als Molecularschichten von den dem bewaffneten Auge sichtbaren Schichten unterscheiden.

Ausser der concentrischen müssen die kleinsten Theilchen auch eine radiale Anordnung zeigen. Diess wird schon wahrscheinlich durch die Risse, welche sich unter verschiedenen Verhältnissen (beim Austrocknen, beim Aufquellen und zuweilen beim Wachstumsprocess) bilden, und welche immer einen strahlenförmigen Verlauf zeigen und zwar so, dass sie die Schichten senkrecht durchbrechen. Noch mehr spricht dafür eine zarte radiale Streifung, die man, zwar selten, an aufgequollenen Körnern beobachtet; für die Tapiocca habe ich es oben (Pag. 62) erwähnt; an Kartoffelstärke sah ich es seitdem ebenfalls.

Nothwendig aber wird die Annahme durch die Betrachtung, dass das Stärkekorn in einer Flüssigkeit sich entwickelt und also durch keine äussern mechanischen Ursachen bedingt wird, — dass die Einlagerung der Molecularschichten zwischen die schon vorhandenen nach irgend welchen Molecularkräften erfolgt, und dass der nämliche Process sich fortwährend wiederholt, — dass somit, wenn auch einmal die Stellung der Theilchen zweier Schichten ohne Beziehung wäre, doch in den eingeschobenen Schichten sich nach und nach eine Regelmässigkeit ausbilden müsste. — Welcher Natur diese radiale Anordnung sei, lässt sich nicht bestimmen, ist auch vorderhand gleichgültig, mögen es gerade oder schiefe sich kreuzende Molecularreihen sein. Nur so viel ist sicher, dass die radialen Reihen vom Schichtencentrum bis zur Oberfläche an Zahl zunehmen müssen, in entsprechendem Verhältniss wie die Fläche der Schichten sich vergrössert.

Die ganze Theorie des Wachstums beruht auf zwei Voraussetzungen, erstlich dass neue Theilchen da eingelagert werden, wo die geringern mechanischen Widerstände zu überwinden sind, zweitens dass, wie eben bemerkt wurde, die Anordnung der neu eingelagerten Theilchen durch die Stellungsverhältnisse der schon vorhandenen bedingt wird. Beides ist schon an und für sich wahrscheinlich. Wegen der geringen Dehnbarkeit der Stärke sind wir zu der Behauptung berechtigt, dass die kleinsten Theilchen jeder Verschiebung sowohl in radialer als in tangentialer Richtung einem bedeutenden Widerstand entgegensetzen. Wenn also irgend eine Spannung zwischen den kleinsten Theilchen entstanden ist, so wird sie sich nicht dadurch geltend machen, dass dieselben ihre relative Lage verändern, sondern dadurch, dass in die expandirten Räume Flüssigkeit und Substanz eingelagert wird; wodurch auch schon gesagt ist, dass die Einordnung von der bereits gegebenen Structur bedingt wird.

Alle Wachstumserscheinungen bestätigen diess. Wenn z. B. in einem Bläschen oder in einer Zelle zwei oder mehrere Stärkekörner an einander stossen und einen gegenseitigen Druck ausüben, so platten sie sich, wegen der geringen Dehnbarkeit der Substanz, zunächst fast gar nicht ab. Dagegen werden mit dem Wachstum der Körner die Stellen, auf welche der Druck wirkt, nach und nach eben, und diess, wie die Schichtung später deutlich zeigt, in Folge geringerer Ernährung. Es ist diess ein Beweis dafür, dass da, wo mechanischer Druck eine positive Spannung bewirkt, entsprechend diesem Widerstande eine geringere Menge von Substanz eingelagert wird.

Um ein anderes Beispiel anzuführen, so geschieht das Wachstum der Stärkekörner, wie wir früher gesehen haben, an verschiedenen Stellen und in verschiedenen Richtungen, in sehr ungleichem Maasse. Bei der geringen Dehnbarkeit der Substanz müssten daraus Risse und Lücken erfolgen, wenn nicht überall da, wo die kleinsten Theilchen aus einander gezogen werden, zwischen denselben neue Theilchen eingelagert würden, und wenn nicht andererseits überall da, wo die Substanz von benachbarten Theilen einen Druck erfährt, die Einlagerung unterbliebe. — Auf diese Weise geschieht es, dass Risse nie in Folge des normalen Wachstumsprocesses entstehen.

Ich habe früher nachgewiesen, dass das Wachstum in einer Region des Stärkekorns um so lebhafter ist, je grösser der Wasserreichthum. Diess rührt, wie sich aus den später folgenden Erörterungen ergeben wird, daher, dass die weichere Substanz weniger Cohäsion besitzt als die dichtere, somit einer negativen Spannung weniger Widerstand leistet, und desswegen auch leichter die Einlagerung neuer Molecüle gestattet.

Dass die kleinsten Theilchen, welche neu in die Substanz eingelagert werden, die gleiche Anordnung zeigen, wie die vorher schon vorhandenen, ergibt sich schon aus den Gründen, welche für das Vorhandensein von concentrischen Molecularschichten angeführt wurden. Die fortwährende Spaltung der Substanz nach parallelen Flächen, deren Richtung von der Oberfläche oft ganz unabhängig ist, beweist, dass die neuen Theilchen immer ebenfalls in Schichten angeordnet werden. Aber auch die Abweichungen von der Anordnung in parallele Flächen sprechen dafür. Denn diese Abweichungen, welche in den einfachen Körnern mit verschiedenen Schichtensystemen oft so auffallend sind, beginnen immer damit, dass an einer Stelle eine quantitativ vermehrte Einlagerung statthat, die aber genau der vorhandenen Molecular-anordnung entspricht. Diese Anlage wird durch fortdauernde, gesteigerte Substanzaufnahme weiter entwickelt, wobei die kleinsten Theilchen immer als Schichten zwischen die schon vorhandenen eintreten; die ganze Schichtung kann aber, weil sie in andern Verhältnissen gewachsen ist, zuletzt eine ganz andere Lage annehmen als die angrenzende Schichtung. — Besonders schön sehen wir diess auch an den halbzusammengesetzten Körnern, wo jedes Theilkorn sowie die gemeinsame Hülle gemäss seiner Structur sich weiter entwickelt.

Die Stärkekörner beginnen für unser bewaffnetes Auge als kleine Kugeln von 1—2 Mik. Durchmesser, welche meistens bis sie eine Grösse von 4,5 und 6 Mik. erreicht haben, aus einer homogenen dichten Substanz zu bestehen scheinen. Nach dem vorhin Gesagten müssen wir annehmen, dass ihre kleinsten Theilchen in concentrische Schichten geordnet sind. Die eindringende Lösung wird schon in den äussersten Molecularschichten einen Theil der Substanz in festem Zustande und zugleich etwas Wasser einlagern, und zwar wird es in den tangentialen Richtungen geschehen. Die Nothwendigkeit dieser Annahme ergibt sich aus der Thatsache, dass die äusserste Rinde des Stärkekorns fast nur in die Fläche und nicht in die Dicke wächst. Der Grund davon lässt sich erst durch die Annahme einer bestimmten Molecularconstitution darthun, wie ich später zeigen werde. Er besteht im Wesentlichen darin, dass leichter einzelne Theilchen in eine Molecularschicht eingeschoben werden, als dass solche einzelne Theilchen zwischen 2 Schichten sich einlagern. Im letztern Falle sind nämlich die Widerstände grösser, weil dabei die Molecularschichten auf eine Strecke weit aus einander weichen, und somit ihre Adhäsion überwunden werden muss. Dazu kommt, dass, wie aus der Rissebildung im Stärkekorn hervorgeht (vgl. Pag. 59), in radialer Richtung der Wassergehalt geringer und die Cohäsion grösser ist als in tangentialer Richtung.

Die eindringende Lösung veranlasst also in den äussersten Schichten der kleinsten Theilchen ein Flächenwachsthum. In Folge dessen haben diese Schichten das Bestreben sich auszudehnen; sie sind aber mit den innern durch Adhäsion verbunden, und wirken mechanisch auf dieselben. Es müssen demnach in Folge des Ernährungsprocesses die äussersten Molecularschichten in einer positiven, alle innern in einer negativen Spannung sich befinden; jene müssen comprimirt, diese expandirt sein. Die ernährende Flüssigkeit wird daher vorerst keine Substanz mehr an die äussersten Molecularschichten abgeben, sondern angezogen von der in negativer Spannung befindlichen Masse, von Schicht zu Schicht weiter nach innen vordringen und in jeder feste Substanz, zugleich aber auch Wasser einlagern. Durch diese Einlagerung hört vorerst die negative Spannung in jeder einzelnen Molecularschicht auf, und hat das Bestreben, in positive Spannung überzugehen. In Folge dessen vermindert sich natürlich die positive Spannung der äussern Molecularschichten, und es wird in ihnen das Flächenwachsthum durch neu eindringende Lösung wieder möglich.

Wenn nun die Voraussetzung richtig ist, dass die Schichten von kleinsten Theilchen das Bestreben zeigen, zunächst und vorzugsweise in die Fläche zu wachsen, so müssen durch die von aussen eintretende und Substanz einlagernde Flüssigkeit alle diese Schichten sich in einer Spannung befinden und zwar jede Schicht mit Rücksicht auf die nächst innere in positiver, mit Rücksicht auf die nächst äussere in negativer Spannung. Oder wir können auch sagen, die äussern Molecularschichten befinden sich in positiver Spannung, welche in der äussersten am grössten ist, nach innen hin abnimmt, und in einer mittlern Schicht Null wird; die innern Molecularschichten dagegen befinden sich in negativer Spannung, welche von jener mittlern indifferenten Schicht aus bis zum Schichtencentrum sich vermehrt.

Je concentrirter die ernährende Flüssigkeit, desto leichter lagert sie feste Stärke ein, desto lebhafter das Wachsthum, und desto grösser die Spannung in den einzelnen Molecularschichten. Die von aussen eintretende und nach dem

Centrum vordringende Lösung gibt Schritt für Schritt feste Stärke und Wasser, aber natürlich mit Rücksicht auf das Lösungsverhältnisse mehr Stärke als Wasser an die einzelnen Molecularschichten ab. Sie muss daher, je weiter nach innen, um so verdünnter werden; und ihr Bestreben, feste Substanz einzulagern, muss sich vermindern. Die äusseren Schichten erfahren also nicht bloss die Einwirkung einer grösseren Menge von Lösung, welche sie zuerst trifft und welche alle durch sie hindurchgeht, sondern sie erhalten auch eine concentrirtere Lösung als die innere Substanz. Diese Ursache muss die Differenz der Spannung zwischen den äussersten und innersten Molecularschichten vermehren.

Ich habe eben angenommen, dass die Ernährung der Molecularschichten immer aussen beginne und nach innen hin fortschreite, und daraus eine zwischen denselben bestehende Spannung abgeleitet. Diese Ursache wird immerhin in grösserm oder geringerm Maasse die angedeutete Wirkung haben. Indessen muss auch ohne sie schon eine bedeutende Spannung sich zwischen den Schichten kundgeben. Denken wir uns ein aus concentrischen Molecularschichten bestehendes Stärkekorn, in welchem alle Theile die gleichen Molecularkräfte besitzen; dieses Korn werde momentan von Nahrungsflüssigkeit durchdrungen, und es nehmen alle einzelnen Schichten in einer gegebenen Zeit ein gleiches Maass von Substanz auf, wachsen also um einen gleichen Quotienten in die Fläche. Die Radien zweier successiver Schichten d. h. ihrer Mittelflächen sind R und $R + D$, wenn D die Dicke jeder einzelnen Schicht und somit auch den Abstand der Mittelflächen ausdrückt. Die Mittelflächen selbst betragen $4R^2\pi$ und $4(R + D)^2\pi$. Jede wächst um $\frac{1}{a}$; die innere also von $4R^2\pi$ auf $4R^2\pi + \frac{4R^2\pi}{a} = 4R^2\pi \left(1 + \frac{1}{a}\right)$; die äussere wächst von $4(R + D)^2\pi$ auf $4(R + D)^2\pi + \frac{4(R + D)^2\pi}{a} = 4(R + D)^2\pi \left(1 + \frac{1}{a}\right)$. Die Radien verlängern sich demnach von R auf $R\sqrt{1 + \frac{1}{a}}$, und von $R + D$ auf $(R + D)\sqrt{1 + \frac{1}{a}} = R\sqrt{1 + \frac{1}{a}} + D\sqrt{1 + \frac{1}{a}}$; d. h. 2 sich berührende Molecularschichten, welche eine gleichmässige Einlagerung erfahren, trennen sich von einander, wenn sie ungehindert wachsen können; denn ursprünglich betrug der Abstand der Mittelflächen D , jetzt $D\sqrt{1 + \frac{1}{a}}$; ursprünglich war die Entfernung der Grenzflächen 0, jetzt $D\sqrt{1 + \frac{1}{a}} - D = D\left(\sqrt{1 + \frac{1}{a}} - 1\right)$. Dieses Bestreben zweier Molecularschichten sich von einander zu trennen ist das nämliche im ganzen Korn. Da es wegen der Adhäsion nicht realisiert werden kann, so muss es sich als Spannung geltend machen. Von 2 Schichten, unabhängig von allen übrigen betrachtet, ist daher die äussere in positiver, die innere in negativer Spannung. An einer Kugel aber, wo vom Centrum bis zur Peripherie die Schichten sich mit Rücksicht auf Wachstum gleich verhalten, müssen alle äussern sich in positiver, alle innern in negativer Spannung befinden. Dieser Gegensatz wird durch das früher erwähnte Moment, nämlich die Ernährung von aussen nach innen, gesteigert.

Die Flächenausdehnung der Molecularschichten, welche in den jungen und kleinen Körnern die genannten Spannungen bewirkt, muss nun, so lange das Wachstum der Körner überhaupt dauert, in gleicher Weise wirksam bleiben, weil der geschichtete Bau fortwährend der nämliche ist.

Die Annahme, dass in einem frischen (mit Wasser durchdrungenen) Stärkekorn die äusseren Molecularschichten sich in positiver, die innern in negativer Spannung befinden, dass also die äussern das Bestreben haben sich auszudehnen, die innern sich zusammenzuziehen, ist aber nicht bloss eine durch die Theorie geforderte Annahme, sondern auch eine durch die Erfahrung bewiesene Thatsache. Wenn man Stärkekörner austrocknen lässt, so treten im Innern häufig radiale Risse auf. Durch dieselben wird es der Substanz beim Wiederbefeuchten möglich, ihrer Neigung in bestimmten Richtungen sich auszudehnen, eher Folge zu leisten als im unveränderten Zustande. Die Aufnahme von Wasser bewirkt nun ein so starkes Flächenwachstum der äussern (nicht von den Rissen durchbrochenen) Molecularschichten, dass die strahlenförmigen Risse und die centrale Höhlung viel grösser werden als sie es nach dem Austrocknen waren. — Wenn man ferner scheibeförmige Durchschnitte von Körnern anfertigt, so werden dieselben, weil die äusseren Molecularschichten

beträchtlich in die Fläche sich ausdehnen, verbogen, wellenförmig oder gedreht, und ausserdem giebt sich die übermässige Flächenausdehnung der äussersten Schichten noch durch eigenthümliche Erscheinungen kund, von denen ich oben gesprochen habe (vgl. Pag. 63—64).

Wenn nun, wie aus dem Vorhergehenden erhellt, die Molecularschichten eines Kornes alle sich in Spannung befinden, so fragt es sich, wo findet am leichtesten Trennung und somit Einlagerung neuer Molecularschichten statt. Erfolgte diese Trennung an der Peripherie mit grösserer oder nur mit gleicher Leichtigkeit als weiter nach innen, so wäre kein Grund vorhanden, warum nicht die ganze Menge der eindringenden Lösung dazu verwendet würde, die äussersten Molecularschichten zu vergrössern und neue dazwischen einzuschieben. Die Erscheinungen, welche das Wachstum darbietet, fordern die Annahme, dass die Schichten sich um so leichter von einander trennen, je näher sie sich dem Mittelpunkt befinden. Die Richtigkeit davon lässt sich indess leicht beweisen.

Denken wir uns einmal alle Bedingungen in den verschiedenen Molecularschichten gleich, nämlich eine gleiche Dichtigkeit der Substanz, gleiche Grösse und Entfernung der Molecüle, und ein in gleichem Verhältniss erfolgendes Flächenwachstum. Wir haben nun zwei Probleme zu lösen, erstlich das Verhältniss zu bestimmen, in welchem an einer Kugelschale Flächenkraft und radiale Kraft, die sich das Gleichgewicht halten, zu einander stehen, zweitens, wie gross die Spannung in zwei sich berührenden Kugelschalen ist, die eine gleiche Flächenausdehnung erfahren und die sich nicht von einander trennen können; aus beiden Resultaten lässt sich dann die Kraft bestimmen, mit welcher zwei solcher Schalen sich von einander trennen wollen.

In der nebenstehenden Figur seien p , o , p_1 kleinste Theilchen oder Punkte, die in dem grössten Kreis einer Kugelschale liegen, und p_0 sei gleich p_1o . Diese Punkte haben, in Folge irgend einer Ursache (Erwärmung bei Metall, Wachstum bei Stärke), das Bestreben sich von einander zu entfernen und dadurch die Kugelfläche zu vergrössern. Diese nahezu in der Richtung der Tangente (wenn der Abstand op sehr klein ist) oder vielmehr in der Richtung einer Sehne wirkende Kraft sei K , und ihre Grösse werde durch die Linie ou ausgedrückt. Nach dem Parallelogramm der Kräfte ist $k + k_1$ die resultirende von $K + K_1$, oder da $K_1 = K$ angenommen wurde, k die aus K resultirende radiale Kraft. Das Verhältniss zwischen heiden ist durch die Gleichung $k = K \sin B$ gegeben.

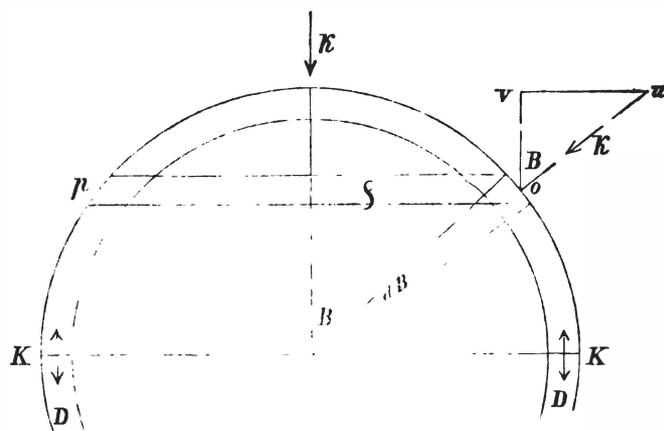
Für zwei Kugelflächen von ungleichem Radius (R_m und R_n) hat man bei gleichem Abstand der Punkte p und o und bei gleicher Grösse von K die Gleichungen $k_m = K \sin B_m$ und $k_n = K \sin B_n$; und es verhält sich $k_m : k_n$ wie $K \sin B_m : K \sin B_n$ oder wie $\sin B_m : \sin B_n$. Nach der Annahme ist op in den beiden Kugelflächen gleich; $\frac{1}{2}op$ ist aber $R_m \sin B_m$ im einen und $R_n \sin B_n$ im andern Falle, also $R_m \sin B_m = R_n \sin B_n$. Wenn in der Proportion $k_m : k_n = \sin B_m : \sin B_n$ die beiden letzten Glieder durch den gleichen Werth getheilt werden, so haben wir $k_m : k_n = \frac{\sin B_m}{R_m \sin B_m} : \frac{\sin B_n}{R_n \sin B_n}$, und somit $k_m : k_n = \frac{1}{R_m} : \frac{1}{R_n}$, d. h. wenn in ungleich grossen Kugelschalen zwischen je 2 Punkten gleicher Entfernung die Flächenkräfte gleich gross sind, so verhalten sich die daraus resultirenden Radialkräfte umgekehrt wie die Radien.

Diese Betrachtung setzt voraus, dass die Kugelschale aus kleinsten Theilchen besteht oder wenigstens in Punkte zerlegt werden kann, zwischen denen die Kräfte thätig sind, dass also die Kugel eigentlich ein Polyeder und ein grösster Kreis derselben ein Polygon mit sehr vielen Ecken ist. Die Richtigkeit dieser Auffassung bedarf keiner weitern Begründung. Die ganze in einem Ring oder in einer Kugelschale thätige Kraft kann also als eine Summe von vielen Kräften betrachtet werden, die alle in der Richtung von Sehnen wirken. — Ich habe vorhin angenommen, dass auf einen Punkt 2 Kräfte von gleicher Stärke und unter einem gleichen Winkel zur Tangente wirken, und dadurch eine resultirende Radialkraft von bestimmter Stärke erzeugen. Indessen gilt das Nämliche von einem beliebigen einzelnen

Element der Flächenkräfte. Es sei op ein solches Element, und ou bezeichne seine Stärke, so ist k die radiale Komponente; und $k = K \sin B$ hat also allgemeine Gültigkeit. Nun ist aber $\frac{1}{2}op = R \sin B$, und $\sin B = \frac{\frac{1}{2}op}{R}$; also $k = \frac{K}{R} \cdot \frac{op}{2}$. Die radiale Kraft, die von einem Element der Flächenkräfte erzeugt wird, ist gleich dem letztern, multipliziert mit der halben Entfernung seiner Angriffspunkte, und getheilt durch den Radius. Die radialen Kräfte verhalten sich also unter übrigens gleichen Verhältnissen umgekehrt wie die Radien.

Jedes Element der Flächenkräfte setzt sich in eine radial wirkende Kraft (k) um, die gleich ist $\frac{K}{R} \cdot \frac{op}{2}$. Ein Punkt oder ein materielles Theilchen einer sich ausdehnenden Kugelschale erfährt aber nicht bloss Abstossung von einem, sondern von verschiedenen oder vielen Punkten, die nach allen Seiten vertheilt sind. Diese in der Richtung von Sehnen wirkenden Kräfte werden sämmtlich auf gleiche Weise in radiale übertragen. Alle, einen Punkt der Kugelschale im Sinne des Radius nach aussen treibenden Kräfte bilden daher eine Summe, $k_1 + k_2 + \dots + k_n$, welche gleich ist der Summe $(K_1\omega_1 + K_2\omega_2 + \dots + K_n\omega_n) \frac{1}{R}$, wo $\omega = \frac{op}{2}$. Wir können also ganz allgemein sagen, dass jeder materielle Punkt, oder wenn wir in gleicher Weise mehrere materielle Punkte zu einer Flächeneinheit summiren, auch jede Flächeneinheit in zwei Kugelschalen mit gleicher Flächenausdehnung aber von ungleichem Radius eine radiale Kraft entwickelt, welche der Länge des Radius umgekehrt proportional ist.

Man kann das gleiche Resultat auch auf andern Wege ableiten. Ich führe noch einen zweiten Beweis auf, theils



zur Bestätigung, theils weil er unabhängig von der Annahme bestimmt gelagerter kleinster Theilchen ist. In der Kugelschale der nebenstehenden Zeichnung sei D die Dicke, R der Radius, K die tangentiale oder Flächenkraft, die in jedem Punkte wirkt, k eine Kraft, die von aussen auf jeden Punkt der Kugelschale natürlich im Sinne des verlängerten Radius drückt. Die Summe aller Flächenkräfte, die in einem grössten Kreis (K) thätig sind, beträgt $2R\pi KD$; sie muss dem Drucke, welcher auf eine Hemisphäre ausgeübt wird, das Gleichgewicht halten. Dieser Druck ist aber $2R^2\pi k$, wenn man sich alle Elemente desselben addirt denkt.

Betrachten wir den Druck, der auf eine unendlich schmale Kugelzone (op) wirkt. Ihr Radius ist $\rho = R \sin B$. Ihre Breite wird durch den Bogen bezeichnet, welcher zwischen den Schenkeln des Winkels dB (Differential von Winkel B) liegt, ist also gleich $R dB$ (da der Bogen das Produkt aus dem Centrumwinkel und dem Radius ist). Die Fläche der Kugelzone beträgt somit $2\rho\pi l$ (wenn l die Breite ist) $= 2R \sin B \pi R dB = 2R^2\pi \sin B dB$, und der gesammte Druck auf dieselbe $k 2R^2\pi \sin B dB$. — k , dessen Grösse durch ou ausgedrückt wird, kann in die beiden Componenten uv und ov zerlegt werden, von denen bloss ov in Betracht kommt: es drückt die Kraft aus, mit welcher k der tangentialen oder Flächenkraft K am grössten Kreis der Kugelschale entgegenwirkt. ov ist $k \cos B$; der Druck, welcher in der genannten Kugelzone senkrecht auf die Fläche des grössten Kreises wirksam ist, beträgt also (wenn in der obigen Formel für k der Werth $k \cos B$ gesetzt wird) $k 2R^2\pi \sin B \cos B dB = k 2R^2\pi \sin B d \sin B$ (nach der Formel $\cos x dx = d \sin x$). Das Integral dieses Ausdruckes $\int k 2R^2\pi \sin B d \sin B = k 2R^2\pi \int \sin B d \sin B$ zwischen den Grenzen $\sin B = 1$ und $\sin B = 0$ giebt den Druck der ganzen Halbkugel, insofern derselbe rechtwinklig zum grössten Kreis wirkt. $\int \sin B d \sin B = \frac{\sin^2 B}{2}$ (nach der Formel

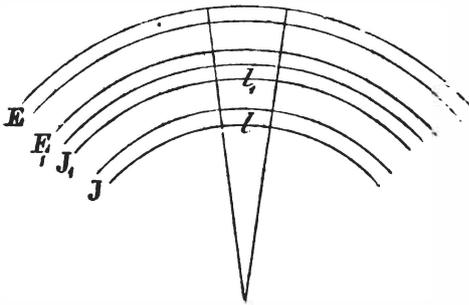
$\int x \, dx = \frac{x^2}{2}$); durch Integration zwischen den angeführten Werthen erhält man $\frac{\sin^2 90^\circ - \sin^2 0}{2} = \frac{1 - 0}{2} = \frac{1}{2}$; und der ganze Werth ist $k2R^2\pi \cdot \frac{1}{2} = kR^2\pi$. Von dem Gesamtdruck, der auf die Halbkugel stattfindet und der $2R^2\pi k$ beträgt, wirkt nur die Hälfte $R^2\pi k$ senkrecht auf den Umfang, und hält der daselbst wirkenden Flächenkraft, welche nach der obigen Berechnung $2R\pi KD$ ist, das Gleichgewicht. Man hat demnach die Gleichung $kR^2\pi = 2R\pi KD$, also $k = \frac{2KD}{R}$; d. h. die radiale Kraft, welche einer tangentialen oder Flächenkraft in Hohlkugeln von gleicher Dicke und gleicher Beschaffenheit aber von ungleichen Halbmessern das Gleichgewicht hält, steht im umgekehrten Verhältniss zu der Länge der Radien.

Dieses Resultat beruht darauf, dass ein Druck, der auf alle Punkte einer Halbkugel wirkt, in seinem Effekt auf die Grundfläche gleich ist dem Druck auf diese Grundfläche selber (also πR^2). Das gleiche Resultat erhält man, wenn man das Verhältniss der Flächenkraft zur radialen Kraft für eine beliebige Kugelcalotte berechnet. Die Gleichung $k = \frac{2KD}{R}$ oder $K = \frac{kR}{2D}$ gilt also allgemein für die Flächeneinheit einer Kugelschale.

In einem kreisrunden Gürtel oder in einem Cylindermantel sind die Beziehungen ganz ähnlich. Die vorstehende Figur stelle den Querschnitt durch einen Cylindermantel dar, so müssen $KDL + KDL$ oder $2KDL$ (wo D die Dicke, L die Länge des Cylindermantels bezeichnet) das Gleichgewicht halten dem Drucke welcher auf die Oberfläche des halben Cylinders ausgeübt wird. — Der ganze Druck auf ein Cylindersegment von unendlich geringer Breite ist $kLR \, dB$. Berücksichtigen wir nur die Componente, welche antagonistisch zu K wirkt, so ist dieselbe $k \cos B$, und die ganze in dem Cylindersegment thätige Kraft beträgt $kLR \cos B \, dB$, in der Cylinderhälfte aber $2kLR \int \cos B \, dB = 2kLR \int \sin B = 2kLR$ (nach Integration von $\int d\sin B$ zwischen den Grenzen $\sin B = 0$ und $\sin B = 1$). Also ist $2KDL = 2kLR$ oder $K = \frac{kR}{D}$ und $k = \frac{KD}{R}$. Das Verhältniss zwischen radialer und Flächenkraft ist also im Cylindermantel das nämliche, wie in der Kugelschale; bei gleicher Flächenkraft steht die derselben das Gleichgewicht haltende Radialkraft im umgekehrten Verhältniss zur Länge der Radien; nur bedarf es für den Cylindermantel einer doppelt so grossen radialen Kraft als für die Kugelschale.

Das zweite Problem besteht darin, zu ermitteln, welche Spannung zwei sich berührende gleiche Kugelschalen, die eine gleiche Flächenausdehnung erfahren, zeigen, und mit welcher Kraft sie sich von einander trennen wollen. Die Halbmesser der Mittelflächen dieser beiden Kugelschalen seien ursprünglich R und $R + D$, wenn D die Dicke jeder derselben und somit die Entfernung der Mitte der einen bis zur Mitte der andern bezeichnet. Ihre Flächen (d. h. die Mittelflächen) sind $4R^2\pi$ und $4(R + D)^2\pi$. Dieselben erfahren eine gleiche Ausdehnung; der Wachsthumcoefficient sei $\frac{1}{a}$. Wenn sie ohne Hinderniss wachsen können, so beträgt der Flächeninhalt der innern $4R^2\pi + \frac{4R^2\pi}{a} = 4R^2\pi \left(1 + \frac{1}{a}\right)$, der äussern $4(R + D)^2\pi + \frac{4(R + D)^2\pi}{a} = 4(R + D)^2\pi \left(1 + \frac{1}{a}\right)$, und die Radien haben von R auf $R\sqrt{1 + \frac{1}{a}}$ und $R + D$ auf $(R + D)\sqrt{1 + \frac{1}{a}} = R\sqrt{1 + \frac{1}{a}} + D\sqrt{1 + \frac{1}{a}}$ zugenommen. Vor dem Wachsthum berührten sich die Kugelschalen; der Abstand ihrer Mitten war D , der Grenzflächen 0 . Jetzt beträgt die Entfernung von der Mitte zur Mitte $D\sqrt{1 + \frac{1}{a}}$, und zwischen den Grenzflächen $D\sqrt{1 + \frac{1}{a}} - D$ oder $D\left(\sqrt{1 + \frac{1}{a}} - 1\right)$. Grosse und kleine Kugelschalen entfernen sich also bei verhältnissmässig gleichem Wachsthum um einen gleichen Abstand; denn der Werth ist unabhängig von R , wird aber um so grösser, je grösser der Wachsthumcoefficient $\frac{1}{a}$ und die Dicke der Kugelschalen D ist.

Wir können also statt der Flächen auch bloss die Radien wachsen lassen, und zugleich behufs grösserer Einfachheit $\sqrt{1 + \frac{1}{a}}$ gleich $1 + \alpha$ setzen. Die Radien der Mittelflächen beider Kugelschalen verlängern sich nun von R auf $R(1 + \alpha)$ und von $R + D$ auf $(R + D)(1 + \alpha) = R(1 + \alpha) + D(1 + \alpha)$. Der Abstand zwischen den Mittelflächen der beiden Kugelschalen, der ursprünglich D war, ist nun $D(1 + \alpha)$, und der Abstand zwischen den Grenzflächen, früher 0 , beträgt nun $D\alpha$. Diess hat statt, wenn die Kugelschalen sich ungehindert ausdehnen können. Verbiethet ihnen aber die Adhäsion sich zu trennen, so werden sie eine mittlere Lage annehmen. Fläche und Radius sind dann bei der äussern kleiner, bei der innern grösser, als sie es nach dem inwohnenden Bestreben, sich auszudehnen, sein sollten; sie befinden sich beide in Spannung, die äussere in positiver, die innere in negativer. In nebenstehender Figur sei J die innere, E die äussere Kugelschale, nachdem sie ohne Hemmung gewachsen sind, J_1 und E_1 dagegen, wenn sie durch Adhäsion an einander gehalten werden.



Wenn durch F_i und F_e die Mittelflächen der beiden Kugelschalen bezeichnet werden, so verhält sich $F_i : F_{i_1} = F_e : F_{e_1}$; denn die äussere Kugelschale muss in gleichem Verhältniss an positiver Spannung wie die innere an negativer gewinnen, und daher muss jene so viel zunehmen als diese abnimmt. Wie die Flächen verhalten sich die Quadrate der Radien; also gilt für diese, wenn wir sie mit R_i und R_e bezeichnen, die Proportion $R_i^2 : R_{i_1}^2 = R_e^2 : R_{e_1}^2$, daher $R_i : R_{i_1} = R_e : R_{e_1}$, oder wenn wir dafür die Werthe setzen $R(1 + \alpha) : R_{i_1} = R_i + D : (R + D)(1 + \alpha)$. Man hat somit die Gleichung $R_{i_1}(R_i + D) = R(R + D)(1 + \alpha)^2$ oder

$$R_{i_1}^2 + R_{i_1}D = (R^2 + RD)(1 + \alpha)^2 \text{ und ferner } R_{i_1} = -\frac{D}{2} + \sqrt{\frac{D^2}{4} + (R^2 + RD)(1 + \alpha)^2}$$

welche $x = -\frac{a}{2} \pm \sqrt{\frac{a^2}{4} + b}$ giebt), und $R_{e_1} = \frac{D}{2} + \sqrt{\frac{D^2}{4} + (R^2 + RD)(1 + \alpha)^2}$. Daraus lässt sich nun der Abstand

von E und E_1 einerseits, von J und J_1 anderseits berechnen. — Es ist aber sicher, dass die beiden Abstände namentlich bei geringem Wachstum nahezu gleich gross sind; wir können daher die geringen Differenzen für die weitere Betrachtung vernachlässigen. Die Entfernung der Mittelflächen von E und J beträgt $D(1 + \alpha)$, diejenige ihrer Grenzflächen $D\alpha$. Der Abstand der Mittelflächen von J und J_1 , wenn er gleich gesetzt wird dem von E und E_1 , beträgt demnach $\frac{D\alpha}{2}$, und dieser Werth drückt einerseits die durch die Spannung verursachte Verminderung des äussern und anderseits die Vergrösserung des innern Radius aus. Die Radien der innern und der äussern Kugelschale sind daher im gespannten Zustande annähernd, der innere $R(1 + \alpha) + \frac{D\alpha}{2}$ und der äussere $(R + D)(1 + \alpha) - \frac{D\alpha}{2}$.

Berücksichtigen wir bloss die innere Kugelschale, so hat dieselbe im natürlichen Zustande einen Radius $= R(1 + \alpha)$, im gespannten $= R(1 + \alpha) + \frac{1}{2}D\alpha$. Die verhältnissmässige Ausdehnung des Radius beträgt also $\frac{\frac{1}{2}D\alpha}{R(1 + \alpha)}$. Diess gilt auch für jeden Bogen der Hohlkugel. Wenn z. B. in vorstehender Figur l die Längeneinheit der innern Hohlkugel im natürlichen, l_1 im gespannten Zustande bezeichnet, so verhält sich $R : R_1 = l : l_1$, und es ist $l_1 = l \left(1 + \frac{\frac{1}{2}D\alpha}{R(1 + \alpha)} \right)$; daraus folgt $\frac{\frac{1}{2}D\alpha}{R(1 + \alpha)}$ als Ausdehnungscoefficient für den Bogen einer Kugelschale. Die tangentielle oder Flächenkraft K , welche durch die Spannung hervorgerufen wird, ist (bezogen auf die Flächeneinheit und die Dicke D) gleich dem Product aus dem Ausdehnungs- und dem Elastizitätscoefficienten q ; also $K = q \cdot \frac{\frac{1}{2}D\alpha}{R(1 + \alpha)}$. Aus dieser Formel und der früher (Pag.

304) für das Verhältniss von radialer und Flächenkraft abgeleiteten Gleichung $k = \frac{2KD}{R}$, lässt sich nun die radiale Kraft

für diesen Fall darstellen, indem man für K den Werth nämlich $q \frac{1/2 D \alpha}{R(1+\alpha)}$ setzt. Also ist $k = \frac{2D}{R} q \frac{1/2 D \alpha}{R(1+\alpha)} = \frac{D^2 \alpha q}{R^2(1+\alpha)} = \frac{D^2 \alpha}{1+\alpha} q \frac{1}{R^2}$.

Wenn man, statt des innern, den äussern Halbmesser berücksichtigt, so ist derselbe im natürlichen Zustande $(R+D)(1+\alpha)$ und im gespannten $(R+D)(1+\alpha) - 1/2 D \alpha$. Demnach beträgt der Ausdehnungscoefficient $\frac{1/2 D \alpha}{(R+D)(1+\alpha)}$, und die Flächenkraft $K = q \frac{1/2 D \alpha}{(R+D)(1+\alpha)}$, die radiale Kraft k aber $\frac{2D}{R} q \frac{1/2 D \alpha}{(R+D)(1+\alpha)} = \frac{D^2 \alpha}{1+\alpha} q \frac{1}{R^2 + RD}$.

Ich habe, indem ich den Unterschied des Radius der innern Kugelschale im natürlichen und im gespannten Zustande ($R_i - R$) gleich setzte dem Unterschied des Radius der äussern Schale ($R_e - R$), jenen etwas zu gross, diesen etwas zu klein angenommen. Daher zeigt auch die radiale Kraft, wenn man sie aus der Spannung der innern oder aus derjenigen der äussern Schale berechnet, nicht ganz die gleichen Werthe. Jene ist $= \frac{D^2 \alpha}{1+\alpha} q \frac{1}{R^2}$, diese $= \frac{D^2 \alpha}{1+\alpha} q \frac{1}{R^2 + RD}$; jene ist etwas zu gross, diese etwas zu klein. Da beide natürlich gleich sein müssen, so können wir ihnen folgenden der mathematischen Genauigkeit äusserst nahe kommenden Werth geben $\frac{D^2 \alpha}{1+\alpha} q \left(\frac{1}{2R^2} + \frac{1}{2(R^2 + RD)} \right)$ oder auch $\frac{D^2 \alpha}{1+\alpha} q \frac{1}{R^2 + 1/2 RD}$. Wenn also zwei sich berührende Kugelschalen von gleicher Dicke und gleicher Elastizität um einen gleichen Quotienten in die Fläche wachsen, so verhält sich die Kraft, mit der sie sich von einander zu trennen streben, umgekehrt proportional einer Grösse, die dem Quadrate der Radien gleichkommt, wenn D im Verhältniss zu R sehr klein wird, und demselben sich nähert, wenn D zunimmt oder R abnimmt.

Haben wir statt Kugelschalen 2 sich berührende Cylindermäntel, deren Halbmesser (auf die Mittelflächen bezogen) R und $R+D$ sind, so betragen ihre Mittelflächen $2R\pi L$ und $2(R+D)\pi L$, wobei L die Länge des Cylinders bezeichnet. Nachdem beide um $\frac{1}{a}$ gewachsen sind, ohne dass dabei ihre Länge zugenommen hat, so ist der Flächeninhalt des innern $2R\pi L + \frac{2R\pi L}{a} = 2R\pi L \left(1 + \frac{1}{a}\right)$ und des äussern $2(R+D)\pi L + \frac{2(R+D)\pi L}{a} = 2(R+D)\pi L \left(1 + \frac{1}{a}\right)$. Die Radien haben sich von R auf $R \left(1 + \frac{1}{a}\right)$ und von $R+D$ auf $(R+D) \left(1 + \frac{1}{a}\right) = R \left(1 + \frac{1}{a}\right) + D \left(1 + \frac{1}{a}\right)$ verlängert. Der Abstand der Mittelflächen früher D ist jetzt $D \left(1 + \frac{1}{a}\right)$, der Grenzflächen früher 0 ist jetzt $D \left(1 + \frac{1}{a}\right) - D = \frac{D}{a}$. Diess hat statt, wenn die beiden Cylindermäntel ohne Hemmung wachsen können; sie trennen sich, welches auch ihre ursprünglichen Radien waren, um $\frac{D}{a}$ von einander.

Die Cylindermäntel werden aber durch Adhäsion zusammengehalten, und weichen nicht aus einander. Sie befinden sich in einem gespannten Zustande, der innere vergrössert, der äussere verkleinert. Wenn wir Flächen und Radien des innern im natürlichen Zustande mit F_i und R_i , im gespannten Zustande mit F_{i_1} und R_{i_1} , ebenso für den äussern mit F_e und R_e (ohne Spannung) und mit F_{e_1} und R_{e_1} (mit Spannung) bezeichnen, so haben wir die Proportionen $F_i : F_{i_1} = F_{e_1} : F_e$, und $R_i : R_{i_1} = R_{e_1} : R_e$. $R_i = R \left(1 + \frac{1}{a}\right)$, $R_e = (R+D) \left(1 + \frac{1}{a}\right)$ und $R_{e_1} = R_{i_1} + D$; also $R \left(1 + \frac{1}{a}\right) : R_{i_1} = R_{i_1} + D : (R+D) \left(1 + \frac{1}{a}\right)$. Daraus folgt $R_{i_1}^2 + R_{i_1} D = (R^2 + RD) \left(1 + \frac{1}{a}\right)^2$ und $R_{i_1} = -\frac{D}{2} + \sqrt{\frac{D^2}{4} + (R^2 + RD) \left(1 + \frac{1}{a}\right)^2}$, ferner $R_{e_1} = \frac{D}{2} + \sqrt{\frac{D^2}{4} + (R^2 + RD) \left(1 + \frac{1}{a}\right)^2}$. — Vernachlässigen wir den kleinen Fehler, und setzen $R_e - R_{e_1} = R_{i_1} - R_i = \frac{D}{2a}$, welcher Werth die durch die Spannung verursachte Dehnung von

R_i und Verkürzung von R_e ausgedrückt, so ist R_{i_1} (der Halbmesser des inneren Cylindermantels im gespannten Zustande) $= R \left(1 + \frac{1}{a}\right) + \frac{D}{2a}$, und R_{e_1} (der Halbmesser des äusseren Cylindermantels im gespannten Zustande) $= (R + D) \left(1 + \frac{1}{a}\right) - \frac{D}{2a}$.

Der Radius des inneren Cylindermantels ist also, nachdem das Wachstum stattgefunden hat, im natürlichen Zustande $R \left(1 + \frac{1}{a}\right)$ und im gespannten Zustande $R \left(1 + \frac{1}{a}\right) + \frac{D}{2a}$. Der Ausdehnungscoefficient beträgt $\frac{\frac{1}{2a} D}{R \left(1 + \frac{1}{a}\right)}$

$= \frac{D}{2aR \left(1 + \frac{1}{a}\right)} = \frac{D}{2R(a+1)}$; diess gilt auch für jeden Bogen des Cylindermantels. Die durch die Spannung erzeugte

Flächenkraft $K = q \cdot \frac{D}{2R(a+1)}$, wenn q der Elasticitätscoefficient ist. — Früher (Pag. 304) wurde für das Verhältniss der Flächenkraft (K) und der radialen Kraft (k) im Cylindermantel die Formel abgeleitet $k = \frac{KD}{R}$. Wird für K der eben

gefundene Werth eingesetzt, so hat man $k = \frac{D}{R} q \frac{D}{2R(a+1)} = \frac{D^2}{2(a+1)} q \frac{1}{R^2}$. — Der Radius des äusseren Cylindermantels

ist ohne Spannung $(R + D) \left(1 + \frac{1}{a}\right)$, mit Spannung $(R + D) \left(1 + \frac{1}{a}\right) - \frac{D}{2a}$; dasselbe Verhältniss besteht für die Fläche des Mantels. Der Ausdehnungscoefficient ist $\frac{\frac{1}{2a} D}{(R + D) \left(1 + \frac{1}{a}\right)} = \frac{D}{2(R + D)(a + 1)}$. Die durch die Spannung erzeugte

Flächenkraft $K = q \frac{D}{2(R + D)(a + 1)}$ und die ihr entsprechende radiale Kraft $k = \frac{D}{R} q \frac{D}{2(R + D)(a + 1)} = \frac{D^2}{2(a + 1)} q \frac{1}{R^2 + RD}$.

— Der genaue Werth der radialen Kraft, den die Spannung der beiden Cylindermäntel hervorruft, liegt zwischen dem für den inneren und den äusseren gefundenen Ausdruck, also zwischen $\frac{D}{2(a + 1)} q \frac{1}{R^2}$ und $\frac{D}{2(a + 1)} q \frac{1}{R^2 + RD}$, und kann

gesetzt werden $= \frac{D}{2(a + 1)} q \left(\frac{1}{2R^2} + \frac{1}{2(R^2 + RD)}\right)$ oder auch $\frac{D}{2(a + 1)} q \frac{1}{R^2 + \frac{1}{2}RD}$. — Die Cylindermäntel verhalten sich also wie die Kugelschalen; d. h. die durch gleichmässige Einlagerung verursachte Spannung wirkt in radialer Richtung mit einer Kraft, die annähernd im umgekehrten Verhältniss zu dem Quadrat der Radien steht.

Aus den bisherigen Betrachtungen ergibt sich, 1) dass das Wachstum im Stärkekorn zwischen den Molecularschichten eine Spannung hervorbringt, vermöge welcher sich dieselben von einander zu trennen streben, 2) dass wenn die Schalen einer Kugel oder eines Cylinders durch gleichmässiges Flächenwachstum sich ausdehnen, die Kraft, mit der sie sich von einander trennen, um so grösser ist, je kleiner der Krümmungshalbmesser wird. Das Letztere lässt sich nun auf alle Stärkekörner anwenden, welche Gestalt sie auch haben mögen, denn es gilt für die Flächeneinheit, also für jeden beliebigen Theil einer Kugel- und Cylinderschale, und auch das unregelmässigste Stärkekorn lässt sich als aus solchen Stücken zusammengesetzt denken. Wir können also allgemein sagen, dass unter übrigens gleichen Umständen, die Kraft, mit welcher in Folge des Wachstums die Molecularschichten sich von einander trennen wollen, dem Quadrat des Krümmungshalbmessers umgekehrt proportional ist. Da wir uns die Schichten von gleicher Dicke denken, so drückt ihre Zahl auch die Länge des Radius aus. Die Kraft, mit welcher z. B. folgende Schichten eines kugeligen Stärkekorns, vom Schichtencentrum an gezählt, aus einander weichen, wäre demnach folgenden Werthen proportional:

Schicht	5	10	50	100	250	500
Kraft	10000	2500	100	25	4	1

sodass, bei gleichem Flächenwachsthum, das Bestreben sich von den benachbarten Schichten zu trennen, in der 5ten Schicht 10000mal grösser ist als in der 500ten.

Ich habe angenommen, dass die kleinsten Theilchen leichter in tangentialer Richtung als in radialer sich zwischen die schon vorhandenen Theilchen einlagern, und dass somit die Ernährung zunächst die Molecularschichten vergrössert. Dadurch entstehen Spannungen zwischen den letztern, und sobald diese an einer Stelle eine gewisse Grösse erreicht haben, so geschieht daselbst die Einlagerung leichter in radialer Richtung, und es werden neue Molecularschichten eingeschoben. — Unter übrigens gleichen Umständen wird nun das Flächenwachsthum der Schichten ihre Adhäsion viel schneller überwinden, je geringer der Krümmungshalbmesser ist. An einem kleinen kugeligen Korn, das durch und durch aus ziemlich gleicher Masse besteht, muss daher die Einlagerung neuer Molecularschichten im Schichtencentrum beginnen und daselbst viel reichlicher sein, als weiter aussen nach der Oberfläche hin. Das Nämliche gilt für grössere Körner, insofern es sich um Theile von gleicher Dichtigkeit handelt.

Aus dem Umstande, dass die Molecularschichten sich um so leichter von einander trennen, je näher sie dem Schichtencentrum liegen, folgt aber nicht, dass überhaupt nur in der innern, nicht auch in der äussern Substanz Dickenwachsthum stattfindet; denn es werden überall neue Schichten eingelagert, sobald das Flächenwachsthum eine gewisse Spannung hervorgebracht hat. Das wiederholt sich innen aber viel häufiger als aussen, und zwar ist, nach der vorhin angestellten Berechnung der Unterschied so gross, dass in Körnern von einiger Grösse das Dickenwachsthum nahe der Oberfläche unendlich klein werden muss. Diess stimmt genau mit den oben (Pag. 226) mitgetheilten Thatsachen überein; indem es Körner giebt, deren äusserste Substanz sich nicht merkbar verdickt, während die innere Masse ihren Durchmesser bis auf das 60fache vergrössert.

Das Gesetz, dass der Wachsthumscoefficient, welcher die Molecularschichten zur Trennung und zur Zwischenlagerung neuer Schichten veranlasst, dem Quadrate des Radius umgekehrt proportional ist, gilt nur für vollkommen gleiche Verhältnisse. Es erleidet, da diese in Wirklichkeit nirgends vorkommen, verschiedene Modificationen. Einmal ist die Ernährung ungleich. Dieselbe schreitet von aussen nach innen hin fort; die äussern Schichten sind fortwährend in Berührung mit einer concentrirteren Lösung als die innern. — Das Stärke Korn nimmt aus der durchdringenden Flüssigkeit etwa 40 Procent Wasser und 60 Procent Substanz auf, denn diess ist ungefähr seine Zusammensetzung im frischen Zustande. Die Lösung, welche in dasselbe eindringt, giebt etwas Substanz und Wasser schon an die äussersten Schichten ab. Das dadurch veranlasste Flächenwachsthum dieser letztern bewirkt eine Ausdehnung der ganzen innern Substanz. Die in den äussern Schichten enthaltene Flüssigkeit wird also mechanisch nach innen getrieben und ihrerseits durch Lösung, die von aussen einströmt, ersetzt. Da mit jeder Einlagerung von Stärke mehr Substanz und weniger Wasser abgegeben wird, so verdünnt sich die Lösung, die auf solche mechanische Weise weiter nach innen befördert wird, von Schicht zu Schicht. Die ungleiche Concentration muss zwar sogleich neben dieser mechanischen Fortbewegung eine Diffusionsströmung hervorrufen, die aber nie im Stande ist, das fortwährend durch das Wachsthum gestörte Gleichgewicht herzustellen.

Diese ungleiche Ernährung hat einmal die Folge, dass die Einlagerungen in die äussern Schichten etwas reichlicher sind, als sie es bei gleicher Concentration der durchdringenden Flüssigkeit sein würden. Dagegen kann sie auf die Art der Einlagerungen keinen Einfluss ausüben, so dass dadurch namentlich das Verhältniss zwischen radialen und tangentialen Richtungen nicht gestört wird. Denn der grössere Widerstand einer verdünntern Flüssigkeit, gelöste Stoffe abzugeben, macht sich in gleichem Maasse geltend bei der Einlagerung in die Fläche der Molecularschichten als zwischen dieselben. Dagegen wird durch die ungleiche Concentration der Lösung eine andere Erscheinung mitbedingt.

Die feste Stärke kann, wie wir früher gesehen haben, eine sehr verschiedene Menge von Wasser enthalten. Die eindringende Flüssigkeit wird wegen der zunehmenden Verdünnung, je mehr sie sich dem Centrum nähert, um so weniger Stärke und um so mehr Wasser einlagern. Es muss daher schon in den kleinsten Körnern die Substanz von aussen nach innen weicher werden. Mit dem grössern Wasserreichthum vermindert sich die Cohäsion, also auch die

Adhäsion der concentrischen Molecularschichten, welche bei gleicher Dichtigkeit im direkten Verhältniss zur Fläche derselben steht. Dieser Umstand wird hinwieder das Wachsthum im Innern über die Verhältnisse des mathematischen Gesetzes hinaus steigern.

Die Richtigkeit dessen, was ich eben über die Wachsthumursachen bemerkt habe, wird durch die ganze folgende Darstellung bestätigt werden. Namentlich sind es die excentrisch-geschichteten Körner, welche schöne Beweise liefern. Es giebt unter ihnen, wie wir früher schon gesehen haben, Formen, in denen der Kern ganz nahe der Oberfläche liegt. Während nun hier die Mitte des Korns, welche die verdünnteste Lösung erhält, in Folge der verminderten Cohäsion ohne Rücksicht auf die Schichtung am lebhaftesten wächst, so bleibt der Kern, ungeachtet er in einer Region liegt, die von einer noch sehr concentrirten Flüssigkeit ernährt wird und die auch im Uebrigen aus einer dichten Substanz besteht; doch weich. In Folge des mechanischen Gesetzes steigert sich nämlich das Wachsthum nach dem Schichtencentrum so übermässig, dass dort nie eine vollständige Verdichtung eintreten kann.

Die Wachsthumprocesse veranlassen eine von aussen nach dem Centrum hin zunehmende Weichheit der Substanz. In der Regel ändert sich aber, wie der Wechsel von dichten und weichen Schichten zeigt, der Wassergehalt nicht allmählig, sondern sprungweise. Der Grund davon liegt in Folgendem. Wenn irgendwo die Spannung zwischen den Schichten kleinster Theilchen und in Folge dessen das Wachsthum so gross wird, dass die Ernährungsflüssigkeit nicht im Stande ist, durch Einlagerung einer gleichen Substanz die Cohäsion herzustellen, so findet ein Unterbruch in der dichten Masse statt, und es bildet sich eine grössere mit sehr weicher Stärke gefüllte Lücke. Es versteht sich von selbst, dass diese Erscheinung je näher dem Centrum, um so häufiger auftritt, weil dort die Spannung überhaupt grösser und die Lösung verdünnter ist. — Die mit wasserreicher Substanz gefüllten Lücken treten als röthlicher Kern und als röthliche, spaltenförmige Schichten auf.

In den kleinen kugeligen Körnern, die noch aus einer ziemlich gleich dichten Stärke bestehen, ist natürlich die Spannung im Mittelpunkt am grössten. Dahin gelangt überdem die verdünnteste Lösung. Dort wird daher eine wasserreiche kugelige Masse als »Kern« eingelagert. Derselbe ist zuerst punktförmig, wird aber rasch grösser, weil seine äusserst geringe Cohäsion den Molecularschichten der Rinde ein fast ungehemmtes Flächenwachsthum gestattet. Der Kern wächst demnach zu einer beträchtlichen Ausdehnung heran, ohne dass gleichzeitig in die Rinde neue Molecularschichten oder, wenn es geschieht, wenigstens nur in verschwindend geringer Menge eingelagert werden.

Der kugelige Kern muss den gleichen Bau aus concentrischen Schichten kleinster Theilchen und das gleiche Wachsthum zeigen wie die ganzen Körner; denn die Gründe, die für die Letztern geltend gemacht wurden, sprechen auch für den Theil. Beim Wachsthum kommt nun aber eine neue Erscheinung hinzu. Die aus der dichten Rinde in den weichen Kern eintretende Lösung dient nicht bloss dazu, die Masse des Letztern zu vergrössern, sondern auch zu verdichten; und zwar sind es immer seine äussersten Molecularschichten, welche durch Substanzaufnahme der Rinde gleich werden. Dazu wirken zwei Ursachen; erstlich sind die äussersten Schichten kleinster Theilchen selbst schon etwas substanzreicher und werden zugleich von der Lösung zuerst erreicht; zweitens wirkt die dichte Substanz der Wandung durch Anziehung dahin, dass die Lösung feste Stärke zuerst in den anliegenden Molecularschichten einlagert. Es ist die nämliche Ursache wie die, warum die Stärke nicht neue Körner bildet, sondern die schon vorhandenen vergrössert, und warum sie eingelagert und nicht auf die Aussenseite aufgelagert wird. Die ganze Erscheinung ist übrigens durch keine andern Gründe als durch die Analogie festgestellt; das ganze weitere Verhalten des Wachsthum macht aber diese Annahme höchst wahrscheinlich.

So lange der Kern innerhalb einer bestimmten Grösse sich befindet, so scheint er nach seinem microscopischen Aussehen aus einer gleichartigen Masse zu bestehen. Wir können annehmen, dass die Verdichtung in der Regel nur an seiner Oberfläche statthat, weil die Molecularanziehung der dichten Wandung den ganzen Raum beherrscht, und also die gelöste Substanz, welche nicht zur Volumenzunahme verwendet wird und zur Verdichtung übrigbleibt, anzieht. Erreicht der Kern aber eine hinreichende Ausdehnung, so erstreckt sich die Einwirkung der Wandung nicht mehr

ble auf seine innerste Masse. Es kann daher auch ein Theil dieser Letztern von der Ernährungsflüssigkeit verdichtet werden.

Wenn im Kern die kleinsten Theilchen gleich vertheilt wären, und die gleichen Spannungsverhältnisse besässen, so müsste sich ein dichter Mittelpunkt ausscheiden, was zuweilen der Fall zu sein scheint. Indessen nimmt die Spannung zwischen den concentrischen Molecularschichten nach dem Mittelpunkt des Kerns hin zu; ebenso vermehrt sich vielleicht einigermassen der Wassergehalt; ferner dringt nur eine sehr verdünnte Lösung dahin ein; — so dass es begreiflich scheint, wenn in der Regel in dem rasch anwachsenden Kern das Centrum sich nicht merklich verdichtet. Es bildet sich dann ein dichter Ring, und zwar, wenn diese ganze Vorstellung richtig ist, genau in der Entfernung von der dichten Wandung, wo deren Molecularanziehung auf die Substanz der Lösung aufhört. Dass die Verdichtung aber an dieser Stelle und nicht weiter nach innen stattfindet, hat darin seinen Grund, weil daselbst zwischen den kleinsten Theilchen einer Molecularschicht und zwischen den Molecularschichten selbst die negative Spannung geringer ist, als näher dem Centrum. — In dem neuen Kern, d. h. in der innern Partie des concentrisch getheilten Kerns wiederholt sich die gleiche Erscheinung. Er vergrössert sich und bei einer gewissen Grösse scheidet sich ein dichter Ring aus. Dieser Process kann noch mehrmals statthaben.

Wenn es wirklich vorkommt, dass in dem weichen Kern sich eine centrale Masse verdichtet, so muss sich dieselbe verhalten, wie das junge solide Korn. Nachdem sie eine bestimmte Ausdehnung erreicht hat, bildet sich im Innern eine mit weicher Substanz gefüllte Höhlung. — Indess sind diese Vorgänge undeutlich und daher schwer zu verfolgen. Es wäre möglich, dass jener dichte Ring, den man nicht selten im Kern wahrnimmt, immer aus einem soliden centralen Punkt hervorgegangen wäre; dass aber dieser Punkt, durch die Ausdehnung des ganzen Kornes zu einem beträchtlichen Flächenwachsthum seiner Molecularschichten veranlasst und durch eine sehr verdünnte Lösung nur spärlich ernährt, bald sich in eine, mit weicher Masse ausgefüllte, dünne Kugelschale verwandelte.

Das junge Korn besteht nun mit Ausschluss des Kerns aus der dichten Rinde, aus einer weichen breiten und aus einer dichten schmalen Schicht, alle drei in Gestalt von Kugelschalen. Wie wir bei der Wachstumsgeschichte gesehen haben, so hat jede Schicht unter übrigens günstigen Verhältnissen das Vermögen, sich in drei Schichten zu theilen. Die Ursache dieses Processes ist in allen Stadien die nämliche. Es kann daher für die dichten Schichten der concentrische Ring im Kern als Beispiel dienen. Derselbe tritt zuerst in unmessbarer Dünne auf, und wird nach und nach dicker. Gemäss der Anziehung, welche seine Substanz auf die Lösung ausübt, werden auf die beiden Flächen neue gleiche Schichten kleinster Theilchen angelagert, oder was wohl richtiger ist, die nächst liegenden Molecularschichten der weichen äussern Masse und des Kerns werden durch Substanzaufnahme verdichtet.

Sobald die dichte Kugelschale auf diese Weise einige Dicke erreicht hat, so müssen zwischen ihren äussern und innern Molecularschichten die nämlichen Spannungen sich geltend machen wie am ganzen Korn. Denn sie wachsen in die Fläche, und erhalten dadurch das Bestreben, sich von einander zu entfernen. Sowie dasselbe ihre Adhäsion zu überwinden vermag, werden neue Molecularschichten dazwischen gelagert; und zwar geschieht diess am reichlichsten in der Mitte, weil dort die Spannung zwischen den Schichten kleinster Theilchen am grössten ist. Wenn aber die ganze Schicht eine gewisse Mächtigkeit erlangt hat, so wird die Spannung zwischen aussen und innen so gross, dass die Ernährungsflüssigkeit nicht eine hinreichende Menge von gleich dichter Substanz einzulagern vermag. Zwischen den mittlern Molecularschichten, welche natürlich am meisten das Bestreben haben, sich von einander zu trennen, und welche somit aus einander weichen, wird eine wasserreiche Substanz in Gestalt einer concentrischen Spalte eingeschaltet. Die ganze dichte Schicht theilt sich also in zwei ziemlich gleich dicke Hälften und eine sie trennende weiche Schicht.

Jede der beiden dichten Schichten, sowie überhaupt jede dichte Schicht, auch die Rinde verhalten sich in gleicher Art: sie erreichen nur eine gewisse Dicke, und lagern dann eine mittlere weiche Schicht ein. Dieser Process wiederholt sich aber in den äussern und den innern Schichten in ungleicher Weise. Es haben darauf verschiedene Verhältnisse Einfluss. Von zwei Schichten gleicher Beschaffenheit theilt sich diejenige leichter d. h. schon bei einer geringern Dicke, welche näher dem Mittelpunkt liegt, weil die Spannung zwischen den Molecularschichten mit der Abnahme des Krüm-

nungshalbmessers, sich vermehrt, also auf eine gleiche Zahl von Molecularschichten eine grössere Differenz ergibt. Die Abnahme in der Concentration der Ernährungsflüssigkeit nach innen hat den gleichen Erfolg; denn sie vermag weniger leicht in die innern Schichten dicke Substanz einzulagern, und kann somit den Unterbruch der Continuität nicht so lange verhüten. Dagegen muss eine Schicht von gleichem Krümmungsradius um so schwieriger, d. h. erst bei einer grössern Dicke sich theilen, je geringer ihre Festigkeit oder, was das Nämliche, ihre Dichtigkeit ist. Dieser letztere Umstand begünstigt die Theilung der äussern Schichten gegenüber den innern, und wirkt somit den beiden vorhin genannten Ursachen entgegen.

Die Häufigkeit, mit welcher sich die Theilung der dichten Schichten wiederholt, ist unabhängig von dem Umstande, ob dieselbe schon bei einer geringern oder erst bei einer grössern Dicke eintritt. Man beobachtet öfter, dass die dichten Schichten an der Oberfläche eines Kornes weniger mächtig sind als im Innern, dass sie also bei einer geringern Dicke sich theilen. Ich glaube, dass diess mit der grössern Festigkeit der Substanz in Verbindung steht. Dagegen wiederholt sich die Theilung der innern Schichten viel häufiger, weil dieselben viel rascher anwachsen. — Sehr selten aber spaltet sich die alleräusserste Schicht oder die Rinde. Denn nicht nur ist der Krümmungshalbmesser am grössten, und zeigt somit die Spannung zwischen ihren Molecularschichten die geringste Differenz; sondern sie wächst auch äusserst langsam in die Dicke, weil sie nur nach einer Seite (nach innen) weiche Substanz verdichten und sich assimiliren kann, und weil ferner, wie ich sogleich zeigen werde, die Verdichtung an der innern Fläche einer dichten Schicht viel weniger lebhaft von statten geht als an der äussern.

Die weichen Schichten haben alle mit einander gemein, dass sie rasch in die Dicke wachsen. Es ist diess begreiflich; durch das Flächenwachsthum der Molecularschichten macht sich überall zwischen denselben eine Spannung geltend, welche die Cohäsion vermindert. Diese ist in der wasserreichen Substanz geringer als in der dichten, und es werden daher dort am leichtesten zwischen den Schichten kleinster Theilchen neue Schichten eingelagert. Es ist der nämliche Grund, warum der weiche Kern in seiner dichten Hülle so rasch anwächst. — Es versteht sich ferner von selbst, dass das Dickenwachsthum der weichen Schichten unter übrigens gleichen Verhältnissen um so lebhafter ist, je näher sie dem Centrum liegen, weil bei geringerem Krümmungshalbmesser die Spannung ihrer eigenen Molecularschichten leichter die Adhäsion überwindet, und weil ferner bei geringerem Krümmungshalbmesser die anliegenden dichten Schichten eine grössere Spannung ausüben.

Das Verhalten der weichen Schichten ist im Uebrigen, wie wir bei der Wachsthumsgeschichte gesehen haben, viel problematischer als dasjenige der dichten. Sie zeigen, wie es scheint, drei verschiedene Processe. Eine Erscheinung, die wohl keiner wasserreichen Schicht mangelt, ist die, dass sie von den angrenzenden dichten Schichten aus verdichtet wird, indem in ihre äussersten und innersten Molecularschichten Substanz eingelagert wird. Das ist vorzüglich das Mittel, wodurch die dichten Schichten mächtiger werden. Dieser Process mag aber in verschiedenen Regionen des Kornes ungleich lebhaft sein. Nahe an der Peripherie wird die Verdichtung rascher vor sich gehen als gegen das Centrum hin, weil dort auch die dichten Schichten weniger Wasser enthalten und somit intensiver wirken können, und besonders weil dort die Nahrungsflüssigkeit concentrirter ist, und weil im Innern noch ein Theil der Substanz an die dichten Schichten selbst abgegeben wird. Dem entsprechend sind die röthlichen Schichten in der Regel gegen die Oberfläche hin schmaler.

Eine zweite Erscheinung, welche die weichen Schichten darbieten, ist die, dass sie sich theilen. Als Beispiel für diesen Vorgang mag die wasserreiche Schicht dienen, welche im jungen Korn durch concentrische Theilung des Kerns aus der äussern Masse desselben hervorgeht. Dieselbe hat die Form einer Kugelschale; sie ist aussen von der dichten Rinde, innen von der entstehenden dichten Schicht begrenzt. An den beiden Grenzflächen ist die Verdichtung thätig; allein die Zunahme durch das Dickenwachsthum ist viel beträchtlicher als der Verlust an den beiden Seiten durch Verdichtung. Die Molecularanziehung der dichten Substanz, welche die Einlagerung in den nächst angrenzenden Molecularschichten bewirkt, verhindert die Verdichtung in den übrigen Partien der weichen Schicht. Jene Molecularanziehung wirkt aber nur auf eine gewisse Entfernung. Wenn die weiche Schicht eine bestimmte Mächtigkeit erlangt hat, so fällt

eine mittlere Zone ausser den Bereich jener Einwirkung, und hier wird nun, in dem Masse als die Flüssigkeit die Neigung hat Substanz abzugeben, eine Verdichtung stattfinden. Mitten in die weiche Schicht wird also eine dichte Schicht in Form einer sehr dünnen Kugelschale eingeschoben, und dadurch in 2 Hälften oder in 2 neue weiche Schichten und eine mittlere dichte Schicht getheilt.

Dieser Process muss überall in den weichen Schichten statthaben, wenn die nothwendigen Bedingungen vorhanden sind. Er hängt von dem Wassergehalt der dichten und weichen Substanz, von dem Krümmungshalbmesser und von der Concentration der Ernährungsflüssigkeit ab. Wenn die Theorie richtig ist, so können die weichen Schichten nirgends ein Maximum der Dicke überschreiten, was mit den Beobachtungen übereinstimmt, und das Maximum muss nach dem Centrum am grössten sein, weil daselbst das Wachsthum in die Dicke am lebhaftesten und die Nahrungsflüssigkeit am verdünntesten ist, weil also daselbst die fest werdende Substanz bis auf einen gewissen Grad zur Bildung neuer Molecularschichten, bevor zur Verdichtung derselben, verwendet werden muss. Nach der Oberfläche hin dagegen erreichen die weichen Schichten ihr Maximum nicht, ohne Zweifel weil die Zunahme durch das Dickenwachsthum nicht grösser ist als der Verlust durch Verdichtung an den beiden Flächen.

Da die Spaltung der dichten und der wasserreichen Schichten von der Dicke derselben bedingt wird, welche in bestimmten Verhältnissen die Molecularkräfte modificirt, so muss sie genau mit der Fläche der Schichten parallel gehen; eine Forderung, welche durch alle beobachteten Thatsachen bestätigt wird. Es muss ferner eine Schicht von ungleicher Dicke sich da zu spalten beginnen, wo sie am dicksten ist, und da, wo sie nicht die hinreichende Dicke erreicht, immer ungetheilt bleiben; eine Forderung, welche ebenfalls überall sich bestätigt, besonders deutlich bei den dichotomisch-verzweigten Schichten.

Eine dritte Erscheinung der weichen Schichten ist die, dass sie in ihrer ganzen Dicke Substanz einlagern und sich verdichten. Der nämliche Process kommt übrigens auch bei den dichten Schichten selbst vor, bis dieselben einen bestimmten Substanzgehalt besitzen. Die Art und Weise, wie diess geschieht, und die Bedingungen dafür sind zwar so wenig festgestellt, dass die Ausmittlung der ursächlichen Momente sehr unsicher ist. Eine Thatsache, welche die Verdichtung beweist, ist einmal die, dass man in den Stärkekörnern zuweilen Schichten von allen Graden der Dichtigkeit findet, wobei jedoch immer weichere und wasserärmere regelmässig alterniren, — was dafür spricht, dass in solchen Fällen alle Schichten, abgesehen von ihrem übrigen Verhalten, fortwährend mehr Substanz als Wasser einlagern. Ein anderer Beweis für die dichten Schichten findet sich bei denjenigen Körnern, welche zuerst ungeschichtet aussehen und nachher die dichten Schichten erscheinen lassen (vgl. Pag. 235). Für die weiche Substanz ist ausserdem besonders der Kern anzuführen, dessen Masse bei der Theilung in zwei neue Schichtencentren sich verdichtet, — sowie die Thatsache, dass zuweilen deutlich dreierlei Schichten neben einander vorkommen (z. B. Taf. XVII, Fig. 5, c, d, e; Taf. XI, Fig. 5), wobei von innen nach aussen eine dichte Schicht, eine solche von mittlerer Dichtigkeit, eine weiche, wieder eine dichte Schicht u. s. w. auf einander folgen.

Die Entstehung der letzteren, bemerkenswerthen Erscheinung ist auf dreierlei Art denkbar. Entweder verdichtet sich eine weiche Schicht und zwischen ihr und der äussern dichten Schicht bildet sich eine neue weiche Schicht; oder es verdichtet sich von der weichen Schicht nur die innere Partie; oder die Verdichtung schreitet von innen nach aussen hin fort. Die beiden letzteren Annahmen haben indess nach den thatsächlichen Wahrnehmungen wenig Wahrscheinlichkeit für sich. Auch wäre die Erklärung schwierig; es müsste angenommen werden, dass eine dichte Schicht nach aussen hin eine andere und stärkere Molecularanziehung entwickelte als nach innen, wofür die Begründung mangeln würde.

Die erstere Annahme dagegen, dass eine ganze weiche Schicht sich verdichte, und zwischen ihr und der äussern dichten Schicht sich eine neue weiche Schicht einlagere, stimmt vollkommen mit den Thatsachen überein, weil ich die Schicht von mittlerer Dichtigkeit nur breit, die ausserhalb ihr befindliche weiche Schicht dagegen in jeder Mächtigkeit gesehen habe. Dass die wasserreiche Schicht ausserhalb und nicht innerhalb der Schicht von mittlerer Dichtigkeit auftritt, ist übrigens mit der bisher entwickelten Theorie über die Ursachen der Wachsthumerscheinungen vollkommen in Uebereinstimmung. Dafür dass zwei concentrische Schichten sich von einander trennen, müssen beide gleich sehr in die Fläche wachsen; was bei zwei Schichten von gleicher Dichtigkeit der Fall ist. Die Trennung erfolgt nicht, wenn der

Wachstumscoefficient der äussern Schicht denjenigen der innern übertrifft; sie erfolgt aber um so rascher, wenn die Flächenausdehnung in der äussern beträchtlicher ist. Der letztere Fall tritt dann ein, wenn die äussere Schicht eine grössere Dichtigkeit hat als die innere. Denn die letztere verwendet die eingelagerte Substanz nicht bloss zum Wachstum, sondern auch zur Verdichtung, und überdem kann eine weichere Schicht nicht ein so ausschliessliches Flächenwachstum entwickeln, weil in ihr die Adhäsion der Molecularschichten unter einander nicht so gross ist. Dagegen hat eine weichere äussere Schicht nicht das Bestreben, sich von einer dichtern innern zu trennen, weil das Flächenwachstum der letztern grösser ist als das der erstern. Wenn daher mehrere dichte und halbdichte (in Verdichtung begriffene, früher weiche) Schichten auf einander folgen, so müssen immer zwischen eine dichte und die nächst innere halbdichte Schicht die wasserreichen röthlichen Schichten eingelagert werden (wie das in Fig. 5 auf Taf. XI der Fall ist); und es kann nie das Umgekehrte stattfinden.

Ich habe bis jetzt das Verhalten der dichten sowie der weichen Schichten für sich betrachtet, und will nun noch einige Bemerkungen über deren gegenseitiges Verhältniss im ganzen Korn beifügen. Die Wachstumserscheinungen hängen, wie ich wahrscheinlich zu machen suchte, vorzüglich von dem Flächenwachstum der Molecularschichten und von den dadurch hervorgerufenen ungleichen Spannungen ab. Es müssen daher diejenigen Schichten auf die Ausbildung eines Kornes den grössten Einfluss haben, welche am stärksten in die Fläche wachsen, und die in Folge dessen die beträchtlichste Spannung bewirken können. Es sind diess die dichten Schichten, und vor allem aus die äusserste Schicht oder die Rinde. Da dieselben durch weiche Schichten, deren Substanz eine geringe Cohäsion hat, von einander getrennt werden, so sind sie bis auf einen gewissen Grad unabhängig von einander. Wächst z. B. eine dichte Schicht aus irgend einem Grunde besonders stark in die Fläche, so macht sich die negative Spannung zunächst in der nach innen angrenzenden weichen Schicht geltend. Sie gestattet zwar der darauf folgenden dichten ein entsprechendes Flächenwachstum, wenn dieselbe dazu disponirt ist; aber sie wird es nicht von sich aus hervorbringen, und eher mit einem Dickenwachstum der zwischenliegenden weichen Schicht sich befriedigen.

Diese bis auf einen gewissen Grad vorhandene Selbständigkeit der dichten Schichten ist die Ursache von einer Menge von räumlichen und zeitlichen Modificationen in der Aufeinanderfolge der dichten und weichen Schichten auf dem nämlichen Radius, wobei Wassergehalt und Mächtigkeit derselben von aussen nach innen bald eine regelmässige, bald eine unregelmässige Vertheilung zeigen. Eine dichte Schicht, die weniger in die Fläche wächst, wird dafür substanzreicher als die übrigen. Wenn von 2 dichten Schichten die innere eine verhältnissmässig stärkere Flächenausdehnung besitzt als die äussere, so bleibt die zwischenliegende Schicht gleich dick, oder sie wird selbst, weil ihre oberflächlichen Molecularschichten fortwährend verdichtet werden, dünner. Findet dagegen das Umgekehrte statt, so wächst die weiche Schicht zu bedeutender Mächtigkeit an.

Das ungleiche Flächenwachstum der dichten Schichten muss besonders auch auf die vorhin erwähnte Verdichtung der weichen Schichten in ihrer ganzen Dicke Einfluss haben. Alle Beobachtungen betreffend diese Erscheinung zeigen, dass sie nur in gewissen Körnern oder Stärkearten und nur zeitweise eintritt, dass sie sich bald über das ganze Korn, bald nur über gewisse Partien verbreitet. Die Verdichtung der weichen Masse in ihrer ganzen Mächtigkeit tritt dann ein, wenn dieselbe von einer sehr concentrirten Lösung durchdrungen ist, so dass ausser der Substanz, welche von den dichten Schichten angezogen wird und ausser derjenigen, welche die eigene Volumenzunahme erfordert, noch ein Theil für die Verdichtung abgegeben werden kann. Die das Korn durchdringende Lösung muss aber um so concentrirter sein, je geringer sein Wachstum ist, weil dann keine Substanz für Ausdehnung der Schichten in die Fläche und in die Dicke verwendet wird. Es tritt daher eine Verdichtung überall im ganzen Korn ein, wenn die Rinde nicht oder nur wenig in die Fläche wächst. Ist es aber eine der übrigen dichten Schichten, welche sich eine Zeitlang nicht vergrössert, so werden alle innerhalb derselben befindlichen weichen Schichten substanzreicher. — Die Ursache kann mehr oder weniger lang andauern; nach kurzer Dauer wird sie keine bemerkbaren Spuren hinterlassen. Nach mittlerer Dauer gehen die weichen Schichten in einen halbdichten Zustand über; und wenn darauf neuerdings ein beträchtlicheres Flächenwachstum der äussern dichten Schicht, welche die Erscheinung veranlasste, eintritt, so werden neue weiche Schichten eingelagert in der Art, wie es Fig. 5 auf Taf. XI zeigt, und wofür ich die Begründung bereits vorhin gegeben habe. Wenn aber das verminderte Flächenwachstum einer dichten Schicht lange andauert, so werden die inner-

halb liegenden weichen Schichten den dichten allmählig so ähnlich, dass die Substanz homogen und dicht erscheint, und erst durch vermehrte Flächenausdehnung jener Schicht und Einlagerung neuer wasserreicher Schichten kommt die Schichtung wieder zum Vorschein.

Das übermässig gesteigerte Wachstum einer dichten Schicht hat, wenn dasselbe längere Zeit währt, ebenfalls bemerkenswerthe Folgen. Denken wir uns ein kleines Korn, das erst aus einer dichten Rinde und einem weichen Kern besteht, und dessen Rinde fortwährend sehr stark in die Fläche sich ausdehnt. Die ins Innere eindringende Nahrungsflüssigkeit kann bloss der Volumenzunahme, welche der Kern erfährt, genügen. Derselbe wächst zu einer weichen Masse an, in welcher zwar ebenfalls dichtere und wasserreichere Schichten vorhanden sind; aber der Unterschied in der Consistenz ist so gering und die dichten Schichten sind so dünn, dass die ganze Masse homogen erscheint. Diess kommt vorzüglich bei Körnern mit centralem, seltener bei solchen mit excentrischem Kern vor. Bald ist es die ganze innerhalb der Rindenschicht liegende Masse, bald nur eine grössere oder kleinere centrale Partie, die ein ungeschichtetes weiches Ansehen darbietet. Wenn das Wachstum der äussern Schicht sich vermindert, so tritt Verdichtung ein und zwar zunächst der dichten Schichten, welche in der homogenen Substanz allmählig sichtbar werden.

Alle Abweichungen von der normalen und regelmässigen Aufeinanderfolge deutlicher dichter und weicher Schichten von der Oberfläche bis zum Schichtencentrum hängen also vorzüglich von dem ungleichen Flächenwachstum der dichten Schichten ab, ungleich mit Rücksicht auf einander und mit Rücksicht auf die eindringende Lösung. Ein vermehrtes Wachstum der äussern dichten Schicht gegenüber der innern vergrössert den zwischenliegenden Raum und begünstigt Neubildungen in demselben; ein vermindertes Wachstum der äussern Schicht nähert sie eher der innern. Ist die Flächenausdehnung einer dichten Schicht mit Rücksicht auf den Concentrationsgrad der eindringenden Nahrungsflüssigkeit gesteigert, so vermehrt sich innerhalb derselben die weiche Substanz und kann selbst ungeschichtet erscheinen; das umgekehrte Verhältniss verursacht eine Verdichtung, und kann im Extrem eine homogene dichte Masse erzeugen.

So lange man die Schichten der Stärkekörner als aus einer periodisch verschiedenen Apposition entstanden betrachtete, war es natürlich, nach der Ursache der Periodicität zu forschen. Fritzsche (Poggendorff's Annal. XXXII, 137) meint, dass sie von dem Lichte abhängen könnte, welches einen so merkwürdigen Einfluss auf die Säfte der Pflanzen ausübe. Da die Kartoffelstärkekörner sich rasch bilden, so möchte vielleicht je eine weiche und eine dichte Schicht in einer Nacht und einem Tag entstehen. Wenn die letzte Schicht sich gebildet habe, so sollen die äussersten Schichten mit eiweissartigen Stoffen und andern festen Massen infiltrirt werden und dadurch den äussern Einflüssen widerstehen. Andere haben diese Vermuthung ebenfalls ausgesprochen. An einen unmittelbaren Einfluss des Lichtes hat Fritzsche dabei ohne Zweifel nicht gedacht; denn es konnte ihm nicht entgehen, dass Stärkekörner mitten im Gewebe der Kartoffel, geschützt von der dunklen Borke und $\frac{1}{2}$ Fuss in der Erde ununterbrochen Nacht haben. Es scheint daher eine überflüssige Widerlegung, welche Schacht durch Kartoffeln, die er in einem dunkeln Kasten zog, gezeiget hat (Kartoffelpflanze und deren Krankheiten Pag. 6). Dagegen hätte man sich wohl vorstellen können, dass der Einfluss, welchen Tag und Nacht auf die Ernährung im Allgemeinen ausüben, auch an den Stärkekörnern sich bemerkbar machen würde. Ob dieser Einfluss wirklich von Bedeutung ist, ob er vielleicht periodische Beschleunigung und Verzögerung des Wachstums bedingt, darüber lässt sich nichts sagen. Sicher aber verursacht er nicht die Schichtung, da die letztere nach der Darstellung, die ich davon gegeben habe, überhaupt kein periodischer Process ist.

Die Stärkekörner liegen in einer Flüssigkeit oder eingebettet in weicher Plasmasubstanz. Sie sind, so viel wir wohl vermuthen dürfen, ringsum so ziemlich den gleichen ernährenden Einflüssen ausgesetzt, welche lediglich von der Concentration der Flüssigkeit abhängen. Die Verschiedenheit in der Gestalt und im Bau kann daher nicht durch äussere Verhältnisse hervorgebracht werden; sie muss die Folge von inneren Ursachen sein. Das ist um so einleuchtender, da die Körner während ihres Wachstums in der Regel Gestalt und Structur nur in so weit ändern als sie schon vorhandene Anlagen weiter entwickeln. — Aufs deutlichste wird es aber durch die zusammengesetzten und halbzusammengesetzten

Körner bewiesen. In Zwillingkörnern von Stärkearten mit excentrischem Kern sind die Verdickungshalbmesser der Theilkörner in der Regel nach innen gerichtet. Der Umstand, dass das Wachsthum im Inneren lebhafter von statten geht als aussen, ist die Ursache dieser Stellung; aber er ist nicht die Ursache der Erscheinung überhaupt, dass die Theilkörner auf der einen Seite stärker wachsen als auf der andern. Denn bei Zwillingkörnern, welche Stärkearten mit centralem Kern angehören, haben auch die Theilkörner einen centralen Kern, und der dem Schwesterkorn zugekehrte Radius ist dem abgekehrten gleich. Hat aber irgend eine äussere Ursache auf die Wachsthumerscheinungen des Kornes Einfluss, so ist es die, wenn ein Theilkorn auf der einen Seite von der ernährenden Flüssigkeit umspült wird, auf der andern Seite aber an ein anderes Theilkorn anstösst, von wo es entweder keine Flüssigkeit oder solche wenigstens unter ganz andern Verhältnissen aufnimmt.

Aus der concentrischen Anordnung der kleinsten Theilchen und der Einlagerung neuer Molecularschichten, welche bis jetzt betrachtet wurde, und welche wohl allen jungen Körnern zukommt, würde nur die Vergrösserung der anfänglichen Kugelgestalt folgen, wenn nicht gewisse Störungen vorkämen, welche, einmal vorhanden, sich unter Umständen mehr und mehr ausbilden. Die Ursachen davon liegen in einem zweiten wesentlichen Moment, welches zu dem concentrischen Bau hinzukommt. Diess ist die Anordnung der kleinsten Theilchen in jeder einzelnen Molecularschicht, und die Art und Weise, wie die neuen Theilchen zwischen dieselben (in der Fläche) eingelagert werden. Dass in der letztern Beziehung wesentliche Modificationen vorhanden sind, ergibt sich aus den Formveränderungen, welche die einzelnen Schichten erfahren, und welche bei der geringen Dehnbarkeit der Stärkesubstanz nur von der ungleichen Einlagerung in den tangentialen Richtungen herrühren kann. Am leichtesten lässt sich diess an der äussersten Schicht nachweisen.

Dieselbe ist anfänglich kugelig. Behält sie diese Gestalt fortwährend, so muss das Flächenwachsthum in allen Richtungen gleichmässig erfolgt sein. Nimmt sie eine andere Form an, so müssen die verschiedenen Richtungen oder die verschiedenen Kreise, die wir uns an der ursprünglichen Kugel denken können, in ungleichem Verhältnisse zunehmen, sowohl mit Rücksicht auf die Kreise unter einander als auf die Elemente des nämlichen Kreises. Wenn ein oval-cylindrisches Korn von 40 Mik. Länge und 10 Mik. Dicke bei einer Grösse von 4 Mik. noch vollkommen kugelig war, so hat der Umfang in der Querrichtung von 12,5 Mik. auf 31 Mik. oder von 100 auf 248, in der Längsrichtung von 12,5 auf 91 Mik. oder von 100 auf 728 sich ausgedehnt. Die Zunahme in der Querrichtung beträgt daher 148, diejenige in der Längsrichtung 628 Procent; während in jener Richtung durchschnittlich $1\frac{1}{2}$ Theilchen, so wurden in dieser durchschnittlich je 6 eingelagert, und zwar, wie wir später sehen werden, an den einen Stellen mehr als 6, an den andern weniger.

Da das Flächenwachsthum der Molecularschichten die Einlagerung neuer solcher Schichten und somit das Dickenwachsthum des ganzen Kornes bedingt, so müssen auch die Störungen in der Regelmässigkeit dieses Processes und die Abweichungen von dem mathematisch-concentrischen Bau in der Disposition des Flächenwachsthums zu suchen sein. Denken wir uns, an einem jungen noch kugeligen Korn wachse die äusserste Schicht an einer oder an zwei gegenüberliegenden Stellen etwas stärker in die Fläche, so wird sie daselbst auch ein vermehrtes Bestreben zeigen, ihren Radius zu vergrössern. Sie wird zunächst die durch Adhäsion mit ihr verbundenen äusseren Molecularschichten nach sich ziehen und ebenfalls zu einem vermehrten Flächenwachsthum veranlassen. Der Einfluss wird sich von Schicht zu Schicht nach innen hin fortsetzen, und einerseits überall eine vermehrte Flächenausdehnung, andererseits aber auch an den geeigneten Stellen eine vermehrte Einlagerung von neuen Molecularschichten hervorrufen. — Dieser Erklärung gemäss sehen wir, dass überall, wo eine Abweichung von der mathematisch-concentrischen Structur auftritt, dieselbe anfänglich und eine Zeitlang an der Peripherie am grössten ist und von da nach dem Centrum hin sich vermindert.

Das ungleiche Flächenwachsthum der äussersten Schicht dauert oft zeitlebens in der nämlichen Weise fort; dabei kann es sich steigern oder vermindern. Es kann aber auch in einem gewissen Stadium ganz aufhören oder selbst in das Gegentheil umschlagen. Das Resultat davon sind dann jene Körner, wo die Abweichung von der Kugelgestalt in den mittlern Schichten ihr Maximum erreicht, und von da nach der Oberfläche sich wieder vermindert.

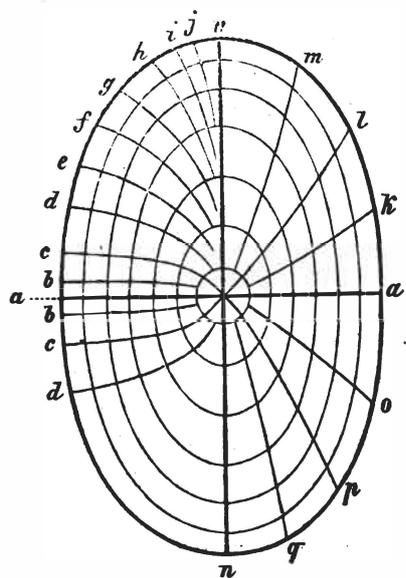
Eine bestimmte Vorstellung, warum stellenweise vermehrte Einlagerungen in die Fläche einer Molecularschicht stattfinden, könnten wir uns erst mit der Annahme einer Hypothese über die Molecularconstitution machen, worüber ich

auf das folgende Capitel verweise. Indess auch ohne diese können wir uns denken, dass die Cohäsion der Theilchen in einer Kugelschale nicht überall die nämliche ist, und dass demnach das Wachstum ungleich sein muss, weil es vorzüglich durch den grössern oder geringern Widerstand, welchen die schon vorhandenen Theilchen der Zwischenlagerung neuer entgegensetzen, bedingt wird.

Da die Ernährung nicht von äussern Verhältnissen sondern von innern Ursachen abhängt, so müssen die Abweichungen, welche die Stärkekörner später im Bau und in der Form zeigen, als Anlage schon in den kugeligsten kleinsten Körnern enthalten sein; diess ist begreiflich, da die ursprünglichen Kugeln unter verschiedenen specifischen Verhältnissen gebildet werden. Dieselben zeigen demgemäss in der Anordnung der kleinsten Theilchen und wohl auch in der Natur derselben specifische Modificationen, aus denen mit Nothwendigkeit die ganze eigenthümliche Wachstumsgeschichte sich ergibt.

Die kleinsten Theilchen sind nicht bloss in concentrische Schichten, sondern auch in radiale Reihen geordnet. Wir können uns daher das Wachstum des Kornes einerseits so vorstellen, dass die Molecularschichten in die Fläche wachsen, und dass neue zwischen dieselben eingeschoben werden, — anderseits aber auch so, dass die radialen Moleculareihen durch Aufnahme von Theilchen sich verlängern, und dass fortwährend nach der Oberfläche des Kornes hin neue Reihen sich einlagern. Demgemäss lässt sich nun das Wachstum der einzelnen sichtbaren Schichten in verschiedenen Richtungen und an verschiedenen Punkten ziemlich genau feststellen. Man denkt sich das Korn aus Pyramiden bestehend, deren Spitze im Schichtencentrum liegt, deren Körperwinkel daselbst einander gleich sind, und deren Seitenflächen vom Centrum aus die verschiedenen Schichten rechtwinklig schneiden. Diese Pyramiden sind aus Kugelpyramiden, die einander gleich waren, entstanden. Die Flächen, welche sie alle in der nämlichen Schicht einnehmen, zeigen, mit einander verglichen, die Verschiedenheit des tangentialen Wachstums dieser Schicht auf verschiedenen Stellen. Jene Flächen, mit der Dicke der Schicht an der betreffenden Stelle verglichen, zeigen das Verhältniss des tangentialen zum radialen Wachstum, und ergeben die Volumenzunahme für jeden einzelnen Punkt der Schicht.

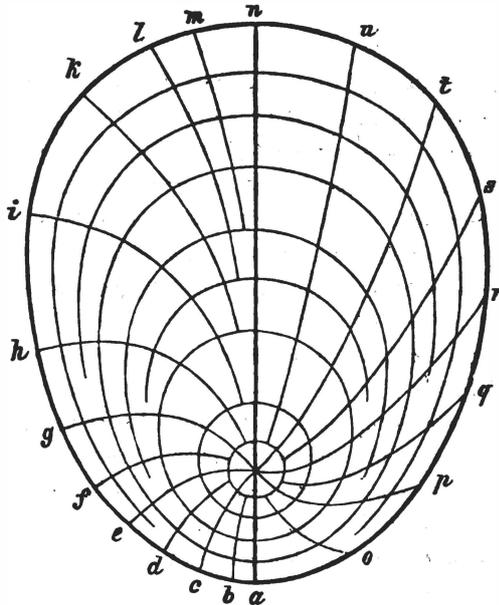
Nebenstehende Figur zeigt den Querschnitt durch ein linsenförmiges Korn senkrecht zu seiner grössten Ebene oder den Längsschnitt durch ein ovales Korn, wenn das Schichtencentrum im mathematischen Mittelpunkt liegt. Wird Letzterer mit C bezeichnet, so sind aCc und cCn Stücke des Kornes, die aus gleichen Theilen der ursprünglichen Kugel (aus $\frac{1}{8}$ des Querschnitts) entstanden und mit dem fortschreitenden Wachstum immer ungleicher an Grösse geworden sind. Ferner entsprechen aCb, bCc, cCd und dCn je dem 16ten Theil des Querschnitts; dCe und eCn jedes = $\frac{1}{32}$; eCf und fCn jedes = $\frac{1}{64}$; fCg und gCn jedes = $\frac{1}{128}$; gCh und hCn jedes = $\frac{1}{256}$; hCi und iCn jedes = $\frac{1}{512}$; iCj und jCn jedes = $\frac{1}{1024}$. In diesem Korn ist das Stück jCn, welches von dem 1024sten Theil des Querschnitts der ursprünglichen Kugel abstammt, jedenfalls noch beträchtlich grösser als das Stück aCb, welches dem 16ten Theil derselben entspricht.



Auf der rechten Seite ist der obere Quadrant in 4 Parteien aCk, kCl, lCm und mCn so getheilt, dass in jeder die entsprechenden Schichten gleich breit sind. Diese Figur veranschaulicht uns das Wachstum unter der Voraussetzung, dass die Zunahme der mit der Oberfläche parallelen Fläche einer Schicht auf jedem Punkte die nämliche, und dass nur die Zunahme in die Dicke verschieden sei. — Der untere Quadrant der rechten Seite ist in 4 Parteien mit gleichem Flächeninhalt aCo, oCp, pCq und qCn getheilt, was der Voraussetzung entspricht, dass die Volumenzunahme auf jedem Punkte der gleichen Schicht übereinstimme, und dass die Verschiedenheit im Wachstum bloss zwischen äussern und innern Schichten bestehe. — Beide letztere Voraussetzungen, dass die Einlagerungen in die Flächeneinheit oder in die Volumeneinheit einer Schicht überall die nämliche sei, fordern aber die Annahme, dass eine fortdauernde Verschiebung der kleinsten Theilchen stattfindet. Das Maass dieser Verschiebung wird durch die Grösse

angegeben, um welche der Winkel, den die Radien Ck, Cl, Cm und Co, Cp, Cq in jedem Punkte mit den Schichten bilden, von einem Rechten abweicht.

Das Gleiche wurde für ein excentrisch-geschichtetes Korn ausgeführt. Wenn C dessen Schichtencentrum bezeichnet,



so entsprechen die Stücke aCe und eCu je einem Viertel, aCc, cCe, eCg und gCn je einem Achtel des Querschnitts des ursprünglichen kugelförmigen Korns. Ferner sind aCb, bCc, cCd, dCe, eCf, fCg, gCh und hCn jedes = $\frac{1}{16}$; hCi und iCn jedes = $\frac{1}{32}$, iCk und kCn jedes = $\frac{1}{64}$, kCl und lCn jedes = $\frac{1}{128}$, lCm und mCn jedes = $\frac{1}{256}$. — Die linke Hälfte ist mit Rücksicht auf ein gleiches Flächenwachstum der Schichten in 8 Theile aCo, oCp, pCq, qCr, rCs, sCl, tCu, uCn getheilt. Auch hier wird die Verschiebung der radial hinter einander liegenden Theilchen, welche mit dieser Annahme nothwendig verbunden ist, durch die spitzen Winkel deutlich, welche die nach o, p, q, r, s, t, u verlaufenden Linien mit den Schichten bilden.

Das Flächenwachstum der Schichten ist das Product aus der Zunahme in 2 linearen Richtungen. Die Theilchen einer Molecularschicht müssen selbst ebenfalls in (tangentialen) Reihen geordnet sein, welche sich unter rechten und spitzen Winkeln kreuzen. Man würde nun eine vollkommen richtige und naturgemässe Vorstellung von dem Wachstum der Molecularschichten erhalten, wenn man die Zunahme ihrer in verschiedenen Richtungen verlaufenden Molecularreihen bestimmen könnte. Da die Natur dieser Reihen unbekannt ist, so kann man zur Erleichterung der Vorstellung an der ursprünglichen kugelförmigen Gestalt

Aequator, Parallelkreise und Meridiane unterscheiden, und diess um so eher, als ein Durchmesser sich zur Achse ausbildet. Ich will bei den folgenden Beispielen nur die äusserste Schicht berücksichtigen. — Bei kreisrunden linsenförmig-zusammengedrückten Körnern mit centralem Kern wächst der Aequatorialkreis am meisten, während die Parallelkreise sich um so weniger vergrössern, je näher sie den Polen liegen. Die Meridiankreise verhalten sich unter einander gleich; aber die Längeneinheit nimmt an jedem einzelnen um so mehr zu, je näher dem Aequator, um so weniger, je näher dem Pol. — Bei den länglichen, im Querschnitt kreisrunden Körnern mit centralem Kern dehnt sich der Aequator am wenigsten aus, die Parallelkreise um so mehr, je näher sie den Polen liegen. Die Meridiane nehmen viel mehr zu als der Aequator; unter einander verhalten sie sich gleich. Ihre Längeneinheiten wachsen um so mehr, je näher den Polen. — Längliche zusammengedrückte Körner mit centralem Kern haben das geringste Wachstum im Aequator; die Parallelkreise vergrössern sich um so mehr je näher den Polen; in jedem dieser Kreise zeigt das Wachstum der Längeneinheit ein Minimum auf zwei gegenüberliegenden Punkten, welche den flachen Seiten, und ein Maximum auf zwei andern, welche den Kanten entsprechen. Die Meridiankreise dehnen sich alle viel mehr aus, als der Aequator; darunter hat einer, der den Kanten entspricht, das stärkste Wachstum, und in allen nehmen die Längeneinheiten an den Polen am stärksten, in der Aequatorialgegend am wenigsten zu.

Bei den Körnern mit excentrischem kugeligem Kern wachsen die Parallelkreise im Allgemeinen um so weniger, je näher sie dem vordern, um so mehr, je näher sie dem hintern Pol liegen. Wenn das Korn zusammengedrückt und symmetrisch ist, so hezeichnen die Enden von rechtwinklig sich kreuzenden Ebenen Maxima und Minima des Wachstums an jedem einzelnen Parallelkreis. Wenn dasselbe zusammengedrückt und nur nach einer Seite symmetrisch ist, so kann das eine Maximum selbst zum Minimum werden, von dem aus nach dem gegenüberliegenden Punkte die Zunahme der Längeneinheiten wächst. Die Meridiankreise vergrössern sich viel stärker als der Aequator. Die Zunahme der Längeneinheit ist um so kleiner, je näher dem vordern, um so grösser, je näher dem hintern Pol. In zusammengedrückten Körnern ist ein Meridian der grösste, einer, der denselben rechtwinklig kreuzt, der kleinste.

Die Ab- und Zunahme, welche die Kreise unter einander und die Elemente des gleichen Kreises zeigen, gestatten

so zahllose Modificationen, dass daraus alle regelmässigen und unregelmässigen Formen hergeleitet werden können. — Aehnlich der äussersten Schicht verhalten sich mit Rücksicht auf das Flächenwachsthum die übrigen Schichten, doch werden im Allgemeinen die Ungleichheiten im Wachsthum von der Oberfläche nach dem Schichtencentrum hin kleiner. — Das Dickenwachsthum einer Schicht steht in einem bestimmten Verhältniss zum Flächenwachsthum, was begreiflich ist, da Letzteres durch Ersteres bedingt wird.

Wenn die über das Wachsthum der Stärkekörner entwickelte Theorie richtig ist und eine Verschiebung der kleinsten Theilchen wenigstens in der Regel nicht statthat, so lässt sich aus den Veränderungen, welche die Gestalt und die Schichtung eines Korns erfährt, auf die Zunahme in jedem Theil desselben ein Schluss ziehen. Die Radien, welche von dem Schichtencentrum ausgehen und die Schichten rechtwinklig durchsetzen, geben dabei die Anhaltspunkte zu genauen Vergleichen ab sowohl für die von dem Centrum bis zur Oberfläche hinter einander liegenden Schichten als für die verschiedenen Punkte der nämlichen Schicht. Ohne weiter in diesen Gegenstand sonst einzutreten, will ich nur an einem Beispiel untersuchen, wie weit sich die Verschiedenheiten im Wachsthum am nämlichen Korn steigern können.

Die Stärkekörner im Wurzelstock von *Canna lagunensis* Lindl. erreichen eine Länge von 170 Mik. und eine Excentricität bis auf $\frac{1}{70}$. Ich habe für ein solches mit geringerer Excentricität (nämlich $\frac{1}{42}$), dessen Länge 172, die Breite 90, die Dicke 60, der lange Radius 168 und der kurze 4 Mik. betrug, folgende Berechnung ausgeführt. Die Oberfläche enthält 32500 Quadrat Mik. Mill., diejenige eines jungen, 3 Mik. Mill. grossen, noch vollkommen kugeligen Korns dagegen $\frac{28}{3}$ Quad. Mik. Die äusserste Schicht hat also von diesem Stadium an um das 8125fache zugenommen. Wenn das junge kugelige Korn in 16 gleiche Pyramiden zerlegt wird, so nimmt die äusserste Schicht einer jeden derselben $\frac{1}{4}$ Quadrat Mik. ein. An dem ausgewachsenen Korn hat die äusserste Schicht der Pyramiden, welche den kurzen Radius umgeben (aCc in der Fig. auf Pag. 317), einen Flächeninhalt von je 4, in den darauf folgenden (den mittlern der vordern Hälfte, cCe der citirten Figur) je 13, in der mittlern der hintern Hälfte (eCg) 196, und in den Pyramiden, welche den langen Halbmesser umgeben (gCn), 7912 Quadrat Mik. Die Flächenzunahme der äussersten Schicht beträgt also in 4 ursprünglich gleichen Partien das $2\frac{2}{7}$ -, $7\frac{3}{7}$ -, 112- und 4521fache der anfänglichen Ausdehnung, und am hintern Ende ist sie 1979mal grösser als am vordern. Die Ungleichheit steigert sich aber noch beträchtlich, wenn das Korn in noch mehr Pyramiden zerlegt wird (wie diess in der Figur auf Pag. 317 geschehen ist). An einer Pyramide am langen Halbmesser, welche dem 16384sten Theil des ursprünglichen Korns entspricht, hat die äusserste Schicht 28 Quad. Mik.; an einer gleichen Pyramide am kurzen Radius dagegen weniger als $\frac{16 \times 4}{16384} = \frac{1}{256}$ Quad. Mik. Dort war also die Flächenzunahme mehr wie 7168mal grösser als hier.

Der Kubikinhalt des jungen Korns beträgt 14 Mik. Mill. und derjenige jeder der 16 Kugelpyramiden somit nahezu 1 Mik. Im ausgewachsenen Korn enthalten die genannten 4 Pyramiden (aCc, cCe, eCg und gCn in der Figur auf Pag. 317) 5, 26, 749 und 75720 Kub. Mik.; diejenige am langen Radius hat 15144mal mehr zugenommen als diejenige am kurzen. Wird aber das Korn in 16384 Pyramiden mit gleichem Körperwinkel am Schichtencentrum zerlegt, so beträgt der Kubikinhalt einer solchen Pyramide am langen Radius 360 und am kurzen $\frac{16 \times 5}{16384} = \frac{1}{205}$ Mik. Die Volumenzunahme in der ganzen Dicke des Korns ist am hintern Ende 73800mal grösser als am vordern Ende.

Diess ist aber noch nicht die grösste Ungleichheit in der Volumenzunahme der verschiedenen Partien eines Stärkekorns; es kommt noch die Ungleichheit zwischen äusserer und innerer Schichten hinzu. Ich habe oben für Kartoffelstärkekörner nachgewiesen, dass die ganze innere Masse 234mal mehr zugenommen hat als die äusserste Schicht (Pag. 226). Die Stärkekörner von *Canna* verhalten sich in dieser Beziehung gleich. Für den vorliegenden Fall könnten wir also sagen, dass die Rindenschicht einer jener Pyramiden am vordern Ende 234×73800 oder 17269200mal weniger gewachsen ist als die ganze innere Masse einer gleichen Pyramide am hintern Ende; und der Unterschied in der Volumenzunahme würde noch viel beträchtlicher, wenn wir die äusserste Schicht am kurzen Radius mit derjenigen Stelle des langen Radius vergleichen könnten, welche am stärksten sich vergrössert hat.

Es möchte diese enorme Differenz auf den ersten Blick unwahrscheinlich vorkommen, da es sich nicht etwa um einen Körper handelt, dessen Wachstum in gewissen Theilen gänzlich aufhört. Allein das Auffallende verschwindet, sobald wir bedenken, dass jene Differenz nur das Resultat von dauernd wirkenden Ursachen ist, die wenig verschieden sind. Angenommen in dem vorliegenden Falle habe die Rindenschicht an einer den 16384sten Theil des Kornes ausmachenden Pyramide des vordern Endes von jenem ersten kugeligen Stadium an bis zum ausgewachsenen Zustande von 0,0008 auf 0,0026 Kub. Mik., also von 1 auf 3,3 zugenommen, die innere Masse einer Pyramide des hintern Endes dagegen von 0,000005 auf 280 Kub. Mik., also von 1 auf 56000000, so ist die Zunahme hier 17000000 mal beträchtlicher als dort. Angenommen ferner das Korn habe während des Zeitraums von 6 Wochen oder 42 Tagen sich von jenem ersten kugeligen Stadium von 3 Mik. Durchmesser zu seiner vollständigen Grösse entwickelt, so beträgt der Wachstumscoefficient während 1 Stunde für die Rindenschicht am vordern Ende 0,001 und für die innere Masse am Verdickungsradius 0,018, d. h. wenn das Wachstum von Anfang bis zu Ende gleichmässig fortdauert, so vermehrt sich die Volumeneinheit während jeder Stunde von 1000 auf 1018, da wo das Wachstum am lebhaftesten, und von 1000 auf 1001, da wo es am geringsten ist. Diese geringe Differenz bewirkt nach 6 Wochen, dass die Erstere im Ganzen 17000000 mal mehr zugenommen hat als die Letztere. — Die Berechnung geschieht in folgender Weise. Das Wachstum ist eine geometrische Progression. Die Einheit der in Zunahme begriffenen Masse (ursprünglich M) vermehrt sich in der Zeiteinheit um $\frac{1}{a}$, und ist somit nach der ersten Zeiteinheit $M\left(1 + \frac{1}{a}\right)$, nach der zweiten $M\left(1 + \frac{1}{a}\right)^2$ und nach der n ten $M\left(1 + \frac{1}{a}\right)^n$. In dem vorliegenden Fall wächst in 1008 Stunden die eine Substanz von 0,0008 auf 0,0026 Kub. Mik., die andere von 0,000005 auf 280 Kub. Mik. Also $0,0008\left(1 + \frac{1}{a_1}\right)^{1008} = 0,0026$; woraus $1 + \frac{1}{a_1} = \sqrt[1008]{\frac{0,0026}{0,0008}} = 1,0011$ und $\frac{1}{a_1} = 0,0011$. Ebenso $0,000005\left(1 + \frac{1}{a_2}\right)^{1008} = 280$; woraus $1 + \frac{1}{a_2} = \sqrt[1008]{\frac{280}{0,000005}} = 1,0178$ und $\frac{1}{a_2} = 0,0178$.

Würde das Stärkekorn statt in 6 Wochen sein Wachstum in 3 Wochen oder in 504 Stunden vollenden, so nähme während einer Stunde das Volumen in der Rinde des vordern Endes von 1000 auf 1002, in der innern Masse des langen Radius von 1000 auf 1036 zu; betrüge die Zeit des Wachstums bloss 252, 126 oder 63 Stunden, so hätten folgende Zunahmen während einer Stunde statt: im ersten Fall von 1000 auf 1005 und von 1000 auf 1073, im zweiten Fall von 1000 auf 1009 und von 1000 auf 1152 und im dritten Fall von 1000 auf 1019 und von 1000 auf 1327. — Aus diesen Berechnungen ergibt sich, dass eine Differenz im Resultat von 1 : 17000000 durchaus nichts Unwahrscheinliches voraussetzt. Denn selbst wenn das Wachstum nur $2\frac{1}{2}$ Tage dauern sollte, so würde während einer Stunde die am langsamsten sich vermehrende Partie des Kornes im Volumen von 1000 auf 1019 und die am schnellsten zunehmende von 1000 auf 1327 wachsen, oder jene würde auf 1000 Theilchen 19, diese dagegen 327 einlagern. Selbst bei einem noch schnelleren Wachstum bliebe das Verhältniss unverändert, wenn man als Zeiteinheit eine entsprechend kürzere Zeit annähme. — Ich muss noch eine Bemerkung beifügen. Wenn das Wachstum 1008, 504, 252, 126 oder 63 Stunden dauert, so betragen die Wachstumscoefficienten für das Minimum der Zunahme 0,00117, 0,00234, 0,00465, 0,00940 und 0,01896, und für das Maximum 0,01787, 0,03593, 0,07336, 0,1521 und 0,3273. Sie nehmen also so ziemlich in dem Verhältniss zu, wie die Zeit des Wachstums abnimmt. Diess scheint auf den ersten Blick auffallend, erklärt sich aber sogleich, wenn wir bedenken, dass jenes Verhältniss nur nahezu eintritt und nur für den Fall, wenn der Wachstumscoefficient im Verhältniss zur Zahl der Zeiteinheiten, in welche man die Wachstumsperiode eintheilt, einen sehr kleinen Werth darstellt.

Mit Rücksicht auf die Veränderungen während des Wachstums können wir zwei Reihen unterscheiden, deren gemeinsamen Ausgangspunkt die Körner mit kugeligem centralem Kern bilden. Die letztern bestehen bloss aus Kugelschalen, deren Flächenwachstum auf allen Punkten und in allen Richtungen gleich gross ist, und die überall gleich

sehr in die Dicke zunehmen. Zu der einen Reihe gehören die Körner mit kugeligem excentrischem Kern, zu der andern diejenigen mit verlängertem oder linsenförmigem centralem Kern.

Bei den Stärkekörnern mit kugeligem excentrischem Kern ist das Flächenwachsthum der Schichten auf der einen Seite (am Verdickungshalbmesser) stärker als auf der entgegengesetzten. Es mag diess schon in der ursprünglichen Anordnung der kleinsten Theilchen begründet sein, welche daselbst früher oder später nothwendig eine etwas vermehrte Einlagerung in die äusserste Molecularschicht und dadurch eine locale vermehrte Spannung verursacht. Die letztere muss sich alsobald auf die innern Molecularschichten fortpflanzen, und daselbst wegen der analogen Anordnung der Theilchen auch analoge Spannungen hervorrufen. In Folge derselben wird auf der bevorzugten Seite die bis dahin streng concentrische Anordnung irgendwo unterbrochen, und statt einer vollständigen kugeligen Molecularschicht wird nur ein Theil derselben in Form einer Kugelkappe eingelagert. — Die Dispositionen für ein ungleiches Flächenwachsthum werden indess, nachdem sie einmal wirksam geworden sind, auch ferner wirksam sein, und immer auch ein entsprechendes Dickenwachsthum nach sich ziehen. Es muss daher die Ungleichheit zunächst der beiden Halbmesser und später die Ungleichheit in der Dicke der Schichten auf dem langen und dem kurzen Halbmesser mit dem Wachsthum sich steigern.

Diese Wirkung des Flächenwachsthums wird durch einen andern Umstand wesentlich befördert. Wir haben gesehen, dass das Dickenwachsthum von der Peripherie nach dem mathematischen Mittelpunkt hin in steigender Progression zunimmt, zum Theil weil die Ernährungsflüssigkeit je weiter sie nach innen dringt, um so verdünnter wird, und eine wasserreichere Substanz mit geringerer Cohäsion einlagert. Ist nun einmal der eine Radius etwas länger als der andere, so muss, als eine nothwendige Folge des eben ausgesprochenen Gesetzes, die Ungleichheit fortwährend sich steigern, weil der längere Halbmesser mit seiner im Mittel weichern Masse der Ausdehnung einen geringern Widerstand bietet. — Damit stimmt genau die früher festgestellte Thatsache überein, dass der Kern um so excentrischer ist, je grösser die Körner werden.

Das vermehrte einseitige Flächenwachsthum der äussersten Molecularschicht stört die concentrische Anordnung, wie ich sagte, zunächst irgendwo zwischen dem Centrum und der Oberfläche. Die Stelle, wo es geschieht, muss durch die besondere Art der wirkenden Ursache und der Widerstände, somit ebenfalls durch die Anordnung der kleinsten Theile in den Molecularschichten, bedingt sein. Wenn die Spannung an der ganzen Oberfläche gleich wirken würde, so müsste der Mittelpunkt selbst die grösste Neigung zu vermehrter Einlagerung zeigen; wirkt sie aber nur auf einer Seite, so muss die Störung des concentrischen Wachsthums ausserhalb des Schichtencentrums erfolgen; — und zwar wird die Trennung um so näher der Oberfläche stattfinden, je mehr das geförderte Flächenwachsthum dem Raume nach beschränkt ist, ferner ebenfalls um so näher der Oberfläche, je rascher die Dichtigkeit der Substanz und somit die Cohäsion von der äussersten Schicht nach innen hin abnimmt, — und umgekehrt. — Es ist einleuchtend, dass von diesem Umstande (ob die wirkende Ursache mehr oder weniger tief sich erstreckt, ob also die Störung der strengen Concentricität weiter nach aussen oder nach innen beginnt) die Zunahme selbst der Excentricität beim fernern Wachsthum wesentlich abhängen muss. Ein anderes freilich ebenso wesentliches Moment ist die Zeit, in welcher die Störung eintritt.

Der Kern selbst, zuweilen mit den nächsten Schichten, behält seine genau concentrische Structur zeitlebens. Je mehr derselbe excentrisch wird, desto mehr gelangt er in eine Region, in welcher wegen des Wachsthums und der Anordnung der Schichten die negative Spannung in geringerem Grade wirkt, und die überdem von einer verhältnissmässig concentrirteren Lösung ernährt wird. Desto weniger wachsen also die ihn umgebenden Schichten in jeder Dimension, desto mehr haben sie das Bestreben, sich zu verdichten, und desto grösser wird die Cohäsion in der Substanz derselben. Die reichlichste Wassereinlagerung und somit die geringste Cohäsion befinden sich in grösserer oder geringerer Entfernung vom Kern, nämlich im mathematischen Mittelpunkt des Kornes oder nahe demselben. Dort ist auch durch das Flächenwachsthum der Rinde die negative Spannung gesteigert, und muss daher die grösste Einlagerung stattfinden, natürlich mit den Modificationen, welche von der Anordnung der Molecularschichten und der radialen Molecularreihen bedingt werden. Das Wachsthum des Kernes aber muss um so geringer werden, je näher er der Oberfläche gerückt wird. Beide Forderungen der Theorie werden durch die thatsächlichen Erfahrungen bestätigt, wie ich früher nachgewiesen habe.

Die den Kern umgebende Substanz verdichtet sich, wie ich eben sagte, um so mehr, je näher sich derselbe dem Umfange befindet; — so sehr, dass bei besonders excentrischer Lage er dem bewaffneten Auge verschwindet. Durch verschiedene Mittel (Säuren, Alkalien, trockene oder feuchte Hitze) kann aber nachgewiesen werden, dass er sich nicht vollständig verdichtet, sondern dass an seiner Stelle immer noch eine wasserreichere Substanz vorhanden ist (vgl. Pag. 72—73). Diese Erscheinung ergibt sich als einfache Folge aus den frühern Annahmen über die Ursachen des Wachstums. Die Flächenausdehnung der Rindenschichten bewirkt überall in der Substanz des Korns ein Bestreben, sich auszudehnen. Der Kern ist aus zwei Ursachen besonders geneigt, diesem Bestreben zu folgen, erstens wegen der weichen Substanz, die er immer noch behalten hat, und zweitens wegen des kleinen Krümmungshalbmessers seiner Molecularschichten. Beide Ursachen unterhalten in ihm fortwährende in so starkes Wachstum, dass die verminderte Spannung und die verhältnissmässig concentrirte Nahrungsflüssigkeit nicht im Stande sind, seine Substanz ganz zu verdichten, wenn es auch bis auf eine Dimension geschieht, welche unter dem Compositum im unveränderten Zustande nicht mehr erkennbar ist.

Eine Frage, die sich noch aufdrängt, ist die, ob die Seite, wo das stärkere Wachstum der excentrisch gebauten Körner statthat, durch äussere Ursachen bestimmt werde. Man glaubte früher, dass die Stärkekörner mit dem vordern (Kern-) Ende an der Zellwand angeheftet seien; diess ist aber aus verschiedenen Gründen unmöglich. Nach der interessanten Beobachtung von H. Crüger (Bot. Zeit. 1854, Pag. 41) findet das Umgekehrte statt; die Körner sind häufig an dem Primordialschlauch oder an dem denselben überziehenden Protoplasma befestigt, und diese Stelle ist immer das hintere Ende der excentrisch-geschichteten Stärkearten.

Es ist vor Allem aus daran festzuhalten, dass, wie ich bereits gesagt habe, äussere Verhältnisse nicht der Grund sein können, warum die Stärkekörner ungleich in die Dicke wachsen; sondern dass jedenfalls spezifische innere Ursachen (z. B. die Anordnung der kleinsten Theilchen) diess bewirken. Denn die Theilkörner in den halbzusammengesetzten Formen bilden sich ganz in gleicher Weise einseitig aus wie die einfachen Körner, obgleich sie an der ganzen Oberfläche mit Substanz überzogen sind; — und die Stärkekörner in den Sporen von Chara (und Nitella) haben einen centralen Kern, obgleich sie mit der einen Seite das wandständige Protoplasma berühren. — Dagegen können äussere Verhältnisse die Verdickungsrichtung der excentrisch gebauten Stärkearten bedingen. Ein deutliches Beispiel dafür finden wir an den Theilkörnern halb- und ganzzusammengesetzter Formen, wo die langen Radien immer nach innen gekehrt sind. Die einfachen Körner würden sich, nach der Beobachtung von Crüger somit genau wie die Theilkörner verhalten und an dem angehefteten Ende stärker wachsen. Die Erklärung muss für beide Fälle die nämliche sein; ich werde sie später bei den zusammengesetzten Körnern zu geben versuchen.

Bei den Stärkekörnern mit centralem kreisruud-linsenförmigem Kern findet das grösste Wachstum an der Aequatorialzone statt; bei denjenigen mit verlängertem Kern und mit kreisförmigem Querschnitt an den zwei Polen; bei solchen mit verlängertem zusammengedrücktem Kern ist das Wachstum in einer (grössten) Zone am beträchtlichsten, und steigert sich in derselben an zwei gegenüberliegenden Punkten (Polen). Die vermehrte Einlagerung wird sich an dem noch jungen kugeligen Korn mit streng concentrischer Anordnung der kleinsten Theilchen zuerst in der äussersten Molecularschicht geltend machen. Das Bestreben, sich demgemäss auszudehnen, pflanzt sich auf die inneren Schichten fort und bewirkt irgendwo eine Störung der Concentricität und die Einlagerung einer unvollständigen Molecularschicht, entweder in Form eines Ringes oder von 2 gegenüberliegenden Kugelkappen. Dass diese erste Anlage des Korns, sich von der sphärischen Gestalt und von dem concentrischen Bau zu entfernen, in der Folge sich weiter ausbildet, dazu wirken auch hier die zwei Gründe, erstens dass das vermehrte locale Flächenwachstum der Molecularschichten in Folge der Anordnung der kleinsten Theilchen fortwährend thätig ist, und zweitens dass jeder Halbmesser nicht im Verhältniss zu seiner Länge, sondern in steigender Progression wächst (vgl. Pag. 320).

Je mehr das gesteigerte locale Flächenwachstum der äussersten Molecularschichten der Breite nach beschränkt ist, und je rascher der Wassergehalt von der Peripherie aus nach innen zunimmt, um so näher der Oberfläche werden die unvollständigen Molecularschichten eingelagert. Die mathematisch-concentrische Structur zunächst um das Schichten-

centrum horum bleibt unter allen Umständen, wie bei den Körnern mit einseitiger Verdickung, zeitlebens ungestört (vgl. Pag. 290); da aber die ziehende Ursache des vermehrten Flächenwachstums ringsum oder wenigstens auf zwei gegenüberstehenden Punkten gleich stark wirkt, so liegt das Schichtencentrum fortwährend im mathematischen Mittelpunkt.

Die Stärkekörner mit centralem Bau zeichnen sich durch zwei Eigenthümlichkeiten aus, erstlich dass die äusserste Schicht sich rasch von der ursprünglichen Kugelgestalt entfernt und später derselben sich langsam wieder etwas nähert, womit ein gleiches Verhältniss der Schichten von dem Mittelpunkt bis zur Peripherie übereinstimmt, und zweitens, dass die Substanz vom Centrum bis dahin, wo die grösste Abweichung der Molecularschichten von der sphärischen Gestalt statthat, in der Regel weich und homogen erscheint und den scheinbaren verlängerten oder zusammengedrückten Kern darstellt. Diese Erscheinungen kommen zwar nicht bei allen, sondern nur bei der grossen Mehrzahl der central geschichteten Körner vor; ebenso findet man sie auch, aber seltener, bei den excentrisch gebauten Körnern. Dennoch ist es wahrscheinlich, dass sie in gewisser Beziehung zur centralen Lage des Kerns stehen; in welcher bleibt aber noch ungewiss.

Im Uebrigen muss man sich von diesen beiden Thatsachen wohl folgende Vorstellung machen. Die äusserste Schicht, und wie sie verhalten sich auch alle andern, lagert fortdauernd an bestimmten Stellen und in bestimmten Richtungen mehr Theilchen ein, und entfernt sich dadurch immer mehr von der ursprünglichen kugeligen Form. Irgend welche Verhältnisse, z. B. die Anordnung der kleinsten Theilchen, bedingen diese ungleiche Ernährung. Nachdem aber die Einlagerung eine bestimmte Zeit gedauert, oder ein bestimmtes Maass erreicht hat, wenn vielleicht die Anordnung der Theilchen eine andere geworden ist, so sind auch jene bedingenden Verhältnisse verschwunden; sie können sogar in ihr Gegenheil übergegangen sein und nun wieder eine Annäherung zur Kugelform herbeiführen. — Das gleiche Wachstum wie die äusserste zeigen auch alle übrigen Schichten, obgleich sie als innere zum Theil etwas andern Bedingungen unterworfen sind. Bei den Stärkearten mit centralem Kern überwiegt aber offenbar die spezifische Natur der Körner über alle äussern Einflüsse, wie man diess namentlich aus dem Verhalten der Theilkörner entnimmt, welche ihre innere, an das Schwesterkorn anstossende Seite ebenso ausbilden wie ihre äussere, mit der ernährenden Flüssigkeit in unmittelbarer Berührung befindliche Seite. In Folge des Umstandes, dass sich alle Molecularschichten gleich verhalten, zeigen sie an dem entwickelten Korn von dem Centrum bis zur Peripherie die gleichen Veränderungen in der Gestalt, wie die äusserste Schicht selber in ihren successiven Entwicklungsstadien.

Die Thatsache, dass bei den concentrisch gebauten Stärkekörnern und zuweilen auch bei den excentrisch gebauten eine grosse innere Partie weich und ungeschichtet erscheint, ist, wie ich bereits oben gezeigt habe (Pag. 314), wohl nur Folge davon, dass das Flächenwachstum der äussern Schichten und somit die Grössenzunahme sehr beträchtlich ist und daher die ernährende Flüssigkeit, welche aus den äussern Schichten ins Innere gelangt, bloss hinreicht, um weiche Substanz einzulagern, nicht aber um sie zu verdichten. So weit aber die Verdichtung eintritt, so trifft sie natürlich je die äussersten der zwar schon vorhandenen, aber noch nicht unterscheidbaren dichten Schichten, und die Structur wird daher von aussen nach innen hin deutlich.

Die Störung der streng concentrischen Anordnung der kleinsten Theilchen erzeugt, wie wir eben gesehen haben, Stärkekörner, in denen die Schichten auf verschiedenen Seiten ungleich dick sind, und in der Gestalt mehr oder weniger von der Kugelfläche abweichen. Die Molecularschichten, welche ursprünglich concentrisch waren, entfernen sich dabei in grösserem oder geringerem Maasse von dem parallelen Verlauf, und diess kann bei excentrisch gebauten Körnern bis dahin stattfinden, wo die Schichten rechtwinklig die Oberfläche (d. h. die äusserste Schicht) berühren. Indess sind alle Unregelmässigkeiten in der Gestalt und im Bau der einfachen Körner nur gradweise von einander verschieden, und rühren von der nämlichen Ursache, von local oder in bestimmter Richtung vermehrtem und vermindertem Flächenwachstum der Molecularschichten her. In der Regel verhalten sich diese Schichten alle auf den von aussen nach innen hinter einander liegenden Punkten analog, wobei wir auf eine streng radiale Anordnung der kleinsten Theilchen schliessen können.

Zuweilen indess entsprechen sich die Störungsursachen in den verschiedenen Schichten räumlich nicht; dadurch ent-

stehen jene Körner mit ungleichen Verdickungsrichtungen und mit verschiedenen Schichtensystemen (Pag. 29, 30). Diese kann auf zweierlei Art geschehen. Entweder wirkt die Störungsursache im Kern; in einem neuen aus demselben hervorgehenden Schichtencomplex findet die Verdickung in einer andern Richtung statt, als in der äussern Substanz. Oder die Veränderung beginnt zwischen den Schichten, indem eine derselben stellenweise sich verdickt; durch weitere Ausbildung dieser Anlage entsteht ein Schichtensystem, dessen Lagen sich zuweilen rechtwinklig an die Lagen der umgebenden Substanz ansetzen.

Die primitive Ursache dieser Störungen ist in der Anordnung der kleinsten Theilchen zu suchen, welche, wohl schon von Anfang an als Anlage vorbereitet, unter günstigen Umständen zur Entwicklung kommt, und bestimmte Wachstumserscheinungen hervorruft. — Im erstern Falle muss einmal eine bis dahin sphärische Molecularschicht des Kerns das geförderte locale Flächenwachstum auf einer andern Seite entwickeln, was nachher auf eben dieser Seite zwischen den innern Molecularschichten die Zwischentlagerung einer unvollständigen Schicht zur Folge hat u. s. w. — Im zweiten Falle muss eine beschränkte Stelle einer oder mehrerer Molecularschichten stärker in die Fläche wachsen; in unmittelbarer Folge werden innerhalb derselben unvollständige Molecularschichten eingelagert. Und wie jene mehr und mehr in die Fläche wachsen, werden zwischen diese mehr und mehr neue Schichten eingelagert. Alle äussern Schichten aber, die ohnehin die Tendenz haben, in tangentialer Richtung sich auszudehnen, so weit es das Dickenwachstum der innern Substanz erlaubt, setzen der Erhebung und Ausbildung des innern Schichtensystems nicht nur keinen Widerstand entgegen, sondern fördern dieselbe im Gegentheil.

Auf eine andere und noch tiefer eingreifende Weise wird die concentrische Anordnung modifizirt, wenn sich neue Schichtencentra und somit Theilkörner bilden. Das Wachstum der einfachen Körner beruht, wie wir gesehen haben, darauf, dass die Molecularschichten durch Einlagerung von Theilchen sich vergrössern, und dass zwischen die schon vorhandenen Molecularschichten neue vollständige oder unvollständige eingeschoben werden. Es versteht sich, dass Molecularschichten und kleinste Theilchen keine mathematisch-regelmässigen Verhältnisse zeigen, weil sie durch mannigfach abgestufte Ursachen bedingt werden; ihre Anordnung kann nur bis auf einen gewissen Punkt regelmässig sein, so dass innerhalb bestimmter Grenzen ein Spielraum für Ungleichheiten offen bleibt. Nun lässt sich auch denken, dass zuweilen verschiedene ungünstige Ursachen sich so sehr cumuliren, dass die vorhandenen Molecularkräfte nicht im Stande sind, die neue Einlagerung zu beherrschen. Es bildet sich dann ein Complex von kleinsten Theilchen, welche nicht in parallele Schichten geordnet sind, und die vielleicht anfänglich ohne bestimmte Ordnung neben einander liegen. Mit dem Wachstum der umgebenden Masse wird auch dieser Complex sich vergrössern; denn er ist von Nahrungsflüssigkeit durchdrungen und unterliegt den gleichen Bedingungen wie die übrige Substanz. Es ist denkbar, dass unter Umständen die angrenzende Schichtung den Sieg davon trägt, und in jenem ursprünglich ungeordneten Complex nach und nach eine analoge flächenförmige Anordnung der Theilchen bewirkt. Es ist aber auch denkbar, dass dieser Einfluss sich nicht auf die ganze Masse jenes Complexes erstreckt, und dass daher in demselben eine selbständige Entwicklung beginnt. Die Einlagerung in seiner äussern Partie wird nämlich durch diese Partie selbst und durch die umgebende Substanz bedingt, die Einordnung in seinem Innern aber bloss durch die Stellungsverhältnisse seiner eigenen kleinsten Theilchen. Bilden diese nun eine mehr oder weniger kugelige Gruppe, so wird sich dieselbe beim weitem Wachstum ähnlich verhalten wie diejenigen Gruppen kleinster Theilchen, welche frei in einer Flüssigkeit entstehen, und die Anfänge von ganzen Körnern darstellen. Sie wird sich zu einem geschichteten Korn ausbilden.

Diese Störung der flächenförmigen Anordnung, dadurch dass Theilkörner im Innern der Substanz auftreten, kann nicht in allen Regionen des Korns mit gleicher Leichtigkeit erfolgen. Sie muss da am häufigsten auftreten, wo die Molecularschichten die meiste Neigung zeigen, sich von einander zu trennen; also in den wasserreichsten Partien und zwischen den Schichten mit kleinstem Krümmungshalbmesser. Dieser Forderung entspricht die Thatsache, dass die Theilkörner sich entweder im Schichtencentrum bilden, indem in der Substanz des Kerns zwei neue Kerne sichtbar werden, — oder aber dass sie nahe an der Oberfläche von verdünnten Kanten und Ecken oder warzenartigen Vor-

sprünge, also an Stellen, wo die Schichten sich knieförmig biegen, auftreten; — dass dagegen zwischen Schichten mit grösserm Krümmungshalbmesser höchst selten, vielleicht nie neue Schichtencentren entstehen.

Der kugelige Kern sowie die innerste Partie der verlängerten und zusammengedrückten Kerne besteht wahrscheinlich bis auf eine centrale Gruppe von kleinsten Theilchen aus concentrischen Molecularschichten. Das Auftreten zweier Kerne an dieser Stelle liesse sich auf zweierlei Art denken: entweder bildet sich ausserhalb des schon vorhandenen Schichtencentrums ein neues; oder das Centrum theilt sich in zwei gleichwerthige. In dem ersten Falle würde sich zwischen den Schichten ein neuer Kern entwickeln; diess ist unwahrscheinlich mit Rücksicht auf Theorie und thatsächliche Beobachtung. Die concentrischen Molecularschichten von nahezu kugeliger Gestalt, aus denen der Kern besteht, haben das Bestreben, nach allen Seiten heinahe gleichmässig sich auszudehnen. Ihr Wachstum mag in der Richtung der Verdickungshalbmesser etwas gefördert sein; aber Störungen zwischen den Schichten, wie sie stattfinden müssten, um einen neuen Kern zu erzeugen, sind hier nicht denkbar. Auch müsste derselbe bei den Körnern mit excentrischem Bau offenbar in der Richtung des langen Radius auftreten, was nicht der Fall ist; denn die beiden neuen Kerne liegen rechts und links neben der Achse des Kornes; und ebenfalls sind dieselben vollkommen gleich, so dass man ihnen nicht wohl einen verschiedenen Ursprung beilegen kann.

Viel wahrscheinlicher ist es, dass die Bildung innerhalb der innersten concentrischen Molecularschicht vor sich geht. Dort befindet sich eine Gruppe kleinster Theilchen, welche unter normalen Verhältnissen durch Einlagerung neuer Theilchen fortwährend ihre äussere Partie als concentrische Molecularschicht und ihre innere als neue centrale Gruppe abscheidet. In ihr mag aber durch die Anordnung der Molecüle das Bestreben vorhanden sein, sich in 2 Gruppen zu theilen. Die Molecularkräfte würden nämlich nicht bloss um den gemeinschaftlichen Mittelpunkt, sondern noch um 2 Punkte ausserhalb desselben gruppiert sein. Unter günstigen Umständen mögen die beiden letztern Summen von Kräften die erstere einmal überwiegen. Dann bilden sich statt einer concentrischen zwei excentrische kugelige Molecularschichten, die sich vielleicht schneiden und daher noch unvollständig sind. Im letztern Falle werden sie zusammen eine ovale, in der Mitte mehr oder weniger eingeschnürte Schicht darstellen, welche eine centrale Moleculargruppe von gleicher Gestalt einschliesst. Aus der letztern bildet sich wieder eine Molecularschicht und eine Gruppe, die beide tiefer eingeschnürt sind, und so weiter, bis beide in getrennte Kugeln zerfallen. Im Innern des Kerns befinden sich nun, statt einer centralen Moleculargruppe, 2 solcher Gruppen rechts und links von dem ursprünglichen Schichtencentrum, jede umgeben von einer kugeligen Molecularschicht. Das weitere Verhalten, wenn nicht etwa eine neue gleiche Theilung eintritt, ist normal. Die Einlagerungen in der innersten Substanz geschehen nun entsprechend der Anordnung der kleinsten Theilchen in 2 concentrischen Complexen, von denen sich jeder nothwendig zu einem Theilkorn entwickeln muss, welches der innern Partie eines einfachen Kornes in Bau und Gestalt analog ist.

Dass die Theilung im Schichtencentrum bei den Körnern mit centralem und excentrischem Bau räumlich verschieden ist, indem bei den erstern die Theilkörner in der Achse, bei den letztern aber rechts und links neben derselben liegen, muss in der verschiedenen Anordnung der Molecüle in der centralen Gruppe begründet sein, und könnte nur aus einer detaillirten Ansicht über die Stellung und Natur der kleinsten Theilchen anschaulich gemacht werden. — Im Ganzen entstehen bei den Stärkearten mit centralem Kern nur selten, bei denen mit excentrischem Kern dagegen sehr häufig Theilkörner im Innern, was wohl daher kommt, dass dort wegen der grössern Regelmässigkeit der Structur weniger leicht eine Störung möglich ist.

Während diese Veränderungen im Centrum des Kerns vor sich gehen, erscheint derselbe immer homogen; zuerst hat er eine kugelige, nachher eine ovale Gestalt. Dazwischen kann eine concentrische Theilung durch Verdichtung einer concentrischen Schicht fallen. Darauf verdichtet sich die ganze Substanz des ovalen Kerns mit Ausschluss der neuen kugeligen Kerne (Taf. XI, Fig. 15). Diess kann auf doppelte Art geschehen; entweder werden in die ganze Masse gleichmässig feste Theilchen eingelagert, oder die weiche ovale Substanz trennt sich in eine äussere und innere weiche und eine mittlere dichte Partie, letztere in Form zweier dünner Kugelschalen, die bald von einander getrennt

sied, bald einander berühren oder sich selbst in einander öffnen. Beide Arten, die zwei neuen Kerne auszuscheiden, scheinen vorzukommen, die erstere aber häufiger.

Durch das Flächenwachstum der äusseren Schichten wird die Substanz im Innern expandirt, und zwar da am meisten, wo die geringste Adhäsion zwischen den Molecularschichten vorhanden ist. Dasselbst wird auch die wasserreichste Substanz eingelagert. Es ist nun einleuchtend, dass an der ringförmigen Stelle, welche dem Umfang der Berührungsfläche der beiden Theilkörner entspricht, die Cohäsion zuerst vermindert werden muss. Denn daselbst hat die Störung in der concentrisch-flächenförmigen Anordnung der kleinsten Theilchen durch Einschnürung der centralen Gruppe begonnen. Es wird also eine ringförmige weiche Masse auftreten, die aber in natürlicher Folge der Anordnung der Schichten, sich bald über die ganze äussere Oberfläche der Theilkörner fortsetzen muss. Denn wenn ein System concentrischer Schichten im Innern zwei kugelige Systeme, von denen jedes für sich ebenfalls concentrisch geschichtet ist, einschliesst, so muss, unter Voraussetzung eines gleichmässigen Flächenwachstums der dichten Schichten, an der Grenzfläche zwischen dem äussern und den beiden innern Systemen das Bestreben, sich von einander zu trennen, ein Maximum erreichen. In der That sehen wir immer, wenn die Schichtung an der Grenze der Theilkörner hinreichend deutlich ist, dass dieselben von einer weichen Schicht umgeben sind, welche sich bald durch ihre grössere Breite, bald durch ihren grössern Wasserreichthum von den benachbarten weichen Schichten unterscheidet.

Ebenso muss ferner und zwar noch in höherm Maasse die Spannung vermehrt und die Cohäsion vermindert werden in der kreisförmigen Fläche, in welcher die Trennung der ursprünglichen centralen Moleculargruppe in zwei Gruppen erfolgt, und welche später die Grenzfläche zwischen den beiden Theilkörnern bildet. Dort wird überhaupt der Widerstand der Substanz gegen Expansion von allen Regionen im ganzen Korn am kleinsten sein; denn es ist die einzige Stelle, wo die gebogenen Molecularschichten einander mit den convexen Flächen berühren. Daher tritt sehr früh eine wasserreiche Schicht auf, welche die beiden Hälften jener ovalen Masse von einander trennt, jener Masse, welche den ursprünglichen Kern repräsentirt und die neuen Kerne einschliesst. Diese wasserreiche Schicht weist sich später als eine Spalte aus, die nur Wasser und keine Substanz enthält. Es ist ungewiss, ob sie schon von Anfang diese Eigenschaft besitzt. Mir wollte manchmal eher scheinen, als ob es nur eine sehr weiche Substanz sei, die sich erst später zu einer wahren Spalte umbilde. Da an dieser Stelle die Neigung der Masse, aus einander zu weichen, ausser allem Verhältniss gesteigert ist, da überdem nur eine sehr verdünnte Nahrungsflüssigkeit hierher gelangt, so ist leicht denkbar, wie in der Mittelfläche dieser weichen Schicht nach und nach eine wasserreichere Substanz auftritt, bis dieselbe zuletzt in eine wirkliche Spalte aus einander geht.

Das Auftreten von Theilkörnern zwischen den Schichten wurde, wie bereits bemerkt, vorzüglich an verdünnten Ecken und Kanten oder an buckelförmig sich erhebenden Stellen wahrgenommen, also an Stellen, wo der Krümmungshalbmesser der knieförmig gebogenen Schichten sehr klein sein muss. Wir können uns die Entstehung etwa auf folgende Art vorstellen. Wenn ein ursprüngliches Korn sich so verändert, dass es keilförmig wird mit einer breiten scharf zulaufenden Kante (wie Taf. XIX, Fig. 1, A und B), so muss nach der frühern Erörterung (Pag. 315) das Flächenwachstum der äusseren Schichten auf der einen Seite stärker sein und sich besonders an dem scharfen Rande steigern. Das grösste Bestreben der Molecularschichten, sich von einander zu trennen, fällt daher auf die Radien, die jene Kante berühren, und befindet sich um so näher der Oberfläche, je schmaler die Zone des gesteigerten Flächenwachstums ist. Wenn eine Stelle der Oberfläche sich buckelförmig erhebt, so geschieht es durch local gesteigerte Flächenausdehnung in den äusseren Molecularschichten, welche ebenfalls, je enger sie begrenzt ist, ein um so weniger von der Oberfläche entferntes Maximum in der Spannung zwischen den Molecularschichten hervorruft.

Es lässt sich nun denken, dass unter günstigen Umständen in einiger Entfernung von der Oberfläche, da wo sich das Maximum der negativen Spannung zwischen den Molecularschichten befindet, dieselben an einer Stelle beträchtlich aus einander weichen. Zu den günstigen Umständen wird es aber besonders zu rechnen sein, wenn das local gesteigerte Flächenwachstum nur in den Molecularschichten thätig ist, welche ausserhalb jener Stelle liegen. Eine weiche Schicht kann auf diese Weise, da wo zwei dichte beträchtlich sich von einander entfernen, halbkugelig anschwellen. Solche Erscheinungen wurden beobachtet. Nun ist zweierlei möglich. Entweder ist in jener halbkugeligen weichen Masse die

flächenförmige Anordnung der Molecüle nicht weiter gestört, und dieselbe schiebt sich in Folge dessen parallel mit der innern und der äussern begrenzenden Schicht; sie wird dann bei fortwährendem gleichem Wachsthum zu einem besondern Schichtensystem sich ausbilden. — Oder bei der raschen Zunahme jener halbkugeligen Masse wird zugleich in einem Punkte die Anordnung der kleinsten Theilchen gestört. Während nun die übrige Substanz dieser Masse gemäss der Anordnung ihrer Molecüle parallel den angrenzenden Schichten geschichtet wird, so lagert die Gruppe von kleinsten Theilchen, die eine andere Stellung haben, die neuen Substanztheilchen entsprechend dieser eigenthümlichen Stellung, also selbständig ein. Es wird aus ihr demnach ein Gebilde mit besonderm Bau hervorgehen; und dieser Bau muss ein ähnlicher sein, wie in den ganzen Körnern, welche selbständig in einer Flüssigkeit entstehen, wenn nämlich mit Rücksicht auf die Anordnung der Molecüle oder die Wirkung ihrer Kräfte in der Gruppe kleinster Theilchen ein Gegensatz von Peripherie und Centrum sich geltend macht. Dass diess geschieht, dazu wirken die gleichen Ursachen wie bei der Entstehung ganzer Körner; in beiden Fällen ist es ein Complex von Molecülen, der ringsum von Nahrungsflüssigkeit umgeben und von keinen anderweitigen Molecularkräften maassgebend influenzirt wird.

Wie zwischen den beiden Theilkörnern, die zusammen aus dem Kern entstehen, sich eine Spalte bildet, so auch zwischen dem Theilkorn, das entfernt vom Kern auftritt, und den innern Schichten. Auch hier ist die Cohäsion und somit die Widerstandsfähigkeit gegen die Ausdehnung der äussern Schichten am geringsten von allen Stellen des ganzen Kornes, weil die Schichten sich mit der gebogenen Fläche berühren. Auch diese Spalte tritt zuerst als zarte Linie auf; erst wenn sie eine hinreichende Mächtigkeit erlangt hat, lässt sich sicher nachweisen, dass sie nur mit Wasser gefüllt ist.

Die gleiche Ursache, welche die Spalten, sei es zwischen den centralen Theilkörnern, sei es zwischen dem peripherischen Theilkorn und der innern Partie des ganzen Kornes, erzeugt, erweitert sie auch. Das ungleiche Wachsthum zwischen der oberflächlichen und der centralen Substanz ist fortwährend thätig. Durch die überwiegende Flächenausdehnung der äussern Schichten befindet sich die innere Masse immer in einer negativen Spannung, welche auch den Wandungen der Spalte das Bestreben mittheilen muss, sich von einander zu entfernen.

Die Trennung, die einmal in der Substanz vorhanden ist, muss sich aus mechanischen Gründen allmählig auf die benachbarte Masse fortpflanzen, wenn auch die ziehende Ursache bei weitem nicht hinreicht, um in derselben selbständig einen Riss zu verursachen. Die kleinsten Theilchen jeder Molecularschicht haben nämlich die Neigung aus einander zu weichen, wegen des Zuges, den das Wachsthum der äussern Schichten ausübt; von selbst erfolgt jedoch nie eine Trennung. Wenn aber die beiden aus einander strebenden Wandungen der Spalte gleichsam hebelartig wirken, so wird die Cohäsion einer Molecularschicht um die andere leicht überwunden; und die Spalte durchbricht nach und nach alle Molecularschichten bis auf die äussersten. Diese letztern müssten immer undurchbrochen bleiben, wenn die Ausdehnung in jeder Schicht ringsum gleichmässig wäre. Wegen des Mangels an mathematisch regelmässiger Vertheilung der kleinsten Theilchen muss die Spannung bald auf der einen Seite, bald auf der andern grösser sein; denn es werden sowohl die äussersten noch undurchbrochenen als auch die innern Schichten abwechselnd da und dort ein gesteigertes Wachsthum zeigen, und zuweilen auch die innern sich stärker ausdehnen als die äussern. Es ist daher denkbar, dass unter günstigen Umständen die äussersten Schichten in einem Moment an dem einen Punkte, dass sie nachher an einem andern Punkte durchbrochen werden, und so fort, bis die Spalte überall an die Oberfläche reicht. Dabei muss natürlich die Spalte an einer Stelle bald mehr, bald weniger klaffen; bald auch werden sich die Wandungen an einander legen, und wenn sie auf diese Weise einen Stützpunkt gewonnen haben, die Trennung an einem andern Orte bewirken können. — Die Spalte wird um so leichter und schneller die Oberfläche erreichen, je dünner die gemeinschaftlichen Schichten sind. Daher bleiben die Körner, in denen erst spät im Innern Theilkörner entstehen, zeitlebens halbzusammengesetzt, während diejenigen, deren Kern sich frühzeitig theilt, oder welche nahe an der Oberfläche Theilkörner erzeugen, sich bald in zusammengesetzte Körner verwandeln.

Sobald einmal die Trennung der Substanz an irgend einem Punkte erfolgt ist, so kann die Continuität nicht wieder hergestellt werden; denn in die Spalten wird nie Masse eingelagert. Die Ursache ist in erhöhtem Grade die nämliche, warum an der Oberfläche keine neuen Schichten sich auflagern. Die Spalte wird jedenfalls eine Lösung enthalten, die

verdünnter ist als die das Korn zunächst umgebende Flüssigkeit, weil sie einen Theil Substanz an die Partien des Korns, die sie durchströmte, abgegeben hat. Wenn nun der Concentrationsgrad der äussern Flüssigkeit nicht hinreichend gross ist, um durch die einseitige Anziehung der oberflächlichen Molecüle eine Ausscheidung von fester Stärke zu veranlassen, so wird es für die verdünntere Flüssigkeit der Spalten um so mehr der allseitigen Molecularanziehung bedürfen (vgl. Pag. 297). Es ist daher nicht gedenkbar, dass jemals Substanztheilchen auf die Wandungen der Spalte abgelagert werden.

Die Theilkörner zeigen das gleiche Wachsthum wie die einfachen Körner der nämlichen Stärkeart; — ein Beweis, dass in der Moleculargruppe, welche den Anfang des Theilkorns bildet, die nämliche Anordnung der Theilchen vorhanden sei, wie in der ursprünglichen Gruppe, aus welcher ein ganzes Korn entsteht. Nur wenn die Theilkörner, was in der Regel der Fall ist, eine Achse besitzen, so hat das Mutterkorn Einfluss auf die Richtung derselben. Ihr Verdickungshalbmesser ist bei den Stärkearten mit excentrischem Kern fast ohne Ausnahme nach dem Mittelpunkt des ganzen Korns gekehrt. Die Tendenz für diese Stellung kann schon in der Moleculargruppe gegeben sein, aus welcher das Theilkorn entsteht, da dieselbe schon in ihrem Ursprung ungleichseitig sein muss. Es ist aber auch möglich, dass in dem beginnenden Theilkorn nur die unbestimmte Anlage vorhanden ist, nach irgend einer Seite hin stärker zu wachsen; und dass diese Anlage räumlich erst durch die Ernährung des ganzen Korns bestimmt wird, wodurch die innere Hälfte ihre Substanz weniger verdichtet, aber dem Volumen nach viel stärker zunimmt als die äussere. Das Letztere wird durch folgende Analogie von einfachen Körnern wahrscheinlich.

Nach der oben (Pag. 321) mitgetheilten Beobachtung von H. Crüger giebt es einfache Stärkeköerner mit excentrischem Kern, die sich wie Theilkörner verhalten. Sie sind mit einer Seite an dem Primordialschlauch oder dem Protoplasma befestigt, und diese Seite ist es, welche stärker wächst und zum hintern Ende wird. Crüger zieht daraus den Schluss, dass das Protoplasma das Stärkekorn ernähre und sich sogar selbst in Stärke umwandle. Mit Rücksicht auf die zusammengesetzten Körner erscheint mir diess als ganz unwahrscheinlich. Die genaue Uebereinstimmung von Theilkörnern und von einfachen Körnern, betreffend die Volumenzunahme und die Dichtigkeit der Substanz auf dem langen und dem kurzen Radius, erfordert durchaus die Annahme, dass das an das hintere Ende anstossende Protoplasma auf gleiche Weise wirke, wie Stärkesubstanz, dass es also den Zutritt von Nahrungsflüssigkeit entweder überhaupt hemme oder nur eine verdünntere Lösung eintreten lasse. — Ich hatte noch nicht Gelegenheit, die Beobachtung von Crüger zu wiederholen. Interessant wäre dabei vorzüglich auch die Lösung der von diesem Forscher nicht entschiedenen Frage, ob und welche Lageveränderungen stattfinden, wenn ein Stärkekorn seine Verdickungsrichtung ändert.

Bei den Stärkearten mit centralem verlängertem Kern ist die Achsenstellung der Theilkörner die nämliche wie in dem Mutterkorn. Auch hier sind die zwei gleichen Erklärungen möglich wie bei der excentrisch geschichteten Stärke. Die beiden Moleculargruppen, welche den Anfang der Theilkörner darstellen, können schon durch die Anordnung ihrer Elemente auf eine bestimmte Richtung hingewiesen sein. Wenn aber diess nicht der Fall sein sollte und die Richtung der Längsachse durch äussere Verhältnisse bestimmt würde, so müsste die Dimension, in welcher das lebhafteste Wachsthum des ganzen Korns von statten geht, auch auf die Theilkörner (durch die Mittheilung einer vermehrten Spannung und einer verdünnteren Lösung) übertragen werden.

Ueber das Wachsthum der zusammengesetzten Körner ist, wie ich oben gezeigt habe, sonst wenig bekannt. Wir dürfen aber annehmen, dass schon von Natur sich Ungleichheiten zwischen den Theilkörnern eines Korns zeigen müssen, in gleicher Weise wie die in einer Zelle neben einander liegenden einfachen Körner innerhalb gewisser Grenzen variiren. Diese Ungleichheiten müssen aber durch ihr Lagerungsverhältniss vermehrt und zugleich näher bestimmt werden. Nur die äussern Theilkörner nehmen die unveränderte Nahrungsflüssigkeit auf; sie entziehen derselben einen Theil Substanz. Je die innern Körner erhalten eine verdünntere Lösung. Daraus muss eine ungleiche Ernährung und ungleiches Wachsthum hervorgehen. Dieses aber bewirkt seinerseits, wie es zuerst die Spalten verursachte, durch die sich immer mehr geltend machenden verschiedenen Spannungen eine Lockerung des ganzen Complexes und zuletzt ein Zerfallen desselben, oder wenigstens einen solchen losen Zusammenhang, dass bei der geringsten äussern mechanischen Einwirkung ein Zerfallen in die Bruchkörner erfolgt. Es ist daher begreiflich, dass der Moment des Zerfallens nicht

sowohl von der Grösse als von der specifischen Natur der Theilkörner abhängt; dass aber ferner bei der gleichen Stärkeart die Körner, welche aus zahlreichen Theilkörnern bestehen, früher zerfallen, als die aus wenigen zusammengesetzten; weil in den erstern der Gegensatz der ungleichen Ernährung sich in bedeutenderm Masse geltend machen kann.

Die Entstehung und das Wachstum der vegetabilischen Zellmembran ist ein der Stärkebildung analoger Process. Da Membran und Stärkekörner die gleiche Zusammensetzung (aus Granulose und Cellulose) besitzen, so entstehen sie wahrscheinlich beide aus der gleichen gelösten Substanz, welche frei in der Zellflüssigkeit oder in weichem Protoplasma in Kugelform, an der äussern Fläche des Zelleninhaltes aber als zusammenhängende Schicht fest wird. — (Die Membran lagert wie das Amylumkorn nicht nur feste Substanz sondern auch Wasser ein, und behält dadurch zeitlebens die Möglichkeit, durch Ernährung zu wachsen. Da im Innern die Molecularkräfte energischer wirken müssen als an der Oberfläche, so sind dort die Bedingungen für die Bildung fester Substanz schneller erfüllt als hier, und es werden daher viel eher Einlagerungen als Auflagerungen stattfinden. Durch die Diffusionsströmungen, welche fortwährend gelöste Substanz in die Membran hineinführen, bleiben dort die Bedingungen für Membranbildung immer günstiger: dazu wirkt auch der Umstand, dass der Primordialschlauch durch den grössern Druck der Zellflüssigkeit gegen die Wandung gepresst, und die von demselben ausgeschiedene Lösung zum Theil schon mechanisch in die Membran hineingeführt wird.

Die kleinsten Theilchen, aus denen die Zellmembran besteht, sind ohne Zweifel wie in den Stärkekörnern in Molecularschichten, welche mit der Oberfläche des Primordialschlauches parallel laufen, ebenso aber auch in Molecularreihen, welche von innen nach aussen gehen, angeordnet. Das Flächenwachstum geschieht durch Einlagerung neuer radialer Reihen, das Dickenwachstum durch Einschiebung neuer Schichten kleinster Theilchen. Die Schichtung erfolgt wahrscheinlich auf gleiche Art wie in den Stärkekörnern, nämlich dadurch, dass die Spannung zwischen den Molecularschichten und das Bestreben, sich von einander zu entfernen, an gewissen Stellen so gross wird, dass die ernärende Flüssigkeit nur hinreichend eine weiche Masse einzulagern, nicht auch dieselbe zu verdichten.

Weiter lassen sich die Ursachen, welche das Wachstum der Zellmembranen bedingen, nicht verfolgen, da einerseits die Kenntniss nothwendiger Thatsachen (Vertheilung von Wasser und Substanz, Cohäsion, Spannung auf verschiedenen Punkten und in verschiedenen Richtungen) noch mangelt, und andererseits die Verhältnisse selbst zu different und complizirt sind, um aus der Analogie mit den Stärkekörnern etwas erschliessen zu können, zumal da bei den Membranen noch neue Faktoren von unbekannter Wirkung (Diffusionsströmungen als Endosmose und Exosmose und Einlagerungen fremdartiger Verbindungen) hinzukommen.

Ich habe oben (Pag. 277 ff.) gezeigt, dass die Zellmembranen wahrscheinlich alle wie die Stärkekörner durch Intussusception, nicht durch Apposition auf ihre Fläche wachsen, indem, ausser der genauen Analogie in der chemischen Zusammensetzung und in der Structur, für mehrere Fälle die Zunahme sowohl in die Fläche als in die Dicke durch Einlagerung, für keinen aber die Zunahme durch Auflagerung nachgewiesen werden kann. Wenn wir nun die in diesem Kapitel über die Wachstumsursachen der Stärkekörner entwickelte Theorie auf die Zellmembranen anwenden, so können wir wohl die Analogie bis auf einen gewissen Punkt durchführen; über diesen hinaus treten aber wesentlich verschiedene und auch viel complicirtere Verhältnisse ein.

Die Membranbildung geschieht an der Oberfläche des Primordialschlauches. Mögen wir uns diesen Process vorstellen, wie wir wollen, so ist sicher, dass in den Fällen, wo das Wachsthum durch Intussusception nachgewiesen ist, von dem Primordialschlauch eine gelöste Substanz ausgeschieden wird, welche innerhalb der Membran in den festen Zustand übergeht. Wegen der Uebereinstimmung der Stärkekörner und der Zellmembranen rücksichtlich ihrer chemischen Zusammensetzung, indem beide Mischungen von Granulose und Cellulose in wechselnden Verhältnissen sind (vgl. Pag. 181 ff., 209), ist es wahrscheinlich, dass sie aus der gleichen Lösung entstehen, welche je nach den mitwirkenden Bedingungen zum grössern Theil in Granulose oder in Cellulose übergeht. Denn dass die räumliche Lage (ausserhalb oder innerhalb des Zelleninhaltes) und die Form (Membran oder Körner) keinen Einfluss auf die chemische Zusammensetzung ausübt, ergibt sich deutlich aus dem Umstande, dass es sowohl Membranen giebt, die viel Granulose, als Stärkekörner, die viel Cellulose enthalten (letztere im Samenmantel von Chelidonium und im menschlichen Gehirn).

Der Gegensatz von Stärkebildung und Membranbildung löst sich bei dieser Vorstellung auf eine höchst einfache Weise auf. Im Zelleninhalte wird eine gelöste Substanz erzeugt; ich habe früher bemerkt, dass es wahrscheinlich nicht Granulose und Cellulose, sondern eine andere Verbindung, vielleicht Dextrin ist. Der Primordialschlauch scheidet davon vermittelt eines osmotischen Processes eine grössere oder geringere Menge aus. Wird verhältnissmässig nur wenig ausgeschieden, so erreicht die Lösung im Innern den Sättigungsgrad und es werden Stärkekörner gebildet. Ist die Ausscheidung im Verhältniss zur Erzeugung beträchtlich, so bleibt die Stärkebildung im Innern aus. — Die Ursache, warum die festwerdende Substanz in einer Flüssigkeit oder in weichem halbflüssigem Protoplasma die Gestalt von kugeligen Körnern annimmt, habe ich bereits nachgewiesen. Dass die nämliche Substanz, wenn sie an der äussern Fläche des Zelleninhaltes (oder des Primordialschlauches) in den unlöslichen Zustand übergeht, eine Schicht darstellt, ist eben so einleuchtend. Die Theilchen, welche gleichzeitig an der noch nackten Oberfläche ausgeschieden und fest werden, müssen sogleich einen membranartigen Ueberzug bilden, oder wenn sie auch anfänglich Tendenz zur Körnerbildung zeigten, doch sogleich zur Membran verschmelzen. Es verhält sich damit wie mit den unorganischen Substanzen, welche frei in einer tropfbaren oder elastischen Flüssigkeit Krystalle bilden, an der Oberfläche der Flüssigkeit aber durch Verwachsung der Krystallanfänge schichtweise sich anlagern. — Es konnte bis jetzt als räthselhaft erscheinen, warum die Membranbildung nur an der äussern Fläche des Primordialschlauches stattfindet; diess wird indess vollkommen naturgemäss, wenn wir sie als den gleichen Process wie die Stärkebildung, der aber durch die abweichenden Verhältnisse modificirt ist, auffassen.

Sobald einmal die Membran an der Oberfläche des Inhaltes angelegt ist, so verhält sie sich wie die Anfänge von Stärkekörnern, die im Protoplasma eingebettet sind. Die gelöste Substanz, welche dort aus dem Primordialschlauch, hier aus dem Protoplasma heraustritt, dringt in die bereits festgewordene Masse ein, und wird im Innern, wo die Bedingungen der Umwandlung günstiger sind als ausserhalb an der Oberfläche, eingelagert. Die Diffusionsströmung führt die aus dem Protoplasma herauskommende gelöste Substanz fortwährend in die Stärkekörner und in die Zellmembran hinein, und verhindert, dass die Lösung vorher den Sättigungsgrad erreiche.

Uebrigens darf wohl noch an eine Thatsache erinnert werden, welche bei der Membranbildung mitwirken möchte. Die Zellflüssigkeit hat eine grössere Spannung als eine freie Flüssigkeit; sie drückt stärker auf den Primordialschlauch als Luft oder Wasser auf die Zellmembran (vgl. Heft I. Pag. 25). Schlauch und Membran werden daher mit einer Kraft gegen einander gepresst, welche gleich ist dem Ueberschuss des hydrostatischen Druckes der Zellflüssigkeit über den Druck einer Atmosphäre. Es muss dieser Umstand dazu beitragen, dass die von dem Primordialschlauch ausgeschiedene Lösung unmittelbar in die Zellmembran eindringt, und dass eine Auflagerung auf die Fläche der letztern dabei nicht stattfindet. — Trennt sich aber der Primordialschlauch aus irgend einem Grunde auch noch so wenig von der Membran los, so entsteht an seiner freien Oberfläche eine neue Membran.

Die Einlagerung in die Membranen muss wie diejenige in die Stärkekörner durch 2 Verhältnisse bedingt sein, die Anordnung der kleinsten Theilchen und die Spannungen zwischen denselben. Was die erstere betrifft, so bilden ohne allen Zweifel die Theilchen Molecularschichten, welche mit der Oberfläche des Primordialschlauches parallel laufen. Die

Kräfte, welche bei der Entstehung einer Membran wirksam sind und welche auf die Lagerung der Molecüle Einfluss gewinnen, können nur im Primordialschlauch oder an der Oberfläche des Inhaltes ihren Sitz haben, und müssen demnach eine flächenförmige Anordnung hervorrufen. Dass eine solche vorhanden sei, zeigt auch die später zuweilen erfolgende, mit dem bewaffneten Auge erkennbare Schichtung.

Ist einmal die Anordnung der Theilchen gegeben, so geschieht die fernere Einlagerung immer entsprechend derselben, es mögen die Molecularschichten mit der Oberfläche der Zelle, von welcher aus sie ernährt werden, parallel laufen oder nicht. Wir sehen das aufs Deutlichste an den in einander geschachtelten Hüllen von *Gloeocapsa* und der übrigen Algen, an den in der Membran eingeschlossenen Enden der Fasern von *Caulerpa* und an manchen andern Beispielen. Die Zellmembranen verhalten sich in dieser Beziehung vollkommen wie die Stärkekörner, wo die Schichtung ebenfalls, wenn sie mit der Oberfläche auch nicht gleichlaufend ist, die ferneren Einlagerungen durchaus bedingt.

Ausser der Anordnung in Molecularschichten sind die kleinsten Theilchen wahrscheinlich auch in Reihen gestellt, welche von innen nach aussen verlaufen, und deren Richtung ebenfalls wie bei den Stärkekörnern als radial bezeichnet werden kann. Dafür spricht ausser der Analogie der letztern und ausser theoretischen Gründen vorzüglich auch eine radiale Streifung, welche man nicht selten an den dickern Zellmembranen beobachtet (vgl. Pag. 63).

Wenn wir annehmen dürfen, dass die Molecüle in der angegebenen Weise als Schichten und Reihen angeordnet sind, so müssten wir, zu einer Einsicht in die Wachstumsvorgänge, vorzüglich die Spannungen zwischen den Theilchen, welche die Einlagerungen neuer fördern oder hemmen, und die Widerstände, welche die ungleiche Cohäsion darbietet, kennen. Erfahrung und Theorie lassen uns aber hier gleich sehr im Stich; und eine Reihe von Fragen bleiben ungelöst. Ist der Wassergehalt in der ganzen Dicke der Membran im Allgemeinen (d. h. abgesehen von dem Wechsel dichter und weicher Stellen) gleich, oder findet die Zunahme nach aussen oder nach innen statt? Während wir in dieser Beziehung bei den Stärkekörnern ein constantes Verhältniss haben, so kommen bei den Membranen ohne Zweifel alle drei Arten des Verhaltens vor; aber wir wissen nichts genaueres darüber. Die Spiralfasern der *Equisetum*sporen und andere rollen sich ab (werden mehr oder weniger gerade oder vermindern wenigstens die Zahl ihrer Umläufe) beim Austrocknen, und beim Wiederbefeuchten rollen sie sich wieder auf. Daraus geht hervor, dass sie an der äusseren Seite mehr Wasser verlieren und aufnehmen als an der innern. Sollte dieses Verhalten vielleicht eine allgemeinere Verbreitung haben, und eine grössere Zahl von Zellen, als man jetzt anzunehmen geneigt ist, in ihren äussern Schichten mehr Wasser enthalten als in den innern? Es wäre im höchsten Grade interessant, diess durch geeignete Versuche auszumitteln.

Eine andere Frage ist die, ob zwischen die Substanztheilchen der Membran in den tangentialen Richtungen (in der Fläche) und in radialer (in der Dicke) gleich viel Wassertheilchen eingelagert seien, oder ob der Wassergehalt in einer Richtung überwiege? Bei den Stärkekörnern befindet sich eine grössere Menge Wasser tangential neben als radial hinter den Substanztheilchen, und dadurch ergibt sich für ein gleiches Verhältniss von Wasser und Substanz immer eine beträchtlichere Cohäsion im Sinne des Radius als in den mit dem Umfange parallelen Flächen. Ich vermüthe zwar aus einigen Erscheinungen, dass die Membranen sich ähnlich verhalten möchten, und dass Membraustücke bei gleichem Querschnitt schneller reissen, wenn der Zug in der mit der Oberfläche parallelen Richtung, als wenn er in der Richtung der Dicke wirkt. Allein es ist mir keine Thatsache bekannt, welche diess beweisen oder welche sonst die Frage entscheiden würde.

Ebenso wenig lässt sich die dritte Frage beantworten, ob die innern und äussern Schichten der Zellmembranen sich in gleicher oder in ungleicher Spannung befinden? Bei den Stärkekörnern haben, wie aus einigen Thatsachen hervorgeht, die äussern Schichten positive, die innern negative Spannung. Es ist mir wahrscheinlich, dass in einigen Fällen die Membranen sich umgekehrt verhalten, und dass im natürlichen Zustande ihre innern Schichten (wahrscheinlich mit Ausschluss der allerinnersten) das Bestreben haben, sich auf eine grössere Fläche auszudehnen, die äussern, sich zusammenzuziehen. Indessen müsste auch diess zuerst durch anzustellende Versuche ausgemittelt werden.

Es mangelt also, um die Wachstumsursachen der Zellmembranen darzustellen, die Kenntniss der wichtigsten Thatsachen, und ohne sie reicht die Theorie selbst für die einfachsten Fälle nicht aus. Denken wir uns eine frei im Wasser schwimmende kugelige Zelle, deren flüssiger Inhalt einen gleichen Druck auf die Wandung ausübe wie das umgebende Wasser, und deren Membran überall eine gleiche Beschaffenheit habe. Die Molecularschichten der Membran wachsen in die Fläche, und in gleichem Maasse vermehre sich die Zellflüssigkeit, so dass ihr Druck immer der nämliche bleibt. Wenn die Molecularschichten sich um einen gleichen Coefficienten ausdehnen, so steht das Bestreben, sich von einander zu trennen, im umgekehrten Verhältniss zum Quadrat des Radius. Daraus ergibt sich für die Stärkekörner ein Maximum des Dickenwachsthum im Schichtencentrum, weil für einen unendlich kleinen Halbmesser jenes Bestreben unendlich gross wird. Bei den Zellmembranen wird zwar die Verschiedenheit des Krümmungshalbmessers immer etwelchen Einfluss haben; allein derselbe kann bei kugeligen Zellen nur dann von Belang sein, wenn sie sehr klein sind. Bei einiger Grösse der Zellen muss die Wirkung des Krümmungshalbmessers gegen andere Ursachen verschwinden. Beträgt der innere Radius z. B. 10 und die Dicke der Membran 1 Mik., so verhält sich, unter übrigens gleichen Umständen, das Bestreben der innern Molecularschichten, sich von einander zu trennen, zu demjenigen der äussern wie 121 zu 100. — Die ernährende Lösung dringt von dem Primordialschlauch aus in die Membran ein; es wird daher die innere Partie derselben von einer concentrirtern Flüssigkeit ernährt als die äussere. Dieser Umstand wird seinerseits darauf hinwirken, dass der Wassergehalt in der äussern Partie vermehrt, dadurch die Cohäsion vermindert, und die Einlagerung von neuen Molecularschichten befördert wird. — Nun befindet sich aber die Zellflüssigkeit, nicht wie eben angenommen wurde, in einer gleichen, sondern in einer grössern Spannung als das umgebende Wasser und übt einen Druck auf die Membran aus. Die letztere ist ausgespannt; in Folge dessen befinden sich ihre Molecularschichten in einer negativen Spannung, welche dem Krümmungshalbmesser umgekehrt proportional ist.

Es wirken also auf die Spannungen in den Molecularschichten der Membran einer kugeligen freischwimmenden Zelle verschiedene Ursachen ein, von denen jede für sich ein ungleiches, oft ein entgegengesetztes Resultat haben würde; — und es lässt sich nicht bestimmen, welche von ihnen überwiegt und welche Resultirende sie hervorbringen. Die Verhältnisse, welche auf die Spannungen in den Molecularschichten Einfluss haben, sind indess in der Regel noch viel complizirter, da die Zellen nur selten allein leben und eine kugelige Gestalt besitzen. Die Verbindung der Zellen zu Complexen und Geweben, so wie die Abweichung von der Kugelform sind Faktoren, deren Wirkung sich gar nicht ermessen lässt. — Wahrscheinlich scheidet sich sehr bald die Membran in 2 Parteien, die in ihrem Verhalten verschieden sind, — eine innere, welche durch die aus dem Primordialschlauch eindringende Lösung stark verdichtet wird, und welche grösstentheils allein dem Druck der Zellflüssigkeit das Gleichgewicht hält und sich somit immer in einer negativen Spannung befindet, — und eine äussere, welche von einer weniger concentrirten Flüssigkeit ernährt wird, im Ganzen weniger dicht ist, in ihren Molecularschichten verschiedene (positive und negative) Spannungen zeigt, und in Folge derselben in die Dicke wächst und geschichtet wird. Denn da die Schichtenbildung bei den Membranen die nämliche ist wie bei den Stärkekörnern und den gleichen Wechsel von weichen und dichten Lagen zeigt, so geht sie wahrscheinlich auch aus den gleichen Ursachen hervor.

Es kommt noch ein Punkt hinzu, welcher es unmöglich macht, eine Einsicht in die Wachstumsvorgänge der Zellmembranen zu erlangen. Bei den Stärkekörnern, deren Substanz so zu sagen ausschliesslich aus Granulose, Cellulose und Wasser besteht, sind die Spannungen zwischen den kleinsten Theilchen und die Vertheilung der ernährenden Lösung die Ursachen, welche die Einlagerungen bedingen. In den Zellmembranen sind ausser der ernährenden Lösung noch verschiedene andere gelöste Stoffe enthalten; — ausser der Strömung der Nahrungsflüssigkeit von der innern bis zur äussern Fläche bestehen Diffusionsströmungen, welche den Stoffwechsel zwischen der Zelle und einem äussern Medium oder einer andern Zelle vermitteln, und welche in entgegengesetzter Richtung (hinein und hinaus) verlaufen; — ausser Cellulose, Granulose und Wasser lagert die Membran auch verschiedene andere Verbindungen ein. Alle diese Thatsachen, namentlich aber die Qualität und Menge der fremden Einlagerungen, welche in den verschiedenen Parteien der Membran verschieden sind, müssen selbst wieder auf die Ernährung und das Wachstum der Molecularschichten Einfluss haben. — Namentlich sind es vielleicht die mit der Endosmose und Exosmose verknüpften Verhältnisse, welche die radiale Streifung der Zellwandungen verursachen.

X. Hypothese über die Molecularconstitution.

Die kleinsten Theilchen der Stoffe sind die Atome, sowohl der chemischen Elemente als der Verbindungen, und können somit als einfache und als zusammengesetzte bezeichnet werden. Die Stärkeatome bestehen aus 12 At. Kohlenstoff, 10 At. Wasserstoff und 10 At. Sauerstoff. — In den Lösungen haben die Salzatome eine grössere Verwandtschaft zu den Wasseratomen als zu einander. Beim Sättigungsgrad sind die Letztern alle von den Erstern in Anspruch genommen. Fängt das Wasser an zu verdunsten, so legen sich die überschüssigen, aus ihrer Diffusionsverbindung frei gewordenen Substanzatome durch die gegenseitige Anziehung, welche nun zur Wirksamkeit kommt, an einander an, und bilden einen der Flüssigkeit zwar undurchdringlichen, aber in dem nicht gesättigten Lösungsmittel wieder löslichen krystallinischen Körper.

Die quellenden organischen Substanzen unterscheiden sich von den durchdringbaren unorganischen Stoffen. Die Letztern nehmen durch Capillarität Wasser in ihre gröblichen Räume auf; indess die Erstern die Flüssigkeit zwischen ihre kleinsten Theilchen selbst eindringen lassen, abgesehen von den Capillarräumen, welche auch bei ihnen vorkommen können. Daher ist mit der Quellung der organischen Stoffe immer auch eine Vergrößerung des Volumens verbunden. — Eine von Wasser durchdrungene organische Substanz hat rücksichtlich ihrer innern Structur eine gewisse Analogie mit einem krystallinischen Körper; wie in diesem die Atome mit Aethersphären, so sind in jener die kleinsten Theilchen mit Wasserhüllen umgeben.

Der Umstand, dass die trockene organische Substanz Wasser zwischen ihre Theilchen einlagert, beweist, dass die Letztern zu jenem eine grössere Verwandtschaft haben als zu einander. Aber die Substanz nimmt nur eine bestimmte Menge Wasser auf; die Wasserhüllen, welche die einzelnen Theilchen umgeben, oder die Schichten, welche sie trennen, erreichen also eine bestimmte Mächtigkeit. Ist die Entfernung zwischen je zwei Theilchen geringer, so überwiegt die Anziehung zu Wasser und sie werden bis zu dem Abstände, der dem Gleichgewicht entspricht, aus einander geschoben; jenseits dieser Grenze erlangt die Anziehung zwischen den beiden Substanztheilchen das Uebergewicht.

Diese Erscheinung ist die Folge von irgend welchen Molecularkräften, deren Natur unbekannt ist. Die Anziehung zwischen den Substanztheilchen wird irgend eine Function der Masse sein; ihre Verwandtschaft zu Wasser können wir uns als Function der Oberfläche oder ebenfalls der Masse denken. In jedem Falle lassen sich diese Beziehungen sinnbildlich so darstellen, dass die Anziehung von Substanz zu Wasser höhern Potenzen der Entfernung umgekehrt proportional sei als die Anziehung von Substanz zu Substanz. Wird jene mit B, diese mit A und die Entfernung zweier Substanztheilchen mit D bezeichnet, so läge

die Bedingung für ihr Gleichgewicht, um den allereinfachsten Ausdruck zu gebrauchen, in der Gleichung

$$\frac{B}{D^{p+q}} = \frac{A}{D^p}$$

Die mit Wasserhüllen umgebenen kleinsten Theilchen der Stärkekörner können nicht die Atome der Lösung sein. Denn wenn wir auch eine chemische Verschiedenheit zwischen der löslichen und der unlöslichen oder organisirten Stärke annehmen, so müsste die letztere selbst wieder eine ganze Reihe von Modificationen zulassen, weil alle möglichen Abstufungen im Wassergehalt vorkommen, und die Atome somit mit Rücksicht auf ihre Verwandtschaft zum Wasser verschieden wären. Aus dem gleichen Grunde können die Theilchen auch nicht Atomgruppen von gleicher Grösse und Gestalt sein. Dagegen werden die Schwierigkeiten gehoben, wenn wir uns dieselben als Atomgruppen oder Molecüle von ungleicher Grösse und Form vorstellen. Wird das Wasser durch Flächenanziehung oder durch Massenanziehung festgehalten, so lässt sich nachweisen, dass, wenn die Molecüle ungleich sind, mit der Grössenzunahme derselben die Abstände ihrer Oberflächen und somit die Wasserhüllen geringer werden, während die Entfernungen zwischen den Schwerpunkten etwas wachsen. Der Wassergehalt der Substanz vermehrt sich daher mit der Volumenabnahme der Molecüle und vermindert sich mit deren Zunahme; die weiche Substanz besteht aus kleinen, die dichte aus grossen Theilchen.

Aus dem Wassergehalt der Stärkesubstanz können wir einige Schlüsse auf die Gestalt, die relative Grösse und die verhältnissmässigen Abstände der Molecüle ziehen. In den dichtern Partien eines Kornes, welche bloss 14 Procent Wasser (und 86 Stärke) enthalten, können die Molecüle nicht kugelig oder oval sein, sondern müssen eine mehr oder weniger polyedrische Form besitzen; denn die Kugelgestalt der kleinsten Theilchen erfordert bei günstigster Lage und unmittelbarer Berührung 26 Procent Wasser (auf 74 Stärke). — In der dichten Substanz von 14 Proc. Wasser beträgt die Entfernung zwischen 2 Molecülen unter allen Umständen weniger als $\frac{1}{20}$ des Durchmessers eines derselben, in der weichen Masse von 70 Proc. Wasser jedenfalls weniger als die Hälfte des Durchmessers, und in einer äusserst wasserreichen Substanz von 98 Procent sicher etwas weniger als das Dreifache des Durchmessers. — Der geringe Abstand der Molecüle bei günstigster Stellung und Gestalt derselben in den dichten Partien eines Stärkekorns macht die Annahme von gröblichen Räumen (Lücken oder Kanälen) im höchsten Grad unwahrscheinlich. — Wenn in Substanzen von 14, 70 und 98 Procent Wasser die Molecüle ähnlich gestaltet und angeordnet sind, so übertreffen die der erstern etwa um das 10- und 30fache des Durchmessers und um das 1000- und 9000fache des Volumens diejenigen der zweiten und dritten Substanz. Die kleinsten Molecüle sind grösser als die Atome, und die grössten Molecüle bestehen demnach aus weit mehr als 9000 Atomen.

Die Molecüle selbst sind undurchdringlich und mit Rücksicht auf die Aggregation ihrer Atome einem Krystall zu vergleichen. Sie wachsen durch Anlagerung neuer Atome auf die Oberfläche innerhalb der Wasserhülle. Die Verdichtung der Substanz geschieht durch Vergrösserung der Molecüle; wenn die Einlagerung neuer kleiner Molecüle über die Vergrösserung der schon vorhandenen überwiegt, so kann auch die Substanz beim Wachsthum etwas weicher werden. Das Aufquellen durch Alkalien, Säuren und feuchte Wärme ist wahrscheinlich mit einem Zerfallen der Molecüle in kleinere und zugleich mit einer chemischen Umänderung verbunden.

In der festen Stärke sind die kleinsten Theilchen nicht verschiebbar, entwickeln also nach verschiedenen Seiten ungleiche Molecularkräfte. Die Anziehung ist eine Function der Masse, und der stärkern Anziehung entspricht ein grösserer Durchmesser und umgekehrt. Die Molecüle müssen desswegen mehr oder weniger polyedrisch sein. Aus der Beziehung derselben zu Wasser und zu Substanz ergibt sich, dass die Wasserhüllen an den Stellen der Oberfläche, welche den kleinern Durchmessern entsprechen, mächtiger, an den Enden der grössern Durchmesser dünner sind. Aus den Erscheinungen beim Austrocknen der Stärkekörner geht hervor, dass die Wasserschichten zwischen den radial hinter einander liegenden Molecülen eine geringere Mächtigkeit haben als diejenigen zwischen den tangential neben einander befindlichen. Daraus folgt, dass die Molecüle im Sinne des Radius verlängert sein müssen. Den Querschnitt dürfen wir uns weder kreisrund, wegen der daraus folgenden Verschiebbarkeit, noch genau polygon und in einander greifend vorstellen, weil eine solche gleichmässige Vertheilung der Molecularkräfte einerseits nie eintreten kann und anderseits auch die fernern Wachstumserscheinungen hindern würde.

In den Ecken zwischen je 3 oder 4 Molecülen unterscheidet sich ein (mit Flüssigkeit gefüllter) Raum oder ein Molecularinterstitium, welches ausserhalb der Wasserhüllen liegt. Die Grenze zwischen dem Interstitium und jeder einzelnen Hülle befindet sich da, wo ein Substanzatom von dem Molecül gleich sehr angezogen wird wie ein gleiches Volumen Wasser. Innerhalb dieser Grenze wird die Anziehung zu Wasser grösser. Die Letztere vermag zwar die löslichen Substanzatome aus der Hülle nicht vollständig auszuschliessen, weil diese durch die Lösungsaffinität darin festgehalten werden; aber sie bewirkt, dass die Hülle aus einer viel verdünnteren Lösung besteht, deren Concentration von aussen nach innen hin überdem rasch abnimmt und unmittelbar an der Oberfläche fast Null wird. An der Grenze selbst zwischen der Hülle und dem Molecularinterstitium hat die Lösung eine mittlere Dichtigkeit. In dem Interstitium dagegen ist sie concentrirter, weil hier die Anziehung des Molecüls zu Substanz grösser wird als zu Wasser; und zwar befindet sich die beträchtlichste Concentration unmittelbar ausserhalb der Hülle, und nimmt von da mit der grössern Entfernung ab, weil nun alle übrigen Verhältnisse, die auf die Lösung Einfluss haben, mehr und mehr zur Geltung gelangen. — Daraus folgt auch, dass unmittelbar an der Oberfläche eines Stärkekorns die Concentration grösser ist als in der übrigen Flüssigkeit, ferner dass dieselbe im Innern des Korns grösser ist als an seiner Oberfläche, und endlich, dass die Interstitialflüssigkeit in der dichten Masse eines Korns concentrirter ist als in der weichen Masse.

Die Hüllen der Molecüle sind gegen die Interstitien hin etwas mächtiger als da, wo sie an die Hüllen anderer Molecüle anstossen. Was die Interstitialräume betrifft, so hängt ihre Weite bei gleicher Grösse und Gestalt der Molecüle von der Zusammenordnung derselben ab. Bei gleicher Lagerung und Grösse der letztern sind die Interstitien um so grösser, je mehr sich der Querschnitt der Theilchen dem Kreis nähert. Bei gleicher Anordnung und Gestalt der Molecüle nimmt mit der Grössenzunahme derselben auch die Weite der Interstitialräume zu.

Die Vergrösserung der schon vorhandenen und die Einlagerung neuer Molecüle mit ihren Wasserhüllen veranlassen eine fortdauernde Veränderung der Interstitien, und werden die mechanischen Ursachen für eine unausgesetzte Bewegung der das Korn durchdringenden Flüssigkeit. Dazu kommen die Diffusionsströmungen, welche Wasser- und Substanzatome bald mit ungleicher Schnelligkeit in gleicher Richtung, bald in entgegengesetzter Richtung fortführen. — Diese Bewegungen der kleinsten Theilchen, welche hier

mehr einem gleichmässigen Fliessen, dort einem unregelmässigen Wogen gleichen werden, sind in den Interstitien am lebhaftesten, und zwar müssen sie in der Regel mit deren Erweiterung an Schnelligkeit ab-, mit der Verengerung zunehmen. In den Hüllen, welche die Molecüle umgeben, besitzen wegen der energischeren Anziehung durch das Molecül die Flüssigkeitstheilchen eine geringere Beweglichkeit, und werden an seiner unmittelbaren Oberfläche fast regungslos. — Die Strömung innerhalb des Stärkekorns geschieht vorzugsweise in radialer Richtung, weil die von der Oberfläche aufgenommene Nahrungsflüssigkeit nach innen geführt wird. Die Substanzatome müssen in dieser Richtung viel schneller sich fortbewegen als die Wassertheilchen, weil aus der das Korn durchdringenden Lösung mehr Substanz und weniger Wasser eingelagert wird. Vielleicht dass dieser Umstand eine doppelte Bewegung veranlasst, eine Strömung der concentrirten Interstitialflüssigkeit nach innen, und eine Strömung einer verdünntern Lösung in den äussern Schichten der Hüllen nach aussen. Diese doppelte Strömung muss nämlich dann eintreten, wenn das beschleunigte Fortrücken von Substanzatomen innerhalb einer trägern Wassermasse grössere Widerstände findet, als die Verschiebung der Wassertheilchen unter einander.

Die Bewegungen der Flüssigkeitstheilchen üben auf die Umwandlung der löslichen Substanz in feste (unlösliche) Stärke einen wesentlichen Einfluss aus. Letztere geschieht durch chemische Kräfte, von denen wir annehmen müssen, dass sie in unmittelbarer Nähe sehr energisch wirken, aber in die Entfernung rasch abnehmen. In der das Stärkekorn durchdringenden Lösung, in welcher Gleichgewicht der molecularen Kräfte eingetreten ist, befinden sich die Substanztheilchen in bestimmten Entfernungen von einander und von den Stärkemolecülen. Die chemische Affinität müsste immer unwirksam bleiben, und es könnte weder Neubildung noch Vergrösserung der Molecüle erfolgen, wenn jenes Gleichgewicht nicht gestört, und die Substanzatome durch die Strömung mit solcher Energie theils gegen einander, theils gegen die Molecüle geschleudert würden, dass sie die widerstrebenden physikalischen Molecularkräfte zu überwinden und in den Bereich der chemischen Anziehung zu gelangen vermöchten. Wie aber eine Bewegung der kleinsten Theilchen von einer gewissen Intensität erforderlich ist, um die Substanztheilchen zu fester Stärke zu vereinigen, so muss eine Bewegung von bedeutend grösserer Kraft sie wieder trennen und in den löslichen Zustand zurückführen, in gleicher Weise wie chemische Verbindungen bei bestimmten Temperaturen geschlossen und bei höhern Graden wieder zerlegt werden, und wie die Stärke selbst bei der Siedhitze in lösliche Substanz verwandelt wird.

Die Bedingungen für die Vergrösserung eines Molecüls beruhen darin, dass die löslichen Substanzatome sich seiner Oberfläche hinreichend nähern, um von der chemischen Affinität ergriffen zu werden. Es muss nämlich die Kraft, mit der sie sich bewegen, die Anziehung zu überwinden vermögen, welche das Molecül zu Wasser hat, und welche in einer geringen Distanz die chemische Verwandtschaft überwiegt, und die Substanzatome aus der Hülle auszuschliessen sucht. Die Molecüle wachsen daher da um so lebhafter, wo die Widerstände ihrer Wasserhüllen am ehesten den strömenden Atomen weichen, also da wo die Bewegung die grösste Geschwindigkeit hat, wo sie die Oberfläche der Wasserhüllen rechtwinklig trifft, wo diese letztern am dünnsten sind und deren Theilchen die leichteste Verschiebbarkeit zeigen.

Die Molecüle haben wahrscheinlich ursprünglich eine kugelige Gestalt und würden dieselbe zeitlebens

behalten, wenn die Ernährungsursachen überall gleichmässig auf sie einwirkten. Dafür spricht die geringe Neigung der Kohlenhydrate zur Krystallisation, so wie der Umstand, dass die Anfänge aller Stärkekörner kugelig sind, und dass somit die Anordnung der Molecüle zuerst streng concentrisch und radial ist. — Angenommen nun, die Molecüle seien in einer Partie des Kornes anfänglich kugelig und von gleicher Grösse, so haben auch ihre Wasserhüllen eine gleiche Mächtigkeit. Die Strömungsbewegungen der Flüssigkeitstheilchen, welche vorzugsweise in radialer Richtung stattfinden, treffen die äussere und die innere Seite viel häufiger unter einem rechten Winkel; die Anlagerungen sind daher an diesen Stellen, namentlich aussen, reichlicher, und die Molecüle werden in radialer Richtung ellipsoidisch-verlängert. Der Erfolg wird dadurch verstärkt, dass mit der Zunahme der radialen Dimension die Wasserhülle aussen und innen an Mächtigkeit und damit an Widerstandsfähigkeit verliert. — Auf den Querschnitt des ellipsoidischen Molecüls wirken die Strömungsbewegungen nur an den Stellen, welche einem Molecularinterstitium zugekehrt sind, unter Winkeln, die sich nicht allzusehr von einem Rechten entfernen; der runde Querschnitt wächst daher zu einer eckigen Gestalt heran. — Diese Formbildung müssen die Molecüle auch annehmen, wenn sie anfänglich irgend eine andere als eine kugelige Gestalt haben. Sie können aber nie zu einem vollkommenen Prisma werden, weil die Möglichkeit, dass die stumpfen Ecken durch Substanzauflagerung sich zuschärfen, um so mehr verschwindet, je mehr das Interstitium die Form eines Kanals angenommen hat und die Strömung mit der Oberfläche parallel geworden ist.

Stehen die Molecüle in radialen Reihen hinter einander, so bilden sie sich zu Prismen mit gestutzten Endflächen aus. Alterniren dieselben von aussen nach innen, so verlängern sich die Enden, namentlich das äussere, rasch; denn hier geht die radiale Bewegung der Flüssigkeitstheilchen senkrecht gegen die Oberfläche. Das Nämliche ist auch mit der äussern Seite der den Umfang einnehmenden Molecüle der Fall; sie wird in eine Spitze ausgezogen. — Die Möglichkeit, dass auf das zugespitzte oder kantenartig zugeschärfte äussere Ende der an der Oberfläche und im Innern befindlichen Molecüle neue Substanz aufgelagert werde, vermindert sich mit dessen Verlängerung, weil seine Flächen immer mehr mit der (radialen) Strömungsrichtung parallel werden. Endlich wird, wenn der Winkel, den die Spitze bildet, hinreichend klein geworden ist, sich ein stabiler Zustand einstellen, indem zwar hin und wieder durch günstige Strömungen neue Atome auf die Spitze angelagert, durch andere Strömungen aber in gleichem Maasse wieder Theilchen abgerissen und fortgeführt werden. — Ein gleicher stabiler Zustand muss auch für die Seitenkanten eintreten, mit abwechselndem Zuwachs und Verlust von Substanz je nach der Intensität und der Richtung der Strömung, doch voraussichtlich mit viel geringern Schwankungen.

Haben die Molecüle eine der prismatischen oder verlängert-polyedrischen möglichst nahe kommende Form erlangt, so bleiben sie stationär. Eine Vergrösserung derselben kann nur noch stattfinden, wenn eine Veränderung der Interstitialräume eintritt, und in Folge derselben die Bewegungen der Flüssigkeitstheilchen nicht mehr so ausschliesslich parallel der Oberfläche geschehen. Das ist dann der Fall, wenn die Molecüle durch das Wachstum in andern Partien des Kornes sich in einer negativen Spannung befinden, wodurch die Interstitien erweitert werden, so wie namentlich dann, wenn neue Theilchen sich in die Letztern einlagern. Je nach der Wirkung dieser Verhältnisse werden sich die radialen oder tangentialen Dimensionen etwas vergrössern, aber ohne die äussere Gestalt des Kornes wesentlich zu ändern.

Befinden sich grosse und kleine Molecüle neben einander, so wachsen die erstern anfänglich schneller,

theils wegen der weniger mächtigen Wasserhüllen, theils wegen der schnellern Strömung in den engern Molecularinterstitien. Nachher aber, wenn die grossen Molecüle sich prismatisch ausgebildet haben, so vermindert sich für sie die Leichtigkeit sich zu vergrössern, und es sind nun die kleinern, welche rascher wachsen. — Von den kleinen Molecülen einer weichen Masse müssen diejenigen, welche unmittelbar an die dichte Masse angrenzen, die rascheste Vergrösserung zeigen, weil dort die Lösung in Folge der Anziehung am dichtesten und die Bewegungen am lebhaftesten sind. Daher rührt zum Theil die scharfe Grenze zwischen weichen und dichten Schichten.

Die Bedingung für die Entstehung eines Molecüls besteht darin, dass in einer Lösung, in welcher die Ursachen für die Stärkebildung vorhanden sind, die Substanzatome einander so nahe kommen, dass die chemische Affinität in Wirksamkeit treten kann. Es bilden sich unter übrigen gleichen Umständen da um so leichter neue Molecüle, wo die Lösung am concentrirtesten ist, und wo die Bewegungen am lebhaftesten und in möglichst entgegengesetzten Richtungen thätig sind; weil in diesem Falle die Kräfte, welche die Substanzatome der Lösung in möglichst gleichen Entfernungen halten, am ehesten überwunden und zwei derselben einander hinreichend genähert werden. — Die Bildung neuer Molecüle beginnt damit, dass zwei und mehrere Atome sich in einen Complex vereinigen, welcher dann das Vermögen hat, durch Zufügung neuer Atome sich zu vergrössern. Sie wird zwar überall stattfinden; die günstigsten Stellen dafür dürften indess diejenigen sein, wo die Interstitialkanäle ihre Weite und ihre Richtung plötzlich ändern.

Die Atomgruppen, mit denen die Bildung neuer Molecüle anhebt, bleiben an dem Ort ihrer Entstehung oder an einer andern Stelle liegen, wo die langsamere Strömung diess gestattet, also in den erweiterten Interstitien, und entwickeln sich daselbst. Eine raschere Strömung dagegen führt sie weg; oder wenn dem Transport sich ein mechanisches Hemmniss darbietet, was in den verengten Kanälen der Fall ist, so werden sie durch die gesteigerte Kraft der Bewegungen zertrümmert und wieder in den Zustand der Lösung verwandelt. Von der Entstehung der Molecüle, welche überall statthat, ist somit die Einlagerung derselben zu unterscheiden, welche durch bestimmte Bedingungen beschränkt wird.

Die Vergrösserung der vorhandenen und die Einlagerung neuer Molecüle sind die beiden Processe, auf denen das Wachsthum der Stärkekörner beruht. Der Erstere dient dazu, die Substanz zu verdichten; er findet überall statt, ist aber dort, wo die Strömung eine gewisse Kraft und Geschwindigkeit erlangt hat, allein vorhanden. Der Zweite macht die Substanz weicher; er tritt nur dann, aber dann immer ein, wenn die Intensität der Bewegung unter ein gewisses Maass herabsinkt. Diese beiden Processe stehen in einem bestimmten Verhältniss zu einander, so dass der Eine und der Andere ein gegebenes Maass nicht überschreiten kann, und dass Einer den Andern wieder nothwendig bedingt. — Ist eine Region des Kornes (eine weiche Schicht oder der Kern) fortwährend in bedeutender negativer Spannung begriffen, was durch das Wachsthum der dichten Schichten geschehen kann, so werden stets neue kleine Molecüle eingelagert, und sie behält in Folge dessen ihren Wasserreichthum. Aber mit den neuen Molecülen wird zugleich Lösung herbeigeführt, welche fortwährend die Theilchen einigermassen vergrössert und ausbildet. — Wenn in einer dichten Schicht die Molecüle eine der polyedrischen sich möglichst annähernde Gestalt erhalten haben, so gestatten die Strömungen keine weitere Zunahme derselben, und ein Wachsthum hat hier überhaupt nicht statt, wenn nicht eine durch anderweitige Wachsthumprocesse eintretende Erweiterung der

Interstitialräume oder überhaupt eine Verlangsamung der Strömung die Einlagerung neuer kleiner Molecüle ermöglicht.

Das ganze Korn ist nothwendig aus weicher und aus dichter Substanz zusammengesetzt. Es kann nicht bloss aus weicher Masse bestehen, Wäre diess einmal der Fall, so müsste sogleich die Verdichtung eintreten; denn einerseits geschieht die Vergrösserung der Molecüle leichter als die Einlagerung neuer, und andererseits würde die Letztere zuerst eine Verengung der Interstitien, eine Beschleunigung der Strömung und in Folge derselben eine ausschliessliche Vergrösserung der Theilchen verursachen. Jede Substanz, die noch nicht den höchsten Grad der Dichtigkeit erlangt hat, und die sich selbst überlassen ist, hat nothwendig das Bestreben sich zu verdichten; nur wenn durch anderweitig verursachte negative Spannung ihre Interstitien sich erweitern, kann sie weicher werden. — Das ganze Korn kann auch nicht bloss aus dichter Substanz zusammengesetzt sein; denn die langsamere Strömung der verdünnteren Lösung im Innern, verbunden mit der daselbst befindlichen grössern negativen Spannung, müsste dort sogleich eine vermehrte Einlagerung von neuen Theilchen herbeiführen.

Das Stärkekorn beginnt mit der Bildung eines oder einiger weniger Molecüle, um welche sich andere ringsum anlagern; oder es entstehen gleichzeitig mehrere, welche sich zusammengruppiren. Im einen und im andern Fall ist dieser erste Anfang des Stärkekorns ohne Zweifel schon kugelig mit concentrischer und radialer Anordnung der Molecüle, und bedingt dadurch die Erscheinung, dass noch während einiger Zeit, wenigstens bis die Gestalt unter dem Microscop deutlich erkannt wird, das junge Stärkekorn seine Kugelgestalt behält. In dieser Beziehung unterscheidet sich dasselbe charakteristisch von dem Krystall, und verdankt diese Abweichung vorzüglich den Wasserhüllen, mit denen die Molecüle umgeben sind, und den mit Flüssigkeit gefüllten Molecularinterstitien, wodurch die Attractionen der Substanztheilchen gemässigt und modificirt werden. Ausserdem dass die Molecüle durch die beweglichen Atome einer Flüssigkeit von einander getrennt werden, sind sie selber anfänglich wegen ihrer Annäherung zur Kugelgestalt mehr oder weniger verschiebbar, so dass der Anfang eines Stärkekorns die Eigenschaften des Tropfens einer halbflüssigen Substanz zeigen und daher auch die Gestalt eines Tropfens annehmen muss.

Sobald das entstehende Korn aus einer kugelschaligen Molecularschicht, welche ein einzelnes centrales Molecül oder eine Gruppe von solchen einschliesst, besteht, so werden wahrscheinlich keine Molecüle mehr an der äussern Fläche angelagert. Wie späterhin befindet sich jetzt schon die concentrirteste Lösung in den Molecularinterstitien, so dass die Bedingungen für Entstehung neuer Molecüle ausserhalb des Kornes weniger günstig sind; und wenn sich dennoch solche bildeten, so würden sie von der Strömung entweder hinein geführt oder zerstört. — Im Innern werden einmal so viel Molecüle eingelagert, als es die Strömung gestattet. Dadurch sind die Interstitialräume verengt und die Bewegungen beschleunigt. Die Lösung dient nun zunächst zur Vergrösserung der Molecüle. Dadurch entstehen Spannungen zwischen denselben; einerseits werden die einen Interstitialräume der concentrischen Schicht, anderseits durch das Flächenwachsthum dieser letztern die Räume innerhalb derselben erweitert und daselbst wieder neue Molecüle eingelagert. So wird das ursprüngliche centrale Molecül zuerst zu einer Gruppe, die sich vergrössert, und die Gruppe dann zu einer concentrischen Schicht, sobald in ihrem Innern selbst wieder 1 oder mehrere Theilchen entstanden sind. Dieser Process wiederholt sich, so lange das Stärkekorn wächst, im Schichtencentrum desselben.

Die Molecüle der wenigen concentrischen Schichten, welche das junge Korn darstellen, werden durch die in Folge der radialen Strömung verursachte ungleichmässige Ernährung in radialer Richtung verlängert. Daraus folgt eine Verengung der Interstitien zwischen den Molecularschichten und eine beschleunigte Bewegung in denselben. Die Einlagerung neuer Molecüle geschieht daher zunächst ausschliesslich in die Fläche der Molecularschichten, bis die Räume zwischen denselben so sehr erweitert sind, dass auch sie neue Theilchen aufnehmen können, dass somit neue Molecularschichten eingelagert werden. Dieser Process wechselt regelmässig mit dem Flächenwachsthum der Schichten ab; er findet nach innen häufiger statt als aussen, theils weil das Bestreben der Molecularschichten sich von einander zu trennen, grösser, also die Interstitien weiter sind, theils weil die Molecularanziehung zwischen zwei Schichten wegen der ungünstigern Lagerung bei kleinerem Krümmungshalbmesser für die Flächeneinheit sich vermindert.

Die vermehrte Einlagerung von Molecülen im Innern muss nach und nach daselbst einen merklich grössern Wassergehalt hervorrufen. Indess bleibt das junge Korn, bis es eine gewisse Grösse erreicht hat, noch ziemlich dicht, da die neu eingelagerten Molecüle rasch anwachsen; diess wird möglich durch den verhältnissmässig bedeutenden Zufluss von dichter Lösung und durch die günstigen Strömungen, welche in den engen Interstitien der dichten Substanz immer eine gewisse Intensität besitzen. Wenn aber das Korn eine bestimmte Grösse überschreitet, so werden durch die vermehrte Spannung die Interstitialräume zunächst am Schichtencentrum so sehr erweitert, und die Molecüle durch die dahin dringende, verdünntere Lösung so wenig vergrössert, dass die langsame Strömung daselbst eine ungehemmte Einlagerung neuer Theilchen gestattet. Es scheidet sich dadurch die weiche Kernmasse aus.

In den dichten Schichten findet der nämliche Vorgang statt wie in dem jungen Korn. Die dichtere Lösung, welche sie anziehen, und die lebhafteren Strömungen in den engeren Interstitialcanälen verursachen die rasche Vergrösserung und Ausbildung der neu eingelagerten Molecüle. Diese Einlagerung ist aber in der Mitte wegen der vermehrten negativen Spannung häufiger; daher nimmt dort auch der Wassergehalt zu. Zuletzt werden in den erweiterten Interstitien der Mittelfläche wegen der langsameren Strömung so viel neue Molecüle eingelagert und dieselben von der verdünnteren und träger sich bewegenden Lösung so wenig vergrössert, dass sie eine unterscheidbare weiche Masse in Gestalt einer spaltenförmigen Schicht darstellen.

Der weiche Kern und die weichen Schichten dehnen sich rasch aus. Sie sind von einer weniger concentrirten Flüssigkeit durchdrungen, weil die dichten Schichten die Substanzatome stärker anziehen. Wenn sie aber eine bestimmte Ausdehnung erreicht haben, so sammelt sich in ihrer Mitte, wohin die Molecularanziehung der dichten Substanz nicht mehr reicht, eine etwas dichtere Lösung, welche die Molecüle mehr vergrössert als es in der übrigen weichen Masse der Fall ist. Die Verdichtung in jener Partie geht nun rasch vorwärts, weil die beginnende Vergrösserung sogleich eine etwelche Verengung der Interstitien, damit eine etwas schnellere Strömung und in Folge derselben ein beschleunigtes Wachsthum der Molecüle und eine verminderte Einlagerung neuer nach sich zieht. Mitten in der weichen Schicht tritt in dieser Weise eine dichte Schicht auf; und der weiche Kern verdichtet seine centrale Partie, oder theilt sich durch eine dichte concentrische Schicht.

Wie bei dem Beginne des Kornes aus einer Gruppe von Molecülen die erste concentrische Molecularschicht entsteht, bildet sich in gleicher Weise späterhin fortwährend aus der centralen Moleculargruppe

die innerste concentrische Schicht. Die Anordnung der Theilchen in diesen Schichten wird dessnaben übereinstimmen, und sowohl die Einlagerung neuer Molecüle behufs ihrer Vergrösserung als die Einschaltung neuer Molecularschichten zwischen dieselben findet überall in der nämlichen Art statt. Die Molecüle zeigen demgemäss eine bestimmte radiale Anordnung, welche in einem causalen Verhältniss zu der tangentialen Anordnung steht. — Ein stellenweise vermehrtes Flächenwachsthum der Molecularschichten dehnt sich wegen der Uebereinstimmung im Bau auf den ganzen Radius oder auf einen grössern Theil desselben aus. Da dasselbe eine local vermehrte negative Spannung und Erweiterung der Interstitialräume zwischen den Molecularschichten hervorrufft, so hat es auch ein vermehrtes Dickenwachsthum durch Einlagerung von Molecülen auf jenem Radius zur Folge.

Das local gesteigerte Flächenwachsthum einer Molecularschicht kann nur aus erweiterten Interstitien entspringen; und diese werden entweder durch eine ungleichmässige Anordnung oder durch negative Spannung verursacht. Nach Einlagerung neuer Molecüle sind zwar die Interstitialräume kleiner, allein einerseits werden dieselben mit dem Wachsthum der Theilchen wieder grösser, und selbst grösser als in den übrigen Partien der gleichen Molecularschicht, wo die Molecüle sich mehr polygon ausbilden konnten. Andererseits sind die Molecularattractionen oder die Cohäsion an der Stelle, wo die vermehrte Einlagerung stattgefunden hat, geringer als in den andern Theilen der Molecularschicht, so dass jene Stelle nicht mehr als früher der Spannung zu widerstehen vermag. Das local vermehrte Wachsthum, das einmal begonnen hat, dauert daher in der Regel längere oder kürzere Zeit, oft so lange die Stärkekörner sich vergrössern, fort. — Wenn in den Molecularschichten die Theilchen überall eine gleiche Anordnung zeigen, oder wenn die Ungleichheiten gleichmässig über die Oberfläche vertheilt sind, so bleibt das Korn kugelig. Wenn auf zwei gegenüberstehenden Punkten oder auf einem grössten Kreis der Kugel die Stellung der Molecüle lockerer ist, so werden die Körner, deren Schichtencentrum unverrückt bleibt, länglich oder linsenförmig. Wenn die Theilchen der Molecularschichten auf einer Seite des Kornes weiter von einander entfernt sind, so entsteht ein excentrisch-geschichtetes Korn.

Bei all den mannigfaltigen Störungen, welche die streng concentrische Schichtung der einfachen Körner in Folge der ungleichförmigen Anordnung der Molecüle erfährt, stehen doch die neu eintretenden Molecularschichten in einer nähern oder fernern Beziehung zu den schon vorhandenen. Zuweilen aber geschieht es, dass da oder dort eine Gruppe von Theilchen eingelagert wird, die gar keine Beziehung zu den angrenzenden Molecularschichten hat. Eine solche Moleculargruppe verhält sich, als ob sie frei sich entwickelte; sie verwandelt sich in eine concentrische Schicht, welche eine neue gleiche Moleculargruppe einschliesst. Es ist einleuchtend, dass diese Erscheinung da am häufigsten auftritt, wo der Krümmungshalbmesser der Molecularschichten am kleinsten ist, und wo aus diesem Grunde die zwei auf einander folgenden in der Anordnung ihrer Theilchen am wenigsten übereinstimmen. Daraus entstehen die halb- und ganzzusammengesetzten Körner.

Die Ursachen der specifischen Verschiedenheiten der einfachen und zusammengesetzten Stärkekörner müssen in der Natur (Gestalt und Grösse) der Molecüle selbst begründet sein, welche ihrerseits eine verschiedenartige Zusammenordnung zu dem primären Molecularcomplex nothwendig bedingt. Denn aus dem Letztern entwickelt sich unter den verschiedensten Verhältnissen, er mag frei in der Flüssigkeit schwimmen, oder in Protoplasma eingebettet, oder an beliebigen Stellen in einem Stärkekorn eingeschlossen sein,

immer der gleiche Typus von eigenthümlicher Form und Schichtung. Gestalt und Grösse der Molecüle möchten aber von den bei dem Uebergang der löslichen Substanz in feste Stärke gleichzeitig anwesenden und daher mehr oder weniger mitwirkenden physikalischen und chemischen Verhältnissen, namentlich von den Bewegungen der Flüssigkeitstheilchen abhängen, welche in jedem Pflanzenorgan verschieden sind.

Die Materie besteht aus kleinsten Theilchen, Atomen, die entweder nicht weiter zerlegt werden können, oder die wenigstens nicht sich theilen lassen, ohne ihre Qualität zu ändern. Sie sind doppelter Art, wägbare und unwägbare; jedes wägbare Atom nach der Annahme mit einer Hülle von unwägbarern umgeben. Verschiedene wägbare Atome können näher zusammentreten und sich zu einem zusammengesetzten Atom, oder richtiger zu dem Atom eines zusammengesetzten Stoffes (einer chemischen Verbindung) vereinigen. Zu den complicirtern gehören die Stärkeatome (oder die Atome von Granulose und Cellulose), die aus 12 At. Kohlenstoff, 10 At. Wasserstoff und 10 At. Sauerstoff mit noch unbekannter Gruppierung derselben bestehen.

Nicht bloss die chemischen Verbindungen, sondern auch die Diffusionen gehören zu den Erscheinungen, welche die atomistischen Anziehungen hervorbringen. Sie entstehen, wenn die gegenseitige Verwandtschaft zwischen den Atomen zweier Substanzen grösser ist als die Summe der Anziehungen zwischen denen jeder Substanz unter sich, und wenn die Atome beider sich in flüssigem oder gelöstem Zustande befinden. Unter dieser Voraussetzung müssen beliebige Mengen zweier oder mehrerer Stoffe Diffusionen bilden, in welchen die verschiedenartigen Atome eine ganz gleichmässige Vertheilung zeigen. Indessen ist der Ausdruck beliebiger Mengen häufig nur innerhalb gewisser Grenzen richtig. Die meisten Lösungsmittel können nur eine gewisse Menge von Stoffen auflösen, nämlich bis zum Sättigungsgrad. Das ist ein Beweis dafür, dass z. B. ein Salzatom mit mehreren Wasseratomen in nähere Beziehung tritt, so dass, wenn alle Wasseratome in Anspruch genommen sind, die übrigen Salzatome sich in festem Zustande ausscheiden müssen. Es giebt also Diffusionen, welche wenigstens beim Sättigungsgrad den Charakter einer Verbindung nach Aequivalenten annehmen; indem über das Sättigungsäquivalent hinaus von der Lösung keine Substanz aufgenommen wird.

Wir können uns vorstellen, dass das Salzatom sich mitten zwischen den Wasseratomen befindet, mit denen es eine nähere Beziehung eingegangen ist, dass es gleichsam eine Wasserhülle besitzt. Diese nähere Verwandtschaft zu einer bestimmten Zahl von Wasseratomen wird sich aber auch geltend machen, wenn die Lösung nicht gesättigt ist. Man könnte also sagen, dass jedes Salzatom gleichsam von seiner Wasserhülle in der Flüssigkeit getragen werde. Diese Hülle wird, weil eine grössere Anziehung zwischen Salz- und Wasseratomen als zwischen den letztern selber besteht, eine Verdichtung zeigen. Daher nimmt die Salzlösung ein etwas kleineres Volumen ein und zeigt ein etwas grösseres specifisches Gewicht als Wasser und Salz getrennt. — Eine andere Folge muss auch die sein, dass die Wasseratome, welche in nähere Beziehung zu einem Substanzatom getreten sind und mit demselben einen Complex bilden, an Verschiebbarkeit und Beweglichkeit einbüssen, während der ganze Complex vollkommen verschiebbar bleibt und die Lösung somit den Charakter der Flüssigkeit behält.

Wenn ein Stoff aus einer Lösung krystallisirt, so geschieht es, weil bei Verdunstung des Lösungsmittels eine Zahl von Substanzatomen ihre Wasseratome verlieren und nun zu einander eine grössere Verwandtschaft haben als zu den übrigen Wasseratomen, die schon durch andere Substanzatome gesättigt sind. Sie vereinigen sich in einen festen Körper, wobei sie zuweilen noch eine gewisse Menge von Wasseratomen zurückhalten, welche ebenfalls mit fest werden. Im Uebrigen liegen die Atome unmittelbar neben einander. Sie sind zwar weit entfernt, sich zu berühren; aber es können doch keine wägbaren Atome zwischen sie eintreten, und die Krystalle sind demnach undurchdringlich. — Ihre Atome wirken bis auf eine gewisse Entfernung anziehend auf die noch in der Lösung suspendirten Substanzatome, welche ebenfalls die Neigung haben, in den festen Zustand überzugehen. Die Letztern lagern sich wegen der Undurchdringlichkeit der Krystalle schichtweise auf der Oberfläche an. — Die Atome entwickeln nach verschiedenen Richtungen ungleiche Kräfte; desswegen ordnen sie sich nach bestimmten, für jede Substanz eigenthümlichen Regeln an einander; und der Krystall ist nicht kugelig, sondern von ebenen Flächen begrenzt, und seine Substanz zeigt in verschiedenen räumlichen Richtungen verschiedene physikalische Eigenschaften.

Die Erscheinungen, welche das Festwerden der Stärkeatome begleiten, sind von der Krystallisation wesentlich verschieden. Ueber die Anordnung der kleinsten Theilchen in den Stärkekörnern geben uns die Quellungserscheinungen einigen Aufschluss. Die Thatsache, dass eine Substanz sich mit Wasser imbibirt, lässt zunächst zwei (aber auch nicht mehr) Erklärungen zu. Die erste ist die, dass die Flüssigkeit überall zwischen die festen Theilchen hineintrete und dieselben von einander trenne; die zweite aber die, dass die festen Theilchen im aufgequollenen Zustande in unmittelbarer Berührung seien, und nur stellenweise zwischen sich grössere und kleinere, mehr und weniger zahlreiche Lücken lassen, die mit Wasser gefüllt sind. Die Substanz verhielte sich in letzterem Falle ungefähr wie ein Badeschwamm.

Diese zweite Annahme ist indess unwahrscheinlich und selbst unmöglich. Die Stärke kann bis auf das 27fache des Volumens, das sie im frischen Zustande einnahm, aufquellen; sie enthält dann 90 bis 98 Procent Wasser und 10 bis 2 Theile Substanz. Es giebt wahrscheinlich aufgequollene Stärke, die noch wasserreicher ist; und Gallerte (weiche Cellulose), die wohl bis auf 200 und mehr Gewichtstheile Wasser auf 1 Theil fester Substanz enthält. Wären die festen Theilchen etwa zu einem maschigen Gerippe, dessen Zwischenräume Flüssigkeit aufnahmen, vereinigt, so müsste Stärke und Cellulose einen sehr hohen Grad von Dehnbarkeit besitzen, eine Eigenschaft, die ihnen beinahe ganz mangelt. Es müsste ferner durch mechanische Mittel (Druck, Zerreißen, Quetschen) Wasser herausgepresst werden können, was aber bei der Gallerte (der Chroococcaceen, Nostochaceen, Palmellaceen, Ophrydium) nicht der Fall ist.

Aber schon die Thatsache allein, dass die organischen Substanzen durch Wasseraufnahme ihr Volumen bedeutend vermehren, genügt, um zu zeigen, dass dieselben nicht nach Art eines Maschenwerks, in welchem die festen Theilchen unmittelbar zusammenhängen und undurchdringlich wären, organisirt sind. Bei einem solchen Bau könnte bloss das Wasser die Luft aus den gröblichen Räumen verdrängen; das Volumen müsste aber das nämliche bleiben. Nur wenn die Flüssigkeit sich zwischen die festen Theilchen hineinlagert und dieselben von einander entfernt, ist eine Ausdehnung der Substanz möglich. Der Unterschied zwischen Quellung und blosser Durchdringung wird sogleich klar, wenn man die Durchdringung unorganischer Stoffe (z. B. von Gyps) durch Wasser oder von organischen Stoffen (z. B. Holz, Mehl) durch Oel mit der Quellung organischer Substanzen durch Wasser vergleicht. Im Badeschwamm selbst ist Durchdringung und Quellung vereinigt; wir können aus demselben nur das Wasser herauspressen, welches er in die gröblichen Räume aufgenommen hat.

Es bleibt für die Quellung der organischen Stoffe somit nur die erste Erklärung übrig, dass die festen Theilchen in der aufgequollenen Substanz sich nicht berühren, sondern dass je zwei durch eine Flüssigkeitsschicht getrennt sind, oder was auf das Nämliche herauskommt, dass jedes von einer Flüssigkeitsatmosphäre umgeben ist. Der Grad des Aufquellens hängt von der Mächtigkeit dieser Atmosphäre ab. In der trockenen Substanz berühren sich die festen Theilchen. — Es versteht sich von selbst, dass in den organischen Substanzen ebenfalls gröbliche Räume vorhanden sein können, wie das z. B. mit einem Stück Holz und mit thierischen Membranen der Fall ist. Für das Stärkekorn aber ist das Vorkommen solcher Räume durchaus unwahrscheinlich.

Wie die Flüssigkeit aus einem Ueberschuss von Salz nur eine bestimmte Menge auflöst, so nimmt die trockene Substanz, wenn sie in Wasser gelegt wird, nur eine gewisse Quantität desselben auf. Im erstern Fall haben die Flüssigkeitstheilchen bis auf einen bestimmten Grad eine grössere Verwandtschaft zu den Salztheilchen als zu einander. Im zweiten Fall ist die Anziehung der Substanztheilchen zum Wasser grösser als unter sich; über eine gewisse Menge des aufgenommenen Wassers hinaus überwiegt aber die Attraction zwischen den Substanztheilchen.

Wir können uns diese Erscheinung auf doppelte Weise erklären. Entweder geschieht die Anziehung des Wassers durch eine Kraft, welche bloss an der Oberfläche der Substanztheilchen wirkt, so dass jedes derselben, wie das undurchdringliche benetzbare Körper thun, sich mit einer dünnen Schicht von Flüssigkeit überzieht. Die Oberfläche des Substanztheilchens zieht dann bis auf eine gewisse Entfernung die Wassertheilchen stärker an, und über diese Entfernung hinaus überwiegt die Attraction zwischen den Massen der Substanztheilchen. Welcher Natur diese Flächenkraft sei, lässt sich nicht bestimmen; ihre Wirkung liesse sich aber so veranschaulichen, dass man sagte, sie nehme rücksichtlich der Entfernung in stärkerem Verhältniss ab, als die Anziehung der Substanz zur Substanz. Wenn letztere z. B.

im umgekehrten Verhältniss zum Quadrat der Entfernung steht, so verändert sie jene etwa nach der dritten oder vierten Potenz des Abstandes.

Eine andere Erklärung ist die, dass die Substanztheilchen nicht mit der Oberfläche, sondern mit ihrer ganzen Masse die Wassertheilchen anziehen, wie sie auch mit ihrer ganzen Masse auf andere Substanztheilchen einwirken. Auch in diesem Falle muss man annehmen, dass die beiden Verwandtschaften bei gleichen Entfernungen in ungleichen Verhältnissen sich ändern, dass sich die Anziehung zweier Substanztheilchen z. B. umgekehrt wie das Quadrat der Entfernung, die Anziehung eines Substanztheilchens und eines Wassertheilchens umgekehrt wie die dritte oder vierte Potenz der Entfernung verhalte.

In beiden Fällen wird für eine gewisse Distanz, welche den Gleichgewichtszustand bedingt, die Anziehung zweier Substanztheilchen zu einander und zu den Flüssigkeitstheilchen gleich gross sein. Innerhalb dieser Grenze ist sie grösser zu den Flüssigkeitstheilchen, ausserhalb derselben zu den Substanztheilchen. Diese Gleichgewichtsdistanz bezeichnet also die Entfernung zweier Substanztheilchen im vollständig aufgequollenen Zustande; die halbe Distanz drückt die Mächtigkeit der Flüssigkeitsatmosphäre um jedes Substanztheilchen aus*).

Jede der beiden Annahmen, das Wasser werde durch Flächenanziehung oder durch Massenanziehung veranlasst die Substanztheilchen zu umhüllen, reicht aus, um die Quellungserscheinungen zu erklären. Ich werde mich an die Letztere als an die einfachere und natürlichere halten, bemerke aber zugleich, dass in der Anwendung nur unbedeutende Differenzen zwischen den beiden Erklärungsarten bestehen.

Es würde sich, wenn die ausgesprochene Ansicht über die Quellung richtig ist, in der Zusammensetzung der organischen Substanz die der unorganischen gleichsam wiederholen. Wie in dem undurchdringlichen Krystall die Atome von Aethersphären umgeben sind, so wären in den permeablen organischen Stoffen die kleinsten Theilchen von Wasserhüllen umschlossen. Für die durchdringbaren unorganischen Substanzen (Thon, Gyps, Kreide) müssen wir, wie schon bemerkt, eine andere Structur annehmen. Hier sind zwischen kleinen krystallinischen Körnern unregelmässige Lücken, die sich durch Capillarität mit Wasser füllen.

Man möchte vielleicht als Einwendung gegen diese Theorie geltend machen, dass getrennte, von Wasser umgebene Substanztheilchen nicht eine feste, selbst harte, wenig dehnbare aber elastische Masse bilden können. Es ist das aber ganz die nämliche Schwierigkeit, welche auch bei der atomistischen Theorie über die Anordnung der Theilchen in den unorganischen Verbindungen (z. B. den Metallen) überwunden werden muss, — und die nur so lange eine Schwierigkeit bleibt, als wir etwa vergessen, dass die Molecularkräfte (Cohäsion, chemische Verbindung etc.) ganz anders wirken, als die Anziehung grosser Massen. Wasser oder wässrige Lösungen gehen in den festen Zustand über, indem sie ihr Volumen sogar etwas vergrössern. In Wasser sind die Molecularkräfte um jedes Atom nach allen Richtungen gleich vertheilt, daher die Verschiebbarkeit; denn bei jeder Veränderung der gegenseitigen Stellung bleibt die Combination der Kräfte die nämliche. Im Eis, welches die gebundene Wärme des Wassers verloren hat, werden die ungleichen Molecularkräfte, welche das Atom nach verschiedenen Richtungen auszuüben vermag, wirksam; die Atome sind daher so

*) Wenn ich sage, dass die Anziehung von Substanz und Wasser im umgekehrten Verhältniss zur dritten oder vierten Potenz der Entfernung stehe, so bin ich mir zwar wohl bewusst, dass diese Form des Ausdruckes keinem physikalischen Begriff entspricht. Allein man kann diesen Ausdruck so lange festhalten, bis die Functionen, an deren Stelle er einstweilen tritt, erkannt sind. Es mag sich damit verhalten wie mit der Erklärung des Mariotte'schen Gesetzes. So lange man sich die Gastheilchen in Ruhe dachte, musste man, um die Thatfache genau auszudrücken, eben so unphysikalisch sagen, die Abstossung derselben stehe im umgekehrten Verhältniss der ersten Potenz der Entfernung. Jetzt ist durch die schöne Theorie von Krönig über die Bewegung der Gastheilchen dieser Widerspruch gelöst. Indess bleibt ein anderes Räthsel zurück. Wenn ein Gastheilchen auf irgend ein Hinderniss stösst, so wird es vermöge seiner Elasticität zurückgeworfen. Es wird zwar, abgesehen von der Bewegung, in der es sich befindet, im Verhältniss zu seiner Masse angezogen; aber die Abstossung seiner Aetherhülle wächst bei unmittelbarer Annäherung in stärkerem Verhältniss als die Anziehung. Es hat damit die nämliche Bewandniss wie mit dem Gleichgewichtszustand der Theilchen in festen Körpern, welcher einstweilen auch nicht anders erklärt werden kann, als vermittelst der Annahme, die Aethersphäre oder überhaupt die Oberfläche der Atome wirke abstossend, und die Abstossung stehe im umgekehrten Verhältniss einer höhern Potenz der Entfernung als die Anziehung der Masse.

angeordnet, dass sie den stärksten Anziehungen genügen, und nur durch eine Kraft, welche diesen Anziehungen das Gleichgewicht hält, zu verschieben *).

Etwas Aehnliches können wir uns bei der molecularen Zusammensetzung der festen Stärke und anderer organischer Substanzen denken. Die Substanztheilchen entwickeln nicht nach allen Richtungen gleiche Anziehung, und sind daher nicht verschiebbar. Die Wassertheilchen, welche die Substanztheilchen umgeben, sind aber durch die letztern fixirt, und besitzen nothwendig eine geringere Verschiebbarkeit. Es ist keinem Zweifel unterworfen, dass beim Uebergang der löslichen Substanz in feste Stärke Wärme frei wird, wie beim Gefrieren des Wassers. Dafür spricht auch der Umstand, dass Hitze die Stärke wieder löst.

Jede andere Ansicht über die Anordnung der Substanz- und Wassertheilchen hätte aber keine geringern Schwierigkeiten zu überwinden. Denn wenn bei 50 Gewichtstheilen Wasser auf 1 Theil Stärke, oder bei 100 Gewichtstheilen Wasser auf 1 Theil Cellulose die Substanz in unmittelbarer (etwa netzartiger) Berührung sich befindet, so müssen verhältnissmässig enorme mit Wasser gefüllte Räume vorhanden sein. Eine solche Structur kann aber unmöglich die Pflanzengallerte der Palmellaceen und Chroococcaceen haben, welche trotz des ungeheuren Wasserreichthums zuweilen selbst sich brüchig zeigt.

Für die Entstehung der unlöslichen Stärke haben wir die beiden möglichen Annahmen, dieselbe bilde sich aus löslicher Stärke oder aus einem andern löslichen Kohlenhydrat (Dextrin), wovon das Letztere wahrscheinlicher ist (Pag. 178). Für die folgende Betrachtung ist die Entscheidung dieser Frage gleichgültig; denn in jedem Falle hat die feste Substanz andere chemische Eigenschaften als die gelöste, aus der sie entsteht. Die Verschiedenheit giebt sich in dem ungleichen Verhalten zu Wasser kund. Bei der erstern Annahme muss es zwei Modificationen von Stärke geben; denn wenn die gelöste Substanz sich im festen und organisirten Zustande als Körner ausscheidet, so verliert sie ihre frühere Löslichkeit. Sie löst sich weder in der grössten Menge von reinem Wasser, noch in schwachen Säuren oder sehr verdünnten Alkalien, auch nicht in der Flüssigkeit, aus welcher sie fest geworden ist. Dadurch unterscheidet sich die Stärke von dem verwandten Zucker und von den übrigen krystallisirten Stoffen, welche wieder von einer entsprechenden Menge des Lösungsmittels aufgenommen werden.

Man kann nun sich das Verhältniss der festen Stärketheilchen zu den Wasserhüllen auf zweierlei Weise denken. Entweder ist jedes Stärkeatom (bestehend aus 12 At. Kohlenstoff, 10 At. Wasserstoff und 10 At. Sauerstoff) von einer Wasserhülle umgeben; oder es vereinigen sich zunächst mehrere Stärkeatome zu einem Molecül**), welches in einer Wasseratmosphäre liegt. Da die Stärke beim Uebergang in den festen Zustand ihre Natur ändert, so sind vorerst beide Annahmen möglich. — Dagegen liesse sich mit der Annahme, dass jedes Stärkeatom von einer Wasserhülle umgeben sei, unmöglich die Thatsache vereinigen, dass der Wassergehalt der festen Stärke zwischen sehr weit aus einander liegenden

*) Im Wasser sowohl als im Eis müssen die anziehenden und die abstossenden Molecularkräfte einander das Gleichgewicht halten. Wäre es nicht der Fall, so würde eine Ausdehnung oder eine Zusammenziehung der ganzen Masse erfolgen, bis das Gleichgewicht eingetreten wäre. Dennoch sind aber die Wassertheilchen nicht bloss leichter verschiebbar, sondern auch leichter trennbar als die Eistheilchen. Das ist nur durch die, mit der atomistischen Theorie auch sonst nothwendig verknüpfte Annahme zu erklären, dass die abstossenden Kräfte der imponderablen Atome mit der Entfernung in raschern Verhältnissen abnehmen als die anziehenden der ponderablen Atome, und durch die fernere Annahme, dass die anziehenden und abstossenden Kräfte im festen Aggregatzustande in absolut grösserer Menge wirksam seien, als im flüssigen; daher denn jener eine grössere Cohäsion zeigen muss, als dieser.

**) Man gebraucht die Ausdrücke Atom und Molecül in verschiedener Bedeutung. Es scheint mir am zweckmässigsten, Atom für die letzten Bestandtheile jeder Substanz zu nehmen, welche sich nicht mehr trennen lassen, ohne ihre Eigenschaften zu verlieren; oder, was wohl damit identisch sein möchte, für die letzten Bestandtheile des flüssigen, gelösten oder gasförmigen Zustandes; — so dass man also so gut von Stärke- und Eiweissatom sprechen kann, als von Sauerstoff- und Schwefelatom. Molecül dagegen bezeichnet im Gegensatz zu Atom eine Vereinigung von gleichartigen Atomen und ferner überhaupt die kleinsten Theilchen ohne Rücksicht darauf, ob es Atome oder Complexe von Atomen sind. Die Unterscheidung von (ponderablem) Atom, ohne seine Aetherhülle gedacht, und Molecül, mit seiner Aetherhülle, scheint mir überflüssig, da die Atome im ersteren Zustande nicht vorkommen, und um so eher zu verwerfen, als dann für das, was ich Molecül nenne, für den gleichartigen Atomcomplex nämlich eine neue Bezeichnung nothwendig würde.

Grenzen variirt. Die Stärkeatome besässen nicht bloss im festen Zustande eine andere Natur als im gelösten; sondern sie müssten im festen Zustande selbst verschiedene Eigenschaften zeigen, und dieselben auch wechseln; sie müssten das Wasser in ungleichen Mengen anziehen können. Es müsste mit einem Worte so viele Modificationen der unlöslichen Stärke geben, als es Abstufungen im Wassergehalt giebt. Wir werden daher auf die zweite Ansicht als die wahrscheinlichere geführt.

Beim Festwerden umhüllen sich also nicht die einzelnen Atome mit einer Wasseratmosphäre, sondern es vereinigen sich zuerst mehrere zu einer Gruppe. Sie haben nämlich in Folge ihrer veränderten chemischen Eigenschaften eine grössere Verwandtschaft zu einander als zum Wasser, während im gelösten Zustande die Anziehung zum Wasser beträchtlicher war. Sie besitzen diese grössere Verwandtschaft aber nur, insofern sie sich in unmittelbarer Berührung befinden und insofern sie in einer bestimmten Art sich zusammenlagern können. Denn wir müssen annehmen, dass die Kraft, welche die Atome zu einem Molecül vereinigt, nur auf eine äusserst geringe Entfernung wirke. Weiterhin verschwindet ihre Wirkung, und es treten dann die früher besprochenen Beziehungen von Substanz und Wasser ein, gemäss welchen der ganze Complex von Stärkeatomen (oder das Molecül) bis in einer gewissen Entfernung auf das Wasser eine stärkere Anziehung ausübt als auf andere Complexe (d. h. die Attraction zwischen Stärkemolecül und Wasser verändert sich mit der Entfernung in rascheren Verhältnissen als die Attraction zwischen Molecül und Molecül).

Diese Annahme scheint auf den ersten Anblick complizirt; sie ist aber in der That höchst einfach. Sie bedarf keiner andern Voraussetzungen als derjenigen, welche uns die Thatsachen der Lösung und des festen Zustandes der Substanz so zu sagen aufnöthigen. Für die Lösung müssen wir annehmen, dass die Substanzatome zu Wasser eine grössere Anziehung besitzen als zu einander; es ist diess die Lösungsaffinität. Dieselbe geht beim Uebergang in den festen Zustand verloren; denn die feste Stärke ist unlöslich. Ich nenne daher die Kraft, welche die Atome der Letztern vereinigt, eine chemische. Sie ist verschieden von der gewöhnlichen Krystallisationsaffinität; denn die krystallisirten Verbindungen lösen sich in der nicht gesättigten Flüssigkeit. — Dass die Atome der festen Stärke in ihrer unmittelbaren Vereinigung zu einander eine grössere Verwandtschaft haben als zu Wasser, ergiebt sich aus der Thatsache ihrer Unlöslichkeit. Dass die Stärkemolecüle hinwieder auf Wasser eine stärkere Anziehung ausüben als auf einander, folgt aus der Quellung. Dass die Molecüle endlich über eine gewisse Entfernung hinaus sich stärker anziehen als Wasser, geht aus dem Umstande hervor, dass die Stärke nur eine bestimmte Menge Wasser aufnimmt.

In der Lösung sind die Substanzatome gleichmässig vertheilt. Damit die chemische Affinität in Wirksamkeit trete, müssen sie sich nähern, was, wie ich später zeigen werde, durch Bewegungen in der Flüssigkeit vermittelt wird. Bei der Vereinigung nehmen sie diejenige Lage an, die ihren Attractivkräften am meisten entspricht. Sie verhalten sich in dieser Beziehung wie die Atome einer krystallisirenden Substanz. — Die Krystallisationskräfte vermögen die Atome nur zu vereinigen, wenn die letztern im gelösten Zustande zusammenkommen. Desswegen verwachsen die geschliffenen Hälften eines Krystalls nicht mit einander, und ebenso wenig die Stärkemolecüle, welche beim Austrocknen des Kornes in gegenseitige Berührung kommen, wo also die Atome einander so nahe treten, dass die chemische Affinität, wenn die Entfernung allein maassgebend wäre, wirksam werden müsste.

Aus dem Umstande, dass die feste Stärke im befeuchteten Zustande einen sehr verschiedenen Wassergehalt zeigt, habe ich den Schluss gezogen, dass die mit Wasser umhüllten kleinsten Theilchen nicht die Atome selbst, sondern Atomgruppen oder Molecüle von ungleichem Volumen sein müssen. Je kleiner sie sind, desto weicher und wasserreicher, je grösser, desto fester und wasserärmer ist die Substanz. Derjenige Zustand, wo die Molecüle in die einzelnen Atome zerfallen wären, würde natürlich die wasserreichste Verbindung darstellen. — Diess folgt aus beiden Annahmen über die Molecularanziehung des Wassers durch die Stärke. Ich will zuerst die Wirkungen der Massenanziehung betrachten.

Beginnen wir mit einer Substanz, wo die kleinsten Theilchen die Atome selber sind. Die Anziehung eines Stärkeatoms zu einem andern Stärkeatom sei $\frac{A}{D^p}$ und zu einer Anzahl von Wasseratomen, die das gleiche Volumen einnehmen

$\frac{B}{D^{p+q}}$, wobei D die Entfernung bezeichnet. Für einen gewissen Abstand wird $\frac{A}{D^p} = \frac{B}{D^{p+q}}$ sein^{*)}. Innerhalb dieses Abstandes muss das Wasser die Stärke, ausserhalb desselben die Stärke das Wasser verdrängen. Denn ist die Entfernung grösser als D , so überwiegt der Ausdruck links, und es werden sich die Stärkeatome einander zu nähern suchen; ist die Entfernung kleiner als D , so wird der Ausdruck rechts grösser, und die Stärkeatome entfernen sich von einander. D drückt also für eine feste Substanz, in welcher die Molecüle in die Atome zerfallen sind, den Abstand zwischen zweien der Letztern aus.

Da man über die Natur der Flüssigkeit, aus welcher die feste Stärke entsteht, nichts weiss, so ist es wenigstens möglich, wenn auch durchaus unwahrscheinlich, dass es eine Stärkelösung wäre, die einen bestimmten Concentrationsgrad nicht überschreiten könnte. Gehen wir noch weiter und nehmen wir an, dass eine aus getrennten Atomen bestehende und befeuchtete unlösliche Substanz einen gleichen Wassergehalt zeige wie eine gesättigte Stärkelösung, so müssten dennoch die Beziehungen der Atome zu den Wasserhüllen in beiden Fällen ganz anderer Natur sein. Aus der Lösung würden sich die Substanzatome, welche über den Sättigungsgrad hinaus in derselben enthalten wären, in festem Zustande abscheiden und sich mit einander vereinigen, während sich die Distanzen zwischen den übrigen nicht verminderten. In der festen Substanz dagegen, welche nicht hinreichend mit Wasser gesättigt ist, sind alle Atome einander genähert. — Wenn ferner die Lösung Wasser aufnimmt, so dass sie nicht mehr gesättigt ist, so entfernen sich die Substanzatome von einander und vertheilen sich gleichmässig durch die Flüssigkeit. Von der festen Substanz dagegen, die aus getrennten Atomen bestände, würde nur eine bestimmte Menge Wasser aufgenommen. — Lösliche und unlösliche Stärkeatome haben daher jedenfalls eine qualitativ andere Verwandtschaft zu Wasser, vorausgesetzt auch dass dieselbe quantitativ die nämliche wäre und dass ihre Wasserhüllen eine gleiche Mächtigkeit hätten.

Nun sind aber die Stärkeatome wahrscheinlich nie vereinzelt, sondern zu mehreren oder vielen in ein Molecül vereinigt. Zwischen 2 Stärkemolecülen würde, wenn dieselben kugelig und aus einer homogenen Masse gebildet wären, die Beziehung $\frac{MmA}{D^p}$ bestehen, wo M die Masse des einen, m die Masse des andern, A die Attraction der Masseneinheit oder des Atoms und D den Abstand der Schwerpunkte bezeichnet. Da M und m aus der gleichen Substanz zusammengesetzt sind, also gleiche Dichtigkeit besitzen, so können wir statt der Massen auch die Volumina setzen $\frac{VvA}{D^p}$. Die Anziehung zwischen den beiden Stärkemolecülen und den Wassermassen, welche sie gegenseitig verdrängen, ist $\frac{VvB}{D^{p+q}}$, wobei B die Attraction der Masseneinheit oder des Stärkeatoms zu einem gleichen Volumen von Wasser ausdrückt. Wir können uns dabei das eine oder das andere Stärkemolecül (V oder v) unbeweglich denken und das andere sich bewegen lassen, bis es die Gleichgewichtslage erreicht hat, d. h. bis es in derjenigen Entfernung sich befindet, in welcher es auf das andere Molecül eine eben so grosse Anziehung ausübt als die Wassermasse, die es verdrängt. Für diese Entfernung besteht die Gleichung $\frac{VvA}{D^p} = \frac{VvB}{D^{p+q}}$. Wenn sie richtig wäre, so würden sich daraus

*) Die Ausdrücke $\frac{A}{D^p}$ und $\frac{B}{D^{p+q}}$ sollen bloss eine bildliche Bezeichnung der zwischen Substanz und Wasser bestehenden Beziehungen sein. Die Bezeichnung würde zwar der Wirklichkeit näher kommen, jedoch derselben ebenfalls nicht genau entsprechen, wenn die Beziehungen in Form einer Reihe dargestellt würden, für Substanz $\frac{m \cdot m}{D^2} + \frac{E}{D^3} + \frac{F}{D^4} + \frac{G}{D^5} + \dots$, für Substanz und Wasser $\frac{m \cdot m_1}{D^2} + \frac{E_1}{D^3} + \frac{F_1}{D^4} + \frac{G_1}{D^5} + \dots$, wobei m die Masse eines Substanzatoms, m_1 die Masse eines gleichen Volumens Wasser ausdrückt. Für eine gewisse Entfernung ist dann $\frac{m \cdot m}{D^2} + \frac{E}{D^3} + \frac{F}{D^4} + \frac{G}{D^5} + \dots = \frac{m \cdot m_1}{D^2} + \frac{E_1}{D^3} + \frac{F_1}{D^4} + \frac{G_1}{D^5} + \dots$. Dabei müssen die ersten Glieder in der ersten Reihe grösser, die letzten kleiner sein als in der zweiten; so namentlich, wenn die Reihen z. B. nur aus 4 Gliedern bestehen, $E > E_1$ und $G < G_1$; — oder die zweite Reihe muss eine grössere Zahl von Gliedern enthalten, die endliche Werthe darstellen, als die erste. Wenn dies statthat, so wird bei Zunahme von D die Summe der ersten, bei Abnahme von D die der zweiten Reihe grösser.

einige auffallende Folgerungen ergeben. Wir können die Gleichung auch schreiben $\frac{VvA}{VvB} = \frac{D^p}{D^{p+q}}$ oder $\frac{A}{B} = \frac{1}{D^q}$; d. h. die Entfernung der Schwerpunkte zweier Molecüle ist unabhängig von dem Volumen derselben und bloss bedingt durch das Verhältniss der Anziehung von Stärke zu Stärke und von Stärke zu Wasser. In gleichem Maasse wie die Molecüle wachsen nimmt die Wasserschicht zwischen ihnen ab und verschwindet zuletzt ganz. Wir können statt D setzen $R+r+\delta$, wobei R und r die Radien der beiden Molecüle (von dem Schwerpunkt bis zur Oberfläche) und δ den Abstand zwischen den beiden Oberflächen bezeichnet. Man hat dann die Gleichungen $\frac{VvA}{(R+r+\delta)^p} = \frac{VvB}{(R+r+\delta)^{p+q}}$ und $\frac{A}{B} = \frac{1}{(R+r+\delta)^q}$. δ wird um so kleiner, je grösser R und r werden; es wird Null, wenn $R+r=D$.

Diese Folgerungen sind indess unmöglich. Wenn die Anziehung von Stärke zu Wasser mit der Abnahme der Entfernung in stärkern Verhältnissen wächst als die Anziehung von Stärke zu Stärke, so kann bei keiner Grösse der Molecüle eine vollständige Berührung eintreten, weil ihre an der Oberfläche befindlichen Atome auf einen unendlich kleinen Abstand eine unendlich grössere Verwandtschaft zu Wasser als zu Stärke haben. Der Fehler in der vorhin angestellten Betrachtung liegt darin, dass wir die gewöhnliche Berechnung der Massenanziehung aus dem Schwerpunkte eines Körpers für die Molecularattraction aus dem doppelten Grunde nicht anwenden dürfen: 1) weil die Entfernungen der Theilchen eines Molecüls unter einander gegen den Abstand derselben von den Theilchen des andern Molecüls nicht verschwinden, und 2) weil nach der Voraussetzung die Anziehung zwischen Substanz und Wasser und vielleicht auch diejenige zwischen Substanz und Substanz im umgekehrten Verhältniss einer höheren Potenz der Entfernung (als das Quadrat) wirkt, und daher, auch wenn wir die Molecüle als homogen betrachten dürften, die Anziehung auf unendlich kleine Abstände auch unendlich grosse Differenzen giebt. — Wir müssen daher hier die Summe der Attractionen aller einzelnen Atome ausführen.

Denken wir uns, um das einfachste Beispiel zu wählen, 2 kugelige Molecüle, jedes aus 2 neben einander liegenden halbkugeligen Atomen bestehend, so gestellt, dass die 4 Atome in einer Linie liegen. Die Anziehung nach der obigen Berechnung giebt $\frac{4A}{D^p}$, wobei D den Abstand der beiden Mittelpunkte bezeichnet, und das Atom als Masseneinheit betrachtet wird. Die Summe der Attractionen der einzelnen Atome dagegen beträgt $\frac{A}{(D-d)^p} + \frac{2A}{D^p} + \frac{A}{(D+d)^p}$, wenn d die Entfernung vom Schwerpunkt des Molecüls bis zum Centrum eines der beiden Atome ist. Es leuchtet ein, dass für jeden Abstand der beiden Molecüle, wo d mit Rücksicht auf D verschwindend klein wird, der Ausdruck $\frac{4A}{D^p}$ ohne Fehler für $\frac{A}{(D-d)^p} + \frac{2A}{D^p} + \frac{A}{(D+d)^p}$ gesetzt werden darf. Für die Molecularanziehung dagegen, wo d einen endlichen Theil von D ausmacht, wäre diess Verfahren unrichtig, weil wie leicht einzusehen $\frac{2A}{D^p}$ kleiner ist als $\frac{A}{(D-d)^p} + \frac{A}{(D+d)^p}$, und weil somit in dem Ausdruck $\frac{4A}{D^p}$ der Werth D^p zu gross ist. — Das Gleiche lässt sich für jedes complizirter gebaute Molecül von beliebiger Form nachweisen.

Für die Attraction zwischen 2 Molecülen muss also die Summe der Attractionen aller einzelnen Atome des einen zu allen einzelnen Atomen des andern genommen werden. Sie ist eine Reihe von der Form $\frac{A}{(D+d_0)^p} + \frac{A}{(D+d_1)^p} + \frac{A}{(D+d_2)^p} + \dots + \frac{A}{(D+d_n)^p}$, wenn es sich um Anziehung von Substanz handelt, und von der Form $\frac{B}{(D+d_0)^{p+q}} + \frac{B}{(D+d_1)^{p+q}} + \dots + \frac{B}{(D+d_n)^{p+q}}$, wenn es sich um Anziehung zwischen Substanz und Wasser handelt. $D+d_0$ ist hier die Entfernung von dem am meisten zugekehrten Atom des einen Molecüls bis zu dem nächsten Atom des andern Molecüls; es wird in der Regel = D sein. $D+d_1, D+d_2, \dots, D+d_n$ bezeichnen die Entfernungen aller übrigen Atome je des einen und andern Molecüls. Die Zahl der Glieder jeder Reihe ist gleich derjenigen der möglichen

Combinationen zwischen jedem Atom des einen mit jedem des andern Molecüls, also $N \cdot N_1$, wenn N und N_1 die Menge der Atome des einen und andern Molecüls ausdrücken. — Für einen bestimmten Abstand besteht die Gleichgewichtsgleichung

$$I) \frac{A}{(D+d_0)^p} + \frac{A}{(D+d_1)^p} + \frac{A}{(D+d_2)^p} + \dots + \frac{A}{(D+d_n)^p} = \frac{B}{(D+d_0)^{p+q}} + \frac{B}{(D+d_1)^{p+q}} + \frac{B}{(D+d_2)^{p+q}} + \dots + \frac{B}{(D+d_n)^{p+q}}.$$

Diese Gleichung ist nur richtig, wenn die Anziehungen alle parallel wirken, oder wenn die Abweichungen von der parallelen Richtung als verschwindend klein vernachlässigt werden können; das Erstere wäre der Fall, wenn die Atome alle in einer Reihe hinter einander stünden, das Letztere, wenn der Abstand der beiden Molecüle ihren Querdurchmesser bedeutend überwöge. Das Eine und Andere wird indess nicht stattfinden, und jedes Glied in der obigen Gleichung muss daher eine Correctur erhalten. Denken wir uns 2 beliebige Atome, je eines in dem einen und andern

Molecül, mit dem Abstand $D+d_m$. Die Kraft, mit der sie sich anziehen, ist $\frac{A}{(D+d_m)^p}$; von dieser Kraft wird, insofern es sich um Anziehung der ganzen Molecüle handelt, nur die Componente parallel mit der Linie, welche die beiden Schwerpunkte verbindet, wirksam. Um diese Componente zu finden, construiren wir ein rechtwinkliges Dreieck, wo $D+d_m$ (die Entfernung zwischen den beiden Atomen) die Hypothenuse ist, wo eine der beiden Catheten (x), von dem einen Atom ausgehend, mit der die Schwerpunkte der beiden Molecüle verbindenden Linie parallel läuft, und wo die andere Cathete (e_m) von dem andern Atom als Loth auf diese Parallele fällt. $x^2 + e_m^2 = (D+d_m)^2$ und $x = \sqrt{(D+d_m)^2 - e_m^2}$. Nun verhält sich die Anziehung zwischen den 2 Atomen zu der wirksamen Componente (y), wie die Hypothenuse zur Cathete, also $\frac{A}{(D+d_m)^p} : y = D+d_m : \sqrt{(D+d_m)^2 - e_m^2}$ und $y = \frac{A}{(D+d_m)^p} \frac{\sqrt{(D+d_m)^2 - e_m^2}}{D+d_m}$. Auf gleiche Weise verändern sich alle Glieder der ersten, ebenso alle Glieder der zweiten Reihe. e_m bezeichnet immer den horizontalen Abstand eines Atoms des einen Molecüls von einem Atom des andern Molecüls. Ist derselbe Null, so wird $\frac{\sqrt{(D+d_m)^2 - e_m^2}}{D+d_m} = 1$.

Wir können $\frac{\sqrt{(D+d_m)^2 - e_m^2}}{D+d_m} = f_m$ setzen, und haben nun die Gleichung

$$II) \frac{Af_0}{(D+d_0)^p} + \frac{Af_1}{(D+d_1)^p} + \frac{Af_2}{(D+d_2)^p} + \dots + \frac{Af_n}{(D+d_n)^p} = \frac{Bf_0}{(D+d_0)^{p+q}} + \frac{Bf_1}{(D+d_1)^{p+q}} + \frac{Bf_2}{(D+d_2)^{p+q}} + \dots + \frac{Bf_n}{(D+d_n)^{p+q}}.$$

In dieser allgemeinen Gleichung stellen A und B unveränderliche Werthe dar, während f , D und d von der Zahl und Stellung der Atome in den Molecülen bedingt werden. Wir können dabei allgemein sagen, dass D um so grösser wird, je kleiner unter übrigens gleichen Umständen d_n ist, d. h. dass die Molecüle um so weiter von einander abstehen, je geringer die Zahl der sie zusammensetzenden Atome ist. — Fallen in der Gleichung alle Glieder mit Ausnahme je des ersten weg, so hat man $\frac{Af_0}{(D+d_0)^p} = \frac{Bf_0}{(D+d_0)^{p+q}}$ oder $\frac{A}{D^p} = \frac{B}{D^{p+q}}$. Das Molecül besteht hier aus einem einzigen Atom. — Denken wir uns 2 Molecüle, von denen jedes bloss 2 Atome hat, so ist die Bedingung für das Gleichgewicht

$$\frac{Af_0}{(D+d_0)^p} + \frac{Af_1}{(D+d_1)^p} + \frac{Af_2}{(D+d_2)^p} + \frac{Af_3}{(D+d_3)^p} = \frac{Bf_0}{(D+d_0)^{p+q}} + \frac{Bf_1}{(D+d_1)^{p+q}} + \frac{Bf_2}{(D+d_2)^{p+q}} + \frac{Bf_3}{(D+d_3)^{p+q}}.$$

Für den Fall, wo die 4 Atome der beiden Molecüle in eine Linie fallen, besteht die Gleichung $\frac{A}{D^p} + \frac{2A}{(D+\delta)^p} + \frac{A}{(D+2\delta)^p} = \frac{B}{D^{p+q}} + \frac{2B}{(D+\delta)^{p+q}} + \frac{B}{(D+2\delta)^{p+q}}$. δ drückt die Entfernung der beiden Atome in dem einen und andern Molecül aus. Es ist einleuchtend, dass in jedem Fall D kleiner ist als in der Gleichung $\frac{A}{D^p} = \frac{B}{D^{p+q}}$, dass also der Abstand, in welchem sich Wasser und Stärke das Gleichgewicht halten, für die allerkleinsten Molecüle kleiner ist, als für die einzelnen Atome. Denn wäre in der Gleichung

$$\frac{Af_0}{(D+d_0)^p} + \frac{Af_1}{(D+d_1)^p} + \frac{Af_2}{(D+d_2)^p} + \frac{Af_3}{(D+d_3)^p} = \frac{Bf_0}{(D+d_0)^{p+q}} + \frac{Bf_1}{(D+d_1)^{p+q}} + \frac{Bf_2}{(D+d_2)^{p+q}} + \frac{Bf_3}{(D+d_3)^{p+q}}$$

D ebenso gross als in $\frac{A}{D^p} = \frac{B}{D^{p+q}}$, so müsste auch

$\frac{Af_0}{(D+d_0)^p} = \frac{A}{D^p}$ und $\frac{Bf_0}{(D+d_0)^{p+q}} = \frac{B}{D^{p+q}}$ und somit $\frac{Af_0}{(D+d_0)^p} = \frac{Bf_0}{(D+d_0)^{p+q}}$ sein. Für diesen Fall (dass die ersten Glieder der beiden Reihen einander gleich würden) wäre aber das zweite, dritte und vierte Glied der ersten Reihe grösser als je das entsprechende Glied der zweiten Reihe, wegen der höhern Potenzen der Nenner in der letztern. Es muss also D in der Gleichung für Molecüle von 2 Atomen jedenfalls kleiner sein als in der Gleichung für einzelne Atome.

Je grösser nun die Zahl der Glieder in der Gleichung II wird, desto mehr nimmt D ab. Damit die Summen der beiden Reihen in der genannten Gleichung einander gleich seien, muss $\frac{Af_0}{(D+d_0)^p}$ kleiner sein als $\frac{Bf_0}{(D+d_0)^{p+q}}$, ferner

$\frac{Af_1}{(D+d_1)^p} < \frac{Bf_1}{(D+d_1)^{p+q}}$ u. s. f., dagegen muss $\frac{Af_n}{(D+d_n)^p}$ grösser sein als $\frac{Bf_n}{(D+d_n)^{p+q}}$, ebenso $\frac{Af_{n-1}}{(D+d_{n-1})^p} > \frac{Bf_{n-1}}{(D+d_{n-1})^{p+q}}$ u. s. f.; und zwar ist die Ungleichheit zwischen den ersten und den letzten Gliedern der Reihen am

grössten, und nimmt nach der Mitte hin ab, wo $\frac{Af_x}{(D+d_x)^p} = \frac{Bf_x}{(D+d_x)^{p+q}}$. Diess rührt von den ungleichen Potenzen der Nenner her, und wird durch f nicht geändert, worin D zwar auch enthalten ist, aber nur in der ersten Potenz.

Lassen wir nun die beiden Reihen je um ein Glied wachsen, nämlich um $\frac{Af_{n+1}}{(D+d_{n+1})^p}$ und um $\frac{Bf_{n+1}}{(D+d_{n+1})^{p+q}}$, so ist jedenfalls $\frac{Af_{n+1}}{(D+d_{n+1})^p}$ grösser als $\frac{Bf_{n+1}}{(D+d_{n+1})^{p+q}}$, und zwar übertrifft die Differenz diejenige aller frühern Glieder.

Die Gleichung bleibt daher nur richtig, wenn alle andern Glieder der ersten Reihe etwas kleiner, diejenigen der zweiten Reihe etwas grösser werden, was nur dadurch geschehen kann, dass D etwas abnimmt. — Es muss also mit jedem Atom, um welches ein Molecül sich vergrössert, der Abstand von den übrigen Molecülen geringer werden; mit andern Worten: je grösser die Stärkemolecüle, desto dünner die Wasserschichten, welche sie trennen.

Aus der obigen Gleichung (II) ergibt sich auch, dass D niemals wirklich Null werden kann. Denn wenn es sich den unendlich kleinen Werthen nähern sollte, so würde $\frac{Bf_0}{(D+d_0)^{p+q}}$ sich früher als $\frac{Af_0}{(D+d_0)^p}$ zu unendlich grossen Werthen steigern; d. h. die Anziehung von Substanz und Wasser ist, da sie mit der Abnahme der Entfernung in stärkerem Verhältniss wächst als die Anziehung von Substanz und Substanz, auf unendlich kleine Entfernungen auch unendlich mal grösser als die letztere, so dass das Wasser nie vollständig durch die Substanz verdrängt werden kann.

Der Abstand zweier Molecüle vermehrt sich mit dem Produkt ihrer Massen oder, was das nämliche ist, mit dem Produkt aus der Anzahl ihrer Atome. Denn wie ich bereits bemerkte, ist die Zahl der Glieder jeder Reihe in der Gleichung II gleich derjenigen der möglichen Combinationen zwischen jedem Atom des einen mit jedem des andern Molecüls. Wenn N die Anzahl der Atome von dem einen und N_1 diejenige von dem andern bezeichnet, so beträgt die Summe der Glieder jeder Reihe $N \times N_1$; und im Allgemeinen vermindert sich D (die Entfernung zweier Molecüle) um so mehr, je grösser die Menge der Glieder in jeder Reihe wird. Bezeichnen wir durch N und N_1 die Zahl der Atome in einem Paar von Molecülen (M und M_1) und durch N_2 und N_3 in einem andern Paar (M_2 und M_3), so werden M und M_1 ungefähr gleich weit von einander abstehen wie M_2 und M_3 , wenn $N \times N_1 = N_2 \times N_3$; und die Entfernung zwischen M und M_1 ist grösser als diejenige zwischen M_2 und M_3 , wenn $N \times N_1$ kleiner ist als $N_2 \times N_3$. Ein grosses und ein kleines Molecül, aus N und N_1 Atomen bestehend, sind ungefähr gleich weit entfernt wie 2 gleich grosse, deren jedes aus $\sqrt{N \times N_1}$ Atomen zusammengesetzt ist.

Durch ein ähnliches Verfahren lässt sich der Abstand der Schwerpunkte bestimmen. Die gegenseitige Anziehung der Substanzatome zweier Molecüle kann auch durch folgende Reihe ausgedrückt werden $\frac{A}{(D-d_n)^p} + \frac{A}{(D-d_{n-1})^p} + \dots$
 $\frac{A}{(D-d_1)^p} + \frac{A}{(D-d_0)^p} + \frac{A}{(D+d_0)^p} + \frac{A}{(D+d_1)^p} + \dots + \frac{A}{(D+d_{n-1})^p} + \frac{A}{(D+d_n)^p}$, und ebenso ist die Anziehung der Substanz-

atome zu gleichen Volumina Wasser $\frac{B}{(D-d_n)^{p+q}} + \frac{B}{(D-d_{n-1})^{p+q}} + \dots + \frac{B}{(D-d_1)^{p+q}} + \frac{B}{(D-d_0)^{p+q}} + \frac{B}{(D+d_0)^{p+q}} + \frac{B}{(D+d_1)^{p+q}} + \dots + \frac{B}{(D+d_{n-1})^{p+q}} + \frac{B}{(D+d_n)^{p+q}}$. D bezeichnet hier die Entfernung der Schwerpunkte beider Molecüle; $D-d_0, D-d_1, \dots, D-d_n$ die Entfernungen, welche kleiner, und $D+d_0, D+d_1, \dots, D+d_n$ diejenigen, welche grösser sind als D . Man hat also, wenn man noch die Coefficienten beifügt, welche die einzelnen Ausdrücke in die parallel wirkenden Componenten verwandeln, folgende Gleichung für das Gleichgewicht

$$\frac{Af_{-n}}{(D-d_n)^p} + \dots + \frac{Af_{-0}}{(D-d_0)^p} + \frac{Af_0}{(D+d_0)^p} + \dots + \frac{Af_n}{(D+d_n)^p} = \frac{Bf_{-n}}{(D-d_n)^{p+q}} + \dots + \frac{Bf_{-0}}{(D-d_0)^{p+q}} + \frac{Bf_0}{(D+d_0)^{p+q}} + \dots + \frac{Bf_n}{(D+d_n)^{p+q}}$$

In dieser Gleichung ist $\frac{Af_{-n}}{(D-d_n)^p}$ kleiner als $\frac{Bf_{-n}}{(D-d_n)^{p+q}}$ und $\frac{Af_n}{(D+d_n)^p}$ ist grösser als $\frac{Bf_n}{(D+d_n)^{p+q}}$. Wenn die Molecüle grösser werden, so vermehrt sich die Zahl der Glieder jeder Reihe, und zwar um eine gleiche Zahl an Anfang wie am Ende. Lassen wir die Reihen jederseits nur um ein Glied wachsen, so müssen wir der ersten die Ausdrücke $\frac{Af_{-(n+1)}}{(D-d_{n+1})^p}$ und $\frac{Af_{n+1}}{(D+d_{n+1})^p}$, der zweiten aber $\frac{Bf_{-(n+1)}}{(D-d_{n+1})^{p+q}}$ und $\frac{Bf_{n+1}}{(D+d_{n+1})^{p+q}}$ beifügen. Es ist klar, dass $\frac{Af_{-(n+1)}}{(D-d_{n+1})^p}$ um einen grössern Werth von $\frac{Bf_{-(n+1)}}{(D-d_{n+1})^{p+q}}$ übertroffen wird, als $\frac{Bf_{n+1}}{(D+d_{n+1})^{p+q}}$ von $\frac{Af_{n+1}}{(D+d_{n+1})^p}$; wenn, um den Fall zu vereinfachen $\frac{A}{D^p} = \frac{B}{D^{p+q}}$ oder $A = \frac{B}{D^q}$, so wird $\frac{B}{(D-h)^q} : A > A : \frac{B}{(D+h)^q}$, denn $\frac{B}{(D-h)^q} : \frac{B}{D^q} > \frac{B}{D^q} : \frac{B}{(D+h)^q}$ oder $\frac{D^q}{(D-h)^q} > \frac{(D+h)^q}{D^q}$ oder $\frac{D}{D-h} > \frac{D+h}{D}$ oder $\frac{D^2}{(D-h)(D+h)} > 1$. — Es wächst bei der Vergrösserung der beiden Reihen obiger Gleichung die erste weniger als die zweite; um das Gleichgewicht herzustellen muss D etwas grösser werden.

Dadurch ist also die interessante Thatsache gewonnen, dass, wenn die Substanzmolecüle das Wasser durch Massenanziehung festhalten, mit der Volumenzunahme ihre Centren sich etwas von einander entfernen, indess, wie wir früher gefunden haben, ihre Oberflächen sich nähern.

Nachdem ich weitläufiger das Verhalten der Molecüle und ihrer Wasserhüllen für den Fall untersucht habe, dass die Anziehung des Wassers eine Function der Masse ist, will ich noch in Kürze zeigen, dass im Wesentlichen die nämlichen Erscheinungen eintreten, wenn sie durch eine an der Oberfläche befindliche Kraft bedingt wird. Es haben zwar in diesem Fall grosse und kleine Molecüle das Bestreben, sich mit einer Wasserhülle von gleicher Mächtigkeit zu umgeben. In der That werden aber die Entfernungen zwischen grossen Molecülen ebenfalls etwas geringer sein als zwischen kleinen, weil die Massenanziehung der Substanz in stärkern Verhältnissen wächst als die Flächenanziehung des Wassers.

Die Attraction zweier Molecüle lässt sich durch eine Reihe darstellen (II, Pag. 348), deren Gliederzahl mit dem Volumen derselben (oder mit der Zahl ihrer Atome) zunimmt; wenn R und R_1 ihre Radien sind, so ist die Anziehung eine Function von $R^3 \times R_1^3$. Die Kraft, mit welcher das Wasser von der Oberfläche angezogen wird, ist dagegen eine Function von R^2 und R_1^2 . Wenn R und R_1 sich vergrössern, so nimmt die Anziehung zwischen den beiden Massen stärker zu, als zwischen jeder Fläche und Wasser. Wenn jene im umgekehrten Verhältniss einer niedrigeren Potenz der Entfernung wirkt als diese, nämlich wie $\frac{1}{D^p}$ und $\frac{1}{D^{p+q}}$, so muss mit der Zunahme von R sich D vermindern; d. h. grössere Molecüle sind durch Wasserschichten geringerer Mächtigkeit von einander getrennt als kleinere.

Wenn wir uns eine Vorstellung von der Entfernung der Substanzmolecüle bei verschiedenen Graden des Wassergehaltes machen wollen, so bedarf es dazu bestimmter Voraussetzungen über die Anordnung und die Form derselben.

Da wir durch die Erfahrung nichts darüber wissen, so können wir doch die Grenzen angeben, innerhalb welcher Lagerung und Gestalt der Molecüle sich bewegen werden. Was die Letztere betrifft, so kann sie von der Kugel bis zum Polyeder variiren. Die Kugelform bedingt bei gleicher Entfernung den grössten, die polyedrische den kleinsten Wassergehalt. Mit Rücksicht auf die Lagerung der Molecüle sind 3 regelmässige Anordnungen möglich, wo jedes in einem gleichen Verhältnisse zu allen dasselbe umgebenden steht:

1) Die Molecüle liegen in Reihen, die sich in den 3 Richtungen des Raumes rechtwinklig kreuzen. In gleicher Weise schneiden sich die Schichten, in denen immer je 4 Molecüle wie die Ecken eines Quadrats gestellt sind. Jedes Molecül stösst an 6 andere an, welche den Seiten eines Würfels entsprechen, und je 8 liegen wie die Ecken eines Würfels beisammen. Durch gegenseitigen Druck würden sie eine kubische Gestalt annehmen. — Man kann diese Anordnung kurzweg die kubische nennen.

2) Die Molecularreihen kreuzen sich in 2 Richtungen unter rechten, in 4 Richtungen unter spitzen Winkeln. Die Molecularschichten verlaufen in 5 Richtungen und schneiden sich immer schief. In den Schichten einer Richtung liegen je 4 Molecüle wie die Ecken eines Quadrats, in denen der 4 andern Richtungen wie die Ecken eines gleichseitigen Dreiecks. Jedes Molecül stösst an 12 andere an, von denen 4 eine Aequatorialzone bilden und mit denen die übrigen (4 diesseits und 4 jenseits) alterniren. Durch gegenseitige Pressung würden sie die Gestalt einer kurzen quadratischen Säule, jederseits mit 4 den Seitenkanten entsprechenden rhombischen Endflächen bekommen.

3) Die Molecularreihen kreuzen sich in 6 Richtungen unter spitzen Winkeln. Die Schichten sind nach 7 verschiedenen Richtungen und zwar immer schief zu einander geneigt; in allen Schichten liegen jedesmal 3 Molecüle wie die Ecken eines gleichseitigen Dreiecks. Jedes Molecül stösst an 12 andere an, welche wie die Seiten des regelmässigen Rhombendodekaeders gestellt sind; und durch Druck würden sie ebenfalls eine rhombendodekaedrische Form erhalten. — Man kann auch die ganze Anordnung als rhombendodekaedrische bezeichnen.

Von diesen 3 Anordnungen bedingt bei kugeligter Form der Molecüle und bei gleichem Abstand derselben die erste den grössten, die letzte den geringsten Wassergehalt. Andere Anordnungen, wo nicht alle Molecüle die nämlichen Beziehungen zu den sie umgebenden zeigen, liefern, mit Ausnahme derjenigen, wo um ein Molecül 12 andere wie die Seiten des Pentagondodekaeders gestellt sind, unter übrigens gleichen Verhältnissen eine mittlere Wassermenge. Für jene beiden Fälle, welche die Grenzen bezeichnen, giebt die Rechnung folgende Werthe:

A				B			
2R : D	Substanz : Wasser	% Gehalt		2R : D	Substanz : Wasser	% Gehalt	
		Substanz	Wasser			Substanz	Wasser
1 : 0	1 : 0,90	52,6	47,4	1 : 0	1 : 0,35	74,1	25,9
1 : 0,1	1 : 1,54	39,4	60,6	1 : 0,1	1 : 0,80	55,6	44,4
1 : 0,2	1 : 2,30	30,3	69,7	1 : 0,2	1 : 1,33	42,9	57,1
1 : 0,5	1 : 5,45	15,5	84,5	1 : 0,5	1 : 3,56	21,9	78,1
1 : 1	1 : 14,3	6,5	93,5	1 : 1	1 : 9,80	9,3	90,7
1 : 2	1 : 50,6	1,9	98,1	1 : 2	1 : 35,5	2,7	97,3
1 : 3	1 : 121	0,8	99,2	1 : 3	1 : 85,4	1,2	98,8
				1 : 4	1 : 168	0,6	99,4

In der vorstehenden Tabelle bezeichnet A die kubische, B die rhombendodecaedrische Anordnung kugeliger Molecüle. In der ersten Verticalcolumnne ist das Verhältniss des Durchmessers der Molecüle (2R) zu dem Abstand zwischen je zweien derselben (D); — in der zweiten Columnne das Verhältniss des Kubikinhaltes eines Molecüls zu dem Kubikinhalte des zugehörigen Wassers, oder was das Nämliche ist, das Verhältniss des Volumens der ganzen Substanzmenge (ohne das Wasser) zur ganzen dieselben durchdringenden Wassermenge, — in der dritten Columnne der Procentgehalt an Substanz und an Wasser enthalten.

Haben die Molecüle eine genau kubische oder rhombendodecaedrische Gestalt, so zeigen, bei verschiedenen Entfernungen derselben, Substanz und Wasser die nämlichen und zwar folgende Verhältnisse:

2R : D	Substanz : Wasser	% Gehalt	
		Substanz	Wasser
1 : 0,01	1 : 0,03	97,1	2,9
1 : 0,05	1 : 0,16	86,2	13,8
1 : 0,1	1 : 0,33	75,2	24,8
1 : 0,2	1 : 0,73	57,8	42,2
1 : 0,3	1 : 1,20	45,5	54,5
1 : 0,4	1 : 1,74	36,5	63,5
1 : 0,5	1 : 2,37	29,7	70,3
1 : 0,7	1 : 3,91	20,4	79,6
1 : 1	1 : 7	12,5	87,5
1 : 1,5	1 : 14,6	6,4	93,6
1 : 2	1 : 26	3,7	96,3
1 : 3	1 : 63	1,6	98,4
1 : 4	1 : 124	0,8	99,2

Wie sich von selbst versteht und auch aus den vorhergehenden Berechnungen ergibt, hat die Gestalt und Stellung der Molecüle um so weniger Einfluss auf den Wassergehalt der Substanz, je weiter dieselben von einander abstehen. In der weichsten Stärke (nämlich in den durch heisses Wasser, durch Säuren und Alkalien aufgequollenen Körnern, so wie in den weichsten Schichten der frischen Körner) ist die Entfernung zweier Molecüle wohl 3mal so gross als ihr Durchmesser. In den dichtesten Partien der Stärkekörner, die ohne Zweifel nicht über 12 und 15% Wasser enthalten, können die Molecüle nicht kugelig sein, weil diese Gestalt selbst bei der günstigsten Anordnung einen Gehalt von 26% Wasser bedingt; noch weniger können sie, aus dem nämlichen Grunde, eine ovale Form besitzen. Sie müssen sich hier mehr oder weniger der polyedrischen Form nähern und überdem sehr dicht beisammen liegen; denn bei 14% Wasser gestattet die günstigste Gestalt keinen grössern Abstand als von $\frac{1}{20}$ des Molecüldurchmessers, und dieser Abstand wird um so kleiner, je mehr sich die Gestalt von der rein polyedrischen entfernt. Dass die Molecüle nicht kugelig oder ellipsoidisch, sondern mehr oder weniger eckig sind, ergibt sich auch, wie ich später zeigen werde, aus einer Betrachtung über die Wirkung der Molecularkräfte.

Vergleichen wir 2 Substanzen mit einander, von denen die eine 14, die andere 70 Procent Wasser enthält, so können wir sagen, dass bei gleicher Gestalt, gleicher Lagerung und gleichem Abstand die Molecüle der ersten einen 10mal grössern Durchmesser und ein 1000mal grösseres Volumen haben müssen als diejenigen der zweiten. Für eine dichte Substanz von 14 Procent und eine äusserst aufgequollene von 98 Procent Wasser steigt unter den gleichen Voraussetzungen die Differenz in der Grösse der Molecüle bis auf das 30fache des Durchmessers und das 9000fache des Kubikinhaltes. — Diese Verhältnisse werden modificirt, wenn Gestalt und Anordnung der Molecüle nicht die nämlichen sind, und sie werden dadurch vermindert, dass die Abstände zwischen grossen Molecülen etwas geringer sind, als zwischen kleinen. Bedenken wir aber, dass es gewiss noch dichtere Partien in den Stärkekörnern giebt als solche, die 14 Procent Wasser enthalten, und dass sowohl in der dichten als in der weichen Substanz die Grösse der Molecüle noch Schwankungen erleidet, so können wir annehmen, dass, trotz der geringern Entfernung zwischen grössern Theilchen, das Verhältniss von 1 : 30 im Durchmesser und 1 : 9000 im Volumen doch nicht zu gross ist für die kleinsten Molecüle der weichsten und die grössten der dichtesten Stärke.

Wenn die Grösse der kleinen Molecüle in der weichsten Substanz rücksichtlich derjenigen der Atome bekannt wäre, so könnten wir sogleich auch einen Schluss auf die Zahl der Atome machen, welche zu einem Molecül zusammentreten. Wären in der am meisten aufgequollenen Substanz die mit Wasser umhüllten Theilchen die einzelnen Atome selbst, so beständen die grossen Molecüle der dichtesten Masse wenigstens aus 3000 Atomen. Allein es ist wahrscheinlich, dass auch die wasserreichste Substanz aus Atomgruppen besteht, und dass das Zerfallen der letztern in die einzelnen Atome schon die Lösung selber ist. Wir können daher annehmen, dass die grössten Stärkemolecüle aus mehr als 9000 Stärkeatomen (zu 12 C, 10 H und 10 O) bestehen, und zwar aus so vielmal mehr, als die durchschnittliche Zahl der Atome in einem Molecül der aufgequollenen Substanz von 94 Procent Wasser beträgt.

Die Betrachtungen über die Entfernung der Molecüle von einander führen uns auch zu dem Schluss, dass das Stärkekorn unmöglich noch gröbliche, mit Wasser gefüllte Räume (Lücken oder Kanäle) haben kann. Wären solche vorhanden, so müssten sie in allen Schichten, also auch in den dichten vorkommen, weil diese aus den weichen entstehen und zwischen beiden alle möglichen Uebergänge vorkommen. In einer dichten Masse von 86 Procent Substanz- und 14 Procent Wassergehalt beträgt bei der günstigsten Gestalt und Anordnung der Molecüle der Abstand bloss $\frac{1}{20}$ ihres Durchmessers. Es ist nun weder wahrscheinlich, dass die Molecüle genau polyedrisch sind, noch dass sie genau gleiche Durchmesser besitzen, noch dass sie genau in einander passen; ferner giebt es ohne Zweifel dichte Stärkeschichten, welche weniger als 14 Procent Wasser enthalten. Es sind das alles Gründe, warum in der dichtesten Stärkesubstanz die Entfernung der Molecüle noch viel kleiner als $\frac{1}{20}$ des Durchmessers sein muss. Unter solchen Umständen bleibt keine Möglichkeit für die Annahme gröblicher Räume, welche einen Theil des Wassers in Anspruch nehmen und die Molecüle bis zur Berührung zusammendrängen würden, — eine Hypothese, für die übrigens auch keine andern thatsächlichen oder theoretischen Gründe sprechen.

Die Annahme, dass die Stärkemolecüle ungleiche Grösse haben, erklärt also, sowohl wenn das Wasser durch Flächenanziehung als wenn es durch Massenanziehung festgehalten wird, die Thatsache, warum die feste Substanz ein verschiedenes Quellungsvermögen besitzt, und warum es dichtere und weichere Schichten in den Körnern giebt. Ferner zeigt sie, in welcher Art die Veränderungen im Wassergehalt geschehen müssen. Die Verdichtung der Substanz, namentlich der weichen Schichten während des Lebensprocesses, beruht darauf, dass die Molecüle sich vergrössern, und das Aufquellen durch die Siedhitze sowie durch Säuren und Alkalien zum Theil wohl darauf, dass die Molecüle kleiner werden.

Ich habe in meiner bisherigen Darstellung angenommen, dass die Stärkemolecüle selbst kein Wasser enthalten und nur von Wasser umgeben sind. Die Atome würden sich also unmittelbar an einander fügen, wie das bei der Krystallisation der Fall ist; vielleicht, dass dabei einzelne Atome Wasser als Krystallwasser mit eingelagert werden. Die Molecüle können wir somit mit Rücksicht auf ihre Undurchdringlichkeit den Krystallen vergleichen, wenn sie auch in der Formbildung von denselben abweichen.

Die Vergrösserung der Molecüle muss dadurch geschehen, dass innerhalb ihrer Wasserhülle sich neue Atome an sie ansetzen; sie können, wie die Krystalle, nur durch Apposition von aussen wachsen. Wir möchten uns vielleicht auch denken, dass mit der Ausbildung der Substanz mehrere Molecüle gleichsam zu Drusen zusammenwachsen, oder wir könnten sogar alle Vergrösserung der Molecüle lediglich als eine Vereinigung von kleinern betrachten. Indessen ist ein solches Verschmelzen im Widerspruch mit der Annahme von Wasserhüllen. Da die Substanztheilchen bis auf eine gewisse Entfernung das Wasser stärker anziehen als Substanz, so überwiegt die Attraction zu demselben mit der Abnahme der Entfernung immer mehr, und die Differenz wird bei verschwindend kleinen Abständen unendlich gross. Desswegen ist es mir wahrscheinlich, dass nur eine Vergrösserung der einfachen Molecüle, nicht eine Vereinigung derselben zu zusammengesetzten vorkomme.

Wenn während des Wachstums des Stärkekorns eine Schicht weicher wird, so kann es durch Einlagerung neuer kleiner Molecüle geschehen; denn dadurch wird der Wassergehalt verhältnissmässig erhöht. — Beim Aufquellen der Stärke in Quellungsmitteln dagegen tritt wahrscheinlich ein Zerfallen der grössern Molecüle in kleinere Theilchen ein. Es ist unmöglich diese Erscheinung bloss dadurch zu erklären, dass die Stärke zu Säuren, Alkalien und bei höherer Temperatur zum Wasser eine grössere Verwandtschaft besitze als zum Wasser bei geringerer Temperatur. Wäre diess der Grund des Aufquellens, so müsste beim Neutralisiren der Säuren und der Alkalien, sowie beim Erkalten die im Ueberschuss aufgenommene Flüssigkeit wieder abgegeben werden. Die Substanz bleibt aber in Berührung mit kaltem Wasser weich und aufgequollen; sie hat also durch die Einwirkung des Quellungsmittels ihre Natur geändert. Welcher Art diese Veränderung ist, wissen wir nicht. Entweder ist es eine chemische; dann haben die Molecüle nun eine andere Verwandtschaft zu Wasser als früher. Oder die Veränderung ist bloss eine physikalische; dann müssen die Molecüle kleiner geworden sein. — Letzteres könnte nur durch Zerfallen in Stücke geschehen. Denn wenn die Molecüle durch

Auflösung eines Theiles ihrer Masse sich verkleinerten, so würde die ganze Substanz zwar wasserreicher, aber ebenfalls dem Volumen nach kleiner, — weil bei Verkleinerung der Molecüle ihre Durchmesser in grösserem Maasse ab- als die Wasserhüllen zunehmen, und weil dem entsprechend ihre Schwerpunkte sich nähern (vgl. Pag. 350). Da das Aufquellen der Substanz mit einer beträchtlichen Volumenvermehrung verbunden ist, so müsste also eine entsprechende Vermehrung der Molecüle stattgefunden haben. — Dass aber das Aufquellen nicht einzig in einem Zerfallen der Molecüle bestehen kann, geht aus dem doppelten Umstande hervor, dass die aufgequollene Substanz nach dem Eintrocknen nicht wieder aufquillt, wie das mit gleich weichen Partien unveränderter Stärkekörner der Fall ist, und dass mit dem Aufquellen schon eine theilweise Lösung statthat. Es ist daher wahrscheinlich, dass die Quellungsmittel nicht bloss ein Zerfallen der Molecüle, sondern auch eine Modification der Substanz verursachen.

Ich habe bis jetzt die Molecüle in den Stärkekörnern behandelt, als ob dieselben aus der nämlichen Substanz beständen, und sie Stärkemolecüle genannt. Nun wissen wir aber, dass die Körner Mischungen von zwei chemischen Verbindungen (Granulose und Cellulose) sind, und zugleich, dass in jedem Theil des Kornes die Cellulose um so mehr zurücktritt, je wasserreicher und je jünger derselbe ist. Ueber die Beziehung zwischen den beiden Verbindungen hinsichtlich ihrer Entstehung und ihrer moleculären Anordnung wissen wir nichts. Sind es zwei verschiedene gelöste Substanzen, welche die Granulose und die Cellulose erzeugen? oder ist es die nämliche Lösung, welche unter verschiedenen Umständen die eine oder andere ausscheidet? oder bildet sich vielleicht immer zuerst Granulose und verwandelt sich dann theilweise in Cellulose? Bestehen die einen Molecüle aus Granulose, die andern aus Cellulose, oder ist jedes einzelne eine Mischung von beiden? Wenn auch in mancher Beziehung die Vorstellung, dass alle Molecüle zuerst aus Granulose bestehen und, je grösser sie werden, verhältnissmässig desto mehr Celluloseatome enthalten, als die wahrscheinlichere sich darbietet, so mangeln doch durchaus Thatsachen für eine Begründung oder Widerlegung derselben.

Mögen indess diese Fragen so oder anders entschieden werden, so können sie an der bis jetzt entwickelten und in der Folge noch weiter zu entwickelnden Darstellung über die Molecularconstitution und die Molecularwirkungen in den Stärkekörnern nichts Wesentliches ändern. Die Beziehungen zwischen Substanz und Substanz, Substanz und Wasser werden zwar durch die Unterscheidung von Granulose und Cellulose complicirter, da beide nicht vollkommen gleich wirken können; aber sie werden nicht andere, da diese Verbindungen einander äusserst nahe verwandt sind, und da sie, wie wir aus der Vergleichung von verschiedenen Stärkekörnern oder Theilen eines Kornes, sowie von verschiedenen Pflanzenzellmembranen sehen, in ihrem Verhalten zu Wasser ziemlich mit einander übereinstimmen. Wir können also immerhin, ohne einen Fehler zu begehen, die beiden Substanzen identifiziren und als Stärke bezeichnen.

In der festen Stärke üben die kleinsten Theilchen (Molecüle) nicht nach allen Seiten die gleichen Kräfte aus, und sie befinden sich in derjenigen Stellung, in welcher sie ihre stärkste Anziehung geltend machen können; desswegen sind sie nicht verschiebbar (vgl. Pag. 343—344). — Wir könnten uns vorstellen, dass das Stärkemolecül in den verschiedenen Richtungen des Raumes gleiche Dimensionen zeige, und dass die Atome so gestellt seien, um in einer bestimmten Dimension grössere Attractivkräfte entwickeln zu können. Es ist aber einfacher und mit Rücksicht auf den Umstand, dass die Molecüle sich zu einem kugeligen Körper vereinigen, und dass sie selber aus einer grossen Zahl von Atomen (bis weit über 9000) zusammengesetzt sind, annehmbarer, wenn wir uns denken, dass die Intensität der Anziehung lediglich oder wenigstens vorzugsweise von der Menge der Substanz bedingt werde. Diese Annahme verlangt sogleich, dass die Molecüle weder kugelig noch oval seien (denn diese Gestalt würde eine vollständige oder theilweise Verschiebbarkeit voraussetzen), und führt also zu einem Resultat, welches bereits auf einem andern Wege gewonnen wurde (Pag. 352). Es bedarf nämlich keiner weitern Begründung, dass, wenn die Grösse der Anziehung von der Substanzmenge abhängt, dem grössern Durchmesser auch die grössere Attraction pro Flächeneinheit entspricht.

Aus der Thatsache, dass die Molecüle nicht nach allen Seiten gleich starke Anziehung besitzen, können wir ferner den Schluss ziehen, dass die Wasserschichten zwischen denselben nicht ringsum gleich mächtig sind. In der Richtung

der stärkern Attraction muss die Wasserhülle dünner sein. Der Grund dafür ist der nämliche, warum zwischen grossen Theilchen die Abstände geringer sind als zwischen kleinen. — Denken wir uns 2 ovale Molecüle, das eine Mal so gestellt, dass sie sich die Enden zukehren und ihre Achsen eine gerade Linie bilden, das andere Mal so, dass sie sich die Seiten zeigen und ihre Achsen parallel laufen; jenes sei die Scheitel-, diess die Seitenlage. Für beide Lagen finden wir die Bedingung des Gleichgewichts in der allgemeinen Gleichung (II, Pag. 348)

$$\frac{Af_0}{(D+d_0)^p} + \frac{Af_1}{(D+d_1)^p} + \frac{Af_2}{(D+d_2)^p} + \dots + \frac{Af_n}{(D+d_n)^p} = \frac{Bf_0}{(D+d_0)^{p+q}} + \frac{Bf_1}{(D+d_1)^{p+q}} + \frac{Bf_2}{(D+d_2)^{p+q}} + \dots + \frac{Bf_n}{(D+d_n)^{p+q}}.$$

Die Zahl der Glieder in jeder Reihe ist in beiden Lagen natürlich die nämliche; aber $f_0, f_1 \dots f_n$ und $d_0, d_1 \dots d_n$ haben andere Werthe. In der Scheitellage nämlich sind die Werthe von $f_0, f_1 \dots f_n$ im Allgemeinen grösser, d. h. sie nähern sich mehr der Einheit als bei der Seitenlage; und zwar ist der Unterschied in den ersten Gliedern der Reihe f_0, f_1 beträchtlicher als in den letzten f_{n-1}, f_n . In gleicher Weise sind bei der Scheitellage die Werthe $d_0, d_1 \dots d_n$ grösser als bei der Seitenlage; aber der Unterschied ist in den ersten Gliedern ($d_0, d_1 \dots$) am kleinsten und wird nach den letzten ($\dots d_{n-1}, d_n$) immer grösser. Es lässt sich nun durch die Rechnung zeigen, dass in Folge dieser Eigenschaften der veränderlichen Werthe von f und d , um das Gleichgewicht herzustellen, D in der Scheitellage kleiner sein muss als in der Seitenlage. — Noch anschaulicher wird das Gesetz, wenn man von 2 Kugeln ausgeht und deren Masse einmal bis zu parallelen flachen Scheiben, ein ander Mal bis zu hinter einander liegenden Stäben sich dehnen lässt. Im erstern Falle wird der Abstand D immer grösser, im zweiten fortwährend kleiner. — Dieses Gesetz lässt sich nun auf jede Form der Molecüle anwenden, und wir können allgemein sagen, dass unter übrigens gleichen Umständen je den kleinern Durchmesser die grössern Wasserhüllen und umgekehrt den grössern Durchmessern die kleinern Wasserschichten entsprechen.

Ich habe oben (Pag. 57) aus den Erscheinungen, die das Eintrocknen der Stärkekörner begleiten, geschlossen, dass auf jedem Punkte in radialer Richtung weniger Wassertheilchen eingelagert seien als in den beiden tangentialen Richtungen. Daraus ergibt sich, mit Rücksicht auf das vorhin entwickelte Gesetz, die Thatsache, dass die Stärkemolecüle in der Richtung des Radius in die Länge gezogen sind. In Folge dessen besitzt ihre Wasserhülle an zwei Polen, von denen der eine nach dem Schichtencentrum, der andere nach der Peripherie gerichtet ist, die geringste, in der Aequatorialebene dagegen, welche mit der Fläche der betreffenden Molecularschicht zusammenfällt, die grösste Mächtigkeit.

Im Uebrigen können wir uns den Querschnitt der Molecüle (senkrecht auf den Radius des Stärkekorns) verschieden vorstellen. Jedoch dürfen wir sagen, dass derselbe weder je genau kreisrund, noch genau polygon sein werde. Bei kreisförmigem Querschnitt und ellipsoidischer Körperform wären die Molecüle in den tangentialen Richtungen wie Theilchen einer Flüssigkeit verschiebbar, was nicht der Fall ist. Dass sie nicht eine kugelige (oder ellipsoidische) Gestalt besitzen können, habe ich bereits auch aus dem Wassergehalt der dichtesten Schichten hergeleitet (Pag. 352). — Bei polygonem Querschnitt und polyedrischer Körperform, wo die Molecüle genau in einander passen würden, müssten die Wasserhüllen überall gleich dick sein; dann wäre aber weder eine Vergrösserung der Molecüle, noch eine Zwischenlagerung von solchen denkbar, und es würde auch durch solche Vorgänge die regelmässige Gestalt, wenn sie einmal vorkäme, sogleich verändert, ohne die Möglichkeit sich wieder herzustellen, wie sich aus der später folgenden Betrachtung ergeben wird.

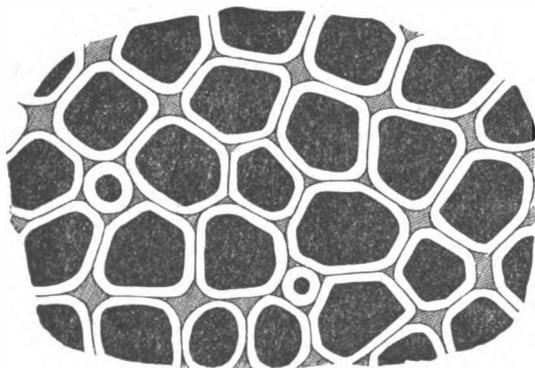
Wenn die Molecüle eine zwischen dem Ellipsoid (oder der Kugel) und dem Polyeder oder Prisma mittlere Form besitzen, so befindet sich zwischen je 3 oder 4 benachbarten ein Raum, auf welchen die Molecularattraction der Substanz zu Wasser keinen vorherrschenden Einfluss mehr ausübt, und der als Molecularinterstitium bezeichnet werden kann. — Wir haben vorhin gesehen, dass, je grösser die Molecüle, um so dünner die sie trennenden Wasserschichten sind, und umgekehrt. Die Grenze des Molecularinterstitiums muss desswegen durch die Einheit oder das Atom (das denkbar kleinste Molecül) bestimmt werden. In einer gewissen Entfernung von einem jeden Molecül wird die Anziehung zu einem Stärkeatom ebenso gross als zu einem gleichen Volumen Wasser, innerhalb derselben kleiner, ausserhalb derselben grösser. Dieser Punkt bezeichnet die Grenze zwischen der Wasserhülle und dem eigentlichen Interstitium. Es ist nach den oben ausgeführten Berechnungen klar, dass die Wasserhülle um so dicker ist, je kleiner das betreffende Molecül.

Wir können uns nun sogleich eine Vorstellung von der Beschaffenheit der Flüssigkeit machen, welche die Molecularinterstitien (oder die Räume zwischen den Wasserhüllen) enthalten. Vorher muss ich noch eine Bemerkung über die gelöste Substanz, welche die Stärkekörner ernährt, beifügen. Mag es Stärke oder eine andere Verbindung sein, in jedem Falle muss, wie ich bereits bemerkt habe, zwischen ihr und der festen Stärke im organisirten Zustande eine chemische Verschiedenheit obwalten, welche sich vorzüglich durch ein ungleiches Verhalten zu Wasser kundgiebt; denn die feste Stärke löst sich nicht wieder in einem Ueberschuss des Lösungsmittels, wie das ein Krystall thut. — Die Sättigung der Lösung, bei welcher die Ausscheidung fester Stärke erfolgt, hängt daher nicht sowohl von ihrer Concentration als von dem Vorhandensein der übrigen (chemischen) Bedingungen ab. Mangeln die letztern vollständig, so müsste die gelöste Substanz, auch wenn es Stärke ist, ohne Zweifel wegen der mangelnden Fähigkeit zu krystallisiren, ihr Wasser gänzlich verlieren, ehe sie fest würde, wie das mit Dextrin der Fall ist.

Diese Verschiedenheit zwischen der festen und der gelösten Substanz in ihrer Anziehung zu Wasser ist von grosser Wichtigkeit, weil sie der Lösung gestattet, in jeder beliebigen Concentration zwischen die Molecüle einzutreten. Wären die Substanzatome der Lösung den gleichen Attractionsgesetzen unterworfen, wie diejenigen der festen Stärke, so müssten sie mit einer Wasserhülle von bestimmter Mächtigkeit (sie wäre noch mächtiger als an den Molecülen) umgeben sein, und könnten nur in sehr beschränkter Menge zwischen den Molecülen Platz finden.

Wenn aber auch die gelöste Substanz eine andere Beziehung zu Wasser zeigt als die feste, so folgt daraus noch nicht, dass die gelöste und feste Substanz zu einander sich anders verhalten als die letztere unter sich. Es ist im Gegentheile im höchsten Grade wahrscheinlich, dass hier eine vollkommene Analogie bestehe. Das Stärkemolecül hat bis auf eine gewisse Entfernung grössere Verwandtschaft zu Wasser; über diese Grenze hinaus überwiegt die Anziehung zu Stärke. Die gelöste Stärke oder ein anderes gelöstes Kohlenhydrat (Dextrin) ist jedenfalls der festen Stärke ähnlicher als irgend eine andere Substanz, namentlich aber als Wasser. Das einzelne Stärkemolecül, welches frei in einer solchen Lösung schwimmt, zieht zunächst die Wassertheilchen, weiterhin aber die Substanztheilchen stärker an. Es ist daher von einer doppelten Hülle umgeben; die innere besteht aus Wasser oder einer sehr verdünnten Lösung, die äussere aus einer verdichteten Lösung. Die Grenze zwischen beiden befindet sich da, wo die Anziehung zu einem Substanzatom und einem gleichen Volumen Wasser sich das Gleichgewicht hält.

Die Wasserhülle, welche das Molecül zunächst umgiebt, müsste frei von Substanzatomen sein, wenn diese zu Wasser eine gleiche Verwandtschaft besässen als die feste Stärke. Da aber die Affinität zwischen Wasser und löslicher Substanz anderer Natur ist, so vermag die Anziehung zwischen Wasser und Stärke die Substanzatome nicht vollständig aus der Hülle zu verdrängen. Andererseits können wir ebenfalls sagen, dass die Letztere nicht aus der unveränderten, sondern aus einer verdünnteren Lösung besteht. Denn die Anziehung zwischen dem Stärkemolecül und dem umschliessenden Wasser erlaubt diesem nur eine geringere Menge einer löslichen Substanz aufzunehmen. — Es ist daher zugleich klar, dass die Schichten der innern oder Wasserhülle, welche das einzeln und freischwimmende Molecül umgiebt, um so verdünntere Lösungen darstellen, je näher sie der Oberfläche desselben liegen. An der Grenze der innern und äussern Hülle hat die Flüssigkeit ihre normale Concentration; unmittelbar ausserhalb derselben ist sie am concentrirtesten, weiter nach aussen nimmt der Substanzgehalt allmählig ab, und verliert sich nach und nach in sein normales Verhältniss.



Die das Stärkekorn durchdringende Lösung ist also folgendermassen in demselben vertheilt (siehe nebenstehende Figur). Die Hüllen von Flüssigkeit, welche die Molecüle umgeben, bestehen aus einer verdünnteren Lösung, in der Art, dass zunächst der Oberfläche bloss Wassertheilchen befindlich sind, und dass die dazwischen eingestreu- ten Substanzatome um so zahlreicher werden, je weiter man sich der äussern Grenze nähert. In den zwischen den Wasserhüllen befindlichen Interstitien ist eine concentrirtere Flüssigkeit enthalten (welche der äussern Hülle des einzeln und freischwimmenden Molecüls entspricht); eine concentrirtere Lösung umgiebt auch das ganze Korn (d. h. ausser-

halb der Hüllen der äussersten Molecüle). Jedoch ist die Concentration an der Aussenfläche des Kornes merklich geringer als im Innern; denn die Molecularanziehungen sind hier, wo sie allseitig wirken, grösser als dort, wo sie nur einseitig wirken.

Wir wissen, dass eine thierische Membran eine verdünntere als die ihr gebotene Salzlösung aufnimmt, und dass von der Imbibitionsflüssigkeit wieder eine weniger concentrirte Lösung unmittelbar an der Oberfläche der festen Theilchen haftet, eine mehr concentrirte aber in einiger Entfernung von der Oberfläche die Räume ausfüllt. Ich habe aus dem diosmotischen Verhalten der Pflanzenzellen gegen Zuckerlösung den Schluss gezogen (Pag. 196), dass ihre Membranen ebenfalls mehr Wasser und weniger Substanz aufnehmen. Es ist wohl im höchsten Grad wahrscheinlich, dass wie die Cellulosemembranen gegen Zucker, sich auch die Stärkekörner gegen Dextrin- oder Stärkelösung verhalten, und dass sie somit aus einer Flüssigkeit, welche n Procente Substanz enthält, eine solche in sich aufnehmen, welche bloss $n - m$ Procente besitzt. Da die Letztere aber im Innern des Kornes sich in zwei Flüssigkeiten scheidet, eine solche, welche die fast reinen Wasserhüllen um die Molecüle bildet, und eine viel concentrirtere, welche die Interstitien zwischen denselben erfüllt, so ist es immerhin möglich, dass die zweite in ihrer Concentration die äussere n procentige Lösung übertrifft, wie ich es aus den Molecularanziehungen geschlossen habe.

Denken wir uns, es sei in einem Stärkekorn irgend einmal ein vollkommenes Gleichgewicht hergestellt zwischen den verschiedenen physikalischen und chemischen Molecularattractionen von fester Substanz, gelöster Substanz und Wasser, so ist klar, dass dann auch die Einlagerung von fester Substanz sowie alle Veränderungen überhaupt aufhören. Indessen kann ein solches Gleichgewicht in der That nicht eintreten, oder wäre es der Fall, so müsste es jeden Augenblick wieder gestört werden. Schon jede Veränderung in der Concentration der umgebenden Flüssigkeit oder in der Temperatur wird die Veranlassung dazu. Es dringen Substanz- oder Wasseratome in das Korn ein oder verlassen dasselbe. Dadurch wird eine Bewegung in den Flüssigkeitstheilchen, welche in dem Korn enthalten sind, hervorgebracht. Sie wird überall das Gleichgewicht der Molekularkräfte stören, und also da, wo die Umstände günstig sind, die Ueberführung der löslichen in feste Substanz befördern. Diese Bewegung der Wassertheilchen kann überhaupt nie aufhören, und sie muss um so lebhafter sein, je lebhafter das Wachsthum von statten geht. Denn mit der localen Umwandlung von Lösungsatomen in feste ist ein Herbeiströmen von neuen Lösungsatomen, und mit der Veränderung der Molecularinterstitien, welche durch die Vergrösserung der Molecüle und die Einlagerung von solchen hervorgerufen wird, ein fortwährendes Wogen und Drängen des in denselben enthaltenen Wassers verbunden.

Die Bewegungen der Wassertheilchen in einem Stärkekorn werden viel Aehnlichkeit zeigen mit denjenigen, welche z. B. in einem durch zahlreiche Hindernisse unterbrochenen Flussbeete statthaben. Wir können aber insbesondere noch Folgendes von ihnen sagen. Zwischen 3 oder 4 Molecülen sind die Strömungen am lebhaftesten in dem Interstitium selbst, d. h. ausserhalb der jedem Molecül angehörigen Wasserhülle, welche durch die Molecularattraction der Substanz fest gehalten wird. In dieser Hülle selbst mangelt die Bewegung zwar nicht, aber sie wird von aussen nach innen langsamer, und hört in der unmittelbaren Nähe des Molecüls ganz oder fast ganz auf; denn sie muss mit der Attraction, welche zwischen den Wasseratomen und den Atomen des Molecüls stattfindet, in einem umgekehrten Verhältniss stehen. Wenn die Molecularanziehung auf den Mittelpunkt des Molecüls zu beziehen wäre, so würde sie eine Bewegung der Flüssigkeitsatome nicht oder nur wenig hemmen. Da aber, wie ich früher zeigte, die einzelnen Substanzatome wirksam sind, und es für die Flüssigkeitsatome der Hülle eine den anziehenden Kräften günstigste Lage giebt, so wächst der Widerstand, den sie einer Verschiebung bieten, mit der Abnahme der Entfernung. Nur in den Molecularinterstitien ist die Bewegung ganz ungehemmt. Hier muss sie aber, wenn ein Interstitialcanal weiter und enger wird, zum Querschnitt desselben im umgekehrten Verhältniss stehen; sie muss lebhafter in den verengten, langsamer in den erweiterten Stellen sein.

Die Lösung, welche das Stärkekorn ernährt, tritt an der Oberfläche in dasselbe ein, und verbreitet sich in seiner ganzen Masse. Die Strömung hat demgemäss eine vorzugsweise radiale Richtung. — Das frische Stärkekorn besteht etwa aus 40 Procent Wasser und 60 Procent Stärke oder auf 1 Atom Stärke etwa aus 12 Atomen Wasser; es muss also

durchschnittlich dieses Verhältniss von Substanz und Wasser aufnehmen. Die Lösung, welche das Korn durchdringt, ist aber viel weniger concentrirt, und es wird daher aus derselben verhältnissmässig weit mehr Stärke als Wasser eingelagert, woraus folgt, dass die Substanzatome schneller sich bewegen müssen als die Wasseratome. Wir können den Vorgang als Diffusionsströmung auffassen. Denken wir uns, dass eine Anzahl Stärkeatome in den festen Zustand übergeführt wird, und somit aus der Lösung verschwindet, so wird die Diffusion sie durch andere zunächst befindliche ersetzen, und an die Stelle dieser letztern werden wieder andere nachrücken u. s. w. So müssen wir also eine Bewegung der Substanztheilchen bei relativer Ruhe der Flüssigkeittheilchen annehmen, oder was das Nämliche ist, eine schnellere Bewegung jener als dieser.

Die Substanzatome werden aber die Neigung haben, die Flüssigkeitsatome, mit denen sie eine Lösungsverwandtschaft eingegangen sind, mit fortzuziehen. Dadurch muss eine vermehrte Strömung der in den Interstitien enthaltenen concentrirten Lösung von aussen nach innen erfolgen, wenn dieselbe durch eine entgegengesetzte Strömung der Wassertheilchen an der Oberfläche der Molecüle compensirt werden kann. Wir können zum voraus sagen, dass eine solche Bewegung der Flüssigkeit in doppelter Richtung nur dann eintritt, wenn die Widerstände, welche die Substanzatome finden, sich durch Wasser fortzubewegen, grösser sind, als die Widerstände, welche das Wasser den Wasseratomen selbst bietet, was wahrscheinlich sein mag. Die Strömung des Wassers von innen nach aussen würde innerhalb der äussern Grenze der Wasserhüllen stattfinden, da wo ihre Atome von den Molecülen keine merklich-vermehrte Anziehung erfahren.

Es kommt noch ein Punkt in Berücksichtigung; die Kräfte der Molecüle selbst werden auf die Ortsveränderung der Stärke- und Wasseratome einen gewissen Einfluss ausüben, und es fragt sich, ob dieselben der Bewegung der einen oder andern günstiger seien. Die Stärkemolecüle haben ausserhalb ihrer Wasserhülle eine grössere Anziehung zu den Substanzatomen. Dieselbe ist nicht auf allen Seiten die nämliche, und es werden sonach die Substanzatome von einer Stelle, wo sie die stärkste Anziehung erfahren, weniger leicht an eine Stelle geringerer Anziehung gebracht als die Wasseratome. Die letztern haben eine grössere Beweglichkeit; denn sie können durch eine geringere Kraft aus ihrer Gleichgewichtslage verdrängt werden. Dieser Umstand begünstigt die Möglichkeit einer gegenseitigen Strömung, von Substanzlösung nach innen und Wasser nach aussen.

Die Ueberführung der gelösten Substanz in feste Stärke, sei es an der Oberfläche der vorhandenen Molecüle, sei es zwischen denselben, um neue zu bilden, geschieht durch chemische Kräfte. Auf diesen Process müssen die Bewegungen der Wasseratome und der von ihnen getragenen Substanzatome einen wesentlichen Einfluss ausüben. Es ist, um uns deren Wirkung anschaulich zu machen, zuvor noch an das schon früher angedeutete Verhältniss der chemischen zu den übrigen Molecularkräften zu erinnern.

Die chemische Anziehung übertrifft die physikalische; aber sie wirkt auf eine geringere Entfernung. Diess müssen wir wenigstens für den vorliegenden Fall, nämlich für die Bildung fester Stärke annehmen, und es möchte für eine Menge anderer Fälle ebenfalls richtig sein. Wenn ein Atom der Lösung einem Molecül sehr nahe kommt, so wird es von der chemischen Affinität ergriffen und als ein unlösliches Theilchen demselben beigefügt. Ebenso vereinigen sich 2 Substanzatome der Flüssigkeit, wenn sie sich hinreichend genähert haben, zu dem Anfang eines festen Molecüls.

Diesen Verbindungen wirken die übrigen Molecularkräfte entgegen. Die Lösungsaffinität zwischen dem Wasser und den Substanzatomen sucht diese Letztern möglichst gleichmässig zu vertheilen, also möglichst weit von einander zu entfernen. Die Anziehung des Molecüls, welche in geringerer Entfernung zu Wasser grösser ist als zu den darin befindlichen Substanzatomen, hat gleichfalls das Bestreben, diese von sich ferne zu halten. Die Annäherung der Substanzatome sowohl unter einander als an die Molecüle müsste daher unterbleiben, wenn die Flüssigkeit in Ruhe wäre. Da dieselbe sich in Bewegung befindet, so muss die Bildung fester Stärke eintreten, sobald an einem Punkte die gleichmässige Vertheilung der Theilchen bis auf einen gewissen Grad gestört ist.

Wenn durch die Bewegungen in der Flüssigkeit 2 Substanzatome einander so nahe gebracht werden, dass die chemische Affinität wirksam wird, so vereinigen sie sich mit einander. Diess geschieht um so leichter, je concentrirter die

Lösung ist, also je näher die Substanzatome schon im Gleichgewichtszustande beisammen liegen, und je mehr die Bewegungen von der parallelen Richtung abweichen. — Wenn ferner ein Substanzatom mit solcher Kraft gegen ein Molecül sich bewegt, und so weit in dessen Wasserhülle vordringt, dass es bis in den Bereich der chemischen Verwandtschaft kommt, so lagert es sich an dasselbe an. Das geschieht mit um so geringerer Schwierigkeit, je dünner die Wasserhülle ist, und je mehr sie unter einem rechten Winkel von der Bewegung getroffen wird.

Die Bildung der festen Stärke hängt also von den günstigen Bewegungen der Flüssigkeit ab, sowohl mit Rücksicht auf die Richtung, als auch mit Rücksicht auf die gehörige Kraft. Die Bewegungen können zu schwach sein; dann sind sie nicht im Stande die widerstrebenden Molecularkräfte zu überwinden. Sie können aber auch zu stark sein. Werden 2 Substanzatome mit allzu grosser Kraft gegen einander geschleudert, so kann das vermöge der Elastizität erfolgende Bestreben, sich wieder von einander zu entfernen, die chemische Anziehung übertreffen, und es muss demgemäss die Vereinigung unterbleiben. Das Nämliche wird auch eintreten, wenn ein Substanzatom mit zu grosser Gewalt gegen ein Molecül geworfen wird.

Es ist aber wahrscheinlich, dass das Uebermaass der Bewegung nicht bloss die Verbindung der Atome verhindert, sondern auch die vereinigten Theilchen wieder trennt. Wenn Substanz- oder Wasseratome gegen ein kleines aus 2 oder 3 Atomen bestehendes Molecül mit grosser Heftigkeit geschleudert werden, so dass die Kraft, welche dessen Theilchen verbindet, dem Stoss, der sie zu trennen strebt, nicht zu widerstehen vermag, so wird das Molecül wieder in den Zustand der Lösung zurückkehren. Auf gleiche Weise müssen von einem grössern Molecül einzelne Theile (Atome oder Atomgruppen) von seiner Oberfläche, namentlich von vorspringenden Ecken und Kanten abgetrennt werden.

Für die Richtigkeit dieser Vermuthung spricht namentlich auch der Umstand, dass Stärke durch feuchte Wärme aufquillt und gelöst wird, d. h. dass die Bewegung der kleinsten Theilchen, welche durch die Temperaturerhöhung erfolgt, die Molecüle in Stücke und zuletzt in die Atome zerfallen macht (vgl. Pag. 353). — Uebrigens ist es ja eine gewöhnliche Erscheinung, dass um die chemische Verbindung zweier Stoffe zu Stande zu bringen, eine gewisse Temperatur, d. h. eine gewisse Bewegung der Atome erforderlich ist, und dass durch eine höher gesteigerte Wärme wieder die Zersetzung der Verbindung eingeleitet wird. So oxydirt sich z. B. Quecksilber bei einer Temperatur, die den Siedpunkt desselben nicht übersteigt; und bei einer höhern Temperatur zerfällt das Oxyd wieder.

Auf die Vergrösserung der Molecüle ist die Dicke und die Beschaffenheit ihrer Wasserhüllen von wesentlichem Einfluss, weil dieselben den in Bewegung befindlichen Substanzatomen der Lösung einen grössern oder geringern Widerstand entgegensetzen. Es ist daher nothwendig, sich eine genaue Vorstellung davon zu machen. Ich habe schon oben gezeigt, dass die Abstände zwischen grossen Molecülen geringer sind als zwischen kleinen (vgl. Pag. 349), ebenso dass zwischen gleichgrossen Molecülen den grössern Durchmessern die kleinern Entfernungen (oder Wasserschichten) entsprechen (Pag. 355). Die nämliche Regel gilt für die Wasserhülle eines Molecüls, wo dieselbe an einen Interstitialraum greuzt, oder mit andern Worten für die Attraction zwischen einem Molecül und einem Substanzatom der Lösung. Die Gleichung

$$\frac{A_0}{(D+d_0)^p} + \frac{A_1}{(D+d_1)^p} + \frac{A_2}{(D+d_2)^p} + \dots + \frac{A_n}{(D+d_n)^p} = \frac{B_0}{(D+d_0)^{p+q}} + \frac{B_1}{(D+d_1)^{p+q}} + \frac{B_2}{(D+d_2)^{p+q}} + \dots + \frac{B_n}{(D+d_n)^{p+q}}$$

drückt auch die Beziehungen zwischen einem Molecül und einem Substanzatom aus; nur dass hier A und B andere Werthe darstellen als in den Gleichungen, welche die Beziehungen zwischen Wasser und fester Stärke angeben. D ist der Abstand, wo das Substanzatom gleich sehr angezogen wird wie ein gleich grosses Volumen von Wasseratomen. Wächst die Summe rechts und links um ein Glied, jene um $\frac{A_{n+1}}{(D+d_{n+1})^p}$, diese um $\frac{B_{n+1}}{(D+d_{n+1})^{p+q}}$ (was dann der Fall ist, wenn das Molecül um ein Atom zugenommen hat), so muss, damit das Gleichgewicht aufrecht erhalten bleibe, D kleiner werden, weil $\frac{B_{n+1}}{(D+d_{n+1})^{p+q}}$ kleiner ist als $\frac{A_{n+1}}{(D+d_{n+1})^p}$ (vgl. Pag. 349). Es liegt somit die Grenze, wo die Anziehung von Wasser und Substanz eine gleiche Stärke zeigt, um so weniger weit von dem Molecül ab, je grösser dasselbe ist.

Ein gleiches Verhältniss muss sich auch zwischen den verschiedenen Seiten des nämlichen Molecüls zeigen, wenn dasselbe von der Kugelform abweicht, indem je dem längern Durchmesser eine etwas dünnere Wasserhülle entspricht. — Diese Wasserhülle ist ferner, wenn wir ihre ganze Form berücksichtigen, abgesehen von den eben erwähnten Ungleichheiten, an allen Stellen, wo das Molecül einem andern zugekehrt ist und die zwischenliegende Schicht bilden hilft, abgeplattet, und zwar um so mehr, je grösser die Molecüle sind.

Es fragt sich nun noch, ob der Widerstand, den die Wasserhüllen den in Bewegung begriffenen Atomen entgegenzusetzen, in einem direkten Verhältniss zu ihrer Dicke stehe, oder ob vielleicht die dünnere Hülle doch das Atom energischer abhalten könnte als die mächtigere. Diess wäre dann der Fall, wenn das Wasser von dem grössern Molecül in den innern Schichten der Hülle oder auch nur in der unmittelbaren Nähe der Oberfläche verhältnissmässig (mit Rücksicht auf Substanz) stärker angezogen würde als von einem kleinern. Für die Flächenanziehung ist Letzteres sogleich unwahrscheinlich. Denn die Oberfläche des grössern Molecüls wird das Wasser in gleichem Maasse anziehen wie diejenige des kleinern; wogegen das Substanzatom in jeder Entfernung um so stärker angezogen wird, je grösser die Masse ist.

Für die Massenanziehung giebt die Rechnung das nämliche Resultat. Denken wir uns 2 Molecüle von ungleicher Grösse neben einander, so besteht für das Gleichgewicht der Anziehung von Wasser und Substanz die Gleichung (vgl. Pag. 348)

$$\frac{Af_0}{(D+d_0)^p} + \frac{Af_1}{(D+d_1)^p} + \frac{Af_2}{(D+d_2)^p} + \dots + \frac{Af_n}{(D+d_n)^p} = \frac{Bf_0}{(D+d_0)^{p+q}} + \frac{Bf_1}{(D+d_1)^{p+q}} + \frac{Bf_2}{(D+d_2)^{p+q}} + \dots + \frac{Bf_n}{(D+d_n)^{p+q}}$$

In der diese beiden Molecüle trennenden Wasserschicht befinde sich ein Substanzatom. Bei einem gewissen Abstand von den beiden Oberflächen werden sich die Kräfte, welche auf dasselbe wirken, das Gleichgewicht halten. Man hat dafür die Gleichung

$$\frac{Af_0}{(D_1+d_0)^p} + \dots + \frac{Af_r}{(D_1+d_r)^p} - \left(\frac{Bf_0}{(D_1+d_0)^{p+q}} + \dots + \frac{Bf_r}{(D_1+d_r)^{p+q}} \right) = \frac{Af_0}{(D_2+d_0)^p} + \dots + \frac{Af_r}{(D_2+d_r)^p} - \left(\frac{Bf_0}{(D_2+d_0)^{p+q}} + \dots + \frac{Bf_r}{(D_2+d_r)^{p+q}} \right)$$

D_1 ist der Abstand des Substanzatoms von dem grössern Molecül, D_2 von dem kleinern; also $D_1 + D_2 = D$. Die

Reihe $\frac{Af_0}{(D_1+d_0)^p} + \dots + \frac{Af_r}{(D_1+d_r)^p}$ drückt die Anziehung des grössern Molecüls auf das Substanzatom, die Reihe

$\frac{Bf_0}{(D_1+d_0)^{p+q}} + \dots + \frac{Bf_r}{(D_1+d_r)^{p+q}}$ die Anziehung zu einem gleichen Volumen Wasser aus, während $\frac{Af_0}{(D_2+d_0)^p} + \dots$

$\frac{Af_r}{(D_2+d_r)^p}$ und $\frac{Bf_0}{(D_2+d_0)^{p+q}} + \dots + \frac{Bf_r}{(D_2+d_r)^{p+q}}$ die Attraction des kleinern Molecüls zu dem Substanzatom und zu

Wasser bezeichnen. Lassen wir nun die beiden ersten Reihen um ein Element wachsen, die erste um $\frac{Af_{r+1}}{(D_1+d_{r+1})^p}$, die

zweite um $\frac{Bf_{r+1}}{(D_1+d_{r+1})^{p+q}}$, was nur mit der Zunahme des grössern Molecüls geschehen kann, so wird das Gleichgewicht

gestört. Denn $\frac{Bf_{r+1}}{(D_1+d_{r+1})^{p+q}}$ ist kleiner als $\frac{Af_{r+1}}{(D_1+d_{r+1})^p}$, da schon $\frac{Bf_r}{(D_1+d_r)^{p+q}} < \frac{Af_r}{(D_1+d_r)^p}$ (vgl. Pag. 349). Es ist

nun der erste Theil der Gleichung grösser als der zweite. Um das Gleichgewicht herzustellen, muss entweder D_1 kleiner

oder D_2 grösser werden; denn wenn D_1 sich vermindert, so nimmt die positive Reihe $\frac{Af_0}{(D_1+d_0)^p} + \dots + \frac{Af_{r+1}}{(D_1+d_{r+1})^p}$

weniger zu als die negative $\frac{Bf_0}{(D_1+d_0)^{p+q}} + \dots + \frac{Bf_{r+1}}{(D_1+d_{r+1})^{p+q}}$, und umgekehrt wenn D_2 sich vergrössert, so nimmt

die positive Reihe $\frac{Af_0}{(D_2+d_0)^p} + \dots + \frac{Af_r}{(D_2+d_r)^p}$ weniger ab als die negative $\frac{Bf_0}{(D_2+d_0)^{p+q}} + \dots + \frac{Bf_r}{(D_2+d_r)^{p+q}}$. Da

nun bei jedem Wachstum der Molecüle der zwischen ihnen befindliche Raum (D oder $D_1 + D_2$) kleiner wird, so kann das Gleichgewicht des Substanzatoms nur durch Verminderung von D_1 (d. h. wenn es sich dem grösser werdenden Molecül mehr nähert) erhalten bleiben.

Wächst also von 2 gleich grossen Molecülen, zwischen denen das Substanzatom genau in der Mitte liegt, nur das Eine, so nähert sich das Substanzatom dem letztern, und es rückt demselben, wenn man es fortwährend allein wachsen lässt, immer näher. Daraus geht hervor, dass an grössern Molecülen die Wasserhüllen nicht bloss dünner sind, sondern dass dieselben in jeder Entfernung von der Oberfläche des Molecüls ein Substanzatom mit geringerer Kraft forttreiben, als an kleinern Molecülen. Ein in Bewegung befindliches Stärkeatom wird also unter übrigens gleichen Umständen leichter die Wasserhülle eines grossen als eines kleinen Molecüls durchbrechen.

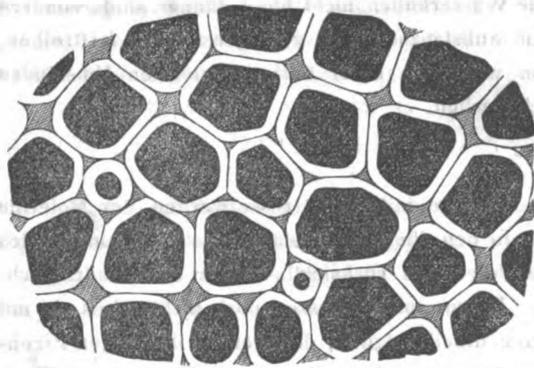
Wir können uns nun eine Vorstellung von den Vorgängen machen, welche mit dem Grösserwerden der Molecüle und mit der Einlagerung neuer verbunden sind. Die Gestalt derselben in den jüngsten Zuständen ist unbekannt. Ich habe oben darauf hingewiesen, dass die Molecüle innerhalb der Wasserhüllen sich rücksichtlich ihrer Undurchdringlichkeit und ihres Wachstums durch Apposition, wie Krystalle verhalten. Daraus folgt indessen noch nicht, dass sie mit denselben auch rücksichtlich der Gestalt übereinstimmen. Es wäre im Gegentheil möglich, dass gerade diejenigen Eigenschaften, worin sie sich von den Krystallen unterscheiden, nämlich die chemische Veränderung im Moment des Festwerdens und die Anziehung einer Wasserhülle, auch die Ausbildung einer charakteristischen krystallinischen Form verhindern.

Die Analogie der Krystalle führt uns also nicht nothwendig zu einer denselben ähnlichen äussern Gestalt der Molecüle. Andere Gründe machen es wahrscheinlich, dass die Letztern ursprünglich kugelig sind. Die indifferenten organischen Verbindungen und unter ihnen die Kohlenhydrate haben überhaupt keine oder nur geringe Neigung zur Krystallisation. Wenn die Zuckerarten krystallisiren, so mangeln ihnen gerade jene Eigenschaften, die der sich ausscheidenden Stärke zukommen, die chemische Veränderung und die Durchdringung mit Wasser. — Für die ursprüngliche Kugelform der Molecüle spricht auch die Kugelform aller Stärkekörner in den jüngsten Zuständen. Letztere beweist, dass die Theilchen anfänglich genau in concentrische Schichten und in radiale Reihen geordnet sind, was offenbar auf eine ursprünglich gleichmässig über die ganze Oberfläche des Molecüls vertheilte Anziehung und somit auf eine sphärische Gestalt desselben hinweist.

Die Molecüle sind also in ihren jüngsten Stadien wahrscheinlich kugelig, und sie behielten diese Gestalt immerfort, wenn sie einzeln und frei in einer Flüssigkeit sich entwickeln könnten, und somit auf allen Punkten der Oberfläche gleichmässig ernährt würden. Allein sie erfahren sogleich auf verschiedenen Seiten ein ungleiches Wachstum, und weichen daher bald von ihrer ursprünglichen Gestalt ab. — Denken wir uns, dass in einer Partie eines Kornes die Molecüle noch kugelig und von gleicher Grösse seien und eine beliebige Lage zeigen. Die Strömung geschieht vorzugsweise in radialer Richtung, und wenn auch nicht alle Theilchen der Lösung genau diese Richtung zeigen, so muss sie doch die vorherrschende sein. Es werden demnach die äussere und innere Fläche eines jeden Molecüls viel häufiger als die Seitenflächen von den in Bewegung begriffenen Atomen senkrecht getroffen. Die Molecüle wachsen also stärker an ihren beiden Polen (namentlich an demjenigen, welcher der Peripherie zugekehrt ist) als an der Aequatorialzone, und werden ellipsoidisch. So wie sie von der Kugelgestalt sich entfernen, so zeigt auch die Wasserhülle eine ungleiche Mächtigkeit, indem dem grössern Durchmesser die dünnere Hülle entspricht. Es ist das ein neuer Grund, warum nun die Molecüle an ihren Polen mehr Masse anlagern als an den Seitenflächen. Die Theorie führt also auch auf diesem Wege zu der schon oben (Pag. 354) gegebenen Erklärung des Factums, dass die Stärkekörner in radialer Richtung weniger Wasser zwischen den Substanztheilchen eingelagert enthalten als in den tangentialen Richtungen.

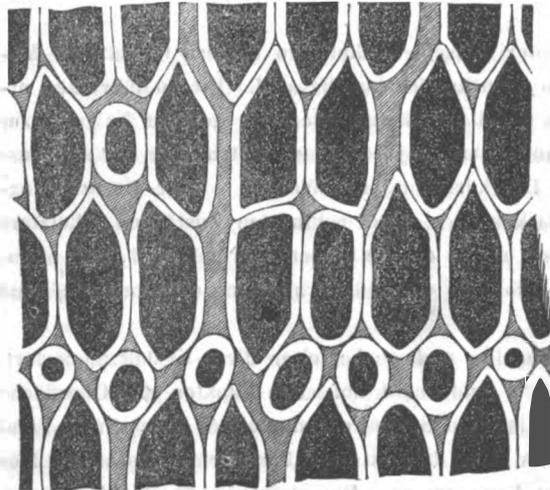
Berücksichtigen wir den (tangentialen) Querschnitt der Molecüle, so ist derselbe nach der Annahme zuerst kreisrund. Die Interstitien zwischen je 3 oder 4 neben einander liegenden sind 3- oder 4eckig. Es ist klar, dass zunächst nur diejenigen Seiten eines Molecüls, die einem Interstitialraum zugekehrt sind, Aussicht haben, von Atomen der Lösung mit einiger Kraft und unter Winkeln, die nicht allzusehr von einem rechten sich entfernen, getroffen zu werden. Sie sind es daher, welche vorzugsweise durch Ansatz von Substanz wachsen. Der Querschnitt der Molecüle wird eckig, indem die Ecken dem Interstitialraum zugekehrt sind und diesen verengern. Auch hier begünstigt die erste Abweichung von dem kreisförmigen Querschnitt die in gleicher Weise fortdauernde und sich steigende Abweichung.

Die Form eines Molecüle, auch wenn dasselbe anfänglich kugelig ist, wird also mit dem, dass es sich vergrössert, verlängert-polyedrisch oder prismatisch. Die bestimmte Gestalt hängt von der Stellung zu andern Molecülen ab. So



muss namentlich die äussere und innere Seite, wenn dieselbe einem Molecül zugekehrt ist, gestutzt, wenn sie gegen einen Interstitialraum schaut, zugespitzt werden. Je mehr das Molecül sich vergrössert, desto mehr muss es von der supponirten anfänglichen Kugelgestalt abweichen, weil einerseits die Bewegungen der Flüssigkeit den Ansatz neuer Masse an den Seiten, welche den Interstitien zugekehrt sind, begünstigen, und weil anderseits hier die Widerstände der Wasserhülle sich vermindern.

Die beiden nebenstehenden Figuren geben schematische Darstellungen der Form und Anordnung der Molecüle. Die erste zeigt ein Stück einer Molecularschicht von der Fläche, mit 2 jungen noch kugeligen Molecülen; man sieht die Theilchen sammt ihren Hüllen und Interstitialkanälen im tangentialen Querschnitt. Die zweite Figur stellt eine Partie eines radialen Durchschnittes dar. Die in horizontalen Reihen neben einander liegenden Molecüle gehören den gleichen Molecularschichten an. In der zweitoberen ist ein kleines Molecül, zwischen den beiden untern eine neue, aus jungen Theilchen bestehende Molecularschicht eingeschoben worden. Man sieht einige radial verlaufende Kanäle, welche den, in der ersten Figur zwischen je 4 Molecülen befindlichen, grössern Interstitien entsprechen.



Beide Figuren zeigen ziemlich dichte Stärkesubstanzen mit ziemlich ausgebildeten Molecülen. Die Wasserhüllen sowie die Interstitien sind der grössern Deutlichkeit wegen etwas zu gross gezeichnet. Uebrigens bemerke ich noch, dass Form und Anordnung absichtlich weniger regelmässig dargestellt wurden, als sie muthmasslicher Weise in der Natur vorkommen. Es musste diess geschehen, um von der Wahl bestimmter Regeln befreit zu sein.

Wenn grössere und kleinere Molecüle neben einander liegen, so werden unter übrigens gleichen Umständen jene stärker wachsen als diese, weil ihre Wasserhüllen den sich bewegenden Lösungsatomen einen geringern Widerstand entgegensetzen. Daraus ist die scharfe Grenze zu erklären, welche wir überall zwischen den dichten und weichen Schichten der Stärkekörner (von denen jene aus grossen, diese aus kleinen Molecülen bestehen) finden. Wären es die kleinern Molecüle, welche sich leichter vergrösserten, so müsste mehr ein allmäliger Uebergang so wie auch eine geringere Differenz im Wassergehalt der Schichten vorkommen. — Der Unterschied zwischen grossen und kleinen Molecülen, dass jene stärker wachsen als diese, dauert indess nur eine Zeitlang; nachher schlägt er zu Gunsten der letztern um. Ein Grund für diese Erscheinung liegt darin, dass die Interstitien zwischen grossen Molecülen bei gleicher Gestalt derselben grösser und daher die Bewegungen langsamer sind als bei kleinen. Ein anderer Grund besteht darin, dass grosse Molecüle sich mehr von der Kugelgestalt entfernen; diese Veränderung der Form verursacht ebenfalls eine Abnahme des Wachstums, wie ich sogleich zeigen will.

Auf die Vergrösserung der Molecüle haben besonders zwei Verhältnisse Einfluss, die Mächtigkeit der Wasserhüllen und die Bewegungen der Lösungsflüssigkeit. Was die erstere betrifft, so ist sie der Zunahme um so günstiger, je grösser die Molecüle werden. Was die letztern anlangt, so erfolgt die Vergrösserung um so weniger, je langsamer sie sind, und je mehr die Richtungen, in welcher die Atome sich bewegen, mit der Oberfläche der Wasserhüllen parallel

laufen. — So lange die Molecüle kugelig sind oder nur wenig sich von dieser Gestalt entfernen, werden die Bewegungen in der Interstitialflüssigkeit am unregelmässigsten sein und möglichst nach allen Richtungen hin erfolgen. Jemehr aber die Molecüle sich zu in einander greifenden, langgestreckten Polyedern und Prismen umbilden, desto mehr müssen die Interstitien die Form von gleichweiten Kanälen annehmen, in denen die Strömung mehr und mehr regelmässig und der Oberfläche parallel wird. Ein Wachsthum der Molecüle kann jetzt nicht mehr oder nur in unendlich geringem Maasse statthaben, so lange nicht auf irgend eine Art eine Veränderung in der Stellung der Molecüle eintritt. Diess ist besonders einleuchtend, wenn die Molecüle in radialer Richtung in gerade Reihen gestellt sind und somit gestutzte Endflächen besitzen, die einander entsprechen.

Liegen aber die Molecüle in radialer Richtung nicht genau hinter einander, sondern alterniren sie, so dass ein inneres Molecül zwischen 2, 3 oder 4 äussere eingeklemt ist, so wird es hier in eine scharfe Spitze verlängert, an welcher sich der Strom in 2 oder mehrere theilt, und welche, je mehr sie sich verlängert, um so weniger zunimmt, weil in gleichem Maasse der Winkel, den ihre Fläche mit der Strömung bildet, kleiner wird. — Das Nämliche ist mit den an der Oberfläche befindlichen Molecülen der Fall. Die nach aussen gekehrte Seite derselben ist anfänglich halbkugelig; sie wird am häufigsten in der Mitte von senkrecht anstossenden Atomen der umgebenden Lösung getroffen und daher durch reichlichere Substanzanlagerung kegelförmig vorgezogen. Es vermindert sich auch für diese Molecüle die Möglichkeit weiterer Zunahme, je mehr sie sich in eine Spitze verlängern.

Diese Wirkung der Strömung, dass sie auf Molecüle, welche ihr entgegen spitz vortreten, weniger leicht Substanz auflagert, muss noch vermehrt werden, wenn die oben ausgesprochene Vermuthung einer doppelten Bewegung der Flüssigkeit Grund haben sollte (Pag. 358). Würde nämlich die Interstitialflüssigkeit nach dem Centrum, die Flüssigkeit, welche den äussern Theil der Hülle bildet, nach der Peripherie strömen, so müsste die letztere Bewegung an spitzen Enden eine gesteigerte Geschwindigkeit annehmen.

Mit der Vergrösserung und der Ausbildung der Molecüle vermindert sich also die Möglichkeit weiteren Wachsthums, weil die Oberfläche mit der Strömungsrichtung mehr und mehr parallel wird. Indess kommt ein anderer Grund hinzu, welcher unter gewissen Umständen die fernere Grössenzunahme ganz unmöglich macht. Die Molecüle, die anfänglich kugelig sind, weichen, so wie sie wachsen, von dieser Gestalt ab und werden verlängert-polyedrisch oder prismatisch. Für den Fall nun, dass keine neuen Molecüle zwischen ihnen auftreten und dass sie nicht durch anderweitige Wachstumsprocesse in Spannung versetzt und von einander entfernt werden, so verengern sich mit ihrer Vergrösserung und Ausbildung die zwischenliegenden Interstitialkanäle, und in gleichem Maasse beschleunigt sich die Bewegung. Wenn daher hin und wieder durch günstige Strömungen Kanten und Ecken eine Auflagerung erfahren, so trennt dagegen die gesteigerte Bewegung von den gleichen Kanten und Ecken wieder Stücke los (vgl. Pag. 359). Es muss sich sonach endlich ein Zustand einstellen, wo die Molecüle durchschnittlich ebenso viel an Masse verlieren als sie gewinnen. Dieser Gleichgewichtszustand tritt um so früher ein, je grösser die Menge Flüssigkeit ist, welche die Substanz in der Zeiteinheit durchströmt.

Die Bedingungen für die Bildung neuer Molecüle sind, wie ich oben gezeigt habe (Pag. 358—359), um so günstiger, je concentrirter die Lösung ist, ferner je lobhafter die Bewegungen der Flüssigkeitstheilchen und je mehr dieselben in conträren Richtungen thätig sind. In den engen Interstitialkanälen strömt die Lösung zwar schneller als in den weiten; dagegen sind dort die Theilchen gezwungen mehr in parallelen Richtungen sich zu bewegen. Am reichlichsten möchte die Bildung von Molecülen wohl an den Stellen erfolgen, wo ein enger Kanal in einen weiten übergeht und umgekehrt, und wo die Kanäle ihre Richtung ändern; denn hier müssen die Atome am ehesten wie in einer Brandung durch einander geworfen werden. — Ich habe aber schon darauf hingewiesen, dass die Bewegungen auch allzu lebhaft sein können, und dass dann die Atome sich nicht zu Molecülen vereinigen.

Von der Entstehung der Molecüle muss die Einlagerung derselben unterschieden werden; die Bedingungen für beide sind ungleich. Die kleinen Molecüle, welche sich sogleich mit einer Wasserhülle umgeben, werden von der Strömung wie die Substanzialome der Lösung fortgeführt, und inzwischen vergrössern sie sich. Sie bewegen sich so lange mit der Flüssigkeit, bis die Reibung ihrer Hülle auf den Hüllen der die Interstitialräume begrenzenden Molecüle hinreichend

gross geworden ist. Die Ruhe tritt also um so früher ein, je langsamer die Strömung und je enger die Interstitien sind. Der Stillstand des Molecüls führt aber nicht immer seine Einlagerung und Ausbildung herbei. Es sind nämlich nun zweierlei Fälle denkbar. Wenn ein Molecül einen Interstitialkanal grösstentheils ausfüllt, und die Flüssigkeit, welche bis dahin durch denselben floss, weder durch die neben dem neuen Theilchen übrig bleibenden Oeffnungen, noch durch andere Kanäle hinreichenden Abfluss findet, so wird sich die Schnelligkeit der Strömung so sehr steigern, dass jenes Molecül dadurch wieder zersplittert und so die Passage wieder frei wird. Findet dagegen die Strömung andere Auswege, so bleibt das Molecül unangefochten an seinem Platze, lagert neue Atome an und entwickelt sich.

Während also für die Bildung der Molecüle eine gewisse Intensität der Bewegung am günstigsten ist, so findet die Einlagerung derselben um so eher statt, je langsamer die Strömung von statten geht. Da nun zwischen den nämlichen Molecülen die Interstitien ausserhalb und innerhalb derselben enger und somit die Bewegungen schneller sind als neben denselben, so ist unter übrigens gleichen Umständen eine viel grössere Wahrscheinlichkeit vorhanden, dass die neuen Theilchen tangential neben als radial hinter die schon vorhandenen Molecüle sich einlagern.

Die Ausbildung der neu eingelagerten Molecüle hängt, wie ich früher gezeigt habe, von den Bewegungen der Flüssigkeit ab. Es ist indess wahrscheinlich, dass darauf auch die Spannungsverhältnisse, welche durch die Einlagerung selbst verursacht werden, einigen Einfluss ausüben. Sollten sie aber auch nicht direkt wirken, so muss es jedenfalls indirekt geschehen, indem sie die Strömung modifiziren. Wenn ein Molecül in einem Interstitialraum sich entwickelt, so übt es, in dem Maasse wie es grösser wird, einen Druck auf die umgebenden Theilchen aus. Je grösser der Druck, desto mehr werden die Wasserhüllen an den Stellen, wo sie sich berühren, abgeplattet, desto mehr verengen sich die Interstitien um das neue Molecül, desto schneller und gleichmässiger wird die Bewegung in denselben. Die Möglichkeit des Wachstums ist überhaupt an einer Stelle um so geringer, je grösser der Druck, welcher auf dieselbe ausgeübt wird.

Denken wir uns, um ein ganz einfaches Beispiel zu wählen, 4 Molecüle von gleicher Grösse und Gestalt und wie die Ecken eines Tetraeders gelagert. Für den Gleichgewichtszustand zwischen je zweien derselben ohne Rücksicht auf die übrigen gilt die Gleichung (vgl. Pag. 348)

$$\frac{Af_0}{(D+d_0)^p} + \frac{Af_1}{(D+d_1)^p} + \frac{Af_2}{(D+d_2)^p} + \dots + \frac{Af_n}{(D+d_n)^p} = \frac{Bf_0}{(D+d_0)^{p+q}} + \frac{Bf_1}{(D+d_1)^{p+q}} + \frac{Bf_2}{(D+d_2)^{p+q}} + \dots + \frac{Bf_n}{(D+d_n)^{p+q}}$$

Diese Gleichung mit unverändertem D gilt aber auch für je 2 Molecüle, des tetraedrischen Complexes, in welchem Gleichgewicht eingetreten ist, da die Abstände der 4 Theilchen vollkommen gleich gross, und zwischen ihnen die gleichen Kräfte wirksam sind. Wenn durch irgend eine Ursache die Gleichgewichtslage zwischen den Molecülen in der Art gestört wird, dass die Abstände zwischen je zweien in gleichem Maasse grösser oder kleiner werden, so bewegen sie sich nicht in der Linie, welche ihre Mittelpunkte verbindet, sondern in der Richtung des Eckenhalbmessers des Tetraeders. Es kommt also nicht die volle Kraft zur Wirksamkeit, sondern nur ihre Componente im Sinne des genannten Radius, und die volle Kraft verhält sich zur Componente wie $1 : \sin 45^\circ$ oder wie $1 : \sqrt{1/2}$. Die Summe der Kräfte zwischen den Massen der 4 Molecüle, welche eines derselben nach dem Mittelpunkt zieht, beträgt also $3\sqrt{1/2}$ mal die Attraction zwischen je zweien derselben; dasselbe gilt für die Beziehung zwischen den Molecülen und gleich grossen Wassermengen, welche verdrängt werden. Man hat also für das Gleichgewicht der Kräfte, welche ein Molecül im Sinne des Radius nach innen und nach aussen zu bewegen suchen, die Gleichung

$$\text{I) } 3\sqrt{1/2} \left(\frac{Af_0}{(D+d_0)^p} + \frac{Af_1}{(D+d_1)^p} + \dots + \frac{Af_n}{(D+d_n)^p} \right) = 3\sqrt{1/2} \left(\frac{Bf_0}{(D+d_0)^{p+q}} + \frac{Bf_1}{(D+d_1)^{p+q}} + \dots + \frac{Bf_n}{(D+d_n)^{p+q}} \right)$$

Zwischen die 4 Molecüle lagere sich nun ein kleineres ein; sein Gleichgewichtszustand zu einem einzigen der 4 grössern, unabhängig von den übrigen, wird durch die Formel ausgedrückt

$$\text{II) } \frac{Af_0}{(D_1+d_0)^p} + \frac{Af_1}{(D_1+d_1)^p} + \frac{Af_2}{(D_1+d_2)^p} + \dots + \frac{Af_r}{(D_1+d_r)^p} = \frac{Bf_0}{(D_1+d_0)^{p+q}} + \frac{Bf_1}{(D_1+d_1)^{p+q}} + \frac{Bf_2}{(D_1+d_2)^{p+q}} + \dots + \frac{Bf_r}{(D_1+d_r)^{p+q}}$$

Für das Gleichgewicht der Kräfte, welche in dem nun aus 5 Molecülen bestehenden Complex eines der 4 tetraedrisch-gestellten nach innen und nach aussen ziehen, gilt aber die Gleichung

$$\text{III) } 3\sqrt{\frac{1}{2}} \left(\frac{Af_0}{(D_2+d_0)^p} \cdots \frac{Af_n}{(D_2+d_n)^p} \right) + 1 \left(\frac{Af_0}{(D_2+d_0)^p} \cdots \frac{Af_r}{(D_2+d_r)^p} \right) \\ = 3\sqrt{\frac{1}{2}} \left(\frac{Bf_0}{(D_2+d_0)^{p+q}} \cdots \frac{Bf_n}{(D_2+d_n)^{p+q}} \right) + 1 \left(\frac{Bf_0}{(D_2+d_0)^{p+q}} \cdots \frac{Bf_r}{(D_2+d_r)^{p+q}} \right).$$

D_2 ist der Abstand von je 2 der 4 grössern Molecüle, D_1 die Entfernung eines derselben von dem centralen. Wenn der Durchmesser von jenen mit M und von diesem mit M_1 bezeichnet wird, so ist $D_2 = \frac{1}{2}M + \frac{1}{2}M_1$, der Eckenhalbmesser des Tetraeders, welches die Mittelpunkte der 4 Molecüle zu Ecken hat, und $D_2 + M$ eine Kante desselben. Da $R = \frac{1}{2}a\sqrt{\frac{3}{2}}$, wenn R den Eckenhalbmesser und a die Kante eines Tetraeders bezeichnet, so ist $D_2 + \frac{1}{2}M + \frac{1}{2}M_1 = \frac{1}{2}(D_2 + M)\sqrt{\frac{3}{2}}$ und $D_1 = \frac{1}{2}(D_2 + M)\sqrt{\frac{3}{2}} - \frac{1}{2}M - \frac{1}{2}M_1 = \frac{1}{2}D_2\sqrt{\frac{3}{2}} + \frac{1}{2}M(\sqrt{\frac{3}{2}} - 1) - \frac{1}{2}M_1$. Wenn dieser Werth in die obige Gleichung gesetzt wird, so hat man

$$\text{IV) } 3\sqrt{\frac{1}{2}} \left(\frac{Af_0}{D_2^p} \cdots \frac{Af_n}{(D_2+d_n)^p} \right) + 1 \left(\frac{Af_0}{(\frac{1}{2}D_2\sqrt{\frac{3}{2}} + \frac{1}{2}M(\sqrt{\frac{3}{2}} - 1) - \frac{1}{2}M_1)^p} \cdots \frac{Af_r}{(\frac{1}{2}D_2\sqrt{\frac{3}{2}} + \frac{1}{2}M(\sqrt{\frac{3}{2}} - 1) - \frac{1}{2}M_1 + d_r)^p} \right) \\ = 3\sqrt{\frac{1}{2}} \left(\frac{Bf_0}{D_2^{p+q}} \cdots \frac{Bf_n}{(D_2+d_n)^{p+q}} \right) + 1 \left(\frac{Bf_0}{(\frac{1}{2}D_2\sqrt{\frac{3}{2}} + \frac{1}{2}M(\sqrt{\frac{3}{2}} - 1) - \frac{1}{2}M_1)^{p+q}} \cdots \frac{Bf_r}{(\frac{1}{2}D_2\sqrt{\frac{3}{2}} + \frac{1}{2}M(\sqrt{\frac{3}{2}} - 1) - \frac{1}{2}M_1 + d_r)^{p+q}} \right).$$

Betrachten wir die Gleichungen I, II, III und IV, so können wir von einem Molecül, das zwischen 4 andern entsteht und sich ausbildet, Folgendes sagen. Anfänglich, wenn das innere Molecül noch sehr klein ist, muss D_2 grösser sein als D_1 . Erst bei einem gewissen Durchmesser desselben wird $D_2 = D_1$; dieser Moment tritt um so früher ein, je kleiner die umgebenden Molecüle sind. Erst jetzt kann von einer wirklichen Einlagerung die Rede sein. Vorher wird das kleine Molecül von jeder Strömung fortgeführt. Es erfolgt also bei gleicher Form der Theilchen und bei übrigens gleichen Verhältnissen die Einlagerung zwischen dieselben um so früher, je kleiner sie sind.

Im Augenblick dieses Processes ist $D_2 = D_1$, und noch keine Spannung zwischen den Molecülen bemerkbar. Sowie aber das neue Molecül im Innern sich vergrössert, so wird $D_2 > D_1$ und $D_1 < D_1$ (oder $D_1 > \frac{1}{2}D_2\sqrt{\frac{3}{2}} + \frac{1}{2}M(\sqrt{\frac{3}{2}} - 1) - \frac{1}{2}M_1$; weil mit der Volumenzunahme der Theilchen immer auch der Abstand ihrer Centren etwas wächst (Pag. 349—350). Der Gleichgewichtszustand verursacht also eine doppelte Spannung, eine negative zwischen den 4 tetraedrisch gestellten Molecülen und eine positive zwischen diesen und dem centralen Molecül. Diese Spannung wird um so beträchtlicher, je mehr das Letztere wächst; und sie nimmt in um so stärkerem Verhältniss zu, je grösser Jene sind. Diess gilt nun nicht bloss für Theilchen von gleicher Grösse und tetraedrischer Stellung; und wir können ferner allgemein sagen, dass grössere Molecüle der Einlagerung neuer durch die vermehrte Spannung einen grössern Widerstand entgegensetzen als kleine.

Vergrosserung der vorhandenen Molecüle und Einlagerung neuer bedingen das Wachstum des Stärkekorns. Es ist im höchsten Grade wichtig, nachzuweisen, dass keiner dieser beiden Prozesse allein vorkommen und den andern ausschliessen kann, sondern dass sie sich nothwendig ablösen müssen; denn sonst würde das Korn im einen Falle bloss aus dichter, im andern bloss aus weicher Substanz bestehen.

Ich habe oben gezeigt, dass ein Molecül unter übrigens gleichen Umständen um so leichter durch Auflagerung neuer Masse grösser wird, je grösser es schon selber ist. Da mit der Zunahme des Volumens die Mächtigkeit der Wasserhülle abnimmt, so widersteht die Hülle des kleinern Molecüls immer noch einem Atom, das mit einer gewissen Schnelligkeit und unter einem gewissen Winkel sie trifft, während diejenige des grössern Molecüls durchbrochen wird. Am wenigsten leicht vergrössert sich also das Theilchen, welches bloss aus 2 Atomen zusammengesetzt ist. Wir könnten noch weiter gehen und sagen, wie zu 3 Atomen leichter ein viertes als zu 2 ein drittes sich zufüge, so müsse auch leichter ein Atom mit einem Complex von 2 Atomen als mit einem einzelnen sich vereinigen; mit andern Worten, die Entstehung des kleinsten Molecüls aus 2 früher getrennten Atomen finde in den Molecularkräften grössere Widerstände und erfordere somit eine stärkere Bewegung der Flüssigkeitstheilchen als jede Vergrösserung der Molecüle. Dass dem so sei, ist allerdings im höchsten Grade wahrscheinlich, allein nicht gewiss. Mag es sich damit indess so oder anders verhalten,

so hat es auf die Beweisführung keinen Einfluss, weil, wie ich schon hervorgehoben habe, zwischen der Bildung und der Einlagerung der Molecüle unterschieden werden muss.

Da die Molecüle um so leichter neue Atome auflagern, je grösser sie werden, so muss ihr Wachstum eher erfolgen als die Einlagerung neuer; und jede Substanz hat also zunächst das Bestreben sich zu verdichten. Dies ist ganz sicher, wenn die Entstehung der Molecüle grössere Schwierigkeiten zu überwinden hat, als ihre Vergrösserung. Sollte jene aber, gegen die Wahrscheinlichkeit, mit grösserer Leichtigkeit erfolgen, so würden in der durchdringenden Flüssigkeit neben den einzelnen Substanzatomen auch eine grössere Anzahl von Theilchen herumschwimmen, die bloss aus 2 oder einigen wenigen Atomen beständen. Allein deren Wachstum und Einlagerung müsste viel langsamer erfolgen als die Zunahme der grössern Molecüle. Es kann daher eine weiche Substanz, die selbständig sich entwickelt und auf die nicht etwa besondere Spannungen einwirken, unmöglich weich bleiben, sondern sie muss sich verdichten.

Die Vergrösserung der Molecüle geht indess nur eine Zeitlang mit grösserer Leichtigkeit von statten als die Einlagerung neuer. Denn wenn dieselben sich der polyedrischen Gestalt nähern und die Interstitialräume die Form von Kanälen, die ziemlich gleichweit sind, annehmen, so vermindert sich die Möglichkeit des Wachstums, weil die Strömung die Oberfläche theils unter sehr spitzen Winkeln trifft, theils mit derselben parallel geht (Pag. 363). In Folge dieser Veränderungen werden aber die Bewegungen zugleich schneller, und es kehrt sich nun das Verhältniss um. Die kleinen kugeligen Molecüle, welche sich zwischen die grossen polyedrischen einlagern, wachsen jetzt leichter als die Letztern.

So hat also die Ausbildung der Molecüle die Einlagerung neuer kleiner zur nothwendigen Folge; und die Letzteren haben immer das Bestreben, sich zu vergrössern, ehe sie eine abermalige Einlagerung gestatten. Die beiden Prozesse bedingen einander nothwendig. Sie können aber in sehr verschiedenartiger Weise combinirt sein, je nachdem sie nämlich durch Spannungen von ungleicher Natur und ungleicher Grösse, die nothwendig mit dem Wachstum und der Einlagerung der Theilchen verbunden sind und von deren Anordnung abhängen, beeinflusst werden.

Die positive Spannung nähert die Theilchen einander mehr, als es das Gleichgewicht zwischen der Anziehung der Molecüle zu einander und zu Wasser erfordert; sie verengert also die Molecularinterstitien und beschleunigt die Bewegungen in denselben. Sie wirkt daher unter allen Umständen ungünstig auf die Einlagerung neuer Theilchen; sie wirkt auch ungünstig auf die Vergrösserung der Molecüle, wenn dieselben sich schon polygon ausgebildet haben, günstig dagegen, wenn sie noch mehr oder weniger kugelig sind. Der Vereinigung von Atomen zu Molecülanfängen ist die positive Spannung bald nachtheilig, bald zuträglich, je nach der Intensität der Bewegungen, welche durch dieselbe hervorgerufen werden.

Die negative Spannung entfernt die Theilchen von einander, erweitert die Interstitien und macht die Strömung in denselben langsamer. Sie fördert unter allen Umständen die Einlagerung neuer Molecüle; sie kann ferner das Wachstum polyedrischer Molecüle fördern, während kleine, mehr kugelige Theilchen in jedem Falle weniger wachsen als vorher. Die Bildung von Molecülanfängen wird durch die negative Spannung in der Regel vermindert; sie kann aber auch gesteigert werden, wenn die Bewegungen früher allzu lebhaft waren.

Nach den bisherigen Erörterungen ist es möglich, uns ein Bild von der Entstehung und dem Wachstum eines Stärkekorns zu machen. In der gesättigten Lösung, d. h. in einer solchen, wo die Bedingungen für die Bildung fester Stärke vorhanden sind, legen sich an einer Stelle die Substanzatome unmittelbar an einander und bilden ein Molecül, welches sich mit einer Hülle von Wasser und weiterhin mit einer Atmosphäre von verdichteter Lösung umgiebt. In der Letztern findet die Bildung neuer fester Molecüle statt, welche sich um das zuerst gebildete anlagern. — Es können aber auch im ersten Moment 2, 3, 4, 5 oder 6 Molecüle mit einander entstehen, welche sogleich durch Molecularkräfte sich zu dem Anfang eines Korns vereinigen, das durch Bildung neuer Molecüle wächst.

Ich habe oben es als wahrscheinlich bezeichnet, dass die Molecüle anfänglich kugelig sind (Pag. 361). Wenn diess der Fall ist und sie nach allen Seiten in gleicher Weise anziehend wirken, so werden um ein centrales Molecül die übrigen als Kugelschale angelagert; oder mehrere gleichzeitig entstehende Molecüle vereinigen sich in einen kugeligen

Körper. Die sphärische Gestalt der Theilchen verliert sich aber bald, indem sie in radialer Richtung stärker wachsen. Der Uebergang in eine radial-verlängerte Form muss nämlich schon an den allerkleinsten, nur aus wenigen Molecülen bestehenden Stärkekörnern eintreten, weil die Anlagerung festwerdender Atome in Folge der Bewegungen in der Flüssigkeit viel häufiger an der äussern und der innern Seite sich wiederholt (vgl. Pag. 361).

Wollten wir aber annehmen, dass die Molecüle, ähnlich wie Krystalle, schon von Anfang an eine bevorzugte Achse und eine verlängerte Gestalt besässen, so erschiene ihre radiale Stellung gleichwohl als eine wahrscheinliche Folge der übrigen Verhältnisse, namentlich des Umstandes, dass sie mit einer Wasserhülle umgeben sind. Sie werden dann das Bestreben zeigen, mit einem ihrer polaren Enden, wo sie eine grössere Anziehung besitzen, an ein centrales Molecül oder an eine centrale Gruppe sich anzusetzen und somit sich um dieselben radial anzuordnen. Die Möglichkeit dazu finden sie leicht in den dehnbaren Wasserhüllen und den nach Bedürfniss sich einschiebenden Molecularinterstitien. Die Zusammenordnung der Stärkemolecüle zu einem Korn unterscheidet sich hierin wesentlich von der Vereinigung der Atome oder Molecüle zu einem undurchdringlichen Krystall. — Sollten aber auch die Molecüle oder einzelne derselben in den Anfängen der Stärkekörner mit ihrem Längsdurchmesser nicht radial gestellt sein, so muss doch in Folge der Ernährung die radiale Dimension die übrigen bald überwiegen, indem die Strömungen die gleichen Wachsthumerscheinungen hervorbringen wie an kugeligen Molecülen.

Wir werden also bei jeder Annahme zu dem Resultat geführt, dass die Molecüle schon in den kleinsten Gruppen, aus welchen Körner hervorgehen, eine radiale Stellung zeigen. Diese radiale Stellung bedingt auch eine concentrische Anordnung der Theilchen, eine concentrische Einlagerung neuer, und eine kugelige Gestalt der jüngsten Stärkekörner. In der That sind dieselben ohne Ausnahme in den kleinsten, dem bewaffneten Auge zugänglichen Stadien sphärisch. Die Ursache dieser charakteristischen Verschiedenheit gegenüber den Krystallen liegt, wie ich schon bemerkt habe, ohne Zweifel in den Wasserhüllen, welche die Molecüle umgeben. Man könnte zwar zur Erklärung derselben lediglich auf den grossen Wassergehalt der Stärke hinweisen. Vergleichen wir dieselbe mit denjenigen krystallisirenden Substanzen, mit welchen sie am meisten verwandt ist, mit den Zuckerarten, so enthält das Stärkekorn wenigstens 40 Procent, der Rohrzucker nur $5\frac{1}{4}$ und der Traubenzucker 9 Procent Wasser; oder die Stärke (zu 12 C 10 H 10 O) nimmt fast ein gleiches Gewicht, der Rohrzucker (ebenfalls zu 12 C 10 H 10 O) nimmt bloss den 18ten und der Traubenzucker (zu 12 C 12 H 12 O) den 10ten Theil seines eigenen Gewichts an Wasser auf. Der Gedanke liegt nun nicht ferne, dass der ungleiche Wassergehalt wesentlich dazu mitwirke, warum von Zucker und Stärke, die sonst so ähnliche Eigenschaften besitzen, der erstere in schiefen rhombischen Prismen, die letztere in Kugeln sich ausscheidet, indem bei der Stärke die Molecularwirkungen der Substanztheilchen durch die vielen zwischentretenden Wassertheilchen gemässigt und modificirt würden.

Indess kann der Wassergehalt an und für sich nicht schon maassgebend sein, sondern er muss erst durch eine bestimmte Anordnung wirken. Diess ergibt sich aus der Vergleichung mit manchen unorganischen Krystallen, welche ebenfalls sehr viel Wasser enthalten. Ich darf nur an Bittersalz mit 51 und Glaubersalz mit 55 Procent Wasser erinnern. Dass die Anordnung der kleinsten Theilchen in den Stärkekörnern eine wesentlich verschiedene ist von derjenigen in den Krystallen, geht schon aus dem Umstande hervor, dass jene austrocknen und aufquellen können, diese nicht. In jenen ist das Wasser als Flüssigkeit mit beweglichen und wirklich in mannigfaltigen Strömungen befindlichen Atomen enthalten; es umhüllt die Molecüle und verhindert dieselben, in irgend einer Richtung eine ganz besonders überwiegende Anziehung äussern zu können. In den Krystallen dagegen sind die Wasseratome gewiss so wenig verschiebbar als die Substanzatome; sie haben wie diese die charakteristischen Eigenschaften des festen Zustandes angenommen. Es ist aus diesen Gründen begreiflich, dass eine gleiche Menge Wasser bei ungleichem Verhalten seiner Theilchen und ungleicher Anordnung mit den Substanztheilchen beim Stärkekorn eine kugelige, bei Salzen eine krystallinische Gestalt bedingt, — in ähnlicher Weise, wie selbst isomere Substanzen durch ungleiche Anlagerung der kleinsten Theilchen verschieden geworden sind.

Das Stärkekorn steht daher gewissermaassen in der Mitte zwischen einem Krystall und einem Wasser- oder Oeltropfen. In dem Tropfen einer Flüssigkeit bleiben die kleinsten Theilchen fortwährend verschiebbar, indem keine bevorzugten Anziehungsrichtungen sich geltend machen; in dem Stärkekorn verhalten sich wenigstens im Moment des

Entstehens und vielleicht noch in den allerersten Stadien des Wachstums die Molecüle wie Flüssigkeitstheilchen, und ordnen sich daher gleichsam wie bei der Tropfenbildung zu dem kugeligen Anfang eines Kornes zusammen, welches, da die neue Einlagerung durch die bereits vorhandene Anordnung bedingt wird, immer seine gerundete Oberfläche behält. Die Molecüle, wenn aber auch anfänglich in ihren Molecularwirkungen einer Kugel entsprechend, entfernen sich doch bald von dieser Form, verlieren dadurch ihre Verschiebbarkeit und stellen eine dem Krystall in ihrer Festigkeit einigermaassen ähnliche Masse dar.

Wir können uns den ersten Anfang eines Stärkekorns in doppelter Weise denken. Entweder entstehen gleichzeitig mehrere kleine Molecüle, welche sich zu einer Gruppe vereinigen, so dass das Korn schon im ersten Stadium ein poröser Körper ist und sich daher möglicherweise wie späterhin verhält, indem neue Molecüle bloss in seinem Innern eingelagert werden. Oder es bildet sich anfänglich nur ein einziges oder nur einige wenige Molecüle, so dass die später nachfolgenden zunächst an der Oberfläche angelagert werden müssen; das Korn wird in diesem Falle erst im zweiten Stadium zu einem porösen Körper.

Es werden wohl beide Entstehungsarten vorkommen, insofern kein principieller Unterschied zwischen ihnen besteht. Wenn an einer Stelle in der Flüssigkeit, die als Mutterlauge bezeichnet werden kann, die Bedingungen zur Stärkebildung erfüllt sind, so fangen die Atome an, sich zu vereinigen. Es ist kein Grund vorhanden, warum diess genau in dem nämlichen Moment zugleich auf mehreren Punkten geschehe. Aber die Bildung der Atomcomplexe kann entweder sehr rasch oder aber langsamer sich wiederholen. Im erstern Falle kann sie als gleichzeitig bezeichnet werden, und die Molecüle haben eine ziemlich gleiche Grösse. Im zweiten Falle sind die zuerst gebildeten Molecüle merklich grösser als die spätern, weil sie sogleich zu wachsen anfangen. — Diese Differenzen sind für die Entwicklungsgeschichte des Stärkekorns im Allgemeinen ohne Bedeutung; dagegen müssen sie für die Ausbildung der verschiedenen Typen von Wichtigkeit sein, weil sie eine ungleiche Anlagerung der Molecüle veranlassen.

Nun könnte aber der Einwurf gemacht werden, in dem Falle dass anfänglich nur 1 oder einige wenige Molecüle entstehen, sei die fernere Bildung von neuen Theilchen nicht nothwendig. Die Stärkebildung könne sich lediglich auf die Vergrösserung jener wenigen beschränken, und das um so eher, als ja die Atome wahrscheinlich leichter sich mit den grössern Molecülen als unter einander vereinigen. Dieser Einwand ist jedoch ungegründet. Wenn in einer Flüssigkeit sich 2 Atome an einander anlegen, um den Anfang zu einem Molecül zu bilden, so wird die Tendenz auch in andern Atomen vorhanden sein, das Nämliche zu thun. Gesetzt aber, es unterbliebe eine Zeitlang durch ein Zusammentreffen von besonders ungünstigen Umständen, so wird sich das eine Molecül (oder die Gruppe, wenn es einige wenige sind) vergrössern. Zugleich wird sich ausserhalb seiner Wasserhülle eine concentrirtere Lösung ansammeln, und zwar von um so grösserer Concentration, je mehr das Molecül sich vergrössert. Wenn nun das Letztere dadurch wachsen würde, dass es die Atome aus der Lösung durch Anziehung sich aneignete, so wäre eine Bildung von neuen Molecülen allerdings nicht denkbar. Allein es sind die Bewegungen in der Flüssigkeit, welche die Vereinigung der Atome sowohl unter einander als mit den Molecülen bewirken. Diese Bewegungen müssen an der Oberfläche des Molecüls in allen Richtungen geschehen; für eine ausschliesslich oder vorherrschend senkrecht gegen die Oberfläche gerichtete Strömung ist jetzt noch kein Grund vorhanden. Es müssen also nothwendig an der Oberfläche des einen Molecüls oder der aus wenigen Molecülen bestehenden Gruppe durch die Bewegungen der Atome neue Molecüle entstehen, und das um so mehr, je mehr jene an Grösse und damit die sie umgebende Lösung an Concentration zunimmt. So bildet sich um das Molecül oder um die Gruppe nach und nach eine vollständige Schicht von kleinen Molecülen. Letztere, obgleich sie kleiner sind, wachsen in diesem Falle aber doch rascher an als die im Innern befindlichen Theilchen, weil sie, an der Oberfläche liegend, von den strömenden Atomen viel häufiger getroffen werden als jene.

So entsteht also in jedem Fall, entweder schon im ersten oder dann wenigstens im zweiten Stadium, ein aus mehreren bald ziemlich gleich grossen, bald auch an der Oberfläche aus grössern oder kleinern Molecülen bestehender poröser Körper. Derselbe ist mit Lösung durchdrungen, welche Substanz und Wasser zur Vergrösserung der Theilchen und zur Bildung neuer abgiebt. Es beginnt daher sogleich eine Strömung von der umgebenden Flüssigkeit in das junge Korn hinein. Dieselbe ist anfänglich schwach; sie wird nach und nach stärker, weil die Masse des Kornes, die von der

Lösung ernährt wird, wie die dritte Potenz des Radius, die Oberfläche, durch welche sie eindringt, bloss wie das Quadrat desselben zunimmt.

Anfänglich, wenn erst ein oder einige wenige Molecüle gebildet sind, müssen, wie ich vorhin gezeigt habe, die neuen Theilchen an deren Aussenfläche entstehen, weil die Bewegungen in der Flüssigkeit noch in allen Richtungen stattfinden. Sowie aber die eben genannte radiale Strömung eintritt, so wird die Möglichkeit, dass neue Molecüle an der Oberfläche entstehen und namentlich dass sie sich dort anlagern, erst sich vermindern und bald ganz aufhören. Denn die Bewegungen der Atome in der Umgebung des Kornes nehmen mehr und mehr eine zu seiner Oberfläche senkrechte und unter sich parallele Richtung an; die Bedingungen für die Bildung von neuen Molecülen vermindern sich also. Wenn sich aber auch hin und wieder ausserhalb des Kornes Atome zu Molecülanfängen vereinigen, so werden diese von der Strömung mit den Atomen der Lösung ins Innere geführt; oder wenn sich etwa ein Molecül so weit vergrösserte, dass es nicht durch den Interstitialkanal sich durchzwängen kann, so müsste es von der durch das Hinderniss selbst gesteigerten Kraft der Bewegung wieder zertrümmert werden. Diess ist um so mehr der Fall, als an der Oberfläche, wo die Lösung weniger concentrirt ist als im Innern, die Möglichkeit der Vergrösserung der Molecüle im Verhältniss zur Intensität der Strömung in einem ungünstigern Verhältniss sich befindet.

Es muss also nothwendig ein Moment eintreten, wo die Anlagerung neuer Molecüle an der Oberfläche des jungen Kornes gänzlich aufhört; und wahrscheinlich geschieht diess, sowie die Theilchen einen porösen Körper darstellen oder wenigstens nicht lange nach diesem Zeitpunkt. Das Wachsthum des Kornes findet fortan bloss durch Einlagerung statt.

Mit dem Eintritt der radialen Strömung, also schon in den frühesten Stadien, wenn die Körner noch bloss aus 1 oder 2 concentrischen Molecularschichten bestehen, muss eine ungleichseitige Ernährung der Molecüle eintreten. Dieselben dehnen ihre kugelige Gestalt, vorausgesetzt dass sie mit einer solchen entstehen, in radialer Richtung in die Länge, und fangen an, ihren tangentialen Querschnitt polygon auszubilden. Denn die verschiedenartigen Bewegungen der durchdringenden Flüssigkeit und das ungleiche Verhalten der einzelnen Seiten eines Molecüls zu denselben sind schon von Anfang an, wenn auch noch nicht in so ausgesprochener Weise wie später vorhanden. Ich verweise auf das, was ich bereits über diesen Gegenstand im Allgemeinen gesagt habe (Pag. 361).

Die nächste Folge der Verlängerung des radialen Durchmessers der Molecüle ist, dass die Wasserhüllen an dem nach aussen und innen gerichteten Ende dünner und dem entsprechend auch die Molecularinterstitien daselbst enger werden. Die mächtigeren Hüllen und die weiteren Interstitien befinden sich tangential neben den Molecülen. — Die Einlagerung neuer Theilchen richtet sich nach der Anordnung der bereits vorhandenen. Schon in dem Stadium, wenn das entstehende Korn erst aus einem centralen Molecül oder einer Gruppe von solchen und einer umschliessenden Schicht besteht, werden die neuen Molecüle zwischen diejenigen der concentrischen Schicht, nicht innerhalb derselben sich einlagern, weil dort die Zwischenräume grösser und die anziehenden Kräfte zwischen den Molecülen geringer sind.

Die Einschiebung neuer Theilchen in die concentrische Molecularschicht und das damit verbundene Flächenwachsthum derselben veranlasst einen vergrösserten Abstand zwischen ihr und dem eingeschlossenen centralen Molecül oder der centralen Moleculargruppe und eine vermehrte Annäherung ihrer eigenen Molecüle. Die neuen Theilchen werden nun zunächst nicht in die verengerten Interstitien der äussern Schicht, sondern in die erweiterten Räume innerhalb derselben eingelagert. Dadurch wird es der Molecularschicht möglich, wieder in die Fläche sich auszudehnen und neue Theilchen aufzunehmen. Abwechselnd damit treten neue Molecüle in den innern Raum ein. Dieselben dienen dazu, die centrale Gruppe zu vergrössern, welche nach und nach zu einer zweiten concentrischen Schicht sich ausbildet, indess in ihrem Innern, wie der daselbst befindliche Raum sich vergrössert, neue Molecüle eingeschoben werden.

So können wir uns denken, dass das junge Korn anfänglich aus einem centralen Molecül und einer concentrischen Schicht von 12 Molecülen bestehe. Indess die letzteren sich durch periodische Einlagerungen bis auf 48 vermehren, tritt im Innern statt des Einen erst eine Gruppe von 2 und mehreren Molecülen, zuletzt eine concentrische Schicht von 12 auf, welche wieder ein centrales Theilchen einschliesst. Wir können uns indess auch vorstellen, dass eine Gruppe z. B. von 4 wie die Ecken eines Tetraeders gestellten Molecülen, umschlossen von einer aus 27 bestehenden concentrischen

Schicht, den Anfang des jungen Kornes bilde. Während die 27 sich auf 75 vermehren, verwandelt sich die tetraedrische Gruppe in eine concentrische Schicht von 27 Theilchen, welche im Innern wieder eine centrale tetraedrische Gruppe birgt.

Es kann also in der Höhlung der centralen Gruppe, wenn sich dieselbe zur concentrischen Schicht ausbildet, entweder ein einzelnes Molecül oder gleichzeitig eine Gruppe von 2, 3, 4 und wohl auch von mehr Molecülen (von trigoner, würfelförmiger, tetraedrischer, hexaedrischer Form u. s. w.) auftreten, was von der Anordnung der Theilchen in den concentrischen Schichten abhängen muss und vielleicht mit der Verschiedenheit der weiteren Entwicklung in Verbindung steht. — In gleicher Weise wie der Anfang des jungen Kornes wird sich fortwährend das Schichtencentrum verhalten.

Die nämlichen Prozesse wiederholen sich nun beständig in dem wachsenden Stärkehorn, und wenn sie in den allerersten Stadien noch nicht wirksam gewesen sein sollten, so müssten sie doch sicher später, sobald das junge Korn aus einigen wenigen concentrischen Molecularschichten besteht, eintreten. Setzen wir den Fall, ein solches bestehe aus gleichgrossen, kugeligen Molecülen, die Kräfte seien überall im Gleichgewicht und es bestehen nirgends Spannungen. Die von aussen eindringende Lösung wird zunächst die Molecüle vergrössern und dabei theils in radialer Richtung verlängern, theils in den tangentialen Richtungen etwas polygon ausbilden. Die äussern Molecüle wachsen rascher als die innern, weil sie von einer concentrirteren Lösung ernährt werden. Die Folge davon ist eine positive Spannung zwischen den äussern, eine negative zwischen den innern Molecülen.

Die in Bewegung befindlichen Substanzatome der das junge Korn durchdringenden Lösung dienen aber nicht bloss dazu, die Theilchen zu vergrössern, sondern es werden auch da und dort 2 oder mehrere sich mit einander vereinigen und Anfänge von neuen Theilchen bilden. Die Letzteren werden von der Strömung fortgerissen und setzen sich da fest, wo die langsamere Bewegung sie nicht weiter zu führen vermag. Die Einlagerung der Theilchen geschieht also zunächst in die Fläche der Molecularschichten, weil die Interstitien zwischen den Molecülen einer Schicht grösser sind als diejenigen zwischen den Schichten, und weil in entsprechendem Maasse dort die Strömung langsamer ist. Jedes neue Molecül umhüllt sich mit einer Wasseratmosphäre und drängt, so wie es sich vergrössert, die umliegenden Molecüle auseinander.

Durch das Flächenwachsthum der Molecularschichten treten die Spannungen ein, welche ich früher erörtert habe (Pag. 300 ff.). In den äussern Schichten mit positiver Spannung sind die Molecüle einander näher gerückt, in den inneren sind sie weiter von einander entfernt, als es das Gleichgewicht ihrer Kräfte erfordern würde. Die Einlagerung in die Fläche der Molecularschichten wird fort dauern, bis die Spannung zwei derselben so weit von einander entfernt, die Molecularinterstitien zwischen ihnen so sehr erweitert und die Strömung darin verlangsamt hat, um ihrerseits die Einlagerung von neuen Molecülen und somit die Einschiebung einer vollständigen oder theilweisen Molecularschicht zu gestatten.

Wenn die Adhäsion zwischen den Molecularschichten die nämliche ist, so steht bei gleichmässigem Flächenwachsthum das Bestreben derselben, sich von einander zu trennen, im umgekehrten Verhältniss zur zweiten Potenz des Radius (vgl. Pag. 302 ff., 307—8). Es muss daher die Einlagerung um so häufiger erfolgen, je näher die Schichten dem Centrum liegen. Sie kann aber nirgends vollständig mangeln, weil zwischen je 2 Molecularschichten durch fortgesetztes Wachsthum eine Spannung und somit die Neigung, sich von einander zu trennen, sich geltend macht. Nur muss die Einschiebung neuer Molecularschichten nächst der Oberfläche äusserst selten eintreten. — Das Raisonement, dass die Molecularschichten alle nach und nach durch Zwischenlagerungen von einander getrennt werden, und dass die Häufigkeit, mit welcher sich dieser Process in jedem Theil des Kornes wiederholt, von dem Krümmungshalbmesser abhängt, beruht auf der Annahme, dass die Einordnung neuer Theilchen in die Fläche von der Stellung der schon vorhandenen genau bedingt werde, dass die Stellung der Molecüle in den successiven Schichten sich entspreche, und dass eine Verschiebung der Theilchen weder in der einen noch in der andern Richtung möglich sei. Es sind das übrigens Annahmen, welche auf der ganzen bisher entwickelten Theorie beruhen.

Ich setzte bisher voraus, dass die Adhäsion (oder Cohäsion) zwischen 2 Molecularschichten im Verhältniss zu ihrer Fläche stehe. Für die winzig kleinen Körner und für die Substanz um das Schichtencentrum grösserer Körner herum

ist diess nicht ganz richtig. Die Adhäsion zweier Schichten hängt zum Theil auch von der mehr oder weniger günstigen Lage ihrer Theilchen ab. Nur in ebenen Schichten oder bei einem Krümmungshalbmesser, im Verhältniss zu welchem die Grösse der Moleküle verschwindet, haben die Letztern die günstigste gegenseitige Stellung, weil sie in gleicher Zahl vorhanden sind. Wenn aber z. B. eine kugelschalige Molecularschicht bloss $\frac{2}{3}$ so viel gleichgrosse Theilchen enthält, als die nächst äussere, so muss ein Dritteltheil von den Moleculen der Letztern nicht ihre vollen Molecularkräfte entfalten können. Ihre Zahl in einer Schicht ist gleich der Fläche derselben, getheilt durch den Raum, den das einzelne Molecül mit seinem Antheil an den Interstitien einnimmt, in zwei auf einander folgenden Schichten also $\frac{4R^2\pi}{M}$ und $\frac{4(R+D)^2\pi}{M_1}$, wenn M und M_1 jenen Raum, R den Radius und D die Dicke einer Molecularschicht bezeichnet. Wenn die Theilchen gleichgrosse sind, so verhalten sich also ihre Zahlen in zwei benachbarten Schichten wie $R^2 : (R+D)^2$, und in allen Molecularschichten eines Kornes wie

$$R^2 : (R+D)^2 : (R+2D)^2 : (R+3D)^2 : \dots : (R+nD)^2.$$

Dabei ist R der Halbmesser der innersten Molecularschicht, also nicht über $2D$ gross. Die Zahlen der Moleküle in den Schichten eines Kornes verhalten sich, wenn in der innersten ein einziges centrales Molecül vorhanden ist, wie $D^2 : (2D)^2 : (3D)^2 : (4D)^2 : \dots : (nD)^2$ oder in Zahlen wie $1 : 4 : 9 : 16 : \dots$. Die Menge der Moleküle bei gleicher Grösse und kugeligem Gestalt zeigt ungefähr folgende Werthe

Schicht	1	2	3	4	5	6	10	11	20	21	50	51
Zahl	12	48	108	192	300	432	1200	1452	4800	5292	30000	31212
Verhältniss	$\frac{100}{400}$	$\frac{100}{225}$	$\frac{100}{178}$	$\frac{100}{156}$	$\frac{100}{144}$		$\frac{100}{121}$		$\frac{100}{110}$			$\frac{100}{104}$
Schicht	100	101	200	201	500	501	1000	1001	2000	2001	5000	5001
Zahl	120000	122412	480000	484812	3000000	3012012	12000000	12024012	48000000	48120012	300000000	301200012
Verhältniss	$\frac{100}{102}$			$\frac{100}{101}$		$\frac{100}{100,4}$		$\frac{100}{100,2}$				$\frac{100}{100,1}$

Wir können also sagen, dass auf 10 Moleküle der ersten Schicht 40 der zweiten, auf 10 der zweiten 22 der dritten treffen. Auf 100 innere Moleküle kommen 178 äussere bei der 4ten, 121 bei der 11ten, 110 bei der 21sten Schicht u. s. f. — Wenn die innerste Molecularschicht eine tetraedrische Gruppe von 4 Moleculen einschliesst, so zeigt die Menge der Theilchen für den Fall, dass dieselben kugelig und gleichgrosse sind, ungefähr folgende Werthe:

Schicht	1	2	3	4	5	10	11	20	21	50	51
Zahl	27	75	147	243	363	1323	1587	5043	5547	30603	31827
Verhältniss	$\frac{100}{278}$	$\frac{100}{196}$	$\frac{100}{165}$	$\frac{100}{149}$		$\frac{100}{120}$		$\frac{100}{110}$			$\frac{100}{104}$

Hier kommen auf 10 Theilchen der innersten Schicht 28 der zweiten, auf 10 der zweiten 20 der dritten, auf 100 der zehnten 120 der elften. Die 20ste und 21ste Schicht zeigen das gleiche Verhältniss der Zahl ihrer Moleküle wie in dem vorhergehenden Beispiel, nämlich $100 : 121$. Dasselbe gilt für alle folgenden Schichten; auf 100 innere Theilchen treffen 104 äussere bei der 51sten, 102 bei der 101ten, 101 bei der 201ten, $100\frac{2}{3}$ bei der 501ten, $100\frac{1}{3}$ bei der 1001ten Molecularschicht.

Schon bei der 50sten und 100sten Schicht, vom Centrum aus gezählt, übt die ungleiche Zahl der Moleküle offenbar keinen Einfluss mehr auf die Adhäsion aus. Dagegen muss die letztere um so bemerkbarer verringert werden, je näher die Schichten dem Centrum liegen. — Die vermehrte Einlagerung neuer Molecularschichten gegen den Mittelpunkt hin wird also auch noch durch eine etwelcher Maassen verminderte Cohäsion der Substanz, welche eine Folge der Anordnung der Moleküle ist, begünstigt. Diese Ursache ist schon wirksam, wenn die Dichtigkeit der Masse überall die nämliche ist, d. h. wenn die Moleküle gleiche Grösse und somit Wasserhüllen von gleicher Mächtigkeit besitzen. Sie muss sich aber, wie ich gleich zeigen werde, mit der vermehrten Einlagerung im Innern steigern.

Die neu sich bildenden Molecüle sind anfänglich klein, und gleichwohl sind ihre Wasserhüllen mächtiger als diejenigen der grössern Molecüle (Pag. 349 ff.). Die Substanz, welche eine vermehrte Einlagerung erfährt, muss also nothwendig wasserreicher sein. Wenn auch das junge Korn einmal überall gleich dicht wäre, so würde es sogleich gegen das Schichtcentrum weicher werden, weil daselbst mehr Molecüle entstehen: und da die lebhaftere Einlagerung im Innern schon von Anfang an thätig ist, so befindet sich daselbst fortwährend ein grösserer Wasserreichthum, und somit eine etwas geringere Cohäsion der Substanz. Denn die Anziehung zwischen 2 Molecülen oder 2 Molecularschichten ist um so geringer, je kleiner ihr Volumen und je grösser ihr Abstand oder die sie trennende Wasserschicht.

Es werden aber nicht nur im Innern mehr Molecüle eingelagert, sondern dieselben vergrössern sich auch langsamer, lassen also die Wassermenge in gleicher Zeit verhältnissmässig weniger sich vermindern als die neu entstandenen Molecüle, welche sich weiter aussen befinden, weil die Concentration der Lösung von der Peripherie nach dem Centrum hin etwas geringer wird.

Der Wassergehalt nimmt also schon an dem jungen Korn von der Oberfläche nach dem Schichtcentrum hin zu. Allein die Zunahme ist eine allmähige und dem bewaffneten Auge noch nicht sichtbar, weil der grössere Wasserreichthum der innern Masse nur darin besteht, dass mehr junge, aus kleinen Molecülen bestehende Molecularschichten zwischen die ältern und wasserärmeren eingestreut, und dass die Theilchen der letztern selbst noch nicht so mächtig geworden sind, wie näher dem Umfange. Im ganzen Korn werden noch fortwährend die neu entstandenen Molecüle vergrössert, und die Substanz behält ihr dichtes homogenes Ansehen. Denn von kleinen Körnern wird im Verhältniss zur Masse mehr dichte Lösung aufgenommen, weil die Oberfläche dem Quadrat, das Volumen der dritten Potenz des Radius proportional ist, und weil die ganze Masse auf die äussere Flüssigkeit anziehend wirkt: in kleinen Körnern durchströmt ferner die aufgenommene Lösung eine geringere Anzahl von Molecularschichten und wird daher um so weniger erschöpft.

Wenn aber das junge Korn eine gewisse Grösse erlangt hat, so reicht die ins Innere eindringende Lösung nicht mehr hin, um die Molecüle, welche in vermehrter Menge eingelagert werden, auszubilden. Denn einerseits steigert sich die Differenz der Spannung zwischen den peripherischen und centralen Molecularschichten und die Ungleichheit ihrer Krümmungshalbmesser, somit auch die vermehrte Einlagerung von neuen Molecularschichten im Centrum immer mehr. Andererseits vermindert sich das Verhältniss der aufgenommenen Nahrungsflüssigkeit zum Volumen, theils wegen der verhältnissmässig verminderten Oberfläche, theils weil nur der äussere Theil der Masse anziehend einwirkt, und die in das Korn eindringende Lösung hat einen grössern Raum zu durchlaufen. — Es werden daher die Molecüle der im Centrum entstehenden neuen Molecularschichten nur wenig vergrössert. Die in Folge dieses Umstandes eintretende Verminderung der Adhäsion zwischen denselben gestattet den äussern dichten Molecularschichten sich fast ungehindert auszudehnen, und es vergrössert sich demnach durch übermässige Einlagerung rasch die centrale Gruppe von Schichten kleiner unentwickelter Molecüle zu einem sichtbaren Kern.

Wie das junge dichte Korn verhält sich der dichte Kern, wenn ein solcher je in einem Korn sich befindet, denn in ihm wiederholen sich die nämlichen Bedingungen. — In gleicher Weise verhalten sich auch alle dichten Schichten. Die neuen Molecularschichten, welche vorzugsweise in deren Mitte eingelagert werden, bilden nach ihrer Entstehung sofort ihre Molecüle aus, so lange die Nahrungsflüssigkeit dazu ausreicht. Wenn aber die Schicht eine gewisse Dicke erlangt hat, so wird die Spannung zwischen den äussern und innern Molecularschichten so gross, dass in der Mitte eine beträchtliche Menge neuer Molecularschichten entstehen (Pag. 310). Ferner muss mit der Dickenzunahme das Verhältniss der eintretenden dichten Lösung sich etwas vermindern, weil bei gleicher Oberfläche das Volumen grösser wird; und die Molecularanziehung auf die Substanzatome der Lösung, welche diese Wirkung einigermassen aufhebt, nimmt nur bis zu einer gewissen Dicke der Schicht zu, und bleibt sich dann gleich. Die Theilchen der neuen Molecularschichten in der Mitte der ganzen dichten Schicht vergrössern sich also nur langsam. Die Einlagerung solcher sich nicht verdichtender Molecularschichten setzt sich, so bald sie einmal begonnen hat, in wachsendem Verhältniss fort, weil die Adhäsion zwischen ihnen geringer ist, und dem Bestreben der äussern und innern Hälfte, sich von einander zu trennen, einen geringern Widerstand entgegensetzt. So scheidet sich mitten in einer dichten Kugelschale oder in einem Kugelschalentstück eine weiche spaltenförmige Schicht aus, welche sehr rasch zunimmt.

Das Stärkekorn ist von Nahrungsflüssigkeit durchdrungen. Wenn dieselbe auch in ihrer Concentration von aussen nach innen abnimmt, so enthält sie doch selbst im Centrum immer eine beträchtliche Menge Substanz. Denn einerseits wird durch das Flächenwachstum der Schichten fortwährend dichte Lösung mechanisch nach innen geführt; anderseits ist es die Diffusionsströmung, welche stets die Concentration auszugleichen strebt. — Auf die Substanzatome der das ganze Korn durchdringenden Nahrungsflüssigkeit wirken die Molecüle anziehend ein. Die Lösung in den Interstitien zwischen grossen Molecülen ist gesättigter als zwischen kleinen, und die Concentration in einer dichten Schicht und an ihren beiden Oberflächen grösser als in den angrenzenden weichen Schichten.

Von den kleinen unentwickelten Molecülen vergrössern sich demnach unter übrigens gleichen Verhältnissen am schnellsten diejenigen, welche in den dichten Molecularschichten zerstreut liegen und das Flächenwachstum derselben vermitteln, etwas langsamer diejenigen, welche ganze Schichten zwischen dichten Molecularschichten bilden, noch langsamer die Theilchen der den dichten Partien zunächst liegenden weichen Molecularschichten, und am allerlangsamsten die übrigen Molecularschichten der weichen Partien. Diess folgt schon aus der ungleichen Concentration der Lösung, welche die Folge der Molecularanziehungen ist. Die ungleichen Strömungen, welche auf die Vergrösserung der Molecüle einen wesentlichen Einfluss haben, müssen ganz die gleichen Wirkungen hervorbringen, und also diejenigen der Molecularattractionen verstärken. Ich will diesen Punkt, den ich schon oben erörtert habe, hier nicht weiter ausführen.

Von den Molecularschichten des weichen Kerns und der weichen Schichten bilden zuerst diejenigen ihre Molecüle aus, welche den dichten Schichten angrenzen, weil diese letztern auf die Lösung anziehend einwirken, und weil dort die Strömungen am günstigsten sind. Hat aber der Kern oder die weiche Schicht eine gewisse Dicke erlangt, so erstreckt sich die Molecularattraction der angrenzenden dichten Schichten nicht mehr auf den ganzen Raum. Jenseits ihrer Wirksamkeit ist die Lösung concentrirter; es vergrössern sich daselbst die Molecüle rascher. In einer weichen Schicht sind es eine oder einige wenige Molecularschichten genau in ihrer Mitte, welche sich verdichten und den Anfang einer neuen dichten Schicht bilden. Im Kern mag es der Mittelpunkt selbst sein, in welchem die Verdichtung der Substanz beginnt. Weil aber daselbst das Dickenwachstum (d. h. die Einlagerung neuer Molecularschichten) übermässig gesteigert ist, so wird das noch unsichtbare dichte Centrum bald zu einer Hohlkugel. Die Verdichtung hat eine so geringe Mächtigkeit, dass sie in der Regel erst erkannt wird, wenn sie einen Ring mit deutlicher Höhlung darstellt.

Sobald einmal in der Mitte einer weichen Masse die Verdichtung derselben durch Vergrösserung der Molecüle begonnen hat, so muss sie in gesteigertem Maasse fort dauern. Denn die grössern Molecüle lagern leichter Atome an als die kleinern, weil ihre etwas weniger mächtigen Wasserhüllen den in Bewegung befindlichen Atomen einen geringern Widerstand entgegenzusetzen, und weil überdem in den etwas verengerten Interstitien die Strömungen schneller geworden sind.

Die Nahrungsflüssigkeit, welche eine weiche Masse (Schicht oder Kern) durchdringt, dient aber nicht bloss dazu, die Molecüle derselben an der Grenze der dichten Schichten und, wenn sie eine bestimmte Mächtigkeit erlangt hat, auch in einer mittlern Partie zu vergrössern; sondern es müssen fortwährend auch die Theilchen durch die ganze weiche Substanz in geringem Maasse wachsen, weil sie alle mit ernährender Lösung in Berührung sich befinden. Darunter sind es immer die grössern, welche stärker zunehmen. Die weichen Schichten bestehen also selber, wie die dichten, aus ungleich grossen Molecülen, die wahrscheinlich, entsprechend der Reihenfolge ihrer Entstehung, so vertheilt sind, dass die einen Molecularschichten aus kleinen neugebildeten, die andern aus grössern, schon mehr oder weniger entwickelten Theilchen bestehen. Je nachdem die einen oder andern mehr überwiegen, hat die ganze Schicht einen geringeren oder beträchtlicheren Wassergehalt; und der Letztere vermehrt oder vermindert sich, je nachdem während einer gegebenen Zeit das Wachstum der schon vorhandenen oder die Bildung von neuen Molecülen vorherrscht.

Ob nun in einer weichen Schicht sowie im Kern die Zunahme der Molecüle an Zahl oder an Grösse lebhafter sei, und ob somit eine Verdünnung oder eine Verdichtung der Substanz statthabe, muss vorzüglich von den Spannungsverhältnissen abhängen. Wenn auf die Masse weder Zug noch Druck einwirkt, oder wenn sie sich in positiver Spannung befindet, so verdichtet sie sich rasch. Ist sie dagegen einer negativen Spannung ausgesetzt, so hängt es von der Stärke derselben und von der Menge zuströmender Substanz ab, ob mit der Volumenzunahme zugleich eine geringe Verdichtung, ob damit keine Veränderung oder selbst eine Verdünnung verbunden sei.

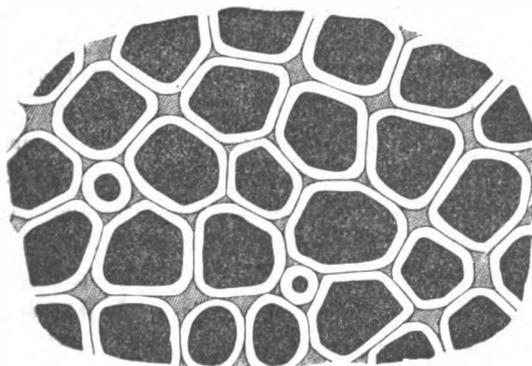
Die dichten Schichten zeigen in der Regel nur geringe Veränderungen. Positive Spannung oder Mangel an Spannung wirken darauf hin, sie eher zu verdichten. Negative Spannung kann dieselben durch Einlagerung zahlreicher neuer Molecüle etwas weicher machen. Dauert die negative Spannung an, so wird, da wo sie am stärksten ist, eine weiche Masse eingelagert. Aber dass sich eine dichte Schicht in ihrer ganzen Mächtigkeit in eine weiche Substanz verwandelt, das ist der Theorie nach unwahrscheinlich und scheint auch in der Wirklichkeit nicht vorzukommen. Denn da die Spannungen in einem Korn nur durch das Wachstum der Molecularschichten, welche die dichte Masse bilden, erzeugt werden, so müssen sie in der dichten Masse selbst ungleich sein, und es muss die negative Spannung an einer Stelle ein Maximum erreichen. Es kann daher nur diese Stelle selbst in weiche Substanz sich umwandeln. — Anders verhält es sich mit den weichen Schichten. Da die negative Spannung, in der sich ihre Theilchen befinden, durch den Zug der einschliessenden dichten Schichten hervorgebracht wird, so müssen sie die Wirkung derselben überall mit ziemlich gleicher Stärke empfinden.

Wenn zwischen 2 concentrischen Molecularschichten eine dritte eingelagert wird, so ist die Stellung der neuen Molecüle durch die Theilchen in den beiden Schichten bedingt. Da das ganze Korn mit einer Gruppe von Molecülen befüllt, und alles Wachstum nur eine wiederholte Zwischenlagerung ist, so müssen die Theilchen in der ganzen Länge eines Radius in bestimmten Beziehungen zu einander stehen, und eine eigenthümliche radiale Anordnung zeigen. Ebenso müssen die concentrischen Molecularschichten eines ganzen Kornes eine analoge Zusammenstellung der Theilchen in der Fläche besitzen, und sich mit Rücksicht auf das Flächenwachstum gleich verhalten.

Wenn nun an einem jungen kugeligen Korn die Molecüle in einer concentrischen Schicht überall eine gleichmässige Vertheilung hätten, und demgemäss auch überall eine gleichmässige Einlagerung stattfände, so müssten die einzelnen Schichten so wie das ganze Korn ihre Kugelform behalten. Diess ist indess nicht der Fall; und bei fast allen Körnern tritt früher oder später eine geringere oder grössere Abweichung von der ursprünglichen sphärischen Form ein. Dieselbe geht aus einer ungleichmässigen Vertheilung der Molecüle hervor, und beweist, dass das Korn, wenn es auch früher eine sphärische Gestalt zeigte, doch in der That nie eine wirklich mathematische Kugel sein konnte. Es ist das sehr begreiflich; denn, wenn auch beim ersten Entstehen des Kornes sich um ein centrales Molecül andere vollkommen gleichmässig vertheilt und zur Kugel anordneten, so müsste die mathematische Regelmässigkeit und Gestalt sogleich durch die Wachstumsprocesse (Vergrösserung der Theilchen und Einlagerung von solchen) gestört werden.

Dagegen lässt sich denken, und es ist aus der Natur der jungen Stärkemolecüle wahrscheinlich (vgl. Pag. 367), dass die Anordnung der Theilchen anfänglich möglichst gleichmässig ist und die Form des jungen Kornes ebenso der Kugel möglichst nahe kommt. Beide Verhältnisse werden zeitlebens die nämlichen bleiben, wenn die Störungen, welche die Wachstumsprocesse nothwendig herbeiführen, immer nur gering sind und wenn sie sich abwechselnd auf alle Seiten vertheilen. Ist aber die Störung beträchtlicher, oder dauert sie längere Zeit an der nämlichen Stelle fort, so erfolgt eine Abweichung von der Kugelgestalt.

Die ungleichmässige Anordnung der Molecüle führt nothwendig ein ungleichmässiges Wachstum herbei, und zwar in der Weise, dass der dichtesten Anlagerung das geringste und der lockersten das lebhafteste Wachstum entspricht. Wenn in einer Molecularschicht die Theilchen so gestellt sind, dass je 3 den Ecken eines Dreieckes entsprechen, so lassen sie einen sehr engen Interstitialraum zwischen sich, in welchem ein neues Molecül wohl nur dann sich einlagern kann, wenn eine bedeutende negative Spannung ihn erweitert, und die Strömung darin verlangsamt. Sind dagegen die Molecüle wie die Ecken eines Viereckes angeordnet, so lagert sich leicht ein neues in das weite Interstitium ein. Dadurch ist aber sogleich die Veranlassung zu wiederholter Einlagerung gegeben; denn sowie das neue Theilchen zwischen den 4 umgebenden zu gleicher Grösse heranwächst, so bildet es wenigstens nach einer Seite hin wie-



der mit 3 andern ein Viereck und einen weiten Interstitialraum. Es wird aber nur von den Beziehungen der ursprünglichen 4 Molecüle zu den sie umringenden abhängen, ob statt eines 2, 3 oder selbst 4 Vierecke und eben so viele grosse Räume entstehen.

Wenn nun in der anfänglichen Kugel dreieckige und viereckige Interstitien ziemlich gleichmässig über die Molecularschichten zerstreut sind, so wird ein ziemlich gleiches Flächenwachsthum auf allen Seiten die Folge sein, und das Korn wird lange kugelig bleiben. Sind aber die grossen und kleinen Interstitialräume ungleichmässig vertheilt, sind die erstern z. B. auf einen grössten Kreis oder auf zwei gegenüberstehende Seiten oder nur auf eine Seite zusammengehäuft, so entfernt sich das Korn bald von seiner kugeligen Form; es wird linsenförmig, länglich oder excentrisch.

Die Abweichung von einer möglichst gedrängten Lage der Molecüle wird also nicht bloss Veranlassung zu eismaliger, sondern zu dauernder Einlagerung und demnach zu dauernd gesteigertem Flächenwachsthum der Molecularschichten. Diese Wirkung wird noch durch den Umstand unterstützt, dass an den Stellen, wo eine grössere Zahl von neugebildeten Molecülen eingelagert wurde, wegen der geringern Substanz- und beträchtlichern Wassermenge die Cohäsion vermindert ist. Wenn daher durch anderweitiges Wachsthum in einem Theile der Molecularschicht eine negative Spannung hervorgerufen wird, so werden, so weit es möglich ist, vorzugsweise jene Stellen mit verminderter Cohäsion ausgedehnt und zur Einlagerung von neuen Theilchen veranlasst.

Daraus erklärt sich einmal die Thatsache, dass, wenn ein Korn die Anlage zeigt, von der Kugelform in einer bestimmten Art abzuweichen, diese Abweichung in der Regel mit dem Wachsthum sich mehr und mehr ausbildet. Diess findet indess nicht ohne Ausnahme statt. In manchen Fällen kehrt das Korn späterhin wieder theilweise zu einer mehr isodiametrischen (oder kugeligen) Form zurück. Es mögen 2 Ursachen dazu mitwirken. In denjenigen Seiten des Kornes, welche früher ein Minimum des Wachstums zeigten, macht sich nach und nach eine stärkere Ausdehnung geltend, indem durch die Einlagerungen selber die weiten Interstitialräume sich vermehren. An den Stellen dagegen, wo lange eine vermehrte Einlagerung stattgefunden hat, kann allmählig die verhältnissmässige Zahl der grossen Interstitien sich wieder vermindern, theils durch eine günstigere Lagerung der Molecüle, theils durch eine beträchtliche Ungleichheit in der Grösse der polyedrischen Theilchen, welche denselben trotz unregelmässiger Stellung dennoch erlaubt, eine ziemlich gedrängte Lage anzunehmen.

Mit dem vermehrten Flächenwachsthum einer Schicht ist eine grössere Weichheit der Substanz verbunden, sowohl wegen der weitem Interstitien als wegen der grössern Zahl kleiner Molecüle. Damit stimmt die Thatsache überein, dass in sehr excentrisch gebauten Körnern die Rindensubstanz am vordern Ende, wo ein äusserst geringes Wachsthum stattgefunden hat, viel dichter ist als die Rinde am hintern Ende, wo während längerer Zeit die Flächezunahme gesteigert war (vgl. Pag. 77, 112, 139, 143).

Die äusserste Molecularschicht des Kornes wird aus der ursprünglichen Moleculargruppe und eine Reihe folgender Molecularschichten (diejenigen die nicht durch Zwischenlagerung entstehen) werden auf gleiche Weise aus der centralen Moleculargruppe gebildet. Von der Anordnung und Beschaffenheit der Theilchen in diesen Molecularschichten hängt das eigenthümliche Wachsthum und die Gestalt des Kornes ab, und muss also weiterhin von der Beschaffenheit der centralen Moleculargruppe bedingt werden. Es ist unmöglich, hier auf detaillirte Verhältnisse einzutreten; ich will bloss auf einige Möglichkeiten aufmerksam machen.

Die Vorgänge im Schichtencentrum können wir uns, wie ich oben schon gezeigt habe, so denken, dass die Moleculargruppe, welche von der innersten concentrischen Molecularschicht eingeschlossen wird, sich durch Einlagerung neuer Molecüle zu einer Schicht ausbildet, während gleichzeitig in ihrem Innern eine neue Gruppe entsteht. Insofern würden also alle Stärkearten mit einander übereinstimmen. Die Differenz bestände nur in einer ungleichen Reihenfolge und in ungleichen Zeitintervallen rücksichtlich der Einlagerung neuer Molecüle. Daraus muss aber eine verschiedene Grösse der Theilchen in der nämlichen Molecularschicht (weil je die ältern die grössern sind), sowie ferner eine ungleiche Anordnung der Molecüle und Interstitien in den Schichten verschiedener Körner erfolgen.

Wenn in der innersten concentrischen Molecularschicht eine Gruppe von 4 oder noch mehr ziemlich gleichzeitig entstandenen und gleichgrossen Theilchen sich befindet, so wird sich dieselbe durch Einlagerung von Molecülen leicht

zu einer neuen Schicht ausbilden, in welcher die Anordnung der Theilchen und der weiten Interstitien über die ganze Fläche eine ziemlich gleichmässige ist. Gruppen, welche aus 1, 2 oder 3 Theilchen bestehen, können das offenbar nicht so leicht. Jene Anordnung möchte daher bei solchen Körnern vorkommen, welche kugelig bleiben. — Wenn die Moleculargruppe im Schichtencentrum aus 3, 4 oder 5 in einer Ebene liegenden Theilchen besteht, so zeigt die concentrische Molecularschicht, welche sie umgiebt und welche aus einer gleichen Gruppe entstanden ist, wohl die grösste Unregelmässigkeit in der Stellung der Theilchen an dem Kreis, welcher dem Rand der Moleculargruppe entspricht. Ein stärkeres Wachsthum am Umfang, das aber erst später sichtbar wird, und die Ausbildung des Kornes zur Linsenform liesse sich demnach wohl begreifen. — Stellen nur 2 Molecüle die centrale Gruppe dar, so treffen die grössten Abweichungen von einer regelmässigen Anordnung der Theilchen in der umgebenden Molecularschicht auf zwei gegenüberliegende Punkte. Hier werden nach und nach Steigerungen in der Einlagerung stattfinden und das Korn sich demzufolge in die Länge strecken. — Ist endlich in der innersten concentrischen Molecularschicht nur ein einziges Theilchen eingeschlossen und es lagern sich neue Theilchen ein, welche mit jenem eine neue Molecularschicht bilden, so ist die Störung in der gleichmässigen Anordnung offenbar einseitig. Die Steigerung des Wachsthums ist ebenfalls einseitig, und der Bau wird excentrisch. Wiederholt sich jener Process in der gleichen Richtung, so ist die Achse des Kornes gerade. Wechselt er aber in verschiedenen Richtungen, so entstehen jene Körner mit gebogenem Verdickungsradius oder mit verschiedenen Verdickungsrichtungen und Schichtensystemen.

Für die Probabilität dieser Anschauung spricht, ohne anderer Gründe zu erwähnen, namentlich auch der eben angeführte Umstand. Wenn aus einer Moleculargruppe, die aus 2, 3, 4 Theilchen besteht, sich durch Zufügung neuer Molecüle eine vollständige Molecularschicht entwickelt, so hat dieselbe 2, 3 oder 4 Stellen (entsprechend den ursprünglichen Theilchen), wo die Anordnung eine andere ist als an ihrer übrigen Fläche. Es ist daher begreiflich, dass die Anlagerung der 2, 3 oder 4 Molecüle in ihrem Innern, welche die neue Moleculargruppe bilden, genau jenen Stellen entspricht. Dem gemäss finden wir, dass bei den Stärkearten, welche nach meiner Vermuthung aus 2-, 3-, 4- oder mehrzähligen Moleculargruppen entstehen, die Schichten einander ohne Ausnahme genau entsprechen, dass die Verdickungsradien immer gerade sind, und dass verschiedene Schichtensysteme in einem Korn gar nicht vorkommen. — Ist dagegen in der innersten Molecularschicht nur ein einziges Theilchen eingeschlossen, wie ich es für die excentrisch gebauten Stärkekörner angenommen habe, und dieses primäre Theilchen wird durch Hinzutreten von 11 oder mehr andern zu einer vollständigen Schicht, so befindet sich dasselbe zwar in der Regel auf derjenigen Seite, wo das primäre Molecül der vorhergehenden Schicht liegt. Allein es ist offenbar, dass hier viel leichter Abweichungen möglich sind; denn ein einzelnes Molecül wird viel weniger energisch in seiner Lage festgehalten als ein Complex von mehreren. Dem entsprechend kommt es denn auch bei den excentrischen Körnern nicht selten vor, dass äussere und innere Schichten nach ungleichen Richtungen hin verdickt sind.

Wir können also die Hauptverschiedenheiten der Stärkekörner auf die Beschaffenheit der centralen Moleculargruppe zurückführen. Auch für eine gleiche Herleitung der untergeordneten Differenzen, der verschiedenartigen Störungen im regelmässigen Bau und der Bildung von neuen Schichtencentren und Theilkörnern ist die Möglichkeit gegeben. Sie erfordert aber eine detaillirte Vorstellung über die Form, Grösse und Anordnung der Molecüle, die jetzt noch nicht möglich oder jedenfalls allzu problematisch ist. Dagegen scheint es der Mühe werth, noch die Frage über die Ursachen der spezifischen Verschiedenheiten der Stärkekörner zu berühren. Wenn wir bedenken, dass dieselben im ganzen Pflanzenreiche, abgesehen von ungleichen Verhältnissen der Granulose und Cellulose sowie der Substanz und des durchdringenden Wassers, ganz die gleiche chemische Zusammensetzung zeigen und dass sie namentlich so viel als vollständig rein (ohne fremde Einlagerungen) sind, wenn wir ferner bedenken, dass das Wachsthum im Innern stattfindet, wo vielleicht nur die Beschaffenheit der Substanz selbst, weniger aber die äussern Verhältnisse, z. B. die physikalische und chemische Natur des Zelleninhaltes von maassgebendem Einfluss sind, — so muss in der That die Wahrnehmung überraschen, dass so zu sagen keine Pflanzenart in der Beschaffenheit ihrer Stärkekörner mit einer andern übereinstimmt.

Indessen können, wie ich nachzuweisen suchte, und wovon die Möglichkeit nicht geläugnet werden kann, alle Verschiedenheiten in Gestalt und Bau aus der verschiedenen Beschaffenheit der ursprünglichen Moleculargruppe, aus welcher

ein Korn entsteht, hergeleitet werden. Man müsste zwar jedenfalls eine fortwährende direkte Einwirkung der Zellflüssigkeit auf das wachsende Stärkekorn annehmen, wenn Granulose und Cellulose aus 2 verschiedenen löslichen Verbindungen entstünden, welche in ungleicher Menge geboten würden. Allein diess ist nicht wahrscheinlich; und ohne allen Zweifel geschieht die Differenzirung der Granulose und Cellulose erst im Innern des Kornes unter dem Einfluss der daselbst wirkenden Kräfte.

Die primäre Moleculargruppe, welche sich später durch Wachstum im Innern zu einem Korn ausbildet, entsteht unter dem Einfluss der umgebenden Lösung. Die organischen Flüssigkeiten aber sind, soweit wir sie kennen, vorzüglich durch die ungleichen Mengen der nämlichen löslichen Verbindungen, zum Theil auch durch die ungleichen Verbindungen selbst, die sie enthalten, verschieden. Wie von den Stärkekörnern können wir von ihnen sagen, dass sie nicht in 2 Pflanzenarten gleich sind; und wie die Flüssigkeiten müssen auch die Bewegungen ihrer Theilchen spezifisch verschieden sein, da dieselben von dem Verhältniss der gelösten Substanzen, sowie von den chemischen und physicalischen Processen bedingt werden. — Die Vereinigung eines Atoms der Lösung mit einem andern oder mit einem Molecül muss nun zwar unter allen Umständen in gleicher Weise erfolgen. Allein die verschiedenen Bewegungen der Flüssigkeitstheilchen werden die Ursache sein, dass die Anlagerungen der Atome sich rascher oder langsamer, in gleicher oder ungleicher Richtung wiederholen. Diese räumlichen und zeitlichen Verhältnisse lassen schon mit Rücksicht auf die Entstehung eines Molecüls und somit auf die Anordnung der Atome an demselben eine unendliche Menge von Modificationen zu. Eine andere unendliche Reihe von Modificationen gestattet das Zusammentreten der Molecüle zu der primären Gruppe.

Wir können also mit Grund sagen, dass nicht 2 der ursprünglichen Moleculargruppen, aus denen ein Stärkekorn hervorgeht, selbst in dem gleichen Pflanzenorgan vollkommen identisch sind. Die Differenzen bewegen sich zwar ebenfalls in unendlich kleinen Verhältnissen; allein dadurch, dass ein auch unendlich kleines Verhältniss dauernd auf einen Wachstumsprocess einwirkt, wird sehr bald eine endliche und bemerkbare Grösse hervorgebracht. Ich erinnere an das oben angeführte Beispiel (Pag. 319), wonach 2 Parteien von gleicher Grösse, von denen die eine in 1008 auf einander folgenden Perioden immer auf 1000 Theilchen je 1, die andere auf 1000 je 18 einlagert, so ungleich werden, dass die eine 1700000mal die andere an Volumen übertrifft, und dass das nämliche Resultat auch dann erzeugt wird, wenn in 63 Perioden die eine Partie auf 1000 Theilchen 19, die andere 327 aufnimmt. Alle Differenzen der Stärkekörner, mit Ausnahme des in seinen Ursachen noch unerklärbaren Verhältnisses von Granulose und Cellulose, sind lediglich quantitativer Art, und bewegen sich meist in viel engeren Grenzen als das vorhin angeführte Beispiel. Sie lassen sich daher aus den quantitativen Verschiedenheiten der ursprünglichen Moleculargruppen ohne weitere Beihülfe herleiten.

Ich habe oben angenommen, dass die Beschaffenheit der Zellflüssigkeit bloss auf die Bildung der anfänglichen Moleculargruppe bestimmend einwirke, um zu zeigen, dass auch für diesen Fall die Wachstumserscheinungen vollkommen aus ihr erklärt werden können. Indess ist es wahrscheinlich, dass die Zellflüssigkeit nicht bloss im Anfang, sondern fortwährend auf das Wachstum influenzirt. Wenn auch die chemische Analyse nichts davon zeigt, so muss doch die das Korn durchdringende Lösung nicht bloss die Substanz, die sich in Stärke umwandelt, sondern alle löslichen Verbindungen der umgebenden Flüssigkeit in grösserer oder geringerer Menge enthalten. Es üben also die spezifischen Bewegungen der Flüssigkeitstheilchen immerfort ihren Einfluss auf die Bildung der Molecüle aus. Diess möchte namentlich für die Erklärung der Thatsache, dass die eingeschlossenen Theilkörner immer sich zu dem nämlichen Typus wie das ganze Korn entwickeln, nicht ohne Wichtigkeit sein.

XI. Vorkommen der Stärkekörner.

Da die Stärkekörner und die Zellmembranen aus zwei chemischen Verbindungen bestehen, welche in verschiedenen Verhältnissen sich mit einander mischen, so haben wir einerseits den chemisch-physiologischen Gegensatz von Gebilden, die vorherrschend Granulose oder Cellulose enthalten, und anderseits den morphologischen Gegensatz von Körnern und Membranen. — Selten beobachtet man in den Pflanzen eine wie es scheint gelöste Substanz, welche durch Jod sich blau, violett und kupferroth färbt, und die ohne Zweifel zur Stärke (Granulose) gehört. Dagegen kommt Stärkekleister wohl nirgends in lebenden Organismen vor, und jedenfalls müsste derselbe aus Körnern entstanden sein.

Die Amylumkörner treten immer als Reservennahrung auf, indem sie nach einiger Zeit in der gleichen oder in der folgenden Vegetationsperiode wieder aufgelöst, und an der nämlichen Stelle oder an einer andern zu Neubildungen verwendet werden. Ihre Menge steht daher mit Rücksicht auf eine bestimmte Menge von Reservennahrung, die ein Pflanzentheil bildet, im umgekehrten Verhältniss zu andern Stoffen gleicher Bedeutung, namentlich zu Oel, Cellulose, Inulin und Pektinkörpern.

Im Pflanzenreiche haben die Stärkekörner eine sehr allgemeine Verbreitung; sie mangeln indess den Pilzen, Diatomaceen, Chroococcaceen, Nostochaceen und manchen andern Zellenpflanzen, wie es scheint selbst einigen Gefässpflanzen gänzlich. Auch kommen sie in einjährigen nicht grünen Pflanzentheilen, aus denen keine andern Theile hervorgehen, entweder nicht oder nur spärlich vor. Die durch Chlorophyll grünen Gewebe dagegen besitzen fast alle eine mässige oder geringe Menge von Stärke. Diejenigen Pflanzentheile, welche neue Organe erzeugen, lagern oft grössere Quantitäten von Amylum in ihre farblosen Partien, die nicht unmittelbar an der Oberfläche liegen und weder allzujung noch zu alt sind, ein. Dabin gehören namentlich die unterirdischen Theile der ausdauernden krautartigen Pflanzen, welche alle reichliche Reservennahrung enthalten und wo die Stärkekörner selten ganz mangeln, — ferner die Stämme und Aeste, zum Theil auch die Wurzeln der Bäume und Sträucher, wo in dem Mark, in den Markstrahlen und in den Holzzellen bis auf ein bestimmtes Alter dieser Theile und namentlich in der Nähe der Blätter fast immer eine geringe, zuweilen eine bedeutende Menge von Amylum vorkommt, — endlich das Mark diessjähriger Stengeltriebe, die Blütenböden und Samenträger.

In den Samen ist das Vorhandensein oder der Mangel der Stärkekörner viel genauer geschieden als in den übrigen, Reservennahrung enthaltenden Pflanzentheilen. Meist stimmen hierin alle Gattungen einer Ordnung mit einander überein (diess gilt für $\frac{11}{12}$ der natürlichen Familien); seltener verhalten sich die Gattungen der gleichen Ordnung, noch seltener die Arten der nämlichen Gattung ungleich. Bei der grossen Mehrzahl der Phanerogamen (etwa bei $\frac{4}{5}$ der natürlichen Familien und etwa bei $\frac{9}{10}$ aller Gattungen kom-

men keine Stärkekörner in den Samen vor. Von den Gymnospermen sowie von den Monocotyledonen hat ungefähr die Hälfte (der Familien und Gattungen) stärkehaltige, die andere Hälfte stärkefreie Samen. Von den Dicotyledonen hat etwa $\frac{1}{6}$, von den Gamopetalen nur $\frac{1}{14}$ der Familien und ein noch viel kleinerer Bruchtheil der Gattungen Amylum.

Wo Stärkekörner in den Samen vorhanden sind, schliessen sie meistens andere Reservenernährung fast ganz aus. Besitzen die amyllumreichen Samen ein Albumen, so ist der Embryo mit wenigen Ausnahmen ölbaltig und ohne Stärkekörner. Sind sie eiweisslos, so ist das Amylum in den Cotyledonen enthalten, indess in den Zellen der Radicula und Plumula meist nur Oel vorkommt. — Wenn die Gattungen der gleichen Ordnung sich ungleich verhalten, so sind es in der Regel diejenigen mit grossen Samen, welche Stärkekörner besitzen, indess die kleinsamigen derselben ermangeln.

Den ruhenden Sporen der Cryptogamen mangelt die Stärke meistens. Sind zweierlei (ruhende) Sporen vorhanden, so verhalten sie sich in der Regel mit Rücksicht auf Vorkommen oder Abwesenheit des Amylum gleich. — Die Pollenkörner der Phanerogamen sind ebenfalls in ihrer grossen Mehrzahl stärkefrei.

Berücksichtigen wir die Entwicklung der ganzen Pflanzen, so tritt die Stärkebildung immer in einem gewissen Entwicklungsstadium des Gewebes ein und verschwindet in einem gewissen Alter wieder daraus. Sie zeigt daher ähnliche Wanderungen wie das Pflanzenleben überhaupt. Aus den Seitentheilen von begrenzter Dauer wird vor deren Absterben das Amylum wieder aufgelöst und dem Hauptorgan zugeführt, aus den Blättern in die Aeste und Stämme, aus den krautartigen Stengeln in die Wurzelstöcke. In den perennirenden Pflanzentheilen (Stämmen, Wurzelstöcken, Wurzeln) schreitet Bildung und nachherige Auflösung der Stärke nach der Peripherie und nach den vegetirenden Enden hin fort.

Zuweilen zeigen alle auf einander folgenden Pflanzentheile (Organe, Gewebe, Zellen) Stärkebildung; zuweilen werden einzelne übersprungen. Namentlich ist ein Unterbruch bemerkenswerth, welcher häufig beim Uebergang in die Vegetationsruhe stattfindet, sei es dass das Amylum in demjenigen Theil, welcher in latentes Leben übergeht, zwar zuerst vorhanden ist, nachher aber verschwindet und einer andern Reservenernährung (vorzüglich fettem Oel) Platz macht; sei es dass die Stärkebildung nicht bis zu Ende fort-dauert, sondern vorher schon aufhört. So kann bei der Fortpflanzung der Phanerogamen die Stärkebildung bis in die Fruchtknotenwandung, in den Samenträger, den Samenmantel, die äussere oder innere Eihülle, in das Endosperm oder bis in den Embryo sich erstrecken; und die Stärke kann im Embryo, Endosperm, Exosperm, in den Samenhäuten oder im Samenmantel, wo sie sich bilden, angehäuft bleiben oder wieder daraus verschwinden.

Die unterirdischen Theile enthalten meistens zugleich einfache und zusammengesetzte Körner, welche oft in gleicher Menge unter einander gemischt sind; zuweilen wiegen die einen oder andern vor; selten schliessen sie sich ganz aus. Dabei bestehen die zusammengesetzten Körner aus um so weniger Theilkörnern, je mehr sie selber der Zahl nach zurücktreten. Bilden sie die Mehrzahl der Körner, so enthalten sie meist bis auf 10 und 12 Theilkörner. Sind sie fast ausschliesslich vorhanden, so können sie bis auf 20, in Ausnahmefällen bis auf 200 und 500 Theilkörner haben. Die Theile der zusammengesetzten Körner sind bald gleich, häufiger aber ungleich gross. — Die einfachen Körner gehören wahrscheinlich nie einem centrisch-geschichteten Typus an; in den meisten Fällen lässt sich der excentrische Bau

nachweisen oder plausibel machen. Bei nah verwandten oder den gleichen Arten sind die einfachen Körner in der Regel um so grösser, je zahlreicher sie im Verhältniss zu den zusammengesetzten vorkommen. Nimmt ihre Zahl sehr ab, so erreichen sie eine geringere Grösse und zeigen einen weniger deutlich ausgebildeten Bau.

Die oberirdischen Theile (Rinde, Mark, Holz, Blätter, Blütenboden, Fruchtwandung) schliessen sich im Wesentlichen an die unterirdischen Theile an. Doch sind, mit wenigen Ausnahmen, die Stärkekörner in ihnen kleiner und weniger entwickelt. Die zusammengesetzten Körner bestehen aus wenigen Theilkörnern und die einfachen lassen oft keinen bestimmten Bau erkennen.

In den vegetativen Organen, wohin ich alle mit Ausschluss der Samen rechne, ist überhaupt die Stärkebildung weniger constant und varirt bei der nämlichen Pflanze oft zwischen ziemlich weiten Grenzen. Desswegen weichen auch nah verwandte Pflanzen nicht selten sehr von einander ab und können durch die Stärkekörner leicht von einander unterschieden werden, indess sich in der Regel zwischen ganzen Ordnungen kein charakteristischer Unterschied angeben lässt.

In den Samen kommen alle Formen von Amylumkörnern vor; im Allgemeinen überwiegen bei denselben sehr beträchtlich die einfachen Körner mit centrischer Schichtung und die zusammengesetzten mit zahlreichen gleichgrossen Theilkörnern. — Das Endosperm hat entschieden Neigung zu zusammengesetzten, aus sehr vielen (meist aus vielen tausend) Theilen bestehenden Formen. Weniger zahlreich sind die einfachen Körner mit centraler Schichtung vertreten; solche mit excentrischem Bau kommen hier nur selten vor. — In den Samenlappen dagegen sind die einfachen Körner etwas häufiger, bald mit centrischem, bald mit excentrischem Bau; erstere scheinen indess vorzuherrschen. Die zusammengesetzten Formen bestehen gewöhnlich aus wenigen (2—8), nur ausnahmsweise aus 40 und 200 Theilkörnern. — Wenn das Albumen und die Cotyledonen zugleich stärkehaltig sind, so zeigen sie die nämliche Amylumbildung.

Die Stärkekörner in den Samen, namentlich in den Sporen und im Endosperm, zeigen eine sehr grosse Constanz und variiren nur innerhalb ziemlich enger Grenzen. Sehr häufig kommen bloss einfache oder bloss zusammengesetzte Formen mit einander vor; in den Cotyledonen jedoch findet man sie nicht selten vereinigt. — Oft stimmen alle Gattungen einer natürlichen Ordnung genau mit einander überein. Zuweilen indess zeigt sich ein Unterschied zwischen den Gattungen, und zwar gewöhnlich dann in der Art, dass sich dieselben nach der Stärkebildung in natürliche Gruppen scheiden.

Die Stärkekörner bestehen aus Granulose und Cellulose (Pag. 181, 209), wie so manche Zellmembranen. Ueber das Vorkommen dieser beiden Verbindungen habe ich bereits oben gesprochen (Pag. 210). Es scheint nicht, dass einer Pflanze oder auch nur einer Zelle das Vermögen abgesprochen werden könne, die eine oder die andere zu erzeugen. Denn Cellulose kommt wohl sicher in allen Stärkekörnern und nach deren Analogie ohne Zweifel in geringer Menge auch in denjenigen Membranen vor, welche durch Jod und Wasser schön blau gefärbt werden. Für Granulose ist die allgemeine Verbreitung zweifelhafter; sie findet sich in allen Amylumkörnern und in vielen Zellmembranen, während in der Mehrzahl der Letztern sie bis jetzt nicht nachgewiesen werden kann, was aber vielleicht eher auf eine verhältnissmässig sehr geringe Betheiligung als auf einen gänzlichen Mangel deutet.

Wenn wir annehmen dürfen, dass Granulose und Cellulose von allen Zellen gebildet werden, so ergiebt sich dennoch für Pflanzen, Organe und einzelne Zellen eine grosse Verschiedenheit und eine unendliche Abstufung betreffend die relativen Mengen derselben, indem zwischen denjenigen Theilen, welche fast ausschliesslich die Eine oder die An-

dere hervorbringen, alle Uebergänge vorkommen. — Eine andere Differenz, wiewohl ausschliesslich physiologischer Natur, besteht darin, ob die beiden Verbindungen (Granulose und Cellulose) innerhalb der erzeugenden Flüssigkeit selbst sich organisiren und demgemäss die Form von Körnern annehmen (Stärkebildung), oder ob sie, von dem Primordialschlauch ausgeschieden, sich zu einem flächenförmigen Gebilde gestalten und als vegetabilische Membranen auftreten (vgl. Pag. 329).

Wir haben also den doppelten Gegensatz, 1) den chemisch-physiologischen von Gebilden, die aus ungleichen Verhältnissen von Granulose und Cellulose bestehen, und 2) den morphologischen von Körnern und Membranen. Der erstere ist relativ mit allen möglichen Uebergängen und ohne feste Grenzen, der zweite absolut mit scharfer Abgrenzung der beiden Begriffe. Die zwei Gegensätze kreuzen sich vielfach und stehen nur insofern in gewisser Beziehung zu einander, als die Körner viel häufiger aus überwiegenden Mengen von Granulose, die Membranen viel häufiger aus überwiegenden Mengen von Cellulose gebildet sind. Die beiden Gegensätze verhalten sich im Thierreiche wie im Pflanzenreiche.

Ueber das Vorkommen von löslicher Stärke in den Pflanzen habe ich schon früher gesprochen (Pag. 177). Sichere Beobachtungen liegen nur für einige Samen vor, welche keine Stärkekörner enthalten (von mehreren Papilionaceen, *Peganum Harmala* Lin., *Capparis*, *Orobanche*, *Elatine*, *Empetrum*, *Fagonia*). Von einem Theil dieser Samen ist durch Beobachtung nachgewiesen, dass sie im unreifen Zustande Stärkekörner enthielten. Für ein allgemeines Vorkommen löslicher Stärke in denjenigen Pflanzentheilen, wo sich Körner bilden, sind dagegen keine Thatsachen bekannt (vgl. Pag. 178). — Wenn ich von löslicher Stärke spreche, so muss ich dabei an das erinnern, was ich über Löslichkeit sagte (Pag. 172), indem es immerhin unausgemittelt bleibt, ob wir es mit einer wirklich gelösten oder mit einer Substanz von äusserster mechanischer Vertheilung zu thun haben. Ferner muss ich bemerken, dass hier unter Stärke eine Substanz verstanden wird, welche durch Jod unmittelbar sich blau, violett und kupferroth färbt. Diese Reaction deutet wohl sicher auf Granulose; die gleichzeitige Anwesenheit von Cellulose ist zwar wahrscheinlich, aber nicht sicher. Ueberhaupt bleibt es unausgemittelt, ob Cellulose ebenfalls im gelösten oder sehr fein zertheilten Zustand vorkomme oder nicht, wenn wir nicht etwa einige halbflüssige aus dieser Verbindung bestehende Pflanzenschleime hierher rechnen wollen.

Münter (Bot. Zeit. 1845, Pag. 200) giebt an, in 2 ungenannten Süsswasseralgen formlose Stärke gefunden zu haben; der flüssige Inhalt habe sich durch wässrige Jodlösung blau gefärbt. Ich kann dazu weiter nichts bemerken, als dass eine ähnliche Erscheinung mir bei meinen zahlreichen microscopischen Untersuchungen an Süsswasseralgen nie vorgekommen ist. Nur an keimenden Sporen von *Oedogonium* wurde von Jod zuweilen eine violette oder blauviolette Färbung innerhalb der Membran hervorgebracht. Es schien, als ob die Flüssigkeit gefärbt wäre; Durchschnitte durch die Zellen zeigten aber, dass eine wasserreiche zwischen der eigentlichen Membran und dem Primordialschlauch befindliche Cellulose gebläut war. Andere Algen, die ein orangefarbenes Oel enthalten, färben sich durch Jod blaugrün.

Mohl (Veg. Zelle 48) sah wiederholt, namentlich bei *Zygnema*, aber auch in der Kartoffel und bei andern Phanerogamen, dass der Saft einzelner Zellen mit Jod eine weinrothe Farbe annahm. Er schliesst daraus aber nicht auf die Anwesenheit von Stärke. — Ich kann hinzufügen, dass zuweilen bei Algen (besonders bei *Zygnemaceen* und *Desmidiaceen*, und vielleicht am meisten bei der Gattung *Zygnema*, *Zygogonium* und *Mougeotia*) einzelne Zellen ohne Zusatz von Jod eine braunrothe, kupferrothe und weinrothe Färbung zeigen. Ich war immer geneigt, diese Erscheinung als die erste krankhafte Veränderung zu betrachten, welche später in die braune und oft fast schwarze Farbe des absterbenden Inhaltes übergehe.

Schacht (Pflanzenzelle Pag. 39) giebt an, einen dünnen sehr verzweigten Fadenpilz gefunden zu haben, der sich durch Jod schön blau färbte; woraus er geneigt ist den Schluss zu ziehen, dass das Stärkemehl im formlosen (er sagt nicht ob gelöstem oder kleisterartigem) Zustande vorhanden war.

Nach Schleiden (Grundzüge, 3. Aufl. I, 181) sollen bei einigen Pflanzen die Zellen formlosen Stärkekleister enthalten, nämlich in den Samen von *Cardamomum minus*, in den Wurzelstöcken der *Carex arenaria* und in der *Sassaparille*. Nach demselben (Flora 1840, Pag. 740) kommt in den Orchisknollen am Anfang und am Ende der Vegetationsperiode, nicht aber in der mittlern Periode Stärkekleister vor. Er verwahrt sich vor der naheliegenden Annahme, die Umwandlung der Stärke in Kleister möchte etwa Folge des Trocknens am Feuer oder sonst äusserer Einflüsse sein. In

den Wurzelstöcken von *Smilax sassa-parilla* und *Carex arenaria*, sowie in den Knollen von *Orchis militaris* und *mascula*, von denen *Carex* und *Orchis* im frischen und getrockneten Zustande untersucht wurden, fand ich bloss Körner, keines Kleister. Dagegen sah ich im Wurzelstocke von *Curcuma longa* die Zellen ganz mit Stärkekleister gefüllt (Taf. XXII, Fig. 16), was mir daher zu rühren schien, dass die Waare am Feuer getrocknet sein mochte. Ob diess ebenfalls für alle von Schleiden angeführten Fälle wahrscheinlich sei, will ich nicht entscheiden; es könnte eine ähnliche Erscheinung auch etwa von gelöster Stärke hervorgebracht werden. Wenigstens wird das Vorkommen des Stärkekleisters in der lebenden Pflanze durch zwei Thatsachen sehr zweifelhaft. Erstlich sind die Bedingungen, um die Stärkekörner kleisterartig sich verändern, d. h. um sie aufquellen zu lassen, nämlich Siedhitze, starke Säuren und Alkalien für die Pflanze tödtlich. Zweitens gehen, wenn die Stärkekörner in Folge verschiedener Ursachen in lebenden Geweben aufgelöst werden, der Auflösung in der Regel keine und in abnormalen Fällen nur sehr geringe Quellungserscheinungen voraus.

Ich möchte den Ausdruck »formlose Stärke« ganz verbannen; er hat immer etwas unklares und ist physiologisch ganz unbrauchbar. Eine Zelle kann auf dreierlei Weise mit Jod eine gleichmässige blaue Färbung im Innern zeigen, 1) wenn die Flüssigkeit, 2) wenn eine kleisterartige Substanz, 3) wenn eine innerste Membranschicht reagirt. Ich sah alle drei Fälle, und zwar in so täuschender Aehnlichkeit, dass nur verschiedene Mittel (wie Zerschneiden der Zellen etc.) über die wahre Natur Aufschluss geben konnten. Nach dem gewöhnlichen Sprachgebrauch hätte Alles als formlose Stärke bezeichnet werden müssen.

Die Stärkekörner mangeln bei den verschiedenen Ordnungen der Pilze und bei mehreren Gattungen, die jetzt noch gewöhnlich zu den Algen oder Flechten gestellt werden und die eigentlich zu den Pilzen gehören (*Fermentaria* oder Gährungspilz, *Sarcina*, *Hygroscopicus*, *Leptomit*, *Achlya*, *Saprolegnia*, *Opegrapha*, *Pyrenotheca*, *Arthonia*, *Verrucariae spec.*), ferner bei den *Chroococceen*, *Nostochaceen* (*Nostocaceae*, *Oscillariaceae*, *Rivulariaceae*, *Scytonemaceae*, *Stigonemaceae*), *Diatomaceen*. Die übrigen Algen enthalten mehr oder weniger Stärke, so namentlich die *Palmellaceen*, *Desmidiaceen*, *Zygnemaceen*, *Siphonaceen*, *Confervaceen* etc. Es wäre jedoch möglich, dass sie in einzelnen Gattungen und selbst in ganzen Ordnungen gar nicht vorkäme. So habe ich sie nie bei *Chroolepus* finden können, und ich war früher geneigt, diese Gattung wegen ihres Mangels an Chlorophyll und Stärke zu den Pilzen zu stellen, was indess wohl unrichtig ist. Ferner habe ich keine Stärke gefunden bei *Porphyridium* (*Palmella cruenta*), *Bangia*, *Porphyra*, bei den *Batrachospermaceen*, *Lemnaceen*, *Corallineen*. Auch bei den *Fucoideen* und *Florideen* tritt die Stärkebildung sehr zurück, und in den meisten Gattungen derselben (namentlich der erstgenannten Gruppe) ist es unmöglich, *Amylum*-Körner nachzuweisen. Bei den wahren Flechten kommen dieselben ausschliesslich in den Gonidien vor, und mangeln auch hier zuweilen. — Die *Characeen*, *Moose*, *Gefässcryptogamen* und *Phanerogamen* bilden fast alle ohne Ausnahme Stärkekörner in grösserer oder geringerer Menge, aber nicht in allen Organen und nicht zu jeder Zeit. *Monotropa Hypopitys* gehört nach Schacht (*Lehrbuch der Anat. und Phys.* I, Pag. 56) zu denjenigen Gewächsen, welche überhaupt kein *Amylum* erzeugen.

Aus diesen Thatsachen geht hervor, dass die Stärke im Pflanzenreiche zwar allerdings ein sehr allgemeines Vorkommen hat, aber durchaus nicht zu dem unbedingten Ausspruch von Schleiden, Schacht und Andern berechtigt: Stärke sei der verbreitetste Stoff im Pflanzenreiche. Sie wird in dieser Beziehung von mehreren andern Stoffen übertroffen.

Die Stärkekörner sind ausschliesslich Reservahrung; wir finden sie daher in Pflanzentheilen, welche sich ablösen und mittelbar oder unmittelbar zur Fortpflanzung dienen, ferner in ausdauernden Pflanzentheilen, welche sich nicht ablösen und die in der folgenden Vegetationsperiode die neuen Triebe ernähren, und endlich in einjährigen Theilen. In denen die Stärke schon während der nämlichen Vegetationsperiode aufgelöst und für Neubildungen im gleichen oder einem andern Organ verwendet wird. — Zu den sich ablösenden und zur Fortpflanzung dienenden Pflanzentheilen, welche Stärke enthalten, gehört eine geringere Zahl von Sporen, wenige Pollenkörner, eine verhältnissmässig geringe Zahl von Samen der *Phanerogamen*, einige Brutkörner und Brutknollen von *Zellencryptogamen*, manche Brutzwiebeln, Brutknospen und Knollen der Gefässpflanzen und wenige Früchte. — Unter den sich nicht ablösenden ausdauernden Pflanzentheilen sind zu nennen viele Wurzelstöcke und Wurzeln, die Rinde der Stammtheile (innerhalb der Epidermis

oder der Borke), das Mark vorzüglich im jüngern Zustande, das jüngere Holz und die Markstrahlen, die Blätter von immergrünen Bäumen und Sträuchern und die Knospen. — Die einjährigen Theile, welche meistens jedoch spätere Stärke enthalten, sind wenige Wurzeln, die Blätter und die meisten grünen Theile der niederen Pflanzen, Mark und Rinde mancher Stengeltheile, viele fleischigen Blütenböden, manche Fruchtwandungen und Samenträger.

Die unterirdischen (nicht grünen) Pflanzentheile enthalten häufig Stärkekörner, vorzüglich wenn sie verdickt sind (Wurzeln, Wurzelstöcke, Stengelbasis, Schuppen) und wenn sie krautartigen ausdauernden Gewächsen angehören. So findet man in verdickten Organen oft grosse Mengen von Stärke, während sie in schwächleren bei den gleichen oder verwandten Arten nur spärlich vorkommen. Unter den Borragineen z. B. haben nur die verdickten Wurzelstöcke von *Symphytum tuberosum* Lin. und die Knollen von *Symphytum bulbosum* Schimp. reichlich Amylum; — von Papilionaceen vorzüglich die Knollen von *Orobus tuberosus* Lin., die verdickten Wurzeln von *Orobus albus* Lin., die Knollen von *Apios tuberosa* Moench.; — von Caryophylken nur die Knollen von *Stellaria bulbosa* Wulfen. — Zur Stärkebildung scheinen ferner namentlich die verdickten schuppenförmigen Blätter Neigung zu haben. Desswegen findet man reichliche Stärke in den Zwiebeln (eine Ausnahme macht *Allium*), in den Schuppen der unterirdischen Theile von Gesneraceen, von *Lathraea*, *Saxifraga granulata* Lin., *Dentaria*, *Oxalis*. — Oft enthalten die unterirdischen Theile mehrjähriger Pflanzen viel Stärke, während diese bei den einjährigen ganz oder fast ganz mangelt (so z. B. bei den Solanaceen, Geraniaceen etc.), — und andererseits können die unterirdischen Theile mehrjähriger krautartiger Gewächse reichliche Mengen von Amylum besitzen, während die Wurzeln von Bäumen und Sträuchern keine oder wenig aufweisen.

In den äussern Zellschichten der unterirdischen Theile, namentlich wenn sie die Borke bilden, mangeln die Stärkekörner; dann folgen zunächst kleine und spärliche, weiter nach innen aber zahlreichere und grössere Körner; so in den Knollen von *Solanum tuberosum* Lin., *Tropaeolum tuberosum* R. P., *Orchis*, in den Wurzelstöcken von *Canna*, *Marranta*. Zuweilen nimmt aber die Stärke nach dem Centrum wieder ab, wie das bei *Solanum* und *Tropaeolum* der Fall ist. — Das Amylum kommt nur im Parenchym vor; in den Gefässbündeln mangelt es, und in den verlängerten Parenchymzellen, welche den Uebergang von den Gefässbündeln zum isodiametrischen Parenchym bilden, findet es sich nur spärlich.

In den oberirdischen Pflanzentheilen, welche assimiliren und durch Chlorophyll gefärbt sind, kommen in der Regel geringe oder mässige Mengen von Stärke vor, und zwar von den einfachsten bis zu den höchsten Gewächsen. Doch giebt es davon wenige Ausnahmen, wo das Amylum ganz mangelt; dahin gehören z. B. mehrere grüne Zellschichten unter der Epidermis des Stengels von *Cereus variabilis* Pfeiff., einige Moose, alle Fucoideen, Batrachospermaceen und Lemnaceen (insofern der Farbstoff der letztern 3 Ordnungen Chlorophyll ist). — In den Pflanzentheilen, welche assimiliren und durch eine andere Verbindung als Chlorophyll tingirt sind, fehlt die Stärke vollständig, oder ist jedenfalls auf äusserst geringe Mengen reduziert, so in den Chroococcaceen und Nostochaceen, in den Diatomaceen, Florideen, Corallineen, sowie in den rothen Gattungen der übrigen Algen.

Das durch Chlorophyll gefärbte Parenchym ist in der Regel mit einer oder auch 2 Schichten von Epidermiszellen und bei mehrjähriger Dauer meist mit mehreren oder vielen Schichten von Borkezellen bedeckt, welche keine Stärke enthalten. Dagegen besitzen die in der Epidermis befindlichen Hautdrüsenzellen gewöhnlich mehr oder weniger Amylum. — Die nicht assimilirenden und nicht grünen oberirdischen Theile der Gefässpflanzen sind ganz oder beinahe stärkeelos, wenn sie eine kurze Dauer haben und wenn aus ihnen nicht neue Theile hervorgehen; so die appendiculären Organe, die Blumenblätter etc. Andere nicht grüne Theile dagegen theils von längerer Dauer theils namentlich wenn aus ihnen Neubildungen entspriessen, zeigen häufig Stärke; in grösster Menge das Mark einiger Bäume (Palmen, Cycadeen) und zwar besonders in dem obern, der Blattkrone genäherten Theil des Stammes. Das Mark der jährigen Zweige von Bäumen und Sträuchern ist oft ganz, oft nur im äussern Theil mit Amylum gefüllt; später mangelt es hier. Dagegen findet es sich dann in den Zellen des Holzes und zwar namentlich des Splintes, jedoch meist in geringer Menge, und etwas reichlicher in den Markstrahlen, während die Gefässe nie welches enthalten. In den Stammtheilen mit verlängerten Internodien sind es vorzüglich die (blatttragenden) Knoten, in denen sich die Stärke anhäuft. — Die fleischigen Blütenböden, welche Blüten oder einzelne Blüthentheile tragen, die Wandung des Fruchtknotens und namentlich die Placenten, an denen die Ovula befestigt sind, enthalten oft ziemliche Mengen von Amylum.

An den Samen sind es nur selten die Samenhäute und deren Anhänge, in welchen Stärkekörner in geringerer Menge vorkommen. Der eigentliche Amylumgehalt findet sich im Sameneiweiss und im Embryo. Sind diese beiden Theile vorhanden, so tritt die Stärke nur sehr selten im Keim auf. Gewöhnlich enthält dann das Albumen bloss oder vorherrschend Stärke, der Keim dagegen Oel. Stärke- und Oelgehalt stehen daher in den Samen mancher Ordnungen, auf gleiche Weise wie es mit der Masse des Eiweisses und des Keims der Fall ist, im umgekehrten Verhältniss zu einander. Verschwindet das Sameneiweiss ganz, so mangelt auch die Stärke in den Samen dieser Pflanzenordnungen; bisweilen jedoch treten dann die Amylumkörner in den grossen Samenlappen auf, indess das Stengelchen und das Knösplchen des Keims vorzüglich oder bloss Oel enthalten. Diess ist der Fall bei den Chenopodeen, wo die meisten Gattungen ein stärkereiches Eiweiss und einen ölhaltigen Keim besitzen. Die Samen von *Anabasis*, *Halimocnemis* und *Salsola*, denen das Albumen mangelt, sind bloss ölhaltig. *Salsola Soda* Lin. ist die einzige mir bekannte Chenopodee, welche Stärkekörner in den Samenlappen hat; sie hat aber auch die grössten Samen und somit den grössten Keim und die grössten Cotyledonen.

Wenn der Keim Amylum enthält, was fast nur in eiweisslosen Samen vorkommt, so findet sich dasselbe vorzugsweise in den Samenlappen. Stengelchen, Würzelchen und Federchen sind um so sicherer frei davon, je geringer ihr Umfang ist. In Embryonen mit grossem Wurzelende kann in dem Letztern sich die Stärke anhäufen. — Bei eiweisslosen Ordnungen beobachtet man zuweilen ebenfalls die vorhin ausgesprochene Regel, dass unter verwandten Gattungen die grosssamigen eher zur Stärkebildung geneigt sind. Unter den Cupuliferen enthalten nur *Castanea* und *Quercus*, unter den Acauthaceen nur *Acanthus* und unter den Papilionaceen ebenfalls vorzüglich diejenigen Gattungen, welche sich durch grosse Samen auszeichnen, Stärke.

Zur Stärkebildung in den unterirdischen Theilen sind folgende Ordnungen geneigt, wobei indess vorzüglich nur die krautartigen ausdauernden Gewächse berücksichtigt wurden*): die Equisetaceen, Polypodiaceen, Ophioglosseae, — viele Cyperaceen, die Restiaceen, Commelynaceen, Alismaceen, Butomaceen, Melanthaceen, die meisten Liliaceen, die meisten Smilaceen, die Dioscoreen, Taccaceen, Irideen, Haemodoraceen, Amaryllideen, Zingiberaceen, Cannaceen, Aroideen, Typhaceen, — Piperaceen, Saurureen, Moreen, Polygoneen, Nyctagineen, Aristolochieen, die meisten Valerianeen, manche Rubiaceen, die Convolvulaceen, einige Solanaceen, die Gesneraceen, Orobanchen, ein Theil der Primulaceen, die Pyrolaceen, wenige Umbelliferen, die meisten Crassulaceen, die Cephaloteen, manche Saxifrageen, die Menispermaceen, die meisten Ranunculaceen, die Berberideen, manche Papaveraceen und Fumariaceen, einige Cruciferen, die Nymphaeaceen, die meisten Violarieen, einige Cucurbitaceen, wenige Caryophylleen, einige Polygaleen und Geraniaceen, die Oxalideen, Tropaeoleen, die meisten Rosaceen und Papilionaceen.

Dagegen enthalten in den unterirdischen Theilen wenig oder keine Stärkekörner folgende Ordnungen, wobei ebenfalls vorzugsweise nur die krautartigen ausdauernden Pflanzen berücksichtigt sind: die grosse Mehrzahl der Gramineen, die meisten Juncaceen, die Xerotideen, einige Liliaceen, die Aphyllantheen, einige Smilaceen, die Hypoxideen, die Urticaceen, Chenopodeen, Amarantaceen, Santalaceen, Daphnoideen, Proteaceen, die meisten Plantagineen, die Plumagineen, die meisten Dipsaceen, die Compositen, Goodeniaceen, Lobeliaceen, Campanulaceen, Stylidieen, die meisten Rubiaceen, die meisten Gentianeen, die Labiaten, Verbenaceen, Globularineen, fast alle Borragnieen, die Polemoniacen, Scrophularineen, Acanthaceen, Utricularieen, manche Primulaceen, die Monotropeen, die meisten Umbelliferen, manche Saxifrageen, mehrere Ranunculaceen, manche Papaveraceen und Fumariaceen, die meisten Cruciferen, die Cistineen, Frankeniaceen, Caryophylleen, weitaus die meisten Malvaceen, die Hypericineen, einige Polygaleen, die Rutaceen, Lineen, manche Papilionaceen.

Häufig stimmen die Gattungen einer Ordnung und noch eher die Arten einer Gattung mit Rücksicht auf Vorhandensein oder Mangel der Stärke in den unterirdischen Theilen unter sich überein. Nicht selten indess weichen sie von

*) Für diese sowie für die folgenden Aufzählungen verweise ich auf die im XIII. Capitel folgende Uebersicht der natürlichen Ordnungen, wo die untersuchten Gattungen und Arten angeführt sind. Die hier gegebene Zusammenstellung enthält bloss das Resultat meiner noch äusserst fragmentarischen Untersuchungen, und soll nichts weiter als ein flüchtiger Fingerzeig sein.

einander ab, und oft zeigen sie einen ganz charakteristischen Gegensatz. So bilden alle Arten von *Allium* in den Wurzelstöcken, Zwiebeln und Brutzwiebeln des Blütenstandes kein Amylum, während dasselbe in reichlicher Menge bei den verwandten Gattungen *Muscari*, *Hyacinthus*, *Scilla*, *Ornithogalum* vorkommt. *Asphodelus* und *Anthericum* enthalten in Wurzelstöcken und Wurzeln keine Stärkekörner, wohl aber *Hemerocallis*. Die Wurzelstöcke und Wurzeln von *Convallaria* (*majalis*, *Polygonatum* etc.) und *Majanthemum* besitzen keine Stärke, die Wurzelstöcke von *Paris*, *Trillium*, *Smilax* dagegen in grosser Menge. Die Stärkekörner mangeln in den Knollen von *Sturmia Loesellii* Rehb., finden sich aber in den Knollen und Wurzelstöcken der übrigen Orchideen. Sie kommen in den Wurzelstöcken und Wurzeln von *Gentiana* nicht vor, dagegen in den Wurzelstöcken von *Swertia*. Wurzeln und Wurzelstöcke von *Karamyschewia*, *Asperula*, *Crucianella*, *Galium* enthalten keine Stärkekörner; dieselben finden sich dagegen in ziemlicher Menge in den Wurzeln von *Diodia*, *Richardsonia*, *Cephaelis*, *Chiococca*. In den Wurzelstöcken von *Rhodiola rosea* Lin. mangelt das Amylum, während es bei andern Gattungen der *Crassulaceen* reichlich vorkommt. *Anemone vernalis* Lin. und *A. Halleri* All. ohne, *A. ranunculoides* Lin. mit Stärke; *Ranunculus gramineus* Lin. ohne, die übrigen *Ranunculus*-Arten mit, *Eranthis* ohne, *Helleborus* und *Aconitum* mit Stärke. *Corydalis lutea* DC. ohne, *C. cava* Schweigg. et Kört., *C. solida* Smith, *C. fabacea* Pers. und *C. pumila* Host mit Amylum.

Die eben angeführten Beispiele scheinen eine spezifische Verschiedenheit zwischen den Gattungen einer Ordnung und den Arten einer Gattung zu begründen. In andern Fällen dagegen möchte das Vorhandensein oder der Mangel an Stärke in äussern Verhältnissen zu suchen sein; diess bei *Plantago*, *Primula*, *Euphorbia*, *Potentilla*, wo die einen Arten reichliches, die anderen kein oder spärliches Amylum enthalten. Es giebt selbst Arten, deren unterirdische Theile bald stärkereich, bald stärkeelos gefunden werden, so z. B. *Succisa pratensis* Moench, *Viola pinnata* Lin. Die im Wasser wachsenden Arten von *Isoëtes* zeigen in ihrem knollenartigen Stamme reichliches, die an trockenen Stellen wachsenden Arten dagegen sehr spärliches Amylum.

Die Samen verhalten sich mit Rücksicht auf die Reservenahrung viel constanter als irgend ein anderer Pflanzentheil; und meistens stimmen alle Gattungen einer Ordnung und selbst verwandte Ordnungen mit einander überein.

Folgende natürliche Familien der Phanerogamen enthalten keine Amylumkörner in den reifen Samen (weder im Embryo noch im Albumen, wenn solches vorhanden ist): die *Cupressineen*, *Abietineen*, *Taxineen*, — einige Arten von *Scleria* (unter den *Cyperaceen*), die *Asteliaceen*, *Xerotideen*, *Calectasiaceen*, *Melanthaceen*, *Liliaceen*, *Aphyllanthaceen*, *Smilacaceen*, *Ophiopogoneen*, *Herrerieen*, *Eriospemeen*, *Dioscoreen*, *Taccaceen*, *Burmanniaceen*, *Irideen*, *Hypoxideen*, *Amaryllideen*, *Agaveen*, *Orchideen*, *Pandaneen*, *Palmen*, — *Chloranthaceen*, *Callitrichineen*, *Podostemeen*, *Casuarineen*, *Myriceen*, *Betulaceen*, ein Theil der *Cupuliferen*, die *Ulmaceen*, *Celtideen*, *Moreen*, *Artocarpeen*, *Urticaceen*, *Cynocrambeen*, *Cannabineen*, *Antidesmeen*, *Garryaceen*, *Plataneen*, *Balsamifluen*, *Salicineen*, die eiweisslosen *Chenopodiaceen*, die *Monimiaceen*, *Atherospermeen*, einige *Laurineen*, die *Gyrocarpeen*, *Santalaceen*, *Daphnoideen*, *Elaeagneen*, *Penaeaceen*, *Proteaceen*, *Aristolochieen*, *Balanophoreen*, *Cytineen*, — *Plantagineen*, *Salvadoraceen*, *Valerianeen*, *Dipsaceen*, *Compositen*, *Calycereen*, *Brunoniaceen*, *Goodeniaceen*, *Lobeliaceen*, *Campanulaceen*, *Pongatieen*, *Stylidieen*, *Rubiaceen*, *Lonicereen*, *Alsenosmieen*, *Jasmineen*, *Bolivariaceen*, *Oleaceen*, *Loganiaceen*, *Apocynaceen*, *Asclepiadeen*, *Gentianeen*, *Labiaten*, *Verbenaceen*, *Stilbinee*, *Globularineen*, *Selagineen*, *Myoporineen*, *Cordiaceen*, *Borragineen*, *Convolvulaceen*, *Cuscuteen*, *Nolanaceen*, *Polemoniaceen*, *Hydrophyllaceen*, *Hydroleaceen*, *Solanaceen*, *Scrophularineen*, fast alle *Acanthaceen*, die *Bignoniaceen*, *Gessneraceen*, *Pedaliaceen*, *Orobanchaceen*, *Utricularieen*, *Primulaceen*, *Myrsineen*, die meisten *Sapotaceen*, die *Ebenaceen*, *Styraceen*, *Epacrideen*, *Ericaceen*, *Diapensiaceen*, *Pyrolaceen*, *Monotropeen*, — *Umbelliferen*, *Araliaceen*, *Ampelideen*, *Corneen*, *Hamamelideen*, *Bruniaceen*, *Grubbiaceen*, *Crassulaceen*, *Francoaceen*, *Saxifrageen*, *Cunoniaceen*, *Hydrangeaceen*, *Escalloniaceen*, *Rousseaceen*, *Ribesiaceen*, *Menispermaceen*, *Anonaceen*, *Schizandraceen*, *Magnoliaceen*, *Dilleniaceen*, *Ranunculaceen*, *Berberideen*, *Papaveraceen*, *Fumariaceen*, *Cruciferen*, *Capparideen*, *Resedaceen*, *Datisceen*, *Sarraceniaceen*, ein Theil der *Droseraceen*, die *Parnassieen*, *Violariaceen*, *Sauvagesieen*, *Turneraceen*, *Samydeen*, *Bixaceen*, *Passifloreen*, *Malesherbiaceen*, *Loaseen*, *Cevalliaceen*, *Papayaceen*, *Nhandirobe*, *Cucurbitaceen*, *Gronovieen*, *Begoniaceen*, *Cacteen*, *Gyrostemoneen*, *Malvaceen*, die meisten

Sterculiaceen, ein Theil der Büttneriaceen, die Tiliaceen, die meisten Ternströmiaceen, die Aristoteliaceen, Canellaceen, Marcgraviaceen, Hypericineen, Elatineen, Tamariscineen, Humiriaceen, Olacineen, Balaniteen, ein Theil der Aurantiaceen, ein Theil der Meliaceen, die Cedrelaceen, ein Theil(?) der Acerineen, die Malpighiaceen, die Coriariaceen, ein Theil der Erythroxyleen, die Mehrzahl der Sapindaceen, die Rhizoboleen, die Tremandreen, Polygaleen, Krameriaceen(?), Soulameen, Pittosporaceen, Staphyleaceen, Celastrineen, Hippocrateaceen, Illicineen, Nitrariaceen, Rhamneen, ein Theil der Chailletiaceen, die Empetreeen, Stackhousiaceen, fast alle Euphorbiaceen, die Juglande, die Mehrzahl der Anacardiaceen, die Burseraceen (alle?), Connaraceen, ein Theil der Ochnaceen, die Simarubaceen, Zanthoxyleen, Diosmeen, Rutaceen, Zygophylleen, Meliantheen, Biebersteinieen, Geraniaceen, Vivianieen, Lineen, Oxalideen, Balsamineen, Tropaeoleen, Limnantheen, Vochysiaceen, Combretaceen, ein Theil der Alangieen, die Rhizophoreen(?), Philadelphieen, Oenothereen, Halorageen, Gunneraceen, Lythrarieen (alle?), Melastomaceen, Olinieen, die meisten Myrtaceen, die Granateen, Pomaceen, Calycantheen(?), Rosaceen, Amygdaleen, Chrysobalaneen, die grosse Mehrzahl der Papilionaceen, die Moringeen; Swartzieen und die meisten Mimoseen.

Die meisten der eben genannten Ordnungen enthalten, statt der Stärke, Oel in den Samen. Bei einigen indess besteht die Reservenahrung in Cellulose. Wenn bei den Letztern die Samen ein Albumen besitzen, so sind die Zellen des Albumens dickwandig und enthalten kein oder nur wenig Oel; die des Keims sind dünnwandig und ölhaltig.

Folgende Ordnungen enthalten Stärkekörner im Sameneiweiss (meist in sehr reichlicher Menge und mit vollständigem Ausschluss von Oel), indess der Embryo wohl bei allen ölhaltig und ohne Amylum ist: die Gnetaceen (etwas Oel im Albumen), — Gramineen, Cyperaceen (oft mehr oder weniger Oel im A., sehr viel bei einigen Scleria-Arten), Centropideen, Restiaceen, Eriocauloneen, Xyrideen, Commelynaceen, Juncaceen, Flagellarieen, Philydreeen, Pontederaceen, Haemodoraceen, Bromeliaceen, Zingiberaceen, Cannaceen, Musaceen, Aroideen, Typhaceen (viel Oel im A.), — die Piperaceen, Saurureen, die (eiweisshaltigen) Chenopodiaceen, die Amarantaceen, Polygoneen, Nyctagineen, Nepentheen (etwas Oel im A.), — Plumbagineen, — Myristiceen (ziemlich viel Fett im A.), Nymphaeaceen, Cistineen, ein Theil der Droseraceen, die Frankeniaceen(?), Mesembryanthemeen, Portulacaceen (zuweilen scheint auch etwas Oel im Albumen vorzukommen), Caryophylleen, Phytolacaceen, ein Theil der Büttneriaceen (zuweilen etwas Oel im A.), die Reaumuriaceen, ein Theil der Alangieen.

Nur sehr wenige Pflanzen enthalten keine Stärke, aber Oel im Sameneiweiss, und dabei Stärke nebst ziemlich viel Oel im Embryo: die Forestiereen und Erycibeen.

Stärke (meist reichlich, ohne oder mit wenig Oel) findet sich in den eiweisslosen Samen, vorzüglich in den Cotyledonen bei folgenden Ordnungen: bei den Alismaceen (bald wenig, selten viel Oel), Butomaceen, Hydrocharideen (bald überwiegt die Stärke, bald das Oel), Najadeen (beide fast in gleicher Menge), — Ceratophylleen (mit ziemlich viel Oel), bei mehreren Cupuliferen (mehr oder weniger Oel), Salsola Soda Lin. (unter den Chenopodeen, etwas Oel, — vielleicht verschwindet die Stärke mit vollständiger Reife?), bei den meisten Laurineen (mehr oder weniger Oel), Hernandiaceen (überwiegend Oel, — vielleicht vor vollständiger Reife?), — Avicennieen, Acanthus (unter den Acanthaceen), bei den Aegicereen, bei wenigen Sapotaceen (bald sehr viel, bald sehr wenig Oel), — bei den Nelumboneen, bei einigen Sterculiaceen, Theobroma (unter den Büttneriaceen, überwiegend Oel), bei den Dipterocarpeen, Thea (unter den Ternströmiaceen, fast gleichviel Oel), bei den Clusiaceen (mehr oder weniger Oel), bei einigen Aurantiaceen (sehr wenig Oel), bei einem Theil der Meliaceen, bei mehreren Acerineen (mehr oder weniger Oel, — vielleicht verschwindet das Amylum mit völliger Reife?), bei Cupania (unter den Sapindaceen), bei den Hippocastaleen, bei einem Theil der Chailletiaceen, einigen Anacardiaceen (ziemlich Oel), bei den Amyrideen, bei einem Theil der Ochnaceen (mehr oder weniger Oel), bei den Trapeen, Ammannia (unter den Lythrarieen, mehr oder weniger Oel, — vielleicht wird die Stärke zuletzt aufgelöst?), bei den Memecyleen, einigen Myrtaceen, bei der kleinern Zahl von Papilionaceen und bei wenigen Mimoseen.

Stärke zugleich im Sameneiweiss und im Albumen (und zwar in reichlicher Menge) kommt nur vor bei den Cycadaceen, — Loranthaceen und bei der Mehrzahl der Erythroxyleen.

Es wurde also in den Samen gefunden

	keine Stärke	mehr oder weniger Stärke
bei allen untersuchten Gattungen	von 213 Familien	von 53 Familien
bei der Mehrzahl der Gattungen	» 10 »	» 4 »
bei ungefähr der Hälfte der Gattungen . . .	» 10 »	» 8 »
bei einer kleinen Zahl von Gattungen . . .	» 3 »	» 13 »

Indessen sind dabei mehrere Beispiele zu den stärkehaltigen Samen gezählt, die ohne Zweifel im vollkommen reifen Zustande bloss Oel besitzen, so dass wohl nicht mehr als etwa $\frac{1}{3}$ aller natürlichen Gruppen Amylum und $\frac{1}{5}$ kein Amylum zeigen möchten. Berücksichtigen wir aber die Gattungen, so stellt sich das Verhältniss grösser heraus, und wir können wohl annehmen, dass $\frac{9}{10}$ aller Phanerogamengenera in ihren Samen stärkeelos und nur $\frac{1}{10}$ stärkehaltig ist.

In den 3 Hauptabtheilungen der Phanerogamen vertheilt sich der Amylumgehalt folgendermaassen:

	Gymnospermen	Monocotyledonen	Dicotyledonen	Total	
Keine Stärke in den Samen	bei allen Gattungen	von 3 Fam.	20 Fam.	190 Fam.	213 Fam.
	bei der Mehrzahl	—	—	10 »	10 »
	bei der Hälfte	—	—	10 »	10 »
	bei einer kleinen Zahl	—	1 »	2 »	3 »
Stärke im Albumen, keine im Embryo	bei allen Gattungen	von 1 Fam.	17 Fam.	16 Fam.	34 Fam.
	bei der Mehrzahl	—	1 »	1 »	2 »
	bei der Hälfte	—	—	3 »	3 »
	bei einer kleinen Zahl	—	—	—	—
Stärke im Embryo, keine im Albumen	bei allen Gattungen	—	—	2 Fam.	2 Fam.
	bei der Mehrzahl	—	—	—	—
Stärke in dem eiweisslosen Embryo	bei allen Gattungen	—	4 Fam.	11 Fam.	15 Fam.
	bei der Mehrzahl	—	—	1 »	1 »
	bei der Hälfte	—	—	5 »	5 »
	bei einer kleinen Zahl	—	—	13 »	13 »
Stärke im Embryo und Albumen	bei allen Gattungen	von 1 Fam.	—	1 Fam.	2 Fam.
	bei der Mehrzahl	—	—	1 »	1 »
Stärke in den Samen überhaupt	bei allen Gattungen	von 2 Fam.	21 Fam.	30 Fam.	53 Fam.
	bei der Mehrzahl	—	1 »	3 »	4 »
	bei der Hälfte	—	—	8 »	8 »
	bei einer kleinen Zahl	—	—	13 »	13 »

Bei den Gymnospermen und Monocotyledonen giebt es demnach ungefähr eben so viele Familien mit stärkehaltigen und stärkeelosen Samen; bei jenen sind 3 ohne und 2 mit, bei diesen 20 ohne und 21 mit Amylum. Die Dicotyledonen dagegen ermangeln in ihrer grossen Mehrzahl der Stärke in den Samen, nämlich 190 Familien auf 30, denen sie zukommt.

Am seltensten kommt die Stärke in den Samen der Gamopetalen vor. Von 58 Familien wurde bei 4 solche gefunden, bei 52 dagegen nicht; und bei den 2 übrigen hatte die grosse Mehrzahl der Gattungen stärkeelose, die Minderzahl stärkehaltige Samen.

Von 290 untersuchten natürlichen Pflanzengruppen stimmten bei 266 die Gattungen im Vorkommen oder Mangel des Amylum in den Samen mit einander überein. Bei 24 Familien varirten sie; und zwar waren bei 10 Familien ungefähr die eine Hälfte der Gattungen stärkehaltig, die andere stärkeelos; bei 14 Familien verhielt sich nur ein kleiner Theil abweichend. — Die 24 Familien, welche Samen mit und ohne Amylum zeigten und welche sich bei fernerer Untersuchung von ganz reifen Früchten wohl noch vermindern dürften, sind folgende: die *Cyperaceen, Cupuliferen, *Chenopodiaceen, *Laurineen, *Acanthaceen, *Sapotaceen, Droseraceen, *Sterculiaceen, Büttneriaceen, *Ternströmiaceen,

Aurantiaceen, Meliaceen, Acerineen, Erythroxyloen, *Sapindaceen, Chaillotiaceen, *Euphorbiaceen, *Anacardiaceen, Ochnaceen, Alangieen, *Lythrarieen, *Myrtaceen, *Papilionaceen, *Mimoseen. — Die mit * bezeichneten Familien sind solche, wo nur ein kleiner Theil der zu denselben gehörigen Pflanzen sich abweichend erwies.

Von 121 Gattungen der Leguminosen (Papilionaceen, Swartzieen, Mimoseen), deren Samen untersucht wurden, besaßen 94 kein Amylum. Bei 3 wurden bald keine, bald sehr spärliche und kleine Körner gefunden (Indigofera, Gallega, Colutea). Bei 4 andern war die Stärke ziemlich spärlich vorhanden (Caragana, Arachis, Guilandina, Acacia). 20 enthielten reichliche Stärke (Krockeria, Cicer, Pisum, Ervum, Vicia, Faba, Lathyrus, Orobus, Onobrychis, Canavalia, Phaseolus, Vigna, Dolichos, Lablab, Drepanocarpus, Mucuna, Amphicarpaea, Castanospermum, Dipteryx, Entada).

Es kommen keine Stärkekörner, meist aber Oel in den (ruhenden) Sporen folgender Ordnungen vor: der Pilze, Nostochaceen, Vaucheriaceen, Batrachospermaceen, Lemnaceen, Corallineen, Fucoideen, Flechten, Laub- und Lebermoose, Equisetaceen, Polypodiaceen, Hymenophylleen, Gleicheniaceen, Schizaeaceen, Osmundaceen, Marattiaceen, Ophioglosseae, Lycopodiaceen; in den kleinen Sporen der Salviniaceen, Isoëteen, Selaginelleen; in den grossen Sporen der Salviniaceen und Selaginelleen.

Stärkekörner nebst Oel enthalten die Sporen von Oedogonium, Bulbochaete und Sphaeroplea, der Characeen; die kleinen Sporen der Marsileaceen; die grossen Sporen der Marsileaceen und Isoëteen. Die Sporen der Desmidiaceen und Zygnemaceen enthalten anfänglich Stärke, bei vollkommener Reife aber wohl nur Oel. Die Vierlingsporen und Brutzellen (der Kapsel Früchte) bei den Florideen enthalten wahrscheinlich Stärke.

Wenn die Pflanzen zweierlei (ruhende) Sporen haben, so stimmen dieselben in ihrem Inhalt überein; so die Vierlings- und Kapselporen (Brutzellen) der Florideen, die grossen und kleinen Sporen der Salviniaceen, Marsileaceen und Selaginelleen. Bei den Isoëteen sind zwar die kleinen Sporen stärkeelos, während die grossen Amylum enthalten; Letzteres ist aber nur in spärlicher Menge neben reichlichem Oel vorhanden.

Nach Fritzsche (Beiträge zur Kenntniss des Pollens und Ueber den Pollen in *Mém. Acad. St. Petersbourg* 1837) enthalten alle Pollenkörner Oel und nur wenige Stärke. Nach Meyen (*Phys.* III, 191) tritt das Amylum noch mehr zurück, indem (mit Ausnahme der Abietineen) unter Millionen Körnern sich ein einziges stärkehaltiges finden soll. Indess ist die letztere Angabe übertrieben. Bei der Mehrzahl der Phanerogamen mangelt das Amylum allerdings im reifen sowie im unreifen Pollen gänzlich. Bei Manchen findet man unter den stärkeelosen Körnern des reifen Blütenstaubes einzelne stärkehaltige; Letztere scheinen mir fehlgeschlagen zu sein und anzudeuten, dass im unreifen Zustande Amylum vorhanden war und bei den normal sich ausbildenden Pollenkörnern resorbirt wurde. Endlich giebt es aber Pollen, welcher bei der Reife normal Stärke enthält.

Ueber das Vorhandensein des Amylum im Blütenstaub stellte ich nur wenige Untersuchungen an. Keine Stärke wurde gefunden in den Pollenkörnern von *Funkia ovata* Sprengl. (in keinem Entwicklungsstadium), *Scilla nutans* Smith, *Hemerocallis fulva* Lin. (in keinem Entwicklungsstadium), *Convallaria multiflora* Lin., *C. majalis* Lin., *Iris germanica* Lin., *Orchis Morio* Lin., *Zostera marina* Lin., — *Laurus nobilis* Lin., *Plantago lauceolata* Lin., *Scabiosa caucasica* Biebrst., *Trichera pubescens* Schrad., *Scorzonera humilis* Lin., *Tragopogon pratensis* Lin., *Phyteuma spicatum* Lin., *Galium Cruciatum* Scop., *Viburnum Lantana* Lin., *Lonicera Xylosteum* Lin. (auch im unreifen Zustande kein Amylum), *Ajuga reptans* Lin., *Nemophila insignis* Benth., *Veronica Beccabunga* Lin., *Primula farinosa* Lin., *Caltha palustris* Lin., *Paeonia tenuifolia* Lin., *Iberis sempervirens* Lin., *Sinapis arvensis* Lin., *Lychnis alpina* Lin., *Staphylea pinnata* Lin., *Spiraea hypericifolia* Lin., *Trifolium pratense* Lin., *Anthyllis Vulneraria* Lin., *Lotus corniculatus* Lin., *Orobus varius* Soland.

Folgende Pflanzen enthalten mehr oder weniger Stärke im Pollen: *Pinus sylvestris* Lin. (viel Oel, wenig Amylum), *P. Larix* Lin. (nach Fritzsche, — nach Meyen sind in einzelnen Antheren der Abietineen fast alle Pollenkörner mit Amylum gefüllt, während die normal ausgebildeten hievon keine Spur zeigen, *Phys.* III, 191), *Juniperus*

virginiana Lin. (nach Fritzsche), — *Avena pubescens* Lin. (reichlich), *Bromus mollis* Lin. (reichlich), *Alpinia nutans* Rosc. (reichlich in den grössern Pollenkörnern, mangelnd in den kleinen, nach Payen), *Najas majör* Roth (reichlich), *Ruppia maritima* Lin. (reichlich, nach Fritzsche ist die kleinere Zahl der Pollenkörner mit Stärke dicht erfüllt), *Caulinia fragilis* Willd. (nach Fritzsche), *Zannichellia pedicellata* Fries (nach Fritzsche), — *Alnus glutinosa* Gärt., *Betula pubescens* Ehrh. (bei beiden enthalten die meisten Körner kein Amylum, in einzelnen scheinbar unvollkommen entwickelten findet es sich reichlich), *Syringa vulgaris* Lin., *Veronica chamaedrys* Lin. (reichlich), *Gendarussa adhaedota* Steud. (nach Fritzsche), *Orobanche minor* Sutt. (keine Stärke oder ziemlich spärliche und winzige, nicht über 1 Mik. grosse Körnchen), *Ranunculus bulbosus* Lin., *Viola cornuta* Lin. (reichlich), *Geranium pratense* Lin. und *G. molle* Lin. (ziemlich reichlich), *Crataegus oxyacantha* Lin. (äusserst spärliche und kleine Stärkekörner), *Poterium sanguisorba* Lin. (im unreifen Zustande enthalten alle Pollenkörner Stärke, bei der Reife nur noch einige wenige).

Aus diesen wenigen Beobachtungen lässt sich noch kein Schluss auf das Vorkommen und den Mangel der Stärke in den Pollenkörnern bei den verschiedenen natürlichen Ordnungen ziehen. Es scheint jedoch, als ob es sich damit wie bei den Samen verhalte und als ob die Gymnospermen und Monocotyledonen mehr zur Amylumbildung geneigt seien als die Dicotyledonen. — Ebenfalls lässt sich noch nicht bestimmen, ob und welcher Zusammenhang zwischen Samen und Pollen bestehe. Es bedarf dafür noch zahlreicher Untersuchungen an Pollenkörnern, namentlich auch im unreifen Zustande.

Samen und unterirdische Pflanzentheile stimmen mit Rücksicht auf Vorkommen oder Mangel der Stärke oft mit einander überein. Folgende Pflanzen enthalten in den reifen Samen keine, in den unterirdischen Organen ebenfalls keine oder nur spärliche Amylumkörner: *Allium*, *Asphodelus* und *Anthericum* unter den Liliaceen, *Convallaria* und *Majanthemum* unter den Smilaceen, die Hypoxideen, *Sturmia Loeselii* Rchb. unter den Orchideen, — die Urticeen, Cynocranbeeren, wenige Chenopodeen, *Thesium*, *Passerina*, die Proteaceen, Balanophoreen, Cytineen, mehrere Plantagineen, manche Dipsaceen, die Compositen, Goodeniaceen, Lobeliaceen, Campanulaceen, Stylidieen, manche Rubiaceen, die meisten Gentianeen, die Verbenaceen, Globularineen, die meisten Borragineen, die Polemoniaceen, mehrere Solanaceen, die Scrophularineen, *Pinguicula*, mehrere Primulaceen, die Monotropeen, die meisten Umbelliferen, einige Crassulaceen, einige Saxifrageen, einige Ranunculaceen, einige Papaveraceen und Fumariaceen, die meisten Cruciferen, die Cistineen, *Sauvagesia*, *Frankenia*, die meisten Malvaceen, die Hypericineen, *Elatine*, *Polygala*, einige Euphorbiaceen, die Rutaceen, *Zygophylleen*, *Biebersteinia*, die Lineen, einige Oenothereen, mehrere Rosaceen und manche Papilionaceen.

Reichliche Stärke sowohl in den Samen als in den unterirdischen Theilen findet sich bei folgenden Pflanzen: bei wenigen Gramineen, bei den Cyperaceen, Restiaceen, Commelynaceen, Alismaceen, Butomaceen, Haemodoraceen, Zingiberaceen, Cannaceen, Aroideen, — bei *Piper*, bei den Saurureen, Polygoneen, Nymphaeaceen, *Drosera*, *Trapa* und bei einigen Papilionaceen.

Ebenso häufig indess zeigt sich mit Rücksicht auf Stärkebildung ein Gegensatz zwischen Samen und unterirdischen Organen. Folgende Gewächse enthalten in den reifen Samen keine, in den unterirdischen Theilen dagegen mehr oder weniger reichliche Amylumkörner: die Equisetaceen, Polypodiaceen, Ophioglosseae, — die Melanthaceen, die meisten Liliaceen, die Mehrzahl der Smilaceen, die Dioscoreen, Taccaceen, Irideen, Amaryllideen, die meisten Orchideen, — *Dorstenia*, die Aristolochieen, mehrere Valerianeen, mehrere Rubiaceen, *Vinca*, *Swertia*, die meisten Convolvulaceen, *Hydrophyllum*, mehrere Solanaceen, die Gessneraceen, Orobancheen, mehrere Primulaceen, die Pyrolaceen, mehrere Umbelliferen, *Adoxa*, mehrere Crassulaceen, mehrere Saxifrageen, *Cocculus*, die meisten Ranunculaceen, die Berberideen, mehrere Papaveraceen und Fumariaceen, wenige Cruciferen, *Parnassia*, *Bryonia*, wenige Malvaceen, *Krameria*, mehrere Euphorbiaceen, einige Geraniaceen, die Oxalideen, Tropaeoleen, einige Oenothereen, manche Rosaceen und einige Papilionaceen.

Reichliche Stärkekörner in den Samen, keine oder nur spärliche in den unterirdischen Theilen zeigen folgende Pflanzen: die meisten Gramineen, die Juncaceen, mehrere Chenopodeen und Amarantaceen, die Plumbagineen und Caryophylleen.

Die jungen Gewebe enthalten keine Stärke, so die Enden der Stammtheile, die jungen Blätter, die Wurzelspitzen, die Knospen im jüngsten Zustande, die Ovula vor der Befruchtung, das Cambium in perennirenden Organen. Ebenso verschwindet sie in der Regel in's Alter wieder, so in den alten Theilen der Wurzelstöcke, im Holz, in der Borke, in den Blättern vor dem Abfallen, in den Früchten; die Samenträger und die Fruchtwandungen sind oft in frühern Stadien reich an Amylum und enthalten bei der Samenreife keines mehr (so z. B. das Pericarpium der Gräser, die Wachholderbeeren etc.).

Die Stärkebildung bezeichnet immer einen bestimmten Abschnitt des Lebensprocesses; sie wandert daher wie dieser von Organ zu Organ und in perennirenden Organen von einer Partie des Gewebes zur andern. In den Blättern beginnt mit einer gewissen Entwicklung die Bildung von Amylum; mit einem gewissen Alter wird dasselbe ganz oder grösstentheils resorbirt und in den Stamm geführt, wo es sich als Körner reorganisirt oder eine anderweitige Verwendung findet. Wie die Blätter zum Stengel verhalten sich die ganzen Jahrestriebe, welche im Herbst absterben, zum Wurzelstock; dieselben verlieren vorher ihre Stärke und häufen sie in den ausdauernden unterirdischen Theilen an.

Ueberdem findet häufig in den einjährigen Stengeln eine Wanderung des Amylum von unten nach oben statt; die grösste Menge desselben entspricht einem gewissen Alter der Blätter. Vorzüglich lässt sich diess an Schmarotzerpflanzen wahrnehmen, z. B. bei Orobanche, wo die Stärke im Stengel namentlich beim Beginn des Blühens von unten nach oben verschwindet, in der Spitze aber immer noch so lange angetroffen wird, als ungeöffnete Blütenknospen vorhanden sind.

Vom Stengel geht die Stärke in den Blütenstiel, in die Wandung des Fruchtknotens, in den Samenträger, in die jungen Samenschalen, das Albumen und zuletzt in den Embryo; und wie sie weiter geht, verschwindet sie in den frühern Theilen ganz oder theilweise.

So wandert also die Stärkebildung wie das Pflanzenleben und bildet in vielen Fällen einen vollständigen Cyclus, indem sie in den Samen für einige Zeit aufhört und beim Keimen derselben wieder fortgesetzt wird. Eine solche ununterbrochene Wanderung des Amylum finden wir bei einigen Cryptogamen, deren Sporen stärkehaltig sind, z. B. bei den Characeen, Marsileaceen, und bei solchen Phanerogamen, deren Embryo reich an Amylum ist. Zu den letztern gehören die Cycadeaceen, Alismaceen, Butomaceen, Hydrocharideen, Najadeen, Ceratophylleen, einige Cupuliferen, die Forestiereen, Salsola Soda Lin., mehrere Laurineen, die Avicenniaceen, Erycibeaceen, Acanthus, die Aegiceraceen, mehrere Sapotaceen, die Loranthaceen, Nelumboneen, mehrere Sterculiaceen, Theobroma Cacao Lin., die Dipterocarpeen, Thea Bohea Lin., die Clusiaceen, einige Aurantiaceen, mehrere Meliaceen, einige Acerineen, mehrere Erythroxyleen, Copania, die Hippocastaneen, einige Chailletiaceen, Aleurites, einige Anacardiaceen, die Amyrideen, einige Ochnaceen, die Trapeaceen, Memecyleen, einige Myrtaceen, einige Papilionaceen.

Meistens findet aber eine Unterbrechung in der Stärkebildung statt, indem an deren Stelle ein anderer Reservestoff tritt. Diese Unterbrechung geschieht vorzüglich bei der Fortpflanzung und zwar in doppelter Art; entweder schreitet die Bildung des Amylum bis in das letzte und innerste Produkt der Frucht und des Samens fort, aber dasselbe verschwindet wieder; oder die Stärkebildung hört früher auf, so dass gewisse Theile immer stärkeelos sind, indess die übrigen ihre Stärke behalten oder ebenfalls verlieren können.

Unter den Cryptogamen sind es z. B. die Zygnemaceen und Desmidiaceen, deren Sporen zuerst Stärkekörner enthalten, nachher aber gegen Oel austauschen. Wie sie verhalten sich ohne Zweifel noch manche andere Cryptogamen, indess die übrigen nie Amylum in ihren Sporen erkennen lassen.

Zuweilen besitzen die Samenlappen im unreifen Zustande ziemlich reichliche Stärke, die vor der Reife durch Oel ersetzt wird, so z. B. bei *Pyrus Malus* Lin. und *P. communis* Lin. — Die jungen Samen von *Corylus Avellana* Lin. enthalten ausser dem Zellenkern keine festen Stoffe in den Zellen der Cotyledonen. Dann treten neben demselben zuerst kleine Amylumkörner auf, welche sich vermehren und grösser werden. In einem Stadium enthalten die Samen ziemlich viel Stärke und noch kein Oel. Dann bildet sich Letzteres, indem die Erstere verschwindet. Wenn die Fruchtschale anfängt, sich am Grunde zu bräunen, so ist fast kein Amylum mehr vorhanden. — Die Samenlappen von ausgewachsenen, aber noch nicht vollkommen reifen Samen in bereits goldgelb gefärbten Früchten von *Cucumis sativus* Lin. enthalten noch fast kein Fett, dagegen reichliche Stärke, welche sie dann bald gänzlich verlieren. — In den Samen von *Brassica Napus* Lin. ist vor der Reife sowohl im Albumen, als besonders in den Cotyledonen und in den Samenschalen viel Amy-

lum enthalten. Die Resorption desselben geschieht in der äussern Samenhaut schon frühzeitig, in den übrigen Theilen aber zu der Zeit, wenn sich die grünen Samen gelb färben; in den braugelben Samen ist es gänzlich verschwunden, und Oel an dessen Stelle getreten.

Diejenigen Pflanzen, bei welchen die Stärke bis ins Endosperm vorrückt und daselbst noch bei der Reife vorhanden ist, sind oben (Pag. 386) aufgezählt. Der Embryo scheint hier meistens in allen Stadien des Amylums zu ermangeln.

In mehreren Fällen enthält das Endosperm im unreifen Zustande Stärke und verliert sie späterhin. Bei *Lilium bulbiferum* Lin. ist dasselbe vor der Reife mit reichlichem Amylum nebst viel Protoplasma und wenig Oel erfüllt. *Scabiosa atropurpurea* Lin. und *Campanula spec.* zeigen ebenfalls im unreifen Endosperm ziemlich viel Stärke; während bei der Reife in allen diesen Fällen viel Oel ohne Stärke gefunden wird. — Bei verschiedenen Arten von *Paeonia* ist das Albumen der vollkommen ausgewachsenen, entweder noch grün oder bereits roth gefärbten Samen ganz mit Stärke gefüllt; von Oel ist noch nichts zu sehen. Reife Samen dagegen enthalten keine Spur von Amylum, aber sehr reichliches Oel.

Bei manchen Pflanzen dringt die Stärkebildung nicht bis in den Embryosack vor, sondern hört schon in dem umgebenden näher oder ferner liegenden Gewebe auf. Zuweilen ist das Amylum noch im reifen Zustande in den Samenhäuten vorhanden, so z. B. von *Helianthemum aegyptiacum* Mill., in der innern Samenschale von *Menodora spec.*, in der äussern von *Ocimum* und *Lallemantia*, in einigen wenigen Zellen der äussern Samenhaut der *Podostemeen*.

Häufiger indess verschwindet die Stärke bei der Reife aus den Theilen, welche ausserhalb des Embryosackes liegen. — Bei *Echinops sphaerocephalus* Lin. enthält in unreifen Samen das ganze Gewebe, welches den Embryosack umgibt, Amylum; bei *Linum usitatissimum* Lin. nur die Zellen der äusseren Eihülle und deren Fortsetzung im Chalaza-Ende, indess die innere sowie Albumen und Embryo immer stärkeelos sind. — Ferner sind bei folgenden Pflanzen in den unreifen Samen nur die Häute amylymbaltig: *Plantago Psyllium* Lin. und *P. Cynops* Lin., *Atropa Belladonna* Lin., *Verbascum Schraderi* Meyer, *Delphinium Ajacis* Lin., *Glaucium luteum* Lin. Schon vor der Reife ist die Stärke verschwunden, und dagegen haben sich die Zellwandungen der Samenhäute verdickt.

Die unreifen Samen von *Chelidonium majus* Lin. zeigen Stärke bloss in der Samenschale und im Samenmantel; bei der Reife bleibt sie nur in dem Letztern zurück. Bei *Corydalis lutea* DC. sind die unreifen Samen stärkeelos mit Ausnahme des Samenmantels, welcher etwas Amylum enthält, dasselbe aber bei der Reife verliert.

Endlich giebt es aber auch Samen, welche im unreifen wie im reifen Zustande der Stärke gänzlich ermangeln; dahin gehören folgende Pflanzen: *Xerotes*, *Anthericum ramosum* Lin., *Asparagus officinalis* Lin. (auch in den Samenhäuten?), *Convallaria Polygonatum* Lin. und *C. multiflora* Lin. (auch in den Häuten?), *Cannabis sativa* Lin., *Cirsium monspessulanum* All., *Calendula officinalis* Lin., *Viburnum Lantana* Lin. (auch in den Samenschalen?), *Teucrium hyrcanicum* Lin., *Digitalis lutea* Lin. (reichliche Stärke im Samenträger bis an den Grund der Ovula), *Orobanche minor* Sutt., *Echium violaceum* Lin., *Cynoglossum officinale* Lin., *Cerithe minor* Lin., *Pastinaca graveolens* Biebrst., *Peucedanum elegans* Hort., *Pimpinella nigra* Willd., *Ampelopsis hederacea* DC. (auch in den Samenhäuten?), *Clematis angustifolia* Jacq. (auch in den Häuten?), *Eschscholtzia californica* Cham. (auch in den Häuten?), *Reseda Luteola* Lin., *Evonymus europaeus* Lin. (das Amylum fehlt auch im Arillus), *Juglans regia* Lin., *Ruta graveolens* Lin.

In den unterirdischen Theilen wurden nirgends mit Bestimmtheit Körner mit centraler Schichtung wahrgenommen. Wenn dieselben hinreichend entwickelt sind, so erkennt man an ihnen einen excentrischen Bau. — Die zusammengesetzten Körner bestehen bald aus gleichgrossen, bald aus ungleichgrossen Theilkörnern. In dem nämlichen Gewebe findet man sie häufig mit einander gemengt. Selten enthalten die Körner viele Theilkörner: im Wurzelstock von *Cypripedium Calceolus* Lin. bis 40, von *Dorstenia brasiliensis* Lin. und *D. Contrajerva* Lin. bis 50 und 60, in der Wurzel von *Chiococca racemosa* Lin. bis 70, im Wurzelstock von *Arundo Donax* Lin. bis über 200, in demjenigen von *Epimedium alpinum* Lin. bis über 500 und von *E. macranthum* Lindl. bis über 2000.

Selten kommen in den unterirdischen Theilen ausschliesslich einfache oder zusammengesetzte Körner vor; meistens findet man sie in wechselnden Mengen vereinigt. Dabei macht man gewöhnlich die Beobachtung, dass die einfachen Körner um so grösser und deutlicher ausgebildet sind und dass die zusammengesetzten Körner um so mehr Theilkörner

enthalten, je zahlreicher die einen oder die andern sind, dass also die einfachen und zusammengesetzten Körner mit Rücksicht auf den Grad ihrer Ausbildung im umgekehrten Verhältniss zu einander stehen. Es versteht sich indess von selbst, dass diess nur für die Individuen der nämlichen Art oder für nah verwandte Pflanzen gilt. Einige Beispiele mögen diess deutlich machen.

Manche Liliaceen (*Erythronium*, *Lilium*, *Tulipa*, *Fritillaria*, *Muscari*, *Scilla*, *Ornithogalum*, *Hemerocallis*) haben in ihren Zwiebeln fast ausschliesslich einfache Körner; dieselben sind gross, mit deutlicher excentrischer Schichtung. Bei *Gagea* und *Narhecium* sind die einfachen und die zusammengesetzten Körner fast in gleicher Menge vorhanden; jene bedeutend kleiner als bei den vorhin genannten; diese meist aus 2—5 Theilen bestehend. *Scilla maritima* Lin. hat fast ausschliesslich zusammengesetzte Körner, welche bis 15 und 20 Theilkörner enthalten. — In den Knollen von *Symphytum bulbosum* Schimp. kommen fast nur einfache Körner vor mit deutlichem excentrischem Bau und bis 30 und 42 Mik. gross. Der Wurzelstock von *S. tuberosum* Lin. dagegen enthält einfache und zusammengesetzte Körner ungefähr in gleicher Zahl; jene sind bis 18 Mik. gross, von undeutlichem Bau, diese bestehen aus 2—4 Theilkörnern. — Die unterirdischen Theile von *Ipomoea Purga* Schlecht. und *I. Turpethum* R. Br. zeigen fast ausschliesslich einfache, bis 35 und 40 Mik. grosse Körner; diejenigen von verschiedenen *Convolvulus*- und *Batatas*-Arten haben einfache, bis 14 und 19 Mik. grosse Körner und reichliche zusammengesetzte, bis 6 und 10 Theilkörner enthaltende Körner.

Die unterirdischen Theile einiger Primulaceen zeigen folgende Verhältnisse: *Cyclamen hederifolium* Ait. bloss einfache Körner von deutlich entwickeltem Bau, bis 36 Mik. gross; — *Dodecatheon Meadia* Lin. einfache Körner mit weniger deutlich ausgebildetem Bau, bis 26 Mik. gross; dabei einzelne Doppelkörner; — *Primula calycina* Duby einfache Körner mit bloss angedeutetem Bau, bis 15 Mik. gross; dabei aus 2 bis 4 Theilen zusammengesetzte Körner, ziemlich zahlreicher als bei vorhergehender Pflanze, aber immer viel weniger zahlreich als die einfachen; — *Glaux maritima* Lin. einfache Körner von ganz unkenntlichem Bau, bis 12 Mik. gross; dabei aus 2 bis 6 Theilen zusammengesetzte Körner in gleicher Menge; — *Lysimachia vulgaris* Lin. einfache Körner von ganz unkenntlichem Bau, bis 15 Mik. gross; dabei aus 2—9 Theilen zusammengesetzte Körner in überwiegender Menge.

Ausser den genannten Beispielen ist es eine gewöhnliche Erscheinung, dass die zu einer natürlichen Ordnung selbst zu einer Gattung gehörenden Pflanzen mit Rücksicht auf Stärkebildung von einander abweichen, so dass sich ihre Theile oft leicht von einander unterscheiden lassen. So haben unter den Smilaceen die Wurzelstöcke von *Paris* und *Trillium* einfache, derjenige von *Smilax* zusammengesetzte Körner. — Unter den Irideen enthalten die Zwiebelknollen von *Meristostigma*, *Gladiolus*, *Trichonema* und *Crocus* zusammengesetzte, die Wurzelstöcke von *Iris* vorherrschend einfache Körner. Im Wurzelstock von *Cypripedium* sind sie zusammengesetzt, in den Knollen der übrigen Orchideen einfach. — Von Cannaceen finden sich in den unterirdischen Theilen von *Canna* und von *Maranta arundinacea* Lin. einfache, in denen von *Maranta indica* Rosc. und *Calathea bicolor* Steud. zusammengesetzte Körner. — Die Wurzelstöcke von *Arum* haben zusammengesetzte, diejenigen anderer Aroideen (*Calla*, *Acorus*, *Caladium*, *Philodendron*) einfache Körner. — Unter den Sanrureen haben die Knollen von *Aponogeton* zusammengesetzte, die Wurzelstöcke von *Saururus* einfache Körner. — In den unterirdischen Theilen von manchen *Polygonum*- und *Rumex*-Arten sind fast alle Stärkekörner einfach, in andern Arten von *Polygonum*, *Rumex* und bei *Rheum* ist die Mehrzahl zusammengesetzt. — Ebenso kommen bei den einen *Ranunculus*-Arten fast ausschliesslich einfache, bei den andern fast ausschliesslich zusammengesetzte Körner vor. — Im Wurzelstock von *Papaver orientale* Lin. sind sie einfach, in dem von *Chelidonium majus* Lin. zusammengesetzt. — *Corydalis cava* Schweigg. et Kört. (Exemplare von Zürich und Freiburg i. B.) hat fast bloss einfache; dagegen *Corydalis solida* Smith (Ex. von Freiburg i. B., Basel, Bonn, Lyon und aus den Pyrenäen), ebenso *C. fabacea* Pers. und *C. pumila* Host. haben lauter zusammengesetzte Körner. — Bei *Euphorbia* sind sie einfach, bei andern *Euphorbiaceen* (*Manihot*, *Pachysandra*) zusammengesetzt. — In den Wurzelstöcken von *Potentilla*-Arten und von andern *Rosaceen* kommen fast lauter zusammengesetzte, bei *Tormentilla erecta* Lin. fast bloss einfache Körner vor.

In den Sporen sind die Stärkekörner einfach, mit centrischem Bau und meist von linsenförmiger Gestalt: bei *Oedogonium* und *Bulbochaete*, bei den *Characeen* und *Marsileaceen*. — In den Pollenkörnern sind sie ebenfalls einfach, aber von nicht erkennbarem Bau.

Im Sameneiweiss folgender Pflanzen kommen bloss zusammengesetzte Körner vor, die meistens aus sehr vielen Theilkörnern bestehen (der Embryo ist fast ohne Ausnahme stärkeelos): bei der grossen Mehrzahl der Gramineen, bei den Centrolepideen, Restiaceen, Eriocauloneen, Xyrideen, Commelynaceen, bei den meisten Haemodoraceen, bei den Zingiberaceen, Thalia (unter den Cannaceen), bei den Musaceen, bei manchen Aroideen, bei Typha, — bei den Piperaceen, Saurureen, Chenopodeen, Amarantaceen, bei fast allen Nyctagineen, bei den Myristiceen, Nymphaeaceen, Frankeniaceen(?), Mesembryanthemaceen, Portulacaceen, Caryophylleen, Phytolacaceen, Reaumuriaceen, bei mehreren Erythroxyleen (der Embryo enthält gleiche Körner).

Folgende Pflanzen enthalten im Albumen ausschliesslich oder fast ausschliesslich einfache Stärkekörner, meist von centrischem, seltener von excentrischem Bau (der Embryo ist fast ohne Ausnahme stärkeelos): die Gaetaceen (centrisch, linsenförmig), manche Gramineen (centrisch, linsenförmig oder sphärisch), die Cyperaceen (centrisch), Juncaceen (centrisch, linsenförmig), Philydreen (centrisch, oval), Pontederaceen (wahrscheinlich centrisch, verlängert), Lachnanthes (centrisch-oval? — unter den Haemodoraceen), Globba (wahrscheinlich excentrisch, — unter den Zingiberaceen), Canna (excentrisch?), einige Aroideen, Sparganium (unter den Typhaceen), — die Polygoneen (centrisch, kugelig), Pisonia (centrisch, kugelig, mit wenigen zusammengesetzten Körnern, — unter den Nyctagineen), die Plumbagineen (centrisch), Cistineen (centrisch, oval), einige Droseraceen (centrisch, kugelig), mehrere Büttneriaceen (excentrisch).

Selten kommen im Sameneiweiss einfache und zusammengesetzte Amylumkörner fast in gleicher Menge neben einander vor, so bei den Bromeliaceen, bei Maranta (unter den Cannaceen), bei den Cycadeaceen und Loranthaceen (bei den beiden letzten Ordnungen befinden sich die gleichen Körner auch im Embryo).

Folgende Pflanzen haben in den Samenlappen der fast ohne Ausnahme eiweisslosen Samen einfache Amylumkörner, bald rein bald mit wenigen zusammengesetzten gemengt, bald mit centrischem bald mit excentrischem Bau: die Alismaaceen, Butomaceen, Hydrocharideen (bei allen dreien centrisch, oval oder linsenförmig), fast alle Najadeen (centrisch), die Ceratophylleen (centrisch, oval), einige Cupuliferen (excentrisch, mit wenigen zusammengesetzten gemengt), Salsola Soda Lin. (centrisch, linsenförmig-oval), mehrere Laurineen (excentrisch, mit wenigen zusammengesetzten), die Erycibeen, Acanthus (centrisch, kugelig-oval), die Nelumboneen (centrisch, oval), Dipterocarpeen (wahrscheinlich excentrisch), Clusiaceen (excentrisch), Hippocastaneen (excentrisch, mit wenigen zusammengesetzten), Alenrites (unter den Euphorbiaceen), einige Anacardiaceen (centrisch, oval), Ochna, die Trapeen (centrisch, linsenförmig), einige Myrtaceen (excentrisch), mehrere Papilionaceen (centrisch, oval, seltener excentrisch), Acacia (unter den Mimoseen).

Vorherrschend oder ausschliesslich zusammengesetzte Stärkekörner, meist aus wenigen Theilkörnern bestehend, kommen in den Cotyledonen der fast ohne Ausnahme eiweisslosen Samen bei folgenden Pflanzen vor: bei einigen Laurineen, bei den Avicenniaceen, Aegicereen, bei einigen Sapotaceen, bei Heritiera (unter den Sterculiaceen), Theobroma (unter den Büttneriaceen), Triphasia (unter den Aurantiaceen), bei einigen Meliaceen, mehreren Erythroxyleen (im Eiweiss die nämlichen Körner), bei Cupania (unter den Sapindaceen), Moacurra (unter den Chailletiaceen), Alangium, bei einigen Papilionaceen und bei Entada (unter den Mimoseen).

Einfache und zusammengesetzte Körner fast in gleicher Menge besitzen folgende Gewächse in den Cotyledonen der meist eiweisslosen Samen: die Cycadeaceen (im Albumen die nämlichen Körner), Ruppia (unter den Najadeen), einige Laurineen, die Loranthaceen (im Albumen die nämlichen Körner), Carolina (unter den Sterculiaceen), Thea (unter den Ternströmiaceen), die Acerineen, Amyrideen.

Die zu einer natürlichen Ordnung gehörenden Gattungen stimmen zwar meistens in der Stärkebildung innerhalb der Samen mit einander überein, und manchmal lässt sich auch kaum der geringste Unterschied zwischen ihnen auffinden. In andern Ordnungen aber weichen einzelne Gattungen oder ganze Gruppen von Gattungen von einander ab und zeigen oft ganz charakteristische Verschiedenheiten. Es gehören hieher folgende Beispiele.

Die Sporen von Nitella enthalten einerlei, diejenigen von Chara zweierlei Stärkekörner; von Ersterer wurden 9, von Letzterer 11 Arten untersucht, von denen die einen und die andern unter sich vollkommen übereinstimmen.

Das Albumen der Gramineen zeigt in der Stärkebildung sehr abweichende und zugleich sehr constante Verhältnisse, welche offenbar für die natürliche Verwandtschaft der Gattungen von Bedeutung sind. Diess geht z. B. schon daraus

hervor, dass *Bromus* und *Festuca*, die sich im Habitus so nahe stehen und doch in der That sich ziemlich weit von einander zu entfernen scheinen, auch in den Amylumkörnern verschieden sind. Ersterer, von welchem 36 Arten untersucht wurden, hat einfache, Letztere, nach 48 untersuchten Arten, zusammengesetzte, aus sehr vielen Theilen bestehende Körner. Nach der Stärkebildung erweist sich *Bromus giganteus* Lin., den Steudel neuerdings wieder zu *Bromus* gestellt hat, als eine ächte *Festuca*.

Das Amylum in den Samen der Gräser zeigt 3 Haupttypen. Einer derselben kommt bei den Getreidearten vor; er zeichnet sich durch kreisrund-linseuförmige, centrische Körner aus, zwischen denen kleine rundliche Körner liegen. Die Gattungen der Hordeaceen (*Triticum*, *Agropyrum*, *Secale*, *Elymus*, *Hordeum*, *Aegilops*, *Braconnotia*) gehören hierher; eine Ausnahme macht *Lolium*, welches in der Stärkebildung mit *Festuca* übereinstimmt, und rücksichtlich seiner wahren Verwandtschaft wohl nicht zu den Hordeaceen gehört. Dagegen stimmt mit den Letztern in der Stärkebildung genau überein die Gattung *Heteranthelium*, welche von Steudel zu den Pappophoreen gestellt wird. — Eine entfernte Annäherung an die Hordeaceen zeigen *Stipa*, *Lasiagrostis*, *Boissiera*, *Bromus* und *Brachypodium*.

Ein zweiter Typus in der Stärkebildung der Grassamen hat kugelige, centrische Körner; dahin gehören folgende Gattungen: *Pharus*, *Zea*, *Coix*, *Paspalum*, *Amphicarpum*, *Olyra*, *Oplismenus*, *Setaria*, *Isachne*, *Panicum*, *Helopus*, *Pennisetum*, *Penicillaria*, *Anthephora*, *Lopholepis*, *Centotheca*, *Beckera*, *Ampelodesmos*, *Gymnopogon*, *Uniola*, *Chusquea*, *Orthoclada*, *Hemarthria*, *Manisuris*, *Andropogon*, *Anthestia*, *Androscepia*, *Imperata*, *Zoysia*. Es ist indess möglich, dass unter diesen einfachen kugeligen Körnern zuweilen unentwickelte Formen anderer Typen versteckt wären.

Der dritte Typus zeigt zusammengesetzte, aus sehr vielen und sehr kleinen Theilen bestehende Körner; er ist der verbreitetste. Zu demselben gehören fast alle Oryzeen, die grosse Mehrzahl der Phalarideen, wenige Paniceen, mehrere Stipaceen, alle Agrostideen, fast alle Arundinaceen, wenige Pappophoreen, fast alle Chlorideen, alle Avenaceen, fast alle Festucaceen, *Lolium* unter den Hordeaceen, wenige Rottboelliaceen. — Ausserdem giebt es zusammengesetzte Körner, die aus wenigen und ziemlich grossen Theilkörnern bestehen; dieselben bilden einerseits den Uebergang zu den vorhin genannten, anderseits zu den kugeligen einfachen Körnern, mit denen sie auch zuweilen vorkommen; hierher gehören *Pappophorum*, *Ctenium*, *Ophiurus*, *Rottboella*, *Saccharum*, *Erianthus*, *Lucaea*.

Das Albumen der Haemodoraceen (*Barbarea*, *Wachendorfia*, *Haemodorum*) enthält zusammengesetzte, dasjenige von *Lachnanthes* einfache Körner. — Der gleiche Unterschied besteht zwischen der Mehrzahl der Zingiberaceen (*Zingiber*, *Amomum*, *Elektaria*, *Hedychium*, *Costus*) und *Globba*. — Unter den Cannaceen hat das Sameneiweiss von *Canna* lauter einfache, dasjenige von *Maranta* einfache und zusammengesetzte, und *Thalia* bloss zusammengesetzte Körner. — In den Cotyledonen der Najadeen (*Najas*, *Zostera*, *Zannichellia*, *Althenia*, *Potamogeton*) kommen einfache, bei *Ruppia* einfache und zusammengesetzte Amylumkörner vor. — Unter den Aroideen enthalten *Pothes* und *Calla* im Albumen einfache, central-geschichtete, *Colocasia* ebenfalls einfache, aber excentrisch-gebaut; dagegen *Pistia* zusammengesetzte, aus wenigen, endlich *Arum* und *Zantedeschia* zusammengesetzte, aus vielen Theilen bestehende Körner. — Unter den Typhaceen zeigt das Sameneiweiss von *Sparganium* einfache, dasjenige von *Typha* zusammengesetzte Körner.

Das Albumen der Nyctagineen (*Abronia*, *Mirabilis*, *Oxybaphus*, *Allionia*, *Buginvillea*) hat aus sehr vielen kleinen Theilen zusammengesetzte Körner, dasjenige von *Pisonia* einfache und spärliche, aus wenigen Theilen bestehende Körner. — In den Cotyledonen der Laurineen findet man bald fast lauter einfache, bald beinahe ausschliesslich zusammengesetzte Stärkekörner, bald beide in fast gleicher Anzahl beisammen. — Unter den Sterculiaceen haben die Samenlappen von *Carolinea* einfache und aus wenigen Theilen zusammengesetzte, diejenigen von *Heritiera* fast lauter zusammengesetzte, aus mehr Theilen bestehende Körner. — Unter den Büttneriaceen kommen im Albumen von *Abronia*, *Waltheria*, *Melochia*, *Riedleia*, *Hermannia*, *Melhania*, *Eriolaena* und *Visenia* einfache, in den Cotyledonen der eiweislosen Samen von *Theobroma* zusammengesetzte Körner vor. — Unter den Papilionaceen enthalten die Samenlappen der Viciae (*Cicer*, *Pisum*, *Ervum*, *Vicia*, *Faba*, *Lathyrus*, *Orobus*), ferner von *Krockeria*, *Onobrychis*, *Phaseolus*, *Vigna*, *Dolichos*, *Lablab* ziemlich grosse, einfache central-geschichtete Körner. Bei *Mucuna* sind sie einfach und excentrisch gebaut; bei *Amphicarpaea* theils einfach und excentrisch, theils zusammengesetzt; bei *Castanospermum* fast alle zusammengesetzt und aus wenigen, endlich bei *Dipteryx* alle zusammengesetzt und aus ziemlich vielen Theilkörnern bestehend.

Die Stärkekörner kommen fast ausschliesslich innerhalb von Zellen vor; den Gefässen mangeln sie, und in den Milchsäften trifft man sie nur in den Euphorbiaceen. Sie treten in einer Zelle bald zu vielen Hunderten und in entsprechender Kleinheit auf, bald sind sie zu wenigen, oder selbst nur einzeln, und dann in beträchtlicher Grösse vorhanden. Sie bilden in der Zelle zuweilen die einzige stickstofflose Reservenernährung, zuweilen finden sich neben ihnen noch andere Verbindungen gleicher Bedeutung (Fette, Cellulose, Pektinkörper u. s. w.) vor.

Meist liegen die Amylumkörner unmittelbar in der Zellhöhlung; in grosser Menge vorhanden, füllen sie den ganzen Raum aus, und sind zuweilen so gedrängt, dass sie sich gegenseitig polyedrisch abplatteln. Dabei stossen sie entweder unmittelbar an einander, oder sind durch dünne Lagen von Protoplasma von einander getrennt, so dass Jedes wie in einer Loge eingebettet ist. — In geringerer Menge anwesend, bilden sie oft ein Wandbeleg, und können, wenn sie in einer einfachen Schicht liegen, bei gedrängter Lage polygon werden. In noch geringerer Menge bedecken sie zuweilen bloss den Zellkern, oder einzelne Stellen der Zellmembran.

Häufig sind die Stärkekörner entweder zeitlebens, oder wenigstens früherhin, in Plasmabläschen eingeschlossen. In den Kernen und in den Schleimbläschen können darin ausserdem Oeltröpfchen, Schleimkörnchen, Chlorophyllkörnchen u. dgl. vorkommen. In den Chlorophyllkörnern finden sie sich häufiger allein, zuweilen mit Oeltröpfchen. Durch gedrängte Lage werden sie nicht selten gegenseitig abgeplattet, und bleiben, wenn sie durch Schwinden des umgebenden Protoplasma frei werden, häufig zu einem unechten, zusammengesetzten Korn verwachsen.

In dem Chlorophyll der Desmidiaceen und Zygnemaceen, sowie einiger anderer niederer Algen, werden zuerst scheinbar homogene Ringe (Kugelschalen) von Stärke sichtbar, welche Protoplasma einschliessen, und sich später durch radiale Spaltung in zusammengesetzte hohle Körner verwandeln. Die Entstehungsweise und Natur dieser Gebilde ist noch unbekannt.

Stärkekörner in den Milchsäften sind bis jetzt nur in der Ordnung der Euphorbiaceen beobachtet worden.

Zellen, die ganz mit Stärkekörnern erfüllt sind, kommen nicht selten in unterirdischen Pflanzentheilen vor; so in den Knollen von *Ranunculus bulbosus* Lin., von *Apios*, *Dioscorea*, im Wurzelstock von *Anemone ranunculoides* Lin., von *Corydalis* etc. etc. Doch liegen die Körner hier kaum je so gedrängt, dass sie durch gegenseitigen Druck polyedrisch werden.

In den Zellen der Samen dagegen zeigen die Stärkekörner nicht selten eine so gedrängte Lage, dass sie sich gegenseitig abplatteln, und dass somit das ganze Zelllumen mit fester Stärke ausgefüllt ist. Diese Samen besitzen daher auf die Volumeneinheit den grösstmöglichen Stärkegehalt. Auf Taf. XXII sind in Fig. 3 zwei Zellen aus dem Sameneiweiss von *Rheum hybridum* Ait., in Fig. 2 aus demjenigen von *Zea Mays* Lin. dargestellt; sie enthalten einfache Körner. Fig. 6 zeigt eine Zelle aus dem Sameneiweiss von *Corispermum hyssopifolium* Lin. mit ovalen zusammengesetzten Körnern, welche das Lumen nicht ganz ausfüllen. Fig. 8 ist eine Zelle aus dem Albumen von *Thalia dealbata* Fras., Fig. 10 eine Zelle aus demjenigen von *Tetragonia expansa* Ait., Fig. 12 von *Nymphaea rubra* Roxb., Fig. 13 von *Eragrostis abyssinica* Link., Fig. 9 mehrere Zellen aus dem Albumen von *Commelyna coelestis* Willd. Alle diese Zellen sind so dicht mit zusammengesetzten Stärkekörnern vollgestopft, dass die Letztern vollkommen parenchymatisch geworden sind. Das nämliche war auch mehr oder weniger in Fig. 7, welche eine Zelle aus dem Sameneiweiss von *Cynosurus echinatus* Lin., und Fig. 11, welche 3 Zellen aus demjenigen von *Oryza* zeigt, der Fall. Diese Zellen sind ganz mit Stärke ausgefüllt; die einen zusammengesetzten Körner sind in Bruchkörner zerfallen, und die übrigen, welche noch unversehrt sind, haben sich mehr abgerundet.

Die durch gegenseitigen Druck polyedrisch gewordenen Körner berühren sich meist dem Anschein nach unmittelbar. Zuweilen beobachtet man je zwischen zwei Körnern einen schmalen spaltenförmigen Raum, welcher röthlich erscheint, und durch Jod nicht blau gefärbt wird (Fig. 2 und 8 auf Taf. XXII). In einigen Fällen, wo die Körner an einander zu stossen scheinen, lässt sich zwischen denselben eine trennende Schicht von Protoplasma nachweisen. Wenn man dünne Schnitte durch das Albumen von *Rheum hybridum* Ait. (von dem in Fig. 3 auf Taf. XXII zwei Zellen dargestellt sind) anfertigt, so bemerkt man zwischen den polyedrischen Körnern nur einfache Linien; und mit wässriger Jodlösung behandelt, eine blaue Färbung mit netzförmiger Zeichnung. Die allerdünnsten Stellen des Schnittes aber werden durch ein zartes Netz gebildet, dessen Maschen von gleicher Grösse wie die Stärkekörner aber hohl sind, und dessen Balken durch Jod gelb gefärbt werden, und aus Proteinstoffen bestehen. Die Körner sind hier herausgefallen, und lassen das trennende Protoplasma sichtbar werden. — Auf ähnliche, mehr oder weniger deutliche Weise sind die Stärkekörner von manchen Samen und von unterirdischen Theilen in die Höhlungen eines parenchymähnlichen Protoplasma eingebettet.

Wenn die Stärkekörner nur einen Theil des Lumens einnehmen und nicht durch Adhäsion an dem wandständigen Protoplasma festkleben, so scheinen sie zerstreut durch die Zellhöhlung vorzukommen (Taf. XXI, Fig. 34 im Stengel von *Rhipsalis*; Taf. XXII, Fig. 1 in Samen von *Phaseolus*, Fig. 14 in Kartoffeln). Eine solche Lage ist indess nur möglich, wenn sie von festen Substanzen in ihrer freien Lage erhalten werden. Enthält das Lumen nur wässrige Zellflüssigkeit, so müssen sie vermöge des grössern spezifischen Gewichtes auf der untern Fläche der Zelle sich ansammeln. Ob die Körner wandständige oder freie Lage besitzen, ist durch Vergleichung verschiedener Durchschnitte unschwer auszumitteln. Dagegen kann bei der gewöhnlichen Beobachtungsweise unmöglich sicher bestimmt werden, ob sie frei in der Höhlung schweben oder auf der bei der Beobachtung untern Fläche liegen. Man müsste zu dem Ende hin die Röhre des Microscops horizontal, und den Objektträger senkrecht stellen, was ich zur Beobachtung der Lagerung der Stärkekörner noch nicht gethan habe.

Häufig bilden die Stärkekörner nur ein Wandbeleg, und lassen die übrige Zellhöhlung frei, welche dann bald mit wässriger Flüssigkeit, bald mit festen Stoffen gefüllt ist. In ausgezeichneter Weise nimmt man diess z. B. an den Sporen der Characeen wahr. Bei *Chara* befindet sich an der innern Fläche der Membran eine Schicht von grossen rundlichen Stärkekörnern, zwischen denen die Fugen mit kleinen Körnern ausgefüllt sind. Bei *Nitella* mangeln die kleinen Körner, und die grossen liegen so gedrängt, dass sie mehr oder weniger polygon werden. Der innere Zellraum ist ganz voll von Oeltröpfchen; wenn man eine Spore vorsichtig zerdrückt, so tritt zuerst die Mehrzahl der Oeltröpfchen heraus; und erst nachher bei stärkerem Druck lösen sich einzelne Stärkekörner von der Wandung ab, und verlassen ebenfalls die Zelle. — Ganz ähnlich wie die Sporen von *Nitella*, verhalten sich diejenigen von *Bulbochaete*. Die Stärkekörner, ziemlich von gleicher Grösse, bilden ein Wandbeleg, und sind durch gegenseitigen Druck oft etwas eckig oder genau polygon. Der ganze übrige Raum wird von einem einzigen Tropfen roth-orangefarbenen Oels eingenommen. Druck lässt zuerst das letztere heraustreten. Manche Sporen scheinen im unveränderten Zustande bloss mit einem Oeltropfen angefüllt zu sein; presst man einen Theil desselben heraus, so werden erst die Stärkekörner sichtbar, nachdem sie durch den Druck etwas von einander getrennt sind. — In den kleinen Sporen von *Pilularia* kleben die Stärkekörner am Primordialschlauch, und kleiden denselben in ziemlich lockerer Lagerung ganz aus. Druck lässt die Oeltropfen, die frei im Lumen enthalten sind, zuerst heraustreten; die Stärkekörner lassen sich nur schwer von dem Primordialschlauch trennen. Die kleinen Sporen von *Marsilea* scheinen sich ähnlich zu verhalten. — In den Zellen des Sameneiweisses von *Pistia* (*Stratiotes* Lin. und *texensis* Klotzsch) bilden die Stärkekörner eine einfache, wandständige Schicht, und liegen oft meist gedrängt; innerhalb derselben ist der Raum mit einer Substanz gefüllt, welche durch Jod goldgelb gefärbt wird.

Sind die Stärkekörner in geringer Menge vorhanden, so findet man sie zuweilen zerstreut an der Wandung; zuweilen sind sie alle um den Kern angehäuft. Fig. 4 und 5 auf Taf. XXII zeigen Parenchymzellen aus den Knollen von *Coelogyne fimbriata* Lindl., jede mit einer traubenförmigen Anhäufung von Stärkekörnern. Die Letztern bedecken den wandständigen Kern, anfänglich mit Chlorophyll gemengt, nachher farblos. Das Verhältniss der Stärkekörner zum Blattgrün habe ich nicht weiter untersucht; ich weiss nicht, ob dieselben in Chlorophyllkörnern entstehen oder nicht.

Die Stärkekörner, sie mögen in grösserer oder geringerer Menge vorhanden sein, bilden oft die einzige stickstofflose Reservenernährung, welche die Zellen erzeugen. Die Letzteren sind dünnwandig und enthalten ausser der Stärke wässrige Zellflüssigkeit mit oder ohne Protoplasma. Die Zunahme und Abnahme der Reservenernährung einer Zelle steht im geraden Verhältniss zur Menge und Grösse der Stärkekörner. Beispiele hiefür finden wir namentlich bei den Zellen vieler unterirdischer Pflanzentheile (z. B. Kartoffeln, Jamsurzeln etc.) und vieler Samen, entweder des Sameneiweisses (Gramineen, Juncaceen, nebst den übrigen auf Pag. 386 genannten Pflanzen), oder der Samenlappen (Butomaceen mit den andern ebenfalls auf Pag. 386 erwähnten Gattungen und Ordnungen).

Häufig erzeugen die Zellen ausser den Stärkekörnern noch andere stickstofflose Reservenernährung; und die Menge beider steht dann für einen gleich intensiven Lebensprozess der Zelle im umgekehrten Verhältnisse zu einander. So finden wir in den unterirdischen Theilen, welche Pektin, Pflanzenschleim, Oel oder verdickte Zellwandungen besitzen, wechselnde Mengen oder auch einen fast vollständigen Mangel an Stärke; so bei den Compositen, Umbelliferen, Malvaceen, Primulaceen, Borragineen, Orchideen etc. etc. Noch leichter ist diess in den Samen zu verfolgen. Auf Pag. 386 sind diejenigen Pflanzen aufgezählt, welche im Sameneiweiss oder in den Samenlappen Stärke und Oel enthalten; was dort allgemein für die Samen gesagt ist, gilt aber auch für die einzelnen Zellen. Unter den Cupuliferen enthalten, wie ich bereits bemerkte, *Corylus*, *Ostrya*, *Carpinus* bloss Oel in den Samen, *Fagus* mehr Oel als Stärke, *Castanea* und *Quercus* viel mehr Stärke als Oel. Unter den Myrtaceen hat in den eiweisslosen Samen *Jambosa* viel Stärke und dünnwandige Zellen, *Syzygium* und *Caryophyllus* viel Stärke in etwas dickwandigen Zellen, *Psidium* viel Oel und dünnwandige Zellen, *Foetidia* ziemlich viel Oel und etwas dickwandige Zellen, *Callistemon* und *Melaleuca* wenig Oel und sehr dickwandige Zellen, endlich *Tristania*, *Calothamnus*, *Metrosideros*, *Leptospermum* und Andere sehr dickwandige Zellen ohne Oel und ohne Stärke. Ich verweise übrigens auf die Uebersicht derjenigen Pflanzenordnungen, welche stärkeleere und stärkehaltige Samen besitzen (Pag. 387) und auf die im XIII. Capitel folgende Charakteristik der Ordnungen.

Die Zellen eines Gewebes verhalten sich zuweilen mit Rücksicht auf Stärkebildung alle gleich. Es gilt diess namentlich von den Samen, und zwar von dem Eiweiss mehr, als von den Cotyledonen. In den übrigen Pflanzentheilen dagegen trifft man leicht einzelne Zellen, die eine Ausnahme machen; und zwar sind die Ausnahmen seltener in sonst stärkeleeren Geweben, wo einzelne Zellen Stärke bilden, und in stärkereichen Theilen, wo einzelne Zellen keine Stärke hervorbringen, — häufiger in Geweben mit geringer Stärkebildung, wo Einzelne bald reichliche Stärke, bald statt derselben Oel, Cellulose, unorganische Krystalle enthalten. — In Fig. 34 auf Taf. XXI ist eine Partie des Querschnittes durch den Stengel von *Rhipsalis funalis* Salm. nahe unter dem Punctum vegetationis dargestellt. Im Parenchym der Rinde und des Markes finden sich einzelne Zellen, die meist bedeutend grösser sind, als die umliegenden, und stark verdickte Wandungen mit einfachen oder verzweigten Porenkanälen besitzen. Dieselben enthalten zahlreiche, einfache und zusammengesetzte Stärkekörner; oft ist das Lumen selbst ganz ausgefüllt damit. Selten kommen darin auch Krystalldrüsen vor. Die übrigen Zellen haben wenig verdickte, zartporöse Wandungen, und enthalten einzelne Chlorophyllkörner (a), zuweilen mit einzelnen Stärkekörnern (b); einige schliessen Krystalldrüsen ein (d, e). — Fig. 4 auf Taf. XXII stellt einen kleinen Theil des Durchschnittes durch die Knollen von *Coelogyne fimbriata* Lindl. dar. Das Gewebe besteht aus zweierlei Zellen, 1) grosse mit farbloser wässriger Zellflüssigkeit und mit einer durch Spiralfasern verdickten Membran, und 2) kleine mit Stärkekörnern, Zellenkern und Chlorophyll und mit dünner Wandung ohne Spiralfasern. Die grossen Zellen stossen seltener an einander, meist bilden sie Inseln, die durch eine einfache Lage von kleinen Zellen von einander getrennt sind.

Wie sich von selbst versteht, verhalten sich in jedem Gewebe die Zellen an der Oberfläche und in der Umgebung der Gefässbündel mit Rücksicht auf Stärkebildung anders als die Uebrigen, und zwar in der Regel so, dass die Zahl und Grösse der Körner in beiden Richtungen rasch abnimmt. In Fig. 1 auf Taf. XXII ist der Querschnitt durch den Rand der Cotyledonen von *Phaseolus vulgaris* Lin. dargestellt, und die eine Seite durch Jod gefärbt. Die Epidermiszellen (a) enthalten wenig Proteinkörper und keine Stärke; in den nächsten Zellen (b) liegen wenig und kleine Körner. Das ganze innere Gewebe besteht aus Zellen, die den innersten der gezeichneten ähnlich, nur vielleicht noch etwas

grösser sind. Sie enthalten grosse und ziemlich zahlreiche Stärkekörner in einem feinkörnigen Protoplasma, das sich durch Jod goldgelb färbt. — Fig. 2 auf Taf. XXII zeigt 2 Zellen aus dem Sameneiweiss von *Zea Mays*, die eine (a) näher an der Oberfläche, die andere (b) weiter nach innen. Die äussern Zellen enthalten die kleinsten Stärkekörner; der Unterschied zwischen innen und aussen ist zuweilen in einer und derselben Zelle bemerkbar, indem in ihrer inneren Hälfte grössere Körner vorkommen, als in der äussern. — In Fig. 14 auf Taf. XXII ist ein kleiner Theil des Durchschnittes einer Kartoffel abgebildet; das Parenchym wird von einem auf ein einziges Spiralgefäss reduzierten Gefässbündel durchzogen. Die Zellen, welche demselben zunächst liegen, enthalten sehr kleine Stärkekörner, aber oft in grösserer Zahl als das übrige Gewebe.

In den körnigen oder vielmehr bläschenförmigen Protoplasmaegebilden des Zelleninhaltes sind die Stärkekörner keine seltene, in den Chlorophyllbläschen sogar eine regelmässige Erscheinung. In den Kernen der Fucaceen (*Cystoseira* etc.) beobachtete ich sie neben Chlorophyllkörnern und Oeltröpfchen (Zeitschrift für wiss. Bot. Heft I, Pag. 44; Taf. I, Fig. 16). Die 4 Kerne, welche in den Sporenmutterzellen von *Anthoceros* die Viertheilung veranlassen, enthalten zuerst Chlorophyll, nachher Stärkekörner.

Die Schleimbläschen, die in *Caulerpa* in Menge vorkommen, bilden in ihrem Innern ein oder mehrere Stärkekörner, welche durch Resorption des umschliessenden Bläschens frei werden, und oft zu einem zusammengesetzten Korn verbunden bleiben (Zeitschrift für wiss. Bot. Heft I, Pag. 149; Taf. I, Fig. 19). Ich nannte sie wegen dieser Eigenschaft Brutbläschen.

Die Samebläschen oder Samenzellchen, in denen die Spermatozoen bei *Pilularia* entstehen, enthalten ebenfalls Stärkekörner (Zeitschrift für wiss. Bot. Heft III & IV, Pag. 199; Taf. IV, Fig. 21, 24).

In den Chlorophyllbläschen zeigen die Stärkekörner ein so allgemeines Vorkommen, dass es als Ausnahme zu betrachten ist, wenn sie daselbst mangeln. Ihr Entstehen innerhalb des Chlorophylls lässt sich oft verfolgen. Das Korn besteht anfänglich aus homogenem, grünem Schleim; in demselben treten kleine Pünktchen auf, welche sich vergrössern, und bei hinlänglicher Grösse als Stärkekörner erkannt werden. Dieselben bleiben in den einen Fällen ziemlich klein, und zeitlebens von dem Chlorophyll umschlossen. In andern Fällen dagegen vergrössern sie sich fortwährend, verdrängen nach und nach das umgebende Chlorophyll, und werden zuletzt frei. Dabei platten sich die in dem nämlichen Bläschen beisammen liegenden Körner gegenseitig ab, und bleiben zu einem zusammengesetzten Korn verbunden. Ich habe solche Chlorophyllbläschen in allen Entwicklungsstadien aus dem Blatt von *Begonia dichotoma* Jacq. (Zeitschrift für wiss. Bot. Heft III & IV, Taf. III, Fig. 12; Pag. 116) und aus *Valonia utricularis* Ag. (Algensysteme Taf. II, Fig. 21; Pag. 156) abgebildet.

Ich habe seitdem im Jahr 1850 wieder das Verhalten der Chlorophyllbläschen, und der in ihnen entstehenden Stärkekörner bei *Chara* und *Nitella* untersucht, und C. Cramer hat diese Untersuchung im Jahr 1853 mit gleichem Erfolge wiederholt. In den ovalen Chlorophyllkörnern von *Nitella syncarpa* Kütz., welche in den Röhrenzellen in Reihen hinter einander liegen, befinden sich 3 bis etwa 10 weissliche Pünktchen. Man erkennt dieselben als Stärkekörnchen, wenn in zerrissenen Zellen die Chlorophyllbläschen durch Endosmose von Wasser ihren Durchmesser von 5,5 und 6,5 Mik. auf 14 und 22 Mik. ausdehnen, wobei die Körnchen in dem zertheilten Chlorophyll häufig frei zu liegen kommen. Diese Stärkekörner werden in der Regel nicht grösser.

In den Röhrenzellen der Zweige von *Chara hispida* Lin. sind die Chlorophyllkörner ebenfalls in Reihen geordnet. Man erkennt sie deutlich, wenn man die Berindung sorgfältig mit dem Messer wegnimmt. Durch gegenseitigen Druck sind dieselben in jüngern Zellen mehr oder weniger polygon (Taf. XX, Fig. 1). Sie enthalten denn 1, meist 2 und 3, wohl auch 4 schwach begrenzte Stärkekörner, welche bei der ersten Einwirkung von Jodtinctur blau werden. Bald aber verdeckt die braune Farbe der umgebenden grünen Plasmasubstanz die blauen Stärkekörner.

In etwas ältern Zweigen sind die Chlorophyllkörner bedeutend grösser; sie berühren sich nur noch stellenweise und haben ihre frühern Ecken abgerundet (Fig. 2). Die Erscheinung rührt offenbar daher, dass die Oberfläche der Zelle in einem etwas stärkern Verhältniss zunimmt, als die Chlorophyllkörner. Die letztern sind nun ganz mit den Stärke-

körnern geförm, und bestehen aus 1 bis 4, seltener bis 7 Stärkekörnern, welche an einander stossen, und an der Oberfläche noch mit einer dünnen Lage von Chlorophyll überzogen sind. In noch ältern Zweigen ist das Chlorophyll ganz verschwunden. Man hat nun genau das gleiche Bild wie vorhin, mit dem Unterschiede, dass die Stärkekörner farblos geworden sind. In Fig. 3—7 sind dieselben bei stärkerer Vergrößerung dargestellt.

Die Chlorophyllbläschen sind, wie schon bemerkt, wandständig und von aussen nach innen zusammengedrückt, so dass sie mit der einen breiten Fläche die Wand berühren. Man überzeugt sich leicht davon, wenn man die Ansichten an der zugekehrten Oberfläche, und an dem Seitenrand der Zelle mit einander vergleicht. Die Stärkekörner liegen, ohne sich zu berühren, in der Fläche neben einander. Dieselben wachsen ebenfalls vorzüglich in die Fläche (parallel mit der Zellwandung), und werden mehr oder weniger tafelförmig. Sie stossen erst an einander, nachher greifen sie mit den Enden über einander, und zwar immer in der Richtung von aussen nach innen. Wenn man daher die Chlorophyllkörner oder die aus ihnen entstehenden farblosen zusammengesetzten Stärkekörner von der Membranfläche aus betrachtet, so sieht man die Contouren der durchscheinenden Enden (Fig. 2). Nur selten ist in Folge irgend einer Ursache die Lage der Theile geändert (Fig. 2, a, b). In Fig. 3 B, 4, 5, 6 und 7 A sind zusammengesetzte Stärkekörner von der breiten Seite dargestellt; in Fig. 3 A und 7 B sieht man zwei davon (die nämlichen wie Fig. 3 B und 7 A) von der schmalen Seite. — Die jüngern Körner sind vollkommen homogen; später bemerkt man zuweilen 1 oder mehrere grössere oder kleinere hellere Punkte, welche wahrscheinlich Auflösungserscheinungen sind (Fig. 3, 4, 5).

Noch schöner zeigt sich die Entstehung der zusammengesetzten Stärkekörner aus Chlorophyllbläschen in den Zellen des Basilarknotens an Zweigen von *Chara foetida* A. Braun. In jüngern Stadien findet man etwas eckige Chlorophyllkörner mit 3 bis 6, seltener 1 bis 10 in dem grünen Plasma eingebetteten und getrennt liegenden Stärkekörnern (Taf. XX, Fig. 8). Wenn man die Zellen verletzt, und die Chlorophyllkörner heraustreten lässt, so nehmen sie Wasser auf und vergrössern sich rasch. Dabei hebt sich oft eine farblose Membran ab, indem das Chlorophyll die Stärkekörner überzieht (Fig. 9, a—d). Die Letztern vergrössern sich fortwährend, verwachsen zu einem zusammengesetzten Korn, und verdrängen das Chlorophyll. In den Basilarknoten von ältern Quirlen findet man zusammengesetzte Körner, meist von rundlicher oder ovaler Gestalt, die aus 2 bis 12 Theilkörnern bestehen, und entweder noch ganz oder nur stellenweise grün oder auch schon ganz farblos sind (Fig. 9e, 10, 11). In noch ältern Stadien trifft man bloss farblose zusammengesetzte Stärkekörner, und daneben Bruchkörner mit einer gebogenen Fläche und mit 1—4 ebenen Bruchflächen.

Von C. Crämer wurde ferner im Jahr 1853 und Anfangs 1854 die Stärkebildung in den Chlorophyllbläschen von mehreren Gefässpflanzen untersucht. Im Mark und Rindenparenchym von *Opuntia coccinellifera* Mill. findet man wandständige, flache Chlorophyllkörner, die von 1 bis 5 Stärkekörnern mehr oder weniger vollständig ausgefüllt werden (Taf. XX, Fig. 12, 13). Nachher werden die Stärkekörner farblos. Sie sind entweder einfach und dann meist scheibenförmig, entsprechend der Form der Chlorophyllkörner, in denen sie entstanden sind (Fig. 14 zeigt ein solches Stärkekorn von zwei Seiten, a und b). Oder sie sind zusammengesetzt (Fig. 15, 16), und dann liegen die 2 bis 5 Theilkörner in einer Ebene.

Die Untersuchung der jüngsten Theile eines noch in die Länge wachsenden Blattes (Wedels) von *Nephrolepis exaltata* Schott liess über die Frage, wie die zusammengesetzten Stärkekörner entstehen, nichts entscheiden, weil die Präparate zu undurchsichtig waren und der Zelleninhalt daher nicht im unveränderten Zustande beobachtet werden konnte. Im ausgetretenen und durch Wasser veränderten Inhalt sah man nicht selten 2 bis 20 grünlich gefärbte Amylumkörner von einem zarten, seltener dickwandigen, farblosen Bläschen umschlossen (Taf. XX, Fig. 49, 52). Diess sind indess nicht die Chlorophyllbläschen, sondern wahrscheinlich Bläschen, die aus Tropfen der Zellflüssigkeit durch Coagulation einer oberflächlichen Schicht entstanden sind (vgl. Heft I, Pag. 9). — In der Basis eines ältern Wedelstieles kamen einfache, häufiger aber zusammengesetzte Körner vor, die bis 8 Theilkörner und darüber enthielten. Die einen waren noch grün gefärbt, die andern farblos (Fig. 51, 50). Bisweilen sieht man sie in einem deutlichen Bläschen eingeschlossen, welches das durch Wasser veränderte Chlorophyllbläschen sein mag (Fig. 48).

In dem grünen Blattparenchym von *Begonia* sp. sind die Chlorophyllkörner anfänglich vollkommen homogen, und bestehen bloss aus grün gefärbtem Protoplasma (Taf. XX, 35). Nachher, wenn dieselben grösser geworden sind, so bemerkt man darin 2 bis 7 glänzende Pünktchen (Fig. 36). In noch grössern Chlorophyllkörnern liegen 1 bis 3, seltener bis 6 Amylumkörner (Fig. 37–39), die man durch Jod deutlich als solche erkennt; sie werden bei der ersten Einwirkung blau, bei stärkerer Einwirkung aber durch die dunkle braungelbe Färbung des Chlorophylls verdeckt. Mit dem Wachstum der Stärkekörner wird das grüne Plasma der Chlorophyllkörner mehr und mehr verdrängt (Fig. 40), und zuletzt findet man statt desselben farblose Stärkekörner, theils einfache, theils Zwillinge und Drillinge (Fig. 41–44, 45, 46). — In jüngern Zuständen wurden häufig Chlorophyllbläschen mit 3 bis 7 Pünktchen gesehen; unter den ausgebildeten Stärkekörnern kamen dagegen keine solchen vor, die aus mehr als 3 Theilkörnern bestanden. Diese Erscheinung kann entweder daher rühren, dass in verschiedenen Wachstumsperioden eine ungleiche Zahl von Stärkekörnern in einem Chlorophyllbläschen entstehen; oder daher, dass wie in *Rhipsalis* von jenen zahlreichen Pünktchen, die anfänglich sichtbar werden (Fig. 36 b), die einen Oeltröpfchen sind; oder auch daher, dass wie in *Chara* und *Nitella* die Chlorophyllbläschen sich theilen. Unwahrscheinlicher wäre es dagegen, dass ursprünglich mehrere Stärkekörner angelegt würden, und nur ein Theil davon sich ausbildete.

Die Chlorophyllkörner und die aus ihnen entstehenden Stärkekörner in dem Blattparenchym von *Begonia* sind wandständig. Bei der untersuchten Pflanze bestand die obere und die untere farblose Epidermis aus 2 Zellschichten, welche keine Chlorophyllkörner, aber Stärkekörner enthielten (Fig. 47 a, b). Von den innern Zellen der obern Epidermis waren einzelne getheilt. Das grüne Mesophyll zeigte 4 bis 5 Zellschichten, die oberste aus stabförmigen Zellen, welche 2- bis $2\frac{1}{2}$ mal so lang waren, als die Zellen der übrigen Schichten, die unteren aus rundlichen, nur stellenweise sich berührenden Zellen bestehend. In ganz jungen Blättern, deren Epidermis auf beiden Blattflächen erst aus einer einzigen (noch ungetheilten) Schicht besteht, enthielten die Zellen des untern Mesophylls, die ungefähr 18 Mik. gross waren, noch wenig zahlreiche und noch vollkommen homogene Chlorophyllkörner von ziemlich gleicher, etwa 2 Mik. betragender Grösse. In mehr entwickelten, aber ebenfalls noch jungen Blättern, befanden sich in den ungefähr 28 Mik. grossen Zellen des untern Mesophylls etwas zahlreichere Chlorophyllkörner, von ungleicher Grösse; die kleinern hatten nicht mehr als 2, die grössern bis 6 Mik. im Durchmesser; in den meisten der grössern befanden sich 1–7 weissliche Körnchen. Die Chlorophyllkörner waren nicht selten in Kreise geordnet, welche den Berührungsfächen der an einander stossenden Zellen entsprachen. Ausgebildete Blätter zeigten in den Zellen des untern Mesophylls, deren Durchmesser 50 Mik. und darüber betrug, Chlorophyllkörner in noch grösserer Zahl, oder statt derselben Stärkekörner. In der gleichen Zelle fanden sich zuweilen noch ganz junge homogene Chlorophyllkörner, 2–4 Mik. gross, grössere mit weisslichen Körnern im Innern, noch grössere mit eingeschlossenen deutlichen Stärkekörnern, und endlich Stärkekörner theils noch grün gefärbt, theils farblos geworden. In andern Zellen dagegen (es waren vorzüglich die der untern Epidermis zunächst liegenden) wurden nur grüne und farblose Stärkekörner wahrgenommen. Die nämlichen Zellen enthielten zuweilen Krystalle. Fig. 45 zeigt eine Zelle mit Chlorophyllkörnern in allen Entwicklungsstadien und mit Stärkekörnern; Fig. 46 eine Zelle bloss mit Stärkekörnern.

Rhipsalis funalis Salm hat in den Parenchymzellen des Markes und der Rinde sowie in den dazwischen eingestreuten Holzzellen, Stärkekörner, die in Chlorophyllbläschen entstehen. In ganz jungem Gewebe in der Nähe des Punctum vegetationis beobachtet man äusserst zarte Chlorophyllkörner mit mehreren glänzenden Pünktchen im Innern. Dieselben sind theils Stärkekörnchen, theils Oeltröpfchen. Sie wachsen rasch an; namentlich erreichen die Stärkekörner, die sehr häufig einzeln, zuweilen zu 2 und 3, selten zu mehreren vorhanden sind, eine beträchtliche Grösse. Dieselben bestehen aus einer weichen Substanz, und sind, da sie das Chlorophyllbläschen fast ganz ausfüllen, nicht als solche zu erkennen, während die kleinern, das Licht stärker brechenden Oeltröpfchen, immer deutlich sind. Die in Fig. 53 auf Taf. XX bemerkbaren kleinen Kreise sind Oeltröpfchen. Davon überzeugt man sich, weil sie durch absoluten Alcohol, in welchem das Präparat während 24 Stunden gelegen hat, verschwinden. Dann erkennt man erst die Amylumkörner deutlich. Fig. 55 und 56 zeigen solche Chlorophyllkörner, denen durch Alcohol das Oel und das Chlorophyll entzogen, und die dann durch Jod gefärbt wurden. Sie enthalten 1 bis 3 Stärkekörner, umgeben von einem farblosen oder braungelb gefärbten Hof.

Wenn man die Chlorophyllkörner dieses Stadiums, statt mit Alcohol, mit Wasser in Berührung bringt, indem man die Zellen zerreisst, so zerfliesst das grüne Protoplasma, indem wahrscheinlich die Bläschenmembran platzt, und man findet nun farblose Körner in einem grünen Schleim eingebettet (Fig. 57); Jod lässt die grössern leicht als Stärke, die kleinern als Oel erkennen. Seltener scheinen die Oeltröpfchen zu mangeln (Fig. 63, wo das wenig zertheilte Chlorophyll die 4 Stärkekörner bedeckt). In andern Fällen zerfällt durch die Einwirkung von Wasser das Chlorophyllkorn in 1 oder einige farblose Stärkekörner und in mehrere grüne Oeltröpfchen (Fig. 58), wahrscheinlich war hier das grüne Plasma schon ganz oder grösstentheils resorbirt. In beiden Fällen macht eine nicht zu wasserreiche Jodtinctur oder Alcohol die Oeltröpfchen verschwinden, und es bleiben nur die Stärkekörnchen (farblos oder blau) zurück (Fig. 59, 60). Aus diesen Untersuchungen ergibt sich, dass in einem Chlorophyllkorn meist 1, zuweilen 2 bis 3, seltener 4 bis 6 Stärkekörner (Letzteres in Fig. 60), und 4 bis 8 selten weniger oder gar keine Oeltröpfchen gebildet werden. Vielleicht dass die Chlorophyllkörner mit wenigen oder keinen Oeltröpfchen vorzüglich in den Holzzellen, die dem Mark- und Rindenparenchym eingestreut sind, vorkommen.

Jemehr die Stärkekörner anwachsen, das grüne Plasma verdrängen, und selber den Raum des früheren Chlorophyllkorns einnehmen, desto mehr werden die Oeltröpfchen nach aussen gedrängt. Sie bilden rundliche Anhänge mit dunkeln Conturen. Wasserreiche Jodtinctur lässt ihre Natur sogleich erkennen (Fig. 54), während eine wasserärmere Jodtinctur und absoluter Alcohol diese Anhänge auflösen. — Die Stärkekörner vergrössern sich indess noch beträchtlich, und nehmen Dimensionen an, welche das frühere Chlorophyllkorn weit übertreffen. Die aus den Oeltröpfchen gebildeten Anhänge und Vorsprünge sind noch ziemlich lange sichtbar, etwa so lange, als die Stärkekörner grünlich erscheinen (Fig. 61). Später verschwindet das Oel vollständig; an den ausgebildeten farblosen Körnern ist keine Spur mehr davon wahrzunehmen (Fig. 64—67). Dieselben sind meistens einfach, oval-kugelig oder rundlich-linsenförmig. Seltener kommen Zwillinge und Drillinge, noch seltener Körner vor, die aus mehr als 3 Theilkörnern zusammengesetzt sind.

Wie in den Chlorophyllbläschen ausser Stärke auch Oel in wechselnder Menge vorkommen kann, so giebt es solche, in welcher die Stärke ganz von Oel vertreten wird. Unter der Epidermis des Stengels von *Cereus variabilis* Pfeiff. befinden sich mehrere Zellschichten mit wandständigen Chlorophyllkörnern. Dieselben sind vorzüglich um den Zellkern angehäuft, und enthalten jedes im Innern meist eine grössere Menge von glänzenden Kügelchen. Man zählt deren 4 bis über 20. Durch absoluten Alcohol werden die Chlorophyllkörner entfärbt, und die glänzenden Kügelchen in ihrem Innern verschwinden vollständig. Man muss, um diess deutlich zu sehen, das Präparat, wenn es völlig entfärbt ist, in Wasser auswaschen, und ihm dadurch die Durchsichtigkeit wieder geben, die es durch den Weingeist verloren hatte. Die Chlorophyllkörner zeigen im unveränderten Zustande eine Grösse bis auf 12 Mik. Durch die Einwirkung des Alcohol werden sie etwas kleiner; die grössten haben noch einen Durchmesser von 10 Mik. Statt der verschwundenen Oeltröpfchen sieht man eine gleiche Zahl von kleinen, röthlich erscheinenden Höhlungen. Jod färbt die Substanz der durch Weingeist ausgezogenen Chlorophyllkörner gelb; von einer blauen oder violetten Färbung, welche auf Anwesenheit von Stärke schliessen liesse, beobachtet man keine Spur.

Schon längst war es mir aufgefallen, dass die Chlorophyllkörner von Zyguemaceen und Desmidiaceen sehr häufig als ein weisslicher hohler Ring erscheinen. Da wurde ich im Herbst 1847 durch eine Erscheinung an *Zygnema cruciatum* (Vauch.) Ag. auf eine nähere Untersuchung dieser Gebilde geführt, welche Folgendes ergab. Die Chlorophyllkörner der genannten Ordnungen sind, wenn sie frei liegen, kugelig, wenn wandständig, von aussen nach innen etwas zusammengedrückt. Der Hohlraum im Innern erscheint dunkel oder röthlich, die Wandung ist mehr oder weniger dick und weisslich. Bei *Spirogyra jugalis* (Dillw.) Kg. beträgt an 8 bis 10 Mik. grossen Körnern die Höhlung $\frac{1}{2}$ bis $\frac{2}{3}$ des Durchmessers (3—6 Mik.), bei *Zygnema cruciatum* an 14 bis 17 Mik. grossen Körnern $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ des Durchmessers (4—8 Mik.). An jüngern Chlorophyllkörnern ist die Wandung dünner, vollkommen homogen, ringsum glatt und von gleicher Dicke. Mit dem Alter wird sie dicker, indem die Höhlung abnimmt; sie bekommt häufig eine unregelmässige Oberfläche und

ungleiche Dicke. Dann werden radiale Linien in der Wandung sichtbar, die man bald als deutliche Risse oder Spalten erkennt; bei Einstellung auf die Oberfläche bilden dieselben ein Netz, so dass also die Wandung in Stücke zerfällt, welche die Form einer gestutzten Pyramide haben. Die Zahl dieser Stücke ist ungleich; bei *Mougeotia gracilis* Kg. zeigte die Durchschnittsansicht 5 bis 7, bei *Spirogyra jugalis* 5 bis 8. Bei *Zygnema cruciatum*, wo jede Zelle zwei oval-kugelige Chlorophyllkörner enthält, konnte das Zerfallen am schönsten beobachtet werden. In einzelnen Fäden oder Theilen von Fäden waren die Zellen abgestorben, das Chlorophyll verschwunden, der Inhalt farblos oder lichtbraun. An den einen Körnern erschien die Wandung noch vollkommen homogen, an andern mit zarten radialen Linien, an manchen mit deutlichen radialen Rissen. Sie bestand aus 40 bis über 100 Stücken; die Durchschnittsansicht zeigte deren 8 bis 14. Die Stücke, welche anfänglich innen und aussen zusammen eine glatte Kugeloberfläche bildeten, wurden nachher torulos, indem sie in der Mitte sich etwas wölbten und an den Fugen aus einander wichen. In einzelnen Fällen trennten sie sich selbst ganz von einander, und bildeten einen Haufen von kugeligen oder ovalen Körnern, der die Gestalt und Grösse der Chlorophyllkörner hatte, und mehr oder weniger deutlich von einer zarten Membran umschlossen war. — Der hohle Raum innerhalb des homogenen oder in Stücke gespaltenen Ringes enthielt namentlich bei alten absterbenden Zellen häufig ein, seltener mehrere glänzende weissliche Körnchen (bei *Spirogyra*, *Zygnema* und *Mougeotia*). Diese Erscheinung zeigte sich auch bei der Einwirkung von Alcohol. Zellen von *Spirogyra quinina* (Mill.) Kg., 24 Stunden in Weingeist gelegen, waren farblos, und die Spiralbänder in allen Richtungen etwas kleiner geworden. Sie hatten sich nämlich theils etwas verschmälert, theils mit oder ohne Primordialschlauch contrahirt und von der Zellmembran losgetrennt. Die Chlorophyllkörner waren wenig verändert, nur bemerkte man in jedem ein glänzendes Körnchen, das vorher nicht da war. Als Zellen von *Spirogyra jugalis*, *Mougeotia gracilis* und *Zygnema cruciatum* mit Alcohol gekocht wurden, so erschien ebenfalls in dem Hohlraum fast jedes Chlorophyllkorn ein solches Körnchen. Bei *Zygnema cruciatum* waren die Chlorophyllkörner sonst in Grösse und Structur ziemlich unverändert geblieben. Der Durchmesser schien sich eher etwas vermindert zu haben; die radialen Risse waren deutlicher geworden. Bei einem Durchmesser des ganzen Kornes von 12 bis 18 Mik. war das innere Körnchen, das nachträglich zum Vorschein gekommen, 3 bis 4 Mik. gross. Als darauf die in Weingeist gekochten Präparate mit Wasser gekocht wurden, vergrösserten sich die Körner auf das Doppelte; sie erschienen heller und durchsichtiger, mit undeutlicher radialer Streifung; die zentrale Höhlung war dicht ausgefüllt mit dem glänzenden, gelblichen Körnchen. Bei *Zygnema cruciatum* dehnten sich die farblosen Chlorophyllkörner von 12 und 18 Mik. auf 26 und 35 Mik. aus; das in denselben eingeschlossene Körnchen war nicht grösser als 2 bis 3 Mik. und glich genau dem Kernchen des Zellkerns. — Jod färbte die radialgestreifte Substanz der Körner blau, indess das centrale Kernchen gelb oder braungelb erschien. Bei stärkerer Einwirkung des Jod verschwand das letztere, verdeckt von der dunkelblauen, umgebenden Farbe. Durch Quetschen und Reiben der Zellen konnte es aber frei gemacht werden, und zeigte nun deutlich eine gelbe oder braungelbe Färbung, und dunkle Conturen.

Es war also offenbar, dass in den Chlorophyllbläschen der genannten Pflanzen sich ein Ring oder vielmehr eine Kugelschale von Stärke bildete, welche ins Alter in eine Schicht von Stärkekörnern zerfiel; und dass innerhalb der Stärkeschale sich ein hohler Raum befand, in welchem sich ins Alter oder auf künstlichem Wege durch Alcohol ein oder mehrere aus Protoplasma bestehende Körnchen ausschieden. Ich war geneigt, diese Erscheinungen folgendermaassen zu erklären. In dem Chlorophyllbläschen bilden sich mehrere oder viele Stärkekörper, welche in einer einfachen Schicht an dessen Wandung liegen. Sie platten sich durch Druck gegenseitig ab, und erscheinen, da sie aus einer weichen Substanz bestehen, als ein homogener Ring. Später werden die Trennungslinien deutlich, und zuletzt kann ein vollständiges Zerfallen erfolgen. Der hohle Raum innerhalb der wandständigen Stärkekörner ist zuerst mit grünem Protoplasma (mit dem Inhalte des Chlorophyllbläschens) gefüllt. Nachher tritt an dessen Stelle eine wässrige Flüssigkeit und ein oder einige dichte Protoplasmakörnchen. Die Membran des Chlorophyllbläschens ist äusserst zart und im gewöhnlichen Zustande nicht zu sehen. Von deren Anwesenheit überzeugt man sich nur, wenn die Stärkekörner sich von einander trennen, und nun lose in einem dünnwandigen Bläschen liegen. Auf diese Weise würden die Chlorophyllbläschen der Zygnemaceen und Desmidiaceen mit denen der übrigen Pflanzen in Einklang gebracht. Es wäre dabei nur auffallend, dass man von dem Auftreten von getrennten Stärkekörnern, und von deren Verschmelzen zu einem Ring, nichts sieht. Man müsste annehmen, dass diese Stadien, welche bei andern Chlorophyllkörnern deutlich sind, hier in so kleinen

Stadien schon eintreten, dass sie der microscopischen Beobachtung entgehen. Diese Letztere schien zwar dafür zu sprechen, dass sich eine Stärkeschale oder ein hohles Stärkekorn bilde, und dass dasselbe nach Art der ächten zusammengesetzten Körner in Theilkörner zerfalle; allein einer solchen Annahme standen alle Analogieen entgegen.

Im Frühjahr 1854 unternahm C. Cramer eine Untersuchung des gleichen Gegenstandes an *Spirogyra orthospira* var. *spiralis* Näg. Die jungen Chlorophyllkörner in den grünen Bändern haben das Ansehen von Ringen, die aus einer dichtern Substanz bestehen, und aussen und innen von verdünntern Medien begrenzt werden. Die Conturen sind in den jüngsten Stadien sehr zart (Fig. 18 auf Taf. XXa, b), später werden sie viel schärfer (Fig. 18c). Von der Oberfläche der Zelle angesehen, erscheinen die Körner meist kreisrund; im Querschnitt (d. h. bei Einstellung des Focus auf die Mitte der cylindrischen Zelle, so dass der Seitenrand deutlich wird) sind sie elliptisch, seltener kreisrund; die Höhlung ist linsenförmig (Fig. 19). Die Ringe, die somit der Schale eines Ellipsoids entsprechen, zerfallen ins Alter in eine Schicht von Stärkekörnern (Fig. 21, 22).

Der Hohlraum im Innern ist mit einer Flüssigkeit oder mit einer wasserreichen Substanz angefüllt; er erscheint daher häufig röthlich. In demselben werden meistens 1 bis 3 dichte Körnchen sichtbar, doch selten bevor die Wandung sich in Stücke getheilt hat (Fig. 21, 22). — Neben den beschriebenen hohlen Chlorophyllkörnern kommen in den grünen Bändern vieler Fäden zerstreut noch andere kugelige Gebilde vor, welche die jüngsten Stadien jener zu sein scheinen. Sie sind kleiner und solid (Fig. 17); Jod bewirkt ebenfalls eine blaue Färbung. Hier ist wahrscheinlich die Höhlung noch verschwindend klein; dann erscheint sie als Punkt, und wird nun mit dem Wachsthum der Körner immer grösser (Fig. 18a, b, c; 21 und 22).

Zuweilen trifft man Doppelkörner an, sowohl solide (Fig. 17), als solche mit 2 Höhlungen (Fig. 20). Dieselben können durch Theilung entstanden sein, wie sich die Chlorophyllbläschen in *Chara* und *Nitella* theilen. Es ist aber auch möglich, dass es zwei ursprünglich getrennte, aber dicht beisammenliegende und dann aneinanderstossende Körner sind.

Wenn man die Chlorophyllkörner gänzlich entfärbt, indem man die Fäden 3 Tage laug in absolutem Weingeist liegen lässt, so zeigen sie weiter keine Veränderung, ausser dass man nun häufiger ein dichtes Körnchen in der Höhlung wahrnimmt (Fig. 27—30; Fig. 27a entspricht Fig. 17, 27b entspricht Fig. 18a, Fig. 28 und 29 entsprechen Fig. 18c und 19b). Das Körnchen füllt die Höhlung zuweilen fast ganz aus (Fig. 28, 30).

Wenn man Nordhäuser Schwefelsäure auf die Zellen von *Spirogyra* einwirken lässt, so quellen die Chlorophyllkörner auf (Fig. 23—25). Sie scheinen eine dicke äussere Membran zu besitzen. Dieselbe wird aber ganz oder grösstentheils durch anhängendes Protoplasma gebildet. Durch vorsichtigen Zusatz von Jod färbt sie sich braungelb, und zerfällt schon bei schwachem Reiben in einzelne Klümpchen. Die dichten Körnchen im Innern, in der Zahl von 1 bis 3, sind etwas grösser geworden (Fig. 23—25). Der Raum zwischen denselben und der äussern Wandung wird von hellem Stärkekleister ausgefüllt. Jod färbt die inneren Körnchen und die äussere Hülle braungelb, den Zwischenraum blau (Fig. 26).

Die erste Einwirkung von Kalilösung besteht darin, dass die Stärkekörner, in welche die Wandung bereits zerfallen war, sich etwas von einander trennen; und dass die Trennung, wo sie noch nicht sichtbar oder undeutlich war, deutlicher wird. Dabei bemerkt man leicht, dass 12 und mehr Stärkekörner in einem Chlorophyllbläschen vorkommen. Bei stärkerer Einwirkung des Kali quellen sie auf, und verschmelzen zu einem homogenen Kleister. Die ganzen Chlorophyllkörner vergrössern sich beträchtlich mehr als durch Schwefelsäure (Fig. 31—34). Diess rührt zum Theil daher, dass der Stärkekleister selbst einen etwas grössern Raum einnimmt; namentlich aber sind es die Plasmakörnchen im Innern, welche eine stärkere Ausdehnung zeigen. Dieselben sind meist homogen, und ohne die Reaction von Jod bloss durch lineale Begrenzung von dem Stärkekleister zu unterscheiden (Fig. 31). Seltener werden sie hohl (Fig. 32, 33), und noch seltener erscheint im Innern des hohlen Plasmakörnchens ein kleineres dichtes Körnchen (Fig. 34). Diese Erscheinungen sind wohl dadurch zu erklären, dass das scheinbar homogene, dicke Körnchen im Innern der unveränderten Chlorophyllbläschen bald eine gleiche, bald eine verschiedene Dichtigkeit, vielleicht auch verschiedene Zusammensetzung besitzt, und daher in seinen verschiedenen Partien ungleich aufquillt. — Die Chlorophyllkörner einer Zelle

quellen durch Kalilösung so sehr auf, dass sie an einander stossen, durch gegenseitigen Druck polygon werden und an der innern Oberfläche der Zelle ein Parenchym bilden, dessen Wandungen aus Protoplasma bestehen, und dessen Räume mit Stärkekleister gefüllt sind.

Die Desmidiaceen verhalten sich im Wesentlichen wie die Zygnemaceen. Bei *Closterium lanceolatum* Kg. liegt, wie bei den übrigen Closterien, in der Achsenlinie eine Reihe von grossen Chlorophyllkörnern. An denselben erkennt man oft eine dichte Rinde mit glatter oder etwas holperiger Oberfläche, und einen mit weicher Substanz gefüllten innern Raum. Die Rinde zerfällt später in Stärkekörner. Es giebt ältere Zellen, deren Inneres ganz mit eckigen, stark-zusammengedrückten Amylumkörnern erfüllt ist, welche wahrscheinlich ihren Ursprung diesem Zerfallen verdanken; denn in solchen Zellen sieht man nichts mehr von der in der Achse befindlichen Reihe von Chlorophyllkörnern.

Bringt man zu den Zellen des genannten *Closterium* verdünnte Schwefelsäure, so zieht sich zuerst, in Folge überwiegender Exosmose, der Primordialschlauch zusammen. Nachher quellen aber durch die eindringende Schwefelsäure die Stärkekörner auf, und dadurch wird der Primordialschlauch wieder ausgedehnt. Er legt sich von neuem an die Wandung an; häufig zersprengt er selbst diese an einem Ende, seltener in der Mitte, und schlüpft dann bald rasch, bald langsam heraus. Wenn man während der Einwirkung der Schwefelsäure ein Chlorophyllkorn fixirt, so sieht man, wie die aus Stärke bestehende Rinde desselben aufquillt und einen hellen Hof bildet, indess die innere weiche Substanz sich verdichtet (coagulirt) und zu einem festen Kern oder Körper wird. Der Hof von Stärkekleister wird zuletzt ganz undeutlich, und man sieht nun bloss eine Reihe von dichten Körpern in der Achsenlinie der Zelle. Sie sind kugelig oder oval, und haben einen Durchmesser von 3 bis 7, selten bis 10 Mik. Mill. Diese Reihe von Körpern wird auch sichtbar, wenn Schwefelsäure auf eine Zelle einwirkt, deren Inneres ganz mit jenen eckigen Stärkekörnern erfüllt war, indem die Letztern aufquellen, und die früher dazwischen verborgen liegenden Körper nun sichtbar werden.

Wenn man die durch Schwefelsäure veränderten Zellen von *Closterium* in wässrige Jodlösung bringt, so färbt sich der das Lumen ausfüllende Stärkekleister langsam blau. Die Färbung beginnt immer an den beiden Körnern, welche offenbar die Diosmose am leichtesten gestatten, und schreitet von da nach der Mitte hin. Die Körper werden zuerst nicht, dann gelblich gefärbt.

Ausser den Zygnemaceen und Desmidiaceen scheint das eben beschriebene merkwürdige Verhalten der in den Chlorophyllkörnern entstehenden Amylumkörner auch bei andern Algen sich wieder zu finden. Nach A. Braun (Verjüngung, Pag. 211) kommen in den Zellen von *Hydrodictyon* wandständige, hohle Stärkekörner von gelblicher oder lichtgelbgrüner Farbe vor. Ihre Grösse beträgt 5–6,7 Mik., das centrale Bläschen 1,7–2 Mik. Die Hülle (Wandung) quillt durch Kali auf, während der Kern noch unverändert bleibt; ohne Zweifel besteht jene wie bei den Zygnemaceen und Desmidiaceen aus Stärke, dieser aus Protoplasma.

Auch *Haematococcus pluvialis* Flotow scheint nach der Beschreibung von A. Braun (Verjüngung, Pag. 220) die gleichen Stärkekörnchen zu haben. — Aehnliche hohle Amylumkörner habe ich ferner in verschiedenen andern Süsswasseralgen gesehen, aber nicht näher untersucht.

Ich habe vorhin (Pag. 402) die Ansicht dargelegt, welche ich früher über die Natur dieser hohlen Gebilde hatte, dass nämlich in einem bläschenförmigen Chlorophyllkorn mehrere wandständige Stärkekörner auftreten, und bei ihrem ersten Sichtbarwerden als homogener Ring sich darstellen. Es ist nicht zu läugnen, dass erhebliche Bedenken dagegen bestehen, wozu namentlich gehört, dass die innere und äussere Begrenzung des hohlen Ringes bis zum Zerfallen immer vollkommen glatt erscheint, und dass niemals etwa Partien, welche den einzelnen Körnern entsprächen, höckerartig vortreten.

Suchen wir nach andern Erklärungen, so bietet sich vor Allem aus diejenige dar, der einzelne Ring entsprechen einem einfachen hohl gewordenen Kerne. In der That kommen hohle Stärkekörner hin und wieder als abnormale Erscheinung vor, und stellen eine Form der Auflösung dar. Aber dieselben enthalten in ihrer Höhlung kein Protoplasma, gehen keine besondern Veränderungen ein, und zeigen, wie es scheint, überhaupt keine Wachsthumerscheinungen.

Wir müssten also bei dieser Annahme die unwahrscheinliche und analogielose Voraussetzung machen, dass in ein hohl-gewordenes Amylumkorn lösliche Proteinverbindungen eindringen, und in dessen Lumen in die unlösliche Modification übergehen, ferner dass ein solches Korn noch sehr beträchtlich sich vergrößere, und endlich, was ebenfalls sich an keine bekannte Thatsache anschliessen würde, dass es durch radiale Risse vollständig in Theilkörner zerfalle.

Es könnten indess die homogenen hohlkugelartigen Körner auch nach Art einer Zellmembran entstehen, entweder dass in einem Chlorophyllbläschen, und zwar an der innern Fläche seiner primordialschlauchähnlichen Membran, oder dass auf der äussern Fläche eines soliden kugeligen Plasmakorns sich eine aus Stärke bestehende Blase bildete. Im erstern Falle wäre die Analogie mit einer Membran vollständig, wenn an der innern Fläche der Bläschenmembran die nämlichen Prozesse erfolgten, wie an der äussern des Primordialschlauches. Im zweiten Falle müsste die Oberfläche von Protoplasma auf die stärkebildende Lösung anziehend einwirken, und einen Niederschlag verursachen, was indess nicht mit der Natur geschichteter organischer Substanzen übereinzustimmen scheint. In beiden Fällen wäre das fernere Wachsthum dasjenige einer Zellmembran.

Die eben erwähnten drei Möglichkeiten stimmen darin mit einander überein, dass ein concentrischgeschichtetes hohles Gebilde durch radiale Theilung in Stücke zerfällt. Ihre Richtigkeit, im Gegensatz zu meiner frühern Vermuthung, muss durch die Kenntniss der Structur der Bruchkörner entschieden werden; bis jetzt weiss ich noch nicht, ob dieselben, wie ganze, einfache Körner gebaut sind, und ob jedes einen eigenen Kern und concentrische Schichtung besitzt, oder ob es nur Bruchstücke eines einfachen Kornes sind, und den Keilen einer Hohlkugel entsprechen.

XII. Systematische Uebersicht der Stärkekörner.

Schleiden (Grundzüge 3. Aufl. I, 182) hat eine Eintheilung der von ihm untersuchten Stärkearten gegeben, welche sich auf die äussere Form, die Zusammensetzung und die Gestalt der »Centralhöhle« gründet. Abgesehen von einzelnen Unrichtigkeiten, wie z. B. dass durch Aufquellen und Auflösen hohl gewordene Körner als normale Erscheinung gedeutet werden, ist die äussere Gestalt offenbar von geringerer Bedeutung. Ich habe oben (Pag. 31) eine auf die innere Structur gegründete Eintheilung der einfachen Körner versucht, welche ich der folgenden Uebersicht zu Grunde legen, und nur in untergeordneten Punkten aus practischen Rücksichten davon abweichen werde.

Die Eintheilung der Stärke findet in der Ausführung die nämlichen Schwierigkeiten, wie sie bei allen Gegenständen vorkommen, welche nur durch relative Unterschiede von einander abweichen, und nach allen Seiten hin in einander übergehen. Kaum dass die Körner mit centraler und excentrischer Schichtung zwei absolut geschiedene Gruppen bilden. — Dazu gesellen sich zwei andere Schwierigkeiten; einerseits, dass sehr häufig die Formen nicht rein vorkommen, sondern dass verwandte, namentlich auch einfache und zusammengesetzte Körner, in allen Verhältnissen unter einander gemengt sind; andererseits dass die Körner oft mehr oder weniger unentwickelt sind, und es zweifelhaft bleibt, zu welchen Formen sie bei vollständiger Ausbildung heranwachsen würden.

Auch wenn die Körner ziemlich gross sind, lassen sie im frischen Zustande manchmal weder Kern noch Schichtung erkennen. Es wird dann meistens auf künstlichem Wege möglich, das Eine oder Andere deutlich zu machen. Schwache Säuren, Alkalien und gelinde Wärme können unter Umständen die Schichtung hervortreten lassen. Die Stelle des Schichtencentrums wird oft durch Austrocknen sichtbar, indem sich daselbst eine Höhlung bildet, und indem von dort die Risse ausgehen. Hat das Austrocknen nicht die gewünschte Wirkung, so gelingt es zuweilen, dieselbe durch Erhitzen mit Wasser, durch Anwendung von Säuren oder Alkalien, oder noch leichter durch schwaches Rösten hervorzubringen. Wenn die Schichten nicht deutlich zu machen sind, so kann man auf deren Verlauf in der Regel aus den Rissen schliessen, welche durch Wasserentziehung oder durch Aufquellen entstehen, und von denen wir wissen, dass sie die Schichten gewöhnlich rechtwinklig durchbrechen.

Bei der Untersuchung der Stärke darf die Anwendung von Jod nie vernachlässigt werden. Bei den grossen geschichteten Körnern ist zwar keine Verwechslung möglich; dagegen giebt es verschiedene ungeschichtete, nicht aus Stärke bestehende Körper, die leicht für Stärke gehalten werden könnten. Ohne von den kugeligen und rundlich-eckigen Gebilden des Zelleninhaltes zu sprechen, will ich nur auf einige drusenförmige Körper aufmerksam machen, welche den zusammengesetzten Amylumkörnern täuschend ähnlich sehen. Solche kommen in den Samen mancher Phanerogamen vor, und so lange man sie nicht durch Jod färbt, glaubt man Stärkekörner vor sich zu haben, welche aus 2 bis über 12 Theilkörnern bestehen. Sie zerfallen in rundlich-eckige oder polyedrische Bruchkörper von 2 bis 10 Mik. Grösse. Jod färbt sie meistens schön goldgelb. Durch das Millou'sche Reagens werden sie roth, genau wie die Proteinverbindungen in der Bohne. Kali macht die Bruchkörper aufquellen und verschwinden, wobei man zuweilen deutlich bemerkt, dass dieselben während des Verschwindens in kleinere Körner zerfallen. Wenn sie durch Jod gefärbt waren, werden sie von Kali gelöst, ehe die gleichzeitig anwesenden und durch Jod gebläuten Stärkekörner ihre Farbe verlieren, und ehe dieselben überhaupt eine Veränderung erfahren. In kochendem Alcohol bleiben sie ungelöst.

Aus vorstehenden Reactionen ergibt sich, dass die fraglichen Gebilde aus Proteinverbindungen bestehen. Ich will sie Plasmakörper nennen. Meistens sind dieselben, wie ich sie eben beschrieben habe, zusammengesetzt; seltener findet man sie auch einfach, von rundlich-eckiger oder etwas unregelmässiger Gestalt. Sie kommen vor in den Samen der Cyperaceen, Nhandirobeen, von *Cornus mascula*, von *Banisteria* und *Hiraea*, von *Erythroxyton*-Arten, von *Cuidoscolus* und *Aleurites*, von *Monocosmia corrigioloides* Fenzl. etc. — Ausserhalb der Samen habe ich diese Plasmakörper nicht gesehen.

In einem unreifen Apfel von 12 Linien Durchmesser, den ich im Juli 1851 untersuchte, fand ich in den Parenchymzellen wandständige Körper von rundlicher und ovaler Gestalt, welche zusammengesetzten Stärkekörnern sehr ähnlich waren. Ihre Grösse beträgt bis 9 Mik. Sie bestehen aus 3 bis etwa 16 Theilen, und zerfallen in eckige Bruchkörper von 2–5 Mik. Grösse. Im unveränderten Zustande haben sie ein weissliches Ansehen und brechen das Licht ziemlich stark. Durch Jod werden sie braungelb bis braun gefärbt. Verdünnte Kalilösung macht sie etwas aufquellen. Wenn sie durch Jodtinctur intensiv braun geworden sind, und dann nur so viel Kalilösung zugesetzt wird, dass das Jod nicht vollständig gesättigt ist, so nehmen sie allmählig eine violette und blaue Färbung an. Die Beobachtung konnte nicht weiter fortgesetzt werden; es geht aber aus dem angegebenen Verhalten hervor, dass es jedenfalls keine gewöhnlichen Stärkekörner sind.

Aehnliche Gebilde, die man auf den ersten Anblick für zusammengesetzte, zuweilen auch für einfache, durch strahlenförmige Risse stark zerspaltene Stärkekörner zu halten geneigt ist, sah ich noch in verschiedenen Pflanzentheilen; so z. B. im Milchsaft der Wurzel von *Taraxacum officinale*, wo sie durch Jod nicht gefärbt werden. Die geringe Grösse erlaubt aber nicht, eine genauere Untersuchung über ihre Eigenschaften anzustellen.

Die folgende Uebersicht der Stärkekörner wurde nach diesem Schema angeordnet:

A. Körner einfach.

1. Centrisch (Kern im mathematischen Mittelpunkt liegend; Schichten immer auf je 2 diametral gegenüberliegenden Punkten gleich).
 - a) Kugelig (Kern und Korn bei freier Lage kugelig) 1
 - b) Linsenförmig (Kern und Korn bei freier Lage rundlich-zusammengedrückt, bald kreisrund und rundlich-oval, bald drei- und viereckig) 2
 - c) Oval (Kern und Korn bei freier Lage oval bis lanzettlich-oval, zuweilen nierenförmig oder etwas gebogen; im Querschnitt bald kreisrund, bald etwas zusammengedrückt) 3
 - d) Spindelförmig (Korn linear oder lanzettlich, entweder nach den spitzen Enden verschmälert oder mit gleichbreiten gestutzten Enden, im Querschnitt ziemlich kreisrund) 4
 - e) Knochenförmig (Korn verlängert, zusammengedrückt, von der schmalen Seite linear-spindelförmig, von der breiten Seite mit plattenförmig-erweiterten Enden) 5
2. Excentrisch (Kern in der Regel vom mathematischen Mittelpunkt mehr oder weniger entfernt, Schichten immer mit der geringsten Mächtigkeit auf der einen, mit der grössten auf der entgegengesetzten Seite).
 - a) Verkehrt-kegelförmig (Körner im Querschnitt ziemlich kreisrund, an dem Ende, wo sich der Kern befindet, dünner) 6
 - b) Kegelförmig (Körner im Querschnitt ziemlich kreisrund, an dem Ende, wo sich der Kern befindet, deutlich dicker und breiter) 7
 - c) Keilförmig oder zusammengedrückt (Körner flachgedrückt; entweder überall ziemlich gleich dick oder an dem Ende, wo sich der Kern befindet, dicker und zugleich schmaler als an dem hintern kantenförmig verdünnten Ende) 8
 - d) Stabförmig (Körner verlängert, ziemlich gleichdick, im Querschnitt kreisrund oder etwas zusammengedrückt, an dem Kernoende weder deutlich verdickt noch verdünnt) 9
3. Von unbekanntem Bau 10

- B. Körner halbzusammengesetzt** (mit einer die Theilkörner umhüllenden gemeinschaftlichen Substanz) 11
- C. Körner zusammengesetzt** (die Theilkörner von keiner gemeinsamen Substanz umgeben).
1. Mit verschmolzenen Theilkörnern (die Theile des nämlichen Korns nicht durch Spalten getrennt; ebenso sind meist auch die Theile der verschiedenen Körner mit einander verwachsen) 12
 2. Mit getrennten Theilkörnern (die Theile des nämlichen Korns durch Spalten geschieden).
 - a) 1- oder 2reihig (die Theilkörner zu 3 bis 11 in 1 oder 2 Reihen verbunden). 13
 - b) Wenigzählig, gleichtheilig (2 bis 10 und mehr, ungefähr gleichgrosse, körperlich verbundene Theilkörner; Bruchkörner mit einer gebogenen und mit einer oder mehreren ebenen Bruchflächen) 14
 - c) Wenigzählig, ungleichtheilig (2 bis 10 und mehr, ungleichgrosse, körperlich-verbundene Theilkörner; Bruchkörner mit einer gebogenen und mit einer oder mehreren ebenen Bruchflächen) 15
 - d) Vielzählig (Theilkörner zu 20 bis zu vielen Tausenden körperlich-zusammengestellt; Bruchkörner meistens bloss von ebenen Bruchflächen begrenzt). 16
 - e) Hohlkugelig (Theilkörner in eine hohlkugelige Schicht geordnet, als ob durch radiale Theilung einer Kugelschale entstanden) 17

Zur Beurtheilung der folgenden Uebersicht muss ich noch einige Bemerkungen beifügen. Da die verschiedenen Typen, wie bereits bemerkt, fast alle unmerklich in einander übergehen, so müssten die Grenzen willkürlich gezogen werden, und man findet daher Stärkekörner, die sich sehr ähnlich sind, oft weit von einander entfernt in verschiedenen Gruppen. — Innerhalb der einzelnen Gruppen hätten die Körner ebenfalls nach Bau und Gesäht systematisch angeordnet werden können. Eine solche vergleichende Bearbeitung wäre aber kaum möglich, ohne eine vollständige Sammlung von microscopischen Präparaten, die jeden Augenblick zur Revision zu Gebote stehen. Sie hätte, im Vergleich zur Mühe, einen geringen Werth. — Wenn es daher zwar als zweckmässig erschien, die Stärkearten in Hauptgruppen zu bringen, so hielt ich es dagegen für angemessener, die weitere Anordnung nach anderm Principe auszuführen. In jeder Gruppe wurden zuerst die Samen und die übrigen Theile getrennt, und dann die Pflanzen in systematischer Ordnung aufgezählt. Die natürliche Verwandtschaft entschied selbst oft, dass Stärkekörner in die eine oder andere Hauptgruppe gestellt wurden. So sind diejenigen aus allen Bromus-Samen, obgleich ziemlich verschieden, beisammen. So stehen ferner die Samen der Alismaceen alle in der zweiten, die Butomaceen in der dritten Gruppe, obgleich ihre Körner im Allgemeinen einander sehr ähnlich sind; und obgleich Gattungen der einen und der andern Ordnung vollkommen übereinstimmen; es geschah diess aber, weil die Alismaceen im Ganzen mehr dem zweiten, die Butomaceen mehr dem dritten Typus folgen.

Diese Art der Behandlung hatte dann zur Folge, dass die Beschreibungen etwas weiträufiger, weniger scharf und weniger diagnostisch übereinstimmend gehalten sind, als es bei einer vergleichend-systematischen Behandlung hätte geschehen können und müssen. Sie haben durchaus nicht die Bedeutung eines Differenzialcharakters, und das um so weniger, als nicht ausgemittelt ist, was daran specifisch und was bloss individuell ist. — Besondere Rücksicht wurde auf die Grössenverhältnisse gelegt, und meistens auch den Lineardimensionen durch approximative Berechnung eines grössten Korns das Maximum des Kubikinhaltes beigefügt.

Typ. 1. Körner einfach, centrisch-kugelig.

Körner kugelig oder kugelig-oval, bei gedrängter Lage mehr oder weniger polyedrisch. Kern im mathematischen Mittelpunkt, kugelig. Schichten überall gleich. — Beim Austrocknen strahlen die Risse von Schichtencentrum nach allen Richtungen aus.

Mit Sicherheit kenne ich diese Körner nur aus den Samen. In andern, z. B. in unterirdischen Theilen trifft man zwar zuweilen auch kugelige Körner mit centralem Kern an; allein ihre ziemlich geringe Grösse macht es immer möglich, dass sie unentwickelte Formen von excentrischen Typen sind, und der Umstand, dass in verwandten Pflanzen wirklich excentrische Körner vorkommen, macht diese Möglichkeit sogar wahrscheinlich. Ich habe sie daher alle zu

der Abtheilung mit unsicherem Bau gebracht. — Unter den centrisc-kugeligen Körnern finden sich nicht selten einzelne zusammengesetzte Körner gemengt; ihre Theilkörner sind bald körperlich, bald linienförmig angeordnet.

Trockenes Sameiweiss von **Pharus scaber** Humb. Boup. (Gramin.) Körner rundlich-eckig bis polyedrisch, meist mit einer kleinen, centralen Höhlung und einigen kurzen strahlenförmigen Rissen. — Grösse bis 25 Mik. — Kubikinhalte bis 8100 Mik.

Frisches Sameiweiss von **Zea Mays** Lin. (Gramin.) Körner anfangs kugelig, selten oval (bis höchstens doppelt so lang als breit); nachher meist polyedrisch mit scharfen Kanten; sehr selten mit einigen zarten concentrischen Schichten um den Kern, welcher meist deutlich ist. — Grösse bis 16 und 21 Mik. Kubikinhalte bis 4850 Mik.

Trocken zeigen sie meist eine centrale Höhlung und radiale Risse. Auch in frischen, nicht ganz entwickelten Samen kommen Körner mit einigen kurzen, strahlenförmigen Rissen vor. Ebenso findet man daselbst Körner mit granulirter Oberfläche. — Unter den einfachen werden nicht selten einzelne zusammengesetzte, 2–6zählige Körner von unregelmässiger Form getroffen.

In dem äusseren Theil des Albumens sind die Körner etwas kleiner (bis 16 Mik.), innen etwas grösser (bis 21 Mik.). — Nach Payen (Ann. sc. nat. 1838, II, Pag. 23) sind die Stärkekörner vom Mais bis 30 Mik. gross, und der hornartige Theil der Samen enthält polyedrische Körner in gedrängter Lage, während die innere mehligte Partie mehr abgerundet in lockerer Lage einschliesst.

Taf. XXII, Fig. 2 zwei Zellen aus dem Sameiweiss, a näher der Oberfläche, b weiter nach innen. — Taf. XXIII, Fig. 6, i, u, o, p kugelige Körner aus jungen Samen, die erstern beiden (wahrscheinlich durch Auflösung an der Oberfläche) granulirt. c, d, k (aus unreifen Samen) mit halbkugeligen Ausschnitten an der Oberfläche, wahrscheinlich ebenfalls durch Auflösung entstanden. a, b, e, f, g, h, l, m aus reifen frischen Samen. e, g, l zusammengesetzte Körner. f, wie es scheint, mit einer kanalartigen Verlängerung der Centralhöhlung bis zur Oberfläche. h mit mehreren Schichten.

Trockenes Sameiweiss von **Coix lacryma** Lin. (Gramin.) Körner kugelig, häufig durch Druck mehr oder weniger eckig; ohne Schichtung; solid oder mit einer kleinen centralen Höhlung, von welcher zuweilen zahlreiche Risse ausgehen. — Grösse bis 12 und 16 Mik. Kubikinhalte bis 2145 Mik.

Trockenes Sameiweiss von **Paspalum dilatatum** Poir. (Gramin.) Körner rundlich oder oval, viele durch gegenseitigen Druck eckig oder polyedrisch; ohne Schichtung; zuweilen mit einer kleinen Höhlung im Centrum. — Grösse bis 6 und 7 Mik. Kubikinhalte bis 180 Mik.

Trockenes Sameiweiss von **Paspalum platycaule** Poir. (*P. complanatum* Nees — Gramin.) Körner wie bei vorhergehender Art; die grössern mit einer centralen Höhlung, von der einige kurze Risse ausgehen. — Grösse bis 8, seltener bis 12 Mik. Kubikinhalte bis 905 Mik.

Trockenes Sameiweiss von **Paspalum stoloniferum** Bosc. (*Maizilla* st. Schlecht. — Gramin.) Körner rundlich-eckig bis polyedrisch, mit scharfen Kanten und Ecken; die grössern mit centraler Höhlung, von welcher zuweilen einzelne kurze Risse abgehen. — Grösse bis 12 Mik. Kubikinhalte bis 850 Mik. — Die aus den Zellen herausfallenden Körner sind nicht selten zu Klumpen vereinigt, als ob sie zusammengesetzt wären.

Trockenes Sameiweiss von **Amphicarpum Purshii** Kunth (Gramin.) Körner kugelig oder rundlich-oval bis fast polyedrisch; ohne Schichtung; die Mehrzahl mit einzelnen kurzen, vom Centrum ausstrahlenden Rissen. — Grösse bis 19 Mik. Kubikinhalte bis 3540 Mik.

Trockenes Sameiweiss von **Olyra paniculata** Swartz (Gramin.) Körner polyedrisch, die Zellen dicht ausfüllend; die grössern meist mit einer kleinen oder grössern Höhlung, selten mit einzelnen zarten Rissen. — Grösse bis 12 Mik. Kubikinhalte bis 980 Mik.

Trockenes Sameiweiss von **Oplismenus colonus** Humb. Kunth (*Panicum* c. Lin. — Gramin.) Körner rundlich,

zuweilen durch Druck etwas eckig; mit kleiner centraler Höhlung, von welcher einzelne Risse ausgehen. — Grösse bis 10 Mik. Kubikinhalte bis 524 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Oplismenus frumentaceus** Kunth (Panicum f. Roxb. — Gramin.) Körner kugelig oder oval-kugelig, zuweilen durch Druck etwas eckig; die grössten oft etwas zusammengefallen; mit centraler Höhlung; von welcher nicht selten kurze Risse ausgehen. — Grösse bis 14 und 18 Mik. Kubikinhalte bis 3055 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Setaria glauca** Beauv. (Panicum g. Lin. — Gramin.) Körner kugelig oder oval-kugelig, oft durch gegenseitigen Druck etwas eckig; häufig mit einer kleinen centralen Höhlung und einzelnen davon ausstrahlenden Rissen, zuweilen durch diese Risse scheinbar in mehrere Theilkörner gespalten. — Grösse bis 8 Mik. Kubikinhalte bis 268 Mik. — Einzelne Körner haben eine granulirte Oberfläche.

Frisches Sameneiweiss von **Setaria italica** Beauv. (Panicum i. Lin. — Gramin.) Körner zuerst kugelig oder oval-kugelig, später polyedrisch mit scharfen Kanten; ohne Schichtung; oft mit deutlichem centralen Kern. — Grösse bis 14 Mik. Kubikinhalte bis 1430 Mik. Nach Payen werden die Körner bis 16 Mik. gross.

Oft sind manche Körner an der Oberfläche granulirt, wahrscheinlich die Folge einer abnormalen Auflösung. — Unter den einfachen kommen zusammengesetzte, 2-3 zählige Körner vor; man bemerkt sie vorzüglich in nicht ganz reifen Samen.

Taf. XVIII, 41-46 Körner aus einem fast reifen Samen. — Taf. XXIII, Fig. 5 (aus dem ganz reifen Samen) c kugelig, a polyedrisch, b oval mit Rissen; d zwei polyedrische, zusammenklebende Körner.

Frisches Sameneiweiss von **Setaria flava** Kunth (Panicum alopecuroideum Schreb. — Gramin.) Körner wie bei Vorhergehender; dieselben nehmen von der Oberfläche nach der Mitte des Albumens an Grösse zu.

Trockenes Sameneiweiss von **Isachne australis** R. Br. (Panicum antipodum Spreng. — Gramin.) Körner rundlich-eckig oder polyedrisch (die Zellen dicht ausfüllend); die grössern meist mit einer centralen Höhlung und oft mit radialen Rissen. — Grösse bis 13 Mik. Kubikinhalte bis 1130 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Panicum miliaceum** Lin. (Gramin.) Körner kugelig oder oval-kugelig, oft durch gegenseitigen Druck etwas polyedrisch; meist mit einer kleinen Höhlung im Centrum, von welcher zuweilen einige Risse ausgehen. — Grösse bis 7 Mik. (nach Payen bis 10 Mik.). Kubikinhalte bis 180 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Panicum acuminatum** Swartz (Gramin.) Körner rundlich-eckig bis scharf-polyedrisch (die Zellen dicht ausfüllend); meist mit einer Höhlung und zuweilen mit radialen Rissen, so dass dann einzelne Körner den Anschein haben, als ob sie zusammengesetzt wären. — Grösse bis 12 und 15 Mik. Kubikinhalte bis 1670 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Panicum tonsum** Steud. (Tricholaena t. Nees. — Gramin.) Körner rundlich-eckig oder polyedrisch, mit stumpfen oder häufiger mit scharfen Ecken und Kanten; die grössern im Innern hohl. — Grösse bis 12 Mik. Kubikinhalte bis 710 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Panicum Hoffmannseggii** R. & Sch. (Gramin.) Körner rundlich-eckig oder scharf-polyedrisch; oft mit einer grössern oder kleinern eckigen Höhlung. — Grösse bis 10 Mik. Kubikinhalte bis 610 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Helopus annulatus** Nees (Gramin.) Körner kugelig oder durch Druck etwas eckig; mit centraler Höhlung, von welcher zuweilen Risse abgehen. — Grösse bis 7 und 8 Mik. Kubikinhalte bis 268 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Pennisetum longistylum** Hochst. (Gramin.) Körner rundlich, oft durch gegenseitigen Druck etwas eckig; meist mit einer kleinern oder grössern centralen Höhlung, von welcher zarte, kürzere Risse abgehen. — Grösse bis 15 und 20 Mik. Kubikinhalte bis 4190 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Pennisetum cenchroides** Rich. (Gramin.) Körner kugelig, zuweilen etwas eckig; oft mit einer centralen Höhlung und zarten strahlenförmigen Rissen — Grösse bis 15 Mik. Kubikinhalte bis 1766 Mik. Einige Körner haben eine granulirte Oberfläche.

Andere als *Gymnothrix conchroides* R. & Sch. bezeichnete Samen haben kugelige bis rundlich-ovale, oft etwas eckige Körner, mit einer centralen Höhlung und zahlreichen radialen Rissen. — Grösse bis 11 Mik. Kubikinhalte bis 690 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von *Penicillaria spicata* Willd. (*P. Pluckenitii* Link, *Pennisetum typhoideum* Rich. — Gramin.) Körner kugelig, meist durch gegenseitigen Druck mehr oder weniger polyedrisch; oft mit einer kleinen centralen Höhlung, selten mit einzelnen radialen Rissen. — Grösse bis 12 und 15 Mik. Kubikinhalte bis 1770 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von *Anthephora elegans* Schreb. (*Conchres laevigatus* Trin., *Tripsacum hermaphroditum* Lin. fil. — Gramin.) Körner kugelig, meist durch gegenseitigen Druck eckig und oft polyedrisch mit ziemlich scharfen Ecken und Kanten; zuweilen mit concentrischer zarter Schichtung; mit centraler, meist kleiner Höhlung, von welcher gewöhnlich einige, oder auch zahlreiche und starke Risse ausstrahlen. — Grösse bis 36, selten bis 51 Mik. Kubikinhalte bis 5240 Mik. — Seltener sind die Körner etwas zusammengedrückt, die grössern zuweilen zusammengefallen.

Dabei einzelne zusammengesetzte, wenigzählige Körner und Bruchkörner. Letztere haben eine halbkugelige Oberfläche und 1 oder 2 Bruchflächen, und unterscheiden sich dadurch von den einfachen polyedrischen Körnern, welche auf allen Seiten mehr oder weniger abgeplattet sind.

Taf. XXIII, Fig. 4a und b einfache, durch Druck etwas abgeplattete Körner.

Trockenes Sameneiweiss von *Lappago racemosa* Willd. (Gramin.) Körner polyedrisch, mit ziemlich scharfen Ecken und Kanten; die grössern hohl. — Grösse bis 9 Mik. Kubikinhalte bis 310 Mik. — Zuweilen sind die Körner in Gruppen zusammengeballt, scheinen aber dennoch zu den einfachen zu gehören.

Trockenes Sameneiweiss von *Lopholepis ornithocephala* Decsn. (Gramin.) Körner rundlich-eckig bis scharfpolyedrisch; mit einer kleinern, seltener grössern, gewöhnlich strahlig-eckigen Höhlung. — Grösse bis 11 Mik. Kubikinhalte bis 720 Mik. — Die Albumenzellen sind dicht mit Stärkekörnern gefüllt; von zusammengesetzten ist durchaus nichts zu sehen.

Trockenes Sameneiweiss von *Centotheca lappacea* Beauv. (*Cenchrus l.* Lin. — Gramin.) Körner kugelig, zuweilen durch Druck etwas eckig; ohne oder mit undeutlicher Schichtung; mit centraler Höhlung, von welcher meist Risse ausgehen. — Grösse bis 25 und 30 Mik. Kubikinhalte bis 14250 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von *Beckera petiolaris* Hochst. (Gramin.) Körner rundlich bis fast polyedrisch; mit einer centralen Höhlung und mit strahlenförmigen Rissen. — Grösse bis 11 Mik. Kubikinhalte bis 705 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von *Ampelodesmos tenax* Link. (*Arundo t.* Vahl. — Gramin.) Körner kugelig, rundlich-eckig oder polyedrisch; meist mit einer grössern oder kleinern Höhlung und zuweilen mit radialen Rissen. — Grösse bis 18 und 21 Mik. Kubikinhalte bis 4900 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von *Pappophorum nigricans* R. Br. (Gramin.) Körner kreisrund oder rundlich-oval; die kleinern kugelig, die grössern bis auf $\frac{2}{3}$ der Breite und etwas darüber zusammengedrückt; mit einer Höhlung im Centrum und mit strahlenförmigen Rissen. — Grösse bis 25 und 30 Mik. Kubikinhalte bis 6450 Mik. — Wenngleich die grössern Körner etwas zusammengedrückt sind, so gehören sie doch eher zum kugeligen als zum linsenförmigen Typus, weil sie in der schmalen Ansicht keine Längsspalte, sondern die nämlichen strahlenförmigen Risse zeigen, wie in der breiten.

Trockenes Sameneiweiss von *Gymnopogon foliosus* Nees. (Gramin.) Körner rundlich-eckig bis polyedrisch; mit einer kleinern oder grössern, eckigen oder in strahlenförmige Risse ausgehenden Höhlung. — Grösse bis 16 Mik. Kubikinhalte bis 2370 Mik. — Die Stärke gehört wohl ohne Zweifel dem einfachen kugeligen Typus an; von zusammengesetzten Körnern konnte ich wenigstens auch innerhalb der Zellen nichts wahrnehmen.

Trockenes Sameneiweiss von *Uniola latifolia* Michx. (Gramin.) Körner rundlich, meist durch gegenseitigen

Druck mehr oder weniger polyedrisch, nicht oder kaum etwas zusammengedrückt, meist hohl. — Grösse bis 14 und 20 Mik. Kubikinhalte bis 3840 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von *Chusquea Cumingii* Nees. (Gramin.) Körner rundlich, rundlich-eckig bis fast polyedrisch; die grössern mit einer centralen Höhlung und manche mit strahlenförmigen Rissen. — Grösse bis 15 Mik. Kubikinhalte bis 1825 Mik. — Von zusammengesetzten Körnern ist auch innerhalb der Zellen nichts zu sehen.

Trockenes Sameneiweiss von *Orthoclada laxa* Beauv. (Gramin.) Körner rundlich-eckig oder scharf-polyedrisch, homogen oder sehr zart geschichtet, solid oder mit kleiner centraler Höhlung. — Grösse bis 35 und 40 Mik. Kubikinhalte bis 34650 Mik. — Die Albumenzellen, deren Umrisse man übrigens oft kaum erkennt, sind ganz mit zweierlei (ungleichgrossen) Körnern gefüllt, wobei die kleinen zwischen den Ecken und Kanten der grossen liegen.

Trockenes Sameneiweiss von *Hemarthria fasciculata* Kunth. (Gramin.) Körner kugelig oder kugelig-oval, meist durch Druck etwas eckig oder selbst polyedrisch; die grössern mit einer meist kleinen Höhlung im Centrum und mit einigen strahlenförmigen Rissen. — Grösse bis 15 Mik. Kubikinhalte bis 1790 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von *Rotthoella arundinacea* Hochst. (Gramin.) Körner kugelig oder kugelig-oval, zuweilen durch Druck etwas eckig; die grössern meist mit einer kleinen centralen Höhlung und oft mit einigen strahlenförmigen Rissen. — Grösse bis 10 Mik. Kubikinhalte bis 565 Mik. — Mit zusammengesetzten wenigzähligen Körnern, v. d. Typ. 14.

Trockenes Sameneiweiss von *Manisuris granularis* Swartz. (Gramin.) Körner rundlich oder rundlich-eckig, oft kugelig oder oval-kugelig; die grössern mit einer centralen Höhlung und meist mit einigen radialen Rissen. — Grösse bis 12 Mik. Kubikinhalte bis 905 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von *Andropogon dissitiflorus* Michx. (Gramin.) Körner kugelig, kugelig-oval und rundlich-eckig; mit einer centralen Höhlung und radialen Rissen. — Grösse bis 15 Mik. Kubikinhalte bis 1690 Mik. — Einzelne Bruchkörner, mit einer gebogenen und 1—3 Bruchflächen, deuten auf die frühere Anwesenheit auch von zusammengesetzten Körnern hin.

Trockenes Sameneiweiss von *Andropogon contortus* Lin. (Heteropogon c. R. & S. — Gramin.) Körner rundlich oder durch Druck eckig bis polyedrisch; mit einer kleinen centralen Höhlung und einigen radialen Rissen. — Grösse bis 15 und 21 Mik. Kubikinhalte bis 4970 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von *Andropogon diversiflorus* Steud. (Gramin.) Körner rundlich-eckig bis scharf-polyedrisch; mit einer kleinen centralen Höhlung und einigen radialen Rissen. — Grösse bis 16 und 21 Mik. Kubikinhalte bis 4945 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von *Andropogon leucostachyus* Humb. Bop. (Hypogynium campestre Nees. — Gramin.) Körner rundlich, rundlich-oval oder rundlich-eckig; mit einer centralen Höhlung und radialen Rissen. — Grösse bis 20 Mik. Kubikinhalte bis 4260 Mik. — Dabei einzelne zusammengesetzte, wenigzählige Körner; ferner Bruchkörner mit einer gebogenen und 1—3 Bruchflächen, hohl, mit einzelnen radialen Rissen, 4—12 Mik. gross.

Trockenes Sameneiweiss von *Andropogon Ischaemum* Lin. (Gramin.) Körner kugelig, rundlich-eckig oder fast polyedrisch; mit einer kleinen centralen Höhlung und einigen radialen Rissen. — Grösse bis 13 Mik. Kubikinhalte bis 1275 Mik. — Zusammengesetzte Körner sehe ich keine; doch scheinen auch hier Bruchkörner, wie bei der vorhergehenden Art, vorzukommen.

Trockenes Sameneiweiss von *Andropogon umbrosus* Hochst. (Gramin.) Körner rundlich, durch Druck mehr oder weniger eckig und selbst polyedrisch; mit einer kleinen centralen Höhlung und einzelnen radialen Rissen. — Grösse bis 15 und 19 Mik. Kubikinhalte bis 3550 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Andropogon laguroides** DC. (Gramin.) Körner kugelig, kugelig-oval und rundlich-eckig; mit einer kleinern oder grössern Höhlung und radialen Rissen. — Grösse bis 15 Mik. Kubikinhalte bis 1775 Mik. — Dabei scheinen einzelne Bruchkörner mit 1–3 Bruchflächen vorzukommen.

Trockenes Sameneiweiss von **Andropogon argenteus** DC. (Gramin.) Körner kugelig, oft durch gegenseitigen Druck etwas eckig; mit einer ziemlich grossen Höhlung. — Grösse bis 14 Mik. Kubikinhalte bis 1437 Mik. — Samen noch nicht ganz reif.

Trockenes Sameneiweiss von **Andropogon cernuus** Roxb. (Sorghum c. Willd. — Gramin.) Körner kugelig, zuweilen durch gegenseitigen Druck etwas eckig; solid oder mit kleiner centraler Höhlung und einzelnen davon ausgehenden Rissen; zuweilen durch die Risse scheinbar in mehrere Theilkörner gespalten. — Grösse bis 13 Mik. Kubikinhalte bis 1151 Mik. — Einzelne Körner haben eine granulirte Oberfläche.

Frisches und trockenes Sameneiweiss von **Andropogon Sorghum** Brot. (Sorghum vulgare Pers. — Gramin.) Körner kugelig oder oval-kugelig, oft durch Druck mehr oder weniger polyedrisch; frisch mit deutlichem centalem Kern, selten mit radialen Rissen; trocken meist mit centraler Höhlung und davon ausgehenden starken Rissen. — Grösse bis 11 und 15 Mik. Kubikinhalte bis 1840 Mik. — Nach Payen erreicht der Durchmesser 30 Mik. — Dabei zusammengesetzte, 2- bis 4- und 5-zählige Körner.

Taf. XVIII, Fig. 29–34 aus jungen Samen; 29–30 kugelig; 32–34 zusammengesetzt. Fig. 35–40 aus reifen Samen; 37 polyedrisch; 36, 38–40 mit Rissen. — Taf. XXIII, Fig. 7 aus reifen, noch feuchten Samen; c kugelig, mit einigen Rissen; b Zwillingkorn; a, d zusammengesetzte, aus 5 Theilen bestehende Körner.

Trockenes Sameneiweiss von **Andropogon aciculatus** Retz. (Chrysopogon a. Trin. — Gramin.) Körner kugelig oder rundlich-oval; mit einer kleinern oder grössern centralen Höhlung, von der oft Risse abgehen. — Grösse bis 14 Mik. Kubikinhalte bis 1270 Mik. — Dabei einzelne Zwilling- und Drillingskörner.

Trockenes Sameneiweiss von **Andropogon nepalensis** Hort. berol. (Gramin.) Körner kugelig, oft durch Druck etwas eckig; mit einer kleinen Höhlung im Centrum, von welcher einzelne oder mehrere Risse ausgehen. — Grösse bis 13 und 17 Mik. Kubikinhalte bis 2560 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Anthestiria cymbaria** Roxb. (Andropogon c. Lin. — Gramin.) Körner rundlich oder rundlich-oval, meist durch Druck eckig oder selbst polyedrisch; mit einer centralen Höhlung und radialen Rissen. — Grösse bis 20 und 25 Mik. Kubikinhalte bis 5130 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Anthestiria pseudo-cymbaria** Steud. (Andropogon cymbarius Hochst. — Gramin.) Körner rundlich, rundlich-eckig bis polyedrisch; mit einer centralen Höhlung und radialen Rissen. — Grösse bis 32 und 37 Mik. Kubikinhalte bis 19760 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Anthestiria laxa** Andr. (Gramin.) Körner kugelig bis oval, oft durch Druck mehr oder weniger eckig; mit einer kleinen Höhlung im Centrum und mit starken radialen Rissen. — Grösse bis 16 und 20 Mik. Kubikinhalte bis 3190 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Androscopia gigantea** Brongn. (Apluda g. Spreng. — Gramin.) Körner kugelig oder kugelig-oval, viele durch Druck rundlich-eckig und selbst polyedrisch; meist mit einer kleinen Höhlung im Centrum und mit einigen strahlenförmigen Rissen. — Grösse bis 20 und 26 Mik. Kubikinhalte bis 6780 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Imperata arundinacea** Cyrill. (Gramin.) Körner kugelig, kugelig-oval oder rundlich-eckig; mit einer centralen Höhlung und radialen Rissen. — Grösse bis 13 und 17 Mik. Kubikinhalte bis 2490 Mik. — Dabei Bruchkörner mit einer gebogenen und 1–4 Bruchflächen, hohl und mit einigen radialen Rissen, 3–11 Mik. gross. — Zusammengesetzte, aus 2–5 gleich grossen Theilen bestehende Körner sind wenige mehr vorhanden.

Trockenes Sameneiweiss von **Saccharum spontaneum** Lin. (Gramin.) Körner kugelig, oval oder rundlich-

eckig; mit einer grössern oder kleinern Höhlung. — Grösse bis 9 Mik. Kubikinhalte bis 375 Mik. — Dabei Bruchkörner mit einer gebogenen und 1—3 Bruchflächen; ebenfalls hohl, bis 7 Mik. gross. — Zusammengesetzte, wenigzählige, gleichtheilige Körner sind wenige vorhanden. — Samen nicht ganz reif.

Trockenes Sameneiweiss von **Erianthus Ravennae** Beauv. (Saccharum R. Murr. — Gramin.) Körner kugelig oder kugelig-oval, manche durch Druck etwas polyedrisch; mit einer centralen, oft grossen Höhlung und mit strahlenförmigen Rissen. — Grösse bis 21 Mik. Kubikinhalte bis 4850 Mik. — Dabei viele Bruchkörner mit einer gebogenen und 1—4 Bruchflächen, ebenfalls mit einer Höhlung und Rissen, 4—15 Mik. gross. — Zusammengesetzte, 2—5zählige, gleichtheilige Körner sind wenige vorhanden.

Trockenes Sameneiweiss von **Zoysia tenuifolia** Willd. (Gramin.) Körner kugelig, kugelig-oval, rundlich-eckig oder fast polyedrisch; meist mit einer centralen Höhlung, und oft mit einigen strahlenförmigen Rissen. — Grösse bis 15 Mik. Kubikinhalte bis 1810 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Hohenbergia strobilacea** Schult. fl. (Bromeliac.) Körner kugelig oder oval-kugelig, nicht selten durch Druck etwas eckig, zuweilen unregelmässig; ohne Schichtung; oft mit einer kleinen Höhlung im Centrum, ohne Risse. — Grösse bis 15 Mik. Kubikinhalte bis 1768 Mik. — Dabei zusammengesetzte, wenigzählige, gleichtheilige Körner, vd. Typ. 14.

Trockenes Sameneiweiss von **Billbergia zebrina** Lindl. (Bromeliac.) Körner rundlich, zuweilen etwas unregelmässig; ohne Schichtung; mit einer centralen Höhlung, von welcher meist radiale Risse ausgehen. — Grösse bis 15 Mik. Kubikinhalte bis 1768 Mik. — Dabei zusammengesetzte, wenigzählige, gleichtheilige Körner, vd. Typ. 14.

Trockenes Sameneiweiss von **Pitcairnea albucacfolia** Schrad. und **P. punicea** Lindl. (Bromeliac.) Körner mehr oder weniger kugelig, zuweilen etwas unregelmässig; ohne Schichtung; meist mit grosser centraler Höhlung, von welcher zuweilen Risse abgehen; manche (durch Trocknen) etwas eingefallen. — Grösse bis 14 und 18 Mik. Kubikinhalte bis 3055 Mik. — Dabei zusammengesetzte, wenigzählige Körner, vd. Typ. 14.

Trockenes Sameneiweiss von **Pterostegia drymarioides** F. M. (Polygon.) Körner rundlich, durch Druck mehr oder weniger eckig; mit kleinerer oder grösserer centraler Höhlung. — Grösse bis 10 Mik. Kubikinhalte bis 524 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Oxyria digyna** Campd. (Polygon.) Körner rundlich-eckig bis polyedrisch, mit ziemlich scharfen Ecken und Kanten; die kleinen solid, die grössern mit einer kleinen centralen Höhlung, und die grössten überdem mit einzelnen radialen Rissen. — Grösse bis 10 Mik. Kubikinhalte bis 524 Mik. — Die aus den Zellen heraustretenden Körner bleiben oft in körperliche Gruppen oder in Reihen vereinigt.

Trockenes Sameneiweiss von **Rheum hybridum** Ait. und **Rh. rhaponticum** Lin. (Polygon.) Körner genau kugelig, zuweilen durch Druck etwas eckig; ohne Schichtung; mit kleiner centraler Höhlung, und die grössten zuweilen mit einigen sehr kurzen strahlenförmigen Rissen. — Grösse bis 13 Mik. Kubikinhalte bis 1150 Mik.

Taf. XXII, Fig. 3 zwei Zellen aus dem trockenen Albumen von Rh. hybridum Ait.

Trockenes Sameneiweiss von **Polygonum tinctorium** Lour. (Polygon.) Körner rundlich, durch Druck etwas eckig; mit grösserer oder kleinerer Höhlung. — Grösse bis 13 Mik. Kubikinhalte bis 1151 Mik.

Frisches Sameneiweiss von **Polygonum orientale** Lin. (Polygon.) Körner kugelig oder durch Druck etwas eckig, meist mit deutlichem Kern. — Grösse bis 10 Mik. Kubikinhalte bis 540 Mik. — Dabei kommen Gruppen von zusammenklebenden Körnern und zusammengesetzte Körner vor, welche von erstern schwer zu unterscheiden sind. Auch halb-zusammengesetzte Formen mit mehreren Kernen wurden beobachtet.

Taf. XXIII, Fig. 9a, e kugelig; b, c, d zusammengesetzt; f, g, h sind eher Gruppen von zusammenklebenden Körnern; f zwei polyedrische K.; h halbzusammengesetzte K.

Frisches Sameneiweiss von **Fagopyrum cymosum** Meisn. (Polygon.) Körner kugelig oder kugelig-oval, meist durch Druck mehr oder weniger polyedrisch; ohne Schichtung, die grössern mit deutlichem centralem Kern; trocken mit einer Höhlung, seltener mit einzelnen radialen Rissen. — Grösse der kugeligen Formen bis 17 Mik., der ovalen bis 21 Mik. Kubikinhalte bis 3150 Mik.

Taf. XVIII (aus reifen noch feuchten Samen), 24* (links) und 25 kleine Körner. 26 (von der Oberfläche gesehen) und 28 (Durchschnittsansicht) zwei abnormale Körner mit radialen Rissen in der äussern Substanz, wie sie sonst durch Druck entstehen. 27 ein Korn mit hellen rundlichen, wahrscheinlich in Auflösung begriffenen Stellen an der Oberfläche. — Taf. XXIII, 8 (aus reifen Samen) a durch Druck polyedrisch geworden; b drei zusammenklebende Körner, vielleicht auch ein zusammengesetztes Korn.

Trockenes Sameneiweiss von **Fagopyrum esculentum** Moench. (Polygonum Fagopyrum Lin. — Polygon.) Körner kugelig oder oval, häufig durch Druck etwas eckig oder selbst polyedrisch; mit kleiner centraler Höhlung, von welcher zuweilen einzelne kurze Risse ausgehen. — Grösse bis 10 und 12 Mik. Kubikinhalte bis 1987 Mik. — Dabei zusammengesetzte, wenigzählige, 1–2reihige Körner, vd. Typ. 13.

Taf. XXIII, 10a kugelig; d abnormal mit graulirter Oberfläche, wahrscheinlich durch Auflösung angegriffen; g polyedrisch.

Trockenes Sameneiweiss von **Emex spinosa** Cambess. (Polygon.) Körner kugelig oder durch Druck rundlich-eckig; die grössern mit kleiner centraler Höhlung, von welcher oft einige zarte Risse zur Oberfläche gehen. — Grösse bis 8, selten bis 10 Mik. Kubikinhalte bis 524 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Rumex Patientia** Lin. (Polygon.) Körner rundlich, durch Druck mehr oder weniger eckig; meist mit grosser Höhlung. — Grösse bis 12 und 14 Mik. Kubikinhalte bis 1437 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Tragopyrum lanceolatum** Biebrst. (Polygon.) Körner rundlich, kaum eckig; zuweilen mit kleiner centraler Höhlung. — Grösse bis 9 Mik. Kubikinhalte bis 382 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Atraphaxis spinosa** Lin. (Polygon.) Körner kugelig, häufig durch Druck mehr oder weniger eckig; mit einer kleinen Höhlung im Centrum. — Grösse bis 6 und 8 Mik. Kubikinhalte bis 260 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Antigonon** Spec. aus Guatemala. (Polygon.) Körner kugelig, seltener oval, meist durch Druck polyedrisch; manche mit einer kleinen Höhlung im Centrum und einzelnen kurzen, strahlenförmigen Rissen. — Grösse bis 13 und 17 Mik. Kubikinhalte bis 2490 Mik. — Dabei einzelne zusammengesetzte Körner, aus 2–5 in einer Reihe liegenden Theilen bestehend.

Trockenes Sameneiweiss von **Pisonia aculeata** Lin. (Nyctagin.) Körner kugelig oder polyedrisch, häufig mit einer gewölbten und mehreren ebenen Flächen; die grössern mit einer centralen Höhlung und zuweilen mit einigen kurzen radialen Rissen. — Grösse bis 13 Mik. Kubikinhalte bis 1170 Mik. — Ganz ohne Zweifel einfache Körner. Dabei einzelne wenige, aus 2 bis über 12 Theilen bestehende Körner.

Trockenes Sameneiweiss von **Nepenthes destillatoria** Lin. (Nepenth.) Körner kugelig, rundlich-eckig und fast polyedrisch; mit einer kleinern oder grössern centralen Höhlung und oft mit radialen Rissen. — Grösse bis 10 und 13 Mik. Kubikinhalte bis 1185 Mik.

Frische und trockene Cotyledonen von **Acanthus mollis** Lin. (Acanthac.) Körner kugelig bis oval, nicht oder sehr wenig zusammengedrückt, mit zarten oder undeutlichen Schichten; frisch mit centralem kugeligem Kern; trocken mit starken radialen Rissen, welche fast bis zur Oberfläche gehen (die Risse sind in allen Ansichten gleich stark). — Grösse bis 60 Mik. Kubikinhalte bis 88500 Mik. — Dabei einzelne halbzusammengesetzte, und zusammengesetzte wenigzählige gleich- oder ungleichtheilige Körner (sie entstehen sowohl durch Theilung des Kerns, als durch Abschneiden von Ecken). — Wie die Samen von Acanthus, so gleichen auch die Stärkekörner, sammt dem Zellgewebe, denen der stärkehaltigen Papilionaceen-Samen.

Taf. XXIII, Fig. 3a, b, e aus trockenen, c, d, f—h aus frischen Samen; a kugelig; b mit einer Querspalte und strahlenförmigen Rissen; c Drilling; d ovales Korn, mit einer Querspalte oder Doppelkorn; e kugelig mit radialen Rissen; f Doppelkorn; g Drilling; h zusammengesetztes vielzähliges Korn, oder ein Conglomerat von einfachen Körnern;

Trockenes Sameneiweiss von *Drosera longifolia* Lin. (Droserac.) Körner kugelig oder oval-kugelig, seltener oval, viele durch Druck mehr oder weniger polyedrisch; mit einer centralen Höhlung und mehreren ziemlich starken radialen Rissen, welche oft kurz sind, oft bis zur Peripherie gehen, und das einfache Korn in Theilkörner zu spalten scheinen. — Grösse bis 18 Mik. Kubikinhalte bis 3010 Mik. — In unreifen Samen kommen bloss gerundete, in den reifen neben diesen auch viele polyedrische Körner vor.

Trockenes Sameneiweiss von *Drosophyllum lusitanicum* Spreng. (Droserac.) Körner kugelig oder rundlich-oval, seltener oval, viele durch Druck mehr oder weniger polyedrisch; mit einer kleinen centralen Höhlung und radialen Rissen. — Grösse bis 15 und 19 Mik. Kubikinhalte bis 2120 Mik.

Typ. 2. Körner einfach, centrisc-linsenförmig.

Körner kreisrund, rundlich-oval, rundlich-nierenförmig oder 3- und 4eckig mit abgerundeten Ecken, zusammengedrückt; bei gedrängter Lage mehr oder weniger polyedrisch. Kern central, im Allgemeinen von der Gestalt des Kornes, aber verhältnissmässig viel dünner. Schichten in der Regel auf 2 diametral gegenüberliegenden Punkten gleich, am Umfange am mächtigsten.

Beim Austrocknen bildet sich fast ohne Ausnahme eine mit der grössten Ebene zusammenfallende Spalte, von deren innerm Theil strahlenförmige Risse abgehen, und welche in der breiten Ansicht gewöhnlich unsichtbar, von der schmalen Seite als dunkler Streifen erscheint. — Die Körner sind in der Regel nach allen Seiten symmetrisch; zuweilen indess bilden sich die beiden Seiten des Randes ungleich aus. — Dieser Typus geht sowohl in den centrisc-kugeligen, als in den centrisc-ovalen über. Er findet sich mit Sicherheit nur in Sporen und in Samen. Es giebt zwar in unterirdischen Theilen ebenfalls runde zusammengedrückte Körner; allein der Mangel von Kern und Schichten lassen ihren Bau zweifelhaft. — Zusammengesetzte Körner kommen nicht oder äusserst selten unter den einfachen vor.

Trockene Sporen von *Oedogonium Landsboroughii* (Hass.) Kütz. Körner rundlich, rundlich-dreieckig oder oval, oft unregelmässig; bis auf die Hälfte und darüber zusammengedrückt; von der schmalen Seite mit einer Längsspalte. — Grösse bis 12, Dicke 3—4 Mik. Kubikinhalte bis 240 Mik. — Aehnliche, aber etwas kleinere Stärkekörner bilden zuweilen in den vegetativen Zellen ein theilweises oder vollständiges Wandbeleg. — Manche Körner nähern sich dem centrisc-ovalen Typus (3).

Trockene Sporen von *Oedogonium vesicatum* (Vauch.) Link. Körner rundlich oder rundlich-oval, oft etwas eckig oder unregelmässig; die breiteren auf die Hälfte und etwas darüber zusammengedrückt. — Grösse bis 8 Mik. Kubikinhalte bis 100 Mik. — Mehr Stärke, weniger Oel.

Trockene Sporen von *Oedogonium echinospermum* A. Braun. Körner wie bei vorhergehender Art. — Grösse bis 7 Mik. Kubikinhalte bis 85 Mik.

Trockene Sporen von *Bulbochaete sphaerocarpa* A. Braun. Körner kreisrund bis oval, oft etwas eckig oder unregelmässig; die grösseren auf die Hälfte und darüber zusammengedrückt; von der schmalen Seite mit einer Längsspalte. — Grösse bis 10 und 13 Mik. Kubikinhalte bis 290 Mik. — Annäherung zum centrisc-ovalen Typus (3). — Die Körner in einer Zelle sind ziemlich gleich gross, und liegen dicht-gedrängt in einer einfachen Schicht an dem Primordialschlauch. Innerhalb derselben ist das Lumen mit rothem Oel gefüllt; oft werden sie erst, nachdem ein Theil des Letztern durch Druck herausgepresst wurde, sichtbar. — Aehnliche, aber etwas kleinere Stärkekörner bilden zuweilen in den vegetativen Zellen ein theilweises oder vollständiges Wandbeleg.

Trockene Sporen von *Bulbochaete setigera* (Roth) Ag. Körner rundlich, meist polygon; die grössern bis über die Hälfte zusammengedrückt; von der schmalen Seite oval-spindelförmig. — Grösse bis 11, Dicke bis 4 Mik. Kubikinhalte bis 240 Mik.

Sporen von *Nitella*. Körner rundlich, meist unregelmässig-eckig, Ecken zuweilen fast lappenförmig vortretend; seltener regelmässig 4–6seitig; auf $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{3}$ der Breite zusammengedrückt; selten mit zarter Schichtung und mit centralem Kern; trocken ohne Risse. — Die Körner in einer Spore sind ziemlich von gleicher Grösse und bilden an der innern Fläche der Membran ein einschichtiges und so dichtes Wandbeleg, dass sie durch Druck polygon werden.

***N. syncarpa* Kütz. (frisch).** Grösse der Körner bis 70 Mik. Kubikinhalte bis 79800 Mik.

***N. flexilis* Ag. (trocken).** Grösse 17 bis 50 und 60 Mik. Kubikinhalte bis 27200 Mik.

***N. fasciculata* A. Braun (trocken).** Grösse 14 bis 56 Mik.

***N. hyalina* Kütz. (trocken).** Grösse 15 bis 45 Mik. — Die Risse, die man in beiden Ansichten sieht, sind ohne Zweifel durch Druck entstanden.

***N. translucens* (Pers.) (trocken).** Grösse 7 bis 40 Mik.

***N. batrachosperma* A. Braun (trocken).** Grösse 10 bis 45 Mik.

***N. tenuissima* Kütz. (trocken).** Grösse 13 bis 42 Mik.

***N. gracilis* Ag. (trocken).** Grösse 10 bis 40 Mik.

***N. exilis* A. Braun (*N. flabellata* Kütz. — trocken).** Grösse 15–45 Mik.

Sporen von *Chara*. Sie enthalten ein Wandbeleg von Stärke, welches aus zweierlei Arten von Körnern besteht, 1) grössere, rundliche, zusammengedrückte, 2) kleinere von undeutlichem Bau, vd. Typ. 10. — Die grössern Körner liegen mit der breiten Seite an der Wandung und bilden eine einfache Schicht, während die kleinen die Fugen zwischen den grössern ausfüllen. Wenn man die Sporen zerdrückt, so tritt zuerst das im Innern enthaltene Oel heraus, nachher kommen die kleinen Stärkekörner, und erst bei verstärktem Druck werden auch die grossen losgetrennt und herausgepresst. Die Letztern sind deswegen sehr häufig zerrissen, mit zarten oder stärkern, mehr oder weniger zahlreichen, vom Centrum ausstrahlenden Rissen (wie Taf. XVIII, Fig. 1). Um sie unverletzt zu erhalten, ist es besser, die Sporen zu zerschneiden.

***Ch. foetida* A. Braun (frisch).** Körner rundlich, zuweilen etwas unregelmässig; $\frac{2}{3}$ so dick als breit; Schichten zahlreich, meist 3 in regelmässigen Abständen stärker; Kern gross, von der einen Seite kreisrund, von der andern elliptisch. — Grösse bis 65, Dicke bis 44 Mik. Kubikinhalte bis 97376 Mik.

Taf. XVIII, Fig. 1 und 2 von der breiten und der schmalen Seite. — Taf. XXIII, Fig. 23 a, b zwei Körner in der Queransicht mit einer Spalte im Innern; a hat abnormal eine herzförmige Gestalt; c von der breiten Seite. — Die Körner in den jungen Sporen haben die nämliche Form, sind aber noch ungeschichtet und verhältnissmässig mehr zusammengedrückt, Taf. XVIII, Fig. 9 A und B das gleiche Korn von der breiten und der schmalen Seite. — Ueber das Wachsthum dieser Körner vgl. Pag. 247–248.

***Ch. hispida* Lin. (trocken).** Körner rundlich, rundlich-oval, oft genau kreisförmig; bis auf $\frac{1}{2}$ oder wenig darüber zusammengedrückt; von der schmalen Seite oval, oft mit einer Längsspalte; Schichten zahlreich, sehr zart; Kern von der breiten Seite kreisrund, von der schmalen lineal-länglich. — Grösse bis 80 und 100 Mik. Kubikinhalte bis 251000 Mik.

***Ch. Baueri* A. Braun (trocken).** Grösse der Körner bis 65 Mik.

***Ch. alopecuroidea* Del. (trocken).** Körner kreisrund oder rundlich-eckig, bis wenig über die Hälfte zusammengedrückt. — Grösse bis 60 Mik. Kubikinhalte bis 28000 Mik.

***Ch. barbata* Meyen (trocken).** Körner meist kreisrund; bis auf die Hälfte und darüber zusammengedrückt; mit

deutlichen zahlreichen Schichten. — Grösse bis 90 Mik. — Bei einem Exemplar wurde in den Samen ein Fadenpilz gefunden, welcher die Stärkekörner angriff (Pag. 129).

Ch. fragilis Desv. (trocken). Körner rundlich oder genau kreisrund, meist mit schöner aber zarter Schichtung. — Grösse bis 98 Mik.

Ch. aspera Willd. (trocken). Grösse bis 100 Mik.

Ch. contraria A Braun (trocken). Grösse bis 70 Mik.

Ch. gymnophylla A. Braun (trocken). Grösse bis 68 Mik.

Ch. crinita Wallr. (trocken). Grösse bis 70 Mik.

Ch. coronata Ziz. (trocken). Grösse bis 66 Mik.

Trockene Gynosporen von **Pilularia globulifera** Lin. Körner rundlich, rundlich-oval, selten etwas unregelmässig; bis auf die Hälfte zusammengedrückt; ungeschichtet; von der schmalen Seite mit einer zarten Längsspalte oder mit einem länglich-linealen Kern, um welchen selten etwa eine Schicht deutlich ist. — Grösse 24 bis 50 Mik. Kubikinhalt bis 16300 Mik. — Die Körner nähern sich dem centrisch-ovalen Typus (3).

Trockene Gynosporen von **Pilularia minuta** Du Rieu. Körner rundlich bis fast oval; die breiten bis auf die Hälfte zusammengedrückt; von der schmalen Seite oval, zuweilen mit einer Längsspalte; selten mit einigen undeutlichen Schichten. — Grösse 17—56 Mik. Kubikinhalt bis 23700 Mik. — Die Körner nähern sich sehr dem centrisch-ovalen Typ. (3).

Trockenes Sameneiweiss von **Ephedra distachya** Lin. (Gnetac.) Körner kreisrund (zuweilen rundlich-oval, rundlich-nierenförmig oder rundlich-dreieckig), etwas zusammengedrückt (bis auf $\frac{2}{3}$ der Breite); von der schmalen Seite mit einer starken Längsspalte; ohne Schichtung. — Grösse bis 17, Dicke bis 12 Mik. Kubikinhalt bis 1795 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Ephedra alata** Desne. (Gnetac.) Körner kreisrund bis oval, oft rundlich-dreieckig oder birnförmig-oval; $\frac{5}{8}$ bis ebenso breit als lang, etwas zusammengedrückt, $\frac{2}{3}$ — $\frac{3}{4}$ so dick als lang; ohne Schichtung; von der breiten Seite zuweilen mit undeutlichen radialen Rissen; von der schmalen Seite mit einer starken Längsspalte, von welcher, namentlich an den beiden Enden, einzelne schiefe Risse abgehen, oder mit 2 gebogenen Spalten, die mit der convexen Fläche an einander stossen. — Grösse bis 27, Dicke bis 18 Mik. Kubikinhalt bis 5610 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Ephedra fragilis** Desf. (Gnetac.) Körner wie bei Vorhergehender, aber noch etwas grösser, und von der breiten Seite oft mit deutlichen radialen Rissen. — Grösse bis 30, Dicke bis 20 Mik. Kubikinhalt bis 7560 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Stipa gigantea** Lagasc. (Gramin.) Körner kreisrund bis rundlich-oval, bis auf $\frac{1}{2}$ und $\frac{2}{3}$ zusammengedrückt; ohne Schichtung; von der schmalen Seite zuweilen mit einer Längsspalte. — Grösse bis 98 Mik. Kubikinhalt bis 6210 Mik. — Diese Körner scheinen mehr in den innern, grössern Zellen der Samen vorzukommen. Im Uebrigen besteht die Hauptmasse der Stärke aus kleinen zerfallenen Bruchkörnern, vd. Typ. 16.

Trockenes Sameneiweiss von **Heteranthelium piliferum** Hochst. (Gramin.) Körner kreisrund und rundlich-dreieckig bis nierenförmig und oval; ohne oder mit sehr zarter Schichtung; die kreisrunden Formen auf die Hälfte und etwas darüber zusammengedrückt; von der schmalen Seite mit einer Längsspalte. — Grösse bis 20 und 25 Mik. Kubikinhalt bis 3790 Mik. — Dabei zahlreiche kleine rundliche Körner, wie bei den Hordeaceen.

Sameneiweiss der **Hordeaceen**. Das innere Gewebe enthält, neben grossen centrisch-linsenförmigen, zahlreiche kleine Körner; die äussersten Zellen sind ausschliesslich mit den Letztern erfüllt, vd. Typ. 10.

Frisches Sameneiweiss von **Triticum turgidum** Lin. (Gramin.) Körner kreisrund, oval oder von unregelmässiger Gestalt; $\frac{3}{4}$ bis ebenso breit als lang, $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{2}$ so dick als breit; zuweilen mit deutlichem Kern, seltener geschichtet;

von der schmalen Seite lanzettlich, elliptisch oder planconvex. — Grösse bis 42, Dicke bis 20 Mik. Kubikinhalte bis 16762 Mik. — Zuweilen erscheint die Oberfläche in Folge von Auflösung maschenartig.

Taf. XVIII, Fig. 16 ein Korn mit netzförmiger Zeichnung an der Oberfläche. — Taf. XXIII, Fig. 21 a und b, c und d, k und l drei Körner je von der breiten und schmalen Seite; das Korn kl hat wahrscheinlich durch Druck gelitten; g, h von der breiten, i von der schmalen Seite. — Ueber die Auflösung der Weizenstärke durch das Speichelferment vgl. Pag. 118.

T. monococcum Lin. (trocken). Körner wie bei vorhergehender Art, aber etwas kleiner. — Grösse bis 30 Mik. Kubikinhalte bis 7560 Mik.

T. dicoccum Schrank. (*T. amyleum* Sering. — trocken). Körner wie bei vorhergehender Art. — Grösse bis 27 Mik. Kubikinhalte bis 6880 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Agropyrum rigidum** R. & S. und **A. cristatum** R. & S. (*Triticum rigidum* Schrad. und *T. cristatum* Schreb.) Körner rundlich oder oval; bis auf $\frac{1}{2}$ und $\frac{2}{3}$ der Breite zusammengedrückt; ohne deutliche Schichtung; von der schmalen Seite zuweilen mit einer Längsspalte. — Grösse bis 33 Mik. Kubikinhalte bis 6460 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Secale cereale** Lin. (Gramin.) Körner kreisrund, rundlich-oval oder etwas unregelmässig; $\frac{3}{4}$ bis ebenso breit als lang, $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}$ so dick als breit; selten mit einzelnen Schichten oder mit deutlichem Kern; von der schmalen Seite elliptisch oder oval. — Grösse bis 48 Mik. Kubikinhalte bis 18800 Mik. — Manche Körner mit maschenartiger Auflösung an der Oberfläche (vgl. Pag. 126).

Taf. XVIII, Fig. 10—15 Körner mit netzartiger Zeichnung auf der Oberfläche; 15 A und B das nämliche Korn von der breiten und der schmalen Seite. — Taf. XXIII, Fig. 22a und b das nämliche Korn von der breiten und schmalen Seite, ebenso k und l; i ein etwas unregelmässiges Korn von der breiten Seite.

Trockenes Sameneiweiss von **Elymus Engelmanni** Hort. (Gramin.) Körner kreisrund, rundlich-oval und rundlich-nierenförmig; $\frac{3}{4}$ bis ebenso breit als lang; die grösseren $\frac{2}{3}$ — $\frac{3}{4}$, die mittlern $\frac{2}{3}$ — $\frac{1}{2}$ so dick als lang; ohne Schichtung; zuweilen mit einer kleinen länglichen centralen Höhlung. — Grösse bis 29 Mik. Kubikinhalte bis 5050 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Elymus Hystrix** Lin. (*Asprella* H. Willd. — Gramin.) Körner rundlich, zusammengedrückt, homogen und solid. — Grösse bis 22 Mik. Kubikinhalte bis 3430 Mik. — Die Oberfläche zeigt häufig netzartige oder schaumförmige Zeichnung.

Trockenes Sameneiweiss von **Hordeum vulgare** Lin. (Gramin.) Körner kreisrund oder oval; $\frac{3}{4}$ bis ebenso breit als lang, $\frac{1}{2}$ — $\frac{2}{3}$ so dick als breit; homogen und solid. — Grösse bis 35 Mik. Kubikinhalte bis 8850 Mik.

Taf. XXIII, Fig. 20a und b ein Korn von der breiten und schmalen Seite.

Trockenes Sameneiweiss von **Hordeum bulbosum** Lin. (Gramin.) Körner kreisrund, rundlich-oval, 3- und 4eckig; $\frac{1}{2}$ bis $\frac{2}{3}$ so dick als breit; ohne Schichtung; selten mit deutlichem, kleinem Kern. — Grösse bis 20 und 23 Mik. Kubikinhalte bis 3210 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Hordeum himalayense** Ritter. (*Criitho Aegiceras* E. Mey. — Gramin.) Körner rundlich, seltener rundlich-nierenförmig oder oval, häufig etwas unregelmässig; bis über die Hälfte zusammengedrückt; ohne Schichtung; zuweilen mit einer kleinen, selten mit einer grösseren centralen Höhlung. — Grösse bis 26 und 33 Mik. Kubikinhalte bis 7051 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Aegilops caudata** Lin. (Gramin.) Körner kreisrund, seltener oval; linsenförmig-zusammengedrückt; homogen und solid. — Grösse bis 30 Mik.

Ae. triuncialis Lin. (trocken). Körner wie bei vorhergehender Art, zuweilen mit einer kleinen centralen Höhlung und mit einzelnen Schichten. — Grösse bis 28 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Braconnotia elymoides** Godr. (Gramin.) Körner rundlich oder oval; bis auf $\frac{1}{2}$ und darüber zusammengedrückt; homogen und solid. — Grösse bis 28 Mik. Kubikinhalte bis 6120 Mik.

Trockener Embryo von **Lilaea subulata** Humb. Bonp. (Alismac.) Körner rundlich-oval und etwas zusammengedrückt (bis auf $\frac{2}{3}$), oder oval und fast stielrund; $\frac{2}{3}$ bis fast ebenso breit als lang; von der schmalen Seite oval oder elliptisch, und mit einer deutlichen Längsspalte. — Länge bis 13, Breite bis 11, Dicke bis 7 und 8 Mik. Kubikinhalte bis 590 Mik. — Die Körner nähern sich sehr dem centrisc-ovalen Typ. (3). — Neben der Stärke viel Protoplasma und etwas Oel.

Trockener Embryo von **Triglochin Barrelieri** Lois. (Alismac.) Körner meist oval; nur die breiten etwas zusammengedrückt; ganz homogen. — Grösse bis 6 Mik. Kubikinhalte bis 46 Mik. — Die Körner nähern sich sehr dem centrisc-ovalen Typ. (3). — Wenig Stärke, viel Oel.

Trockener Embryo von **Scheuchzeria palustris** Lin. (Alismac.) Körner kreisrund oder rundlich-oval, zuweilen etwas unregelmässig; bis auf $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{2}$ zusammengedrückt; ganz homogen. — Grösse bis 9 Mik. Kubikinhalte bis 200 Mik. — Stärke, Oel und Protoplasma.

Trockener Embryo von **Alisma ranunculoides** Lin. (Alismac.) Körner rundlich-oval oder oval; $\frac{2}{3}$ bis fast ebenso breit als lang, $\frac{2}{5}$ — $\frac{3}{5}$ so dick als lang; ohne Schichtung, zuweilen mit deutlichem Kern; von der schmalen Seite häufig in der Mitte etwas zusammengezogen, selten mit einer Längsspalte. — Grösse bis 20 Mik. Kubikinhalte bis 2095 Mik. — Die Körner nähern sich dem centrisc-ovalen Typ. (3). — Neben der Stärke etwas Oel.

Trockener Embryo von **Sagittaria sagittaeifolia** Lin. (Alismac.) Körner rundlich, rundlich-dreieckig, oval und oval-birnförmig; die breiten bis über die Hälfte zusammengedrückt; viele mit einer Längsspalte von der schmalen Seite. — Grösse bis 25 Mik. Kubikinhalte bis 2530 Mik. — Dabei einzelne Doppelkörner. — Neben der Stärke wenig Oel.

Trockener Embryo von **Actinocarpus Damasonium** Smith. (Alismac.) Körner rundlich oder oval, zuweilen etwas nierenförmig; $\frac{2}{3}$ bis fast ebenso breit als lang; die breiten bis auf $\frac{2}{3}$ zusammengedrückt; selten mit einigen wenigen Schichten, und mit deutlichem Kern; von der breiten Seite sind zuweilen einige sehr zarte radiale Risse, von der schmalen oft eine schwache Längsspalte sichtbar. — Länge bis 20 und 24, Breite bis 16 Mik. Kubikinhalte bis 2310 Mik. — Die Körner nähern sich sehr dem centrisc-ovalen Typ. (3).

Sameneiweiss von **Luzula** und **Juncus**. Die Samen wurden nur im reifen und trockenen Zustande untersucht. Die Stärkekörner sind ohne Zweifel einfach; wenigstens sieht man sie innerhalb der Zellen in gleichmässiger Vertheilung durch das Lumen und nichts von zusammengesetzten. — Die Körner sind zusammengedrückt, und lassen zuweilen eine centrale Höhlung erkennen. Sie gehören daher höchst wahrscheinlich dem centrisc-linsenförmigen Typus an. Die Oberfläche ist mehr oder weniger polyedrisch, und oft sehr unregelmässig. Diess rührt wohl davon her, dass die Substanz im frischen Zustande eine bedeutende Weichheit besitzt und daher stark austrocknet, ausserdem dass die gedrängte Lage eine theilweise Abplattung verursacht.

Trockenes Sameneiweiss von **Luzula nivea** Desv. Körner rundlich, mehr oder weniger eckig, oft mit scharfen Ecken; ganz homogen; die grösseren bis auf $\frac{1}{2}$ der Breite und darüber zusammengedrückt. — Grösse bis 11 und 13 Mik. Kubikinhalte bis 270 Mik.

L. Forsteri Desv. und **L. multiflora** Lejeun. (trocken). Körner rundlich, zuweilen etwas eckig, sehr stark zusammengedrückt (oft bis auf $\frac{1}{10}$ der Breite, und mehr). — Grösse bis 20, Dicke manchmal bloss $1\frac{1}{2}$ und 2 Mik. Kubikinhalte bis 600 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Juncus balticus** Dethard. Körner rundlich, viele etwas eckig, mit stumpfen,

seltener mit scharfen Ecken; bis auf die Hälfte zusammengedrückt; homogen oder granulirt; zuweilen mit einer kleinen centralen Höhlung. — Grösse bis 9 und 12 Mik. Kubikinhalte bis 390 Mik.

J. glaucus Ehrh. und **J. effusus** Lin. (trocken). Körner rundlich, rundlich-eckig oder polygon mit scharfen Ecken, meist unregelmässig; bis auf $\frac{1}{2}$ zusammengedrückt; homogen oder granulirt; zuweilen hohl. — Grösse bis 9 und 12 Mik. Kubikinhalte bis 340 Mik.

J. bulbosus Lin. (*J. compressus* Jacq. — trocken). Körner rundlich, rundlich-eckig, oft unregelmässig; mit stumpfen oder scharfen Ecken; bis auf $\frac{1}{2}$ zusammengedrückt; homogen oder granulirt. — Grösse bis 13 Mik. Kubikinhalte bis 330 Mik.

J. acutiflorus Ehrh. (*J. sylvaticus* Reichard und Var. *macrocephalus*. — trocken). Körner rundlich, oft mehr oder weniger eckig, sehr stark zusammengedrückt (zuweilen bis auf $\frac{1}{2}$ der Breite); homogen oder granulirt. — Grösse bis 13 Mik. Kubikinhalte bis 100 Mik.

Trockene Cotyledonen von **Salsola Soda** Lin. (Chenopod.) Körner rundlich bis oval, meist eckig und unregelmässig; die breiten bis auf $\frac{1}{2}$ und darüber zusammengedrückt; homogen; von der schmalen Seite mit einer Längsspalte. — Grösse bis 11 und 13 Mik. Kubikinhalte bis 490 Mik. — Die Körner nähern sich sehr dem centrisc-ovalen Typus (3). — Dabei einzelne zusammengesetzte, 2- und mehrzählige Körner.

Es wurden Samen von verschiedenen Standorten untersucht. Diejenigen, deren Amylumkörner eben beschrieben wurden, waren noch grün, mit grünem Gewebe der Cotyledonen. Einzelne Stärkekörner waren ebenfalls grün, was darauf hinweisen könnte, dass sie in Chlorophyllkörnern entstanden seien. Diese Samen enthielten reichliche Stärke und ziemlich viel Oel. — In andern Samen dagegen von brauner Farbe und mit farblosem Gewebe der Cotyledonen, fand sich beträchtlich mehr Oel und merklich weniger Stärke, obgleich immer noch in zahlreichen Körnern vorhanden. Letztere sind etwas kleiner, bis 8 Mik. gross; rundlich, rundlich-oval und rundlich-eckig; etwas zusammengedrückt. — Die übrigen Arten von *Salsola*, deren Samen untersucht wurden, enthielten kein Amylum: es ist daher wohl möglich, dass *Salsola Soda* dasselbe bei vollkommener Reife ebenfalls gänzlich gegen Oel austauscht.

Trockene Cotyledonen von **Trapa natans** Lin. Körner kreisrund, rundlich-oval oder 3- und 4-eckig; $\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{2}$ so dick als breit; meist mit undeutlicher und spärlicher Schichtung; oft mit einer kleinen centralen Höhlung, von welcher zarte radiale Risse ausgehen; von der schmalen Seite mit einer stärkern Längsspalte. — Grösse bis 32 Mik. Kubikinhalte bis 7140 Mik.

Typ. 3. Körner einfach, centrisc-oval.

Körner oval oder länglich; mit abgerundeten gleichgestalteten, selten mit zugespitzten oder ungleichen Enden; im Querschnitt kreisrund oder zusammengedrückt; bei gedrängter Lage mehr oder weniger eckig. Kern central, im Allgemeinen von der Gestalt des Korns, aber verhältnissmässig viel länger und mehr zusammengedrückt. Schichten in der Regel auf 2 diametral gegenüberliegenden Punkten gleich, an den beiden Polen am mächtigsten.

Beim Austrocknen zeigen die genau stielrunden Körner Risse, welche von der Achse nach allen Seiten ausstrahlen; die zusammengedrückten fast ohne Ausnahme eine mit der grössten Ebene zusammenfallende Spalte, welche in der schmalen Ansicht als dunkler Medianstreifen erscheint, in der breiten Ansicht aber meist eine sehr undeutliche oder unsichtbare Begrenzung hat. Mit dieser Spalte kreuzt sich zuweilen eine zweite rechtwinklig; häufiger sieht man bloss radiale Querrisse von ihr ausgehen. Die Körner sind in der Regel nach allen Seiten symmetrisch. Indessen zeigen die zusammengedrückten oft eine entschiedene Neigung, den einen Längsrand stärker auszubilden als den gegenüberliegenden; sie werden dadurch (mit Rücksicht auf die Ränder) planconvex, nierenförmig und rundlich-dreieckig.

Dieser Typus, welcher einerseits in den centrisc-kugeligen, andererseits in den centrisc-linsenförmigen übergeht, findet sich mit Sicherheit bloss in Sporen und in Samen; er scheint den übrigen Pflanzentheilen zu mangeln. — Unter den einfachen Körnern kommen zuweilen einzelne halb- oder ganzzusammengesetzte vor; sie sind immer wenigzählig und fast ohne Ausnahme gleichtheilig.

Trockene Kugeln (Bulbillen?) an den untersten Stengelknoten von Chara aspera Willd. Die Kugeln bestehen aus einer einzigen Zelle mit structurloser Membran, und sind mit Stärke gefüllt, unter welcher man zweierlei Körner unterscheidet.

1) Grössere Körner, kugelig oder oval; $\frac{2}{3}$ bis ebenso breit als lang, die breitesten bis auf $\frac{3}{4}$ zusammengedrückt; meist ohne deutliche Schichtung; mit centralem, kugeligem oder länglichem Kern; meist mit starken, vom Centrum ausstrahlenden Rissen; in den zusammengedrückten Formen macht sich eine Spalte bemerkbar, welche mit der grössten Ebene zusammentrifft. — Länge 40—100, Breite bis 70, Dicke bis 50 Mik. Kubikinhalte bis 175000 Mik.

2) Kleinere Körner rundlich, häufiger oval oder länglich; meist am einen Rande stark-convex, am andern schwach-convex oder etwas concav; zuweilen nierenförmig oder dreieckig; die breiteren Formen wenig zusammengedrückt. — Grösse 4—30 Mik.

Die Stellung dieser Körner ist etwas unsicher; die Schichtung der kugeligen Formen ist mathematisch-concentrisch. Die ovalen grossen Körner stimmen im Bau mit denen in den Samen der Hülsengewächse. Die kleinen gleichen ihnen, wenigstens in der Form; aber der ziemlich centrale Kern scheint eher kugelig zu sein. Vielleicht dass auch hier die grossen und die kleinen Körner verschieden sind, wie diess in den Samen von Chara der Fall ist. — Unter den beschriebenen Körnern kommen Zwillinge vor, welche aus einem grossen und einem kleinen Theilkorn zusammengesetzt sind.

Trockene Gynosporen von Marsilea pubescens Ten. Körner rundlich-oval und rundlich-dreieckig bis länglich und birnförmig, zuweilen etwas unregelmässig; die breiteren auf die Hälfte zusammengedrückt; mit länglichem, zusammengedrücktem Kern und deutlichen Schichten; oft mit einer Längsspalte, die von der schmalen Seite besonders deutlich ist, und von welcher in der breiten Ansicht nicht selten einzelne Querrisse abgehen. — Länge 30—110, Breite bis 60, Dicke bis 35 Mik. Kubikinhalte bis 105000 Mik. — Dabei halbzusammengesetzte Körner, vd. Typ. 11.

Trockene Androsporen von Marsilea pubescens Ten. Körner rundlich-oval und rundlich-dreieckig bis länglich und länglich-birnförmig; $\frac{2}{3}$ bis ebenso breit als lang, bis 4mal so lang als dick; die breiteren bis auf $\frac{1}{2}$ zusammengedrückt; von der schmalen Seite zuweilen mit einer Längsspalte. — Länge bis 10, Breite bis 7 Mik. Kubikinhalte bis 170 Mik.

Trockene Androsporen von Globularia pilulifera Lin. Körner rundlich, rundlich-dreieckig, oval, oder birnförmig; die breiteren bis auf $\frac{1}{2}$ und darüber zusammengedrückt; von der schmalen Seite mit einer Längsspalte. — Grösse bis 7 Mik. Kubikinhalte bis 110 Mik.

Trockener Embryo von Butomus umbellatus Lin. (Butomac.) Körner rundlich und rundlich-nierenförmig bis oval und birnförmig; die breiteren bis auf $\frac{1}{2}$ und etwas darüber zusammengedrückt; von der schmalen Seite mit einer Längsspalte. — Länge bis 11, Breite bis 10 Mik. Kubikinhalte bis 280 Mik. — Die Körner nähern sich sehr dem centrisch-linsenförmigen Typ. (2).

Trockener Embryo von Limnocharis Plumieri Rich. (Butomac.) Körner kreisrund bis oval, zuweilen etwas unregelmässig; bis auf $\frac{1}{2}$ der Breite zusammengedrückt; ohne Schichtung, oft mit deutlichem Kern; von der breiten Seite meist mit einigen (2—7) vom Centrum bis zur Peripherie gehenden, ziemlich starken Rissen, von der schmalen Seite nicht selten mit einer Längsspalte. — Länge bis 21, Breite bis 17, Dicke bis 8 Mik. Kubikinhalte bis 1425 Mik. — Die Körner nähern sich dem centrisch-linsenförmigen Typ. (2).

Taf. XXIII, Fig. 17 a und b, c und d zwei Körner, je in der breiten und schmalen Längsansicht.

Trockenes Sameneiweiss von Philydrum lanuginosum Gaert. (Philydr.) Körner rundlich-oval oder länglich-oval, zuweilen fast nierenförmig, oft etwas unregelmässig; $\frac{1}{2}$ bis fast ebenso breit als lang; zuweilen etwas zusammengedrückt; ohne Schichtung; meist mit einer ziemlich schwachen Längsspalte, welche in den zusammengedrückten Körnern mit der grössten Ebene zusammenfällt, und von welcher zuweilen zarte Querrisse abgehen. — Länge bis 22, Breite bis 14, Dicke bis 12 Mik. Kubikinhalte bis 1936 Mik. — Dabei einzelne Zwillinge und einreihige Drillingskörner.

Trockenes Sameneiweiss von **Reussia triflora** Endl. (Pontederac.) Körner oval bis lanzettlich, sehr häufig mehr oder weniger gebogen, meist an einem oder an beiden Enden spitz und dadurch elliptisch oder spindelförmig, zuweilen selbst in längere Spitzen vorgezogen, überdem mehr oder weniger unregelmässig; $1\frac{1}{2}$ - bis 4- und 6mal so lang als breit; die breitem zusammengedrückt, die schmälern stielrund; ohne Schichtung; von der schmalen, zuweilen auch von der breiten Seite mit einer ziemlich schwachen Längsspalte. — Länge bis 30 und 45 Mik. Kubikinhalte bis 3390 Mik. — Dabei einzelne zusammengesetzte wenigzählige Körner.

Trockenes Sameneiweiss von **Heteranthera limosa** Vahl. (Pontederac.) Körner rundlich-oval bis länglich, meist etwas gebogen oder nierenförmig, zuweilen dreieckig, überdem sehr häufig von unregelmässiger Form mit vorspringenden Ecken oder Buckeln; zuweilen ein oder auch beide Enden zugespitzt; $1\frac{1}{2}$ —3mal so lang als breit; die breitem zusammengedrückt; mit einer Höhlung oder Spalte im Innern. — Länge bis 16 und 22, Breite bis 10, Dicke bis 8 Mik. Kubikinhalte bis 1170 Mik. — Die Körner sind die nämlichen wie bei *Reussia*, aber kürzer, gedrungener und mehr torulos.

Trockenes Sameneiweiss von **Pontederia** Spec. (Pontederac.) Körner wie bei Vorhergehender, aber etwas kleiner, weniger spitz und mehr polyedrisch.

Trockenes Sameneiweiss von **Eichhornia tricolor** M. Seubert. (Pontederac.) Körner wie bei *Pontederia*.

Trockener Embryo von **Stratiotes aloides** Lin. (Hydrocharid.) Körner rundlich-oval bis länglich-oval, selten etwas gebogen oder fast nierenförmig; $1\frac{1}{2}$ —3mal so lang als dick, die meisten etwas zusammengedrückt; von der schmalen Seite gewöhnlich mit einer Längsspalte. — Länge bis 13, Dicke bis 8 Mik. Kubikinhalte bis 410 Mik.

Trockener Embryo von **Damasonium indicum** Willd. (*Ottelia alismoides* Pers. — Hydrocharid.) Körner oval, seltener rundlich-oval, häufig etwas nierenförmig; $\frac{1}{2}$ bis fast so breit als lang; die breitem bis auf die Hälfte, die schmälern wenig oder nicht zusammengedrückt; ohne Schichtung; von der schmalen Seite häufig mit einer Längsspalte. — Länge bis 20 und 27, Breite bis 18 Mik. Kubikinhalte bis 3410 Mik. — Die Körner nähern sich dem centrisch-linsenförmigen Typ. (2).

Trockener Embryo von **Hydrocharis morsus-ranae** Lin. (Hydrocharid.) Körner rundlich bis oval. — Länge bis 10 Mik. — Annäherung zum centrisch-linsenförmigen Typ. (2).

Trockenes Sameneiweiss von **Lachnanthes tinctoria** Ell. (Haemodorac.) Körner rundlich-oval bis länglich-lanzettlich, häufig etwas gebogen, nicht selten dreieckig oder nierenförmig, meist mehr oder weniger unregelmässig und torulos; $\frac{1}{2}$ bis fast so breit als lang; die breitem etwas zusammengedrückt; ohne Schichtung; mit einer oft sehr grossen Höhlung oder mit einer Längsspalte. — Länge bis 20 und 28, Breite bis 11 Mik. Kubikinhalte bis 1360 Mik. — Es ist zweifelhaft, ob die Stärke hierher gehört.

Trockener Embryo von **Najas major** Roth (*N. marina* Lin. — Najad.) Körner oval, $\frac{2}{3}$ — $\frac{4}{5}$ so breit als lang; die breitem etwas zusammengedrückt; ohne Schichtung; von der schmalen, zuweilen auch von der breiten Seite mit einer Längsspalte, von welcher häufig einige Risse abgehen. — Länge bis 30 Mik. Kubikinhalte bis 5657 Mik.

Taf. XXIII, Fig. 18 a und b, c und d, e und f drei Körner je von der breiten und der schmalen Seite dargestellt. Ueber die Spalten und Risse vgl. Pag. 182.

Trockener Embryo von **Zostera marina** Lin. (Najad.) Körner durch Druck genau polyedrisch mit scharfen Kanten und Ecken (sie erfüllen die Zellen wie ein Parenchym); $\frac{1}{2}$ bis ebenso dick als lang; ohne Schichtung; mit Rissen, die in den isodiametrischen Körnern gewöhnlich von einer centralen Höhlung radial, in den länglichen Körnern meist von einer Längsspalte quer abgehen. — Länge bis 30 und 35 Mik. Kubikinhalte bis 5400 Mik. — Die Körner nähern sich dem centrisch-kugeligen Typ. (1). — In den äusseren Zellen werden die Stärkekörner kleiner. In den äussersten erreichen sie bloss eine Grösse von 4 und 6 Mik., sind rundlich oder oval, und mehr oder weniger eckig; man sieht hier deutlich, dass sie zu den einfachen gehören.

Trockener Embryo von *Ruppia maritima* Lin. (Najad.) Körner rundlich oder rundlich-oval, häufig etwas eckig; ohne Schichtung; mit einer rundlichen, länglichen oder unregelmässigen Höhlung, und mit strahlenförmigen, meist unregelmässigen Rissen. — Länge bis 25 Mik. Kubikinhalte bis 8184 Mik. — Die Stärke scheint sich sehr dem centrisch-kugeligen Typ. (1) zu nähern. — Dabei zusammengesetzte, wenigzählige, meist ungleichtheilige Körner, vd. Typ. 15.

Trockener Embryo von *Zannichellia pedicellata* Fries (Najad.) Körner rundlich bis oval, $\frac{1}{2}$ bis ebenso breit als lang; die breiteren bis auf $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{3}$ zusammengedrückt; ohne Schichtung; von der schmalen Seite mit einer deutlichen, von der breiten zuweilen mit einer zarten Längsspalte. — Länge bis 18, Breite bis 15 Mik. Kubikinhalte bis 1420 Mik.

Trockener Embryo von *Athenia filiformis* Petit (Najad.) Körner rundlich-oval oder oval, zuweilen etwas nierenförmig; $\frac{1}{2}$ bis ebenso breit als lang; die breiteren bis auf die Hälfte und darüber zusammengedrückt; ohne deutliche Schichten; von der schmalen Seite mit einer deutlichen Längsspalte. — Länge bis 18, Breite bis 15 Mik. Kubikinhalte bis 1350 Mik.

Trockener Embryo von *Potamogeton natans* Liu. (Najad.) Körner oval oder länglich-oval, $\frac{3}{5}$ — $\frac{3}{4}$ so breit als lang; die breiteren bis $\frac{1}{2}$, die schmälern fast gar nicht zusammengedrückt; ohne Schichtung; von der schmalen Seite mit einer Längsspalte. — Länge bis 30 und 38 Mik. Kubikinhalte bis 9429 Mik.

Trockener Embryo von *Potamogeton praelongus* Wolf. (Najad.) Körner rundlich-oval oder oval, etwas zusammengedrückt; ohne Schichtung; von der schmalen Seite zuweilen mit einer deutlichen Längsspalte. — Länge bis 18, Breite bis 15 Mik. Kubikinhalte bis 1886 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von *Calla palustris* Lin. (Aroid.) Körner kugelig oder oval, oft etwas unregelmässig, zuweilen wenig zusammengedrückt; $\frac{1}{2}$ bis ebenso dick als lang; mit einer kleinen centralen Höhlung, welche bei den kugeligen Formen rundlich, bei den ovalen länglich ist. — Länge bis 7 Mik. Kubikinhalte bis 120 Mik. — Die Körner nähern sich dem centrisch-kugeligen Typ. (1).

Trockenes Sameneiweiss von *Anthurium acaule* Sweet. (Pothos a. Lin. — Aroid.) Körner kugelig oder oval, zuweilen durch Druck etwas eckig; $\frac{2}{5}$ bis ebenso dick als lang; häufig mit einer kleinen centralen Höhlung. — Länge bis 8 und 10 Mik. Kubikinhalte bis 524 Mik. — Die Körner nähern sich dem centrisch-kugeligen Typ. (1).

Trockene Cotyledonen von *Ceratophyllum submersum* Lin. (Ceratophyll.) Körner rundlich bis oval, $\frac{2}{3}$ bis ebenso breit als lang, etwas zusammengedrückt; ohne Schichtung; von der schmalen Seite mit einer Längsspalte (zuweilen ist auch von der breiten Seite eine schwache Längsspalte sichtbar), ausserdem mit einzelnen radialen Rissen. — Länge bis 23, Breite bis 20 Mik. Kubikinhalte bis 4819 Mik. — Die Körner nähern sich dem centrisch-kugeligen Typ. (1).

Trockene Cotyledonen von *Nelumbium speciosum* Willd. (Nelumbon.) Körner oval oder elliptisch, oft am einen Rande mehr gewölbt als am andern oder selbst planconvex, manche 3- oder 4eckig; die breiteren etwas zusammengedrückt; ungeschichtet oder mit einzelnen wenig deutlichen Schichten; von der schmalen Seite mit einer starken, von der breiten zuweilen mit einer zarten Längsspalte. — Länge bis 20 Mik. Kubikinhalte bis 1890 Mik. — Nach der Oberfläche der Cotyledonen nehmen die Körner an Grösse ab. In der Plumula ist Oel und Stärke enthalten; Körner klein, rundlich, etwas unregelmässig, bis 5 und 6 Mik. gross.

***N. luteum* Willd. (trocken)** verhält sich wie vorhergehende Art; die Körner scheinen durchschnittlich etwas breiter zu sein. — Länge bis 20 Mik. Kubikinhalte bis 2010 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von *Cistus vulgaris* Spach. var. *C. creticus* Lin. (Cistin.) Körner oval, elliptisch, länglich, stumpf-dreieckig und zuweilen fast nierenförmig; $\frac{2}{3}$ bis fast so breit als lang; die breiteren etwas zusammengedrückt; ohne Schichtung; von der schmalen Seite meist mit einer Längsspalte. — Länge bis 21 Mik. Kubikinhalte bis 2682 Mik. Taf. XXIII, Fig. 11a mit einer Spalte; b, c solid.

Trockenes Sameneiweiss von *Helianthemum aegyptiacum* Mill. (Cistin.) Körner oval, sehr oft nierenförmig oder rundlich-dreieckig; $\frac{1}{2}$ — $\frac{2}{3}$, seltener fast so breit als lang, etwas zusammengedrückt; ohne Schichtung; mit einer länglichen Höhlung oder von der schmalen Seite mit einer Längsspalte. — Länge bis 18 Mik. Kubikinhalte bis 2100 Mik.

Taf. XXIII, Fig. 12a und b das nämliche Korn von der breiten und von der schmalen Seite; die Spalte ist in a etwas zu stark gezeichnet.

Trockenes Sameneiweiss von *Lechia thymifolia* Michx. (Cistin.) Körner rundlich-oval bis länglich-oval, nicht selten breit-dreieckig oder fast nierenförmig; $\frac{2}{3}$ bis fast so breit als lang, die breiten etwas zusammengedrückt; ohne Schichtung; meist mit einer spaltenförmigen Höhlung, welche von der schmalen Seite enger aber stärker erscheint. — Länge bis 12, selten bis 20 Mik. Kubikinhalte bis 1380 Mik.

Trockenes, unreifes Sameneiweiss von *Bixa orellana* Lin. (Bixac.) Körner rundlich-oval bis länglich, zuweilen stumpf-dreieckig und fast nierenförmig; die längern $\frac{2}{3}$ oder $\frac{1}{2}$, die kürzern bis ebenso breit als lang; die breiten bis auf $\frac{1}{2}$, die schmälern nicht zusammengedrückt; ohne oder mit wenigen zarten Schichten; mit einer spaltenförmigen Höhlung, welche in beiden Ansichten mehr oder weniger deutlich ist, oder bloss von der schmalen Seite mit einer Längsspalte, und häufig mit kurzen Querrissen. — Länge bis 30 und 36 Mik. Kubikinhalte bis 4110 Mik.

Trockene Cotyledonen von *Mangifera* spec. (wahrscheinlich *M. indica* Lin. — Anacardiaceae.) Körner oval bis länglich, zuweilen stumpf-dreieckig, selten fast nierenförmig; $\frac{2}{3}$ bis ebenso breit als lang, die breiten wenig zusammengedrückt; ohne Schichtung; oft mit einer spaltenförmigen Höhlung, welche meist von der schmalen Seite deutlicher ist, und von welcher oft sehr zarte Querrisse abgehen. — Länge bis 30 Mik. Kubikinhalte bis 6286 Mik. — Dabei einzelne Zwillingkörner.

Trockene Cotyledonen von *Anacardium occidentale* Lin. (Anacardiaceae.) Körner kugelig bis oval-elliptisch, oft an dem einen Rande mehr gewölbt oder selbst planconvex; $\frac{2}{3}$ bis ebenso breit als lang, die breitesten wenig zusammengedrückt; ohne Schichtung; die runden Körner mit kleiner centraler Höhlung, die ovalen mit zarter Längsspalte. — Länge bis 10 Mik. Kubikinhalte bis 293 Mik. — Dabei einzelne zusammengesetzte, 2—3zählige Körner.

Trockene Cotyledonen von *Krockeria edulis* (Lotus) L. (Papilionaceae.) Körner rundlich, oval, oder nierenförmig; $\frac{2}{3}$ bis fast so breit als lang; die breiten deutlich; die schmälern wenig zusammengedrückt; wenige zarte, zuweilen undeutliche Schichten; eine spaltenförmige Höhlung, von der breiten Seite zart mit kaum sichtbaren radialen Rissen, von der schmalen Seite stark mit wenigen, ebenfalls starken Rissen. — Länge bis 45 Mik. Kubikinhalte bis 28286 Mik.

Trockene Cotyledonen von *Caragana altagana* Poir. (Papilionaceae.) Körner rundlich oder oval, $\frac{2}{3}$ bis ebenso breit als lang, wenig zusammengedrückt; zuweilen von der schmalen Seite mit einer Längsspalte. — Länge bis 8 Mik. Kubikinhalte bis 150 Mik.

Trockene Cotyledonen von *Caragana arborescens* Lam. (Papilionaceae.) Körner rundlich oder oval, $\frac{2}{3}$ bis fast so breit als lang, etwas zusammengedrückt; von der breiten Seite oft mit einer undeutlichen Höhlung, von der schmalen mit deutlicher Längsspalte. — Länge bis 8 und 10 Mik. Kubikinhalte bis 320 Mik. — Dabei einzelne Doppelkörner.

Frische und trockene Cotyledonen von *Cicer arietinum* Lin. (Papilionaceae.) Körner fast kugelig bis länglich-oval; bis doppelt so lang als dick; mit spärlichen und sehr zarten Schichten, und mit ovalem oder länglichem Kern; trocken mit einer Längsspalte, und mit zarten radialen Rissen. — Länge bis 30, Dicke bis 23 Mik. Kubikinhalte bis 9429 Mik. — Dabei zusammengesetzte, wenigzählige, gleichtheilige Körner, vd. Typ. 14.

Taf. XXIII, Fig. 14a kugelig; f, h oval; k halbzusammengesetzt; g in Theilung begriffen, mit einer sehr zarten Querspalte.

Trockene Cotyledonen von *Pisum sativum* Lin. (Papilionaceae.) Körner oval bis fast nierenförmig und rundlich-

dreieckig; $\frac{1}{2}$ bis fast so breit als lang; die schmälern ebenso dick, die breiteren bis auf die Hälfte zusammengedrückt; mit deutlichen Schichten (meist 5–7); von der breiten Seite eine undeutliche Höhlung und zarte radiale Risse; von der schmalen Seite eine starke Längsspalte. — Länge bis 65, Breite bis 45 Mik. Kubikinhalte bis 45900 Mik. — Dabei einzelne Doppelkörner.

Taf. XVIII, Fig. 17 ein Korn von der breiten Seite, welches ausnahmsweise eine Querspalte zeigt. Fig. 18 A und B in der breiten und schmalen Längsansicht. — Taf. XXIII, Fig. 16 a, d, h kugelig; c, e, g von der schmalen Seite.

Bei einer andern Varietät finde ich die Stärkekörner durchschnittlich etwas schmaler, kleiner, ohne oder mit undeutlicher Schichtung. — Länge bis 45 und 50 Mik.

Frische und trockene Cotyledonen von *Ervum Lens* Lin. (Papilionac.) Körner oval bis rundlich-dreieckig; $\frac{1}{2}$ bis fast so dick als lang; mit spärlichen Schichten (meist 2–3), und rundlich-ovalem oder länglichem Kern; trocken mit zarten radialen Rissen von der breiten Seite und mit einer starken Längsspalte in der schmalen Längsansicht, seltener mit einer Querspalte. — Länge bis 40, Dicke bis 30 Mik. Kubikinhalte bis 25143 Mik. — Nach Payen erreicht die Länge 67 Mik. — Dabei ziemlich häufige gleichhälftige Zwillingskörner, vd. Typ. 14.

Taf. XVIII, Fig. 19–23, 24 (rechts), 47, 48 (A und B das nämliche Korn von zwei Seiten). — Taf. XXIII, Fig. 15 a kugelig mit strahlenförmigen Rissen; e oval.

Trockene Cotyledonen von *Ervum agrigentum* Guss. (Papilionac.) Körner rundlich-oval bis länglich, zuweilen kegelförmig oder nierenförmig, oft unregelmässig und stumpfeckig; $\frac{1}{2}$ bis ebenso dick als lang; die breiteren etwas zusammengedrückt; ziemlich deutliche Schichten (2–5); eine Längsspalte und zahlreiche davon ausgehende Risse. — Länge bis 50, Dicke bis 35 Mik. Kubikinhalte bis 41250 Mik. — Dabei seltene Zwillingskörner.

Trockene Cotyledonen von *Vicia calcarata* Desf. (Papilionac.) Körner rundlich bis länglich, zuweilen nierenförmig oder dreieckig, oft unregelmässig; $\frac{2}{3}$ bis ebenso breit als lang, die breiteren bis etwas über $\frac{1}{2}$ zusammengedrückt; keine oder undeutliche Schichtung (oft in der schmalen Längsansicht etwas deutlicher); eine Längsspalte, von der breiten Seite kaum sichtbar, von der schmalen aber stark und zuweilen mit einigen Querrißen. — Länge bis 35 und 45 Mik. Kubikinhalte bis 18857 Mik.

V. sativa Lin. (trocken). Körner wie bei Vorhergehender, $\frac{1}{2}$ bis ebenso breit als lang. — Länge bis 32 Mik. Kubikinhalte bis 6400 Mik.

Trockene Cotyledonen von *Faba vulgaris* Still. (*Vicia Faba* Lin. — Papilionac.) Körner oval-kugelig bis oval und nierenförmig; $\frac{1}{2}$ bis ebenso breit als lang; bis auf die Hälfte und etwas darüber zusammengedrückt; zuweilen mit 1 oder 2 undeutlichen Schichten; von der breiten Seite zarte unregelmässige vorzugsweise radiale Risse, von der schmalen eine starke Längsspalte und manchmal wenige davon ausgehende Risse. — Länge bis 45 und 50, Breite bis 34 Mik. Kubikinhalte bis 18857 Mik. — Nach Payen werden die Körner bis 75 Mik. gross.

Trockene Cotyledonen von *Lathyrus sativus* Lin. (Papilionac.) Körner rundlich, oval, nierenförmig, oft unregelmässig; $\frac{1}{2}$ bis ebenso breit als lang, die breiteren bis auf $\frac{2}{3}$ zusammengedrückt; zuweilen mit zarter Schichtung; Längsspalte und Risse von der breiten Seite undeutlich oder zart, von der schmalen Seite stark. — Länge bis 56, Breite bis 34 Mik. Kubikinhalte bis 14143 Mik.

Trockene Cotyledonen von *Lathyrus Nissolia* Lin. (Papilionac.) Körner rundlich bis oval, oft nierenförmig oder stumpf-dreieckig oder etwas unregelmässig; $\frac{1}{2}$ bis ebenso breit als lang; die breiteren bis auf $\frac{2}{3}$ zusammengedrückt; selten und mit sehr zarter Schichtung; Längsspalte von der schmalen Seite stark, von der breiten sammt den radialen Rissen zart oder unsichtbar. — Länge bis 35, Breite bis 26, Dicke bis 22 Mik. Kubikinhalte bis 9870 Mik.

Trockene Cotyledonen von *Lathyrus Aphaca* Lin. (Papilionac.) Körner rundlich bis oval, oft rundlich-eckig oder etwas nierenförmig; $\frac{2}{3}$ bis ebenso breit als lang; die breiteren bis auf die Hälfte zusammengedrückt; selten und mit sehr zarter Schichtung; Längsspalte in der schmalen Ansicht ziemlich stark, von der breiten Seite sammt den radialen Rissen fast unsichtbar. — Länge bis 37 Mik. Kubikinhalte bis 8250 Mik.

Trockene Cotyledonen von **Orobans niger** Lin. (Papilionac.) Körner rundlich bis oval, oft etwas eckig; $\frac{2}{5}$ bis ebenso breit als lang, die breiteren bis auf die Hälfte zusammengedrückt; selten und mit undeutlicher Schichtung; Längsspalte in der schmalen Ansicht ziemlich stark, in der breiten undeutlich. — Länge bis 29 Mik. Kubikinhalte bis 3929 Mik. — Dabei einzelne Zwillingkörner.

O. lathyroides Lin. (trocken). Körner wie bei vorhergehender Art, oft rundlich-dreieckig oder nierenförmig. — Länge bis 27 Mik. Kubikinhalte bis 3600 Mik.

Trockene Cotyledonen von **Onobrychis caput-galli** Lam. (Papilionac.) Körner rundlich oder oval, zuweilen etwas eckig; $\frac{2}{5}$ bis ebenso breit als lang, wenig zusammengedrückt; ohne Schichtung; von der schmalen Seite mit deutlicher Längsspalte. — Länge bis 15 Mik. Kubikinhalte bis 943 Mik.

Trockene Cotyledonen von **Onobrychis sativa** Lam. (Papilionac.) Körner rundlich oder rundlich-oval; $\frac{1}{4}$ bis ebenso breit als lang, wenig zusammengedrückt; von der schmalen Seite mit einer Längsspalte. — Länge bis 11 Mik. Kubikinhalte bis 510 Mik.

Trockene Cotyledonen von **Canavalia obtusifolia** DC. (Papilionac.) Körner rundlich bis länglich-oval, zuweilen dreieckig oder nierenförmig oder etwas unregelmässig; $\frac{1}{2}$ bis ebenso breit als lang: die breiteren bis auf die Hälfte, die schmalen kaum zusammengedrückt; selten und mit undeutlicher Schichtung; Längsspalte und einzelne radiale Risse von der breiten Seite zart, von der schmalen mässig-stark. — Länge bis 30 und 35, Breite bis 24 Mik. Kubikinhalte bis 4583 Mik.

Trockene Cotyledonen von **Phaseolus multiflorus** Lam. (Papilionac.) Körner rundlich bis oval, oft dreieckig; $\frac{2}{5}$ bis ebenso breit als lang, die breiteren sehr wenig zusammengedrückt; ohne Schichtung; zuweilen strahlenförmige Risse, überdem meistens eine von der schmalen Seite starke, von der breiten schwächere Längsspalte, selten eine Querspalte. — Länge bis 35 Mik. Kubikinhalte bis 9300 Mik.

Ph. vulgaris Lin. (trocken). Körner wie bei vorhergehender Art, meist mit starken Rissen von der breiten, und einer starken Spalte von der schmalen Seite. — Grösse bis 40, nach Payen bis 63 Mik.

Taf. XXXIII, Fig. 13a ziemlich kugelig; b, d, e von der breiten Seite (d ist wenig zusammengedrückt); c von der schmalen Seite. — Taf. XXII, Fig. 1 Querschnitt durch den Rand der trockenen Samenlappen.

Ph. aureus Hamilt. (trocken). Körner wie bei *Ph. multiflorus*, aber etwas grösser, zuweilen mit undeutlicher Schichtung; Risse etwas weniger stark. — Grösse bis 55 Mik. Kubikinhalte bis 25829 Mik.

Ph. saponaceus Savi. (trocken). Körner wie bei *Ph. multiflorus*, aber etwas grösser; Schichten innerhalb des Randes meist sichtbar, sehr zart, gedrängt (3—6); Spalte und Risse stark. — Länge bis 50 und 56 Mik. Kubikinhalte bis 27640 Mik.

Trockene Cotyledonen von **Vigna glabra** Savi. (Papilionac.) Körner rundlich bis oval-länglich, zuweilen etwas nierenförmig; $\frac{1}{2}$ bis ebenso breit als lang, die breiteren sehr wenig zusammengedrückt; mit zahlreichen zarten Schichten; Längsspalte von der breiten Seite ziemlich zart mit radialen Rissen, von der schmalen Seite etwas stärker und meist ohne Risse. — Länge bis 40 und 48 Mik. Kubikinhalte bis 16369 Mik.

Trockene Cotyledonen von **Dolichos monachalis** Brot. (Papilionac.) Körner oval, fast nierenförmig, oder rundlich-dreieckig; $\frac{1}{2}$ bis fast so breit als lang; die breiteren wenig zusammengedrückt; ohne Schichtung; mit einer Längsspalte und oft mit radialen Rissen. — Länge bis 27, Breite bis 20 Mik. Kubikinhalte bis 5238 Mik. — Dabei sehr selten Zwillingkörner.

Trockene Cotyledonen von **Lablab vulgaris** Savi. (Papilionac.) Körner rundlich bis länglich, oft nierenförmig; $\frac{1}{2}$ bis ebenso breit als lang, die breiteren bis auf die Hälfte zusammengedrückt; ohne Schichtung; eine Längsspalte und zuweilen ausserdem eine Querspalte, ferner sehr zahlreiche Risse, welche von der breiten Seite einen mehr unregelmässigen Verlauf zeigen, und in der schmalen Ansicht vorzüglich von den beiden Enden der Längsspalte ausstrahlen. — Länge bis 25 und 29 Mik. Kubikinhalte bis 4100 Mik.

Trockene Cotyledonen von *Drepanocarpus lunatus* Meyer. (Papilionac.) Körner rundlich bis oval, oft dreieckig oder etwas nierenförmig oder unregelmässig; $\frac{2}{3}$ bis ebenso breit als lang, die breiteren wenig zusammengedrückt; ohne Schichtung; zuweilen zahlreiche unregelmässige Risse, häufiger eine Längsspalte, von welcher einzelne oder viele Risse ausgehen. — Länge bis 45 Mik. Kubikinhalt bis 18200 Mik.

Typ. 4. Körner einfach, centrisch-spindelförmig.

Körner linear oder lanzettlich, entweder nach den spitzen Enden verschmälert (spindelförmig) oder mit gleichbreiten und selbst etwas verbreiterten, gestutzten Enden (stabförmig), im Querschnitt fast kreisrund. Kern und Schichtung unsichtbar. — Dieser Typus kommt bloss im Milchsaft der einheimischen Euphorbien vor, und bildet wohl nur eine Entwicklungsstufe des folgenden. — Ueber das Wachstum dieser Körner vgl. Pag. 249.

Frischer Milchsaft aus dem Stengel von *Euphorbia Lathyris* Lin. Körner spindelförmig oder stabförmig, oft etwas unregelmässig, im Durchschnitt kreisrund, 4—8 mal so lang als dick; an den Enden nicht selten etwas verbreitert und wie angeschwollen; ohne Schichtung; meist mit einem linienförmigen Hohlraum in der Achsenlinie und mit zarten, kurzen, zahlreichen Querrissen. — Länge bis 55, Dicke bis 10 Mik. Kubikinhalt bis 3100 Mik. — Die Risse sind in gleicher Weise sichtbar, ob man die Körner im unveränderten Milchsaft oder im Wasser betrachtet.

Taf. XXIV, Fig. 2a, c, d, e, i ausgebildet; b, f, g, h jung.

Frischer Milchsaft aus dem Stengel von *Euphorbia palustris* Lin. Körner stabförmig oder cylindrisch-spindelförmig, in der Mitte meist etwas verdickt, an den Enden oft köpfchenartig abgerundet. — Länge 17—35, Dicke 3—6 Mik.

E. virgata W. K. (frisch). Körner wie bei Vorhergehender, in der Mitte wenig verdickt. — Länge bis 32, Dicke bis 5 Mik.

Frischer Milchsaft aus dem Stengel von *Euphorbia dulcis* Lin. Körner stabförmig, in der ganzen Länge gleich dick, oder in der Mitte kaum etwas dicker; mit abgerundeten Enden; 6—10 mal so lang als dick. — Länge 17—23, Dicke 2,5—3,5 Mik.

E. procera Biebrst. Körner wie bei Vorhergehender. — Länge bis 32, Dicke bis 4 Mik.

E. epithymoides Lin. (*E. fragifera* Jan.) Körner wie bei Vorhergehender, 7—12 mal so lang als dick. — Länge bis 42, Dicke 3—5 Mik.

Frischer Milchsaft aus dem Stengel von *Euphorbia Cyparissias* Lin. Körner stabförmig oder cylindrisch-spindelförmig, an den Enden abgerundet oder gestutzt; daselbst oft etwas verbreitert, seltener verschmälert; 6—10 mal so lang als dick. — Länge bis 40, Dicke bis 6 Mik.

Frischer Milchsaft aus dem Stengel von *Euphorbia nicæensis* All. (*E. glareosa* Biebrst.) Körner stabförmig oder cylindrisch-spindelförmig; meist mit gestutzten, bald gleichbreiten, bald kopfförmigen Enden (sodass das ganze Korn fast knochenförmig erscheint); stielrund oder an den verbreiterten Stellen etwas zusammengedrückt. — Länge bis 38, Breite stellenweise bis 11 Mik.

Typ. 5. Körner einfach, centrisch-knochenförmig.

Körner verlängert, zusammengedrückt; von der schmalen Seite linear-spindelförmig; von der breiten Seite anfänglich ebenfalls spindelförmig, nachher mit mässig verbreitertem Mittelstück und mit sehr stark erweiterten, rundlich-spaltförmigen, zuweilen lappenartig getheilten Enden. Kern unsichtbar; Schichtung selten deutlich.

Dieser Typus findet sich nur im Milchsaft der baumartigen Euphorbien. In kurzen Körnern kann das Mittelstück fast mangeln, und die Breite der Enden selbst die Länge des ganzen Kornes übertreffen. In längeren Körnern können an dem Mittelstück seitliche Lappen auftreten, welche ebenfalls in der Ebene des Breitenwachstums liegen. Die beiden

Enden sind zuweilen ungleich-entwickelt. — Meyen (Pflanzenphysiol. II, 392; Taf. IX, Fig. 9, c-l) giebt Abbildungen von *Euphorbia triacantha*, *E. globosa* und *E. arborea*.

Frischer Milchsafft von *Euphorbia nereifolia* Lin. Körner von der breitem Seite knochenförmig mit rundlich-verbreiterten und meist gelappten Enden, in der Mitte $\frac{2}{3}$ bis $\frac{1}{2}$, an den Enden etwa $\frac{1}{2}$ so breit als lang; von der schmalen Seite stabförmig oder schmal spindelförmig, nicht selten etwas gebogen, $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{7}$ so dick als lang; gewöhnlich ohne Schichtung; meist mit einer kanalartigen Höhlung in der Achsenlinie, von welcher kurze Querrisse abgehen. — Länge bis 50 Mik. Kubikinhalte bis 4400 Mik. — Es kommen auch Formen vor, welche in der Mitte lappenförmige Anhänge besitzen und daselbst dann bis über $\frac{2}{3}$ so breit als lang werden. — Die Risse sind schon in den unveränderten Körnern im Milchsafft vorhanden, und bleiben in Wasser unverändert.

Taf. XXIV, Fig. 1 a, b, c, e, h, i von der breiten Seite; l und m das gleiche Korn von der breiten und schmalen Seite; d und k ein junges, f und g ein noch jüngeres Korn in den beiden Ansichten. — Ueber das Wachsthum dieser Körner vgl. Pag. 249.

Typ. 6. Körner einfach, excentrisch-verkehrtekegelförmig.

Schichten auf der einen Seite am mächtigsten und zahlreichsten, auf der diametral gegenüberliegenden am dünnsten und am wenigsten zahlreich. Körner mehr oder weniger conisch, im Querschnitt ziemlich kreisrund. Der excentrische Kern dem dünnen Ende genähert.

Zwischen den vollständig herumlaufenden Schichten sind am Verdickungsradius unvollständige eingestreut; seltener folgt daselbst zu äusserst noch eine ganze Partie von unvollständigen. Beim Austrocknen bilden sich vom Schichten-centrum ausstrahlende Risse, welche vorzüglich nach dem hintern Ende gekehrt sind und gewöhnlich eine trichterförmige Anordnung haben. — Dieser Typus ist meistens wenig charakteristisch ausgeprägt, und geht durch Körner mit gleichen Enden in den Typus 7 und 9, und durch solche, an denen das hintere Ende etwas zusammengedrückt ist, in den Typus 8 über. Es ist möglich, dass er häufiger vorkommt, als es nach den mitgetheilten Beispielen, von denen die Kartoffel das ausgezeichnetste ist, scheinen möchte. Von manchen Körnern glaubt man indess auf den ersten Blick, dass sie hieher gehören, während sie in der That flachgedrückt sind und dem Typus 8 folgen.

Wurzelstock von *Saururus cernuus* Lin. (Saurur.) Nach Leon Soubeiran (Journ. Pharm. XXV [1854] 100) sind die Körner rundlich oder oval, 10–40 Mik. gross, die meisten mit deutlichen, concentrischen Schichten und einem Kern. Die Zeichnung stellt den Kern sehr excentrisch und am schmälern Ende befindlich dar, sodass die Körner hieher zu gehören scheinen.

Trockene Knollen von *Ipomoea Purga* Schlecht (Jalappenwurzel. — Convolvulac.) Körner kugelig oder eiförmig, $\frac{3}{4}$ bis ebenso dick als lang; Schichten selten deutlich (4–7); oft einzelne strahlenförmige Risse im Innern; Excentricität meist $\frac{1}{4}$ – $\frac{1}{2}$. — Grösse bis 35 Mik. Kubikinhalte bis 20450 Mik.

Taf. XXIV, Fig. 7 a, b.

Nach Leon Soubeiran (Journ. Pharm. XXV [1854] 93) sind die Stärkekörner in der Wurzel von *Batatas Jalappa* Choisy 30 bis 70 und 80 Mik. gross; manche rundlich oder oval; einige undeutlich-dreieckig; andere elliptisch, aber am hintern Ende rechtwinklig zur Achse gestutzt; mit deutlicher Schichtung, und excentrischem Kern, an dessen Stelle sich oft strahlenförmige Risse befinden. — Ist darunter wohl die ächte Jalappenwurzel verstanden?

Frische und trockene Knollen von *Solanum tuberosum* Lin. (Solanac.) Körner mehr oder weniger eiförmig, zuweilen etwas unregelmässig, meist $\frac{2}{3}$ – $\frac{4}{5}$ so dick als lang; Schichten deutlich, die meisten vollständig; Kern in der Regel am schmälern, zuweilen am breitem Ende, $\frac{1}{4}$ – $\frac{1}{6}$ excentrisch; im trockenen Zustande meist eine kleine Höhlung im Schichtencentrum, und zuweilen einige ganz kurze Risse, vorzüglich in der Richtung des langen Halbmessers. — Länge bis 70 und 90 Mik. Kubikinhalte bis 231000 Mik. — Nach Payen erreichen die Stärkekörner in den grossen Rohankartoffeln eine Länge von 185 Mik., und in verschiedenen andern Kartoffelsorten 140 Mik. — Dabei einzelne halbzusammengesetzte Körner mit 2, seltener mit 4 eingeschlossenen Theilkörnern, und zusammengesetzte 2–3zählige Körner.

Taf. XXIV, Fig. 9a und b. — Taf. XI, 1–17. — Taf. XII, 1 Körner in Aufösung aus der keimenden Kartoffel (vgl. Pag. 110). 2–13 geröstete Körner (vgl. Pag. 79 und 95). — Taf. XIII, 1–5 Körner, auf welche mechanischer Druck einwirkte (vgl. Pag. 39). 6–10 in Alkohol (Pag. 61–62). 11–18 in verdünnter Kalilösung aufquellend (vgl. Pag. 79, 83 und 104). 19, 20 durch feuchte Wärme verändert (Pag. 107). 21–24 aus einer faulenden Kartoffel (vgl. Pag. 128–129). 25 ebendaher (Pag. 129–130). — Taf. XXII, 15 eine Zelle aus der gekochten Kartoffel. — Andere Erscheinungen an faulenden Kartoffeln vgl. Pag. 130, 137. Einwirkung von concentrirten Säuren und Alkalien vgl. Pag. 138–165. Andere Quellungserscheinungen vgl. Pag. 175. Einwirkung des Speichelferments vgl. Pag. 113–115, 121–124.

Die Borke (Schale) und die zunächst darunterliegenden Zellen enthalten kein Amylum. In den folgenden Zellen befinden sich kleine Körnchen, welche nach innen an Zahl und Grösse rasch zunehmen. In den grossen Knollen vermindert sich die Stärkemenge nach dem Centrum wieder. Die langgestreckten Zellen der Gefässbündel sind ohne Amylum, und die zunächst anliegenden Zellen enthalten kleine Körner. Taf. XXII, Fig. 14 aus dem Innern der Kartoffel.

Frische Schuppen des Wurzelstockes von *Niphaea oblonga* Lindl. (*Achimenes alba* Hort. — Gessnerac.) Körner oval bis länglich, meist mit ziemlich kreisförmigem Querschnitt, $\frac{1}{4}$ bis über $\frac{1}{2}$ so dick als lang; mit zahlreichen zarten Schichten, von denen nur wenige der Innersten vollständig sind; Kern am schmälern Ende, $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{12}$ excentrisch; zuweilen ist das dem Kern abgekehrte Ende in eine etwas zusammengedrückte Schueide verbreitert. — Länge bis 36 Mik. Kubikinhalte bis 5810 Mik.

Taf. XXIV, Fig. 11a, b, c.

Trockener Wurzelstock von *Diclytra formosa* DC. (Papaverac.) Körner oval, birnförmig, 3- und 4eckig, meist mehr oder weniger unregelmässig; $\frac{1}{2}$ bis ebenso breit als lang, die breiteren wenig zusammengedrückt; Schichtung sehr zart oder unsichtbar; Kern am dünnern Ende, bis $\frac{1}{4}$ excentrisch; meist an der Stelle des Kerns eine kleine Höhlung, von welcher einige radiale Risse ausgehen, die gewöhnlich eine trichterförmige Spalte bilden. — Länge bis 26, Breite bis 20 Mik. Kubikinhalte bis 4810 Mik. — Manche Körner sind schief dreieckig, indem die eine Ecke durch ein äusseres System von Schichten gebildet wird.

Trockene Cotyledonen von *Oreodaphne exaltata* Nees (*Laurus e.* Sieb. Pl. martin. 106. — Laurin.) Körner rundlich-oval bis oval-länglich, oft eiförmig, nicht selten etwas unregelmässig oder unsymmetrisch; $\frac{1}{2}$ bis fast ebenso breit, die breiteren wenig zusammengedrückt; ohne Schichtung; Kern bis $\frac{1}{7}$ excentrisch, oft am schmälern Ende, selten am breiten; zuweilen eine Längsspalte, manchmal mehrere vom Schichtencentrum ausstrahlende, trichterförmig angeordnete Risse. — Länge bis 21 Mik. Kubikinhalte bis 2100 Mik. — Nicht selten sind die beiden Enden der Körner von gleicher Breite.

Trockene Cotyledonen von *Laurus nobilis* Lin. (Laurin.) Körner rundlich, eiförmig, häufig etwas unregelmässig oder eckig (durch Druck); ohne Schichtung, Kern etwas excentrisch, oft am schmälern Ende; meist an dessen Stelle eine Höhlung mit mehr oder weniger zahlreichen, kurzen, radialen Rissen, oft eine stärkere Querspalte, welche das Korn fast ganz in zwei Hälften theilt. — Länge bis 23, Dicke bis 19 Mik. Kubikinhalte bis 4200 Mik. — Dabei zusammengesetzte, wenigzählige, gleichtheilige Körner, vd. Typ. 14.

Trockene Cotyledonen von *Mucuna pruriens* DC. (Papilionac.) Körner oval, länglich, meist mehr oder weniger unregelmässig, die kleinern fast rundlich; meist $\frac{1}{2}$, die längsten bloss $\frac{2}{3}$ so breit als lang; im Querschnitt gewöhnlich kreisrund, die breiteren etwas zusammengedrückt; ohne Schichtung; an der Stelle des bis $\frac{1}{4}$ excentrischen Kerns eine kleine Höhlung, von welcher oft zarte Risse in Form einer trichterförmigen Spalte abgehen. — Länge bis 17 und 21 Mik. Kubikinhalte bis 730 Mik. — Das Schichteucentrum befindet sich am schmälern Ende; das hintere Ende ist mehr oder weniger verbreitert, etwas zusammengedrückt und manchmal wie abgeschnitten, sodass man oft zweifelhaft ist, ob man eine Uebergangsform zu Typ. 8 oder ein Bruchkorn vor sich habe.

Trockene Cotyledonen von *Mucuna urens* DC. (Papilionac.) Körner eiförmig oder kugelig-oval, $\frac{1}{2}$ bis fast so

dick als lang, im Querschnitt kreisrund; ohne Schichtung; an der Stelle des bis $\frac{1}{2}$ excentrischen und am dünnen Ende befindlichen Kerns eine kleine Höhlung, von welcher nach dem hintern Ende constant zwei divergirende Risse abgehen, meist eine stärkere Querspalte und zuweilen noch einzelne kurze Risse nach dem vordern Ende. — Länge bis 16 und 20 Mik. — Dabei einzelne Zwillinge und Drillinge, nebst Bruchkörnern.

Typ. 7. Körner einfach, excentrisch-kegelförmig.

Schichten auf der einen Seite am mächtigsten und zahlreichsten, auf der diametral-gegenüberliegenden am dünnsten und am wenigsten zahlreich. Körner mehr oder weniger conisch, im Querschnitt ziemlich kreisrund. Der excentrische Kern dem dicken Ende genähert.

Nur wenige der innersten Schichten laufen in der Regel vollständig herum, die äussern Schichten am Verdickungsradius scheinen alle unvollständig. — Beim Austrocknen entstehen strahlenförmige Risse, welche vom Schichtencentrum ausgehen und vorzüglich nach dem hintern Ende gerichtet sind; unter denselben macht sich sehr häufig eine mit der Achse zusammentreffende Medianspalte bemerkbar. — Dieser Typus findet sich sehr selten rein. Meistens kommen damit Körner vor, deren hinteres Ende zwar ebenfalls verdünnt aber mehr oder weniger verbreitert ist, und die sich dem keilförmigen Typus (8) nähern; seltener solche, deren hinteres Ende verdickt oder gleichdick ist, und die zum verkehrt-kegelförmigen (6) oder zum stabförmigen Typus (9) übergehen.

Trockener kriechender Wurzelstock von *Schoenus mucronatus* Lin. (*Cyperus aegyptiacus* Gloxin. — *Cyperac.*) Körner kugelig und rundlich-dreieckig bis länglich-oval, häufig kegelförmig, oft etwas gekrümmt mit schnabelförmigem hinterem Ende; $\frac{2}{3}$ bis ebenso dick; ohne Schichtung; statt des am dicken Ende befindlichen, $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ excentrischen Kerns, eine kleine Höhlung, von welcher einzelne kurze Risse ausgehen können. — Länge bis 21 Mik. Kubikinhalte bis 1960 Mik. — Dabei einzelne, ungleichhälftige Zwillingskörner, durch Abschneiden des hintern dünnen Endes entstanden. — Stärke reichlich.

Trockener Wurzelstock von *Cyperus esculentus* Lin. (*Cyperac.*) Körner seltener rundlich oder oval, meist kegelförmig, am dünnern Ende oft etwas gekrümmt und schnabelförmig, zuweilen mit zwei solchen Anhängen; $\frac{1}{2}$ bis fast ebenso breit, die breiteren bis auf $\frac{2}{3}$ zusammengedrückt; ohne Schichtung; Kern $\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{4}$ excentrisch, am dickern Ende; zuweilen eine kleine oder auch eine spaltenförmige Höhlung. — Länge bis 12 und 14 Mik. Kubikinhalte bis 560 Mik.

Taf. XXIV, Fig. 16 a, b, c, d.

Trockene Knollen von *Commelyna hirsuta* R. Br. (*Commelynac.*) Körner birnförmig oder länglich-oval und länglich-kegelförmig, seltener dreieckig, häufig etwas unregelmässig; meist $\frac{1}{2}$ so dick als lang; Schichten zahlreich, gewöhnlich deutlich; Kernende verdickt, selten dünner, das hintere Ende meist spitz, in den dreieckigen Körnern verbreitert und kantenförmig; an der Stelle des Kerns eine kleine Höhlung, von welcher radiale Risse ausgehen; Excentricität bis $\frac{1}{10}$. — Länge bis 42 Mik. Kubikinhalte bis 11400 Mik. — Manche Körner nähern sich dem keilförmigen (8) und dem stabförmigen Typus (9).

Trockener Wurzelstock von *Triglochin Barrelieri* Lois. (*Alismac.*) Körner selten rundlich oder rundlich-dreieckig, meist oval, länglich-lanzettlich oder kegelförmig, zuweilen gebogen und oft mehr oder weniger unregelmässig; $\frac{1}{4}$ bis ebenso breit als lang, die breiteren wenig zusammengedrückt; Schichtung selten und undeutlich, meist eine Längspalte und zuweilen einzelne Risse, die seitlich von derselben abgehen. — Länge bis 38 Mik. Kubikinhalte bis 10600 Mik. — Der Kern liegt einigemal sicher am dickern Ende, übrigens lassen die meisten Körner keinen deutlichen Typus erkennen. — Dabei zusammengesetzte, wenigzählige, meist ungleichtheilige Körner, vd. Typ. 15. — Stärke sehr reichlich.

Trockene Zwiebel von *Scilla peruviana* Lin. (*Liliac.*) Körner rundlich-birnförmig oder oval-birnförmig, $\frac{1}{2}$ bis fast so dick als lang; Schichten zart, die innern vollständig, die äussern einseitig; Kernende verdickt, hinteres Ende verschmälert und stumpflich, zuweilen gestutzt, seltener verbreitert und kantenförmig-verdünnt; an der Stelle des Kerns

oft eine kleine Höhlung, von welcher einzelne kurze Risse ausgehen können; Excentrizität $\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{4}$. — Länge bis 46, Dicke bis 36 Mik. Kubikinhalte bis 29700 Mik. — Dabei zusammengesetzte, wenigzählige, gleich- oder ungleichtheilige Körner.

Trockene Zwiebel von *Ornithogalum umbellatum* Lin. (Liliac.) Körner oval-kugelig, kugelig-birnförmig und oval; ohne Schichtung; Kernende verdickt; oft eine kleine Höhlung und zuweilen einzelne zarte Risse; Excentrizität bis $\frac{1}{2}$. — Länge bis 24 Mik. Kubikinhalte bis 4700 Mik. — Dabei einzelne Doppelkörner.

Trockener Wurzelstock von *Paris quadrifolia* Lin. (Smilac.) Körner rundlich, oval-länglich, oval-birnförmig und nierenförmig; $\frac{1}{2}$ bis fast so breit als lang, die breiteren etwas zusammengedrückt; Kernende verdickt; eine kleine Höhlung oder eine Längsspalte; Excentrizität bis $\frac{1}{4}$. — Länge bis 13, Breite bis 10 Mik. Kubikinhalte bis 530 Mik. — Stärke reichlich.

Trockener Wurzelstock von *Trillium rhomboideum* Michx. (Smilac.) Körner rundlich-oval und rundlich-dreieckig bis länglich und birnförmig, oft etwas unregelmässig; $\frac{1}{2}$ bis fast so breit als lang, die breitesten etwas zusammengedrückt; Kernende verdickt; eine kleine Höhlung an der Stelle des Kerns, häufiger eine Längsspalte; Excentrizität bis $\frac{1}{4}$. — Länge bis 11, Breite bis 9 Mik. Kubikinhalte bis 320 Mik. — Stärke reichlich.

Trockener Wurzelstock von *Billbergia amoena* Lindl. (Bromeliac.) Körner rundlich-oval bis länglich-birnförmig; $\frac{1}{2}$ bis $\frac{2}{3}$ so breit als lang, die breitesten wenig zusammengedrückt; Kernende verdickt; eine kleine Höhlung im Kern, von welcher einige kurze starke Risse ausstrahlen; oft eine kurze Querspalte; Excentrizität bis $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{4}$. — Länge bis 21 Mik. Kubikinhalte bis 2080 Mik. — Dabei zusammengesetzte, wenigzählige, meist gleichtheilige Körner, vd. Typ. 14, und halbzusammengesetzte mit zwei kleinen Theilkörnern.

Trockener Wurzelstock von *Zostera nana* Roth (Najad.) Körner kegelförmig oder von der einen Seite gestutzt-oval, von der andern kegelförmig (das hintere Ende in eine Kante verbreitert); gewöhnlich fast 2mal so lang als dick; Schichtung selten und undeutlich; Kern am dickern Ende, bis $\frac{1}{6}$ excentrisch; meist eine kleine Höhlung, von welcher einige kurze Risse abgehen. — Länge bis 32 Mik. Kubikinhalte bis 2960 Mik.

Trockene Wurzel von *Richardsonia scabra* Lin. (Rubiaceae) Körner kugelig bis oval und kegelförmig; häufig $1\frac{1}{2}$, selten bis 2mal so lang als dick, im Querschnitt ziemlich kreisrund; zuweilen mit spärlicher und undeutlicher Schichtung; Kern am dickern Ende, bis $\frac{1}{2}$ selten mehr excentrisch; zuweilen eine kleine Höhlung. — Länge bis 21 Mik. Kubikinhalte bis 2300 Mik. — Mit zusammengesetzten, wenigzähligen, meist ungleichtheiligen Körnern, vd. Typ. 15.

Trockene Stolonen von *Vinca minor* Lin. (Apocynaceae) Körner rundlich bis länglich und kegelförmig; 1- bis 3mal so lang als breit; seltener breit-dreieckig, bis $1\frac{1}{2}$ mal so breit als lang; oft mehr oder weniger unregelmässig, zuweilen mit 1 oder zwei vortretenden spitzlichen Ecken; Kern am dickern Ende; das hintere Ende selten schneidenartig verbreitert; zuweilen eine kleine Höhlung. — Länge bis 13 Mik. Kubikinhalte bis 520 Mik. — Dabei einzelne ungleichhälftige Zwillingkörner.

In den Wurzeln von *Vinca minor* kommen ähnliche einfache Körner vor, wenig grösser (bis 16 Mik.), etwas dicker (höchstens zweimal so lang als dick) und immer stumpf. — Dabei viele zusammengesetzte, wenigzählige, meist gleichgrosse Körner, vd. Typ. 14.

Trockene Knollen von *Symphytum bulbosum* Schimp. (Borraginaceae) Körner rundlich bis eiförmig und oval-kegelförmig; bis $1\frac{1}{2}$ -, selten bis 2mal so lang als dick; ohne oder mit sehr zarter Schichtung; Kernende verdickt oder beide Enden gleich dick, oder das hintere bei gleicher Breite schneidenartig verdünnt; meist eine kleine Höhlung mit strahlenförmigen Rissen; Excentrizität bis über $\frac{1}{2}$. — Länge bis 32 und 44, Dicke bis 24 und 30 Mik. Kubikinhalte bis 18700 Mik.

Trockener Wurzelstock von *Symphytum tuberosum* Lin. (Borraginaceae) Körner ähnlich wie bei vorhergehender

Art, aber kleiner und weniger entwickelt, kugelig bis oval, bis $1\frac{1}{2}$ und $1\frac{1}{2}$ so lang als dick; ohne Schichtung; Kernende selten deutlich-verdickt; eine kleine Höhlung und zuweilen kurze, zarte, strahlenförmige Risse; Excentricität bis $\frac{1}{2}$. — Länge bis 18, Dicke bis 13 Mik. Kubikinhalte bis 1530 Mik. — Mit zusammengesetzten, wenigzähligen, häufiger gleichtheiligen Körnern, vd. Typ. 14.

FrISCHE Schuppen des Wurzelstockes von *Naegelia zebrina* Regel (Gessnerac.) Körner meist kegelförmig, zuweilen oval oder oval-cylindrisch; meist doppelt so lang als dick; im Querschnitt kreisrund, die breiteren wenig zusammengedrückt; Kernende verdickt; hinteres Ende verschmälert, manchmal jedoch breiter, schief-gestutzt und kantenförmig-verdünnt; Schichten und Kern deutlich; Excentricität bis $\frac{1}{6}$. — Länge bis 45, Dicke bis 33 Mik. Kubikinhalte bis 25100 Mik. — Nicht selten verdicken sich die Körner von dem vordern Ende bis etwas über die Mitte, und verschmälern sich von da aus kegelförmig, so dass sie eine ungleichhälftige Spindel darstellen. Sie nähern sich dem stabförmigen Typ. 9.

FrISCHE Knollen von *Gloxinia speciosa* Lodd. (Gessnerac.) Körner oval, kegelförmig, oder länglich; bis dreimal so lang als dick; nicht selten mit einem seilichen Anhang (aus einem besondern äussern Schichtensystem bestehend); Kern und Schichtung meist deutlich, jedoch zart; Kernende verdickt; zuweilen beide Enden gleich dick, selten das hintere breiter und zusammengedrückt; Excentricität bis $\frac{1}{14}$. — Länge bis 48, Dicke bis 22 Mik. Kubikinhalte bis 19600 Mik. — Manche Körner nähern sich dem stabförmigen Typ. (9).

FrISCHE Knollen von *Gloxinia hirsuta* Lindl. (Gessnerac.) Körner ähnlich wie bei Vorhergehender, oval oder kegelförmig; Schichtung nicht immer deutlich; Kern meist am dickern Ende; oft einzelne strahlenförmige Risse. — Länge bis 42 Mik. — Dabei einzelne Doppelkörner und halbzusammengesetzte mit 2 bis 3 Theilkörnern.

Trockener Wurzelstock von *Orobancha spec.* (Orobanch.) Körner kugelig bis oval und kurz-kegelförmig; bis $1\frac{1}{2}$ -, selten 2mal so lang als dick; Schichtung undeutlich; Kernende verdickt, zuweilen das hintere Ende etwas breiter und verdünnt; eine Höhlung und starke, mehr oder weniger zahlreiche radiale Risse; Excentricität bis $\frac{1}{6}$. — Länge bis 46, Dicke bis 38 Mik. Kubikinhalte bis 31600 Mik. — Mit zusammengesetzten, wenigzähligen, meist gleichtheiligen Körnern, vd. Typ. 14.

Trockener Wurzelstock von *Orobancha procera* Koch. (Orobanch.) Körner kugelig-oval bis kegelförmig und länglich; 1- bis $2\frac{1}{2}$ mal so lang als dick; ohne oder mit zarten Schichten; Kernende verdickt, zuweilen das hintere Ende schneidenartig verbreitert; eine kleine Höhlung und oft ziemlich kurze radiale Risse; Excentricität bis $\frac{1}{4}$ und $\frac{1}{5}$. — Länge bis 28, Dicke bis 20 Mik. Kubikinhalte bis 5500 Mik. — Manche Körner nähern sich dem keilförmigen (8), andere dem stabförmigen Typus (9). — Dabei einzelne Zwillings- und Drillingskörner.

Trockene Schuppen des Wurzelstockes von *Lathraea Squamaria* Lin. (Orobanch.) Körner oval, kegelförmig, elliptisch, häufig etwas unregelmässig; mit ziemlich kreisförmigem Querschnitt, seltener etwas zusammengedrückt; in der Regel doppelt so lang als breit, seltener breiter als lang; Schichten deutlich, die innern vollständig und ziemlich locker, die äussern einseitig und gedrängt; Kernende meist verdickt, zuweilen verdünnt; das hintere Ende nicht selten in eine kegelförmige Spitze vorgezogen oder schneidenartig-verbreitert; strahlenförmige Risse namentlich in der Richtung des Verdickungshalbmessers; Excentricität bis $\frac{1}{5}$ und $\frac{1}{4}$. — Länge bis 125 Mik. Kubikinhalte bis 419100 Mik.

Taf. XXIV, Fig. 10.

Trockene Knollen von *Cyclamen hederifolium* Ait. (Primulac.) Körner dreieckig, oval, länglich-lanzettlich, meist kegelförmig, oft etwas unregelmässig oder etwas gebogen; $\frac{1}{4}$ bis ebenso breit als lang, die breiteren auf die Hälfte, die schmälern nicht zusammengedrückt; ohne oder mit undeutlicher Schichtung; Kernende verdickt; das hintere Ende verschmälert, zuweilen in eine Spitze ausgezogen, manchmal schneidenartig-verbreitert; oft eine kleine Höhlung, von welcher selten kurze, zarte Risse ausgehen; Excentricität bis $\frac{1}{10}$. — Länge bis 36, Breite bis 24 Mik. Kubikinhalte bis 5480 Mik. — Nicht selten kommen dreieckige Körner vor, mit zwei fast rechtwinklig zu einander gestellten Schichten-

systemen, von denen das äussere die obere Ecke des Dreieckes, das innere die Grundfläche desselben einnimmt; der Kern und die grösste Dicke befinden sich an der einen Ecke der Grundfläche.

Trockene Wurzeln von *Dodecatheon Meadia* Lin. (Primulac.) Körner dreieckig, oval, länglich, kegelförmig, elliptisch, oder spindelförmig mit ungleichen Hälften; oft mehr oder weniger unregelmässig; 2–4 mal so lang als dick, selten so breit als lang und dann bis auf die Hälfte zusammengedrückt; meist ohne Schichtung und Kern. — Länge bis 26 Mik. Kubikinhalte bis 3880 Mik. — Die Körner gehören wahrscheinlich hierher, da sie nach dem gleichen Typus gebaut scheinen, wie die von *Cyclamen*. Dabei einzelne Zwillingkörner.

Trockene Knollen von *Carum Bulbocastanum* Koch (Bunium B. Lin. — Umbellifer.) Körner kugelig-oval bis oval-länglich, oft an einem Ende dicker, nicht selten niereuförmig oder dreieckig, die meisten mehr oder weniger unregelmässig, manche mit einem oder mehreren buckeligen Vorsprüngen; ohne Schichtung; statt des Kerns selten eine kleine Höhlung mit kurzen, zarten, radialen Rissen am dickern Ende, oft mit einer Längsspalte; Excentricität bis $\frac{1}{4}$. — Bei einem Exemplar von Zweibrücken sind die Körner bis 26 Mik. lang und meist $\frac{1}{2}$ bis $\frac{2}{3}$ so dick; bei einem Exemplar von Zermatt im Wallis sind sie kleiner (bis 18 Mik.) und meist $\frac{2}{5}$ – $\frac{2}{3}$ so dick als lang. — Dabei zusammengesetzte, wenigzählige, meist ungleichtheilige Körner, vd. Typ. 15.

Trockener Wurzelstock von *Adoxa Moschatellina* Lin. (Araliac.) Körner kugelig bis oval; Schichtung selten und undeutlich; zuweilen eine kleine Höhlung mit einigen kurzen zarten radialen Rissen, manchmal sicher am dickern Ende; Excentricität bis $\frac{1}{3}$. — Länge bis 31 Mik. Kubikinhalte bis 6200 Mik. — Dabei einzelne zusammengesetzte, 2–3 zählige, gleich- oder ungleichtheilige Körner.

Trockener Wurzelstock von *Umbilicus pendulinus* DC. (Crassulac.) Körner rundlich, oval, kegelförmig, 3- und 4eckig, meist etwas unregelmässig; $\frac{2}{5}$ bis ebenso breit als lang; die breitesten bis auf $\frac{1}{4}$ zusammengedrückt; Schichten undeutlich, nur die innersten vollständig; Kernende verdickt; radiale und zuweilen ausserdem unregelmässige Risse; Excentricität bis $\frac{1}{4}$ und $\frac{1}{5}$. — Länge bis 50 Mik. Kubikinhalte bis 26500 Mik. — Die jüngern Körner sind conisch. Ins Alter werden sie häufig schief und am hintern Ende etwas schneideartig-verbreitert.

Trockener Wurzelstock von *Cephalotus follicularis* R. Br. (Cephalot.) Körner rundlich und rundlich-dreieckig bis oval und oval-kegelförmig; ohne Schichtung; zuweilen eine zarte Längsspalte, selten an der Stelle des Kerns eine kleine Höhlung; Kernende dicker; hinteres Ende verschmälert, zuweilen schneideartig-verbreitert; Excentricität bis $\frac{1}{3}$ und $\frac{1}{5}$. — Länge bis 18 und 21 Mik. — Dabei einzelne gleich- oder ungleichhälftige Zwillingkörner.

Trockene Wurzel von *Cocculus palmatus* DC. (Menispermum p. Lam. — Menispermac.) Körner oval, länglich, kegelförmig; seltener drei- und viereckig; mit abgerundeten, zuweilen in Lappen vorgezogenen Ecken; meist unregelmässig; $\frac{1}{2}$ bis ebenso breit als lang, die breiten wenig zusammengedrückt; mit 3–8, meist vollständigen Schichten; statt des Kerns eine Höhlung mit ziemlich starken radialen Rissen am dickern Ende; Excentricität $\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{4}$, seltener bis $\frac{1}{6}$. — Länge bis 90 Mik. Kubikinhalte bis 235000 Mik. Nach Payen erreicht die Grösse 180 Mik. — Dabei einzelne gleich- oder ungleichtheilige Zwillinge und Drillinge. — Die Körner sind meistens in der Höhlung und den Rissen gelb gefärbt. Der Farbstoff wird von Wasser rasch ausgezogen.

Taf. XXIV, Fig. 8a und b das gleiche Korn von zwei Seiten gesehen; c zweilappig; d Mittelstufe zwischen einem halb- und ganzzusammengesetzten Korn.

Trockene verdickte Wurzeln von *Ranunculus garganicus* Ten. (Ranunculac.) Körner kugelig bis kurz-kegelförmig, $\frac{2}{3}$ bis ebenso dick als lang; statt des Kerns eine kleine Höhlung, in den kugeligen Körnern meist central, in den übrigen bis $\frac{1}{2}$ excentrisch. — Länge bis 14, Dicke bis 10 Mik. Kubikinhalte bis 730 Mik. — Stärke reichlich.

Trockener Knollen von *Ranunculus bulbosus* Lin. (Ranunculac.) Körner rundlich, oval, kegelförmig, oft etwas unregelmässig; $\frac{1}{2}$ bis fast so dick als lang; ohne Schichtung; statt des Kerns oft eine kleine Höhlung, am dickern Ende, bis $\frac{1}{4}$ excentrisch. — Länge bis 12 Mik. Kubikinhalte bis 470 Mik. — Mit zusammengesetzten, wenigzähligen, meist ungleichtheiligen Körnern, vd. Typ. 15. — Stärke reichlich, die Zellen ganz ausfüllend.

Trockener Wurzelstock von *Anemone ranunculoides* Lin. (Ranunculac.) Körner meist eiförmig oder birnförmig; gewöhnlich $\frac{2}{3}$ bis $\frac{3}{4}$ so dick als lang; ohne Schichtung; am dickern Ende eine kleine Höhlung, von welcher zuweilen einige zarte Risse ausgehen, oder eine Längsspalte; Excentrizität bis $\frac{1}{3}$ und $\frac{1}{4}$. — Länge bis 13 Mik. Kubikinhalte bis 590 Mik. — Mit zusammengesetzten, wenigzähligen, gleich- oder ungleichtheiligen Körnern, vd. Typ. 15. — Stärke reichlich, die Zellen ganz ausfüllend.

Trockene rübenförmige Wurzel von *Aconitum Anthora* Lin. (Ranunculac.) Körner meist birnförmig, seltener oval oder rundlich-nierenförmig oder rundlich-dreieckig, oft etwas unregelmässig; ohne Schichtung; Kernende verdickt, das hintere Ende in den dreieckigen Körnern kantenförmig-verbreitert, in den übrigen verschmälert; an der Stelle des Kerns eine kleine Höhlung, von welcher meist einige Risse ausgehen; Excentrizität bis $\frac{1}{3}$ und $\frac{1}{5}$. — Länge bis 38 Mik. Kubikinhalte bis 7300 Mik. — Mit zusammengesetzten, wenigzähligen, gleich- und ungleichtheiligen Körnern, vd. Typ. 15.

Frischer Wurzelstock von *Paeonia officinalis* Retz (Ranunculac.) Körner kugelig bis länglich und kegelförmig, zuweilen etwas unregelmässig; 1—2mal so lang als dick; Schichten zart, wenig zahlreich (2—4), sammt dem bis $\frac{2}{3}$ excentrischen Kern selten deutlich. — Länge bis 22, Dicke bis 19 Mik. Kubikinhalte bis 4110 Mik. — Dabei viele zusammengesetzte, wenigzählige, gleich- und ungleichtheilige Körner, vd. Typ. 15.

Frischer und trockener knolliger Wurzelstock von *Corydalis cava* Schweigg. & Koert. (*C. bulbosa* Pers. — *Fumariac.*) Körner rundlich bis länglich, oft kegelförmig oder nierenförmig-dreieckig, meist etwas unregelmässig; $\frac{2}{3}$ bis fast so breit als lang, die breitem sehr wenig zusammengedrückt; ohne Schichtung; Kern am dickern Ende, bis $\frac{1}{4}$ und $\frac{1}{3}$ excentrisch; in den dreieckigen Körnern ist der hintere Rand kantenförmig-verbreitert (so dass das Korn bis 3mal so breit als lang sein kann); in den trockenen Körnern entweder eine Längsspalte, oder ein grösserer Hohlraum, oder eine kleinere Höhlung mit einzelnen strahlenförmigen Rissen. — Länge bis 17 und 21 Mik. Kubikinhalte bis 838 Mik. — Viele Körner nähern sich dem keilförmigen Typus (8). — Dabei wenige zusammengesetzte, 2—4zählige, meist ungleichtheilige Körner.

Trockener Wurzelstock von *Cardamine granulosa* All. (Crucif.) Körner rundlich, oval, kegelförmig, oft mehr oder weniger unregelmässig; die breitem etwas zusammengedrückt; meist homogen, selten mit einer kleinen Höhlung am dickern Ende, und wohl auch mit einer zarten Längsspalte; Excentrizität bis $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{4}$. — Länge bis 14 Mik. Kubikinhalte bis 490 Mik. — Manche Körner scheinen sich dem zusammengedrückten Typ. (8) zu nähern. — Dabei einzelne wenige Zwillinge und Drillinge.

Frische und trockene Schuppen des Wurzelstockes von *Dentaria digitata* Lam. (Crucif.) Körner oval oder birnförmig, mit fast kreisrundem Querschnitt; $\frac{2}{3}$ bis fast so dick als lang; Schichten zart (5—7), nur die innersten vollständig herumgehend; Kern am dickern Ende, bis $\frac{1}{4}$ und $\frac{1}{6}$ excentrisch; das schmale hintere Ende oft etwas vorgezogen, stumpf-gestutzt und kantenförmig; in den trockenen Körnern eine kleine Höhlung und zuweilen einzelne zarte Risse. — Länge bis 32, Dicke bis 25 Mik. Kubikinhalte bis 9840 Mik. — Dabei zuweilen Zwillingkörner. — In jungen Schuppen sind die Stärkekörner bis 16 Mik. lang, meist 2—3mal so lang als dick, homogen.

Taf. XXIV, Fig. 17 a und b aus jungen, c und d aus vollkommen entwickelten Schuppen. — Ueber das Wachstum dieser Körner vgl. Pag. 237.

Trockene Schuppen des Wurzelstockes von *Dentaria polyphylla* W. K. (Crucif.) Körner rundlich-oval und rundlich-dreieckig bis länglich und länglich-kegelförmig; $\frac{2}{3}$ bis fast so breit als lang, die breitem etwas zusammengedrückt; Schichten deutlich, nur die innersten vollständig; statt des Kerns eine kleine Höhlung, von welcher nicht selten einige kurze Risse abgehen, meist am dickern Ende, bis $\frac{1}{4}$ und $\frac{1}{2}$ excentrisch. Häufig ist das hintere Ende breiter aber etwas verdünnt, zuweilen auch etwas dicker als das vordere; nicht selten wird es durch einen seitlichen Anhang von Schichten verbreitert, deren Verdickungsrichtung mit der Achse des Kornes einen rechten oder stumpfen Winkel bildet. — Länge bis 60, Breite bis 40 Mik. Kubikinhalte bis 39500 Mik. — Manche Körner nähern sich dem keilförmigen (8), manche dem stabförmigen Typ. (9).

Frischer Wurzelstock und Wurzeln von *Nymphaea alba* Lin. (Nymphaeac.) Körner kugelig-oval, oval und kegelförmig; bis doppelt so lang als dick; Kern am dickern Ende, bis $\frac{1}{4}$ excentrisch. — Länge bis 14, Dicke bis 10 Mik. Kubikinhalte bis 620 Mik. — Mit zusammengesetzten, wenigzähligen, gleich- und ungleichtheiligen Körnern, vd. Typ. 15.

Trockene Knollen von *Stellaria bulbosa* Wulfen (Caryophyll.) Körner kugelig, oval oder kegelförmig; 1—2mal so lang als dick; an der Stelle des Kerns eine kleine Höhlung, dem dickern Ende genähert, bis $\frac{1}{4}$ excentrisch; das hintere Ende verschmälert oder gleich-breit oder selbst etwas breiter als das vordere, dann aber zusammengedrückt. — Länge bis 10 Mik. Kubikinhalte bis 240 Mik. — Mit zusammengesetzten, wenigzähligen, meist gleichtheiligen Körnern, vd. Typ. 14.

Trockene Wurzel von *Althaea officinalis* Lin. (Malvac.) Körner rundlich, oval, länglich, kegelförmig; nicht selten etwas gebogen oder nierenförmig oder rundlich-dreieckig; oft etwas unregelmässig; $\frac{2}{5}$ bis ebenso breit als lang, die breiteren wenig zusammengedrückt; ohne Schichtung; statt des Kerns selten bloss eine rundliche Höhlung, am dickern Ende, bis $\frac{1}{4}$ excentrisch; häufiger eine unregelmässige Längsspalte. — Länge bis 21, Breite bis 13 Mik, Kubikinhalte bis 2860 Mik. — Dabei wenige Zwillinge und Drillinge.

Trockener Wurzelstock von *Euphorbia dulcis* Jacq. (Euphorbiac.) Körner rundlich, rundlich-dreieckig, oval, meist kegelförmig; die einen bis über 2mal so lang als dick, im Durchschnitt kreisrund; die andern bis 2mal so breit als lang, zusammengedrückt, mit kantenförmigem hinterem Ende; ohne Schichtung; statt des Kerns eine kleine Höhlung am dickern Ende, bis $\frac{1}{6}$ excentrisch; überdem mehrere radiale Risse oder eine Längsspalte. — Länge bis 31 Mik. Kubikinhalte bis 3510 Mik. — Dabei einzelne Zwillinge und Drillinge. — Stärke reichlich.

Trockener Wurzelstock von *Geranium phaeum* Lin. var. *G. lividum* L'Herit. (Geraniac.) Körner rundlich-dreieckig, eiförmig, länglich, oder kegelförmig; mehr oder weniger unregelmässig; $\frac{2}{5}$ bis fast so breit als lang; die schmälern im Querschnitt kreisrund, die breiteren etwas zusammengedrückt; Kernende verdickt; das hintere Ende bisweilen breiter, aber zusammengedrückt; eine kleine Höhlung, von welcher eine zarte Längsspalte oder radiale Risse abgehen; Excentricität bis $\frac{1}{8}$. — Länge bis 18, Breite bis 13 Mik. Kubikinhalte bis 1240 Mik.

Trockener Wurzelstock und Wurzeln von *Geranium sylvaticum* Lin. (Geraniac.) Körner wie bei vorhergehender Art, die meisten kegelförmig; manche auch dreieckig, bis fast doppelt so breit als lang, mit verdünntem hinterem Rande; Kernende immer verdickt. — Länge bis 21 Mik. Kubikinhalte bis 1990 Mik. — Uebergänge zum keilförmigen Typ. (8).

Trockene Schuppen des Wurzelstockes von *Oxalis Acetosella* Lin. (Oxalid.) Körner rundlich-dreieckig, oval, kegelförmig, länglich; oft mehr oder weniger unregelmässig; $\frac{1}{2}$ bis $1\frac{1}{2}$ so breit als lang, die breiteren bis auf die Hälfte zusammengedrückt; Kernende meist verdickt, zuweilen gleich dick wie das hintere Ende; eine kleine Höhlung mit zarten radialen Rissen oder eine Längsspalte. — Länge bis 22 Mik. Kubikinhalte bis 2170 Mik. — Uebergänge zum keilförmigen (8) und zum stabförmigen Typ. (9). — Dabei Zwillinge und Drillinge.

Trockene, verdickte Wurzeln von *Orobis albus* Lin. (Papilionac.) Körner oval oder kegelförmig; meist $1\frac{1}{2}$, selten bis doppelt so lang als dick; statt des Kerns eine kleine Höhlung, zuweilen mit einzelnen radialen Rissen, am dickern Ende, bis $\frac{1}{7}$ excentrisch. — Länge bis 16 Mik. Kubikinhalte bis 1020 Mik. — Mit zusammengesetzten, wenigzähligen, meist ungleichtheiligen Körnern, vd. Typ. 15.

Frische Knollen von *Apios tuberosa* Moench. (Papilionac.) Körner eiförmig, länglich, meist etwas unregelmässig; $1\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{2}$ mal so lang als dick, im Querschnitt kreisrund oder kaum zusammengedrückt; Schichten undeutlich; Kern oft sichtbar, klein, fast immer am dickern Ende, $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{7}$ excentrisch. — Länge bis 30 Mik. Kubikinhalte bis 3536 Mik. — Dabei zusammengesetzte, 2—4zählige Körner.

Taf. XXIV, Fig. 15 b, e, f, g ziemlich stielrund; a etwas zusammengedrückt, der dem Schichtencentrum abgekehrte Rand kantenförmig-verdünnt; c, d Zwilling und Drilling, ersterer durch Theilung des Kerns, letzterer durch Abschneiden der Ecken entstanden.

Trockener Embryo von *Encephalartos spiralis* Lehm. (Cycadaceae.) Körner rundlich-oval oder kegelförmig, 1 bis $1\frac{1}{2}$ so lang als dick; mit einzelnen Schichten; statt des Kerns eine kleine Höhlung, am dickern Ende, bis $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{4}$ excentrisch, zuweilen mit einzelnen kurzen, zarten radialen Rissen. — Länge bis 30 und 35, Dicke bis 25 und 30 Mik. Kubikinhalte bis 13460 Mik. — Unter zusammengesetzten, wenigzähligen, meist gleichtheiligen Körnern, vd. Typ. 14. — Von den Bruchkörnern giebt es alle Uebergänge zu den einfachen (vgl. Pag. 276).

Frisches Sameneiweiss und Embryo von *Viscum album* Lin. (Loranthaceae.) Körner rundlich oder rundlich-oval; meist ohne Schichtung; Kern oft deutlich, bis $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{4}$ excentrisch. — Länge bis 24 Mik. Kubikinhalte bis 6380 Mik. — Dabei zusammengesetzte, 2–4zählige Körner. — Im Embryo befinden sich die nämlichen Stärkekörner wie im Albumen, sind aber etwas kleiner.

Trockenes Sameneiweiss und Embryo von *Loranthus europaeus* Lin. (Loranthaceae.) Körner rundlich, oval, elliptisch, oder kegelförmig; nicht selten etwas gebogen oder unregelmässig; ohne Schichtung; Kern am dickern Ende, bis $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{4}$ excentrisch; statt desselben meist eine kleine Höhlung mit einigen kurzen radialen Rissen, seltener eine Längsspalte. — Länge bis 18, Dicke bis 12 Mik. Kubikinhalte bis 1580 Mik. — Dabei ziemlich zahlreiche zusammengesetzte, 2-, 4- und mehrzählige, häufig ungleichtheilige Körner. — Reichliche Stärke im Albumen; im Embryo ebenfalls zahlreiche, aber etwas kleinere Körner.

Trockener Embryo von *Psittacanthus vellozianus* Mart. (Loranthaceae.) Körner oval oder kegelförmig, $1\frac{1}{2}$ bis fast doppelt so lang als dick; selten mit deutlichen Schichten, die äussersten unvollständig; statt des Kerns oft eine kleine Höhlung, zuweilen mit einzelnen zarten ziemlich kurzen radialen Rissen; bis $\frac{1}{4}$ excentrisch; das vordere Ende oft dicker, oft auch deutlich schmaler, zuweilen verschmälert sich dann auch das hintere Ende wieder etwas. — Länge bis 35 und 40, Dicke bis 30 Mik. Kubikinhalte bis 19520 Mik. — Die Stärke geht in den verkehrtkegelförmigen (6) und in den stabförmigen Typ. (9) über. — Das Albumen mangelt ganz oder beinahe.

Trockene Samenlappen von *Carolinea princeps* Lin. (Sterculiaceae.) Körner kugelig, kugelig-oval, kurz-kegelförmig; ohne deutliche Schichtung; statt des Kerns eine kleine Höhlung mit einigen strahlenförmigen Rissen, am dickern Ende, bis $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{4}$ excentrisch. — Länge bis 25 Mik. Kubikinhalte bis 4910 Mik. — Dabei zusammengesetzte, wenigzählige, häufiger ungleichtheilige Körner, vd. Typ. 15.

Sameneiweiss der *Buettneriaceen*. Die Stärkekörner haben viel Aehnlichkeit mit denen in den Cotyledonen der Hülsengewächse (*Phaseolus*, *Vicia* etc.); sie sind oval, nierenförmig, rundlich-dreieckig, die breitem etwas zusammengedrückt; in den flachen Körnern befindet sich eine mit der grössten Ebene zusammenfallende Spalte, in den stielrunden oft ein cylindrischer Kanal. Ich stellte sie desswegen anfänglich zum centrisch-ovalen Typus (3). Es kommen aber auch dreieckige Formen vor mit strahlenförmigen Rissen, die von einem excentrischen Punkte ausgehen, und kegelförmige, wo dieser Punkt am dickern Ende liegt. Es ist mir daher wahrscheinlicher, dass diese Stärke einen excentrischen Bau habe, und theils zum conischen (7), theils zum zusammengedrückten oder keilförmigen Typ. (8) gehöre. Untersuchungen an frischen Körnern müssen übrigens die letzte Entscheidung geben.

Trockenes Sameneiweiss von *Abroma angustum* Lin. fil. (Buettneriaceae.) Körner rundlich-oval bis länglich; zuweilen gebogen oder nierenförmig oder dreieckig; selten kegelförmig, häufig etwas unregelmässig; $\frac{2}{3}$ bis ebenso breit als lang; die breitem etwas zusammengedrückt, die schmälern stielrund; ohne Schichtung; oft eine Längsspalte, die namentlich in der schmalen Ansicht deutlich ist, zuweilen strahlenförmige, von einer kleinen Höhlung ausgehende Risse; die Höhlung am dickern Ende, bis $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{4}$ excentrisch. — Länge bis 30, Dicke bis 20 Mik. Kubikinhalte bis 4480 Mik. — Dabei einzelne zusammengesetzte, wenigzählige Körner. — Stärke und Oel im Albumen.

Trockenes Sameneiweiss von *Waltheria indica* Lin. (Buettneriaceae.) Körner rundlich-oval bis länglich-oval; oft gebogen oder nierenförmig oder dreieckig, oder sonst von unregelmässiger 3- und 4eckiger Gestalt, einzelne tetraedrisch-gelappt; $\frac{2}{3}$ bis fast so breit als lang, die breitem etwas zusammengedrückt, die schmälern stielrund; Schichtung selten

und sehr zart; meist eine Längsspalte in den zusammengedrückten und ein eamartiger Hohlraum in den stielrunden Körnern, ausserdem zuweilen einzelne quer oder radial verlaufende Risse. — Länge bis 30 und 35, Breite bis 25 Mik. Kubikinhalte bis 7560 Mik. — Dabei einzelne zusammengesetzte, wenigzählige Körner.

Trockenes Sameneiweiss von **Melochia pyramidata** Lin. (Buettneriac.) Körner rundlich bis länglich-oval, zuweilen nierenförmig oder rundlich-dreieckig; die breiteren bis auf die Hälfte zusammengedrückt; ohne oder mit zarten Schichten; meist eine Längsspalte, die von der schmalen Seite oft stark erscheint, und ausserdem zuweilen Querrisse. — Länge bis 30 und 36, Dicke bis 15 Mik. Kubikinhalte bis 8100 Mik. — Dabei einzelne Zwillinge und Drillinge.

Trockenes Sameneiweiss von **Riedleia corchorifolia** DC. (*Melochia c. Lin.* — Buettneriac.) Körner rundlich-oval bis länglich; oft gebogen, nierenförmig oder dreieckig; nicht selten etwas unregelmässig; $\frac{2}{3}$ bis ebenso breit als lang, die breiteren etwas zusammengedrückt, die schmälern stielrund; ohne Schichtung; meist eine besonders von der schmalen Seite deutliche Längsspalte und selten einige Querrisse. — Länge bis 31, Breite bis 19 Mik. Kubikinhalte bis 4130 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Hermannia altheaefolia** Lin. (Buettneriac.) Körner rundlich bis länglich, zuweilen kegelförmig oder rundlich-dreieckig; die längeren $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{2}$, die kürzern $\frac{1}{2}$ bis ebenso breit; die breiteren bis über die Hälfte, die schmälern nicht zusammengedrückt; ohne Schichtung; mit einer von der schmalen Seite etwas stärkeren Längsspalte. — Länge bis 20 und selten 28 Mik. Kubikinhalte bis 1437 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Hermannia nemorosa** Eckl. (Buettneriac.) Körner rundlich bis länglich-oval, zuweilen etwas kegelförmig oder dreieckig; $\frac{1}{2}$ bis ebenso breit, die breiteren wenig, die schmälern nicht zusammengedrückt; ohne Schichtung; meist eine Längsspalte. — Länge bis 18 Mik. Kubikinhalte bis 2300 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Melhania didyma** Eckl. Zeyh. (Buettneriac.) Körner rundlich-oval bis länglich-oval; nicht selten gebogen oder nierenförmig oder dreieckig, selten kegelförmig, oft etwas unregelmässig; $\frac{2}{3}$ bis ebenso breit; die breiteren etwas zusammengedrückt, die schmälern stielrund; ohne Schichtung; meist eine von der schmalen Seite deutliche Längsspalte, und selten einzelne Querrisse. — Länge bis 30 und 35, Breite bis 20 und 25 Mik. Kubikinhalte bis 8750 Mik.

M. Erythroxylo R. Br. Körner wie bei Vorhergehender.

Trockenes Sameneiweiss von **Eriolaena** Spec. (Buettneriac.) Körner rundlich-oval, oval, seltener länglich-oval, manche nierenförmig oder dreieckig, wenige kegelförmig; $\frac{1}{2}$ (selten $\frac{2}{3}$) bis ebenso breit, die breiteren wenig zusammengedrückt; ohne oder mit sehr zarter Schichtung; meist eine Längsspalte und zuweilen einzelne Querrisse; seltener eine kleine Höhlung, von welcher strahlenförmige Risse ausgehen; die Höhlung am dickern Ende, bis $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{8}$ excentrisch. — Länge bis 33, Breite bis 27 Mik. Kubikinhalte bis 9270 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Visenia tomentosa** R. P. (Buettneriac.) Körner rundlich bis länglich, manche gebogen oder nierenförmig oder dreieckig; $\frac{1}{2}$ (selten $\frac{2}{3}$) bis ebenso breit, die breiteren etwas zusammengedrückt; ohne Schichtung; meist eine Längsspalte, zuweilen mit Querrissen. — Länge bis 28, Breite bis 20 Mik. Kubikinhalte bis 4990 Mik.

Frische und trockene Cotyledonen von **Aesculus Hippocastanum** Lin. (Hippocastan.) Körner meist kegelförmig, zuweilen oval oder 3- und 4eckig, oft von unregelmässiger stumpfeckiger Gestalt; $\frac{1}{2}$ bis ebenso breit als lang; Schichtung und Kern undeutlich oder zart; Kernende verdickt, hinteres Ende verschmälert mit kreisförmigem Querschnitt, oder verbreitert und kantenförmig-verdünnt (so dass die Breite des Korns die Länge selbst übertreffen kann); in den trockenen Körnern eine kleine Höhlung und einige (1—4) strahlenförmige Risse, namentlich in der Richtung des langen Halbmessers; Excentrizität bis $\frac{1}{8}$. — Länge bis 29, selten bis 36 Mik. Kubikinhalte bis 7200 Mik. — Dabei spärliche halb- und ganzzusammengesetzte Körner. Beide 2—4 zählig.

Taf. XXIV, Fig. 19a, d, e, f, g einfach; h, i, l halbzusammengesetzt; b, c zusammengesetzt; k Übergangszustand zwischen einem halb- und ganzzusammengesetzten Drilling.

Trockene Cotyledonen von *Amris sylvatica* Jacq. (Amyrid.) Körner rundlich, oval, kegelförmig; $\frac{2}{3}$ bis fast so dick als lang; ohne Schichtung; statt des Kerns eine kleine Höhlung mit einzelnen Rissen, am dickern Ende, bis $\frac{2}{3}$ und $\frac{1}{4}$ excentrisch. — Länge bis 17, Dicke bis 13 Mik. Kubikinhalte bis 1680 Mik. — Dabei zusammengesetzte, 2- bis 4- selten mehrzählige, gleich- oder ungleichtheilige Körner. Zahlreiche Bruchkörner, 4—12 Mik. gross, mit einer gebogenen und 1—3 Bruchflächen, mit einer kleinen Höhlung und einzelnen Rissen.

Trockene Cotyledonen von *Amyris Spec.* (Amyrid.) Körner rundlich, oval, rundlich-elliptisch, kurz-kegelförmig, zuweilen etwas eckig; $\frac{1}{2}$ bis ebenso dick als lang; die grössern mit einer kleinen Höhlung und einzelnen strahlenförmigen Rissen; Höhlung central oder bis $\frac{1}{2}$ excentrisch und dann am dickern Ende. — Länge bis 15, Dicke bis 12 Mik. Kubikinhalte bis 1140 Mik. — Dabei zusammengesetzte, 2- bis 4- und mehrzählige, gleich- oder ungleichtheilige Körner. Bruchkörner 4 bis 12 Mik. gross, mit einer gebogenen und 1—3 Bruchflächen, mit einer kleinen Höhlung in der Mitte und einzelnen radialen Rissen. — Albumenzellen ganz mit Stärke gefüllt, kein oder sehr wenig Oel.

Trockene unreife Samen von *Peganum Harmala* Lin. (Rutac.) Körner rundlich, oval, kurz-kegelförmig, oft mehr oder weniger unregelmässig; ohne Schichtung; statt des Kerns eine kleine Höhlung; zuweilen mit einigen kurzen, radialen Rissen, oft dem dickern, selten dem dünnern Ende genähert. — Länge bis 14 Mik. Kubikinhalte bis 660 Mik. — Dabei zusammengesetzte, 2—5zählige, gleich- oder ungleichtheilige Körner. — Die unreifen Samen enthalten viel, die reifen keine Stärke, sondern Oel.

Trockene Cotyledonen von *Memecylon capense* Eckl. Zeyh. (Memecyl.) Körner kegelförmig, oval, häufig unsymmetrisch und schief oder selbst etwas gebogen; $\frac{1}{2}$ bis fast so dick als lang; ohne Schichtung; eine Längsspalte mit einzelnen Querrissen oder eine kleine Höhlung mit strahlenförmigen Rissen; Höhlung am dickern Ende, bis $\frac{1}{4}$ und $\frac{1}{4}$ excentrisch. — Länge bis 16 und 20, Dicke bis 15 Mik. — Mit zusammengesetzten, wenigzähligen, meist gleichtheiligen Körnern, vd. Typ. 14.

M. amplexicaule Roxb. (trocken). Körner wie bei vorhergehender Art, aber weniger kegelförmig und mehr symmetrisch. Mit den nämlichen zusammengesetzten Körnern.

Trockene Cotyledonen von *Syzygium guineense* DC. (Myrtac.) Körner oval-kugelig bis länglich-eiförmig, zuweilen etwas unregelmässig; $\frac{2}{3}$ bis fast so dick als lang, die breitesten etwas zusammengedrückt; Schichten zahlreich, zart, oft undentlich, die innersten vollständig, die äussern einseitig; statt des Kerns eine kleine Höhlung, von welcher, namentlich in der Richtung des langen Halbmessers einzelne Risse ausstrahlen; Kernende meist verdickt, das hintere Ende bald schmaler und dünner, bald auch etwas breiter und dabei entweder verdünnt oder gleich dick. — Länge bis 34 und 42, Dicke bis 25 Mik. Kubikinhalte bis 10200 Mik.

Trockene Cotyledonen von *Caryophyllus aromaticus* Lin. (Myrtac.) Körner eiförmig oder länglich-kegelförmig; meist $\frac{2}{3}$ bis $\frac{3}{5}$ so breit als lang, die breitesten wenig zusammengedrückt; Schichten zart, nur die innersten vollständig, statt des Kerns meist eine kleine Höhlung, und häufig eine Längsspalte mit einzelnen schiefen Rissen; Kernende verdickt; das hintere Ende verschmälert, dabei spitz oder gerundet, seltener verbreitert schneidenartig-zusammengedrückt und dabei oft schief gestutzt; Excentrizität bis $\frac{1}{3}$ und $\frac{1}{6}$. — Länge bis 36 Mik. Kubikinhalte bis 6480 Mik.

Trockene Cotyledonen von *Jambosa vulgaris* DC. (Myrtac.) Körner meist kegelförmig mit kreisrundem Querschnitt; die längern ungefähr $\frac{1}{2}$ so dick als lang, die kürzern dicker, zuweilen rundlich-dreieckig; meist ohne Schichtung; seltener mit wenigen undentlichen Schichten, nur die innersten vollständig; statt des Kerns meist eine kleine Höhlung mit einer Längsspalte und zuweilen mit einzelnen radialen Rissen; Höhlung am dickern Ende bis $\frac{1}{3}$ excentrisch. — Länge bis 30 und 34 Mik. Kubikinhalte bis 7400 Mik.

Trockene Cotyledonen von *Amphicarpæa monoica* Nutt. (Papilionac.) Körner rundlich oval, oder kegelförmig;

$\frac{1}{2}$ bis ebenso breit als lang, die breitem zuweilen etwas zusammengedrückt; statt des Kerns meist eine kleine Höhlung mit einzelnen zarten, kurzen Rissen; Kernende verdickt; hinteres Ende kegelförmig-verdünnt; seltener kantenschrägverbreitert. — Länge bis 14 Mik. Kubikinhalte bis 430 Mik. — Dabei halbzusammengesetzte Körner mit 2—5 Theilkörnern, und zusammengesetzte, wenigzählige, häufiger gleichtheilige Körner.

Typ. 8. Körner einfach, excentrisch, keilförmig oder plattgedrückt.

Schichten auf der einen Seite am mächtigsten und zahlreichsten, auf der diametral gegenüberliegenden am dünnsten und am wenigsten zahlreich. Körner vorzüglich nach dem hintern Ende verbreitert, an dem vordern verschmälert, zusammengedrückt, entweder überall gleichdick oder häufiger am vordern Ende verdickt und in den hintern Rand kantenschrägverdünnert. Kern gewöhnlich dem schmalen dicken Ende genähert.

In der Regel sind nur wenige der innersten Schichten vollständig, die äusseren Schichten am Verdickungsdiameter scheinen alle unvollständig. — Beim Austrocknen bildet sich in der Regel eine mit der grössten Ebene des Kornes zusammenfallende Spalte, welche von der schmalen Seite sichtbar ist. Von der breiten Seite sieht man meistens mehrere vom Schichtencentrum ausstrahlende, vorzüglich nach dem hintern Rande verlaufende Risse, zuweilen auch statt derselben eine Längs- oder eine Querspalte, oder beide vereinigt. — Selten kommen die Körner dieses Typus rein vor; meistens sind sie mit andern, vorzüglich mit kegelförmigen (Typ. 7), seltener mit stabförmigen (Typ. 9) und verkehrte-kegelförmigen (Typ. 6) gemengt.

Trockene Zwiebelschuppen von *Erythronium Dens-canis* Lin. (Liliac.) Körner von der breiten Seite keilförmig, von rundlichem oder ovalem Umfang, $\frac{1}{2}$ — $1\frac{1}{2}$ so breit als lang; von der schmalen Seite kegelförmig; Kernende oft etwas vorgezogen, verdickt, der hintere Rand meist gewölbt; keine oder sehr zarte Schichtung; statt des Kerns eine kleine Höhlung, von welcher oft einige zarte Risse abgeben, bis $\frac{1}{6}$ excentrisch. — Länge bis 34 Mik. Kubikinhalte bis 9800 Mik.

Frische Zwiebelschuppen von *Tulipa Gessneriana* Lin. (Liliac.) Körner rundlich-keilförmig, fast so breit als lang, etwa $\frac{2}{3}$ so dick als breit; Schichtung und Kern selten deutlich; Excentricität bis $\frac{1}{6}$. — Länge bis 30, Breite bis 27 Mik. Kubikinhalte bis 5700 Mik. Nach Raspail erreicht die Grösse 50 Mik.

Taf. XXIV, Fig. 20a, c, e von der breiten, b von der schmalen Seite; d fast kugelig.

Frische Zwiebelschuppen von *Tulipa sylvestris* Lin. (Liliac.) Körner rundlich-dreieckig, oval-keilförmig und oval; von der schmalen Seite länglich-kegelförmig; meist $\frac{1}{2}$ — $\frac{2}{3}$ so breit als lang, bis auf $\frac{1}{4}$ der Breite und darüber zusammengedrückt; Kernende oft etwas vorgezogen, verdickt; Schichtung und Kern zart oder undeutlich; Excentricität bis $\frac{1}{10}$. — Länge bis 50 Mik. Kubikinhalte bis 7300 Mik. — Die kleinern Körner sind meist länglich und oval-stäbchenförmig.

Trockene Zwiebelschuppen von *Fritillaria Meleagris* Lin. (Liliac.) Körner oval-dreieckig oder rundlich-dreieckig, am Kernende zuweilen etwas vorgezogen; die breitem bis auf die Hälfte zusammengedrückt, nach dem hintern Rande gleichdick oder etwas dicker; Schichtung zart; statt des Kerns zuweilen eine kleine Höhlung und selten einzelne kurze, sehr zarte Risse; Excentricität bis $\frac{1}{6}$. — Länge bis 21 Mik. Kubikinhalte bis 2300 Mik.

Zwiebel von *Lilium candidum* Lin. — bulbes de Lis). — Nach Payen (Ann. sc. nat. 1838, II, Pag. 17; Pl. 4 Fig. 5) sind die Körner oval oder oval-dreieckig, bis etwa doppelt so lang als breit; Schichtung zart, Kern am schmälern Ende, bis $\frac{1}{10}$ excentrisch, zuweilen doppelt; Grösse bis 115 Mik. — Im ganz ausgebildeten Zustande haben die Körner eine unregelmässige, oft höckerige Gestalt und strahlenförmige, vom Schichtencentrum ausgehende Risse.

Zwiebel von *Lilium bulbiferum* Lin. Nach Schleiden (Grundzüge, 3. Aufl. I, 183, Fig. 7) sind die Körner muschelförmig, breit (breiter als lang), von der schmalen Seite oval; Schichten und Kern deutlich; Excentricität $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{6}$.

Trockene Zwiebelschuppen von *Muscari botryoides* Mill. (Liliac.) Körner rundlich, meist mit dreieckigem, seltener rautenförmigem oder unregelmässigem Umriss; $\frac{3}{4}$ — $1\frac{1}{3}$ so breit als lang; zusammengedrückt, von der schmalen Seite kegelförmig, nach dem hintern Ende verdünnt, zuweilen gleichdick; Schichtung oft deutlich aber zart; statt des Kerns manchmal eine kleine Höhlung, bis $\frac{1}{6}$ excentrisch; von der schmalen Seite meist eine Längsspalte. — Länge bis 30 Mik. Kubikinhalte bis 5900 Mik.

Frische Zwiebelschuppen von *Hyacinthus orientalis* Lin. (Liliac.) Körner oval, keilförmig, dreieckig, mehr oder weniger unregelmässig, oft mit vorspringenden Ecken; das hintere Ende meist gleichbreit oder breiter als das vordere, kantenförmig-verdünnt; Schichten mehr oder weniger deutlich; Kern am dickern Ende, bis $\frac{1}{6}$ excentrisch. — Länge bis 45 Mik. — Unter halbzusammengesetzten (vd. Typ. 11) und zusammengesetzten, 1—2 reihigen Körnern (vd. Typ. 13). — Payen (Ann. sc. nat. 1838, II, Pag. 22; Pl. 6, Fig. 13, 14) fand fast ausschliesslich einfache Körner.

Taf. XIX, Fig. 1 A und B das gleiche Korn von zwei Seiten gesehen; 12; 31.

Trockene Zwiebelschuppen von *Scilla autumnalis* Lin. (Liliac.) Körner rundlich, oval und oval-dreieckig; oft statt des Kerns eine kleine Höhlung mit einzelnen kurzen Rissen, am dickern Ende, bis $\frac{1}{4}$ excentrisch. — Länge bis 24 Mik. Kubikinhalte bis 3200 Mik. — Uebergänge zum kegelförmigen Typus (7).

Frische Knollen von *Dioscorea Batatas* Desne. (Dioscor.) Körner oval, rundlich-biruförmig, meist rundlicheckig, mit 3, 4 und 5 Ecken, häufig etwas unregelmässig; $\frac{1}{2}$ — $1\frac{1}{2}$ so breit als lang, bis auf $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{2}$ der Breite zusammengedrückt; von der schmalen Seite kegelförmig, nach dem hintern Ende verdünnt; Schichtung zart oder undeutlich; Kern oft unsichtbar, der dickern Ecke genähert, bis $\frac{1}{6}$ und $\frac{1}{8}$ excentrisch.

In grössern Knollen (20 Centim. lang und wohl 2 dick) sind die Stärkekörner grösser, verhältnissmässig etwas mehr zusammengedrückt und etwas deutlicher geschichtet. Länge bis 75, Breite bis 45, Dicke bis 25 Mik. (Grösse im Durchschnitt bis 55 Mik. Kubikinhalte bis 46860 Mik.

In kleinen Knollen (14 Millim. lang und ebenso dick) sind die Stärkekörner kleiner, verhältnissmässig dicker und etwas undeutlicher geschichtet. Grösse bis 36 Mik. Kubikinhalte bis 7100 Mik. — In dem schmalen ($2\frac{1}{2}$ —4 Millim. dicken) Theil der Wurzel, welcher diese kleinen Knollen trägt, sind die Körner fast ungeschichtet, mehr rundlich und 18—24 Mik. gross.

Wurzelstock von *Dioscorea sativa* Lin. (Yamswurzel). Nach Leon Soubeiran (Journ. Pharm. XXV [1854] 181) sind die kleinsten Körner gewöhnlich kugelig oder oval, die grössern birnförmig oder verlängert, die grössten undeutlich-dreieckig; ohne Schichtung und Kern. Länge 40—50, Durchmesser 10—20 Mik. — Nach Raspail erreicht die Grösse 60 Mik. — Die Stärke möchte wohl diesem Typus angehören.

Im Wurzelstock von *Dioscorea alata* Lin. (Yamswurzel) sind nach Payen (Verhandl. der Paris. Acad. 1847, 26. Juli) die Stärkekörner unregelmässig, kugelig, ungeschichtet, und hängen zu 2—12 an einander.

Frische Zwiebelschuppen von *Galanthus nivalis* Lin. (Amaryllid.) Körner fast kreisrund und rundlich-dreieckig bis oval, oft breiter als lang; Kerneude verdickt und meist verschmälert, der hintere Rand breit und verdünnt; Schichten ziemlich deutlich, die innern vollständig, die äussern einseitig; Kern $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{4}$ excentrisch; zuweilen einzelne kurze radiale Risse. — Länge bis 28 Mik. Kubikinhalte bis 4800 Mik. — Dabei einzelne halbzusammengesetzte Körner; an der Stelle des Kerns liegen mehrere kleine Theilkörner neben einander, wodurch das vordere Ende in die Breite gezogen wird. — Dabei ferner zusammengesetzte, wenigzählige, ungleichtheilige Körner, vd. Typ. 15, und zusammengesetzte, 2—5 zählige, meist einreihige und gleichtheilige Körner.

Frische Zwiebelschuppen von *Leucojum vernum* Lin. (Amaryllid.) Körner rundlich, rundlich-dreieckig, oval, oft unregelmässig; gewöhnlich breiter als lang (bis doppelt so breit, seltener etwas länger als breit); stark zusammengedrückt; Kern ziemlich in der Mitte des einen Randes, welcher daselbst häufig nabelartig vorspringt und überdem verdickt ist, der hintere Rand kantenförmig verdünnt; Schichten zart, oft undeutlich; Excentricität $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$. — Länge bis 25 und 30, Breite bis 40 und 50 Mik. Kubikinhalte bis 7700 Mik.

Taf. XXV, Fig. 3 a, d von der breiten Seite; b schief im Querschnitt gesehen; e und f das gleiche Korn in der breiten und schmalen Längsansicht; c ein Drillingskorn von abnormalem Bau.

Knollen von *Phajus grandifolius* Lour. (Bletia Tankervilleae R. Br. — Orchid.) Nach Leon Soubeiran (Journ. Pharm. XXV [1854] 181) sind die Körner im Allgemeinen oval oder dreieckig, einige sehr verlängert, andere mit höckerartigen Vorsprüngen am Umfang; mit deutlicher Schichtung; ohne Kern; bis 40 und 50 Mik. breit, 100 und 200 Mik. lang. Nach dem Randschatten zu urtheilen, müssen die Körner stark-zusammengedrückt sein. — Nach Schleiden (Grundzüge, 3. Aufl. I, Pag. 183, Fig. 8) sind die Körner eisförmig oder abgerundet-kegelförmig, fast doppelt so lang als breit; mit deutlicher Schichtung und häufig mit einem seitlichen äussern Schichtensystem; Kern am schmälern Ende, $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{10}$ excentrisch.

Trockener Wurzelstock von *Zingiber officinale* Rosc. (Zingiberac.) Körner rundlich-keilförmig, oval, 4- und 5eckig, häufig etwas unregelmässig; $\frac{1}{2}$ (meist $\frac{3}{8}$ — $\frac{3}{4}$) bis wohl ebenso breit als lang; die schmälern auf $\frac{1}{2}$ oder $\frac{1}{3}$, die breiteren auf $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{5}$ zusammengedrückt ($\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{6}$ so dick als lang); Kernende dreieckig-verschmälert oder verschmälert-vorgezogen, zuweilen seitlich-gerückt; Schichten unsichtbar; Kern ebenfalls oft undeutlich, statt desselben zuweilen eine kleine Höhlung mit 1 oder 2 sehr kurzen Rissen, $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{14}$ excentrisch. — Länge bis 45, Breite bis 30 und 40, Dicke 7—9 Mik. Kubikinhalte bis 8100 Mik.

Taf. XXV, Fig. 2 a, b von der breiten, c und d ein Korn von der breiten und der schmalen Seite.

Trockene Knollen von *Curcuma Zedoaria* Salisb. (Zingiberac.) Körner oval, länglich, oft mehr oder weniger dreieckig, zuweilen etwas unregelmässig; $\frac{2}{5}$ bis $\frac{3}{8}$ so breit als lang, bis über $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{3}$ der Breite zusammengedrückt ($\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{6}$ so dick als lang); von der schmalen Seite in der ganzen Länge gleichdick mit abgerundeten Enden; das vordere Ende in der breiten Ansicht dreieckig-verschmälert oder verschmälert-vorgezogen, zuweilen seitlich gerückt, nicht selten mit einem spitzen, über den Rand vortretenden Wärzchen; Schichten zahlreich, zart, unvollständig; statt des Kerns selten eine kleine Höhlung, bis $\frac{1}{23}$ und $\frac{1}{33}$ excentrisch. — Länge bis 70, Dicke bis 12 Mik. Kubikinhalte bis 16800 Mik. — Ueber die Erscheinungen beim Aufquellen vgl. Pag. 77, 78, 85, beim Rösten Pag. 79, 100.

Wurzelstock von *Curcuma leucorrhiza* Roxb. (Tikhur-Mehl, ostindisches Arrowroot zum Theil, Travancora-Stärke, — Zingiberac.) Nach Walpers (Bot. Zeit. 1851, Pag. 337), Schleiden (Grundzüge, 3. Aufl. I, Pag. 185, Fig. 11), Berg (Pharmacognosie, Pag. 481), Leon Soubeiran (Journ. Pharm. XXV [1854] 178) sind die Körner oval, elliptisch, länglich-oval, oft fast spatelförmig oder verlängert-dreieckig; nach dem Grunde rasch verschmälert, kurz-gespitzt oder in eine oft ziemlich verlängerte stumpfe Spitze ausgezogen; stark zusammengedrückt (bis auf $\frac{1}{4}$ der Breite); ohne oder mit zahlreichen zarten Schichten; zuweilen ein kleiner Querriss im Schichtencentrum, bis etwa $\frac{1}{17}$ excentrisch. — Die Körner erreichen die Grösse der Kartoffelstärke und übertreffen sie selbst zuweilen; nach Leon Soubeiran variiren sie von 20 Mik. Breite bis zu 60 und 70 Mik. Länge und beträgt die Dicke 10 Mik.

C. longa Lin. hat nach Münter (Bot. Zeit. 1845, Pag. 203) die gleichen Stärkekörner wie Vorhergehende.

Wurzelstock von *Curcuma angustifolia* Roxb. (Zingiberac.) Nach Leon Soubeiran (Journ. Pharm. XXV [1854] 178) sind die Körner dreieckig mit ziemlich stumpfen Ecken, nicht abgeplattet; Schichtung und Kern meist sichtbar aber wenig deutlich; sehr ungleich an Grösse, von 5 bis 30 Mik., die kleinern in grosser Menge vorhanden; viele gespalten und zerrissen. — Soubeiran folgert aus diesem Verhalten, dass die Travancora-Stärke nicht von *C. angustifolia* gewonnen werde.

Wurzelstock von *Hedychium flavescens* Carey (Zingiberac.) Nach Fritzsche (Poggendorff's Annal. XXXII [1834] Pag. 142; Taf. II, 40—49) sind die Körner oval bis länglich-lanzettlich, am vordern Ende verschmälert oder in eine Spitze vorgezogen; $1\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{2}$ so lang als breit, sehr stark zusammengedrückt; Schichten zahlreich, zart; Kern unsichtbar. — Dabei halbzusammengesetzte Körner mit 2—4 Theilkörnern, welche am vordern Ende befindlich und daselbst vollständig durch Spalten getrennt, auf der hintern Seite aber von den gemeinsamen Schichten des Koras bedeckt sind.

Trockene Stolonen von *Maranta arundinacea* Lin. (Jamaica-, westindisches Arrowroot, ostindisches A. zum Theil, Maranta-Stärke, — Cannac.) Körner rundlich bis oval, seltener länglich; meist mehr oder weniger unregelmässig, oft dreieckig; $\frac{2}{3}$ bis doppelt so breit als lang; die länglichen und ovalen Körner im Querschnitt ziemlich kreisrund; manche bis auf $\frac{1}{2}$ der Breite zusammengedrückt; das Kernende dicker; das hintere Ende in der breiten Ansicht entweder schmaler als das vordere oder breiter (bis 2mal so breit als die Länge des ganzen Kornes), in der schmalen Längsansicht immer verdünnt; Schichten zart; statt des Kerns eine kleine Höhlung, oft mit einer ziemlich schwachen und kurzen Querspalte, oder mit 3 und 4 kurzen strahlenförmigen Rissen, seltener mit einer Längsspalte; Excentricität $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{6}$. — Länge bis 40 und 50, Breite bis 40 Mik. Kubikinhalte bis 32700 Mik. Nach Leon Soubeiran erreicht die Grösse 60 und 70 Mik. — Selten sitzt einem Korn ein kleineres Theilkorn auf, das als Ecke abgeschnitten wurde.

Hierher gehört ein Stärkemehl, das aus England stammt und mir als eine Varietät von Kartoffelstärke mitgetheilt worden war, das aber eine Sorte von Jamaica-Arrowroot ist: Körner oval, länglich-kegelförmig, drei- und viereckig, meist mehr oder weniger unregelmässig; $\frac{2}{3}$ bis 2mal so lang als breit; Kernende verdickt; hinteres Ende verbreitert, zusammengedrückt und kantenförmig, meist schief; Schichten ziemlich deutlich, zart, die äussern oft ein eigenes seitliches System bildend; meist solid, selten an der Stelle des Kerns eine sehr kurze Längs- oder Querspalte, oder sehr kurze radiale Risse, die ein Dreieck oder ein schiefes, seltener ein grades Kreuz bilden; Excentricität bis $\frac{1}{6}$. — Länge bis 50 Mik. — Diese Stärke wurde oben mehrmals als Kartoffelstärke oder als eine Sorte derselben aufgeführt; über Aufquellen und Auflösung der gerösteten Körner vgl. Pag. 72, 95—100, 102; Auflösung durch feuchte Wärme vgl. Pag. 107, durch den Speichel vgl. Pag. 116.

Die Marantastärke unterscheidet sich von dem Kartoffelmehl, durch welches sie oft verfälscht ist, sogleich durch die Kleinern, mehr eckigen, namentlich schief-dreieckigen Körner (die kaum $\frac{2}{3}$ so gross sind als die Kartoffelstärkekörner); durch die mehr keilförmige, zusammengedrückte Gestalt mit verdicktem Kernende und kantenförmig-verdünntem hinterem Rande (während bei der Kartoffelstärke der Kern gewöhnlich am dünnern Ende sich befindet); durch die zarteren und weniger deutlichen, schmälern Schichten; durch die kurzen Spalten oder strahlenförmigen Risse, die sich beim Austrocknen bilden (und von denen die Kartoffelstärke in der Regel keine Andeutung zeigt).

Wurzelstock von *Canna*. Die Stärkekörner zeichnen sich durch die grosse Excentricität des Kerns, durch die einseitigen und unvollständigen, gewöhnlich sehr deutlichen und breiten Schichten, und durch die meist mehr oder weniger muschelförmige Gestalt aus, welche verbreitert, zusammengedrückt und am vordern Ende in der Regel etwas vorgezogen ist. — Uebrigens herrscht eine grosse Vielförmigkeit unter den Körnern, sowohl an verschiedenen Stellen des gleichen Wurzelstockes, als auch selbst in dem nämlichen Gewebe. Im Folgenden theile ich die Resultate der Untersuchungen an einer Reihe von Arten mit, ohne die Frage zu entscheiden, ob die gefundenen Verschiedenheiten spezifische oder bloss individuelle Geltung haben. — Ueber die Erscheinungen beim Aufquellen vgl. Pag. 48, 76, 84, 85, beim Rösten Pag. 103; Auflösung in der lebenden Pflanze vgl. Pag. 111.

C. pedunculata Sims. (frisch). Körner oval bis queroval, meist nach dem vordern Ende verschmälert (rundlich-keilförmig) oder daselbst wenig vorgezogen; zuweilen mit lappenartigen Vorsprüngen; $\frac{1}{2}$ bis doppelt so breit als lang, die breiten bis auf $\frac{1}{2}$ zusammengedrückt; Schichtung undeutlich; Kern ebenfalls häufig undeutlich, entweder in dem vorgezogenen stumpfen Ende oder in einem kleinen, vorspringenden Wärtchen; in trockenen Körnern weder Risse noch Höhlung. — Länge bis 60 Mik. — Mit zusammengesetzten, einreihigen Körnern, vd. Typ. 13.

C. picta Hort. (frisch). Körner oval bis quer-oval, dreieckig, am vordern Ende in der Regel etwas vorgezogen; bis auf $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{3}$ zusammengedrückt; mit zahlreichen deutlichen Schichten. — Länge bis 112 Mik. — In vielen Körnern ein inneres Schichtensystem, dessen Verdickungsradius von demjenigen der äussern Schichten meist um 90 Grad oder etwas weniger, zuweilen um 180 Grad abweicht. Manche Körner halbzusammengesetzt mit 2—3 kleinen, am vordern Ende neben einander liegenden Theilkörnern.

C. Linkii Bouché (frisch). Körner rundlich oder quer-oval, 1- bis fast 2mal so breit als lang; bis auf $\frac{1}{3}$, seltener $\frac{1}{4}$ der Breite zusammengedrückt; Schichten zahlreich, deutlich, die äussern unvollständig; Kern in dem wenig vorgezogenen stumpfen vordern Ende, bis $\frac{1}{6}$ und $\frac{1}{10}$ excentrisch. — Länge bis 70, Dicke 15—25 Mik. — Dabei wenige

halbzusammengesetzte Körner mit 2—3 an dem vordern Ende neben einander liegenden Kernen; und spärliche zusammengesetzte wenigzählige Körner.

C. vittata Hort. (frisch). Körner ähnlich wie bei *C. Linkii*; rundlich oder quer-oval, $1-1\frac{1}{2}$ so breit als lang; der hintere Rand meistens gerundet; der vordere Rand ziemlich gerade, beiderseits mit zwei stumpfen und oft etwas vorspringenden Ecken, in der Mitte in eine Warze vorgezogen, in welcher sich der Kern befindet. — Länge bis 75 Mik.

C. Altensteinii Bouché (frisch). Körner ähnlich wie bei *C. Linkii*; $\frac{2}{3}-1\frac{1}{2}$ so breit als lang; Schichten beinahe immer undeutlich; nach dem Austrocknen oft eine kurze, etwas gebogene Querspalte im Schichtencentrum. — Länge bis 70 Mik.

C. variegata Hort. (frisch). Körner wie bei *C. Linkii*; am vordern Ende meistens wenig vorgezogen; $\frac{2}{3}-1\frac{1}{2}$ so breit als lang; Schichten zahlreich, ziemlich deutlich. — Länge bis 70 Mik.

C. floribunda Hort. (frisch). Körner ähnlich wie bei Vorhergehender; meist rundlich; bis 95 Mik. lang.

C. albiflora Hort. (frisch). Körner ähnlich wie bei *C. variegata*; meist mehr oder weniger rundlich, nach dem vordern stumpfen Ende wenig verschmälert und etwas vorgezogen; $\frac{2}{3}-1\frac{1}{2}$ so breit als lang; bis auf $\frac{1}{2}$ der Breite zusammengedrückt.

C. ramosa Hort. (frisch). Körner wie bei Vorhergehender; oft etwas unregelmässig, $\frac{2}{3}-1\frac{1}{2}$ so breit als lang; Excentricität bis $\frac{1}{22}$. — Länge bis 105 Mik. — Manche Körner mit einem innern Complex von Schichten, dessen Verdickungsrichtung von derjenigen der äussern um 90 Grade abweicht; — einige halbzusammengesetzte mit 2—3 kleinen, am vordern Ende neben einander liegenden Theilkörnern; — und einzelne zusammengesetzte Körner.

C. elegans Hort. (frisch). Körner dreieckig mit stumpfen oder gerundeten Ecken, seltener muschelförmig mit vorgezogenem vordern Ende; $\frac{3}{4}-1\frac{1}{2}$ so breit als lang, bis auf $\frac{1}{2}$ der Breite zusammengedrückt; Schichten wenig zahlreich; Kern bis $\frac{1}{6}$ und $\frac{1}{10}$ excentrisch. — Länge bis 40 Mik. — Dabei halbzusammengesetzte Körner mit 2—4 am vordern Ende neben einander liegenden Theilkörnern, — und zusammengesetzte, 2—5zählige, ziemlich gleichtheilige Körner.

C. spectabilis Hort. (frisch). Körner rundlich oder rundlich-oval, zuweilen rundlich-keilförmig; am vordern Ende meist mehr oder weniger vorgezogen; $\frac{2}{5}$ bis wohl ebenso breit als lang; bis auf $\frac{1}{3}$, selten $\frac{1}{4}$ zusammengedrückt; Schichten zahlreich, deutlich, unvollständig; Kern in dem vorgezogenen stumpfen Ende, bis $\frac{1}{6}$ und $\frac{1}{12}$ excentrisch; in den trockenen Körnern keine Risse. — Länge bis 120, Dicke etwa 20—30 Mik. — Dabei einzelne Körner mit Auswüchsen auf der Fläche; andere mit 2 Schichtencomplexen, deren Verdickungsradius von 0 bis 180 Grade wechselt; halbzusammengesetzte mit 2—3 am vordern Ende neben einander liegenden Kernen; und zusammengesetzte Körner.

C. limbata Rosc. (frisch). Körner rundlich, oval, länglich, kegelförmig; oft unregelmässig und stumpfeckig; $\frac{1}{2}$ bis ebenso breit als lang; die breiteren kaum auf die Hälfte zusammengedrückt; Schichtung und Kern oft undeutlich. — Länge bis 95 Mik. — Dabei Körner mit einem innern Schichtensystem; ferner halbzusammengesetzte mit 2 und mehreren neben und hinter einander liegenden Kernen; endlich zusammengesetzte Körner.

C. lanuginosa Bosc. (frisch) Körner oval, seltener elliptisch oder 3-, 4- und 5eckig mit stumpfen Ecken; $\frac{1}{2}$ bis fast so breit als lang, etwas zusammengedrückt; Schichten zahlreich unvollständig; Kern in dem verschmälerten, oft warzenförmig vortretenden Ende, bis $\frac{1}{20}$ und $\frac{1}{40}$ excentrisch. — Länge bis 100 Mik. — Dabei zusammengesetzte und halbzusammengesetzte Körner; Letztere mit 2—3 kleinen Theilkörnern an dem vordern Ende, selten in der Mitte (im letztern Falle sind die Körner schmal, bis 4mal so lang und fast ebenso dick als breit).

Taf. XVII, Fig. 1, 4, 6, 9, 11, 23 einfach, A und B von der breiten und schmalen Seite; Fig. 16 mit centralem Kern und zwei diametral gegenüberstehenden Verdickungsrichtungen; Fig. 2, 3, 5, 7, 8, 10, 12 halbzusammengesetzt, die Theilkörner am vordern Ende neben einander liegend; Fig. 15 A und B ein halbzusammengesetztes Korn mit mehreren Theilkörnern in der Mitte, von der breiten und schmalen Seite geseheu (Körner wie Fig. 15 und 16 wurden nur 3 beobachtet); Fig. 17, 18, 21, 22 zusammengesetzt; Fig. 13, 14 in Auflösung begriffen, A und B von beiden Seiten. — Taf. XXV, Fig. 4a von der breiten Seite, ausnahmsweise mit schiefem Kernende; b abnormales Doppelkorn.

C. coccinea Ait. (frisch). Körper ähnlich wie bei Vorhergehender; $\frac{1}{2}$ bis wohl so breit als lang; die breiteren

auf $\frac{1}{2}$ zusammengedrückt, die schmälern stielrund; nach dem Austrocknen keine Risse. — Länge bis 70 Mik. — Dabei einzelne halbzusammengesetzte Körner mit 2—3 neben einander liegenden Kernen; — und zusammengesetzte, einreihige Körner, vd. Typ. 13.

Das »afrikanische Arrowroot« von *C. coccinea* besteht nach Berg (Pharmacognosie Pag. 483) aus scheibenförmigen, eiförmigen oder länglichen, mit deutlichen Schichten und endständigem oder fast endständigem Kern versehenen, häufig zu 2 verwachsenen Körnern, die oft die doppelte Länge der Kartoffelstärkekörner erreichen.

C. lagunensis Lindl. (frisch). Körner oval, rundlich, länglich; meist mehr oder weniger birnförmig oder fast geigelförmig; dabei häufig unregelmässig, und oft etwas gebogen oder schief; meist etwa $\frac{1}{2}$ so breit als lang; die schmälern stielrund, die breitem bis auf $\frac{1}{2}$ der Breite und darüber zusammengedrückt; Schichten sehr zahlreich, unvollständig; Kern oft undeutlich, an dem schmalen, nicht selten warzenförmig vorspringenden Ende, bis $\frac{1}{40}$ und $\frac{1}{70}$ excentrisch. — Länge bis 172, Breite bis 90 Mik. Kubikinhalte bis 306000 Mik. — In vielen Körnern ein inneres lanzettliches oder linealspindelförmiges, leiterartiges Schichtensystem, welches in der Regel vom Kern gegen das hintere Ende bis über $\frac{1}{2}$ und $\frac{2}{3}$ der Länge sich erstreckt und in den symmetrischen Körnern eine mittlere, in den schiefen und gebogenen eine seitliche Lage zeigt. — Dabei halbzusammengesetzte Körner mit 2 oder mehreren, hinter einander liegenden, kleinen Theilkörnern; — ferner zusammengesetzte einreihige Körner, vd. Typ. 13, und solche wo einem grossen 1 oder 2 kleine Theilkörner aufsitzen.

C. indica var. *aureo-vittata* Hort. (frisch). Körner oval oder länglich, selten dreieckig oder spindelförmig; $\frac{1}{3}$ — $\frac{2}{3}$ so breit als lang; die breitesten auf die Hälfte, die schmälern nicht zusammengedrückt; Schichten deutlich, fast alle unvollständig; — Kernende bald verschmälert, bald breit und abgerundet; Kern bis $\frac{1}{12}$, selten $\frac{1}{20}$ excentrisch; zuweilen einige kurze, vom Schichtencentrum ausstrahlende Risse. — Länge bis 130 Mik. — Dabei sehr selten halbzusammengesetzte und zusammengesetzte Körner, beide 2—3zählig.

C. cubensis Hort. (frisch). Körner ähnlich wie bei Vorhergehender; zuweilen das vordere Ende vorgezogen und stumpf. — Länge bis 80 Mik. — Einzelne Körner mit einem besondern innern Schichtensystem.

C. heliconiaefolia Hort. berol. Körner ausgezeichnet durch ihre unregelmässige Gestalt, stark zusammengedrückt, mit undeutlichen Schichten. — Länge bis 65 Mik. — Dabei viele halbzusammengesetzte Körner mit einer Reihe von Theilkörnern längs des einen Randes.

C. edulis Ker. Nach Fritzsche (Poggendorff's Annal. XXXII [1834] 141; Taf. II, 37—39) sind die Körner sehr flachgedrückt, fast so breit als lang, mit deutlicher Schichtung; einige halbzusammengesetzt mit 2 und mehr eingeschlossenen Theilkörnern. — Nach Leon Soubeiran (Journ. Pharm. XXV [1854] 179) sind die einen Körner sehr klein, kugelig oder oval; andere birnförmig, andere kreisrund oder undeutlich-dreieckig; die grössern stark zusammengedrückt; Schichtung und Kern deutlich; Grösse 40 bis 80 und 90 Mik. Nach der Zeichnung sind die Körner doppelt so lang als breit und haben häufig am Rande höckerartige Vorsprünge und Vertiefungen; der Kern ist sehr excentrisch und befindet sich am schmälern Ende.

C. glauca Lin., welche nach O'Shaughnessy ausser den Curcuma-Arten ebenfalls Tikbur-Mehl liefern soll, hat nach Berg (Pharmacognosie Pag. 481) sehr unregelmässige, im Allgemeinen scheibenförmige, aber auf beiden Flächen ungleichförmig-gewölbte und gehogene, eiförmige, viereckige, keilförmige, sichelförmige oder nierenförmige Körner, von der Grösse der Kartoffelstärke. Der Kern liegt an der Spitze, bei den nierenförmigen in der Ausrandung, bei den viereckigen oft in der Mitte und ist von zahlreichen concentrischen Schichten umgeben.

C. gigantea Desf. hat nach Payen (Ann. sc. nat. 1838, II, Pag. 16) birnförmige, flaschen- und retortenförmige Körner, welche eine Länge von 175 Mik. erreichen und auf $\frac{1}{4}$ und $\frac{2}{3}$ der Breite zusammengedrückt sind; Kern am schmälern Ende; Schichtung zart.

C. discolor Lindl. Nach Payen (Ann. sc. nat. 1838, II, Pag. 16) sind die Körner rundlich-schildförmig, kürzer oder länger, bis länglich-kegelförmig; Kern an dem verschmälerten, oft etwas vorgezogenen Ende, zuweilen zwischen zwei leichten oder stärker ausgebildeten Hervorragungen; Schichten zahlreich; Länge bis 150 Mik.

• Trockener Wurzelstock und Wurzeln von *Hydrophyllum virginicum* Lin. (Hydrophyll.) Körner rundlich-

oval bis länglich-oval, oft mehr oder weniger dreieckig; $\frac{1}{2}$ bis ebenso breit als lang, $\frac{2}{3}$ bis $\frac{3}{4}$ so dick als lang; das Kernende verschmälert und verdickt; das hintere verbreitert, meist gerade abgeschliffen und kantenförmig-verdünnt; Schichten nicht oder wenig deutlich; statt des Kerns meist eine kleine Höhlung, bis $\frac{1}{6}$ excentrisch. — Länge bis 28, Breite bis 20 Mik. Kubikinhalte bis 2800 Mik. — Dabei zusammengesetzte, 2—5 zählige, gleich- oder ungleichtheilige Körner.

FrISCHE Schuppen des Wurzelstockes von *Scheeria mexicana* Seem. (Gessnerac.) Körner oval, breit-kegelförmig, rundlich-dreieckig, selten länglich; $\frac{1}{2}$ bis ebenso breit als lang, die breiteren auf die Hälfte zusammengedrückt; von der schmalen Seite kegelförmig; Schichtung meist deutlich; Kernende verschmälert und verdickt, hinteres Ende kantenförmig-verbreitert; Kern bis $\frac{1}{6}$ excentrisch. — Länge bis 40, Breite bis 33 Mik. Kubikinhalte bis 9810 Mik.

FrISCHE Schuppen des Wurzelstockes von *Sciadocalyx Warszewiczii* Regel (Gessnerac.) Körner rundlich, rundlich-dreieckig, oder oval; $\frac{2}{3}$ — $1\frac{1}{4}$ so breit als lang, die breiteren auf $\frac{1}{3}$ zusammengedrückt; von der schmalen Seite länglich, mit gleichen Enden; Schichten deutlich. — Länge bis 50, Breite bis 38 Mik. Kubikinhalte bis 10280 Mik. — Dabei einzelne halbzusammengesetzte Körner mit mehreren Kernen, und selten Doppelkörner.

FrISCHE Schuppen des Wurzelstockes von *Locheria hirsuta* Regel (Gessnerac.) Körner oval, länglich-dreieckig, kegelförmig; $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ so breit als lang, die breiteren zusammengedrückt, die schmälern stielrund; von der schmalen Seite sind die beiden Enden gleichdick oder das hintere ist verdünnt; Schichtung zart. — Länge bis 50 Mik. — Uebergänge zum stabförmigen Typus (9).

FrISCHE Schuppen des Wurzelstockes von *Isoloma vestitum* Benth. (Gessnerac.) Körner oval, breit-kegelförmig, rundlich-3- und 4eckig, oft etwas unregelmässig; $\frac{2}{3}$ — $1\frac{1}{2}$ so breit als lang, die breiteren auf $\frac{1}{3}$ und darüber zusammengedrückt; Schichtung meist undeutlich. — Grösse bis 28 Mik. — Dabei einzelne Doppelkörner.

FrISCHE Schuppen des Wurzelstockes von *Tudaea Regelii* Heer (Gessnerac.) Körner oval, meist rundlich-dreieckig und muschelförmig; $\frac{2}{3}$ — $1\frac{1}{2}$ so breit als lang, bis auf $\frac{1}{2}$ und darüber zusammengedrückt; das vordere und hintere Ende in der schmalen Längsansicht ziemlich gleichdick; Schichten meist deutlich; Kern bis $\frac{1}{7}$ excentrisch. — Dabei einzelne halb- und ganzzusammengesetzte, 2—3 zählige Körner mit gleich- oder ungleichgrossen Theilkörnern.

FrISCHE Schuppen des Wurzelstockes von *Tudaea picta* Desne. (Gessnerac.) Körner rundlich, oval, dreieckig, oft etwas unregelmässig und eckig; mit meist verbreitertem, zuweilen etwas schiefem hinterem Ende; $\frac{1}{2}$ bis ebenso breit als lang; die breiteren auf die Hälfte zusammengedrückt; in der schmalen Längsansicht kegelförmig, mit verdicktem vorderem Ende; Schichten zahlreich, zart, nur die innersten vollständig herumgehend; Kern bis $\frac{1}{4}$ und $\frac{1}{6}$ excentrisch; zuweilen einige kurze, vom Schichtencentrum ausstrahlende Risse. — Länge bis 50, Breite bis 35 Mik. Kubikinhalte bis 15600 Mik. — Dabei einzelne halbzusammengesetzte Körner mit 2 Kernen.

FrISCHE Schuppen des Wurzelstockes von *Trevirania longiflora* Regel (Gessnerac.) Körner oval, kegelförmig, rundlich, drei- und viereckig; $\frac{1}{2}$ bis ebenso breit als lang; die breiteren auf $\frac{1}{2}$, selten $\frac{1}{3}$, die schmälern nicht oder wenig zusammengedrückt; Schichtung undeutlich; Kern ebenfalls oft unsichtbar, am dickern Ende (bei den breiten zusammengedrückten Körnern sind die beiden Enden oft fast gleichdick). — Länge bis 48, Breite bis 35 Mik. — Uebergänge zum kegelförmigen Typus (7).

TrockENE Schuppen der Bulbillen von *Saxifraga granulata* Lin. (Saxifrag.) Körner rundlich und rundlich-dreieckig bis oval, mit verschmälertem vorderem und verbreitertem hinterem Ende; $\frac{2}{3}$ — $1\frac{1}{2}$ so breit als lang; die breiteren auf die Hälfte zusammengedrückt; von der schmalen Seite meist kegelförmig, mit verdicktem Kernende; nicht selten mehrere Schichten deutlich; statt des Kerns eine kleine Höhlung, von welcher in der breiten Ansicht einige zarte radiale Risse namentlich nach dem hintern Ende ausgehen; in der schmalen Ansicht eine Längsspalte. — Länge bis 28, Breite bis 25 Mik. Kubikinhalte bis 4270 Mik.

TrockENE Wurzeln von *Ranunculus aconitifolius* Lin. (Ranunculac.) Körner rundlich, rundlich-dreieckig,

meistens rundlich-nierenförmig oder nierenförmig; gewöhnlich breiter (bis doppelt so breit) als lang; bis auf die Hälfte des kurzen Flächendurchmessers zusammengedrückt; die eine Seite (an den nierenförmigen Körnern die concave) verdickt, die gegenüberliegende schneidenartig-verdünnt; Kern dem verdickten Rande genähert, statt seiner meist eine kleine Höhlung, in der breiten Ansicht mit einzelnen radialen Rissen oder häufiger mit einer (dem vordern Rande parallelen) Querspalte; von der schmalen Seite oft eine deutliche Längsspalte; Excentricität bis $\frac{1}{4}$ und $\frac{1}{2}$. — Länge bis 42 Mik. Kubikinhalte bis 9770 Mik. — In einzelnen Wurzeln wurde keine, in anderen reichliche Stärke gefunden.

Frische und trockene, verdickte Wurzeln von *Ficaria ranunculoides* Moench (*Ranunculus Ficaria* Lio. — *Ranunculac.*) Körner rundlich, rundlich-dreieckig und breit-keilförmig, zuweilen etwas unregelmässig; am vordern Ende meistens verschmälert, nach dem hintern Rande verbreitert; fast so breit als lang, $\frac{1}{2}$ bis $\frac{2}{3}$ so dick als breit; von der schmalen Seite entweder überall gleichdick oder nach dem hintern Ende verdünnt; Schichten zart oder unsichtbar; Kern bis $\frac{1}{4}$ und $\frac{1}{6}$ excentrisch, in den frischen Körnern wenig deutlich, in den trockenen meist durch eine kleine Höhlung angedeutet. — Länge bis 33, Breite bis 30 Mik. Kubikinhalte bis 9600 Mik. — Mit halbzusammengesetzten Körnern, vd. Typ. 11, nebst wenigen Zwillingen und Drillingen.

Taf. XXIV, Fig. 21 a von der breiten, b von der schmalen Seite.

Exemplare von einer Varietät aus Algier zeigten etwas andere Stärkekörner, vd. Typ. 10.

Frische Schuppen der Brutzwiebeln auf dem Wurzelstock von *Oxalis pentaphylla* Sims (*Oxalid.*) Körner rundlich-dreieckig, muschelförmig, 4-, 5- und 6eckig, selten oval; $\frac{2}{3}$ bis fast so breit als lang, etwa $\frac{2}{3}$ so dick als breit; Schichten meist sichtbar aber sehr zart, nur die innersten vollständig; Kern oft undeutlich, bis $\frac{1}{6}$ und $\frac{1}{12}$ excentrisch. — Länge bis 60, Breite bis 58 Mik. Kubikinhalte bis 64500 Mik.

Taf. XXV, Fig. 1 a, c, g flachgedrückt, von der breiten Seite; b kugelig; d, e oval, stielrund; f, h wenig zusammengedrückt; i und k das nämliche Korn von der breiten und schmalen Seite.

Trockene Schuppen der Brutzwiebeln von *Oxalis lasiandra* Zucc. (*Oxalid.*) Körner rundlich oder rundlich-oval, oft mit 3-, 4- und 5eckigem Umriss, zuweilen etwas unregelmässig; $\frac{2}{3}$ — $1\frac{1}{2}$ so breit als lang; bis auf $\frac{1}{3}$ der Breite und mehr zusammengedrückt; Kernende von der breiten Seite häufig in eine stumpfe Ecke oder in einen warzenförmigen Auswuchs vorgezogen; der vordere Rand gerade oder gebogen, nicht selten durch vorspringende Ecken von den Seitenrändern geschieden; die beiden Enden in der schmalen Längsansicht gleichdick oder das vordere verdickt, das hintere verdünnt; Schichtung zart oder undeutlich; statt des Kerns oft eine kleine Höhlung mit 2 kurzen zarten Rissen, die meist eine gebogene Querspalte darstellen, bis $\frac{1}{8}$ excentrisch. — Grösse bis 28 Mik. Kubikinhalte bis 3880 Mik.

Knollen von *Oxalis crenata* Jacq. (*Oxalid.*) Nach Payen (*Ann. sc. nat.* 1838, II, Pag. 17; Pl. 6, Fig. 3) sind die Körner cylinderähnlich oder etwas kegelförmig, bis über doppelt so lang als breit, mit deutlicher Schichtung; Kern bis etwa $\frac{1}{8}$ excentrisch. Grösse bis 100 Mik. Dabei seltene halbzusammengesetzte Körner mit doppeltem Kern und einzelne Zwillinge. — Aus Beschreibung und Abbildung ist der Typus nicht sicher zu ermitteln; wahrscheinlich sind die Körner zusammengedrückt und gehören hieher (sonst würden sie zwischen dem verkehrt-kegelförmigen und stabförmigen Typus die Mitte halten).

Trockene Wurzel an der Frucht von *Rhizophora Mangle* Lin. (*Rhizophor.*) Körner oval, kegelförmig, dreieckig, viereckig, oder von unregelmässiger Form; $\frac{1}{2}$ bis ebenso breit als lang; die breiten auf die Hälfte und darüber zusammengedrückt; in der breiten Ansicht das vordere Ende zuweilen verschmälert, das hintere verbreitert; von der schmalen Seite oft kegelförmig, mit verdicktem vordern und verdünntem hintern Ende; keine Schichten; in der schmalen Ansicht manchmal eine Längsspalte; zuweilen statt des Kerns eine kleine Höhlung, bis $\frac{1}{4}$ excentrisch. — Länge bis 24 und 28, Breite bis 20 Mik. Kubikinhalte bis 2930 Mik. — Der Bau der meisten Körner ist unsicher; einige gehören wegen ihrer keilförmigen Gestalt bestimmt hieher, andere scheinen sich dem kegelförmigen Typus (7) zu nähern.

Trockenes Sameneiweiss von *Globba marantina* Lin. (*Zingiberac.*) Körner rundlich-oval bis länglich, häufig

nach dem einen Ende verschmälert und daselbst vorgezogen oder in eine kleine Papille endigend, nicht selten unsymmetrisch oder gebogen, überdem häufig unregelmässig und eckig (meist 3-, 4- und 5 eckig); $\frac{1}{2}$ – $1\frac{1}{2}$ so breit als lang; die breiteren bis auf $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{3}$ der Breite zusammengedrückt (bis 4- und 5 mal so lang als dick); in der schmalen Ansicht länglich-kegelförmig, nach der nämlichen Seite verdünnt, welche von der breiten Seite verschmälert ist; ohne Schichtung, Kern und Risse. — Länge bis 30, Breite bis 25, Dicke bis 7 und 8 Mik. Kubikinhalte bis 3270 Mik. — Der Bau dieser Körner bleibt zweifelhaft. Rösten bis zum Gelbwerden, Erhitzen mit Wasser bis zum Kochen und die Einwirkung von Schwefelsäure liessen den Kern nicht deutlich werden. Einige Male, indess glaubte ich in der Nähe des schmalen Endes eine kleine Höhlung zu sehen. Wenn, wie ich vermüthe, die Körner hierher gehören, so muss der Kern sehr excentrisch liegen.

Trockenes Sameneiweiss von *Canna gigantea* Desf. und *C. indica* Lin. (Cannac.) Körner splitterartig, rundlich-oval bis länglich, meist mehr oder weniger unregelmässig, oft am Rande gekerbt; $\frac{1}{2}$ bis fast so breit als lang, sehr stark-zusammengedrückt; homogen (ohne Schichten, Höhlung und Risse), zuweilen mit einem das Licht etwas anders brechenden Streifen in der Mittellinie. — Länge bis 18 und 21, Dicke $1\frac{1}{2}$ – 2 Mik. Kubikinhalte bis 300 Mik. — Die frischen Körner von *C. indica* sind wie die eben beschriebenen, am Rande etwas wellig, ganz homogen; Länge bis 21, Dicke 3–4 Mik. Kubikinhalte bis 580 Mik. — An frischen und getrockneten Stärkekörnern ist nichts vom Schichtencentrum zu sehen. Nach schwachem Rösten bemerkt man zuweilen eine kleine rundliche Höhlung oder ein kleines Gasbläschen, sehr nahe dem einen Ende. Wahrscheinlich ist diess die Stelle des Kerns, dessen Excentricität demnach $\frac{1}{6}$ und darüber betragen würde. Indess ist diese Deutung doch nicht ganz sicher, da bei etwas stärkerem Rösten zuweilen 2, 3 und 4 solcher Hohlräume auftreten.

Taf. XXIV, Fig. 18 aus frischen Samen von *Canna indica*. b und c ein Korn von der breiten und schmalen Seite; a, d, e, f von der breiten Seite, f mit 2 zarten Querstreifen.

Trockenes Sameneiweiss von *Maranta ramosissima* Wall. (Cannac.) Körner rundlich-oval bis länglich, oft nach dem einen Ende etwas breiter, nicht selten etwas gebogen, meist mehr oder weniger unregelmässig und hückerig-kerbt; $\frac{2}{3}$ bis fast so breit als lang; die breiteren bis auf $\frac{1}{2}$ der Breite zusammengedrückt (bis 3- und 4 mal so lang als dick); in der schmalen Längsansicht oft etwas gebogen und nicht selten mit einer zarten Längsspalte; sonst homogen. — Länge bis 16, Breite bis 10, Dicke 3–4 Mik. Kubikinhalte bis 380 Mik. — Ich stelle diese Körner, an denen weder Schichtung noch Kern sichtbar ist, der Analogie mit *Canna* wegen, hierher. — Dabei spärliche deutlich-zusammengesetzte, wenigzählige Körner mit verschmolzenen Theilkörnern, ähnlich wie bei *Maranta spec.*, vd. Typ. 12. Ob die gekerbten Formen vielleicht ebenfalls zusammengesetzt seien, ist ungewiss; manche derselben sind auch in der schmalen Längsansicht schwach-torulos.

Typ. 9. Körner einfach, excentrisch-stabförmig.

Schichten auf der einen Seite am mächtigsten und am zahlreichsten, auf der diametral gegenüberliegenden am dünnsten und wenigsten zahlreich. Körner meist länglich, stielrund oder etwas zusammengedrückt; an beiden Enden ziemlich gleich-breit und gleich-dick. — Beim Austrocknen bilden sich vom Schichtencentrum ausstrahlende Risse vorzüglich in der Richtung des Verdickungshalbmessers; in den stielrunden Körnern bemerkt man zuweilen zwei sich rechtwinklig kreuzende Längsspalten, in den zusammengedrückten eine mit der grössten Ebene zusammentreffende Spalte. — Uebergänge zum kegelförmigen (7) und zum verkehrt-kegelförmigen Typus (6) sind häufig.

Stiel des Blattes (Wedels) von *Angiopteris* (Marattiac.) Nach Harting (Rech. sur l'Anat., l'Organogénie et l'Histogénie du genre *Angiopteris*, Pl. VII, 8, 9) sind die Körner oval bis cylindrisch, die längern 4 mal so lang als breit; mit deutlichen, lauter unvollständigen Schichten; Kern sehr excentrisch; Kernende zuweilen schmaler, häufiger etwas breiter als das hintere Ende. Länge bis ungefähr 70 Mik.

Frischer Wurzelstock von *Hemerocallis fulva* Lin. (Liliac.) Körner meist länglich-oval, $1\frac{1}{2}$ – $2\frac{1}{2}$ so lang als

breit; das Kernende etwas schmaler mit fast kreisrundem Querschnitt, das hintere Ende etwas breiter und zusammengedrückt; keine Schichtung; Kern bis $\frac{1}{6}$ und $\frac{1}{8}$ excentrisch. — Länge bis 25 Mik. Kubikinhalte bis 1980 Mik. — Annäherung zum keilförmigen Typus.

Trockener Wurzelstock von *Tamus communis* Lin. (Dioscor.) Körner von sehr verschiedener und sehr unregelmässiger Gestalt, rundlich bis länglich-kegelförmig und stabförmig, bis 6mal so lang als dick; die breiten etwas zusammengedrückt; Schichten meist deutlich, zart und zahlreich; Kern oft unsichtbar, zuweilen durch eine kleine Höhlung erkennbar; Kernende oft deutlich dicker, das hintere Ende gleichbreit oder auch (in den ovalen und rundlich-dreieckigen Körnern) kantenförmig-verbreitert. — Länge bis 52 Mik. Kubikinhalte bis 1830 Mik. — Der Typus ist sehr wenig ausgesprochen; Uebergänge zum keilförmigen Typus (8) sind häufig. — Dabei Körner mit einem innern, leiterförmigen, breiten Schichtensystem; ferner halbzusammengesetzte mit 2 innern grossen Theilkörnern; und zusammengesetzte, 2—4 zählige. — Ausserdem in Auflösung begriffene Körner von den mannigfaltigsten und sonderbarsten Formen.

Trockener Wurzelstock und Ausläufer von *Vallisneria spiralis* Lin. (Hydrocharid.) Körner oval, länglich, kegelförmig, seltener rundlich-dreieckig oder birnförmig; meist $\frac{1}{2}$ - bis 2mal so lang als dick; Schichten häufig deutlich, alle unvollständig; statt des Kerns eine kleine Höhlung mit kurzen radialen Rissen; Kernende selten dünner, nicht selten gleichdick, häufig dicker als das hintere Ende, wobei Letzteres zuweilen verbreitert und kantenförmig-verdünnt ist; Excentricität bis $\frac{1}{4}$. — Länge bis 35 Mik.

Frischer Wurzelstock von *Iris sambucina* Lin. (Irid.) Länglich oder oval, oft 3—4eckig, mit vorgezogenen abgerundeten Ecken; wenig länger bis 3mal so lang als breit; etwas zusammengedrückt, $\frac{1}{2}$ bis $\frac{2}{3}$ so dick als breit; Schichtung selten sichtbar und zart; zuweilen einige (2—5) strahlenförmige, von dem Schichtencentrum ausgehende Risse. — Länge bis 27, Breite bis 16 Mik. Kubikinhalte bis 2660 Mik. — Der Typus dieser Körner ist wie bei den andern Iris-Arten sehr wenig ausgebildet; Uebergänge zu den übrigen excentrischen Typen sind häufig.

Taf. XXV, Fig. 6 a aus dem jüngern, b—f aus dem ältern Theil des Wurzelstockes. a, f von der breiten Seite; b und c, d und e zwei Körner, je von der breiten und schmalen Seite; Letzteres ausnahmsweise mit einer Spalte zwischen den Schichten.

Trockener Wurzelstock von *Iris florentina* Lin. (Irid.) Körner kugelig-oval, oval, selten länglich, oft nach dem einen Ende verschmälert; im Querschnitt kreisförmig; wenig länger bis 2mal so lang als dick; oft sind einige (3—5) Schichten auf Seite des langen Halbmessers deutlich; statt des Kerns manchmal eine kleine Höhlung, selten mit einigen wenigen radialen Rissen, bis $\frac{1}{4}$ und $\frac{1}{6}$ excentrisch. — Länge bis 25, Dicke bis 19 Mik. Kubikinhalte bis 4720 Mik. — Uebergänge zu den übrigen excentrischen Typen. — Dabei einzelne Zwillingkörner.

Taf. XXIV, Fig. 12 d, e, f unverändert. Die übrigen Körner mit Erscheinungen des Aufquellens und der Auflösung, vielleicht zum Theil durch Hitze beim Trocknen veranlasst; c, g, h, i mit einer kleinern oder grössern Höhlung; b nach einer Seite blasenförmig-aufgetrieben; a in eine zartwandige Blase verwandelt.

Frischer Wurzelstock von *Iris pallida* Lam. (Irid.) Körner kugelig, rundlich-dreieckig, oval, oder kegelförmig; im Querschnitt meist etwas zusammengedrückt; wenig länger bis kaum doppelt so lang als breit; Schichten selten sichtbar und zart; statt des Kerns oft eine kleine Höhlung mit einigen (2—5) strahlenförmigen Rissen. — Länge bis 19, Breite bis 13 Mik. — Uebergänge zu den übrigen excentrischen Typen. — Dabei einzelne Zwillingkörner.

Taf. XXV, Fig. 5. Die meisten der abgebildeten Körner zeigen Auflösungserscheinungen (vgl. Pag. 108). g unverändert; i mit radialen Rissen; c und d das nämliche Korn von 2 Seiten, mit einer Höhlung; a und b, e und f zwei Körner je von zwei Seiten dargestellt, hohl, mit äusserst dünner Wandung auf der einen Seite; h kugelig, dünnwandig. — Die von Schleiden (Grundzüge. 3. Aufl. 1, Pag. 183, Fig. 9) abgebildeten Körner sind ebenfalls solche in Auflösung begriffene oder durch Hitze veränderte Körner.

Trockene Knollen von *Himantoglossum hircinum* Rich. (Orchid.) Körner oval, stabförmig, kegelförmig, selten rundlich oder rundlich-dreieckig, die meisten im Querschnitt kreisrund, die breitesten etwas zusammengedrückt

(meist $\frac{1}{2}$ so dick als lang); Schichten ziemlich zahlreich, deutlich, unvollständig; statt des Kerns zuweilen eine kleine Höhlung mit einzelnen sehr kurzen und zarten Rissen, bis $\frac{1}{8}$ excentrisch; die beiden Enden gleichdick, zuweilen das vordere dicker oder dünner, das hintere oft gestutzt und, wenn es breiter ist als das vordere, etwas zusammengedrückt. — Länge bis 35 Mik. Kubikinhalte bis 7200 Mik. — Einzelne Körner haben einen fast centralen Kern (indem die Verdickungsrichtung um 180 Grad wechselt); andere sind halbzusammengesetzt mit 2 innern Theilkörnern. — Schacht (Microscop 2. Aufl. Pag. 48, Fig. 2f und g) zeichnet 2 Stärkekörner aus dem Knollen von Himanthoglossum ab, wie ich sie nicht gesehen habe; höchst wahrscheinlich sind sie in Auflösung begriffen.

Wurzelstock von **Hedychium Gardnerianum** Wall. (Zingiberac.) Nach Bischoff's Beschreibung und Abbildung (in Bot. Zeit. 1844, Pag. 388) sind die Körner 2–4 mal so lang als breit, meist stielrund, oft bogig-gekrümmt oder winkelförmig-eingeknickt, gleichdick oder an dem einen Ende keulenförmig- und kopfförmig-verdickt, deutlich-quergestreift und mehrfach eingeschnürt. Länge bis gegen 50 Mik. — Wahrscheinlich sind alle gezeichneten Körner durch Auflösung angegriffen; diese Ansicht wird unterstützt durch die Abbildung, welche Fritzsche (Poggendorff's Annal. XXXII, Taf. II, Fig. 50–53) von in Auflösung begriffenen Körnern aus dem Wurzelstock von Hedychium hirsutum giebt.

Trockener Wurzelstock von **Alpinia Galanga** Swartz (Galgantwurzel, — Zingiberac.) Körner lanzettlich-kegelförmig oder stabförmig, oft etwas unregelmässig; meist $2\frac{1}{2}$ - bis 4 mal so lang, selten wenig länger als breit; die schmälern stielrund, die breiteren etwas zusammengedrückt; Schichten zart oder undeutlich, nur die innersten vollständig; statt des Kerns meist eine kleine Höhlung, $\frac{1}{7}$ – $\frac{1}{11}$ excentrisch; Kernende oft dicker, hinteres Ende zuweilen etwas verbreitert und dabei kantenförmig-verdünnt. — Länge bis 55, Breite bis 25 Mik. Kubikinhalte bis 11550 Mik. — Einige Körner zeigen Spuren von Veränderung durch feuchte Wärme. — Dabei äusserst selten einzelne Zwillingkörner.

Taf. XXV, Fig. 7a hat eine grössere, e und f haben kleinere (durch Hitze entstandene) Höhlungen.

Wurzelstock von **Costus speciosus** Smith (Zingiberac.) Nach Fritzsche (Poggendorff's Annal. XXXII [1834] Taf. II, Fig. 32) sind die Körner fast cylindrisch, etwa 4 mal so lang als dick, mit deutlicher Schichtung; Kern bis etwa $\frac{1}{6}$ excentrisch.

C. spiralis Rosc. und **C. comosus** Rosc. haben nach H. Crüger (Bot. Zeit. 1854, Taf. II, Fig. 20 und 23) ebensolche, am Kernende aber schmalere Körner.

Frucht von **Musa paradisiaca** Lin. (Musac.) Nach H. Crüger (Bot. Zeit. 1854, Taf. II, Fig. 1) sind die Körner oval und länglich (im Innern der Frucht) bis lineal (in der Rinde der Frucht), $1\frac{2}{3}$ –10 mal so lang als breit, mit deutlichen Schichten; Kern, wie es scheint, am dickern Ende, $\frac{1}{2}$ bis etwa $\frac{1}{11}$ excentrisch.

Wurzelstock von **Caladium seguinum** Vent. (Dieffenbachia s. Schott — Aroid.) Nach Schleiden (Grundzüge, 3. Aufl. I, Fig. 12 auf Pag. 184) und H. Crüger (Bot. Zeit. 1854, Taf. II, Fig. 8 und 15) sind die Körner stabförmig, 2–10 mal so lang als dick, oft mit einem seitlichen warzenförmigen oder lappenförmigen Anhang (gebildet durch ein äusseres Schichtensystem, das der innern Verdickungsrichtung rechtwinklig aufgesetzt ist), mit deutlichen Schichten; Kernende bald etwas dicker, bald etwas dünner; Excentricität bis $\frac{1}{6}$.

Wurzelstock von **Philodendron grandifolium** Schott (Aroid.) Nach H. Crüger (Bot. Zeit. 1854, Taf. II, Fig. 7 und 13) sind die Körner länglich bis lanzettlich, oder rundlich-dreieckig (und dann wahrscheinlich zusammengedrückt), zuweilen zweilappig, 3- bis über 4 mal so lang als breit, mit deutlichen Schichten; Kern am breiteren Ende, bis $\frac{1}{6}$ und mehr excentrisch.

Frische Knollen von **Dolichodeira tubiflora** Hanst. (Gloxinia t. Hook. — Gesneriac.) Körner stabförmig, die kleinern oval oder kegelförmig; viele mit einem (selten mit 2) grössern oder kleinern, seitlichen, warzenförmigen Anhang, welcher zuweilen am vordern Ende, oft in der Mitte und am häufigsten am hintern Ende sich befindet; bis 5 mal so lang als dick, stielrund; Schichten zahlreich, deutlich, fast alle unvollständig; an der Stelle des Kerns eine kleine Höhlung mit einer kleinen Querspalte oder mit 2 kurzen nach dem hintern Ende gerichteten Rissen, bis $\frac{1}{18}$ excentrisch;

Kernende häufig gleichdick wie das hintere, seltener etwas verdickt (in den kleinern Körnern liegt der Kern in der Regel am dickern Ende). — Länge bis 66, Dicke ohne den Anhang bis 16 Mik., mit dem Anhang fast doppelt so gross. Kubikinhalte bis 16500 Mik.

FrISCHE Schuppen des Wurzelstockes von *Guthnickia atrosanguinea* Regel (Gessnerac.) Körner rundlich-oval bis oval-kegelförmig und cylindrisch-oval, bis $2\frac{1}{2}$ mal so lang als breit; im Querschnitt kreisrund, die breitesten wenig zusammengedrückt; Schichten deutlich, nicht selten ein äusseres seitliches Schichtensystem; Kernende ziemlich gleichdick wie das hintere, bald etwas dicker, bald etwas dünner. — Länge bis 35, Breite bis 22 Mik. — Dabei einzelne halb- und gauzzusammengesetzte, zweizählige Körner.

FrISCHE Schuppen des Wurzelstockes von *Plectopoma fimbriatum* Hanst. (Gessnerac.) Körner meist oval, seltener dreieckig-oval; die breiteren etwas zusammengedrückt, die schmälern stielrund; beide Enden ziemlich gleichdick. — Länge bis 28 Mik.

FrISCHE Schuppen des Wurzelstockes von *Seemannia ternifolia* Regel (Gessnerac.) Körner meist länglich-oval oder cylindrisch-oval, seltener kegelförmig oder etwas unregelmässig; meist 2–3 mal so lang als dick; stielrund, die breitesten wenig zusammengedrückt; Schichten meist deutlich, oft eine seitliche Warze bestehend aus einem besondern äussern Schichtensystem (wie bei *Dolichodeira*); Kern bis $\frac{1}{2}$ excentrisch; Kernende ziemlich gleichdick, bald etwas dicker, bald etwas dünner als das hintere Ende, welches zuweilen in eine stumpfe Schneide verbreitert ist. — Länge bis 50, Dicke bis 30 Mik. Kubikinhalte bis 19800 Mik.

Trockene Schuppen des Wurzelstockes von *Dentaria enneaphyllos* Lin. (Crucif.) Körner oval, kegelförmig, länglich, oval-dreieckig, oft etwas unregelmässig; $1\frac{1}{2}$ –3 mal so lang als breit, die breiteren bis auf die Hälfte zusammengedrückt, die schmälern stielrund; ohne Schichtung; statt des Kerns oft eine kleine Höhlung, von welcher zarte Risse ausgehen können; Kernende öfters dicker, zuweilen gleichdick, seltener dünner als das hintere (auch in den zusammengedrückten Körnern ist jenes bald etwas verdickt, bald etwas verdünnt). — Länge bis 42, Breite bis 25 Mik. Kubikinhalte bis 6350 Mik.

Trockene Wurzel von *Krameria triandra* R. P. (Ratanhiawurzel, — Kramerieen) Körner meist stabförmig oder oval, zuweilen kegel- oder keulenförmig, oft gebogen oder sonst unregelmässig, auch mit einzelnen buckel- oder lappenartigen Vorsprüngen; stielrund, bis 5 mal so lang als dick; die breiteren etwas zusammengedrückt, bis 3 mal so lang als breit und 5 mal so lang als dick; selten und mit undeutlicher Schichtung; statt des Kerns selten eine kleine Höhlung zuweilen mit kurzen radialen Rissen, bis $\frac{1}{6}$ excentrisch; Kernende bald schmaler bald breiter als das hintere. — Länge bis 42 Mik. Kubikinhalte bis 2950 Mik. — Dabei zusammengesetzte, wenigzählige, meist gleichtheilige Körner, v. d. Typ. 14. — Auch rundliche einfache Körner sind nicht selten, und zwar findet man dieselben zuweilen fast ausschliesslich, während in andern Theilen des Gewebes die länglichen und in noch andern die zusammengesetzten Körner in überwiegender Menge vorkommen. Indess erweisen sich manche der scheinbaren rundlichen einfachen Formen bei genauerer Untersuchung als Bruchkörner.

Taf. XXV, Fig. 8 a und b, c und d, f und g drei Körner, je in der breiten und schmalen Längsansicht, a b abnormal mit einem stielartigen Fortsatz.

Trockenes Sameiweiss von *Colocasia odora* Brongn. (Aroid.) Körner rundlich bis oval-kegelförmig, meist etwas unregelmässig, $\frac{1}{2}$ bis ebenso breit als lang, die schmälern Formen nicht, die breiteren bis auf die Hälfte zusammengedrückt; keine Schichten; statt des Kerns oft eine kleine rundliche Höhlung, von welcher einzelne Risse ausgehen können, meist eine spaltenförmige Höhlung, die von der breiten Seite zart, von der schmalen stärker erscheint; Kernende in den schmälern Formen meist breiter als das hintere Ende; Excentricität bis $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{4}$. — Länge bis 22 und 26, Breite bis 20 Mik. Kubikinhalte bis 2710 Mik. — Der Bau ist sehr wenig ausgebildet; Annäherungen zum kegelförmigen (7) und zum keilförmigen oder zusammengedrückten Typus (8) kommen nicht selten vor. — Dabei Zwilling- und Drillingskörner.

Trockene Cotyledonen von *Mammea americana* Lin. (Clusiaceae.) Körner meist oval oder länglich-oval, seltener fast rundlich oder kegelförmig, meist doppelt so lang als breit; im Querschnitt kreisrund, selten sind die breitesten und zugleich etwas unregelmässigen Formen wenig zusammengedrückt; keine Schichten; statt des Kerns meist eine kleine Höhlung; in der Regel eine Querspalte und einige strahlenförmige Risse; gewöhnlich sind die Körner in der ganzen Länge fast gleichbreit, zuweilen am vordern oder am hintern, zuweilen an beiden Enden zugleich verschmälert; Excentricität meist $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$ (selten bis $\frac{1}{5}$ und $\frac{1}{6}$). — Länge bis 55, Dicke bis 35 Mik. Kubikinhalte bis 36750 Mik. — Reichliche Stärke, wenig Oel.

Typ. 10. Körner einfach, von unbekanntem Bau.

Hierher stelle ich alle die Stärkearten, deren Structur meist wegen zu geringer Grösse entweder nicht ausgebildet ist oder nicht erkannt wird, und von denen es daher zweifelhaft bleibt, welchem der frühern Typen sie angehören. Die Körner sind meistens sicher einfach; hin und wieder mögen aber auch Bruchkörner, die sich nicht mehr deutlich als solche zu erkennen geben, dabei sein. — Wenn Schichtung, Kern, Höhlungen, Risse und Spalten nicht erwähnt sind, so wurde nichts davon wahrgenommen (was auch für alle übrigen Beschreibungen gilt).

Trockene knollenförmig angeschwollene Enden abwärts gerichteter Aeste von *Vaucheria tuberosa* A. Braun. Körner (alle einfach) oval bis länglich-lanzettlich; meist etwas ungleichseitig, halbirt-elliptisch oder nierenförmig; oft etwas unregelmässig; $1\frac{1}{2}$ — $3\frac{1}{2}$ mal so lang als breit, die breitesten auf die Hälfte zusammengedrückt; von der schmalen Seite zuweilen mit einer zarten Längsspalte. — Länge bis 13, Breite bis 7, Dicke 2,5—3,5 Mik. Kubikinhalte bis 136 Mik.

Brutknollen von *Equisetum hyemale* Lin. Nach Leon Soubeiran (Journ. Pharm. XXV [1854] 182) sind die kleinsten Körner kugelig, die grössern verlängert und die grössten birnförmig, einige von sehr unregelmässiger Form mit zahnartigen Vorsprüngen am Umfange; Schichtung und Kern selten und wenig deutlich. Breite 10—30, Länge 50—60 Mik.

Trockener Wurzelstock von *Olfersia undulata* Presl (Polypodiaceae.) Körner rundlich oder rundlich-eckig, seltener oval, nicht oder wenig zusammengedrückt, manche mit einer kleinern oder grössern Höhlung. — Grösse bis 10 Mik. Kubikinhalte bis 410 Mik.

Trockener Wurzelstock von *Polypodium vulgare* Lin. (Radix Polypodii, — Polypodiaceae.) Körner (einfach) rundlich, rundlich-dreieckig, oval, oft etwas unregelmässig, bis auf die Hälfte und mehr zusammengedrückt; manche sind an dem stärker convexen Rande oder an der einen Ecke des Dreiecks verdickt, und an dem gegenüberliegenden breiten Rande kantenartig-verdünnt (in der schmalen Ansicht kegelförmig oder birnförmig); ohne Schichtung, Kern oder Höhlung (auch Rösten und Kochen macht das Schichtencentrum nicht sichtbar). — Grösse bis 9 und 11 Mik. Kubikinhalte bis 230 Mik. — Viele Körner stimmen in ihrer Form genau mit denen des keilförmigen Typus (8) überein.

Trockener Wurzelstock von *Polypodium distans* Kaulf. (Polypodiaceae.) Körner rundlich oder rundlich-eckig, seltener oval; bis auf $\frac{1}{2}$ zusammengedrückt; in der schmalen Ansicht länglich. — Grösse bis 14 Mik. Kubikinhalte bis 480 Mik.

Trockener Wurzelstock von *Adiantum Capillus-veneris* Lin. (Polypodiaceae.) Körner rundlich bis länglich, meist oval, zuweilen etwas unregelmässig; die schmälern wenig oder kaum, die breitem auf die Hälfte zusammengedrückt; von der breiten Seite zuweilen mit undeutlichen Rissen, von der schmalen meist länglich-oval, gewöhnlich mit einer scharfen Längsspalte. — Länge bis 30, Breite bis 20 Mik. Kubikinhalte bis 3200 Mik. — Trotz der Grösse dieser Körner ist nicht auszumitteln, welchem Typus sie angehören. Gestalt und Medianspalte nähern sie dem centrisc-ovalen und centrisc-linsenförmigen Typus.

Trockener Wurzelstock von *Asplenium marinum* Lin. (Polypodiaceae.) Körner rundlich oder oval, oft etwas un-

regelmässig; die breiteren bis auf die Hälfte zusammengedrückt; die meisten mit einer grossen Höhlung. — Grösse bis 11 Mik. Kubikinhalte bis 270 Mik. — Dabei einzelne Zwillingkörner.

Frischer Wurzelstock von **Scolopendrium officinarum** Swartz (Polypodiaceae) Körner kreisrund bis oval, zuweilen etwas unregelmässig; bis über $\frac{1}{2}$ zusammengedrückt. — Grösse bis 9 Mik. Kubikinhalte bis 120 Mik.

Trockener Wurzelstock von **Diplazium plantagineum** Swartz (Polypodiaceae) Körner rundlich oder oval; meist nur wenig, die breiteren selten bis auf $\frac{1}{2}$ zusammengedrückt. — Grösse bis 15 Mik. Kubikinhalte bis 770 Mik.

Trockener Wurzelstock von **Polystichum Thelypteris** Roth (Polypodiaceae) Körner rundlich bis oval, zuweilen etwas unregelmässig, seltener etwas eckig; die breiteren bis auf $\frac{1}{3}$ und $\frac{1}{4}$ zusammengedrückt; von der schmalen Seite elliptisch-länglich und länglich-lanzettlich, an beiden Enden gleichdick, zuweilen mit einer Längsspalte. — Grösse bis 17 Mik. Kubikinhalte bis 710 Mik. — Diese Körner sowie diejenigen aus dem Wurzelstock einiger anderer Polypodiaceen gleichen sehr denen des centrisch-linsenförmigen Typus.

Trockener Wurzelstock von **Aspidium Filix-mas** Swartz (Radix Filicis, — Polypodiaceae) Körner rundlich bis länglich, rundlich-dreieckig, nierenförmig, oft etwas unregelmässig; die breiteren auf $\frac{1}{3}$ und $\frac{1}{2}$ zusammengedrückt; von der schmalen Seite zuweilen mit einer Längsspalte, nicht selten verbogen. — Grösse bis 17 Mik. Kubikinhalte bis 950 Mik. — Dabei einzelne wenige zusammengesetzte, 2–3 zählige Körner.

Trockener Wurzelstock von **Cystopteris fragilis** Bernh. (Polypodiaceae) Körner rundlich, oval, birnförmig, oft unregelmässig und nicht selten etwas eckig; die breiteren bis auf $\frac{1}{2}$ zusammengedrückt; meist auf der einen Seite etwas dicker, an dem gegenüberliegenden Rand kantenförmig-verdünnt. — Grösse bis 9 Mik. Kubikinhalte bis 130 Mik.

Trockene knollenförmige Bulbillen auf den Blättern (Wedeln) von **Cystopteris bulbifera** Bernh. (Polypodiaceae) Körner rundlich oder rundlich-oval, selten durch Druck etwas eckig; bis auf die Hälfte zusammengedrückt, entweder überall gleichdick oder auf der einen Seite etwas dicker. — Grösse bis 7 Mik. Kubikinhalte bis 90 Mik.

Trockener Wurzelstock und Wurzeln von **Ophioglossum vulgatum** Lin. (Ophioglossaceae) Körner rundlich oder oval, oft etwas unregelmässig; die breiteren auf die Hälfte zusammengedrückt; von der schmalen Seite länglich oder oval, oft mit einer Längsspalte. — Grösse bis 12 Mik. Kubikinhalte bis 370 Mik. — In den Wurzeln Stärke, im Wurzelstock Stärke und Oel.

Trockener Wurzelstock und Wurzeln von **Botrychium Lunaria** Swartz (Ophioglossaceae) Körner rundlich, die grösseren zusammengedrückt und oft etwas hohl. — Grösse bis 7 Mik. Kubikinhalte bis 105 Mik. — Im Wurzelstock kein Oel.

Trockene Wurzeln von **Molinia coerulea** Moench (Gramineae) Körner oval, länglich, kegelförmig, seltener rundlich-oval; die breiteren deutlich zusammengedrückt. — Grösse bis 8 Mik. Kubikinhalte bis 45 Mik.

Trockener Wurzelstock von **Carex arenaria** Lin. (Cyperaceae) Körner rundlich, oval, rundlich-birnförmig, zuweilen etwas zusammengedrückt; selten mit einer kleinen Höhlung. — Grösse bis 12 Mik. Kubikinhalte bis 900 Mik. — Mit zusammengesetzten, wenigzähligen, ungleichtheiligen Körnern, vd. Typ. 15. — Stärke ziemlich reichlich.

Taf. XXVI, Fig. 2a solid, d hohl.

C. hirta Liu. (trocken). Körner ähnlich wie bei Vorhergehender; rundlich bis oval, rundlich-birnförmig; die breitesten bis auf $\frac{1}{2}$ zusammengedrückt. — Grösse bis 12 Mik. Kubikinhalte bis 360 Mik. — Dabei zusammengesetzte, wenigzählige, ungleichtheilige Körner, vd. Typ. 15. — Stärke reichlich.

C. intermedia Good. (**C. disticha** Huds., — trocken). Körner rundlich bis oval, die breiteren etwas zusammengedrückt, die grösseren mit einer Höhlung. — Grösse bis 8 Mik. Kubikinhalte bis 120 Mik. — Stärke spärlich.

C. atrata Lin. (trocken). Körner rundlich. — Grösse 1,5–3 Mik. Kubikinhalte bis 12 Mik. — Wahrscheinlich sind Bruchkörner darunter. — Stärke nicht reichlich in etwas dickwandigen Zellen.

C. bicolor All. (trocken). Körner rundlich bis oval, rundlich-birnförmig. — Grösse bis 5 Mik. Kubikinhalte bis 30 Mik. — Dabei zusammengesetzte, wenigzählige, meist gleichtheilige Körner, vd. Typ. 14.

Trockener Wurzelstock von **Cyperus polystachyos** Rottb. (Cyperac.) Körner kugelig bis oval und oval-birnförmig. — Grösse bis 8 Mik. — Dabei Zwilling- und Drillingskörner. — Stärke nicht reichlich.

Trockener Wurzelstock von **Abildgaardia monostachya** Vahl (Cyperac.) Körner rundlich bis oval und oval-birnförmig; die grösseren mit einer kleinen Höhlung. — Grösse bis 9 Mik. — Dabei zusammengesetzte, wenigzählige, gleich- und ungleichtheilige Körner, vd. Typ. 14.

Trockener Wurzelstock von **Scirpus triquetus** Lin. (Cyperac.) Körner rundlich, oft rundlich-dreieckig, oval, kegelförmig, häufig etwas unregelmässig, die breiten bis auf $\frac{1}{2}$ zusammengedrückt; manche mit einer kleinen Höhlung. — Grösse bis 18 Mik. Kubikinhalte bis 880 Mik. — Einige kegelförmige Körner haben die Kernhöhhlung am dickeren Ende; bei einigen dreieckigen Körnern ist der hintere breite Rand kantenförmig-verdünnt, sodass der Typus zwischen dem excentrisch-kegelförmigen und keilförmigen zu schwanken scheint. Bei den meisten erkennt man nichts von dem Kern. — Stärke reichlich.

Sc. pungens Vahl (Sc. Rothii Hoppe, — trocken). Körner ähnlich wie bei vorhergehender Art; aber meist rundlich, oft mit 1 oder 2 kleinen warzenförmigen Anhängen oder eckigen Vorsprüngen, die grösseren auf $\frac{1}{2}$ und mehr zusammengedrückt. — Grösse bis 11 Mik. Kubikinhalte bis 230 Mik.

Trockener Wurzelstock von **Eriophorum capitatum** Host. (E. Scheuchzeri Hoppe, — trocken). Körner rundlich, oval, birnförmig, dreieckig. — Grösse bis 7 Mik. — Dabei einzelne Zwilling- und Drillingskörner.

Trockener Wurzelstock von **Triglochin maritimum** Lin. — (Alismac.) Körner kugelig, oval, rundlich-birnförmig, oft mit einer kleinen Höhlung. — Grösse bis 8 Mik. Kubikinhalte bis 125 Mik. — Stärke ziemlich reichlich.

Trockener Wurzelstock von **Scheuchzeria palustris** Lin. (Alismac.) Körner rundlich oder oval, oft etwas unregelmässig. — Grösse bis 4 Mik. Kubikinhalte bis 19 Mik. — Stärke ziemlich reichlich.

Frischer Wurzelstock von **Alisma Plantago** Lin. (Alismac.) Körner rundlich, rundlich-oval, zuweilen etwas unregelmässig. — Grösse bis 7 Mik. — Dabei 2—5 Mik. grosse Bruchkörner mit 1—3 Bruchflächen. — Reichliche Stärke mit ziemlich viel Oel im obern Theil des Wurzelstockes; im untern Theil keine Stärke.

Trockener Wurzelstock von **Butomus umbellatus** Lin. (Butomac.) Körner rundlich und rundlich-dreieckig bis länglich und keilförmig, oft mehr oder weniger unregelmässig; bis auf $\frac{1}{2}$ und darüber zusammengedrückt; von der breiten Seite oft mit einer Höhlung, von der schmalen mit einer Längspalte. — Grösse bis 12 Mik. Kubikinhalte bis 220 Mik. — Stärke ziemlich reichlich.

Trockener Wurzelstock und Wurzeln von **Juncus bulbosus** Lin. (J. compressus Jacq. — Juncac.) Körner meist rundlich und dabei oft etwas eckig, seltener oval oder rundlich-birnförmig; bis auf die Hälfte und darüber zusammengedrückt; manche mit einer kleinen Höhlung. — Grösse bis 7 Mik. Kubikinhalte bis 95 Mik. — Stärke im Wurzelstock spärlich, in den Wurzeln etwas reichlicher.

Trockener Wurzelstock von **Juncus balticus** Dethard. (Juncac.) Körner rundlich bis oval und birnförmig. — Grösse bis 7 Mik. — Dabei zusammengesetzte, 2—5zählige, gleich- oder ungleichtheilige Körner. — Stärke wenig reichlich.

Trockener Wurzelstock von **Luzula spadicosa** DC. (Juncac.) Körner rundlich oder oval, oft etwas eckig. — Grösse bis 8 Mik. Kubikinhalte bis 165 Mik. — Dabei zusammengesetzte, wenigzählige, meist gleichtheilige Körner, vd. Typ. 14. — Stärke ziemlich spärlich.

Trockener Wurzelstock von **Tofieldia calyculata** Wahlenb. (Melanthac.) Körner rundlich bis oval, rundlich-

birnförmig; manche etwas zusammengedrückt; die grössern oft mit einer kleinen Höhlung. — Grösse bis 6 Mik. Kubikinhalte bis 75 Mik.

Trockener Wurzelstock von *Veratrum album* Lin. (Melanthac.) Körner rundlich oder wegen ihrer gedrängten Lage in den Zellen etwas eckig; meist mit grösserer oder kleinerer centraler Höhlung, von welcher zuweilen einzelne Risse abgehen. — Grösse bis 13 und 15 Mik. Kubikinhalte bis 1440 Mik. — Dabei zusammengesetzte, 2–4zählige, meist gleichtheilige Körner; vielleicht besteht der grössere Theil der Stärke aus zusammengesetzten Formen. — In den Wurzelasern kommen gleiche, aber etwas grössere Körner vor; über die zusammengesetzten vgl. Typ. 15.

Trockener Knollen von *Bulbocodium vernum* Lin. (Melanthac.) Körner kugelig, oval, oder rundlich-birnförmig. — Grösse bis 6 und 8 Mik. Kubikinhalte bis 130 Mik. — Dabei zusammengesetzte, wenigzählige, häufiger ungleichtheilige Körner, vd. Typ. 15.

Trockene Zwiebeln von *Gagea stenopetala* Rchb. (Liliac.) Körner kugelig, fast alle auf der einen Seite abgeplattet; an der Stelle des Kerns meist eine kleine Höhlung mit radialen Rissen, der Kern ist der Mitte der abgeplatteten Seite genähert, so dass er bei vollständiger Kugelgestalt des Kornes ziemlich genau central wäre; sehr häufig bemerkt man eine gebogene Spalte, die mit der abgeplatteten Seite parallel läuft und deren Rand nach der Kante gerichtet ist. — Grösse bis 17 und 26 Mik. Kubikinhalte bis 2250 Mik. — Die Körner gleichen Bruchkörnern, als ob von einer Kugel ein kleines Segment abgeschnitten wäre.

Trockene Zwiebeln von *Gagea lutea* Schult. (Liliac.) Körner kugelig oder oval-kugelig, oft etwas eckig oder unregelmässig; eine kleine, ziemlich centrale Höhlung und radiale Risse; bald keine, bald sehr zarte concentrische Schichten. — Grösse bis 28 Mik. Kubikinhalte bis 9800 Mik. — Dabei zusammengesetzte, wenigzählige, ungleichtheilige Körner, vd. Typ. 15.

Trockener Wurzelstock von *Nartheceum ossifragum* Huds. (Liliac.) Körner rundlich bis oval und birnförmig, oft etwas unregelmässig. — Grösse bis 7 Mik. — Mit zusammengesetzten, wenigzähligen, häufiger ungleichtheiligen Körnern, vd. Typ. 15.

Trockener Wurzelstock von *Smilax China* Lin. (Radix Chinae, — Smilac.) Körner durch Druck mehr oder weniger eckig, oft vollkommen polyedrisch mit scharfen Ecken und Kanten, sowie mit ebenen Flächen; isodiametrisch oder ein Durchmesser etwas länger; statt des Kerns eine kleine centrale Höhlung und meist einige radiale Risse; Schichten selten deutlich. — Grösse bis 40 und 50 Mik. Kubikinhalte bis 65500 Mik. — Die Körner erfüllen dicht die Zellen und sind durch Druck eckig; ursprünglich waren sie ziemlich kugelig; es kommen einzelne vor, deren Oberfläche nur stellenweise abgeplattet ist. — Mit zusammengesetzten, wenigzähligen, gleichtheiligen Körnern, vd. Typ. 14.

Trockene Wurzeln von *Conostylis involucrata* Endl. (Haemodorac.) Körner rundlich, rundlich-eckig, oder scharf-polyedrisch, zuweilen mit einer kleinen centralen Höhlung, von welcher selten einzelne Risse abgehen. — Grösse bis 17 Mik. Kubikinhalte bis 2100 Mik. — Die Körner füllen die Zellen ganz aus und sind durch Druck eckig geworden.

Trockene Zwiebeln von *Galanthus plicatus* Biebrst. (Amaryllid.) Körner rundlich, oval, nierenförmig, oft etwas unregelmässig; bis über $\frac{1}{2}$ zusammengedrückt, von der schmalen Seite häufig mit einer Längsspalte. — Grösse bis 42 Mik. Kubikinhalte bis 12400 Mik. — Der Kern scheint meist im Mittelpunkt zu liegen.

Trockene Zwiebeln von *Sternbergia lutea* Ker. (Amaryllid.) Körner rundlich, oval, nierenförmig, rundlich-kegelförmig, oft etwas unregelmässig und mit stumpfen Ecken; bis auf $\frac{1}{2}$ zusammengedrückt; statt des Kerns eine kleine centrale oder bis $\frac{1}{4}$ excentrische Höhlung, von welcher einzelne starke Risse meist in Form eines Kreuzes ausstrahlen; von der schmalen Seite eine Längsspalte; zuweilen einzelne Schichten. — Länge bis 63, Breite bis 40 Mik. Kubikinhalte bis 23800 Mik. — Dabei einzelne gleich- oder ungleichhälftige Doppelkörner.

In frischen Zwiebeln aus dem botanischen Garten in Zürich (die vorhin beschriebene Stärke ist von einer Pflanze

aus Cephalonien) sind die Körner kleiner (bis 38 Mik. gross); rundlich-nierenförmig und rundlich-dreieckig bis länglich, oft mehr oder weniger unregelmässig; mit einer kleinen centralen oder wenig excentrischen Höhlung und sehr kurzen Rissen.

Frische Zwiebeln von *Narcissus poeticus* Lin. (Amaryllid.) Körner rundlich von dreieckigem, rautenförmigem und viereckigem Umriss, oval, nierenförmig, oder oval-keilförmig, oft mehr oder weniger unregelmässig; $\frac{1}{2}$ bis ebenso breit, die breiten auf die Hälfte und darüber zusammengedrückt; Schichtung und Kern nur bei wenigen grossen Körnern deutlich. — Grösse bis 21 Mik. Kubikinhalte bis 2100 Mik. — Einige Körner gehören sicher dem excentrischen, keilförmigen oder zusammengedrückten Typus (8) an; sie sind breiter als lang, der Kern bis $\frac{1}{6}$ excentrisch. — Dabei wenige zusammengesetzte, 2–4zählige Körner.

Frische Scheinknollen von *Coelogyne fimbriata* Lindl. (Orchid.) Körner meist kugelig, ohne Schichtung, häufig mit kleiner centraler Höhlung, von welcher einige (1–4) kurze oder längere radiale Risse ausgehen. — Grösse bis 27 Mik. Kubikinhalte bis 10310 Mik.

Taf. XXIII, Fig. 2 aus frischen Knollen, einige Körner mit Auflösungserscheinungen; b unverändert; c mit Rissen; a mit einer kleinen Höhlung; d und e das nämliche Korn von der Seite und von oben gesehen, hohl und wie es scheint etwas aufgequollen, die Wandung an einer Stelle äusserst dünn. — Taf. XXII, Fig. 4 kleines Stück von einem Durchschnitt; Fig. 5 zwei Zellen aus demselben.

Frische Knollen von *Orchis mascula* Lin. (Orchid.) Körner kugelig, rundlich-dreieckig, oder rundlich-kegelförmig; die breiten wenig zusammengedrückt; Kern selten sichtbar, am dickern Ende, $\frac{2}{6}$ – $\frac{2}{7}$ excentrisch; ohne oder mit einseitigen Schichten am schmälern längern Ende. — Grösse bis 23 Mik. Kubikinhalte bis 5120 Mik. — Dabei zusammengesetzte, 2–5zählige und einzelne halbzusammengesetzte Körner.

Taf. XXIV, Fig. 14a einfach, b halbzusammengesetzt mit 2 Kernen.

O. globosa Lin. (trocken). Körner kugelig, mit einer kleinen centralen Höhlung. — Grösse bis 14 Mik. Kubikinhalte bis 1420 Mik. — Dabei zusammengesetzte, wenigzählige Körner. — Stärke ziemlich reichlich.

O. militaris Lin. (frische, nicht ganz ausgewachsene Knollen). Körner kugelig. Grösse bis 12 Mik. Kubikinhalte bis 905 Mik. — Dabei sehr selten Doppelkörner. — Taf. XXIV, 13.

O. latifolia Lin. Nach Payen (Ann. sc. nat. 1838, II, Pl. 6, Fig. 19) sind die Körner sphäroidisch, oval, oder kegelförmig; $\frac{2}{3}$ –2mal so lang als breit; Schichtung deutlich; Kern am dickern Ende, bis $\frac{1}{4}$ excentrisch. Grösse bis 45 Mik. — Dabei halbzusammengesetzte Körner mit 2 eingeschlossenen Theilkörnern.

Knollen von *Platanthera bifolia* Rich. (Orchid.) Nach Payen (Ann. sc. nat. 1838, II, Pl. 6, Fig. 18) sind die Körner fast kugelig, oval, kegelförmig, breit-dreieckig; $\frac{1}{2}$ bis 2mal so lang als breit; mit deutlicher Schichtung; Kern bis $\frac{1}{4}$ excentrisch, in den langen Formen am dicken Ende. Grösse bis 45 Mik. (Die breiten Körner scheinen an dem hintern breiten, durch 2 vorspringende Ecken begrenzten Rande kantenförmig verdünnt zu sein). — Dabei zusammengesetzte Körner mit 2 eingeschlossenen Theilkörnern.

Trockener Wurzelstock von *Calla palustris* Lin. (Aroid.) Körner kugelig oder oval, die grössern zuweilen mit einer kleinen Höhlung oder Spalte. — Grösse bis 6 und 8 Mik. Kubikinhalte bis 150 Mik. — Dabei Doppelkörner, meist ungleichhälftig.

Trockener Wurzelstock von *Acorus Calamus* Lin. (Aroid.) Körner rundlich, rundlich-eckig, oval, oder oval-kegelförmig; $\frac{1}{2}$ bis fast so dick als lang. — Länge bis 14, Dicke bis 9 Mik. Kubikinhalte bis 594 Mik. — Dabei zusammengesetzte, 2–3zählige, gleich- und ungleichtheilige Körner.

Taf. XXIV, Fig. 5b, c, d einfach; a, e zusammengesetzt.

Trockener Wurzelstock von *Dorstenia brasiliensis* Lin. (Radix Contrajervae, — Moreen) Körner kugelig, meist mehr oder weniger eckig, die grössern mit einer kleinen centralen Höhlung. — Grösse bis 6 und 7 Mik. Kubikinhalte

bis 150 Mik. — Die Zellen sind dicht mit Stärke gefüllt. Die einen Körner sind einfach, die Mehrzahl indess sind Bruchkörner von zusammengesetzten vielzähligen Körnern, vd. Typ. 16.

Trockener Wurzelstock von *Parietaria diffusa* Mert. & Koch. (Urticac.) Körner kugelig oder rundlich-oval, die grössern hohl. — Grösse bis 7 Mik. Kubikinhalte bis 125 Mik. — Dabei zusammengesetzte, wenigzählige, gleichtheilige Körner, vd. Typ. 14. — Im Ganzen wenig Stärke.

Unterirdische Theile der **Polygoneen**. Da die Samen centrisc-gebaute Stärkekörner besitzen, so war es wünschbar, die Struktur derselben in andern Theilen zu kennen; allein obgleich eine grössere Zahl von Wurzelstöcken und Wurzeln untersucht wurden, so konnte die Frage doch nicht mit Sicherheit entschieden werden. Die Körner haben grosse Aehnlichkeit mit denjenigen, welche in den Samen der Hülsenpflanzen vorkommen, indem sie eine analoge Gestalt und sehr oft ebenfalls eine Medianspalte zeigen. Sie gehören aber einem andern Typus an, wie man namentlich aus den zusammengesetzten Körnern erkennt. Häufig werden nämlich von dem einfachen Korn kleine Theile abgeschnitten, und das grosse Theilkorn hat dann zuweilen deutlich einen excentrischen kugeligen Kern. — Manche Körner sind wie aufgequollen.

Trockener Wurzelstock von *Polygonum viviparum* Lin. Körner rundlich, rundlich-dreieckig, oval, länglich, elliptisch, birnförmig oder nierenförmig; sehr häufig von unregelmässiger Gestalt, zuweilen etwas gebogen, nicht selten mit vorspringenden Ecken oder mit warzenförmigen Höckern; die breitem zusammengedrückt; mit einer länglichen centralen Höhlung oder mit einer von der schmalen Seite deutlichen und scharfen Längsspalte. — Grösse bis 14 Mik. Kubikinhalte bis 470 Mik. — Dabei einzelne Zwillingkörner.

Trockener Wurzelstock von *Polygonum Bistorta* Lin. (Radix Bistortae). Körner rundlich, rundlich-dreieckig, oval, nierenförmig, birnförmig, stabförmig, oder von unregelmässiger Gestalt; zuweilen etwas gebogen; oft mit warzenförmigen Höckern am Rande; die breitem zusammengedrückt, $\frac{1}{4}$ bis ebenso breit als lang; viele mit einer Längsspalte oder mit einer grössern Höhlung im Innern. — Länge bis 17, Breite bis 11 Mik. Kubikinhalte bis 560 Mik. — Dabei einzelne Zwillingkörner, die oft aus gleichen, verlängerten Hälften bestehen. — Die einfachen und zusammengesetzten Körner sind denen von *Polygonum viviparum* sehr ähnlich.

Trockene bewurzelte Basis der Jahrestriebe von *Polygonum alpinum* All. Körner rundlich bis länglich, elliptisch, zuweilen etwas nierenförmig oder unregelmässig; die breitem etwas zusammengedrückt; die grössern mit einer Höhlung. — Grösse bis 9 Mik. Kubikinhalte bis 130 Mik. — Stärke spärlich.

Trockene Wurzel von *Polygonum aviculare* Lin. Körner kugelig oder rundlich-oval; die grössern mit einer Höhlung. — Grösse bis 7 Mik. Kubikinhalte bis 145 Mik.

Trockene Wurzel von *Polygonum Convolvulus* Lin. Körner kugelig bis oval. — Grösse bis 8 Mik. Kubikinhalte bis 160 Mik. — Spärliche Stärke.

Trockene Wurzel von *Rumex obtusifolius* Lin. (Radix Lapathi acuti). Körner oval, rundlich-dreieckig, elliptisch, lanzettlich oder spindelförmig-lanzettlich; oft an dem einen Rande mehr convex als an dem andern, oder selbst etwas gebogen; $\frac{1}{2}$ bis ebenso breit als lang; wenig oder nicht zusammengedrückt; einzelne mit einer Längsspalte. — Länge bis 16 und 20, Breite bis 11 Mik. Kubikinhalte bis 1160 Mik. — Schichtung und Kern sind unsichtbar; der Letztere ist wahrscheinlich dem dickern Ende genähert.

Trockene Wurzel von *Rumex sanguineus* Lin. Körner rundlich bis lanzettlich, mit abgerundeten oder spitzlichen Enden; häufig mit einer stark convexen und einer geraden oder schwach concaven Seite, nicht selten dreieckig, oft unregelmässig; bis 5- und 6 mal so lang als breit, die breitem etwas zusammengedrückt; mit einer von der schmalen Seite deutlicheren Längsspalte. — Grösse bis 24 und 30 Mik. — Dabei einzelne Zwillingkörner.

Trockene Wurzel von *Rumex crispus* Lin. Körner oval, länglich, elliptisch, birnförmig; sehr häufig dreieckig oder nierenförmig mit erhabenem Rücken, oft unregelmässig; mit abgerundeten oder spitzlichen Ecken; die breitem deutlich zusammengedrückt; die Mehrzahl mit einer von der schmalen Seite scharfen Längsspalte. — Grösse bis 20 und 32 Mik. Kubikinhalte bis 1230 Mik.

Trockener Wurzelstock von *Rumex acetosa* Lin. Körner kugelig bis länglich und kegelförmig; die grössern mit einer Höhlung, welche ziemlich die Gestalt des Korns hat. — Grösse bis 10 Mik. — Mit zusammengesetzten, wenigzähligen, häufiger ungleichtheiligen Körnern, vd. Typ. 15.

Trockene Wurzel von *Rumex maritimus* Lin. Körner rundlich, oval, länglich, kegelförmig; die breitem etwas zusammengedrückt, manche mit einer spaltenförmigen Höhlung. — Grösse bis 10 Mik. — Mit zusammengesetzten, wenigzähligen, gleich- oder ungleichtheiligen Körnern, vd. Typ. 15.

Trockener Wurzelstock von *Rumex arifolius* All. Körner kugelig oder rundlich-oval, zuweilen etwas eckig; die grössern mit einer centralen Höhlung. — Grösse bis 9 Mik. Kubikinhalte bis 240 Mik. — Mit zusammengesetzten, wenigzähligen, gleich- oder ungleichtheiligen Körnern, vd. Typ. 14.

Frischer Wurzelstock von *Aristolochia Clematitis* Lin. (Aristoloch.) Körner meist kugelig; ohne Schichtung; Kern häufiger undeutlich, bis $\frac{1}{2}$ excentrisch. — Grösse bis 11 Mik. Kubikinhalte bis 697 Mik. — Dabei einzelne zusammengesetzte Körner, aus 2 bis 4 ziemlich gleichgrossen Theilen bestehend, bis 10 Mik. gross.

Taf. XXVI, Fig. 6a Zwillig; b, c einfach, Ersteres mit, Letzteres ohne sichtbaren Kern.

Trockene Stolonen von *Asarum europaeum* Lin. (Aristoloch.) Körner kugelig oder rundlich-oval. — Grösse bis 6 Mik. Kubikinhalte bis 105 Mik. — Darunter zusammengesetzte Körner, welche aus 2 bis 4, selten aus 6 gleichgrossen Theilkörnern bestehen, bis 11 Mik. gross. — Ziemlich Stärke und viel Oel.

Trockener Wurzelstock von *Plantago maritima* Lin. (Plantagin.) Körner kugelig bis oval; selten mit einer kleinen Höhlung. — Grösse bis 11 Mik. Kubikinhalte bis 410 Mik. — Mit zusammengesetzten, wenigzähligen, häufiger ungleichtheiligen Körnern, vd. Typ. 15.

***P. media* Lin. (frisch).** Körner rundlich, bis 7 Mik. gross. — Mit zusammengesetzten und Bruchkörnern, vd. Typ. 15.

Frischer Wurzelstock und Wurzeln von *Valeriana officinalis* Lin. (Valerian.) Körner kugelig, zuweilen mit centralem Kern. — Grösse bis 9 Mik. Kubikinhalte bis 382 Mik. — Dabei zusammengesetzte, wenigzählige, gleichtheilige Körner, vd. Typ. 14.

Trockener Wurzelstock von *Valeriana salianca* All. (Valerian.) Körner kugelig oder rundlich-oval. — Grösse bis 4 und 6 Mik. Kubikinhalte bis 95 Mik. — Dabei zusammengesetzte, wenigzählige, meist ziemlich gleichtheilige Körner, vd. Typ. 14. — Stärke ziemlich reichlich.

Trockener Wurzelstock von *Valeriana tuberosa* Lin. (Valerian.) Körner kugelig, mit einer grössern oder kleinern centralen Höhlung, von welcher oft einige radiale Risse ausgehen. — Grösse bis 15 Mik. Kubikinhalte bis 1680 Mik. — Spärlich unter zusammengesetzten, wenigzähligen, ziemlich gleichtheiligen Körnern, vd. Typ. 14.

Frische Wurzelknollen von *Dahlia variabilis* Desf. (Composit.) Körner kreisrund oder rundlich-oval; die grössern bis auf $\frac{1}{4}$ und darüber zusammengedrückt; ganz homogen. — Grösse bis 40 Mik. Kubikinhalte bis 8381 Mik. — Nach der Form scheint die Stärke dem centrisch-linsenförmigen Typus anzugehören.

Taf. XXIII, Fig. 19a und b das gleiche Korn von der schmalen und breiten Seite; c linsenförmig von der breiten Seite; d oval mit einer Höhlung im Innern.

Trockene Rinde von *Cinchona* Spec. (Cortex Chinae Huanaco, — Rubiac.) Körner rundlich, unregelmässig, sehr oft mit verbogener Oberfläche. — Grösse bis 13 Mik. — Die meisten Körner sehen ganz aus, als ob sie durch feuchte Hitze verändert wären. — Stärke spärlich.

Trockener Wurzelstock von *Swertia perennis* Lin. (Gentian.) Körner rundlich, häufig genau kugelig, selten mit einer kleinen centralen Höhlung. — Grösse bis 6 und 8 Mik. Kubikinhalte bis 270 Mik. — Mit zusammengesetzten, wenigzähligen, ziemlich gleichtheiligen Körnern, vd. Typ. 14.

Trockener Wurzelstock von *Omphalodes verna* Moench (Borragin.) Körner rundlich; selten mit einer kleinen Höhlung. — Grösse bis 5 und 7 Mik. Kubikinhalte bis 120 Mik. — Mit zusammengesetzten, wenigzähligen, ziemlich gleichtheiligen Körnern, vd. Typ. 14. — Stärke ziemlich spärlich.

Trockene Stolonen von *Convolvulus Soldanella* Lin. (Convolvulac.) Körner kugelig, seltener oval; sehr wenige mit einzelnen Schichten; statt des Kerns eine kleine Höhlung, central bis $\frac{1}{2}$ excentrisch. — Grösse bis 17 Mik. Kubikinhalte bis 1950 Mik. — Unter zusammengesetzten, wenigzähligen, gleich- oder ungleichtheiligen Körnern, vd. Typ. 14.

Trockener Wurzelstock von *Convolvulus lineatus* Lin. (Convolvulac.) Einfache und zusammengesetzte (vd. Typ. 14) Körner wie bei vorhergehender Art. Grösse der erstern bis 14 Mik. Kubikinhalte bis 1170 Mik.

Trockene Stolonen von *Convolvulus Imperati* Vahl (*Batatas littoralis* Chois. — Convolvulac.) Körner kugelig oder oval-kugelig, selten mit einzelnen zarten Schichten. — Grösse bis 19 Mik. Kubikinhalte bis 2930 Mik. — Unter zusammengesetzten, wenigzähligen, meist gleichtheiligen Körnern, vd. Typ. 14.

Wurzel von *Ipomoea Turpethum* R. Br. (Convolvulac.) Nach Leon Soubeiran (*Journ. Pharm.* XXV [1854] 91) sind die Körner oval oder undeutlich dreieckig, ohne Kern und Schichtung, sehr selten mit geraden oder strahlenförmigen Rissen; einige etwas höckerig und wahrscheinlich zusammengesetzt. Grösse 20—30 und 40 Mik.

Trockener Wurzelstock von *Polemonium reptans* Lin. (Polemoniace.) Körner rundlich bis oval, bis 2mal so lang als breit; die breiteren zuweilen wenig zusammengedrückt; einige mit einer kleinen Höhlung. — Grösse bis 8 Mik. Kubikinhalte bis 140 Mik. — Mit zusammengesetzten, wenigzähligen, ziemlich gleichtheiligen Körnern, vd. Typ. 14.

Trockene Wurzel von *Atropa Belladonna* Lin. (Solanac.) Körner rundlich, oval, länglich-kegelförmig, oft etwas unregelmässig; $\frac{2}{3}$ bis ebenso breit als lang; zuweilen mit undeutlicher und spärlicher Schichtung: statt des Kerns oft eine kleine Höhlung, $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{6}$ excentrisch, wie es scheint meist am schmälern Ende. — Länge bis 14 und 18, Breite bis 13 Mik. Kubikinhalte bis 1310 Mik. — Dabei zusammengesetzte, wenigzählige, gleichtheilige Körner, vd. Typ. 14.

Trockener Wurzelstock von *Scrophularia nodosa* Lin. (Scrophularin.) Körner rundlich bis länglich und kegelförmig. — Grösse bis 9 Mik. Kubikinhalte bis 130 Mik. — Mit zusammengesetzten, wenigzähligen, gleich- oder ungleichtheiligen Körnern, vd. Typ. 14.

Trockener Wurzelstock von *Gratiola officinalis* Lin. (Scrophularin.) Körner rundlich bis oval. — Grösse bis 6 Mik. Kubikinhalte bis 70 Mik. — Mit zusammengesetzten, wenigzähligen, gleich- oder ungleichtheiligen Körnern, vd. Typ. 14.

Trockene Wurzeln von *Veronica austriaca* Lin. (Scrophularin.) Körner kugelig bis oval; die grössern mit einer kleinen centralen Höhlung. — Grösse bis 8 und 10 Mik. Kubikinhalte bis 320 Mik. — Unter zusammengesetzten, wenigzähligen, gleich- oder ungleichtheiligen Körnern, vd. Typ. 14.

Trockener Wurzelstock von *Wulfenia carinthiaca* Jacq. (Scrophularin.) Körner rundlich bis oval. — Grösse bis 5 und 7 Mik. Kubikinhalte bis 105 Mik. — Unter zusammengesetzten, wenigzähligen, gleich- oder ungleichtheiligen Körnern, vd. Typ. 14.

Trockene Wurzeln von *Pedicularis Barrelierii* Rchb. (Scrophularin.) Körner kugelig oder rundlich-oval; die grössern mit einer kleinen centralen Höhlung. — Grösse bis 9 Mik. Kubikinhalte bis 250 Mik. — Mit zusammengesetzten, wenigzähligen, ziemlich gleichtheiligen Körnern, vd. Typ. 14. — Stärke ziemlich reichlich.

Trockene Wurzeln von *P. rosea* Wulf. Körner wie bei Vorhergehender. — Grösse bis 7 Mik. Kubikinhalte bis 130 Mik. — Mit zusammengesetzten Körnern, vd. Typ. 14. — Stärke stellenweise ziemlich reichlich.

Trockene Wurzeln von *P. acaulis* Scop. Körner kugelig bis oval; die grössern mit einer kleinen centralen Höhlung. — Grösse bis 8 Mik. — Zuweilen sind die Körner bis 11 Mik. gross und dann wie aufgequollen, mit einer grossen Höhlung. — Unter zusammengesetzten, wenigzähligen, meist gleichtheiligen Körnern, vd. Typ. 14.

Trockene Wurzeln von **Primula calycina** Dub. (Primulac.) Körner kugelig bis eiförmig; in den grössern statt des Kerns eine kleine Höhlung, bis $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{3}$, excentrisch, am dickern Ende. — Grösse bis 15 Mik. Kubikinhalte bis 1280 Mik. — Die Stärkekörner schellen dem excentrisch-kegelförmigen Typus anzugehören. — Dabei zusammengesetzte, wenigzählige, meist gleichtheilige Körner, vd. Typ. 14. — Viel Stärke.

Im Wurzelstock ist das Amylum wenig reichlich in dickwandigen Zellen enthalten. Die Körner sind kleiner (bis 7 Mik. gross), rundlich bis oval, die grössern mit einer kleinen Höhlung.

Trockener Wurzelstock von **Primula officinalis** Jacq. (Primulac.) Körner rundlich bis oval; die grössern mit einer kleinen Höhlung. — Grösse bis 7 Mik. Kubikinhalte bis 100 Mik. — Dabei zusammengesetzte, 2—4 zählige Körner und Bruchkörner. — Stärke nicht reichlich; Zellen dickwandig.

Trockener Wurzelstock von **Soldanella alpina** Lin. (Primulac.) Körner kugelig, oval, oft etwas unregelmässig; zuweilen mit einer kleinen centralen Höhlung. — Grösse bis 9 Mik. Kubikinhalte bis 220 Mik. — Mit zusammengesetzten, wenigzähligen, gleichtheiligen Körnern, vd. Typ. 14. — Stärke reichlich in dickwandigen, porösen Zellen.

Trockene Wurzeln der gleichen Pflanze. Körner kugelig oder oval-kugelig; mit einer kleinen centralen Höhlung und oft mit einigen kurzen radialen Rissen. — Grösse bis 13 Mik. Kubikinhalte bis 710 Mik. — Mit zusammengesetzten Körnern, vd. Typ. 14. — Stärke reichlich in etwas dickwandigen Zellen.

Trockene kriechende Stämmchen von **Glaux maritima** Lin. (Primulac.) Körner kugelig oder kugelig-oval; oft mit einer kleinen Höhlung, von welcher kurze Risse ausgehen können. — Grösse bis 12 Mik. Kubikinhalte bis 860 Mik. — Mit zusammengesetzten, wenigzähligen, meist gleichtheiligen Körnern, vd. Typ. 14. — Stärke reichlich; Zellen nicht merklich dickwandig.

Trockener Wurzelstock von **Lysimachia vulgaris** Lin. (Primulac.) Körner kugelig oder rundlich-oval; oft mit einer centralen Höhlung und einzelnen kurzen, radialen Rissen. — Grösse bis 15 Mik. Kubikinhalte bis 1410 Mik. — Unter zusammengesetzten, wenigzähligen, gleich- oder ungleichtheiligen Körnern, vd. Typ. 14.

Trockener Wurzelstock von **Pyrola rotundifolia** Lin. (Pyrolac.) Körner rundlich oder rundlich-oval, zuweilen etwas eckig oder etwas unregelmässig; manche mit einer kleinen Höhlung. — Grösse bis 7 und 9 Mik. Kubikinhalte bis 240 Mik. — Mit zusammengesetzten, wenigzähligen, ziemlich gleichtheiligen Körnern, vd. Typ. 14.

Trockener Wurzelstock von **Astrantia major** Lin. (Umbellifer.) Körner rundlich oder rundlich-oval, oft eckig oder unregelmässig; manche mit einer kleinen Höhlung. — Grösse bis 7 Mik. Kubikinhalte bis 125 Mik. — Dabei einzelne zusammengesetzte Körner und viele Bruchkörner.

Trockener Wurzelstock von **Bupleurum longifolium** Lin. (Umbellifer.) Körner rundlich oder oval, oft unregelmässig. — Grösse bis 7 Mik. Kubikinhalte bis 105 Mik. — Dabei zusammengesetzte, wenigzählige Körner. — Stärke nicht reichlich.

Trockene Wurzel von **Meum athamanticum** Jacq. (Radix Mei. — Umbellifer.) Körner rundlich bis lanzettlich, zuweilen etwas eckig oder unregelmässig; die breitem bis auf $\frac{1}{2}$ und etwas darüber zusammengedrückt. — Grösse bis 8 Mik. Kubikinhalte bis 85 Mik. — Die kleinern Körner sind rundlich und isodiametrisch; die grössern tafelförmig oder stabförmig. — Von zusammengesetzten Körnern, wie sie in den Wurzeln der übrigen Umbelliferen vorkommen, sehe ich nichts; vielleicht sind die scheinbar einfachen zum Theil Bruchkörner.

Trockener Wurzelstock von **Gaya simplex** Gaud. (Umbellifer.) Körner rundlich bis oval, oft eckig oder unregelmässig; manche mit einer kleinen Höhlung. — Grösse bis 6 und 8 Mik. Kubikinhalte bis 150 Mik. — Dabei einzelne zusammengesetzte und viele Bruchkörner.

Trockene Wurzel von **Levisticum officinale** Koch (Umbellifer.) Körner kugelig, zuweilen etwas eckig; ohne Schichtung, mit kleiner centraler Höhlung. — Grösse bis 12 und 18 Mik. Kubikinhalte bis 2480 Mik. — Unter Bruchkörnern, vd. Typ. 14.

Trockene Wurzel von *Archangelica officinalis* Hoffm. (Umbellifer.) Körner rundlich. — Grösse bis 8 Mik. Kubikinhalte bis 165 Mik. — Stärke sehr spärlich.

Trockener Wurzelstock von *Imperatoria Ostruthium* Lin. (Umbellifer.) Körner oval, kegelförmig, länglich, zuweilen etwas gebogen, selten in der Mitte etwas eingeschnürt; $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$, selten fast so dick als lang; ohne Risse. — Grösse bis 14, Dicke bis 6 Mik. Kubikinhalte bis 264 Mik. — Wahrscheinlich ist der Kern dem schmälern Ende genähert. Taf. XXIV, Fig. 6a, b, c, d, e.

Trockene Wurzel von *Pastinaca sativa* Lin. (Umbellifer.) Nach Payen (Ann. sc. nat. 1833, II, Pag. 28; Pl. 4, Fig. L) sind die Körner rundlich, bis über die Hälfte zusammengedrückt. Grösse bis 7,5 Mik.

Trockener Wurzelstock von *Cornus suecica* Lin. (Corn.) Körner kugelig bis oval, die grössern mit einer kleinen Höhlung. — Grösse bis 7 und 9 Mik. Kubikinhalte bis 210 Mik. — Unter zusammengesetzten, wenigzähligen, ziemlich gleichtheiligen Körnern, vd. Typ. 14.

Trockener Wurzelstock von *Sedum Fabaria* Koch (Crassulac.) Körner rundlich, rundlich-dreieckig, oval, kegelförmig, spindelförmig, lanzettlich; zuweilen etwas gebogen, sehr oft mehr oder weniger unregelmässig, manche mit 1 oder auch 2 und 3 vorspringenden Ecken und warzenförmigen Fortsätzen; $\frac{1}{4}$ bis ebenso breit als lang, die breiteren wenig zusammengedrückt; ohne Schichtung, manche mit einer Längsspalte. — Länge bis 17, Breite bis 12 Mik. Kubikinhalte bis 1020 Mik. — Dabei einzelne zusammengesetzte, wenigzählige Körner, welche sowohl durch Theilung des Kerns, als durch Abschneiden von Ecken oder Fortsätzen entstanden sind.

Trockener Wurzelstock von *Drummondia mitelloides* DC. (Saxifragac.) Körner oval, kegelförmig, stabförmig, spindelförmig; zuweilen dreieckig, häufig etwas gebogen, meist mehr oder weniger unregelmässig; $\frac{1}{4}$ bis fast so breit als lang, die breiteren etwas zusammengedrückt; manche mit einer Höhlung oder mit einer Längsspalte. — Grösse bis 14 Mik. Kubikinhalte bis 490 Mik. — Dabei ungleichhälftige Zwillingskörner. — Stärke ziemlich reichlich.

Trockener Wurzelstock von *Mitella diphylla* Lin. (Saxifragac.) Körner rundlich, oval, länglich, kegelförmig, rundlich-dreieckig und nierenförmig; oft mehr oder weniger unregelmässig; $\frac{2}{3}$ bis ebenso breit als lang, die breiteren bis auf $\frac{1}{2}$ zusammengedrückt. — Grösse bis 15 Mik. Kubikinhalte bis 590 Mik. — Stärke ziemlich reichlich.

Trockene Wurzel von *Ranunculus pyrenaeus* Lin. (Ranunculac.) Körner rundlich, rundlich-dreieckig, nierenförmig, oval, oder kurz-kegelförmig; häufig mehr oder weniger unregelmässig; zusammengedrückt; ohne Schichtung; von der schmalen Seite nicht selten mit einer Längsspalte. — Grösse bis 14 Mik.

Trockene verdickte Wurzeln von *Ficaria ranunculoides* Moench Var. aus Algier (*Ranunculus Ficaria* Lin. — Ranunculac.) Körner rundlich, rundlich-dreieckig und viereckig, oval, kegelförmig; häufig mehr oder weniger unregelmässig; die breiteren bis auf die Hälfte und darüber zusammengedrückt; ohne Schichtung; von der schmalen Seite nicht selten mit einer Längsspalte. — Grösse bis 24 Mik. Kubikinhalte bis 3500 Mik. — Dabei nicht selten Zwillingskörner. — Die Stärke scheint dem excentrisch-kegelförmigen (7) oder keilförmigen (8) Typus anzugehören; in den Wurzeln der einheimischen Pflanze zeigen die Körner deutlich einen excentrischen, keilförmigen oder zusammengedrückten Bau, vd. Typ. 8.

Trockener Wurzelstock von *Podophyllum peltatum* Lin. (Berberid.) Körner kugelig bis oval. — Grösse bis 5 Mik. Kubikinhalte bis 35 Mik. — Dabei zusammengesetzte, vielzählige Körner und Bruchkörner, vd. Typ. 16.

Trockener Wurzelstock von *Sanguinaria canadensis* Lin. (Papaverac.) Körner rundlich, oval, kegelförmig, oft etwas unregelmässig; zuweilen mit einer Höhlung. — Grösse bis 16 Mik. — Mit zusammengesetzten, wenigzähligen, häufiger ungleichtheiligen Körnern, vd. Typ. 15. — Die Stärke gehört sicher einem excentrischen Typus an.

Frischer Wurzelstock von *Papaver orientale* Lin. (Papaverac.) Körner rundlich bis länglich; $\frac{1}{2}$ bis ebenso dick als lang. — Grösse bis 8 Mik. Kubikinhalte bis 140 Mik.

Trockene Schuppen der blattachselständigen Brutzwiebeln von **Dentaria bulbifera** Lin. (Crucifer.) Körner oval, kegelförmig oder rundlich-dreieckig; die breitem zusammengedrückt; einzelne mit einer Längsspalte. — Grösse bis 14 Mik. Kubikinhalte bis 710 Mik. — Die Stärke scheint dem excentrisch-kegelförmigen Typus anzugehören. — Die Zellen sind ganz mit Amylumkörnern gefüllt.

Frische Wurzel von **Cochlearia Armoracia** Lin. (Crucifer.) Körner kugelig bis länglich; $\frac{1}{2}$ bis ebenso breit als lang, zuweilen wenig zusammengedrückt; manche mit einer rundlichen, länglichen oder spaltenförmigen Höhlung im Innern. — Grösse bis 11 und 14 Mik. Kubikinhalte bis 350 Mik.

Trockener Wurzelstock von **Parnassia palustris** Lin. (Parnass.) Körner rundlich bis länglich-oval und kegelförmig, oft etwas unregelmässig; mit einer Höhlung, einer Spalte oder einigen Rissen. — Grösse bis 18 Mik. — Typus nicht zu bestimmen. Der Kern ist excentrisch; einige Mal schien er am dünnern Ende zu liegen.

Trockener Wurzelstock von **Viola palustris** Lin. (Violar.) Körner kugelig oder rundlich-oval. — Grösse bis 8 Mik. Kubikinhalte bis 190 Mik. — Dabei zusammengesetzte, wenigzählige, gleich- oder ungleichtheilige Körner, vd. Typ. 15.

Frisches Mark des Stammes von **Cereus variabilis** Pfeiff. (*C. quadrangularis* Hort. — Cact.) Körner rundlich oder oval, seltener kegelförmig; meist von unregelmässiger Gestalt und mit vorspringenden rundlichen oder stumpfen Ecken; zuweilen auf einer Seite in eine scharfe Kante auslaufend; $\frac{1}{2}$ bis ebenso breit als lang, die breitem etwas zusammengedrückt ($\frac{1}{3}$ bis ebenso dick als lang); Schichtung deutlich, meist mehr oder weniger unregelmässig, sehr häufig mit spiralförmig gebogenem oder gebrochenem Verdickungsradius (im letztern Falle aus 2 bis 5 Schichtensystemen bestehend); Kern mehr oder weniger, in einzelnen Fällen bis $\frac{1}{50}$ excentrisch. — Länge bis 100, Dicke bis 60 Mik. — Dabei halbzusammengesetzte Körner, vd. Typ. 11, — und zusammengesetzte, wenigzählige, ungleichtheilige Körner, vd. Typ. 15.

Taf. XIV; XV, Fig. 1—3, 6—8; XXV, Fig. 9 d, e.

Im Marke eines jungen, $1\frac{1}{2}$ Zoll langen Sprosses kamen viel kleinere einfache und dabei zahlreiche zusammengesetzte Körner und Bruchkörner vor, während letztere in ältern Stengeln selten waren. An den Bruchkörnern erkannte man zuweilen den excentrischen Bau. Es wäre möglich, dass aus denselben sich die oben beschriebenen, unregelmässig geschichteten, sowie die halbzusammengesetzten und auch die zusammengesetzten Körner des ausgebildeten Markes entwickelt hätten. — Die Stärkekörner in der Basis des Sprosses waren beträchtlich grösser als an der Spitze desselben. Diejenigen des Rindenparenchyms, welche übrigens nur spärlich vorhanden waren, gleichen denen des Markes vollkommen.

Frisches Mark des Stammes von **Cereus Martianus** Zuccar. (Cact.) Körner rundlich, zuweilen etwas unregelmässig oder durch Druck etwas polyedrisch; bald ebenso dick als breit, bald linsenförmig zusammengedrückt (bis auf $\frac{2}{3}$ der Breite); mit wenig zahlreichen Schichten; Kern central oder dem einen Rande genähert. — Grösse bis 35 Mik. Kubikinhalte bis 7010 Mik. — Manche Körner sind an der Oberfläche maschig gezeichnet (vielleicht eine Form der Auflösung). — Dabei halbzusammengesetzte Körner mit 2 bis 3 Kernen und einzelne zusammengesetzte. — Einzelne Zellen des Markparenchyms sind mit Stärke gefüllt.

Taf. XXIV, Fig. 4 a und b ein linsenförmiges Korn von der Fläche und im Durchschnitt gesehen, in der letztern Ansicht mit einer Längsspalte; c mit 2 Kernen und einer Spalte zwischen denselben, auf der einen Seite 2 Bruchflächen; d mit maschiger Zeichnung der Oberfläche; e kugelig-eiförmig mit gestutztem hinterem Ende (vielleicht ebenfalls eine Bruchfläche).

Stamm von **Cereus erinaceus** Haw. (Echinocactus e. — Cact.) Nach Payen (Ann. sc. nat. 1838, II, Pag. 18) zeigen die Körner einige concentrische Schichten und sind ausgezeichnet durch die unregelmässigen, gewöhnlich abgerundeten Formen und durch strahlenförmige buchtige Risse (*fentes sinueuses*). — Grösse bis 75 Mik. — Stärke sehr spärlich in einem alten exotischen Stamme.

In dem Mark einer cultivirten Pflanze fand Payen (l. c. Pag. 27; Pl. 4, Fig. E) die Körner kugelig oder etwas unregelmässig; Schichtung und Kern undeutlich. — Grösse bis 12 Mik. — Dabei Doppelkörner.

Cereus peruvianus Haw. (Cactus p.). Nach Payen (l. c. Pag. 24; Pl. 6, Fig. 21) sind die Körner im Allgemeinen sphäroidisch oder ellipsoidisch, zuweilen etwas unregelmässig; mit einigen deutlichen Schichten; Kern oft sichtbar, bis etwa $\frac{1}{3}$ excentrisch. — Grösse bis 30 Mik. — Dabei viele zusammengesetzte, 2-4zählige Körner; Theilkörner oft geschichtet mit excentrischem Kern.

Stamm von **Cereus flagelliformis** Mill. (Cactus f.) Nach Payen (l. c. Pag. 26; Pl. 4, Fig. D) sind die Körner von unregelmässiger Form, manche mit buchtiger Oberfläche, bis über $\frac{1}{2}$ der Breite zusammengedrückt. Grösse bis 15 Mik. — Dabei undeutlich-zusammengesetzte, wenigzählige Körner.

Cereus serpentinus Lagasc. (Cactus s.) Nach Payen (l. c. Pag. 28; Pl. 4, Fig. M) sind die Körner rundlich, zuweilen uneben; Schichtung und Kern meist unsichtbar. Grösse bis 7,5 Mik. — Dabei Doppelkörner.

Cereus monstrosus DC. (Cactus m.) Nach Payen (l. c. Pag. 28; Pl. 4, Fig. N) sind die spärlichen Stärkekörner rundlich; Schichtung und Kern unsichtbar. Grösse bis 6 Mik.

Mamillaria discolor Haw. (Cact.) Nach Payen (l. c. Pag. 27; Pl. 4, Fig. J) sind die Körner rundlich, zuweilen uneben; Schichtung und Kern unsichtbar. Grösse bis 8 Mik. — Dabei Doppelkörner.

Frisches Mark und Rindenparenchym von **Rhipsalis funalis** Salm (Cact.) Körner rundlich oder rundlich-oval, oft etwas eckig oder unregelmässig; wenig bis fast auf die Hälfte zusammengedrückt; zuweilen mit einigen zarten concentrischen Schichten; von der schmalen Seite oft eine Längsspalte. — Grösse bis 22 Mik. — Dabei zusammengesetzte, 2- bis 3-, selten mehrzählige Körner. — Die Stärke ist in Chlorophyllkörnern entstanden.

Taf. XX, Fig. 64—67 ausgebildet; 65, 67 einfach (A und B von der breiten und schmalen Seite); 64, 66 zusammengesetzt. Fig. 53—63 unausgebildete Stärkekörner, zum Theil noch in Chlorophyll eingeschlossen, vgl. die Erklärung der Abbildungen.

Stamm von **Opuntia brasiliensis** Haw. (Cactus b. — Cact.) Nach Payen (Ann. sc. nat. 1838, II, Pag. 25; Pl. 4, Fig. B) sind die Körner von unregelmässiger Form, mit Erhabenheiten und Vertiefungen; Schichtung und Kern undeutlich. Grösse bis 20 Mik. — Einzelne endigen in einen seitlich gebogenen Haken (wahrscheinlich zum Theil Auflösungsformen). — Dabei zusammengesetzte, wenigzählige Körner.

Opuntia curassavica Mill. Nach Payen (l. c. Pag. 27; Pl. 4, Fig. H) sind die Körner rundlich oder länglich, etwas buchtig; Schichtung und Kern unsichtbar. Grösse bis 10 Mik. — Dabei Zwillings- und Drillingskörner.

Opuntia Tuna Mill. (Cactus o. t.) Nach Payen (l. c. Pag. 27; Pl. 4, Fig. F) sind die Körner kugelig, zuweilen etwas unregelmässig; Schichtung und Kern unsichtbar. Grösse bis 10 Mik. — Dabei Doppelkörner.

Opuntia Ficus indica Mill. hat nach Payen (l. c. Pag. 27; Pl. 4, Fig. G) gleiche Körner, nur etwas kleiner und namentlich spärlicher.

Mark von **Pereskia grandifolia** Haw. (Cactus P. grandiflora — Cact.) Nach Payen (l. c. Pag. 25; Pl. 4, Fig. A) sind die Körner rundlich, meist unregelmässig und eckig; mit einigen deutlichen Schichten und mehr oder weniger excentrischem Kern. Grösse bis 22,5 Mik. — Dabei viele Bruchkörner.

Trockene Wurzel von **Portulaca megalantha** Steud. (Portulac.) Körner kugelig oder rundlich-oval; zuweilen mit einer centralen Höhlung. — Grösse bis 14 Mik. Kubikinhalt bis 1380 Mik. — Mit zusammengesetzten, wenigzähligen, gleichtheiligen Körnern, vd. Typ. 14.

Knollen von **Ullucus tuberosus** Lozano (Portulac.) Nach Leon Soubeiran (Journ. Pharm. XXV [1854] 99) sind die kleinern Körner oval oder kugelig, die grösseren verlängert und ein wenig gekrümmt, einige undeutlich-dreieckig; die länglichen Körner mit deutlichen Schichten und Kern. Grösse 20 bis 50 und 60 Mik.

Trockene Wurzel von **Saponaria officinalis** Lin. (Caryophyll.) Körner rundlich oder scharfeckig, die Letztern offenbar Bruchkörner. Grösse bis 7 und 8 Mik. — Stärke spärlich.

Frische Wurzel von **Althaea rosea** Cav. (Malvac.) Körner rundlich oder oval, selten länglich; nicht oder wenig zusammengedrückt. — Grösse bis 7 und 9 Mik. Kubikinhalte bis 300 Mik. — Stärke spärlich.

Trockenes Fruchtfleisch von **Adansonia digitata** Lin. (Sterculiac.) Körner rundlich-oval bis elliptisch, der eine Rand oft stark-gewölbt, der andere fast gerade; $\frac{1}{2}$ bis ebenso breit als lang, die breiten deutlich-zusammengedrückt; ohne oder mit wenigen zarten Schichten; meist mit einer spaltenförmigen Höhlung, welche von der schmalen Seite ziemlich stark, von der breiten sehr schwach erscheint und von welcher oft zarte Querrisse abgehen. — Grösse bis 18 Mik. Kubikinhalte bis 1640 Mik. — Die Stärke erinnert etwas an den centrisc-ovalen Typus.

Frische Wurzel von **Androsæmum officinale** All. (Hypericin.) Körner rundlich oder oval, oft unregelmässig; bis auf $\frac{1}{4}$ der Breite zusammengedrückt; oft mit einer Höhlung im Innern, oder eingefallen. — Grösse bis 14 und 18 Mik. Kubikinhalte bis 670 Mik.

Trockener kriechender Wurzelstock von **Hypericum elodes** Lin. (Hypericin.) Körner rundlich oder rundlich-oval, meist wenig zusammengedrückt; von der schmalen Seite gewöhnlich mit einer Längsspalte. — Grösse bis 13 Mik. Kubikinhalte bis 640 Mik. — Unter zusammengesetzten, wenigzähligen, gleich- oder ungleichtheiligen Körnern, vd. Typ. 14.

Cortex **Alcornoco** (Rinde von *Byrsonima crassifolia* DC.? — Malpighiac.) Körner kugelig oder oval, 1- bis fast 2mal so lang als dick; ohne Schichtung und Kern; statt des Kerns selten eine kleine Höhlung, bis $\frac{1}{4}$ excentrisch; die beiden Enden, wie es scheint, gleich dick. — Länge bis 18, Dicke bis 13 Mik. Kubikinhalte bis 1521 Mik. — Dabei zusammengesetzte, wenigzählige, meist gleichtheilige Körner, vd. Typ. 14.

Frischer Wurzelstock von **Euphorbia Cyparissias** Lin. (Euphorbiac.) Körner rundlich, oval, kegelförmig. — Grösse bis 10 Mik. — Dabei Bruchkörner mit 1—4 Bruchflächen, 2—8 Mik. gross. Unzerfallene zusammengesetzte Körner sehe ich nur wenige innerhalb der Zellen; sie bestehen aus 2 bis etwa 6 und 8, häufiger ungleichgrossen Theilkörnern.

Trockene Rinde von **Croton Eluteria** Swartz (Cascarillrinde, — Euphorbiac.) Körner rundlich oder oval, zuweilen etwas eckig oder unregelmässig; manche hohl — Grösse bis 12 und 14 Mik. Kubikinhalte bis 700 Mik.

Trockene Rinde von **Galipea officinalis** Hancock (Cortex Angusturæ verus — Diosm.) Körner kugelig oder rundlich-eckig; manche mit einer oft grossen Höhlung. — Grösse bis 12 Mik. Kubikinhalte bis 700 Mik. — Stärke spärlich.

Trockene Wurzel von **Dictamnus albus** Lin. (Diosm.) Körner rundlich oder eckig. — Grösse bis 8 Mik. Kubikinhalte bis 200 Mik. — Manche davon sind wahrscheinlich Bruchkörner. Unzerfallene zusammengesetzte Körner sind wenige sichtbar; sie bestehen aus 2—8 ziemlich gleichgrossen Theilkörnern. — Stärke spärlich.

Trockene Rinde von **Guajacum officinale** Lin. (Cortex Guajacoi — Zygophyll.) Körner rundlich, rundlich-dreieckig, kegelförmig oder länglich-oval, zuweilen etwas unregelmässig; manche mit einer kleinen centralen Höhlung. — Grösse bis 10 Mik. — Wenig Stärke.

Trockene bewurzelte Stengelbasis von **Myriophyllum verticillatum** Lin. (Halorag.) Körner kugelig oder rundlich-oval; die grösseren mit einer Höhlung. — Grösse bis 10 Mik. Kubikinhalte bis 360 Mik. — Mit zusammengesetzten, wenigzähligen, ziemlich gleichtheiligen Körnern, vd. Typ. 15.

Trockene bewurzelte Stolonen von **Trapa natans** Lin. (Trap.) Körner rundlich oder rundlich-oval, die grösseren etwas zusammengedrückt; von der schmalen Seite mit einer Längsspalte. — Grösse bis 12 Mik. Kubikinhalte bis 460 Mik. — Die Stärke erinnert an den excentrisch-linsenförmigen Typus. — Dabei Zwillings- und Drillingskörner.

Trockene Wurzelrinde von **Punica Granatum** Lin. (Cortex Radicis Granati — Granat.) Körner rundlich bis länglich-oval, zuweilen dreieckig, häufig etwas unregelmässig. — Grösse bis 9 Mik. — Stärke spärlich.

Trockener Wurzelstock von *Tormentilla erecta* Lin. (Radix Tormentillae — Rosac.) Körner rundlich bis länglich, häufig dreieckig mit abgerundeten Ecken, fast immer unregelmässig; mehr oder weniger zusammengedrückt; von der schmalen Seite meist mit einer Längsspalte; zuweilen an dem convexen Rande etwas verdickt, an dem gegenüberliegenden kantenförmig-verdünnt. — Grösse bis 17 Mik. — Die Amylumkörner scheinen durch schwache Hitze verändert zu sein; sowohl von der breiten, als von der schmalen Seite ist der Rand oft etwas verbogen mit buckelartigen Erhabenheiten. — Zellen dicht-gedrängt voll Stärke.

Trockene Wurzel von *Spiraea Filipendula* Lin. (Rosac.) Körner rundlich-dreieckig, oval, kegelförmig, spindelförmig; oft mehr oder weniger unregelmässig; manche mit einer Höhlung. — Grösse bis 12 Mik. — Unter zusammengesetzten, wenigzähligen, gleich- oder ungleichtheiligen Körnern, vd. Typ. 15.

Trockene Wurzel von *Ononis spinosa* Lin. (Radix Ononidis — Papilionac.) Körner rundlich, seltener oval, oft etwas eckig; viele mit einer kleinern oder etwas grössern centralen Höhlung. — Grösse bis 7 Mik. Kubikinhalte bis 90 Mik. — Dabei einzelne zusammengesetzte, wenigzählige Körner; auch manche der scheinbar einfachen mögen Bruchkörner sein.

Trockener Wurzelstock von *Trifolium alpinum* Lin. (Papilionac.) Körner rundlich bis länglich, kegelförmig und länglich-spindelförmig; bis 3 mal so lang als dick und darüber. — Länge bis 10 Mik. Kubikinhalte bis 55 Mik.

Trockener Wurzelstock von *T. montanum* Lin. Körner oval, kegelförmig, spindelförmig, häufig lineal; bis 4 mal so lang als dick und darüber. — Länge bis 11 Mik. Kubikinhalte bis 45 Mik.

Trockene Wurzel von *T. badium* Schreb. Körner rundlich, oval, kegelförmig; bis 2 mal so lang als breit, die breiteren etwas zusammengedrückt; manche mit einer kleinen Höhlung. — Länge bis 10 Mik. Kubikinhalte bis 120 Mik. — Dabei Zwillings- und Drillingskörner. — Stärke bei allen 3 Arten von *Trifolium* nicht reichlich.

Trockene Wurzel von *Glycyrrhiza* (Papilionac.) Körner meist kugelig, zuweilen länglich-oval oder oval-kegelförmig, nicht selten etwas unregelmässig; wenige mit einer kleinen centralen Höhlung. — Grösse bis 10 Mik. Kubikinhalte bis 250 Mik. — Dabei zusammengesetzte, 2—4 zählige Körner, und Bruchkörner. — Die Stärke findet sich im Mark, in der Rinde und im Holz.

Trockene Wurzel von *Phaca alpina* Jacq. (Papilionac.) Körner rundlich bis oval. — Grösse bis 7 Mik. Kubikinhalte bis 105 Mik. — Dabei zusammengesetzte, 2—4 zählige Körner, bis 9 Mik. gross. — Stärke nicht reichlich.

Trockener Wurzelstock von *Astragalus incanus* Lin. (Papilionac.) Körner rundlich oder oval. Grösse bis 13 Mik. Kubikinhalte bis 650 Mik. — Mit zusammengesetzten, wenigzähligen, meist gleichtheiligen Körnern, vd. Typ. 14. — Stärke nicht sehr reichlich in den Markzellen, deren Wandungen sehr dick, geschichtet und gallertartig sind.

Sporen von *Chara*. Sie enthalten zweierlei Arten von Stärkekörnern, 1) grössere, rundliche, zusammengedrückte, vd. Typ. 2 (Pag. 417), 2) kleinere, ohne Schichtung und Kern. Die Letzteren stimmen in der Form oft ziemlich mit denjenigen in den Samen der Hülsengewächse überein und scheinen somit dem Typ. 3 sich zu nähern; abweichend ist aber die schneidenförmige Verdünnung nach dem concaven Rande, welche in den mittlern Altersstadien immer vorhanden ist, später aber mehr oder weniger vollständig verschwinden kann. Von den grossen Körnern halte ich die kleinen für verschieden, da jene in der Queransicht immer spindelförmig oder elliptisch, nie kegelförmig oder birnförmig sich zeigen. Wenn man die kleinen Körner, die sonst homogen erscheinen, trocken bis auf 210 Grad Cent. erhitzt, und sie in Weingeist betrachtet, so bemerkt man in vielen eine kleine Gasblase, welche die Stelle des Schichtencentrums andeutet. Ihre Lage entspricht der Mitte der gebogenen Spalte, die vorher schon sichtbar war. Die Excentricität beträgt sonach $\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{2}$ und etwas darüber.

Frische Sporen von *Chara foetida* A. Braun. Körner meist dreieckig; seltener viereckig, oval, niereenförmig, oder unregelmässig; bis auf die Hälfte und darüber zusammengedrückt; der eine Rand gerade oder concav, und in eine

mehr oder weniger scharfe Schneide verdünnt, der andere stark convex und verdickt (so dass der Querschnitt Bege- oder birnförmig erscheint); ohne Schichten und Kern; von der breiten Seite zuweilen mit einer zarten gebogenen Spalte, von deren Mitte einige kurze Risse ausgehen können. — Grösse bis 20 Mik. — Taf. XVIII, Fig. 3, 4 (A und B das nämliche Korn von der breiten und schmalen Seite), 5, 6.

In jungen Sporen haben die Körner die gleiche dreieckige Gestalt; nur ist der gerade Rand mehr geschärft. Taf. XVIII, Fig. 7, a und b das gleiche Korn von der breiten und schmalen Seite; c, d, e in der breiten Ansicht. — Die kleinsten Körner sind kugelig (Fig. 8).

Trockene Sporen von *Ch. hispida* Lin. Körner rundlich, oval, häufig nierenförmig oder dreieckig mit gerundeten Ecken, oft unregelmässig; an dem geraden oder concaven Rande häufig verdünnt; die breiten bis auf die Hälfte zusammengedrückt; in der breiten Längsansicht mit einer zarten Spalte, welche in den nierenförmigen und dreieckigen Körnern gebogen und dem convexen Rande genähert ist, von der schmalen Seite mit einer deutlichen Spalte. — Grösse bis 16 und 25 Mik. Kubikinhalte bis 2500 Mik.

Trockene Sporen von *Ch. aspera* Willd. Körner meist dreieckig oder nierenförmig, zuweilen oval oder unregelmässig; kaum $\frac{1}{2}$ bis fast ebenso breit als lang, bis auf $\frac{2}{3}$ der Länge zusammengedrückt; der eine Rand meistens stark-convex und verdickt, der andere wenig convex, gerade oder concav und schneidenartig-verdünnt; von der breiten Seite zuweilen eine sehr zarte, gebogene und etwas excentrische Spalte; von der schmalen eine etwas stärkere gerade Medianspalte. — Grösse bis 16 Mik.

Trockene Sporen von *Ch. alopecuroidea* Willd. Körner nierenförmig oder 3-, seltener 4- und 5eckig; meist fast so breit als lang, bis auf die Hälfte und darüber zusammengedrückt; an dem einen Rande wenig dicker als an dem andern. Grösse bis 22 Mik. — Dabei kleinere Körner, die einen verdickten convexen und einen geschärften, mehr concaven Rand haben, — wie bei *Ch. aspera*.

Die übrigen Arten von *Chara* besitzen ähnliche Körner wie die bisher beschriebenen, nämlich: *Ch. Baueri* A. Braun. Grösse bis 25 Mik. — *Ch. barbata* Meyen. Grösse bis 20 Mik. — *Ch. fragilis* Desv. Grösse bis 17 Mik. — *Ch. contraria* A. Braun. Grösse bis 20 Mik. — *Ch. gymnophylla* A. Braun. Grösse bis 21 Mik. — *Ch. coronata* Ziz. Grösse bis 18 Mik. (Alle Arten wurden trocken untersucht.)

Trockene Gynosporen von *Isoetes lacustris* Lin. Körner kugelig, seltener etwas unregelmässig. — Grösse bis 8 Mik. Kubikinhalte bis 268 Mik. — Stärke ziemlich spärlich, zwischen Oel und Plasmakörpern eingebettet.

Trockener Pollen von *Pinus sylvestris* Lin. (Abietin.) Körner oval oder birnförmig. Grösse bis 4 Mik. — Spärliche Stärke neben viel Oel.

Frischer Pollen von *Avena pubescens* Lin. (Gramin.) Körner rundlich, oval, birnförmig. Grösse bis 4,5 Mik. — Stärke reichlich.

Frischer Pollen von *Bromus mollis* Lin. Körner wie bei Vorhergehender. Grösse bis 6 Mik. — Stärke reichlich.

Pollen von *Alpinia nutans* Rosc. (Globba u. — Zingiberac.) Nach Payen (Ann. sc. nat. 1838, II, Pag. 26; Pl. 5, Fig. 4) sind die Körner länglich, zuweilen etwas gebogen, bis 3mal so lang als breit. Grösse bis 15 Mik. — Die grösseren Pollenkörner enthalten reichliche, die kleineren keine Stärke.

Pollen von *Najas major* Roth. (Najad.) Nach Payen (Ann. sc. nat. 1838, II, Pag. 28; Pl. 5, Fig. 5, 6) und Fritzsche (Ueber den Pollen Tab. III, Fig. 5) sind die Körner oval bis cylinderähnlich, mehr oder weniger gebogen, bis 2- und 3mal so lang als breit. Grösse bis 7,5 Mik. — Stärke reichlich.

Pollen von *Ruppia maritima* Lin. (Najad.) Nach Payen (Ann. sc. nat. 1838, II, Pag. 27; Pl. 3, Fig. 25) sind die Körner rundlich oder oval, mehr oder weniger unregelmässig, zuweilen cylindrisch mit abgerundeten Enden; mehr oder weniger gekrümmt. Grösse bis 11 Mik. — Stärke reichlich.

Frischer Pollen von *Syringa vulgaris* Lin. (Oleac.) Körner rundlich. Grösse kaum 3 Mik. — Stärke wenig reichlich, neben Oel.

Frischer Pollen von Veronica Chamaedrys Lin. (Scrophularin.) Körner rundlich, oval, birnförmig. Grösse bis 6 Mik. — Stärke reichlich.

Frischer Pollen von Ranunculus bulbosus Lin. (Ranunculac.) Körner rundlich. — Grösse höchstens 3 Mik.

Frischer Pollen von Viola cornuta Lin. (Violar.) Körner rundlich, oval, birnförmig. Grösse bis 4 Mik. — Stärke reichlich.

Frischer Pollen von Geranium molle Lin. (Geraniac.) Körner mehr oder weniger rundlich. Grösse bis 3 Mik. — Stärke ziemlich reichlich.

Frischer Pollen von G. pratense Lin. Körner rundlich, oval, birnförmig. Grösse bis 5 Mik. — Im Zelleulumen und in den Zwischenkörpern befinden sich die gleichen Stärkekörner.

Trockenes Sameneiweiss von Encephalartos spiralis Lehm. (Cycadeac.) Körner rundlich bis oval, zuweilen dreieckig oder nierenförmig, nicht selten mehr oder weniger unregelmässig; zusammengedrückt (die breitesten bis auf $\frac{2}{3}$ und $\frac{1}{3}$ der Breite); ohne Schichtung und Kern; mit einer Längsspalte, die von der schmalen Seite ziemlich stark, von der breiten selten sichtbar und viel schwächer ist. — Grösse bis 15 und 20 Mik. — Dabei zusammengesetzte, wenigzählige Körner. — Viele Körner sind durch Hitze etwas verändert. — Die Stärke im Embryo gehört dem excentrischen kegelförmigen Typus an (vd. Pag. 437).

Trockenes Sameneiweiss von Brachypodium pinnatum Beauv. (Festuca p. Moench, Bromus rupestris Host — Gramin.) Körner rundlich bis länglich; oft kegelförmig, dreieckig oder nierenförmig; meist mehr oder weniger unregelmässig; 1–4 mal so lang als breit, die breiten etwas zusammengedrückt; manche hohl, die zusammengedrückten von der schmalen Seite mit einer Längsspalte. — Länge bis 11, Breite bis 8 Mik. — Dabei einzelne zusammengesetzte, 2- und 3zählige Körner und einzelne Bruchkörner. — Stärke ganz wie bei Bromus.

Trockenes Sameneiweiss von Boissiera bromoides Hochst. (Gramin.) Körner rundlich und rundlich-dreieckig bis kegelförmig und länglich; die breiten über die Hälfte zusammengedrückt. — Grösse bis 7 Mik. Kubikinhalte bis 35 Mik. — Die Stärke stimmt ganz mit Bromus.

B. bromoides Hochst. Var. Pappophorum Pumilio Trin. (trocken). Körner oval bis länglich-lanzettlich, $\frac{1}{2}$ – $\frac{2}{3}$ so dick als lang. — Länge bis 6, Dicke bis 2.5 Mik.

Sameneiweiss von Bromus (Gramin.). Die Körner sind einfach, meist ohne Schichtung und Kern. Selten ist der Bau deutlich und dann immer centrisch, aber bald mehr kugelig, bald mehr rundlich-linsenförmig, bald oval oder lanzettlich und dabei fast stielrund oder zusammengedrückt. — Sehr selten kommen einzelne deutliche zusammengesetzte, 2- und 3zählige Körner vor; bei manchen Arten dagegen finden sich Formen in grösserer oder geringerer Menge, welche in der Mitte etwas eingeschnürt sind und die Zwillingkörner sein könnten.

Trockenes Sameneiweiss von Bromus madritensis Lin. Körner kugelig oder kugelig-oval, zuweilen etwas unregelmässig, viele wenig zusammengedrückt; Schichten concentrisch, zart und zahlreich; statt des centralen Kerns eine kleine Höhlung, selten kugelig, zuweilen länglich, öfter plattgedrückt; von derselben können einzelne oder zahlreiche Risse ausstrahlen; manchmal eine von der schmalen Seite deutliche Mediauspalte. — Grösse bis 40 und 45 Mik. Kubikinhalte bis 13500 Mik.

B. polystachyus DC. hat in unreifen Samen einfache ähnliche Körner.

B. maximus Desf. (trocken). Körner wie bei *B. madritensis*, im Durchschnitt etwas kleiner.

B. Gussonii Parlat. (trocken). Körner rundlich-oval, rundlich-nierenförmig, dreieckig, sehr häufig in der Mitte etwas zusammengezogen und dadurch viereckig; fast nicht oder bis auf die Hälfte zusammengedrückt; Schichten unsichtbar oder concentrisch und zart; von der schmalen Seite häufig eine Längsspalte, von der breiten Seite zuweilen einzelne strahlenförmige Risse. — Grösse bis 35 Mik. Kubikinhalte bis 10980 Mik. — Die Stärke hat Aehnlichkeit mit der-

jenigen der Hordeaceen, unterscheidet sich aber durch die mehr eckigen (nie kreisrunden) Formen, sowie durch den Mangel der kleinen Körner. In einer Zelle liegen nur solche von annähernd gleicher Grösse.

B. rigidus Roth (trocken). Körner rundlich, nierenförmig, 3- und 4eckig; zuweilen etwas unregelmässig und häufig in der Mitte etwas zusammengezogen; fast kaum, bis auf die Hälfte zusammengedrückt; Schichten concentrisch und zart oder undeutlich; eine oft spaltenförmige Höhlung, von der einzelne kurze, radiale Risse ausgehen können. — Grösse bis 33 und 40 Mik. Kubikinhalte bis 12640 Mik. — Die Stärke ist derjenigen von *B. Gussonii* ganz ähnlich.

Samen aus dem Berliner Garten (1855) haben bis 24 und 29 Mik., solche aus dem Pariser Garten bis 20 und 24 Mik. grosse Stärkekörner, die sich übrigens im Wesentlichen wie die beschriebenen verhalten.

B. wolgensis Jacq. (trocken). Körner rundlich oder rundlich-oval; seltener oval, rundlich-birnförmig oder dreieckig; $\frac{1}{2}$ bis ebenso breit als lang, wenig oder nicht zusammengedrückt; mit einzelnen deutlichen concentrischen Schichten; an der Stelle des centralen Kerns eine rundliche oder längliche Höhlung, seltener eine Längsspalte. — Grösse bis 31 Mik. Kubikinhalte bis 8500 Mik. — Dabei zusammengesetzte, 2-4zählige Körner.

B. squarrosus Lin. (trocken). Körner rundlich bis oval, zuweilen etwas unregelmässig; $\frac{1}{2}$ bis fast ebenso breit, die breiteren wenig zusammengedrückt; zuweilen mit einer centralen Höhlung. — Länge bis 11 Mik. Kubikinhalte bis 280 Mik.

B. arvensis Lin. (trocken). Körner rundlich bis oval, etwas zusammengedrückt; viele mit einer centralen Höhlung. — Länge bis 17 Mik. Kubikinhalte bis 690 Mik.

B. rubens Lin. (trocken). Körner rundlich, rundlich-nierenförmig, oval; oft etwas eckig; die breiteren bis gegen $\frac{1}{2}$ zusammengedrückt. — Länge bis 13 und 17 Mik.

B. erectus Huds. (trocken). Körner rundlich, rundlich-nierenförmig, oval, kurz-kegelförmig; meist unregelmässig; die breiteren kaum auf $\frac{1}{2}$ zusammengedrückt; von der schmalen Seite oft mit einer Längsspalte. — Länge bis 13 Mik. Kubikinhalte bis 370 Mik.

B. sterilis Lin. (trocken). Körner rundlich und rundlich-dreieckig bis oval, oft etwas eckig oder unregelmässig; meist etwas (bis auf die Hälfte) zusammengedrückt; mit einer centralen Höhlung oder einer Medianspalte, von welcher zuweilen radiale Risse abgehen. — Grösse bis 36 Mik. Kubikinhalte bis 5120 Mik.

B. tectorum Lin. (trocken). Körner rundlich oder oval, zuweilen rundlich-dreieckig und viereckig, nicht selten etwas unregelmässig; meist ziemlich stark-zusammengedrückt; mit einer starken Längsspalte von der schmalen Seite. — Länge bis 23 Mik. Kubikinhalte bis 2100 Mik.

B. adoensis Hochst. (trocken). Körner rundlich, 3- oder 4eckig mit abgerundeten Ecken, oval, kurz-kegelförmig; meist mehr oder weniger unregelmässig; die breiteren auf die Hälfte und darüber zusammengedrückt. — Länge bis 18 Mik. Kubikinhalte bis 930 Mik.

B. ciliatus Lin. (trocken). Körner rundlich bis oval, die breiteren auf $\frac{1}{2}$ zusammengedrückt; zuweilen mit einer centralen Höhlung. — Länge bis 14 Mik. Kubikinhalte bis 719 Mik.

B. brachystachys Hornung (trocken). Körner rundlich, oval, kurz-kegelförmig; zuweilen etwas unregelmässig; die breiteren auf $\frac{1}{2}$ zusammengedrückt; statt des centralen Kerns eine von der breiten Seite mehr rundliche, von der schmalen spaltenförmige Höhlung. — Länge bis 14 Mik. Kubikinhalte bis 490 Mik.

B. caucasicus Fisch. (trocken). Körner rundlich, oval, kurz-kegelförmig; meist unregelmässig; die breiteren fast auf $\frac{1}{2}$ (der Breite) zusammengedrückt. — Grösse bis 12 Mik. Kubikinhalte bis 220 Mik.

B. laxus Hornem. (trocken). Körner rundlich bis oval-länglich; sehr häufig unregelmässig und eckig, nicht selten in der Mitte eingeschnürt; die breiteren zusammengedrückt. — Länge bis 14 Mik. Kubikinhalte bis 440 Mik.

B. aleutensis Trin. (trocken). Körner rundlich-oval, länglich-oval, verlängert-dreieckig; zuweilen nierenförmig oder viereckig, häufig etwas unregelmässig; $\frac{1}{2}$ bis fast ebenso breit als lang; die breiteren bis auf $\frac{1}{2}$ zusammengedrückt. — Länge bis 17 und 20, Breite bis 14 Mik. — Dabei zusammengesetzte, 2- und 3-zählige, gleichtheilige Körner.

B. longiflorus Willd. (trocken). Körner rundlich bis oval-länglich; oft etwas unregelmässig und eckig, nicht selten in der Mitte eingeschnürt; die breiteren bis auf $\frac{1}{2}$ und darüber zusammengedrückt. — Länge bis 10 und 12 Mik. —

An den eingeschnürten Körnern bemerkt man zuweilen in jeder Hälfte eine centrale Höhlung, was darauf hinweist, dass es Doppelkörner ohne sichtbare Trennungsspalte sind.

B. purgans Lin. (trocken). Körner rundlich und rundlich-dreieckig bis länglich-oval und kegelförmig; zuweilen in der Mitte etwas eingeschnürt; die breitem bis auf $\frac{2}{3}$ zusammengedrückt; von der schmalen Seite oft eine Längsspalte. — Länge bis 12 Mik. Kubikinhalte bis 190 Mik.

B. brizaeformis F. & M. (trocken). Körner oval, länglich, kegelförmig; zuweilen etwas zusammengedrückt. — Länge bis 6 Mik. Kubikinhalte bis 30 Mik.

B. lanceolatus Roth. (trocken). Körner länglich, seltener rundlich. — Länge bis 6 Mik. Kubikinhalte bis 25 Mik.

B. velutinus Schrad. Var. **B. hordeaceus** Gmel. (*B. secalinus* var. *hordeaceus*, — trocken). Körner rundlich-oval bis länglich; $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ so breit als lang, die breitem wenig zusammengedrückt; manche mit einer centralen Höhlung. — Länge bis 10 und 11 Mik. Kubikinhalte bis 190 Mik.

B. patulus Mert. & Koch (trocken). Körner rundlich-oval bis länglich, zuweilen etwas unregelmässig; $\frac{2}{3}$ — $\frac{1}{2}$ so breit als lang; die breitem etwas zusammengedrückt; viele mit einer centralen Höhlung. — Länge bis 12 Mik. Kubikinhalte bis 310 Mik.

B. Schraderi Kunth (*Ceratochloa pendula* Schrad. — trocken). Körner rundlich, niereförmig, oval, länglich; oft unregelmässig; zusammengedrückt; manche mit centraler Höhlung. — Länge bis 20 Mik. Kubikinhalte bis 1840 Mik.

B. unioloides Willd. (*Ceratochloa* u. DC. — trocken). Körner wie bei vorhergehender Art; die breitem auf $\frac{1}{2}$ und darüber zusammengedrückt; manche mit einer spaltenförmigen Höhlung.

B. commutatus Schrad. (trocken). Körner rundlich bis länglich; oft etwas eckig oder unregelmässig; $\frac{2}{3}$ bis fast ebenso breit als lang, die breitem ziemlich stark-zusammengedrückt. — Länge bis 13 Mik. Kubikinhalte bis 300 Mik.

B. inermis Poll. (trocken). Körner rundlich-oval bis länglich; die breitem bis auf $\frac{1}{2}$ zusammengedrückt. — Länge bis 10 Mik. Kubikinhalte bis 170 Mik.

B. canadensis Michx. (trocken). Körner rundlich, oval, oval-spindelförmig, kegelförmig; die breitem bis auf $\frac{1}{2}$ zusammengedrückt. — Länge bis 8 Mik. Kubikinhalte bis 110 Mik.

B. pendulinus Schrad. (trocken). Körner rundlich-oval bis länglich und etwas kegelförmig; nicht selten in der Mitte etwas eingeschnürt; oft unregelmässig; die breitem bis auf $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{3}$ zusammengedrückt. — Länge bis 21 Mik. Kubikinhalte bis 1320 Mik.

B. arduennensis Kunth (trocken). Körner rundlich bis länglich, zuweilen 3- und 4eckig mit stumpfen Ecken; die breitem bis auf $\frac{1}{2}$ zusammengedrückt; mit centraler, von der schmalen Seite spaltenförmiger Höhlung. — Länge bis 12 Mik. Kubikinhalte bis 270 Mik.

B. asper Murr. (trocken). Körner rundlich-oval bis länglich-stabförmig und kegelförmig; meist doppelt so lang als breit. — Länge bis 5 und 7 Mik. Kubikinhalte bis 55 Mik.

B. secalinus Lin. (trocken). Körner oval bis länglich-lanzettlich; $\frac{1}{2}$ — $\frac{2}{3}$ so breit als lang. — Länge bis 6 und 7 Mik. Kubikinhalte bis 50 Mik.

B. diandrus Curt. Hort. berol. 1859 (trocken). Körner rundlich-oval und rundlich-dreieckig bis stabförmig und länglich-kegelförmig; die breitem bis auf $\frac{1}{2}$ zusammengedrückt, die schmälern bis 3 mal so lang als breit und ziemlich stielrund; viele etwas unregelmässig, manche mehr oder weniger eingeschnürt. — Länge bis 14 Mik. Kubikinhalte bis 270 Mik.

B. mollis Lin. (trocken). Körner selten rundlich-oval, meist länglich oder lanzettlich. — Länge bis 4 und 5, Breite 1,3—1,8 Mik. Kubikinhalte bis 4 Mik.

B. divaricatus Rohde (trocken). Körner rundlich-oval bis lanzettlich, oft unregelmässig und eckig, nicht selten dreieckig oder gebogen; $\frac{1}{4}$ bis fast ebenso breit als lang; die breitem ziemlich stark-zusammengedrückt. — Länge bis 15 Mik. Kubikinhalte bis 380 Mik.

B. vestitus Nees (trocken). Körner oval bis lanzettlich und lanzettlich-lineal; zuweilen in der Mitte etwas eingeschnürt; $\frac{1}{2}$ - bis 3- und 4 mal so lang als breit; die breitem bis auf $\frac{1}{2}$ zusammengedrückt. — Länge bis 10 Mik.

B. confertus Biebrst. (trocken). Körner winzig, rundlich oder länglich. — Länge bis 2,5, Breite kaum 1,4 Mik. Kubikinhalte bis 2,7 Mik. — Wenn man die Stärkekörner aus den Zellen frei macht, so hängen sie oft in kleineren und grössern, rundlichen Massen zusammen. Aber es sind diess ohne Zweifel keine zusammengesetzten Körner; wenigstens sieht man innerhalb der unversehrten Zellen nichts von solchen.

Sameneiweiss der **Hordeaceen** (*Triticum*, *Agropyrum*, *Secale*, *Elymus*, *Hordeum*, *Aegilops*, *Braconnotia*). Neben den grössern Körnern, welche dem centriscb-linsenförmigen Typus angehören (Pag. 418), finden sich in dem innern Gewebe kleine Körner in grosser Menge; in den äussern Zellen sind dieselben allein vorhanden. Sie sind kugelig, rundlich-eckig oder selbst fast polyedrisch, oft mehr oder weniger zusammengedrückt. — Grösse bis 10 Mik. Kubikinhalte bis 320 Mik. — Sie sind theils einfach, theils aber auch Bruchkörner. Selten kommen noch unzerfallene Zwillinge und Drillinge vor.

Taf. XXIII, Fig. 22 (aus dem Sameneiweiss von *Secale cereale* Lin.). c einfach mit 2 vorspringenden Ecken; d, e, g Zwillinge; h kleine kugelige Körner; i ein einfaches eckiges oder ein Bruchkorn. — Taf. XXIII, Fig. 21 (von *Triticum turgidum* Lin.) e und f Zwillinge und einfache Körner.

Sameneiweiss der **Cyperaceen**. Die Stärkekörner, welche nur aus trockenen Samen untersucht wurden, sind rundlich oder oval, oft linsenförmig-zusammengedrückt. Meistens besitzen sie eine eckige oder polyedrische Gestalt und gleichen Bruchkörnern. Ohne Zweifel sind sie aber einfach, und nur durch gegenseitigen Druck verändert. — Dabei kommen oft Plasmakörper vor, welche zuweilen wie zusammengesetzte Stärkekörner aussehen, und durch Jod gelb oder goldgelb gefärbt werden (vgl. Pag. 406).

Trockenes Sameneiweiss von **Cyperus flavescens** Lin. Körner rundlich oder oval, häufig rundlich-eckig. — Grösse bis 8 und 11 Mik. Kubikinhalte bis 440 Mik.

C. strigosus Lin. (trocken). Körner rundlich, oval, oval-kegelförmig; oft etwas unregelmässig und eckig. — Grösse bis 8 und 10 Mik. Kubikinhalte bis 250 Mik. — Dabei zusammengesetzte Plasmakörper.

Trockenes Sameneiweiss von **Mariscus Jacquini** Humb. Kunth. Körner rundlich oder polygon, zuweilen etwas unregelmässig; stark-zusammengedrückt. — Grösse bis 12, Dicke 1—2 Mik. Kubikinhalte bis 115 Mik.

M. umbellatus Vahl. Körner wie bei vorhergehender Art.

Trockenes Sameneiweiss von **Kyllingia odorata** Vahl. Körner rundlich oder rundlich-oval, eckig oder polygon; bis auf die Hälfte und darüber zusammengedrückt. — Grösse bis 7, Dicke bis 3 Mik. Kubikinhalte bis 65 Mik. — Plasmakörper mangeln.

Trockenes Sameneiweiss von **Heleocharis palustris** R. Br. Körner rundlich, meist eckig. — Grösse bis 8 Mik. Kubikinhalte bis 140 Mik.

H. ovata R. Br. (trocken). Körner rundlich oder rundlich-eckig, bis auf $\frac{1}{2}$ zusammengedrückt. — Grösse bis 8 und 10 Mik. Kubikinhalte bis 230 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Scirpus mucronatus** Lin. Körner polyedrisch, etwas zusammengedrückt. — Grösse bis 8 Mik. Kubikinhalte bis 140 Mik. — Die Plasmakörper mangeln.

Sc. maritimus Lin. (trocken). Körner kugelig oder etwas eckig. — Grösse bis 5 Mik. Kubikinhalte bis 60 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Isolepis setacea** R. Br. (*Scirpus* s. Lin.) Körner rundlich-eckig, manche unregelmässig, manche auch regelmässig-polygon; linsenförmig-zusammengedrückt; zuweilen durch die Kanten grossmaschig-gezeichnet. — Grösse bis 9 Mik. Kubikinhalte bis 180 Mik. — Spärliche Plasmakörper von unregelmässiger Form.

I. supina R. Br. (*Scirpus* s. Lin. — trocken). Körner polygon, zusammengedrückt; auf den Flächen durch die Kanten maschig-gezeichnet. — Grösse bis 10 Mik. Kubikinhalte bis 220 Mik. — Die Stärkekörner liegen dichtgedrängt in den Zellen. — Die Plasmakörper mangeln oder sind nur in geringer Menge vorhanden.

I. Eckloniana Schrad. (*I. verruculosa* Steud. — trocken). Körner rundlich-eckig oder polygon, meist unregel-

mässig; bis auf $\frac{1}{2}$ zusammengedrückt. — Grösse bis 10 Mik. Kubikinhalt bis 180 Mik. — Spärliche Plasmakörper von unregelmässiger Form.

I. Holoschoenus Roem. & Schult. (*Scirpus* H. Lin.) Stärkekörner wie bei den vorhergehenden Arten.

Trockenes Sameneiweiss von **Fimbristylis dichotoma** Vahl. Körner rundlich, oval, meist eckig, oft stark-zusammengedrückt. — Grösse bis 10 Mik. Kubikinhalt bis 310 Mik. — Dabei Plasmakörper von unregelmässiger Form.

F. annua Roem. & Schult. (trocken). Körner rundlich oder rundlich-eckig, zusammengedrückt. — Grösse bis 9 Mik.

F. brizoides Smith. (*F. laxa* Vahl — trocken). Körner rundlich oder rundlich-oval, oft etwas eckig, seltener fast polyedrisch; nicht oder wenig zusammengedrückt. — Grösse bis 9 und 12 Mik. Kubikinhalt bis 610 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Eriophorum alpinum** Lin. Körner rundlich, oval, oft eckig. — Grösse bis 6 Mik. Kubikinhalt bis 55 Mik. — Dabei viel Oel und zahlreiche Plasmakörper.

E. vaginatum Lin. (trocken). Stärkekörner wie bei vorhergehender Art.

Trockenes Sameneiweiss von **Rhynchospora fusca** Roem. & Schult. Körner rundlich, meist eckig, oft stark-zusammengedrückt. — Grösse bis 15 Mik. Kubikinhalt bis 750 Mik. — Dabei einzelne Zwilling- und Drillingkörner. — Plasmakörper von unregelmässiger Form.

Trockenes Sameneiweiss von **Cladium Mariscus** R. Br. Körner rundlich oder eckig. — Grösse bis 9 Mik. — Dabei zusammengesetzte Plasmakörper.

Trockenes Sameneiweiss von **Chaetospira nigricans** Kunth. (*Schoenus* n. Lin.) Körner rundlich. — Grösse bis 5 Mik. Kubikinhalt bis 50 Mik. — Dabei Oel und Plasmakörper.

Trockenes Sameneiweiss von **Blysmus compressus** Panz. (*Schoenus* c. Pers.) Körner kugelig, rundlich-dreieckig, oval, kurz-kegelförmig; zuweilen etwas eckig, oft etwas zusammengedrückt. — Grösse bis 9 Mik. Kubikinhalt bis 240 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Scleria triglomerata** Michx. (*Cladium* t. Nees). Körner rundlich, selten länglich-oval, oft etwas eckig; die breitem nicht selten zusammengedrückt. — Grösse bis 6 und 10 Mik. — Neben sehr viel Oel ziemlich reichliche Stärke in nicht ganz reifem Samen.

Sc. bracteata Cav. (trocken). Körner wie bei Vorhergehender, aber etwas weniger zahlreich und nicht über 7 Mik. gross. — Samen nicht ganz ausgebildet.

Sc. microcarpa Nees. (trocken). Körner rundlich, selten oval, meist mehr oder weniger eckig; die breitem etwas zusammengedrückt. — Grösse bis 8 Mik. — Die Samen sind ausgebildet und enthalten viel Oel, reichliche Stärke und zahlreiche fast polyedrische Plasmakörper.

Reife Samen von einer andern Art (*Ophryoscleria* Spec. aus Brasilien) verhalten sich ganz gleich, und besitzen ähnliche, bis 7 Mik. grosse Amylumkörner. Im Embryo mangelt die Stärke.

Sc. hispidula Hochst. (trocken). Körner rundlich. — Grösse bis 5 Mik. — Die noch unreifen Samen enthalten verhältnissmässig wenig Oel und wenig reichliche Stärke.

Trockenes Sameneiweiss von **Carex pulicaris** Lin. Körner rundlich-eckig bis polyedrisch, oft zusammengedrückt, viele mit einer centralen Höhlung. — Grösse bis 16 Mik. Kubikinhalt bis 960 Mik.

C. arenaria Lin. (trocken). Körner rundlich-eckig oder polyedrisch; die grössern zusammengedrückt. — Grösse bis 7 Mik. Kubikinhalt bis 116 Mik.

C. maxima Scop. (trocken). Körner rundlich-eckig; die grössern mit centraler Höhlung. — Grösse bis 6 Mik. Kubikinhalt bis 100 Mik. — Dabei ziemlich viel Oel.

Trockenes Sameneiweiss von **Elyna spicata** Schrad. Körner kugelig oder oval, oft eckig. — Grösse bis 8 Mik. Kubikinhalt bis 190 Mik. — Die Stärkekörner liegen mit Plasmakörpern von unregelmässiger Form dichtgedrängt in den Zellen.

Trockenes Sameneiweiss von **Kobresia caricina** Willd. (*Elyna* c. Mert. & Koch). Körner kugelig, selten oval oder kurz-kegelförmig, zuweilen etwas eckig. — Grösse bis 6 Mik. Kubikinhalt bis 80 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Flagellaria indica** Lin. (Flagellar.) Körner rundlich oder meistens durch Druck polyedrisch. — Grösse bis 5 Mik. — Die Stärke füllt die Zellen ganz aus.

Frisches Albumen unreifer Samen von **Lilium bulbiferum** Lin. (Liliac.) Körner rundlich, rundlich-dreieckig, oval, elliptisch, kurz-kegelförmig; $\frac{3}{2}$ (selten $\frac{1}{2}$) bis ebenso breit als lang. — Länge bis 10, Breite bis 7 Mik. — Ziemlich reichliche Stärke mit wenig Oel und viel Protoplasma in dickwandigen Zellen.

Trockenes Sameneiweiss von **Sparganium natans** Lin. (Typhac.) Körner rundlich, oval, elliptisch, kurz-kegelförmig; oft etwas unregelmässig; $\frac{3}{4}$ bis ebenso breit als lang, die breiteren kaum etwas zusammengedrückt; manche mit einer Höhlung. — Grösse bis 7 und 8 Mik. Kubikinhalte bis 140 Mik. — Dabei einzelne Zwilling- und Drillingskörner, aus ziemlich gleichen Theilen bestehend.

Trockene Cotyledonen von **Quercus pedunculata** Willd. (Cupulif.) Körner rundlich oder oval, zuweilen unregelmässig-stumpfeckig; häufig etwas zusammengedrückt, $\frac{3}{2}$ — $\frac{3}{4}$ so dick als breit; der Kern und die sehr zarte Schichtung selten deutlich; Excentricität bis $\frac{1}{4}$. — Grösse bis 29 Mik. Kubikinhalte bis 6790 Mik. — Taf. XXVI, Fig. 4a, b, c. — Dabei zusammengesetzte, wenigzählige, meist ungleichtheilige Körner, vd. Typ. 15.

Q. Cerris Lin. (trocken). Körner rundlich, oval, kurz-kegelförmig, häufig mehr oder weniger unregelmässig; Schichtung undeutlich; statt des Kerns oft eine kleine Höhlung, dem dickern Ende genähert, meist $\frac{1}{2}$ seltener $\frac{1}{3}$ und $\frac{1}{4}$ excentrisch; manchmal eine oder auch zwei Spalten, von denen zarte Risse abgehen können. — Grösse bis 26 Mik. — Dabei einzelne zusammengesetzte, wenigzählige Körner.

Q. ilicifolia Wagnh. (trocken). Körner wie bei den beiden vorhergehenden Arten, am häufigsten oval. — Grösse bis 17 und 18 Mik.

Frische und trockene Cotyledonen von **Castanea vesca** Gärt. (Cupulif.) Körner rundlich, 3- und 4eckig mit abgerundeten Ecken, oval, kurz-kegelförmig, oft unregelmässig; $\frac{1}{2}$ bis ebenso breit als lang, die breiteren etwas zusammengedrückt; Schichten unsichtbar oder sehr zart; Kern im frischen Zustande oft undeutlich; nach dem Austrocknen statt desselben eine kleine Höhlung und zuweilen eine zarte dreieckige Spalte, central oder dem dickern Rande genähert. Grösse bis 20, selten bis 27 Mik. Kubikinhalte bis 5200 Mik. — Manche Körner sind dreieckig, an dem einen Ende, wo sich das Schichtencentrum befindet, verdickt, an dem gegenüberliegenden Rande kantenförmig-verdünnt. Sie gehören dem keilförmigen Typus (8) an. — Dabei halb-zusammengesetzte; — ferner Zwilling- und Drillingskörner, meist aus ungleichen Theilen bestehend; Grösse der Bruchkörner bis 10 Mik.; Kubikinhalte bis 520 Mik.

Taf. XXIV, Fig. 3 aus frischen Samen. a und b ein halb-zusammengesetztes Korn mit 2 Kernen, von der breiten und der schmalen Seite gesehen; c dreieckig, etwas zusammengedrückt; d kugelig; e oval, an dem nach unten gerichteten Rande zusammengedrückt; f kaum etwas abgeplattet; g Doppelkorn; h etwas zusammengedrückt.

Trockene Cotyledonen von **Fagus sylvatica** Lin. Var. *pendula* (Cupulif.). Körner kugelig, die grösseren zuweilen etwas unregelmässig; manche mit kleiner centraler Höhlung. — Grösse bis 6 Mik. Kubikinhalte bis 113 Mik. — Dabei sehr viel Oel nebst Protoplasma.

Trockene Cotyledonen von **Forestiera acuminata** Poir. (Borya a. Willd. — Forestier.) Körner rundlich oder oval, oft eckig oder unregelmässig. — Grösse bis 7 Mik. — Ziemlich viel Stärke neben viel Oel. Im Albumen findet sich bloss Oel.

Trockene Cotyledonen von **Cinnamomum ceylanicum** Nees (Laurin.). Körner kugelig bis oval, mit einzelnen radialen Rissen. — Grösse bis 15 und 18 Mik. Kubikinhalte bis 1640 Mik. — Dabei zusammengesetzte 2—4zählige Körner. — Oel und Stärke scheinen in gleicher Menge vorhanden zu sein.

Trockene Cotyledonen von **Apollonias canariensis** Nees (Laurin.) Körner rundlich, kegelförmig, länglich und länglich-spindelförmig, oft etwas unregelmässig. — Grösse bis 7 Mik.

Trockene Cotyledonen von **Agathophyllum aromaticum** Willd. (Laurin.) Körner kugelig, selten etwas eckig, oft mit kleiner centraler Höhlung. — Grösse bis 13 Mik. Kubikinhalte bis 1150 Mik. — Dabei einzelne zusammengesetzte, 2—4zählige Körner.

Trockene Cotyledonen von **Hernandia** Spec. (Hernandiaceae.) Körner rundlich oder eckig. — Grösse bis 5 Mik., selten darüber. — Etwas Stärke und viel Oel; Samen vielleicht nicht vollkommen reif.

Sameneiweiss der **Plumbagineen**. Die Stärkekörner, welche nur in reifen trockenen Samen untersucht wurden, füllen die Zellen dicht aus; sie sind selten gerundet, meist entweder stumpf-eckig oder häufiger polyedrisch mit scharfen Kanten und Ecken, und gleichen somit vollkommen Bruchkörnern. Von zusammengesetzten ist indessen auch innerhalb der Zellen nichts zu sehen, sodass höchst wahrscheinlich alle einfach und bloss durch gegenseitigen Druck abgeplattet sind. Schon die kleinen, bloss 2 Mik. grossen Körner zeigen zuweilen eine eckige Gestalt. — Höchst wahrscheinlich gehört die Stärke dem centrischen, kugeligen oder ovalen Typus an.

Trockenes Sameneiweiss von **Armeria formosa** Hort. Körner polyedrisch, meist mit scharfen Kanten und Ecken, oft unregelmässig; $\frac{2}{3}$ bis ebenso dick als lang; oft mit einer rundlichen oder länglichen Höhlung, von welcher zuweilen radiale Risse ausgehen. — Grösse bis 15 und 18 Mik. Kubikinhalte bis 2330 Mik.

A. alpina Willd. Var. *angustifolia* (trocken). Körner rundlich oder oval, dabei stumpf-eckig oder scharf-polyedrisch; $\frac{2}{3}$ bis ebenso dick als lang; meist mit einer rundlichen oder länglichen Höhlung und oft mit radialen Rissen. — Grösse bis 18 und 21 Mik. Kubikinhalte bis 4850 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Statice Limonium** Lin. Körner rundlich oder oval, stumpfeckig oder polyedrisch, selten mit scharfen Kanten und Ecken; oft mit einer Höhlung oder Spalte. — Grösse bis 13 und 18 Mik. Kubikinhalte bis 3055 Mik.

St. elata Fisch. (trocken). Körner rundlich bis länglich, dabei eckig oder scharf-polyedrisch; $\frac{1}{2}$ bis ebenso dick als lang; oft mit einer rundlichen oder länglichen Höhlung oder mit einer Längspalte und zuweilen mit einzelnen radialen Rissen; manche etwas zusammengefallen. — Grösse bis 27 und 32 Mik. Kubikinhalte bis 17163 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Goniolimon eximium** Boiss. Körner isodiametrisch bis doppelt so lang als dick, dabei polyedrisch mit scharfen Ecken und Kanten; oft mit centraler Höhlung, ohne Risse und Schichtung. — Grösse bis 28 Mik. Kubikinhalte bis 11500 Mik. — Die dünnwandigen Zellen sind ganz mit Stärke gefüllt.

Trockenes Sameneiweiss von **Plumbago micrantha** Ledeb. (Plumbagella m.) Körner scharf-polyedrisch, mit kleinerer oder grösserer Höhlung. — Grösse bis 8 und 10 Mik. Kubikinhalte bis 524 Mik.

Frisches unreifes Sameneiweiss von **Campanula** Spec. (Campanulaceae.) Körner rundlich-oval oder rundlich-eckig. — Grösse bis 7 Mik. — Dabei Bruchkörner. — Die Samen sind noch sehr jung, und enthalten ziemlich viel Stärke.

Trockene innere Samenhaut von **Menodora** Spec. (Bolivar.) Körner rundlich, rundlich-eckig, oder polyedrisch; mit einer grösseren oder kleineren Höhlung. — Dabei einzelne zusammengesetzte Körner.

Trockene Cotyledonen von **Erycibe paniculata** Roxb. (Erycib.) Körner kugelig oder rundlich-oval, zuweilen etwas eckig. — Grösse bis 7 Mik.

Trockene Samen von **Eutoca viscida** Benth. (Hydrophyll.) Körner kugelig, die grösseren mit einer kleinen centralen Höhlung. — Grösse bis 6 und 8 Mik. Kubikinhalte bis 268 Mik. — Dabei sehr viel Oel; die meisten Samen enthalten nur Oel. Die spärliche Stärke ist vielleicht in den nicht ganz reifen Samenschalen enthalten.

Phacelia congesta Hook. (Hydrophyll.) verhält sich wie vorhergehende Art.

Frische unreife Fruchtwandung, Samenträger und Nabelstrang von **Digitalis lutea** Lin. (Scrophularin.) Körner rundlich oder oval, oft eckig. — Grösse bis 10 Mik. — Dabei zusammengesetzte, 2—8zählige Körner. — Stärke reichlich; sie mangelt in den Eiern und Samen.

Frischer Samenträger der unreifen Frucht von **Verbascum Schraderi** Mey. (Scrophularin.) Körner eckig, wohl meistens Bruchkörner. — Grösse bis 6 und 8 Mik. — Stärke sehr reichlich.

Frische unreife Samenschalen von **V. Schraderi** Mey. Körner rundlich oder oval, meist eckig. — Grösse bis 5 Mik. — Stärke ziemlich reichlich.

Trockene Samen von **Thunbergia fragrans** Roxb. (Acanthac.) Körner kugelig, oval, oder etwas unregelmässig. — Grösse bis 10 Mik. — Viele scheinen zusammengesetzt. Manche zeigen farblose Anhänge, welche durch Jod nicht gefärbt werden. — Stärke spärlich neben viel Oel; sie verschwindet vielleicht mit vollständiger Reife.

Frische unreife Samenschalen von **Delphinium Ajacis** Lin. (Ranunculac.) Körner rundlich oder rundlich-eckig. Grösse bis 8 Mik. — Stärke ziemlich reichlich.

Frischer Samenmantel von **Chelidonium majus** Lin. (Papaverac.) Körner rundlich. — Grösse bis 7 und 9 Mik. — Sie färben sich durch Jod braun (vgl. Pag. 193).

Frische unreife Samenschalen von **Ch. majus** Lin. Körner rundlich. — Grösse bis 5 und 6 Mik. — Jod färbt sie braun oder violett.

Frische unreife Samen von **Brassica Napus** Lin. (Crucif.) Körner (im Embryo) rundlich oder oval, oft etwas eckig; manche sind deutliche Bruchkörner. — Grösse bis 5 Mik. — In den Samenschalen sind vorzüglich zusammengesetzte und Bruchkörner enthalten, vd. Typ. 14. — Reichliche Stärke im Albumen, besonders reichlich im Embryo und am meisten in den Zellen der Samenschalen mit Ausnahme der äussersten Schicht, welche bald ihre Wandungen verdickt. Das Albumen verschwindet später ganz; die Samenschalen und der Embryo verlieren die Stärke, indem in den Erstern die Membranen sich verdicken, in dem Letztern Oel auftritt. Die Resorption des Amylum findet statt, wenn die grünen Samen sich gelb färben; in braungelben Samen ist dasselbe ganz verschwunden. Der Embryo enthält in jüngern Stadien bloss Oel; wenn derselbe das Albumen ganz verdrängt hat und die Höhlung der Samenschalen ausfüllt, so findet man darin Stärke und Oel, später wieder bloss Oel.

Frische unreife Cotyledonen von **Cucumis sativus** Lin. (Cucurbitac.) Körner rundlich, selten eckig. — Grösse bis 5 und 6 Mik. — Stärke ziemlich reichlich.

Trockene Cotyledonen von **Vatica robusta** Steud. (Shorea r. Roxb. — Dipterocarp.) Körner oval, elliptisch, kurz-kegelförmig; seltener rundlich-oval oder länglich; zuweilen etwas eckig; $\frac{2}{3}$ — $\frac{2}{5}$ so breit als lang; die grössern oft mit einer Höhlung oder mit einer Spalte. — Länge bis 11, Dicke bis 8 Mik. Kubikinhalte bis 390 Mik. — Die Stärke gehört vielleicht dem excentrisch-kegelförmigen Typus (7) an.

Trockene Cotyledonen von **Thea Bohea** Lin. (Ternströmiac.) Körner kugelig oder rundlich-oval, selten oval; statt des Kerns eine kleine Höhlung mit strahlenförmigen Rissen, meist central, selten $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}$ excentrisch. — Grösse bis 16 und 19 Mik. — Die Stärke gehört wahrscheinlich dem excentrisch-kegelförmigen Typus (7) an. — Dabei zusammengesetzte, wenigzählige, häufiger gleichtheilige Körner, vd. Typ. 14.

Trockene Cotyledonen von **Calophyllum lanceolatum** Blume (Clusiac.) Körner kugelig oder etwas eckig; die meisten mit einer kleinen centralen Höhlung. — Grösse bis 10 und 12 Mik. Kubikinhalte bis 905 Mik. — Dabei zusammengesetzte, 2—4zählige Körner.

C. Tacamahaca Willd. (trocken). Körner meist rundlich, bis 6 Mik. gross; einzelne grössere oval, bis 13 Mik. und darüber. — Die Stärke scheint in Auflösung begriffen; dabei sehr viel Oel.

Trockene Cotyledonen von **Acer laurinum** Hook. (Aceriu.) Körner rundlich oder oval. — Grösse bis 8 und 10 Mik. — Manche sind deutliche Bruchkörner mit 1 gebogenen und 1—3 Bruchflächen; andere scheinen einfach. Viele befinden sich ohne Zweifel in Auflösung, sodass mit vollständiger Reife die Stärke vielleicht ganz verschwindet. Viel Oel.

Frische unreife, noch intensiv grügefärbte Cotyledonen von *A. Pseudoplatanus* Lin. (Acerin.) Körner rundlich, seltener oval, meistens mehr oder weniger eckig. — Grösse bis 5 und 7 Mik. — Stärke ziemlich reichlich.

Trockene Cotyledonen von *Banisteria* Spec. (Malpighiac.) Körner rundlich bis fast polyedrisch. — Grösse bis 5 Mik. — Die Stärkekörner liegen einzeln oder zu wenigen in Zellen, die mit Plasmakörpern von rundlich-eckiger Gestalt ausgefüllt sind.

Trockene Samen von *Aleurites moluccana* Willd. (Euphorbiac.) Körner kugelig, etwas eckig oder polyedrisch; die grössern mit kleiner centraler Höhlung. — Grösse bis 7 Mik. Kubikinhalte bis 180 Mik.

Trockene Cotyledonen von *Aleurites* Spec. Körner kugelig bis oval, zuweilen etwas unregelmässig oder eckig. — Grösse bis 11 Mik. Kubikinhalte bis 420 Mik. — Stärke nicht sehr reichlich, zwischen Proteinkörpern eingebettet. Das der Sameuschale anhängende Albumen wurde nicht untersucht.

Trockene Cotyledonen von *Ochna lucida* Lam. (Ochnac.) Körner rundlich, oval, elliptisch; manche etwas eckig, $\frac{1}{2}$ bis ebenso dick als lang; die grössern mit einer kleinen Höhlung. — Länge bis 5 und 6, Dicke bis 4 Mik. Kubikinhalte bis 55 Mik. — Wahrscheinlich sind die Samen nicht ganz ausgehildet. Ausser der Stärke befinden sich in den Zellen viel Protoplasma und Plasmakörper von rundlicher oder eckiger Gestalt. Fettiges Oel scheint zu mangeln.

O. squarrosa Lin. (trocken). Körner rundlich, oval, oft eckig; die breiteren etwas zusammengedrückt; die grössern mit einer kleinen centralen Höhlung. — Grösse bis 7 Mik. — Dabei Oel.

Trockene Samen von *Ammannia latifolia* Lin. (Lythrar.) Körner kugelig oder fast kugelig mit kleiner, centraler Höhlung, von welcher zuweilen einzelne radiale Risse abgehen. — Grösse bis 16 Mik. Kubikinhalte bis 2145 Mik. — Dabei Zwillingskörner. — Die Samen enthalten neben Oel mehr oder weniger, oder auch gar keine Stärke.

A. vesicatoria Roxb. und *A. baccifera* Lin. (trocken). Körner rundlich oder oval, oft etwas eckig oder unregelmässig; die breiteren nicht oder wenig zusammengedrückt; mit einer kleinen, ziemlich centralen Höhlung und einzelnen strahlenförmigen Rissen. — Grösse bis 10 und 13 Mik. Kubikinhalte bis 570 Mik. — Dabei Zwillings- und Drillingskörner. — Die Samen beider Arten enthalten viel Oel. Die Stärke ist in ungleicher Menge und wahrscheinlich in besondern Zellen enthalten. Aus den zerdrückten Samen tritt zuerst nur Oel, zuletzt auch Amylum heraus.

Trockene Cotyledonen von *Galega biloba* Sweet. (Papilionac.) Körner rundlich oder oval, zuweilen etwas unregelmässig. — Grösse bis 4 und 5 Mik. Kubikinhalte bis 40 Mik. — Stärke wenig reichlich, ausserdem viel Protoplasma und wenig Oel.

Trockene Cotyledonen von *Arachis hypogaea* Lin. (Papilionac.) Körner kugelig, mit kleiner centraler Höhlung. Grösse bis 12 Mik. Kubikinhalte bis 880 Mik. — Dabei viel Oel.

Trockene Cotyledonen von *Guilandina Bonduc* Lin. (Papilionac.) Körner kugelig, manche mit kleiner centraler Höhlung; die grössern zuweilen mit einzelnen zarten, kurzen Rissen. — Grösse bis 7 Mik. Kubikinhalte bis 180 Mik. — Dabei viel Oel und Protoplasma.

Trockene Cotyledonen von *Acacia Melanoxylon* R. Br. (*A. latifolia* Desf. — *Mimos.*) Körner kugelig oder rundlich-oval. — Grösse bis 4 Mik. Kubikinhalte bis 33 Mik. — Dabei Oel und Protoplasma.

Typ. 11. Körner halbzusammengesetzt.

Mehrere Theilkörner sind ringsum oder bloss auf einer Seite von einer gemeinsamen, nicht von Trennungsspalten durchbrochenen Substanz umhüllt.

Die gemeinsame Substanz, welche dem ursprünglichen einfachen Korn angehört, und die Theilkörner sind geschichtet oder ungeschichtet. Die Letztern entstehen meistens durch Theilung des Kerns; sie entwickeln sich zu dem

nämlichen Typus wie die einfachen Körner. Zwischen den Theilkörnern befinden sich zartere oder stärkere Trennungsspalten, welche bis an die gemeinschaftlichen Schichten reichen. Zuweilen mangeln dieselben; fehlt zugleich auch die Schichtung, so erkennt man den halbzusammengesetzten Bau bloss aus der Anwesenheit mehrerer Kerne, welche in einer homogenen Masse liegen.

Trockene sternförmige Körper von *Chara stelligera* Bauer. Körner rundlich, oval, unregelmässig-stumpfeckig mit 1—5 Ecken; meist isodiametrisch, zuweilen in die Länge gezogen (bis 2 mal so lang als dick) und zuweilen etwas zusammengedrückt (bis auf $\frac{2}{3}$ der Breite) oder etwas keilförmig; mit 2 bis 25 und selbst 40 Schichtencentren, die meist als kleine Höhlungen erscheinen, und bald in einer scheinbar homogenen Masse eingebettet, bald einzeln oder zu mehreren von deutlichen Schichten umgeben sind; gewöhnlich ohne trennende Spalten zwischen den Theilkörnern. — Grösse bis 70 und 85 Mik. Kubikinhalte bis 152000 Mik. — Unter den eingeschlossenen Schichtensystemen übertrifft nicht selten ein mittleres die andern bei weitem an Grösse; dasselbe ist mehr oder weniger deutlich-geschichtet, nähert sich der Kugelform und enthält ziemlich im mathematischen Mittelpunkt 1 oder mehrere Kerne. Solche grössere Schichtensysteme zeigen meistens im Innern einige kurze radiale Risse. — An manchen Körnern sind einzelne Partien durch zarte Linien abgeschnitten; diese Formen bilden den Uebergang zu den wirklich zusammengesetzten Körnern, die unter den halbzusammengesetzten vorkommen, vd. Pag. 15.

Trockene Gynosporen von *Marsilea pubescens* Tenore. Körner oval oder länglich, zuweilen etwas unregelmässig; 2—4 mal so lang als breit, die breiteren bis auf $\frac{2}{3}$ (der Breite) zusammengedrückt; mit 2, seltener 3 und 4 in einer Reihe hinter einander liegenden Kernen oder Theilkörnern, welche von der breiten Seite oval, von der schmalen lanzettlich oder lanzettlich-lineal erscheinen, und deren Achse und grösste Ebene mit den gleichnamigen Dimensionen des ganzen Kornes zusammenfallen; zuweilen mit einzelnen Rissen, welche theils zwischen den Theilkörnern liegen, theils durch die Mittelpunkte der Kerne gehen, und die Achse rechtwinklig schneiden oder mit derselben zusammenfallen; Schichtung der umhüllenden gemeinsamen Substanz und der äusseren Substanz der Theilkörner deutlich. — Länge bis 175, Breite bis 52, Dicke bis 33 Mik. Kubikinhalte bis 141500 Mik. — Unter einfachen, centrisch-ovalen Körnern (vd. Pag. 422).

Frische Zwiebelschuppen von *Hyacinthus orientalis* Lin. (Liliac.) Körner rundlich bis länglich, meist von unregelmässiger Form mit mehr oder weniger zahlreichen, vorspringenden Ecken; $\frac{2}{3}$ bis ebenso breit als lang, sehr häufig etwas zusammengedrückt und dabei keilförmig (der kürzere Rand verdickt, der gegenüberliegende längere scharfkantig); zuweilen geschichtet, vorzüglich nach dem scharfen Rande hin; mit 2—7 Kernen, welche längs des verdickten Randes meist in einer einfachen Reihe liegen, und zwischen denen häufig unvollständige Spalten vorhanden sind; nicht selten mit kleinen Theilkörnern an den Ecken oder am scharfen Rande. — Länge bis 45, Breite bis 35 Mik. Kubikinhalte bis 26800 Mik. — Dabei einfache excentrisch-keilförmige Körner (vd. Pag. 441) und zusammengesetzte 1—2reihige Körner, vd. Typ. 13.

In den von den Schuppen der alten Zwiebel bedeckten jungen Zwiebeln sind die Stärkekörner noch sehr klein; häufig zeigen sie sogar Molekular-Bewegung. Sie haben eine kugelige, oft etwas unregelmässige Gestalt, und noch keine Schichtung; an manchen derselben bemerkt man schon einen breiten, etwas geschärften Rand, und zuweilen ist bereits eine Ecke abgeschnitten (bei einer Grösse von 10—15 Mik.; Taf. XIX, 29, 30). — Darunter sind viele zusammengesetzte Körner, aus 2—8 Theilen bestehend, mit zarten Trennungslinien (Taf. XIX, 23, 24, 26—28).

In den vorjährigen Zwiebeln, welche in diesem Jahr Blätter und Blüten getrieben haben, enthalten die innern Schuppen am Grunde die nämlichen zusammengesetzten Körner aber grösser (Taf. XIX, 17, 20—22). Bruchkörner mangeln auch hier. Die einfachen Körner haben sich noch unregelmässiger entwickelt, und durch Theilung des Kerns sich in halbzusammengesetzte sowie durch Abschneiden von Ecken in zusammengesetzte ungleichtheilige Körner verwandelt (Taf. XIX, 1—3, 7, 11, 15, 18). — In der Spitze der nämlichen Zwiebelschuppen wurden fast ausschliesslich halbzusammengesetzte Körner gefunden (Taf. XIX, 4—6, 9, 10, 12—15). Complicirte zusammengesetzte Körner und Bruchkörner derselben kommen nicht vor; entweder werden sie hier überhaupt nicht gebildet, oder sie zerfallen, und die Bruchstücke entwickeln sich ähnlich wie einfache Körner.

In Zwiebeln, welche den Winter über trocken liegen, kommen Blässe in den Körnern vor, die vorzüglich von den Schichtencentren ausstrahlen; und die Spalten zwischen den Theilkörnern sind erweitert (Taf. XIX, 31–34). — In denässern angefaulten Zwiebelschuppen sind die Körner in Auflösung begriffen, welche meist da beginnt, wo die Spalten zwischen den Theilkörnern die Oberfläche ganz oder nahezu berühren (Taf. XIX, Fig. 35–41; vgl. Pag. 128).

Taf. XXV, Fig. 11a halbzusammengesetzt, mit 4 Theilkörnern und Spalten zwischen denselben; b ein gleiches Korn an dem nur die Spalten sichtbar sind; c ein aus 4 Theilen zusammengesetztes Korn, der mittlere grössere Theil ist halbzusammengesetzt; d ein Korn, an welchem die eine vorspringende Ecke abgeschnitten wurde; e halbzusammengesetzt mit gemeinschaftlichen Schichten an dem verdünnten Rande.

Frischer Wurzelstock von *Canna lanuginosa* Bosc., *C. lagunensis* Lindl. etc. (Cannac.) Die einfachen Körner von *Canna* haben in der Regel eine mehr oder weniger muschelförmige Gestalt mit sehr excentrischem Kern, welcher in dem vordern schmälern und vortretenden Ende liegt (vgl. Pag. 443). Bei der genannten sowie bei andern Arten tritt oft eine Theilung des Kerns in 2, seltener 3 oder 4 neben einander liegende Kerne ein (Taf. XVII, Fig. 2, 3, 5, 7, 8, 10, 12).

Bei einigen Arten bildet sich in der Achse des Kornes eine einfache (stellenweise auch doppelte) Reihe von eingeschlossenen Theilkörnern. Bei symmetrischem Bau liegt die Reihe in der Mittellinie; bei unsymmetrischem Bau, wobei die Körner meist mehr oder weniger gebogen sind, ist sie dem concaven Rande genähert. Die Zahl der eingeschlossenen Theilkörner beträgt 2–12; von denselben sind oft einzelne wieder in Quer- oder Längstheilung begriffen; werden sie grösser, so zeigen sie Schichtung.

Trockene verdickte Wurzeln von *Ficaria ranunculoides* Moench (*Ranunculus Ficaria* Lin. — *Ranunculac.*). Körner rundlich-keilförmig, rundlich-dreieckig, sehr häufig ungleich-vierseitig, seltener fünfseitig, oft etwas unregelmässig; 1–2 mal so breit als lang, bis auf $\frac{1}{2}$ zusammengedrückt; — in den dreieckigen Körnern ist die eine abgerundete Ecke, in den vierseitigen die schmale Seite verdickt; daselbst befinden sich in einer zur Achse rechtwinkligen Reihe 2–6 und mehr Kerne; Excentricität bis $\frac{1}{4}$ und $\frac{1}{6}$; — der hintere Rand ist breit und schneidenförmig verdünnt; er endigt meistens jederseits mit einer gerundeten oder etwas spitzlichen Ecke; — die Schichtung mangelt oder ist ganz undeutlich; — an der Stelle der Kerne befinden sich kleine Höhlungen, von denen oft einzelne zarte und kurze Risse ausstrahlen; seltener kommen zwischen den Theilkörnern zarte Spalten vor. — Grösse bis 35 Mik. — Mit einzelnen Zwillingen und Drillingen unter einfachen excentrisch-keilförmigen Körnern (vd. Pag. 447).

Frisches Mark des Stammes von *Cereus variabilis* Pfeiff. (Cact.) Körner rundlich oder oval, meist von unregelmässiger Gestalt und Schichtung; mit 2 bis 6 und 9 grössern oder kleinern eingeschlossenen Theilkörnern; — Letztere, wenn sie grösser sind, geschichtet und meist durch Spalten von einander getrennt; Schichtung excentrisch; zuweilen sind grössere Theilkörner selbst wieder halbzusammengesetzt. — Grösse bis 80 Mik. — Unter einfachen Körnern von undeutlichem Typus, vd. Pag. 462.

Taf. XV, Fig. 4, 5, 9–16. — XVI, Fig. 2–4, 7, 9–11, 16, 17. — XXV, Fig. 9a, b.

Typ. 12. Körner zusammengesetzt mit verschmolzenen Theilkörnern.

Die Theilkörner sind einerseits von keiner gemeinschaftlichen Substanz umgeben, anderseits nicht durch Spalten geschieden und trennen sich nicht von einander.

Die hieher gehörige Stärke hat auf den ersten Blick Aehnlichkeit mit gewissen halbzusammengesetzten Körnern, unterscheidet sich aber von denselben durch den vollständigen Mangel einer gemeinsamen umkleidenden Masse. Von den gewöhnlichen zusammengesetzten Körnern ist sie durch den Mangel der Trennungslinien oder Spalten zwischen den Theilkörnern verschieden, womit zusammenhängt, dass ein Zerfallen in Bruchkörner in der Regel nicht eintritt. Die Entstehung findet bei *Commelyna* und Andern in der Art statt, dass anfänglich getrennte zusammengesetzte Körner von gewöhnlichem Bau bei weiterem Wachsthum so auf einander drücken, dass zuerst die Theilkörner des gleichen

Körns und manchmal nachher auch die Theilkörner aller in einer Zelle enthaltenen Körner mit einander verschmelzen, indem die Spalten zwischen ihnen verschwinden. Das ganze Zellenlumen ist dann mit einer gleichförmigen, netzartig-parenchymatischen Masse erfüllt, in welcher die Hohlräume die weiche innere Substanz der Theilkörner darstellen und das netzförmige Balkenwerk der verwachsenen dichten äusseren Substanz entspricht.

Trockenes Sameneiweiss von *Commelyna coelestis* Willd. (Commelynac.) Zusammengesetzte Körner durch Druck polyedrisch, 1—2½ mal so lang als dick, von parenchymatischem Bau, aus 2 bis über 1200 Theilkörnern bestehend. Letztere in der Regel mit einander verschmolzen, selten durch zarte Spalten von einander getrennt; jedes mit grosser eckiger Höhlung. Bruchkörner (die zuweilen durch Druck freigemacht werden können) rundlich-eckig oder polyedrisch. — Grösse der zusammengesetzten Körner bis 40 und 55, Dicke bis 30 Mik. Grösse der Theilkörner 1,5 bis 6 und 8 Mik. — Dabei einzelne einfache kugelige Körner, bis 9 Mik. gross.

Bei etwas dickern Schnitten durch das Sameneiweiss erkennt man die Partien von Stärkekörnern, die einer Zelle angehören, deutlich. In Taf. XXII, Fig. 9 ist ein Splitter des Albnmens dargestellt, dessen oberer Theil aus 2 Zellen besteht. Je dünner die Durchschnitte sind, desto undeutlicher wird die Begrenzung der Zellen, bis man zuletzt bloss noch die einzelnen zusammengesetzten Körner erkennt, um welche die zarten Zellwandungen keine sichtbaren Grenzen bilden (unterer Theil der Fig. 9 auf Taf. XXII). Zwischen den zusammengesetzten Körnern befinden sich dünne Lagen von Protoplasma, welche gleichsam ein zartes Parenchym darstellen, in das jene eingebettet sind. — Taf. XXI, Fig. 31 ein zusammengesetztes Korn bei verschiedener (A höchster, B mittlerer) Einstellung. Fig. 23a, b Bruchkörner.

In halbreifen Samen sind die zusammengesetzten Körner kugelig bis länglich (bis 44 Mik. gross), aus scheinbar soliden, überall gleichdichten Theilkörnern bestehend, welche durch zarte Linien oder deutliche schmale Spalten von einander getrennt sind.

In ganz jungen Samen, wo die Bildung des Endosperms erst begonnen hat, sind die Zellen, welche an der Innenfläche des Embryosackes einen 3—4schichtigen Ueberzug bilden, ganz mit kleinen Stärkekörnern ausgefüllt. Die Letztern sind meistens kugelig, theils deutlich zusammengesetzt, theils bloss granulirt oder fast homogen (Taf. XXI, Fig. 28a, b, c; 29b; 30). Daneben kommen winzige Körner vor, welche entweder einfache oder Bruchkörner sind (Fig. 29a).

C. nudicaulis Burm. (trocken). Die Stärkekörner der reifen Samen verhalten sich wie diejenigen von *C. coelestis* Willd. — Taf. XXI, Fig. 25, 26, 27 drei zusammengesetzte Körner; Fig. 24 ein Bruchkorn.

In halbreifen Samen sind die zusammengesetzten Körner kugelig, oval, elliptisch oder länglich, bis 28 und 34 Mik. gross. Die Theilkörner derselben sind solid und bestehen aus einer überall gleichdichten Substanz; sie sind durch Linien oder auch durch deutliche Spalten (welche Wasser enthalten) getrennt. Ausserdem kommen unzählige, stumpfeckige oder polyedrische Bruchkörner vor, indem die zusammengesetzten Körner in diesem Stadium noch leicht zerfallen.

Trockenes Sameneiweiss von *Tinnantia fugax* Scheidw. (Commelynac.) Stärke wie bei *Commelyna*. Die zusammengesetzten Körner 1—2 mal so lang als dick, aus 2 bis über 1700 Theilkörnern bestehend. Grösse bis 50, Dicke bis 36 Mik. — Beim Zerdrücken werden rundliche oder polyedrische Bruchkörner frei, die häufig noch in unregelmässigen Klumpen zusammenhängen und meist 2—3, seltener bis 4 und 5 Mik. gross sind. Einige Zellen scheinen mit einer homogenen Masse gefüllt zu sein. — Taf. XXI, Fig. 22 einfach, kugelig; 23c Bruchkörner; 32 ein einzelnes, 33 mehrere zusammengesetzte Körner, durch dünne Protoplasma wände von einander getrennt.

Trockenes Sameneiweiss von *Cyanotis cristata* Don., *Tradescantia virginica* Lin., *Heteractia pulchella* Kze. (Commelynac.) Stärke wie bei *Commelyna*.

Trockenes Sameneiweiss von *Zingiber officinale* Rosc. (*Amomum Zingiber* Lin. — Zingiberac.) Die Zellen sind dicht mit Theilkörnern ausgefüllt, welche meistens eine gleichförmige Masse darstellen, in der man nichts von den zusammengesetzten Körnern erkennt. Diese Masse erscheint entweder bei vollständigem Verschmelzen der Theilkörner netzartig-parenchymatisch, indem nur die in scheinbar homogener Substanz liegenden Hohlräume sichtbar sind; oder körnig, wobei sich die Theilkörner von einander trennen lassen. Nur selten kann man innerhalb der Zellen die zu-

sammengesetzten Körner von rundlicher und ovaler Gestalt wahrnehmen und dieselben auch frei machen. — Theilkörner 1–5 Mik. gross, die kleinern solid, die grössern hohl.

Trockenes Sameneiweiss von **Amomum Cardamomum** Lin. (*A. javanicum* — Zingiberac.) Zellen meistens mit einem gleichförmigen parenchymähnlichen Netz ausgefüllt, welches nicht selten als eine einzige Masse aus den durchschnittenen Zellen herausfällt, und in welchem man bald keine bald nur undeutliche, den zusammengesetzten Körnern entsprechende Abtheilungen erkennt. Diese Masse hat zuweilen ein mehr körniges Ansehen und zerfällt durch Druck in Bruchkörner, von denen die kleinern oft rundlich, die grössern polyedrisch sind, und die eine kleinere oder grössere Höhlung einschliessen. Grösse derselben 1,5 bis 5,5 Mik. Kubikinhalte 0,7 bis 76 Mik.

Amomum granum Paradisi Afzel. und **Elettaria Cardamomum** White (*Cardamomum minus*) verhalten sich ganz gleich wie vorhergehende Art.

Trockenes Sameneiweiss von **Hedychium Gardnerianum** Wall. (Zingiberac.) Zusammengesetzte Körner kugelig, oval, selten etwas eckig; zart-granulirt; bis über 8000 Theilkörner enthaltend. Grösse bis 21 Mik. Kubikinhalte bis 4050 Mik. — Bruchkörner rundlich. Grösse 0,7–2 Mik. Kubikinhalte 0,2–4 Mik. — Diese Stärke macht den Uebergang zu den gewöhnlichen, vielzähligen zusammengesetzten Körnern (Typ. 16).

Trockenes Sameneiweiss von **Costus** Spec. (Zingiberac.) Die Theilkörner, welche 1 bis 3 und 4 Mik. gross sind, füllen die Zellen dicht aus als eine gleichförmige Masse, in der man nur selten die zusammengesetzten Körner erkennt, und welche zuweilen körnig, häufiger netzförmig-parenchymatisch erscheint; die Maschen liegen oft in parallelen Reihen. — Die Albumenzellen zeichnen sich durch zahlreiche buckelartige Vorsprünge aus.

Trockenes Sameneiweiss von **Thalia dealbata** Fras. (Cannac.) Zusammengesetzte Körner durch Druck polyedrisch mit scharfen Ecken und Kanten, oft mehr oder weniger unregelmässig; bis doppelt so lang als breit; mit 2 bis 12 rundlichen oder eckigen, mehr oder weniger deutlichen Höhlungen, welche in einer homogenen Masse liegen und dem ganzen Korn oft ein parenchymatisches Ansehen geben; nur selten bemerkt man einzelne Trennungslinien zwischen den Höhlungen. — Grösse der zusammengesetzten Körner bis 20 und 25 Mik. Kubikinhalte bis 5380 Mik. Die Höhlungen sind in den äussern festern Partien des Albumens klein (1–2 Mik. gross) und mehr rundlich, in den innern Theilen gross (bis 8 Mik.) und eckig. — Taf. XXII, Fig. 8 eine Zelle des Sameneiweisses. Taf. XXV, Fig. 10 zusammengesetzte Körner, a und b aus den äussern, c und d aus den innern Theilen des Albumens.

Trockenes Sameneiweiss von **Maranta** Spec. (Cannac.) Zusammengesetzte Körner aus 2 bis 6, selten 8 ziemlich gleichgrossen, aber meist unregelmässig gestalteten und unregelmässig zusammengeordneten Theilkörnern bestehend: Letztere mehr oder weniger mit einander verschmolzen, sich nicht von einander trennend, ohne oder mit undeutlichen Trennungslinien, jedes mit einer ziemlich grossen, oft wenig deutlichen Höhlung. — Grösse der zusammengesetzten Körner bis 9 und 13, der Theilkörner 2–5 Mik. — Die Stärke steht fast in der Mitte zwischen derjenigen von *Thalia* und derjenigen, welche den Typ. 14 bildet. — Dabei kommen einfache, torulose oder gekerbte Körner vor, ähnlich wie bei *M. ramosissima* Wall. (vgl. Pag. 448), aber kleiner (bis 11 und 14 Mik. gross) und nur wenig zusammengedrückt.

Trockenes Sameneiweiss von **Heliconia** Spec. (Musac.) Körner rundlich-oval bis länglich, nicht selten gebogen, oft von unregelmässiger Form, häufig etwas torulos; $\frac{1}{4}$ bis fast so breit als lang, die breiteren etwas zusammengedrückt. Einige erscheinen einfach; in der Mehrzahl bemerkt man mehrere (2 bis über 12) Höhlungen. Länge der Körner bis 17, Breite bis 10 Mik. Kubikinhalte bis 640 Mik. — Die Stärke steht in der Mitte zwischen derjenigen von *Maranta* Spec. und *Thalia dealbata*.

Sameneiweiss von **Piper**. Neben den gewöhnlichen, vielzähligen zusammengesetzten Körnern kommen auch solche vor, deren Theilkörner vollständig mit einander verschmolzen sind, vd. bei Typ. 16.

Typ. 13. Körner zusammengesetzt, 1 — 2 reihig.

Theilkörner zu 3 bis 11 ein zusammengesetztes Korn bildend, in 1 oder 2 Längsreihen liegend, durch Spalten von einander geschieden, und bei vollständiger Reife sich als Bruchkörner von einander trennend.

Diese zusammengesetzten Körner entstehen auf doppelte Art, entweder durch wiederholte Kerntheilung eines ursprünglich einfachen Korns, oder durch Verschmelzen von anfänglich getrennten in einem verlängerten Chlorophyllbläschen beisammen liegenden Körnern (bei Chara). Im letztern Falle können sie noch längere Zeit ganz oder stellenweise grünefärbt bleiben.

Frische Internodialzellen von *Chara hispida* Lin. Zusammengesetzte Körner länglich oder stabförmig, $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ so breit als lang, meist etwas zusammengedrückt; aus 2—8 ziemlich gleichgrossen Theilen bestehend. Länge bis 34, Breite bis 9 Mik. Kubikinhalte bis 1340 Mik. — Theilkörner in 1 oder 2 Längsreihen, meist mit den Enden über einander greifend; $\frac{1}{3}$ — $\frac{2}{3}$ so breit als lang; ungeschichtet. Länge 8—16 Mik. — Die Stärkekörner entstehen in Chlorophyllkörnern, und sind anfänglich grün, zuletzt farblos.

Taf. XX, Fig. 1 junge, 2 ältere Chlorophyllkörner. Fig. 3—7 Stärkekörner; 3 und 7, A und B zwei Körner je von der schmalen und breiten Seite; 4, 5, 6 von der breiten Seite. Die Kreise auf Fig. 4 und 5 sind wahrscheinlich Auflösungserscheinungen.

Frische Zwiebelschuppen von *Hyacinthus orientalis* Lin. (Liliac.) Zusammengesetzte Körner oval bis lanzettlich, $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}$ so breit als lang; aus 2—8 ungleichgrossen Theilen bestehend. Länge bis 35 Mik. — Theilkörner in 1 oder 2 Längsreihen, nicht von einander sich trennend; selten etwas geschichtet, meist mit einem kleinen centralen Kern. — Mit einfachen keilförmigen und halbzusammengesetzten Körnern (vd. Pag. 441 und 476).

Taf. XIX, Fig. 17, 20—22 aus den innern Schuppen einer vorjährigen Zwiebel. 17, 20 und 21 (von der breiten Seite gesehen) aus 7, 6 und 8 Theilen zusammengesetzt.

Frischer Wurzelstock von *Canna lagunensis* Lindl. (Cannac.) Zusammengesetzte Körner länglich bis lineal, meist mehr oder weniger gebogen, 3—8mal so lang als breit; aus 3—11 meist etwas ungleichgrossen Theilen bestehend, 1- stellenweise auch 2reihig. Länge bis 70 Mik. — Theilkörner mit deutlicher oder undeutlicher concentrischer Schichtung und ziemlich centralem Kern, zuweilen mit mehreren Kernen, zuweilen in Längs- oder Quertheilung begriffen. Grösse 3—18 Mik. — Unter einfachen, excentrisch-zusammengedrückten und halbzusammengesetzten Körnern (vd. Pag. 445 und 477) mit allen Uebergängen zwischen denselben.

C. pedunculata Sims (frisch). Zusammengesetzte Körner länglich oder lanzettlich, meist unregelmässig, oft gebogen; 2—6zählig, meist einreihig, ungleichtheilig. — Die kleinsten Theilkörner 2—3, die grössten bis 30 Mik. gross; in den Letztern ist die Schichtung zuweilen deutlich, Kern sehr excentrisch. — Mit einfachen, excentrisch-zusammengedrückten Körnern (vd. Pag. 443).

C. lanuginosa Bosc. (frisch). Zusammengesetzte Körner länglich oder lanzettlich-lineal, meist unregelmässig, oft gebogen, zuweilen zusammengedrückt; 2—8zählig, gewöhnlich einreihig, gleich- oder ungleichtheilig. — Unter einfachen und halbzusammengesetzten Körnern (vd. Pag. 444 und 477).

C. coccinea Ait. (frisch). Zusammengesetzte Körner länglich oder lanzettlich-lineal, meist unregelmässig, oft gebogen; 2—6- und 8zählig, 1- seltener 2reihig, gleich- oder ungleichtheilig. — Unter einfachen Körnern (vd. Pag. 444) mit allen Uebergängen zu halbzusammengesetzten.

Frische und trockene Samen von *Fagopyrum esculentum* Moench (*Polygonum Fagopyrum* Lin. — Polygon.). Zusammengesetzte Körner rundlich, länglich, stabförmig; zuweilen gebogen oder zusammengekrümmt; oft von unregelmässiger Gestalt, eckig oder selbst gelappt; 1—8mal so lang als breit, die schmalen stielrund, die breiten zusammengedrückt; aus 2—15 Theilen bestehend, welche in einer einfachen oder Doppelreihe, selten in mehreren Reihen oder in einer einfachen Schicht liegen. Länge bis 38, Breite bis 20 Mik. Kubikinhalte bis 7100 Mik. — Theilkörner homogen oder mit centralem kleinem Kern. Grösse 4—10 Mik. Kubikinhalte 30—490 Mik. — Unter einfachen centrisch-kugeligen Körnern (vd. Pag. 415).

Taf. XXIII, Fig. 10b, c, l, p einreihig; f, i einreihig, verzweigt oder gelappt; e, h stellenweise doppelreihig; n, o einschichtig; m zusammengesetztes Korn, von dem sich mehrere Theile losgetrennt haben; k Bruchkorn. — Es ist nicht ganz sicher, ob diess alles zusammengesetzte Körner sind, oder ob darunter Gruppen von zusammenklebenden einfachen Körnern sich befinden.

Typ. 14. Körner zusammengesetzt, wenigzählig, gleichtheilig.

2 bis 10 und mehr, ungefähr gleichgrosse Theilkörner körperlich zu einem zusammengesetzten Korn verbunden, durch Spalten von einander geschieden und bei vollständiger Reife sich als Bruchkörner von einander trennend, welche von einer gebogenen und 1 oder mehreren ebenen Bruchflächen begrenzt sind.

Diese zusammengesetzten Körner entstehen durch Kerntheilung; sie gehen zuweilen durch weiter fortgesetzte Theilung in vielzählige, die dem Typ. 16 angehören, über. — Selten kommen sie rein vor; sehr häufig sind sie theils mit einfachen, theils mit ungleichtheiligen, dem Typ. 15 angehörenden zusammengesetzten Körnern, die durch Abschneiden von Ecken und Kanten gebildet werden, gemengt.

Mark von *Cycas circinalis* Lin. (Cycad.) Nach Payen (Ann. sc. nat. 1838, II, Pag. 18; Pl. 6, Fig. 4, 5) sind die Körner aus 2 bis 8 und 10 gleichgrossen und regelmässig zusammengestellten Theilen zusammengesetzt. — Bruchkörner mit 1 gebogenen und 1–7 Bruchflächen, deutlich-geschichtet; Kern bis $\frac{1}{4}$ excentrisch; Grösse bis 45 Mik. — Der käufliche Sago ist durch feuchte Hitze etwas verändert (l. c. Fig. 11, 12), die Körner bis 70 Mik. gross. — In der Basis der Blattstiele kommt die gleiche Stärke vor wie im Mark des Stammes (l. c. Pag. 23).

Trockene Wurzel von *Coix Lacryma* Lin. (Gramin.) Zusammengesetzte Körner rundlich oder oval, aus 2 bis 4 und 8, ziemlich gleichgrossen Theilen bestehend. Grösse bis 11 Mik. — Bruchkörner 2,5–5 Mik. — Dabei einfache kugelige, bis 7 Mik. grosse Körner. — Stärke in der Wurzelrinde ziemlich reichlich.

Trockener Wurzelstock von *Panicum arenarium* Brot. (*P. repens* Lin. — Gramin.) Körner aus 2–4, gleich-, seltener ungleichgrossen Theilen zusammengesetzt (nur wenige unzerfallene noch vorhanden). Grösse bis 20 und 26 Mik. — Bruchkörner rundlich oder oval, homogen oder mit einer kleinen Höhlung an der Stelle des Kerns; Letztere bis $\frac{1}{4}$ excentrisch. Grösse bis 13 Mik.

Trockener Wurzelstock von *Oplismenus colonus* Humb. & Kunth (*Panicum c.* Lin. — Gramin.) Bruchkörner rundlich oder rundlich-eckig, meist zusammengedrückt. Grösse bis 6 Mik. — Einzelne erweisen sich deutlich als Bruchkörner mit einer gebogenen und 1 bis 6 Bruchflächen. Die zusammengesetzten Körner, von denen keine mehr vorhanden sind, mögen vielleicht aus 2 bis 10 Theilen bestanden haben. — Stärke spärlich, in den Wurzeln mangelnd.

Trockene Stolonen von *Vilfa pungens* Beauv. (*Sporobolus p.* Kunth — Gramin.) Körner aus 2 bis 10 und 12, ziemlich gleichgrossen Theilen zusammengesetzt. Grösse bis 14 Mik. — Bruchkörner 3–8 Mik.; die grösseren mit einer kleinen Höhlung und zuweilen mit einzelnen zarten radialen Rissen. — Die Zellwandungen sind stark-verdickt und gekerbt.

Trockene Stolonen von *Cynodon Dactylon* Pers. (Gramin.) Körner aus 2 bis 7 und 9, gleich-, seltener ungleichgrossen Theilen zusammengesetzt. Grösse bis 12 und 16 Mik. — Bruchkörner rundlich, 3–8 Mik.; die grösseren hohl.

Trockene Wurzel von *Andropogon muricatus* Retz (*Anatherum m.* Beauv., *Radix Iwarancusae* — Gramin.). Körner aus 2–4, gleichgrossen, dreieckig- oder tetraedrisch gestellten Theilen zusammengesetzt. Grösse bis 25 Mik. Kubikinhalte bis 3700 Mik. — Bruchkörner aus breiter Basis kegelförmig, mit etwas vorgezogenem stumpfem Ende, $\frac{3}{4}$ bis $1\frac{1}{3}$ so breit als lang; ohne Schichtung; statt des Kerns zuweilen eine kleine Höhlung, von welcher 1–2 Risse ausstrahlen, dem schmalen Ende genähert, bis $\frac{1}{4}$ excentrisch. Länge 7–13, Breite 8–11 Mik. Kubikinhalte 180–930 Mik. — Dabei spärliche einfache, kugelige Körner.

Taf. XXVI, Fig. 1a tetraedrischer Vierling; b Bruchkorn von einem Drilling; c, f Zwillinge; d und e das nämliche Bruchkorn (von einem Zwilling) von der Seite und in der Quersicht.

Die von Schleiden (Grundzüge, 3. Aufl. I, Pag. 185, Fig. 15) gezeichneten Körner sind durch Hitze verändert. — Nach Berg (Pharmacognosie, Pag. 26) soll Radix Iwarancusae keine Stärke enthalten. In mehreren aus verschiedenen Quellen bezogenen Proben finde ich immer im Mark viel, in der Rinde dagegen kein Amylum.

Trockener Wurzelstock von *Scirpus maritimus* Lin. (Cyperac.) Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval, aus 2–10, meist gleichgrossen und regelmässig zusammengeordneten Theilen bestehend. Grösse bis 18 Mik. Kubikinhalte bis 3000 Mik. — Bruchkörner meist mit einer kleinen centralen Höhlung, von welcher in den grössern einige radiale Risse abgehen. Grösse 5–14 Mik. Kubikinhalte 45–1250 Mik. — Dabei einfache kugelige, bis 15 Mik. grosse Körner mit kleiner centraler Höhlung und einzelnen radialen Rissen.

Trockener Wurzelstock von *Carex maxima* Scop. (Cyperac.) Zusammengesetzte Körner rundlich, oval, meist mehr oder weniger unregelmässig; aus 2 bis 10 und 14, meist gleichgrossen Theilen bestehend. Grösse bis 9 Mik. — Grösse der Bruchkörner 1,5–4 Mik. — Dabei einfache, rundliche und ovale Körner.

C. bicolor All. (trocken). Zusammengesetzte Körner rundlich oder oval, oft etwas unregelmässig; aus 2 bis 8 und 10 meist ziemlich gleichgrossen Theilen bestehend. Grösse bis 7 Mik. — Grösse der Bruchkörner 1–3 Mik. — Mit einfachen Körnern von unausgebildetem Bau (vd. Pag. 454).

Trockene Wurzeln von *Willdenowia teres* Thunb. (Restiac.) Bruchkörner mit 1 gebogenen und 1–5 Bruchflächen, zuweilen mit einer kleinen Höhlung. Grösse bis 10 Mik. — Von zusammengesetzten Körnern sind nur noch wenige, 2–4 zählige vorhanden. Die meisten sind zerfallen; sie müssen, nach den Bruchkörnern zu urtheilen, wenigstens bis 8 Theile enthalten haben. — Dabei einfache, kugelige und kugelig-ovale Körner.

Trockener Wurzelstock von *Restio incurvatus* Thunb. (Restiac.) Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval; aus 2 bis 10 und 20, zuweilen ungleich-, häufiger gleichgrossen Theilen bestehend. Grösse bis 14 Mik. — Bruchkörner 2–8 Mik.; die grössern mit einer kleinen Höhlung.

Trockener Wurzelstock von *Luzula spadicea* DC. (Juncac.) Körner aus 2 bis 8 und 12, meist ziemlich gleichgrossen Theilen zusammengesetzt. Grösse bis 13 Mik. — Grösse der Bruchkörner 2–6 Mik.

Frische Knollen von *Colchicum autumnale* Lin. (Melantbac.) Körner aus 2–4, in der Regel gleichgrossen Theilen zusammengesetzt, von denen 3 selten in einer Reihe, 4 meist tetraedrisch gestellt sind. Grösse bis 28 Mik. Kubikinhalte bis 9920 Mik. — Bruchkörner ungeschichtet, mit deutlichem Kern; zuweilen statt dessen eine kleine Höhlung, von welcher 2 Risse nach den Ecken ausstrahlen. Grösse 3,8–18 Mik. Kubikinhalte bis 5010 Mik. — Dabei spärliche einfache, kugelige oder kugelig-abgeplattete Körner.

Taf. XXV, Fig. 14 a und b tetraedrischer Vierling von 2 Seiten gesehen; c, e Zwillinge; d Drilling. In den frischen Knollen kommen einzelne Körner mit Auflösungserscheinungen vor: f mit einer trichterförmigen Spalte in jedem Theilkorn; in g ist dieselbe erweitert und in eine Höhlung umgewandelt; h und i ein einfaches, hohles Korn, von 2 Seiten gesehen (Pag. 108).

Trockene Knollen von *Colchicum variegatum* Lin (Radix Hermodactyli — Melanthac.) Zusammengesetzte Körner kugelig, oval oder länglich; aus 2–8, in der Regel gleichgrossen Theilen bestehend. Grösse bis 60 Mik. Kubikinhalte bis 15700 Mik. — Bruchkörner ungeschichtet, mit starken, nach den Ecken verlaufenden radialen Rissen. Grösse bis 30 Mik. Kubikinhalte bis 7900 Mik. — Dabei einfache, kugelige und kugelig-ovale Körner.

Taf. XXV, Fig. 13 a Drilling; b aus 7 Theilen zusammengesetzt; c aus 4 in einer Ebene liegenden Theilen bestehend.

Trockener Wurzelstock von *Monochoria plantaginea* Kunth Pl. Ind. or. ed. Hohenacker (Pontederac.) Zusammengesetzte Körner rundlich oder oval, aus 2 bis 10 und 16 meist ziemlich gleichgrossen Theilen bestehend. Grösse bis 12 Mik. — Bruchkörner 2–8 Mik.; die grössern mit einer kleinen Höhlung.

Trockene Sassafrillwurzel, von *Smilax* Spec. (Smilac.) Zusammengesetzte Körner kugelig, seltener oval oder

länglich; aus 2–8 meist gleichgrossen Theilen bestehend, welche zu 3 ein Dreieck seltener eine Reihe, zu 4 ein Tetraeder seltener ein Viereck, zu 6 ein Hexaeder bilden. Grösse bis 23 Mik. Kubikinhalte bis 6100 Mik. — Bruchkörner ungeschichtet; statt des Kerns meist eine kleine fast centrale Höhlung, von welcher gewöhnlich 2, selten 4 Risse ausgehen. Grösse 4–15 Mik. Kubikinhalte 30–1690 Mik. — Dabei selten einfache kugelige Körner, mit kleiner centraler Höhlung und radialen Rissen, bis 16 Mik. gross.

Taf. XXVI, Fig. 8a aus 6 Theilkörnern bestehend; b, c Drillinge; d Bruchkorn. — Zuweilen enthalten die Zellen Stärkekleister; die Waare ist dann offenbar beim Trocknen erhitzt worden.

Trockener Wurzelstock von *Smilax China* Lin. (Radix Chinae — Smilac.) Zusammengesetzte Körner durch Druck mehr oder weniger eckig, oft vollkommen polyedrisch; aus 2 bis 4, selten aus 6 gleichgrossen Theilen bestehend. Grösse bis 60 Mik. Kubikinhalte bis 102400 Mik. — Bruchkörner scharf-polyedrisch, selten mit einzelnen wenigen deutlichen Schichten; statt des Kerns eine kleine centrale Höhlung, von welcher meistens einige Risse ausstrahlen. Grösse 15–30 Mik. Kubikinhalte 1930–17800 Mik. — Dabei einfache Körner ohne entwickelten Bau (vd. Pag. 455).

Tahiti-Arrowroot, aus dem Wurzelstock von *Tacca pinnatifida* Forst. (Taccac.) Nach Walpers (Bot. Zeit. 1851, Pag. 333) sind die Körner wahrscheinlich aus 2–6 Theilen zusammengesetzt. Die Bruchkörner haben 1–4 Bruchflächen, undeutliche Schichtung, einen excentrischen Kern und einen starken Querriss ähnlich wie bei *Maranta arundinacea*; ihre Grösse stimmt ebenfalls mit der *Maranta*-Stärke überein, oder ist etwas geringer.

Nach Leon Soubeiran (Journ. Pharm. XXV [1854] 180) sind die Körner kugelig, elliptisch, oft senkrecht auf die Achse abgeschnitten, zuweilen etwas birnförmig; manche mit sternförmigen Rissen an der Stelle des excentrischen Kerns; die Grösse varirt zwischen 40 und 30 Mik., einige Körner sind nicht über 10 Mik. gross. (Nach der Abbildung würde es eher scheinen, als ob die grössern Körner einfache, nicht Bruchkörner wären.)

Trockene Zwiebelknollen von *Meristostigma silenoides* Dietr. (Irid.) Körner aus 2 bis 10 und 12, meist gleichgrossen und regelmässig gestellten Theilen zusammengesetzt. Grösse bis 42 Mik. Kubikinhalte bis 31700 Mik. — Die grössern Bruchkörner mit einer kleinen Höhlung, von welcher einzelne kurze Risse ausstrahlen können; dieselbe ist in ovalen Bruchkörnern bis $\frac{1}{2}$ excentrisch. Grösse 2–18 Mik. Kubikinhalte 4–4200 Mik. — Dabei einzelne einfache, kugelige oder ovale Körner, bis 20 Mik. gross.

Trockene Zwiebelknollen von *Gladiolus communis* Lin. (Irid.) Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval; aus 2 bis 6 und 8, gleich- oder etwas ungleichgrossen, meist regelmässig zusammengestellten Theilen bestehend. Grösse 7–28 Mik. — Bruchkörner 2,5–18 Mik.; die grössern mit einer kleinen Höhlung, von welcher starke Risse nach den Ecken gehen.

Trockene Zwiebelknollen von *Trichonema Bulbocodium* Ker. (Irid.) Körner aus 2 bis 10 und 12, meist gleichgrossen und regelmässig gestellten Theilen zusammengesetzt. Grösse bis 28 Mik. — Bruchkörner 2–14 Mik.; die grössern statt des Kerns mit einer kleinen Höhlung, von welcher zuweilen einzelne kurze, nach den Ecken gerichtete Risse ausgehen. — Dabei einzelne einfache, kugelige Körner, bis 16 Mik. gross.

Trockene Zwiebelknollen von *Crocus sativus* All. (Irid.) Körner aus 2 bis 8 und 10, meist gleichgrossen und regelmässig gestellten Theilen zusammengesetzt. Grösse bis 38 Mik. — Bruchkörner 2–18 Mik.; die grössern statt des Kerns mit einer kleinen Höhlung, von welcher lange zarte Risse nach den Ecken gehen.

Trockener Wurzelstock von *Anigosanthus rufa* Labil. (Haemodorac.) Körner aus 2 bis 4 und 6, häufiger gleichgrossen Theilen zusammengesetzt. Grösse bis 18 Mik. — Bruchkörner 3–10 Mik.; oft mit einer kleinen Höhlung.

Trockener Wurzelstock von *Billbergia amoena* Lindl. (Bromeliac.) Körner aus 2–4, meist gleich-, zuweilen ungleichgrossen Theilen zusammengesetzt. — Bruchkörner 5–15 Mik. gross; statt des Kerns eine kleine Höhlung mit einigen kurzen starken strahlenförmigen Rissen; in den grössern ovalen Bruchkörnern ist dieselbe bis $\frac{1}{2}$ excentrisch. — Mit einfachen, excentrisch-kegelförmigen Stärkekörnern (vd. Pag. 432).

Wurzelstock von **Maranta indica** Rosc. (Westindisches Arrowroot, — Cannac.) Nach Schleiden (Grundzüge, 3. Aufl. I, Pag. 185, Fig. 13) sind die Körner aus 2–4, ziemlich gleichgrossen Theilen zusammengesetzt. — Auch andere Maranta-Arten haben nach Schleiden solche Stärkekörner und nach Münter (Bot. Zeit. 1845, Pag. 203) auch *Maranta bicolor* Ker. (*Calathea* b. Steud.).

Nach Walpers (Bot. Zeit. 1851, Pag. 334) sind die Amylumkörner von *Maranta indica* eiförmig, paukenförmig, schief-paukenförmig und fast birnförmig, sowie zu 2 und 3 drusenartig-verwachsen. Sie sollen keiner Arrowroot-Sorte beigemischt sein. — Offenbar stammen sie von einer andern Pflanze als die von Schleiden und Münter beschriebene Stärke.

Trockener Wurzelstock von **Sparganium ramosum** Huds. (Typhac.) Körner aus 2 bis 6 und 12, häufig gleichgrossen Theilen zusammengesetzt. Grösse bis 17 Mik. — Bruchkörner meist mit einer kleinen Höhlung; in einzelnen ovalen Formen ist dieselbe bis $\frac{1}{4}$ excentrisch. Grösse 3–10 Mik. — Dabei einzelne einfache Körner, rundlich-oval oder oval; Kern bis $\frac{1}{4}$ excentrisch; Grösse bis 13 Mik.

Knollen von **Aponogeton** (Saurur.) Nach Schleiden (Grundzüge, 3. Aufl. I, Pag. 185) sind die Körner aus 2–4 ziemlich gleichgrossen Theilen zusammengesetzt.

Trockener Wurzelstock von **Parietaria diffusa** Mert. & Koch. (Urticac.) Körner aus 2–4 ziemlich gleichgrossen Theilen zusammengesetzt. Grösse bis 11 Mik. — Grösse der Bruchkörner 3–6 Mik. — Dabei einfache Körner von unausgebildetem Bau (vd. Pag. 457).

Frische Wurzel von **Rheum undulatum** Lin. (Polygon.) Zusammengesetzte Körner rundlich oder eckig mit abgerundeten regelmässigen oder unregelmässigen Ecken; aus 2–8, gleich- oder ungleichgrossen, häufig unregelmässig zusammengestellten Theilen bestehend. Grösse bis 25 Mik. Kubikinhalte bis 7920 Mik. — Bruchkörner stumpfkantig bis scharf-polyedrisch; Schichten selten sichtbar, sehr zart und wenig zahlreich (1–4); Kern meist deutlich, central oder ziemlich excentrisch. Grösse 4–20 Mik. Kubikinhalte 25–3990 Mik. — Dabei sehr selten einfache kugelige Körner.

Taf. XXVI, Fig. 11 a ein Bruchkorn mit excentrischem Kern (Bruchflächen nach unten gerichtet, durch weiteres Wachsthum nach dem Zerfallen etwas verwischt); b aus 5 Theilen bestehend; c ungleichtheiliger Drilling; d kugelig, einfach; e Bruchkorn mit 3 Bruchflächen.

Rhabarberwurzel, von **Rheum** Spec. (Polygon.) Körner aus 2–5 Theilen zusammengesetzt. — Bruchkörner stumpf- oder scharfkantig; ohne Schichtung; statt des Kerns eine kleine Höhlung, central oder ziemlich excentrisch, mit 2–5 kurzen radialen Rissen. Grösse 3–17 Mik. Kubikinhalte 11–2460 Mik. — Dabei einfache rundliche Körner; ein solches ist auf Taf. XXVI, Fig. 10 dargestellt.

Trockener Wurzelstock von **Rumex arifolius** All. (Polygon.) Zusammengesetzte Körner rundlich bis oval-länglich; aus 2–8, bald gleich- bald etwas ungleichgrossen, oft unregelmässig gestellten Theilen bestehend. Grösse bis 12 Mik. — Bruchkörner 2–6 Mik.; die grössern mit einer kleinen Höhlung. — Mit einfachen Körnern von unentwickeltem Bau (vd. Pag. 458).

Trockener Wurzelstock und verdickte Wurzeln von **R. tuberosus** Lin. (Polygon.) Körner aus 2 bis 6, selten 10 Theilen zusammengesetzt, welche bald gleich- bald ungleichgross sind (indem einem oder 2 grössern Theilkörnern einige kleinere anhaften). Grösse bis 26 Mik. Kubikinhalte bis 8800 Mik. — Bruchkörner mit einer kleinen Höhlung, von welcher meist einzelne radiale Risse namentlich nach den Ecken abgehen; Excentricität bis $\frac{1}{2}$; Grösse 3 bis 14 und 17 Mik. Aufgequollene hohle Bruchkörner bis 22 Mik. gross. — Die Stärkekörner sind in den verdickten Wurzeln im Allgemeinen etwas grösser als im Wurzelstock.

Trockene Wurzel von **Boerhavia repens** Lin. (Nyctagin.) Zusammengesetzte Körner kugelig bis länglich und tafelförmig; aus 2 bis 10 und 14, meist gleichgrossen und regelmässig gestellten Theilen bestehend. Grösse bis 30 Mik. Kubikinhalte bis 11200 Mik. — Bruchkörner meist isodiametrisch, mit einer kleinen Höhlung, von welcher nach den Ecken lange zarte Risse ausstrahlen; Excentricität bis $\frac{1}{2}$. Grösse 3–20 Mik. Kubikinhalte 15–4800 Mik.

Rinde von **Cinnamomum ceylanicum** Nees (Cortex Cinnamomi interior — Laurin.) Körner aus 2—4, ziemlich gleichgrossen Theilen zusammengesetzt. Grösse bis 14 Mik. — Dabei viele kugelige und rundlich-eckige Körner, die Erstern einfach, die Letztern Bruchkörner; bis 9 Mik. gross; die grössern mit einer kleinen centralen Höhlung.

Mark des trockenen Wurzelstockes von **Aristolochia Serpentaria** Lin. (Aristoloch.) Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval-kugelig; aus 2—8 meist gleichgrossen und regelmässig (dreieckig, tetraedrisch, hexaedrisch, oktaedrisch) gestellten Theilen bestehend. Grösse bis 18 Mik. Kubikinhalte bis 2990 Mik. — Bruchkörner ohne Schichtung, Kern, Höhlung und Risse. Grösse 3—12 Mik. Kubikinhalte 14—890 Mik. — Dabei selten einfache kugelige Körner, ebenfalls homogen, bis 12 Mik. gross.

Taf. XXVI, Fig. 7a aus 4, b aus 7 Theilen zusammengesetzt (in b ist ein mittleres Theilkorn auf der abgekehrten Seite verborgen). — Die Zellen der Rinde enthalten ähnliche, aber etwas kleinere Körner.

Trockene Wurzeln von **A. Pistolochia** Lin. (Aristoloch.) Zusammengesetzte Körner rundlich, seltener elliptisch; aus 2 bis 8 und 12, meist gleichgrossen und regelmässig gestellten Theilen bestehend. Grösse bis 18 Mik. — Bruchkörner 3—11 Mik; die grössern mit einer Höhlung. — Dabei aufgequollene, scheinbar hohle, grössere Bruchkörner, — und einfache rundliche Körner.

Frischer Wurzelstock und Wurzeln von **Valeriana officinalis** Lin. (Valerian.) Körner aus 2—4, gleichgrossen und regelmässig (dreieckig und tetraedrisch) gestellten Theilen zusammengesetzt. — Bruchkörner zuweilen mit deutlichem centralem Kern; Grösse bis 8 Mik. Kubikinhalte bis 240 Mik. — Dabei einfache Körner von nicht ausgebildetem Bau (vd. Pag. 458).

Trockener Wurzelstock von **V. tuberosa** Lin. (Valerian.) Körner aus 2 bis 4 selten 6, ziemlich gleichgrossen Theilen bestehend. Grösse bis 22 Mik. — Bruchkörner mit einer grössern oder kleinern Höhlung, von welcher meist nach den Ecken radiale Risse abgehen. Grösse 4—15 Mik. — Darunter einzelne einfache Körner von unentwickeltem Bau (vd. Pag. 458).

Trockener Wurzelstock von **V. salianca** All. (Valerian.) Zusammengesetzte Körner kugelig bis oval und ungleichseitig-elliptisch; aus 2 bis 6 und 10, gleich- oder etwas ungleichgrossen Theilen bestehend. Grösse bis 11 Mik. — Bruchkörner 2—5 Mik; die grössern mit einer kleinen Höhlung. — Dabei einfache Körner von nicht ausgebildetem Bau (vd. Pag. 458).

Trockener Wurzelstock und Wurzeln von **Succisa pratensis** Moench (Dipsac.) Zusammengesetzte Körner kugelig bis oval und elliptisch; aus 2 bis 10 und 16, ungefähr gleich- nicht selten ungleichgrossen Theilen bestehend. Grösse bis 20 Mik. — Bruchkörner mit einer kleinern oder grössern Höhlung, von welcher oft zarte kurze radiale Risse ausgehen; dieselbe ist meist ziemlich central, selten bis $\frac{1}{2}$ excentrisch. Grösse 2,5 bis 10 und 14 Mik.

Trockene Wurzeln von **Vinca minor** Lin. (Apocynac.) Körner aus 2 bis 4 und 6, meist ziemlich gleich-, seltener ungleichgrossen Theilen zusammengesetzt. Grösse bis 25 Mik. — Bruchkörner nicht selten etwas schief; statt des Kerns meist eine kleine centrale Höhlung, von welcher zarte Risse nach den Ecken ausgehen können. Grösse bis 12 Mik. — Mit einfachen, meist excentrisch-kegelförmigen Körnern (vd. Pag. 432).

Trockener Wurzelstock von **Swertia perennis** Lin. (Gentian.) Körner aus 2 bis 4 und 6, meist ziemlich gleichgrossen Theilen zusammengesetzt. Grösse bis 12 Mik. — Bruchkörner 3—7 Mik.; selten mit einer kleinen Höhlung. — Mit einfachen Körnern von nicht entwickeltem Bau (vd. Pag. 458).

Frische unreife Fruchtwandung von **Teucrium hyrcanicum** Lin. (Labiät.) Körner rundlich, meist eckig, bis 8 Mik. gross; wahrscheinlich ist die Mehrzahl derselben Bruchkörner. Dabei aus 2—6 Theilen zusammengesetzte Körner.

Trockener Wurzelstock von **Omphalodes verna** Moench (Borragin.) Zusammengesetzte Körner rundlich oder oval; aus 2 bis 4 und 6, ziemlich gleich-, selten ungleichgrossen Theilen bestehend. Grösse bis 9 Mik. — Bruchkörner 2—5 Mik. gross; sehr selten mit einer kleinen Höhlung. — Mit einfachen Körnern von unentwickeltem Bau (vd. Pag. 459). — Stärke ziemlich spärlich.

Trockener Wurzelstock von *Symphytum tuberosum* Lin. (Borragin). Körner aus 2–4, häufiger gleichgrossen Theilen bestehend. — Bruchkörner bis 12 Mik. gross, mit einer kleinen Höhlung und zuweilen einigen kurzen zarten radialen Rissen. — Mit einfachen, meist excentrisch-kegelförmigen Körnern (vd. Pag. 432).

Trockene Stolonen von *Convolvulus Soldanella* Lin. (Convolvulac.) Zusammengesetzte Körner rundlich oder oval; aus 2 bis 6 und 8, bald gleich- bald ungleichgrossen Theilen bestehend. Grösse bis 24 Mik. — Bruchkörner 3 bis 14 und 18 Mik.; die grössern statt des Kerns mit einer kleinen Höhlung, von welcher radiale Risse nach den Ecken gehen; selten oval mit excentrischem (bis fast $\frac{1}{2}$) Kern. — Dabei einfache Körner von unentwickeltem Bau (vd. Pag. 459).

Trockener Wurzelstock von *C. lineatus* Lin. Stärke wie bei vorhergehender Art. Körner aus 2–10 Theilen zusammengesetzt, im Allgemeinen etwas kleiner; Grösse bis 20 Mik. Grösse der Bruchkörner 2–13 Mik. — Darunter einfache Körner von unausgebildetem Bau (vd. Pag. 459).

Trockene Stolonen von *Convolvulus Imperati* Vahl (*Batatas littoralis* Chois. — Convolvulac.) Zusammengesetzte Körner rundlich oder oval; aus 2 bis 4 und 6, meist gleichgrossen Theilen bestehend. Grösse bis 28 Mik. — Bruchkörner mit einer kleinen Höhlung, von welcher zarte radiale Risse nach den Ecken gehen; Excentricität in ovalen Formen bis $\frac{1}{3}$. Grösse 5–16 Mik. — Darunter einfache Körner von nicht entwickeltem Bau (vd. Pag. 459).

Bataten oder Knollen von *Batatas edulis* Chois. Nach Payen (Ann. sc. nat. 1838, II, Pag. 21; Pl. 6, Fig. 15–17) sind die Körner aus 2 bis 6 und etwa 10, wie es scheint gleichgrossen Theilen zusammengesetzt. Bruchkörner bis 45 Mik. gross; breit-kegelförmig, halbkugelig oder polyedrisch, mit 1 gebogenen und 1–7 Bruchflächen; Schichtung deutlich; Kern excentrisch, an dem verschmälerten gewölbten Ende bis etwa $\frac{1}{5}$ und $\frac{1}{6}$ excentrisch. — Nach H. Crüger Bot. Zeit. 1854, Taf. II, Fig. 4) gibt es auch Bruchkörner, die an dem Kernende keulenförmig-verdickt und an dem hintern mit der Bruchfläche versehenen Ende verdünnt sind. — Nach Leon Soubeiran (Journ. Pharm. XXV [1854] 92) varirt die Grösse der Körner zwischen 10–20 und 40–50 Mik.; die kleinsten sind kugelig oder oval, diejenigen von mittlerer Grösse ziemlich regelmässig-polyedrisch, die grössten oval und elliptisch. (Nach den Beschreibungen ist es nicht unmöglich, dass neben den zusammengesetzten auch einfache Körner vorkommen.)

Trockene Wurzel von *Nolana prostrata* Lin. (Nolanac.) Körner aus 2 bis 8 und 10, ziemlich gleichgrossen Theilen zusammengesetzt. Grösse bis 16 Mik. — Bruchkörner 3–11 Mik.; die meisten mit einer kleinen centralen Höhlung. — Keine einfachen Körner.

Trockener Wurzelstock von *Polemonium reptans* Lin. (Polemoniacc.) Körner aus 2–8 ziemlich gleich-, seltener ungleichgrossen Theilen zusammengesetzt. Grösse bis 10 Mik. — Grösse der Bruchkörner 2–6 Mik. — Mit einfachen Körnern von unausgebildetem Bau (vd. Pag. 459).

Trockene Stolonen von *Physalis Alkekengi* Lin. (Solanac.) Zusammengesetzte Körner rundlich oder oval; aus 2 bis 8 und 12, ziemlich gleich-, seltener ungleichgrossen Theilen bestehend. Grösse bis 18 Mik. — Bruchkörner 3–9 Mik.; die grössern mit einer kleinen Höhlung, selten mit einigen zarten kurzen radialen Rissen; Höhlung central, selten (in ovalen Formen) bis $\frac{1}{2}$ excentrisch. — Stärke reichlich. Einfache Körner mangeln.

In den Wurzeln wurden die gleichen Amylumkörner gefunden; die zusammengesetzten waren aber meist in Bruchkörner zerfallen. Vielleicht dass unter den Letztern auch einfache rundliche Körner vorkommen.

Trockene Wurzel von *Solanum nigrum* Lin. (Solanac.) Zusammengesetzte Körner rundlich oder oval; aus 2 bis 8 und 12, meist ziemlich gleichgrossen Theilen bestehend. Grösse bis 20 Mik. — Bruchkörner 4–11 Mik.; die grössern mit einer kleinen Höhlung. — Stärke stellenweise ziemlich reichlich.

Trockene Wurzel von *Atropa Belladonna* Lin. (Solanac.) Zusammengesetzte Körner fast alle zerfallen; die wenigen noch vorhandenen meist aus 2–4 Theilen bestehend. — Bruchkörner gewöhnlich in der Richtung der Achse etwas verlängert, 1–2mal so lang als breit; mit 1–3 Bruchflächen am breitem Ende; Schichtung unsichtbar oder wenig deutlich; statt des Kerns oft eine kleine Höhlung, seltener central, meist dem schmälern Ende genähert, $\frac{2}{5}$ – $\frac{1}{4}$ excentrisch. — Unter einfachen Körnern von unausgebildetem Bau (vd. Pag. 459).

Trockener Wurzelstock von *Scrophularia nodosa* Lin. (Scrophularin.) Zusammengesetzte Körner rundlich bis elliptisch, oft unregelmässig; aus 2 bis 4 und 8 ziemlich gleichgrossen oder ungleichgrossen Theilen bestehend. Grösse bis 12 Mik. — Bruchkörner 2—6 Mik. gross, solid. — Mit einfachen Körnern von unausgebildetem Bau (vd. Pag. 459).

Trockener Wurzelstock von *Gratiola officinalis* Lin. (Scrophularin.) Zusammengesetzte Körner rundlich bis elliptisch, oft unregelmässig; aus 2 bis 4 und 6, ziemlich gleich- oder ungleichgrossen Theilen bestehend. Grösse bis 9 Mik. — Bruchkörner 1,5—5 Mik. gross, solid. — Mit einfachen Körnern von nicht entwickeltem Bau (vd. Pag. 459). — Stärke ziemlich spärlich.

Trockene Wurzeln von *Veronica austriaca* Lin. (Scrophularin.) Zusammengesetzte Körner (viele zerfallen) rundlich oder oval; aus 2 bis 4 und 8, theils gleich- theils ungleichgrossen Theilen bestehend. Grösse bis 13 Mik. — Bruchkörner 2—9 Mik.; die grössern mit einer kleinen centralen Höhlung. — Dabei einfache Körner von nicht entwickeltem Bau (vd. Pag. 459).

Trockener Wurzelstock von *Wulfenia carinthiaca* Jacq. (Scrophularin.) Zusammengesetzte Körner rundlich bis oval, oft unregelmässig; aus 2 bis 4 und 6, theils gleich- theils ungleichgrossen Theilen bestehend. Grösse bis 9 Mik. — Bruchkörner 1,5—6 Mik. gross, solid. — Dabei einfache Körner von nicht entwickeltem Bau (vd. Pag. 459). — Stärke ziemlich spärlich.

Trockene Wurzeln von *Pedicularis Barrelierii* Rchb. (Scrophularin.) Zusammengesetzte Körner rundlich bis oval; aus 2 bis 4 und 7, ziemlich gleichgrossen Theilen bestehend. Grösse bis 14 Mik. — Bruchkörner 2—6 Mik.; die grössern mit einer centralen Höhlung. — Mit einfachen Körnern von nicht entwickeltem Bau (vd. Pag. 459).

***P. rosea* Wulf. (trocken).** Körner aus 2—5, meist ziemlich gleichgrossen Theilen zusammengesetzt (die meisten zerfallen). — Bruchkörner 2—5 Mik.; die grössern mit einer centralen Höhlung. — Mit einfachen Körnern von unausgebildetem Bau (vd. Pag. 459).

***P. acaulis* Scop. (trocken).** Körner aus 2—6, meist ziemlich gleichgrossen Theilen zusammengesetzt. Grösse bis 14 Mik. — Bruchkörner 2—6 Mik.; die grössern mit einer kleinen Höhlung. Zuweilen bis 10 Mik. gross und dann wie aufgequollen mit einer grossen Höhlung. — Dabei einfache Körner von nicht ausgebildetem Bau (vd. Pag. 459).

Trockener Wurzelstock von *Orobanche* Spec. (Orobanch.) Körner aus 2—4, meist gleichgrossen Theilen zusammengesetzt. Grösse bis 50 Mik. Kubikinhalte bis 63600 Mik. — Bruchkörner nicht oder undeutlich-geschichtet; statt des Kerns eine Höhlung, von welcher starke Risse namentlich nach den Ecken ausstrahlen, central oder bis $\frac{1}{2}$ excentrisch. Grösse bis 30 Mik. Kubikinhalte bis 15100 Mik. — Mit einfachen, meist excentrisch-kegelförmigen Körnern (vd. Pag. 433).

Trockene Wurzeln von *Primula calycina* Duby (*P. glaucescens* Moretti — Primulac.) Körner aus 2—4, meist gleichgrossen Theilen zusammengesetzt. — Bruchkörner 5—10 Mik. gross; statt des Kerns eine kleine Höhlung, central oder bis $\frac{1}{2}$ excentrisch. — Unter einfachen Körnern von excentrischem, nicht ausgebildetem Bau (vd. Pag. 460).

Trockener Wurzelstock von *Soldanella alpina* Lin. (Primulac.) Körner aus 2—4, ziemlich gleich-, seltener etwas ungleichgrossen Theilen zusammengesetzt. — Bruchkörner bis 7 Mik.; die grössern mit einer kleinen Höhlung. — Mit einfachen Körnern von nicht entwickeltem Bau (vd. Pag. 460).

In den Wurzeln sind die Körner etwas grösser; Bruchkörner bis 10 Mik., mit einer kleinen Höhlung und einzelnen kurzen Rissen. — Ebenfalls mit einfachen Körnern.

Trockene kriechende Stämmchen von *Glaux maritima* Lin. (Primulac.) Körner aus 2 bis 4 und 8, meist gleich-, zuweilen ungleichgrossen Theilen zusammengesetzt. Grösse bis 15 Mik. — Bruchkörner 4—10 Mik.; die grössern mit einer kleinen Höhlung und zuweilen mit einzelnen radialen Rissen. — Mit einfachen Körnern von nicht entwickeltem Bau (vd. Pag. 460).

Trockener Wurzelstock von *Lysimachia vulgaris* Lin. (Primulac.) Körner aus 2 bis 8 und 10; theils gleich-, theils ungleichgrossen Theilen zusammengesetzt. Grösse bis 21 Mik. — Bruchkörner 4—17 Mik.; die grössern mit einer kleinen Höhlung und radialen nach den Ecken gehenden Rissen. — Darunter einfache Körner von nicht entwickeltem Bau (vd. Pag. 460). — Stärke reichlich; Zellwandungen nicht merklich verdickt.

Trockener Wurzelstock von *Pyrola rotundifolia* Lin. (Pyrolac.) Körner aus 2 bis 4 und 6, meist ziemlich gleichgrossen Theilen zusammengesetzt. Grösse bis 15 Mik. — Bruchkörner 3—8 Mik.; die grössern mit einer kleinen Höhlung. — Mit einfachen Körnern von nicht entwickeltem Bau (vd. Pag. 460).

Trockene wurzelnde Stämmchen von *Hydrocotyle vulgaris* Lin. (Umbellif.) Körner aus 2 bis 4 und 10, gewöhnlich gleich-, seltener ungleichgrossen Theilen zusammengesetzt. Grösse bis 18 und 24 Mik. — Bruchkörner mit 1—5 Bruchflächen; statt des Kerns eine kleine Höhlung, von welcher radiale Risse nach den Ecken gehen. Grösse 4—17 Mik. — Dabei einzelne einfache, kugelige oder ovalkugelige Körner.

Frische Wurzel von *Apium graveolens* Lin. Var. cult. (Umbellif.) Bruchkörner rundlich oder rundlich-eckig, mit 1 gebogenen und 1—5 Bruchflächen; ohne Schichtung und Kern. Grösse bis 12 Mik. — Die zusammengesetzten Körner sind zerfallen; nur innerhalb der Zellen sieht man wenige ganz deutlich, kugelig oder oval, aus 2—8 Theilen bestehend.

Trockene Wurzel von *Petroselinum sativum* Hoffm. (Radix Petroselini — Umbellif.) Zusammengesetzte Körner kugelig bis länglich-oval, aus 2 bis 10 und 15, selten bis 30 Theilen bestehend. Grösse bis 25 Mik. — Bruchkörner 2—10 Mik. gross; die meisten mit einer gewölbten Fläche, einige indess auch bloss von Bruchflächen begrenzt; die grössern mit einer kleinen centralen Höhlung und einigen radialen, gegen die Ecken gerichteten Rissen.

Trockene Wurzel von *Pimpinella Saxifraga* Lin. (Radix Pimpinellae albae — Umbellif.) Körner rundlich oder rundlich-eckig, oft mit 1 gewölbten und 1—4 deutlichen Bruchflächen; solid und homogen; Grösse bis 9 Mik. Die meisten derselben sind ohne Zweifel Bruchkörner; indessen kommen auch einfache vor, was man aus der kugeligen Form erkennt. Zusammengesetzte Stärkekörner sind nur noch wenige vorhanden.

Trockene Wurzel von *Levisticum officinale* Koch (Umbellif.) Bruchkörner mit 1 gewölbten und 1—4 Bruchflächen; statt des Kerns meist eine kleine centrale Höhlung, von welcher zuweilen einzelne Risse abgehen. Grösse bis 12 und 18 Mik. — Die Körner liegen gedrängt in den Zellen; zusammengesetzte wurden nur sehr wenige gesehen. — Dabei einfache Körner von unentwickeltem Bau (vd. Pag. 460).

Trockener Wurzelstock von *Ostercicum palustre* Bess. (Umbellif.) Körner aus 2 bis 4 und 8, häufiger ziemlich gleichgrossen Theilen zusammengesetzt. Grösse bis 14 Mik. — Bruchkörner 3—8 Mik.; die grössern mit einer kleinen Höhlung. — Dabei kugelige und ovale, bis 11 Mik. grosse Körner.

Trockener Wurzelstock von *Peucedanum Cervaria* Lap. (Umbellif.) Körner aus 2 bis 4 selten 6, meist ziemlich gleichgrossen Theilen zusammengesetzt. Grösse bis 20 Mik. — Bruchkörner 3—12 Mik.; die grössern mit einer kleinen Höhlung.

Trockener Wurzelstock von *Cornus suecica* Lin. (Corn.) Körner aus 2 bis 8 und 12, meist ziemlich gleichgrossen Theilen zusammengesetzt. Grösse bis 13 Mik. — Bruchkörner 3—8 Mik., die grössern mit einer kleinen Höhlung. — Dabei einfache Körner von nicht entwickeltem Bau (vd. Pag. 461).

Trockene Wurzeln von *Ranunculus Thora* Lin. (Ranunculac.) Körner aus 2 bis 6 und 8, theils gleich-, theils ungleichgrossen Theilen zusammengesetzt. Grösse bis 21 Mik. — Bruchkörner 4—15 Mik.; die grössern mit einer kleinen Höhlung und einigen kurzen Rissen; Höhlung central, in ovalen Formen bis $\frac{1}{2}$ excentrisch. — Keine einfachen Körner.

R. Flammula Lin. (trocken). Körner aus 2 bis 8 und 10 Theilen zusammengesetzt; die meisten zerfallen. — Bruchkörner mit 1 gewölbten und 1—6 Bruchflächen, bis 10 Mik. gross; die grössern oft mit einer kleinen Höhlung. — Stärke reichlich.

R. rutaefolius Lin. (trocken), Körner aus 2—8 Theilen zusammengesetzt; die meisten zerfallen. — Bruchkörner 2—7 Mik.; die grössern mit einer kleinen Höhlung. — Dabei, wie es scheint, einfache rundliche Körner. — Stärke nicht sehr reichlich.

Frischer Wurzelstock von *Chelidonium majus* Lin. (Papaverac.) Bruchkörner mit 1 gebogenen und 1—7 Bruch-

flächen. Grösse 2–10 Mik. — Zusammengesetzte, aus 2–10 ziemlich gleichgrossen Theilen bestehende Körner sind wenige mehr vorhanden.

Trockener knolliger Wurzelstock von *Corydalis solida* Smith (Fumariac.). Körner aus 2 bis 4 und 6, selten 8, meist gleichgrossen Theilen zusammengesetzt. Grösse bis 32 Mik. Kubikinhalte bis 16900 Mik. — Bruchkörner mit einer kleinen centralen Höhlung und einigen radialen, nach den Ecken verlaufenden Rissen. Grösse 4–18 Mik. Kubikinhalte 26–3500 Mik. — Keine einfachen Körner.

C. fabacea Pers. (trocken). Stärke wie bei Vorhergehender. Bruchkörner bis 14 und 17 Mik. gross.

C. pumila Host. (trocken). Stärke wie bei den beiden vorhergehenden Arten. Bruchkörner bis 16 und 20 Mik. gross.

Trockene Wurzeln von *Drosera rotundifolia* Lin. (Droserac.) Zusammengesetzte Körner rundlich oder oval, meist von etwas unregelmässiger Form; aus 2 bis 5 und 8, theils gleich-, theils ungleichgrossen, meist etwas unregelmässig zusammengestellten Theilen bestehend. Grösse bis 11 Mik. — Bruchkörner 2–8 Mik.; häufig mit einer Höhlung. — Stärke ziemlich reichlich.

Trockener Wurzelstock von *Viola cucullata* Ait. (Violar.) Körner aus 2 bis 4 und 6, gleich- oder ungleichgrossen Theilen zusammengesetzt. Grösse bis 18 Mik. — Bruchkörner 4–13 Mik.; statt des Kerns eine kleine Höhlung, von welcher einzelne kurze Risse abgehen, ziemlich central, in ovalen Formen bis $\frac{1}{2}$ excentrisch.

V. palustris Lin. (trocken). Körner aus 2 bis 6 und 9, gleich- oder ungleichgrossen Theilen zusammengesetzt. Grösse bis 12 Mik. — Grösse der Bruchkörner 2–6 Mik. — Mit einfachen Körnern von unausgebildetem Bau (vd. Pag. 462).

Trockene Wurzeln und Wurzelstock von *V. pinnata* Lin. Zusammengesetzte Körner rundlich oder oval; aus 2 bis 8 und 12, gleich- oder ungleichgrossen Theilen bestehend. Grösse bis 14 Mik. — Bruchkörner 2–8 Mik.; die grössern meist mit einer Höhlung.

Trockene Wurzel von *Portulaca megalantha* Steud. (Portulac.) Körner aus 2–4 gleichgrossen Theilen zusammengesetzt. — Bruchkörner 5–11 Mik. gross, oft mit einer centralen Höhlung. — Mit einfachen Körnern von unausgebildetem Bau (vd. Pag. 463).

Trockene Knollen von *Stellaria bulbosa* Wolfen (Caryophyll.). Körner aus 2–4, meist gleichgrossen Theilen zusammengesetzt; die meisten zerfallen. — Bruchkörner 3–8 Mik. gross; statt des Kerns zuweilen eine kleine Höhlung, welche bis $\frac{1}{2}$ excentrisch sein kann. — Mit einfachen excentrisch-kegelförmigen Körnern (vd. Pag. 436).

Trockene Wurzel von *Melochia pyramidata* Lin. (Buettneriac.) Körner aus 2 bis 4 und 8, meist gleichgrossen Theilen zusammengesetzt; die meisten zerfallen. — Bruchkörner 3–8 Mik. gross, manche mit einer kleinen Höhlung. — Dabei einfache, kugelige und rundlich-ovale Körner.

Trockene Wurzel von *Triumfetta Schimperii* Hochst. (Tiliac.) Zusammengesetzte Körner rundlich oder oval; aus 2 bis 4 und 8, theils gleich-, theils ungleichgrossen Theilen bestehend; die meisten zerfallen. Grösse bis 15 Mik. — Bruchkörner 3–9 Mik.; die grössern mit einer kleinen Höhlung oder einer Spalte. — Dabei einfache rundliche Körner.

Trockene Rinde von *Canella alba* Murray (Cortex *Canellae albae interior*, — Canellac.). Körner aus 2 bis 4 und 5, meist ziemlich gleichgrossen Theilen zusammengesetzt. Grösse bis 9 Mik. — Grösse der Bruchkörner bis 6 Mik. — Dabei einfache rundliche, bis 7 Mik. grosse Körner.

Trockener kriechender Wurzelstock von *Hypericum elodes* Lin. (Hypericin.) Zusammengesetzte Körner rundlich oder oval; aus 2 bis 4 und 6, theils gleich-, theils ungleichgrossen Theilen bestehend. Grösse bis 19 Mik. — Bruchkörner 3–13 Mik.; meist mit einer kleinen Höhlung, von welcher einzelne kurze zarte Risse abgehen können, oder mit einer zarten Spalte. — Dabei einfache Körner von nicht ausgebildetem Bau.

Cortex Alcornoco (Rinde von *Byrsonima crassifolia* DC. ? — Malpighiac.) Körner aus 2–4, meist gleichgrossen

Theilen zusammengesetzt. Grösse bis 25 Mik. — Bruchkörner bis 18 Mik.; homogen und meist solid. — Unter einfachen excentrischen Körnern von nicht entwickeltem Bau (vd. Pag. 464).

Trockene Wurzel von *Krameria triandra* R. P. (Ratanhiawurzel, — Kramerieen) Körner aus 2 bis 4, seltener 6, meist gleichgrossen und regelmässig gestellten Theilen zusammengesetzt; seltener sind an einem grossen Theilkorn auf einer oder auf 2 gegenüberliegenden Seiten kleinere befestigt; häufig kommen längliche gebogene Zwillinge vor. Grösse bis 35 Mik. — Bruchkörner rundlich bis länglich-oval, zuweilen etwas zusammengedrückt; meist homogen, sehr selten mit undeutlicher Schichtung; meist solid, seltener an der Stelle des Kerns eine kleine Höhlung, an dem schmälern gewölbten Ende bis $\frac{1}{4}$ excentrisch, zuweilen mit einzelnen kurzen strahlenförmigen Rissen. — Unter einfachen, excentrisch-verlängerten Körnern (vd. Pag. 451).

Taf. XXV, Fig. 8e Drilling. h und i ein Doppelkorn von 2 Seiten gesehen.

Tapiocca (Cassavastärke, brasilianisches Arrowroot), aus der Wurzel von *Manihot utilissima* Pohl (*Jatropha Manihot* Lin. — Euphorbiac.). Bruchkörner halbkugelig bis oval, zuweilen 3- und 4-, seltener 5eckig, mit einer gebogenen und 1 bis 5 und 7 Bruchflächen; die grössern mit einzelnen oder mehreren zarten Schichten; an der Stelle des Kerns meist eine kleine Höhlung, bis $\frac{1}{4}$ excentrisch, oft mit einzelnen kurzen strahlenförmigen Rissen. Grösse 2,5—25 Mik. Kubikinhalte bis 8400 Mik. — Zusammengesetzte Körner sind keine mehr vorhanden; offenbar bestanden dieselben aus 2—8 Theilen, welche theils gleich-, theils ungleichgross waren (indem einem grossen mehrere kleinere Theilkörner anhafteten). — Unter der beschriebenen Stärke waren einfache Körner (oval, stark-zusammengedrückt, mit zarter Schichtung und sehr excentrischem Kern, bis 50 und 60 Mik. gross) ähnlich denjenigen von *Curcuma Zedoaria*, gemengt. Wahrscheinlich gehören dieselben der Curcumastärke (Tikmehl) an.

Andere Sorten von Tapiocca sind durch Hitze etwas verändert. Bruchkörner 17—50 Mik. gross; Schichtung selten deutlich; eine centrale oder etwas excentrische, oft grosse Höhlung und meist 2 davon ausgehende Risse, welche eine kegelförmige Substanz umfassen, oder ein dichtes rundliches Korn in der Höhlung. — Zusammengesetzte, aus 2—4, meist gleichgrossen Theilen bestehende Körner sind wenige mehr vorhanden. — Dabei spärliche einfache Körner, kugelig oder oval-kugelig, mit concentrischer Schichtung oder mit centraler Höhlung. — Taf. XXV, Fig. 15a in Wasser; b, c, d, e, g in verdünntem, f in absolutem Alcohol beobachtet. a Bruchkorn von einem Zwilling; b und c einfach, von 2 Seiten gesehen; d Doppelkorn; e Bruchkorn von einem tetraedrischen Vierling (mit 3 Bruchflächen); f ungleichhälftiger Zwilling mit einer Gasblase; g mit einer grössern Höhlung. — Ueber die durch die Wärme hervorgebrachten Erscheinungen vgl. Pag. 86.

Trockener Wurzelstock von *Pachysandra procumbens* Michx. (Euphorbiac.) Körner aus 2—4, meist gleichgrossen Theilen zusammengesetzt. — Bruchkörner 3—11 Mik.; die grössern mit einer kleinen Höhlung. — Dabei einfache Körner, kugelig und rundlich-oval, bis 12 Mik. gross. — Stärke ziemlich spärlich.

Trockene Stolonen von *Epilobium hirsutum* Lin. (Oenother.) Körner aus 2 bis 4 und 6, häufiger gleichgrossen Theilen zusammengesetzt. Grösse bis 21 Mik. — Bruchkörner 4—13 Mik.; an der Stelle des Kerns eine kleine Höhlung, von welcher einzelne zarte Risse nach den Ecken ausstrahlen, central oder bis $\frac{1}{2}$ excentrisch.

Trockene bewurzelte Stengelbasis von *Myriophyllum verticillatum* Lin. (Halorag.) Körner aus 2—4, ziemlich gleichgrossen Theilen zusammengesetzt. Grösse bis 15 Mik. — Bruchkörner 4—9 Mik., meist mit einer Höhlung. — Dabei einfache Körner von unausgebildetem Bau (vd. Pag. 464).

Frisches Fruchtfleisch des Apfels, *Pyrus Malus* Lin. (Pomac.) Körner aus 2—4, in der Regel gleichgrossen Theilen zusammengesetzt. Grösse bis 16 Mik. Kubikinhalte bis 1760 Mik. — Theilkörner mit kleinem undeutlichem, ziemlich centralem Kern. Grösse 4—11 Mik. Kubikinhalte 24—680 Mik. — Dabei spärliche einfache, kugelige Körner.

Trockener Wurzelstock von *Comarum palustre* Lin. (Rosac.) Körner aus 2 bis 4 und 6, meist ziemlich gleichgrossen Theilen zusammengesetzt. Grösse bis 10 Mik. — Bruchkörner 2—6 Mik.; die grössern meist mit einer kleinen Höhlung. — Dabei einfache Körner, kugelig und rundlich-oval, bis 8 Mik. gross.

Trockener Wurzelstock von **Potentilla aurea** Lin. (Rosac.) Bruchkörner 2–5 Mik. gross; die kleinern rundlich, die grössern mehr oder weniger polyedrisch und oft mit einer kleinen Höhlung. — Die meisten zusammengesetzten Körner sind zerfallen; die noch vorhandenen bestehen aus 2–8 ziemlich gleichgrossen Theilen. Es scheinen aber auch zusammengesetztere vorhanden gewesen zu sein. — Dabei einfache rundliche Körner.

Trockener Wurzelstock von **Alchemilla alpina** Lin. (Rosac.) Zusammengesetzte Körner rundlich bis länglich-oval, oft etwas unregelmässig; aus 2 bis 10 und 20, meist ziemlich gleichgrossen Theilen bestehend. Grösse bis 14 Mik. — Bruchkörner 2 bis 4 und 6 Mik.; zuweilen mit einer kleinen Höhlung. — Dabei einfache, kugelige und ovale Körner.

Trockener Wurzelstock von **Geum urbanum** Lin. (Radix Caryophyllatae, — Rosac.) Zusammengesetzte Körner rundlich oder oval, selten länglich-lanzettlich; aus 2 bis 8, selten mehr als 8, gleichgrossen und regelmässig gestellten, selten aus ungleichgrossen Theilen bestehend (wenige sind einreihig). Grösse bis 10 Mik. — Bruchkörner 1,5–5 Mik.; rundlich und rundlich-eckig. — Dabei einfache, kugelige Körner; manche indess erscheinen auf den ersten Blick einfach, die bei genauerer Beobachtung durch zarte Linien getheilt sind.

Trockene Wurzel von **Geum montanum** Lin. (Rosac.) Körner aus 2 bis 8, theils gleich-, theils ungleichgrossen Theilen zusammengesetzt. — Bruchkörner 2–6 Mik. gross. — Dabei einfache, rundliche oder ovale Körner.

Trockene Wurzel von **Crotalaria incana** Lin. (Papilionac.) Körner aus 2 bis 4 und 6, häufiger gleichgrossen Theilen zusammengesetzt. Grösse bis 14 Mik. — Bruchkörner 2–7 Mik.; manche mit einer kleinen Höhlung. — Dabei einzelne einfache rundliche Körner. — Stärke ziemlich spärlich.

Trockener Wurzelstock von **Astragalus incanus** Lin. (Papilionac.) Körner aus 2–4, meist gleichgrossen Theilen zusammengesetzt. Grösse bis 17 Mik. — Grösse der Bruchkörner 4–10 Mik. — Mit einfachen Körnern von unausgebildetem Bau (vd. Pag. 465).

Trockene Wurzeln von **Lathyrus pratensis** Lin. (Papilionac.) Körner aus 2–8, theils gleich-, theils ungleichgrossen Theilen zusammengesetzt. Grösse bis 16 Mik. — Bruchkörner 2–9 Mik.; zuweilen mit einer kleinen Höhlung. — Dabei einzelne einfache, rundliche Körner. — Stärke reichlich.

Im Wurzelstock der nämlichen Pflanze sind die Amylumkörner ziemlich spärlich; die zusammengesetzten bis 10, die Bruchkörner 1,7–6 Mik. gross. Dabei kommen ebenfalls einfache rundliche Körner vor.

Trockener Wurzelstock von **L. palustris** Lin. Zusammengesetzte Körner aus 2 bis 10 und 15, theils gleich-, theils ungleichgrossen Theilen zusammengesetzt (die meisten zerfallen). Grösse bis 24 Mik. — Bruchkörner 3–14 Mik.; an der Stelle des Kerns meist eine kleine Höhlung, welche in einzelnen ovalen Formen bis $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{3}$ excentrisch ist. — Stärke reichlich, die Rindenzellen dicht ausfüllend.

Trockene Wurzel von **Zornia angustifolia** Smith. (Papilionac.) Körner aus 2 bis 10 und mehr, theils gleich-, theils ungleichgrossen Theilen zusammengesetzt. Grösse bis 14 Mik. — Grösse der Bruchkörner 2–8 Mik. — Dabei einfache, rundliche und ovale Körner.

Trockener Wurzelstock von **Alysicarpus ferrugineus** Steud. (Papilionac.) Körner aus 2 bis 10 und 15, meist gleichgrossen Theilen zusammengesetzt. Grösse bis 16 Mik. — Grösse der Bruchkörner 2–7 Mik. — Dabei spärliche einfache, rundliche und ovale Körner. — Stärke ziemlich reichlich.

Trockene Wurzel von **Desmanthus virgatus** Willd. (Mimos.) Körner aus 2 bis 4 und 6 Theilen zusammengesetzt (die meisten zerfallen). Grösse bis 18 Mik. — Grösse der Bruchkörner 3–10 Mik. — Dabei einfache, kugelige und ovale Körner. — Stärke nicht reichlich.

Trockener Embryo von **Encephalartos spiralis** Lehm. (Cycadeac.) Körner aus 2 bis 4, selten mehr (bis 8), häufiger gleich-, seltener ungleichgrossen, meist regelmässig gestellten Theilen zusammengesetzt. — Bruchkörner mit

1—3 Bruchflächen; entweder halbkugelig und dabei sehr häufig etwas schief, oder oval und ebenfalls nicht selten schiefgestutzt; statt des Kerns eine kleine Höhlung, von welcher zuweilen einzelne kurze und zarte Risse ausstrahlen, bis $\frac{1}{2}$, selten $\frac{1}{3}$ excentrisch; meist 1 oder 2 kreisförmige Schichten um den Kern, sowie einige unvollständige Schichten gegen das hintere Ende. Grösse der Bruchkörner 5 bis 25 und 30 Mik. Kubikinhalt bis 11760 Mik. — Dabei einzelne einfache, excentrisch-kegelförmige Körner (vd. Pag. 437).

Trockenes Sameneiweiss von **Ophiurus aethiopicus** Rupr. (*O. papillosus* Hochst. — Gramin.) Zusammengesetzte Körner bald locker in den Zellen liegend, rundlich oder oval; bald dichtgedrängt, rundlich-eckig oder selbst polyedrisch; aus 2 bis 10, seltener bis etwa 20 Theilen bestehend. Grösse bis 15 Mik., selten mehr. — Bruchkörner 2—8 Mik., meist polyedrisch, zuweilen mit 1 gebogenen und 1—6 Bruchflächen; die grössern mit einer kleinen Höhlung und oft mit einigen strahlenförmigen Rissen. — Dabei einfache, kugelige und kugelig-ovale, bis 13 Mik. grosse Körner, die zum centrisch-kugeligen Typus (1) zu gehören scheinen. Auch ein Theil der polyedrischen Körner mögen einfache sein.

Trockenes Sameneiweiss von **Rottboella arundinacea** Hochst. (Gramin.) Bruchkörner mit 1 gebogenen und 1—4 Bruchflächen; meist mit einer kleinen Höhlung an der Stelle des Kerns und zuweilen mit einzelnen strahlenförmigen Rissen. Grösse 3—8 Mik. — Zusammengesetzte Körner wurden wenige frei gesehen; sie enthalten wahrscheinlich nicht über 8 und 10 Theilkörner. — Mit einfachen, centrisch-kugeligen Körnern (vd. Pag. 412).

Trockenes Sameneiweiss von **Rottboella campestris** Nutt. (Gramin.) Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval, aus 2 bis 20 gleichgrossen Theilen bestehend (wenige frei gesehen). — Bruchkörner 2—10 Mik. gross; die einen mit 1 gebogenen und 1—6 Bruchflächen, die andern ganz polyedrisch; die grössern meist mit einer kleinen Höhlung und oft mit einzelnen strahlenförmigen Rissen. — Dabei einfache Körner, kugelig oder kugelig-oval, bis 12 Mik.; die grössern mit kleiner centraler Höhlung und einigen radialen Rissen; zum centrisch-kugeligen Typus (1) gehörend. Auch manche polyedrische Körner mögen einfache sein.

Trockenes Sameneiweiss von **Lucaea colorata** Hochst. (Gramin.) Bruchkörner mit 1 gebogenen und 1—5 Bruchflächen, hohl. Grösse 3—11 Mik. — Zusammengesetzte, aus wenigen Theilen bestehende Körner sind sehr spärlich sichtbar. — Dabei einfache Körner, rundlich, seltener oval, etwas zusammengedrückt, hohl, bis 13 Mik. gross. — Die einfachen und die Bruchkörner (von denen die Erstern an Zahl etwa $\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{3}$ der Letztern betragen) sehen übrigens ganz gleich aus; die centrale Höhlung ist in Beiden gross, uneben, eckig, zackig oder in kurze radiale Risse ausgehend.

Trockenes Sameneiweiss von **Wachendorfia hirsuta** Thunb. (Haemodorac.) Körner aus 2 bis 12 und mehr, meist ziemlich gleichgrossen, bald regelmässig bald unregelmässig gestellten Theilen zusammengesetzt (die meisten zerfallen). — Bruchkörner 3—20 Mik. gross, rundlich-eckig oder polyedrisch, mit kleinerer oder grösserer, oft sehr ansehnlicher Höhlung. — Die Stärke macht den Eindruck, als ob sie durch Hitze gelitten hätte.

Trockenes Sameneiweiss von **Haemodorum** Spec. von Swan River (Haemodorac.) Zusammengesetzte Körner rundlich bis länglich und birnförmig, oft etwas unregelmässig, aus 2—10 meist gleichgrossen Theilen (welche zu 4 häufiger ein Viereck und nicht selten eine Reihe bilden) bestehend; selten zerfallend; Trennungsspalten zuweilen undeutlich oder wohl auch ganz mangelnd (so dass man nur die Höhlungen der Theilkörner sieht, wie diess bei Typus 12 der Fall ist. Grösse bis 28 Mik. — Theilkörner bis 13 Mik.; meist oval, mit einer ziemlich grossen, oft spaltenförmigen Höhlung. — Dabei einfache Körner, bis 16 Mik. gross, oval, wenig zusammengedrückt, mit einer spaltenförmigen Höhlung. Es ist unsicher, zu welchem Typus dieselben gehören, ob zu einem excentrischen oder vielleicht zum centrisch-ovalen. Für das Letztere spricht eine gewisse Analogie, welche die wenigzähligen zusammengesetzten Formen mit denen der Papilionaceen-Samen zeigen.

Trockenes Sameneiweiss von **Barbacenia Rogieri** Hort. (Haemodorac.) Bruchkörner mehr oder weniger polyedrisch, oft mit scharfen Ecken und Kanten; isodiametrisch oder doppelt so lang als breit; mit centraler rundlicher oder länglicher Höhlung, von welcher zuweilen radiale Risse abgeben. Grösse 3—18, Breite bis 14 Mik. Kubikinhalt 10—1780 Mik. — Zusammengesetzte Körner sind wenige mehr vorhanden; sie bestehen aus 2—8 Theilen.

Trockenes Sameneiweiss von **Hohenbergia strobilacea** Schult. fil. (Bromeliac.) Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval, zuweilen durch Druck etwas unregelmässig, aus 2—5, ziemlich gleichgrossen, bald regelmässig (zu 3 dreieckig oder in einer Reihe, zu 4 viereckig oder tetraedrisch), bald unregelmässig gestellten Theilen bestehend. Grösse bis 15 Mik. Kubikinhalte bis 1530 Mik. — Bruchkörner ziemlich isodiametrisch, oft mit kleiner centraler Höhlung, ohne Risse. — Unter einfachen, centrisch-kugeligen Stärkekörnern (vd. Pag. 414).

Trockenes Sameneiweiss von **Billbergia zebrina** Lindl. (Bromeliac.) Zusammengesetzte Körner kugelig, oval, seltener unregelmässig; aus 2—6, selten mehr, ziemlich gleichgrossen, oft regelmässig gestellten Theilen bestehend. Grösse bis 21 Mik. Kubikinhalte bis 4280 Mik. — Bruchkörner mit ziemlich scharfen Ecken und Kanten, mit kleiner centraler Höhlung, von der zuweilen einzelne Risse ausgehen. Grösse 4—10 Mik. Kubikinhalte 30—610 Mik. — Dabei einfache, centrisch-kugelige Körner (vd. Pag. 414).

Trockenes Sameneiweiss von **Pitcairnea albucaefolia** Schrad. und **P. punicea** Lindl. (Bromeliac.) Bruchkörner mit 1—4 Bruchflächen, mit ziemlich scharfen Ecken und Kanten; meist eine grosse Höhlung, von welcher zuweilen einzelne radiale Risse ausgehen. Grösse 4 bis 12 und 16 Mik. Kubikinhalte 30—2040 Mik. — Zusammengesetzte Körner sind wenige mehr vorhanden; sie bestehen aus 2—6 Theilen. — Dabei einfache, centrisch-kugelige Körner (vd. Pag. 414).

Trockenes Sameneiweiss von **Dyckia remotiflora** Otto (Bromeliac.). Zusammengesetzte Körner kugelig bis oval, meist von ziemlich regelmässiger Gestalt; 1—2mal so lang als breit; aus 2 bis 10 und 12, ziemlich gleichgrossen und oft regelmässig gestellten Theilen bestehend. Länge bis 24, Breite bis 19 Mik. Kubikinhalte bis 5090 Mik. — Bruchkörner mit scharfen Ecken und Kanten; häufig eine kleine, etwas den Bruchflächen genäherte Kernhöhlung, von welcher 1—3 Risse nach den Ecken ausstrahlen. Grösse bis 14 Mik. Kubikinhalte bis 1400 Mik. — Dabei einzelne einfache, kugelige oder ovale Körner.

Trockenes Sameneiweiss von **Pistia texensis** Klotzsch (Aroid.). Zusammengesetzte Körner kugelig, oval, seltener kurz-kegelförmig; aus 2 bis 12 und 20, ziemlich gleichgrossen Theilen bestehend. Grösse bis 11 und 14 Mik. — Bruchkörner 2—6 Mik.; die grössern mit einer kleinen centralen Höhlung.

P. Stratiotes Lin. (trocken). Bruchkörner zuweilen mit einer kleinen centralen Höhlung. Grösse 2—8 Mik. Kubikinhalte 5—310 Mik. — Zusammengesetzte Körner sind wenige mehr vorhanden; sie bestehen aus 2—8 Theilen. — In beiden Arten von *Pistia* bilden die Stärkekörner eine wandständige Schicht in den Albumenzellen. Das Lumen ist mit einer Substanz gefüllt, welche durch Jod goldgelb gefärbt wird.

Trockenes Sameneiweiss von **Aponogeton distachyum** Thunb. (Saurur.) Bruchkörner mit einer gebogenen und 1—3 Bruchflächen, meist mit einer kleinen Höhlung. Grösse 2,5—11 Mik. Kubikinhalte 9—720 Mik. — Zusammengesetzte Körner (nur wenige unzerfallene noch vorhanden) bis 18 Mik. gross, aus 2 bis 5, selten 10 Theilen bestehend. — Nach Payen (Ann. sc. nat. 1838, II, Pag. 25; Pl. 6, Fig. 23) sind die Bruchkörner bis 22,5 Mik. gross, mit excentrischem Kern, zuweilen mit einigen nach dem hintern Ende ausstrahlenden Rissen.

Frische unreife Cotyledonen von **Corylus Avellana** Liu. (Cupulif.) Körner aus 2—8, ziemlich gleichgrossen, aber unregelmässig gestellten Theilen zusammengesetzt; klein, leicht zerfallend. — Bruchkörner nach dem Zerfallen noch bedeutend an Grösse zunehmend, bis 5 Mik., rundlich-eckig. — Dabei einfache, rundliche oder ovale, bis 6 Mik. grosse Körner.

Trockene Cotyledonen von **Nectandra Rodiaei** Schomburgk (Fructus Bebeeru, — Laurin.). Körner aus 2 bis 4, selten mehr, meist gleichgrossen und regelmässig gestellten Theilen zusammengesetzt. — Bruchkörner isodiametrisch bis doppelt so lang als breit; eine kleine Höhlung an der Stelle des Kerns, von welcher zuweilen 2 kurze Risse gegen das vordere (mit Bruchflächen versehene) Ende abgehen, bis $\frac{1}{2}$ excentrisch. Grösse 8—22 Mik. Kubikinhalte bis 3680 Mik. — Dabei wenige einfache Körner, rundlich oder kurz-kegelförmig, das Schichtencentrum am dickern Ende; demnach gehören sie dem excentrisch-kegelförmigen Typus (7) an.

Trockene Cotyledonen von **Laurus nobilis** Lin. (Laurin.) Zusammengesetzte Körner rundlich bis länglich-oval; aus 2–6, ziemlich gleichgrossen Theilen bestehend. — Bruchkörner mit einer wenig excentrischen Höhlung, von welcher meist einige kurze Risse abgehen; Grösse bis 15 Mik. Kubikinhalte bis 1640 Mik. — Unter einfachen, excentrisch-verkehrt-kegelförmigen Körnern (vd. Pag. 430).

Frisches unreifes Sameneiweiss von **Scabiosa atropurpurea** Lin. (Dipsac.) Körner rundlich oder rundlich-eckig, bis 4 Mik. gross. Die Mehrzahl derselben sind wahrscheinlich Bruchkörner, die geringere Zahl einfach. — Dabei etwas grössere, aus 2–8, ziemlich gleichgrossen Theilen zusammengesetzte Körner. — Die Stärke bildet in Zellen mit farblosem wasserhellem Inhalt ein Wandbeleg.

Frische unreife Samenschalen von **Atropa Belladonna** Lin. (Solanac.) Körner kugelig-oval und rundlich-eckig, bis 6 und 8 Mik. gross. Viele derselben sind Bruchkörner. — Dabei zusammengesetzte, aus 2–8 Theilen bestehende Körner.

Trockene Cotyledonen von **Aegiceras majus** Gärt. (Aegicer.) Körner aus 2 bis 4, selten bis 8, meist gleichgrossen und regelmässig gestellten, seltener ungleichgrossen Theilen zusammengesetzt. — Bruchkörner 4–18 Mik. gross; mit einer kleinen Höhlung, von welcher Risse nach dem Umfang der Bruchflächen abgehen. — Stärke sehr reichlich.

Trockene Cotyledonen von **Lucuma Rivicoa** Gärt. fil. (Sapotac.) Körner aus 2 bis 4, seltener bis 8, theils gleich-, theils ungleichgrossen Theilen bestehend. Grösse bis 28 Mik. — Bruchkörner 4–15 Mik.; mit 1 gebogenen und 1–4 Bruchflächen; in den grössern eine kleine Höhlung, von welcher einzelne radiale (nach den Ecken gerichtete) Risse abgehen, bis $\frac{1}{2}$, selten $\frac{1}{2}$ excentrisch. — Dabei einzelne einfache Körner, rundlich oder kurz-kegelförmig, bis 20 Mik. lang; die Höhlung, von welcher meist 2 Risse nach dem schmälern Ende ausstrahlen, ist dem dickern Ende genähert. Die Stärke gehört demnach dem excentrisch-kegelförmigen Typus (7) an.

Lucuma Spec. (vielleicht *L. Cainito* A. DC. — trocken). Körner aus 2 bis 4, zuweilen mehr, meistens gleich-, seltener ungleichgrossen Theilen zusammengesetzt. Grösse bis 20 Mik. — Bruchkörner 3–12 Mik., mit 1 bis 3 und 4 Bruchflächen; in den grössern eine kleine Höhlung mit einzelnen radialen (nach den Ecken gerichteten) Rissen, bis $\frac{1}{2}$ excentrisch.

Lucuma Spec. (trocken). Zusammengesetzte Körner rundlich bis länglich, zuweilen etwas unregelmässig, 1–2 $\frac{1}{2}$ mal so lang als breit; aus 2 bis 12 und mehr, ziemlich gleichgrossen Theilkörnern bestehend. Länge bis 23, Dicke bis 18 Mik. — Bruchkörner 2–10 Mik. gross; meist mit 1 gewölbten und mehreren Bruchflächen; mit einer grössern oder kleinern Höhlung. — Dabei einzelne einfache Körner.

Trockenes Sameneiweiss von **Myristica moschata** Thunb. (Myristic.) Zusammengesetzte Körner rundlich bis oval-länglich, zuweilen etwas zusammengedrückt; aus 2 bis 10, seltener aus mehr, gleichgrossen und meist regelmässig gestellten Theilen bestehend. Grösse bis 27 Mik. Kubikinhalte bis 5300 Mik. — Bruchkörner 4–15 Mik. gross; mit einer kleinen centralen Höhlung, von welcher zuweilen einzelne ganz kurze Risse ausgehen.

Taf. XXVI, Fig. 5a aus 8 Theilkörnern bestehend (eines liegt abgekehrt unter dem mittleren); b 7zählig, 2reihig.

M. salicifolia Willd. (trocken). Zusammengesetzte Körner rundlich bis länglich; aus 2 bis 10 und 16, meist gleichgrossen und ziemlich regelmässig gestellten Theilen bestehend. Grösse bis 34 Mik. Kubikinhalte bis 7900 Mik. — Bruchkörner oft mit einer kleinen centralen Höhlung, von welcher meistens einige kurze Risse ausstrahlen. Grösse 5–18 Mik. Kubikinhalte 60–2900 Mik.

Frisches unreifes Sameneiweiss verschiedener Arten von **Paeonia** (Ranunculac.) Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval; aus 2 bis 4 und 6, selten 8, meist gleichgrossen Theilen bestehend. Grösse bis 16 Mik. — Grösse der Bruchkörner 3–12 Mik. — Dabei einzelne einfache, kugelige oder kugelig-ovale Körner. — Die Samen sind ausgewachsen, entweder noch grün oder bereits roth, und ganz mit Stärke gefüllt; während bei vollständiger Reife keine Spur mehr davon, dagegen eine grosse Menge Oel vorhanden ist.

Frischer Samenträger in noch unreifen Früchten von *Corydalis lutea* DC. (Famariac.) Bruchkörner bis 5 Mik. gross, rundlich-eckig. Dabei zusammengesetzte, aus 2—8 Theilen bestehende Körner. — Stärke ziemlich reichlich.

Frisches Albumen, Cotyledonen und Schalen der unreifen Samen von *Brassica Napus* Lin. (Crucif.) Bruchkörner mit 1 gebogenen und 1—4 Bruchflächen; Grösse bis 8 und 12 Mik. — Die wenigen noch unzerfallenen zusammengesetzten Körner bestehen aus 2—4 ziemlich gleichgrossen Theilen. — Dabei einfache Körner von unausgebildetem Bau (vd. Pag. 474).

Trockene Cotyledonen von *Carolinea princeps* Lin. (Sterculiac.) Körner aus 2—6, bald gleichgrossen und regelmässig oder häufiger unregelmässig gestellten, bald ungleichen (1 grossen und 1—4 kleinen) Theilen zusammengesetzt. — Bruchkörner bis 15 und 20 Mik. gross, mit 1 gebogenen und 1—4 Bruchflächen; eine kleine centrale Höhlung und einzelne radiale Risse. — Mit einfachen, excentrisch-kegelförmigen Körnern (vd. Pag. 437).

Trockene Cotyledonen von *Heritiera littoralis* Ait. (Sterculiac.) Zusammengesetzte Körner kugelig bis länglich-lanzettlich, oft etwas unregelmässig; 1—3mal so lang als breit; aus 2 bis 12 und mehr, ziemlich gleichgrossen und meist regelmässig (selten in eine einfache Reihe) gestellten Theilen bestehend. Grösse bis 23 Mik. Kubikinhalte bis 4480 Mik. — Bruchkörner mit centraler Höhlung, von welcher zuweilen kurze Risse ausstrahlen; Grösse 4—10 Mik. Kubikinhalte 20—490 Mik. — Dabei einzelne einfache kugelige Körner.

Trockene Cotyledonen von *Theobroma Cacao* Lin. (Büttneriac.) Bruchkörner rundlich-eckig, oft deutlich mit 1 gebogenen und 1—3 Bruchflächen. Grösse bis 8 Mik. Kubikinhalte bis 175 Mik. — Dabei zusammengesetzte Körner, aus 2 bis 4, selten mehr, ziemlich gleichgrossen Theilen bestehend. — Die Zellen sind mit Fett gefüllt, in welchem zerstreute Stärkekörner liegen.

Trockene Cotyledonen von *Thea Bohea* Lin. (Ternströmiac.) Körner aus 2 bis 4, seltener bis 8, meist gleichgrossen und regelmässig gestellten Theilen (von denen 3 nicht selten in einer Reihe, 3 und 4 in einer Ebene liegen) zusammengesetzt. Grösse bis 20 und 25 Mik. — Bruchkörner 4 bis 9 und 12 Mik.; mit einer kleinen Höhlung an der Stelle des Kerns und strahlenförmigen (vorzüglich nach dem Umfang der Bruchflächen gerichteten) Rissen. — Mit einfachen Körnern von unausgebildetem Bau (vd. Pag. 474).

Trockene Cotyledonen von *Triphasia Aurantiola* Lour. (*Limonia trifoliata* Lin. — Aurantiac.) Körner aus 2 bis 4 und 8, theils ziemlich gleich-, theils ungleichgrossen Theilen zusammengesetzt. — Bruchkörner 3—8 Mik.; meist mit 1—3 Bruchflächen und mit einer kleinen Höhlung. — Dabei wenige einfache Körner, rundlich und rundlich-oval, bis 9 Mik. gross. — Die Samen sind ansehnlich und scheinen ausgebildet; in den ganz mit Stärke gefüllten Zellen ist kein oder wenig Oel enthalten.

Trockene Cotyledonen von *Trichilia micrantha* Spruce (Meliac.) Zusammengesetzte Körner rundlich bis länglich, oft von unregelmässiger Form; aus 2 bis 8 und 12, meist gleich-, zuweilen ungleichgrossen Theilen bestehend. Grösse bis 15 und 20 Mik. — Bruchkörner 3—11 Mik.; die grössern mit einer kleinen centralen Höhlung.

***Trichilia* Spec. (trocken). Körner aus 2 bis 8, selten mehr, gleichgrossen und meist regelmässig gestellten Theilen zusammengesetzt. Grösse bis 18 Mik. — Bruchkörner 4—12 Mik.; mit einer kleinen Höhlung und einzelnen un- deutlichen kurzen radialen Rissen.**

Trockene Cotyledonen von *Guarea trichilioides* Lin (Meliac.) Zusammengesetzte Körner rundlich bis länglich; aus 2 bis 12 und 20, meist gleichgrossen Theilen zusammengesetzt. Grösse bis 15 Mik. Kubikinhalte bis 810 Mik. — Bruchkörner 2—8 Mik. gross; die meisten mit 1 gebogenen und 1—5 Bruchflächen; die grössern mit einer kleinen Höhlung.

Trockene Cotyledonen von *Erythroxylon columbinum* Mart. (Erythroxyll.) Zusammengesetzte Körner rundlich oder oval, ebenso dick als breit oder etwas zusammengedrückt; aus 2 bis 12 und 20, meist ziemlich gleichgrossen Theilen bestehend. Grösse bis 20 und 25 Mik. Kubikinhalte bis 3420 Mik. — Bruchkörner 3—11 Mik. gross; mit einer kleinen centralen Höhlung und einzelnen radialen Rissen.

In dem spärlichen Sameneiweiss der nämlichen Pflanze kommen die gleichen Stärkekörner vor wie in den Cotyledonen; aber die zusammengesetzten bestehen durchschnittlich aus weniger (2 bis 8 und 10) Theilen, und sind etwas grösser. Die Bruchkörner erreichen einen Durchmesser bis 14 und 17 Mik., und die Kernhöhlung ist oft bis $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{3}$ excentrisch.

Erythroxyton Spec. aus Brasilien verhält sich wie vorübergehende Art. In den grossen Cotyledonen sind die Stärkekörner aus 2–8 Theilen zusammengesetzt; die Bruchkörner bis 14 Mik. gross. — Bruchkörner des spärlichen Albumens bis 20 Mik.

E. nitidum Mart. (trocken). Stärke wie bei *E. columbinum*. In den grossen Cotyledonen sind die Körner aus 2 bis 10 und 16 Theilen zusammengesetzt, bis 15 Mik. gross; Bruchkörner bis 6 und 7 Mik. — Das Albumen mangelt fast gänzlich.

E. mucronatum Benth. (trocken). Stärke wie bei *E. columbinum*. Die Bruchkörner der grossen Cotyledonen sind bis 8, diejenigen des sehr spärlichen Albumens bis 9 Mik. gross.

E. rufum Cav. (trocken). Stärke wie bei *E. columbinum*. In den kleinen Cotyledonen sind die Bruchkörner bis 10, in dem grossen Albumen sind dieselben bis 15 Mik. gross, und die zusammengesetzten Körner bestehen hier aus 2 bis 8 und 12 Theilen.

E. obtusum DC. (trocken). Stärke wie bei *E. columbinum*. Bruchkörner des grossen Albumens bis 15 Mik. — Dabei einfache kugelige, bis 15 Mik. grosse Körner.

Trockene Cotyledonen von **Cupania tomentosa** Swartz (Sapindac.). Körner aus 2 bis 8 und 12, in der Regel gleichgrossen und regelmässig gestellten Theilen zusammengesetzt. Grösse bis 12 Mik. — Grösse der Bruchkörner 2–7 Mik.

Trockene Cotyledonen von **Icica pubescens** Benth. (Burserac.) Bruchkörner rundlich-eckig oder oval, mit 1 gebogenen und 1–5 Bruchflächen; eine kleine Höhlung an der Stelle des Kerns und in den grösseren einzelne strahlenförmige Risse. Grösse 2–9 Mik. — Zusammengesetzte Körner (die meisten zerfallen) aus 2 bis etwa 10, häufiger gleichgrossen Theilen bestehend. — Dabei einfache Körner, rundlich, oval und kurz-kegelförmig, bis 10 Mik. gross; statt des Kerns eine kleine Höhlung, von welcher einzelne Risse ausstrahlen, bis $\frac{1}{2}$ excentrisch. Diese Stärkekörner gehören wahrscheinlich dem excentrisch-kegelförmigen Typus (7) an.

Trockenes Sameneiweiss von **Alangium decapetalum** Lam. (Alangieen.) Bruchkörner mit 1 gebogenen und 1–4 Bruchflächen, meist mit einer kleinen centralen Höhlung. Grösse 2,5–8 Mik. — Keine zusammengesetzten Körner mehr vorhanden; wahrscheinlich bestanden sie aus 2–8 gleichgrossen Theilen.

A. hexapetalum Lam. (trocken). Körner polyedrisch, mit einer kleinen centralen Höhlung; 3–9 Mik. gross. Sie liegen dicht-gedrängt in den Zellen, und füllen dieselben ganz aus. Wahrscheinlich sind es Bruchkörner; zusammengesetzte erkenne ich nicht deutlich.

Trockene Cotyledonen von **Memecylon capense** Eckl. Zeyh. (Memecyl.) Körner aus 2 bis 4 und mehr, meist gleich-, seltener ungleichgrossen Theilen zusammengesetzt. — Bruchkörner 4–14 Mik. gross; oft schief und unsymmetrisch; mit einer kleinen Höhlung und einzelnen strahlenförmigen Rissen. — Mit einfachen, excentrisch-kegelförmigen Körnern (vd. Pag. 439).

M. amplexicaule Roxb. (trocken). Stärke wie bei vorübergehender Art, aber die Theilkörner mehr symmetrisch. — Mit einfachen Körnern (Pag. 439).

Frische unreife Cotyledonen von **Pyrus Malus** Lin. und **P. communis** Lin. (Pomac.) Körner rundlich und rundlich-eckig, bis 5 Mik. gross. Dieselben sind Bruchkörner; denn in noch jüngern Zuständen kommen nur kleine zusammengesetzte Körner vor, die aus 2 bis 6 und 8, ziemlich gleichgrossen Theilen bestehen.

Cotyledonen von **Cicer, Pisum, Ervum, Orobus** etc. (Papilionac.) Unter den einfachen centrisch-ovalen Körnern (vd. Pag. 425–427) kommen einzelne zusammengesetzte vor; dieselben bestehen aus 2–4, gewöhnlich gleich-

grossen und mehr oder weniger regelmässig gestellten (vd. Pag. 37) Theilen. Bruchkörner oval, selten rundlich, mit einer grossen gewölbten und 1—3 kleineren Bruchflächen; ohne oder mit zarter und spärlicher Schichtung; mit länglichem zusammengedrücktem Kern; nach dem Austrocknen meist eine von der schmalen Seite sichtbare deutliche Mediauspalte, von der breiten Seite zartere radiale Risse. — Grösse der zusammengesetzten Körner bei *Pisum sativum* Lin. bis 75 Mik. Kubikinhalte bis 35200 Mik. Grösse der Bruchkörner bis 56 Mik. Kubikinhalte bis 17600 Mik. — Grösse der Bruchkörner bei *Cicer arietinum* Lin. bis 19 Mik.

Taf. XXIII, Fig. 14 (aus *Cicer arietinum* Lin., frisch) d, e, i Zwillinge; b und c das nämliche Vierlingskorn von der breiten und schmalen Seite. — Fig. 15 (aus *Ervum Lens* Lin., trocken) b, d Zwillinge mit fast kugeligen, c mit ovalen Theilkörnern. — Fig. 16 (aus *Pisum sativum* Lin., trocken) f, i Zwillinge mit fast kugeligen, b mit ovalen Theilkörnern.

Trockene Cotyledonen von *Amphicarpaea monoica* Nutt. (Papilionac.) Körner aus 2—6, meist ziemlich gleich-, zuweilen ungleichgrossen Theilen zusammengesetzt. Grösse bis 14 Mik. — Bruchkörner 3—10 Mik.; an der Stelle des Kerns eine kleine Höhlung, in den grössern und ovalen Formen bis $\frac{1}{2}$ excentrisch. — Mit einfachen, excentrisch-kegelförmigen Stärkekörnern (vd. Pag. 439).

Typ. 15. Körner zusammengesetzt, wenigzählig, ungleichtheilig.

2 bis 10 und mehr, ungleichgrosse Theilkörner, körperlich zu einem zusammengesetzten Korn verbunden, durch Spalten von einander geschieden und bei vollständiger Reife sich als Bruchkörner von einander trennend, welche von einer gebogenen und 1 oder mehreren ebenen Bruchflächen begrenzt sind.

Diese zusammengesetzten Körner entstehen meistens durch Abschneiden von Ecken und Kanten. Daher bestehen sie häufig aus einem grossen Theilkorn, dem mehrere kleinere aufgesetzt sind, oder auch aus 2 oder mehreren grossen, welche die kleinen Theilkörner in den Fugen tragen. Selten findet man sie unvermischt; gewöhnlich kommen damit entweder einfache oder zusammengesetzte gleichtheilige Körner vor, welche Letztere durch Kerntheilung sich bilden und dem Typ. 14 angehören.

Die Entstehung kann indess auch so erfolgen, dass mehrere in einem Chlorophyllbläschen befindliche einfache Körner sich zu einem zusammengesetzten vereinigen, welches häufig noch längere Zeit ganz oder stellenweise grünlich-gefärbt ist.

Frischer Stammknoten (Basilarknoten der Quirlzweige) von *Chara foetida* A. Braun. Zusammengesetzte Körner kugelig und oval bis stabförmig, 1—4mal so lang als dick; aus 2 bis 12, seltener bis 20, ungleichgrossen Theilen bestehend; anfangs grün, später farblos. Länge bis 34, Dicke bis 23 Mik. — Bruchkörner polyedrisch, meist mit einer gewölbten und 1—4 Bruchflächen, 1—2mal so lang als dick; ohne Schichtung und gewöhnlich auch ohne Kern. Grösse 5—17 Mik. Kubikinhalte 20—1630 Mik. — Die Stärkekörner entstehen innerhalb von Chlorophyllbläschen.

Grüne Theile der Gefässpflanzen. Die zusammengesetzten Stärkekörner, welche hier innerhalb von Chlorophyllbläschen sich bilden, bestehen bald aus 2—5, bald aus 2—10 und selbst mehr als 10, gewöhnlich mehr oder weniger ungleichgrossen, meist in einer Ebene liegenden Theilen, und sind grün bis farblos. Zuweilen zeigen sie unregelmässige Anhänge von fettem Oel. Dabei kommen einfache Körner vor.

In *Opuntia coccinellifera* Mill. sind die einfachen, etwas scheibenförmigen Körner bis 16, die zusammengesetzten aus 2—5 Theilen bestehenden bis 24, die Theilkörner 3—12 Mik. gross. — Taf. XX, Fig. 12, 13 zwei Chlorophyllkörner mit 3 und 4, dieselben fast ganz ausfüllenden Stärkekörnern; 14a und b einfach, von der breiten und schmalen Seite; 15, 16 zusammengesetzt.

In den Blättern von *Begonia* Spec. sind die zusammengesetzten, aus 1 bis 3, seltener 6 Theilen bestehenden Körner bis 22, die Theilkörner bis 12 Mik. gross. — Taf. XX, Fig. 35—39 Chlorophyllkörner theils ohne, theils mit noch kleineren Stärkekörnern; 40 zwei Chlorophyllkörner, die von der Stärke fast ausgefüllt sind; 41, 44 Zwillings-

körner; 42, 43 einfach, Ersteres mit kreisförmigen hellen Stellen an der Oberfläche (wahrscheinlich Auflösungserscheinungen); 45, 46 zwei Zellen von dem untern Blattparenchym.

In den jungen Blättern von *Nerium Oleander* Lin. sind die Amylumkörner theils einfach, rundlich, meist bis 6 Mik. gross; theils aus 2 bis 4 und 5 Theilen zusammengesetzt und dann meist bis 9 Mik. gross. — Taf. XXIII, Fig. 1a Vierling; b einfach; c Drilling.

In der Basis des Blattes (Wedels) von *Nephrolepis exaltata* Schott. sind die zusammengesetzten, aus 2 bis 8 und mehr Theilen bestehenden Körner bis 31, die ausgewachsenen Theilkörner 3—16 Mik. gross. — Taf. XX, Fig. 50, 51 zwei zusammengesetzte flachgedrückte einschichtige Stärkekörner von der breiten Seite, das eine noch grün, das andere farblos.

Trockene sternförmige Körper von *Chara stelligera* Bauer. Die zusammengesetzten Körner, welche sich an die halbzusammengesetzten (vd. Pag. 476) anschliessen, zeichnen sich dadurch aus, dass an einem rundlichen grössern Theilkorn kleinere in der Zahl von 1 bis 30 und 70, zuweilen selbst über 100 anhängen. Jenes enthält 1 oder meist mehrere Kerne (oder statt derselben in Folge des Austrocknens kleine Hohlräume), und ist somit halbzusammengesetzt; es zeigt oft deutlich concentrische Schichtung (um den mathematischen Mittelpunkt) und im Innern nicht selten kurze radiale Risse. Die kleinen Theilkörner sind ungeschichtet, ohne Risse, nur mit einer kleinen centralen Höhlung. Dieselben befinden sich an einer oder an zwei gegenüberstehenden Seiten des grossen Theilkorns. Sie liegen, wenn sie zu 2—5 beisammen sind, oft in einer Reihe und bilden somit eine Kante. Wenn sie zahlreicher vorkommen, liegen sie in einer Fläche und bilden eine Schale, welche $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{2}$ des Umfanges vom Hauptkorn bedeckt, bei grösserer Ausdehnung oft in der Mitte aus 2 oder mehreren Schichten besteht, und oft durch Druck losgetrennt werden kann. — Grösse des ganzen zusammengesetzten Korns bis 70 und 85, des grossen Theilkorns bis 55 und 70, der anhängenden kleinen Theilkörner 5 bis 13 und 20 Mik.

Frischer Stamm von *Isoëtes lacustris* Lin. Zusammengesetzte Körner sehr unregelmässig mit vorspringenden Ecken und kurzen Lappen; 1—3mal so lang als breit; aus 2 bis etwa 10, ungleichgrossen und unregelmässig gestellten Theilen bestehend. Länge bis 33, Dicke bis 20 Mik. Kubikinhalte bis 6700 Mik. — Bruchkörner bis 17 Mik. gross, von unregelmässiger Form, meist scharfkantig; homogen oder mit kleinem centralem Kern, zuweilen mit kurzen strahlenförmigen Rissen. — Dabei einfache Körner von rundlicher oder unregelmässiger Gestalt.

In den jüngsten Partien des Stammes zeigen die Körner schon eine unregelmässige Form; dabei ist oft der eine Rand verdickt, der gegenüberliegende kantenartig-verdünnt und zugleich meist verbreitert. Sie sind entweder scheinbar einfach, oder lassen sehr zarte Linien erkennen, welche die Theilung andeuten. — In etwas ältern Partien geben sich fast alle Körner durch die mehr oder weniger deutlichen Trennungslinien als zusammengesetzte kund. — Die ältesten Theile des Gewebes enthalten neben zusammengesetzten viele Bruchkörner, und dabei einfache rundliche Formen (vielleicht Bruchkörner, die sich bei weiterem Wachsthum nach dem Zerfallen abgerundet haben). Die Risse im Innern der Theilkörner zeigen sich erst in den ältern Stadien.

Taf. XIX, Fig. 47, 46, 48, 49, 43 junge Körner, an denen man die Theilung noch nicht erkennt (in 46 ist der obere, in 49 der untere Rand kantenförmig-verdünnt); 50 etwas älter; 45, 44 Bruchkörner. — Taf. XXV, Fig. 12a kugelig, jung; l jung mit einer Höhlung, vielleicht eine Form der Auflösung; e, g jung (Letzteres auf der rechten Seite kantenförmig-geschärft); h jung mit kreisförmigen hellern Stellen (vielleicht Auflösungserscheinung); m, d noch jung, aber deutlich-zusammengesetzt; b, f ausgebildet, zusammengesetzt, mit Rissen in dem grössern Theilkorn; c, k zusammengesetzte Körner, von denen ein Theil sich losgetrennt hat (c mit einem Kern, k mit Rissen in dem grössern Theilkorn); i Bruchkorn; a rundlich (einfach?), mit strahlenförmigen Rissen.

Trockener Wurzelstock von *Mariscus elatus* Vahl (Cyperac.). Körner aus 2 bis 4 und 6, meist ungleichgrossen Theilen zusammengesetzt. Grösse bis 11 Mik. — Bruchkörner 2—6 Mik.; oft mit einer kleinen Höhlung. — Dabei einfache Körner, kugelig, oval und kurz-kegelförmig.

Trockener Wurzelstock von *Cyperus phymatodes* Muhlbg. (*C. repens* Ell. — Cyperac.) Körner aus 2 bis 4 und 8, meist ungleichgrossen Theilen zusammengesetzt. Grösse bis 14 Mik. — Bruchkörner 2–8 Mik.; meist mit einer Höhlung. — Dabei einfache Körner, kugelig, oval und birnförmig (ähnlich denen von *Cyperus esculentus*, vd. Pag. 431).

Trockener Wurzelstock von *Abildgaardia monostachya* Vahl (Cyperac.) Körner aus 2 bis 4 und 6, theils gleich-, theils ungleichgrossen Theilen zusammengesetzt. Grösse bis 10 Mik. — Bruchkörner 2–6 Mik., zuweilen mit einer kleinen Höhlung. — Mit einfachen Körnern von nicht ausgebildetem Bau (vd. Pag. 454).

Trockener Wurzelstock von *Carex arenaria* Lin. (Cyperac.) Zusammengesetzte Körner aus einem grossen rundlichen oder rundlich-ovalen und 1–2 kleinen Theilkörnern bestehend. Grösse des Erstern bis 8 Mik. Kubikinhalte bis 260 Mik. Grösse der Letztern 1,3–2 Mik. Kubikinhalte 1–4 Mik. — Unter einfachen Körnern von nicht entwickeltem Bau (vd. Pag. 453). — Taf. XXVI, Fig. 2b, c.

***C. hirta* Lin. (trocken).** Stärke wie bei Vorhergehender.

Trockener Wurzelstock von *Triglochin Barrelieri* Lois. (Alismac.) Körner aus 2–4, meist ungleich-, seltener gleichgrossen Theilen zusammengesetzt. — Bruchkörner 4–28 Mik. gross; die grössern meist mit einer Längsspalte, von welcher zuweilen einzelne seitliche Risse abgehen. — Mit einfachen excentrisch-kegelförmigen Körnern (vd. Pag. 431).

Trockene Wurzeln von *Veratrum album* Lin. (Melanthac.) Körner aus 2 bis 4 und 5, zuweilen gleich-, häufiger ungleichgrossen Theilen zusammengesetzt. Grösse bis 25 Mik. — Bruchkörner 4–18 Mik., rundlich oder oval, mit 1–3 Bruchflächen; in den grössern eine kleine Höhlung, von welcher 2 kurze Risse abgehen, bis $\frac{1}{2}$ excentrisch. — Dabei einfache Körner, bis 18 Mik. gross; kugelig oder kugelig-oval; an der Stelle des Kerns eine kleine Höhlung, central oder bis $\frac{1}{2}$ excentrisch.

Im Wurzelstock der nämlichen Pflanze befinden sich ähnliche, aber kleinere, meist einfache Körner (vd. Pag. 455).

Trockene Knollen von *Bulbocodium vernum* Lin. (Melanthac.) Körner aus 2, selten 3 und 4, zuweilen gleich-, häufiger ungleichgrossen Theilen zusammengesetzt. Grösse bis 8 Mik. — Grösse der Bruchkörner 1,5–6 Mik. — Mit einfachen Körnern von nicht ausgebildetem Bau (vd. Pag. 455).

Trockene Zwiebel von *Gagea lutea* Schult. (Liliac.) Körner aus 1 grossen und 1 bis 3 und 4 kleinen Theilen zusammengesetzt. — Bruchkörner 4–30 Mik.; die grössern rundlich, mit einer kleinen centralen Höhlung und radialen Rissen. — Mit einfachen Körnern von unentwickeltem Bau (vd. Pag. 455).

Trockene Zwiebel von *Scilla maritima* Lin. (Liliac.) Zusammengesetzte Körner rundlich bis länglich, meist von unregelmässiger Form; aus 2 bis 15 und 20, zuweilen gleich-, häufiger ungleichgrossen und unregelmässig gestellten Theilen bestehend. Grösse bis 21 Mik. — Bruchkörner 2–11 Mik., oft mit einer kleinen Höhlung. — Dabei einfache Körner, rundlich, oval und birnförmig, bis 15 Mik. gross.

Trockener Wurzelstock von *Narthecium ossifragum* Huds. (Liliac.) Körner aus 2 bis 4 und 8, zuweilen gleich-, häufiger ungleichgrossen, meist unregelmässig gestellten Theilen zusammengesetzt. Grösse bis 10 Mik. — Grösse der Bruchkörner 2–6 Mik. — Mit einfachen Körnern von nicht entwickeltem Bau (vd. Pag. 455).

Frische Zwiebel von *Galanthus nivalis* Lin. (Amaryllid.) Körner meist aus 1 grossen und 1–8 kleinen Theilen zusammengesetzt; Grösse des Erstern bis 25, der Letztern 2–5 Mik. — Dabei einfache, excentrisch-keilförmige Körner (vd. Pag. 441). Von diesen keilförmigen Körnern werden die kleinen Theilkörner vorzüglich an den Ecken und an der hintern Kante abgeschnitten, so dass die Letztern, wenn zahlreicher vorhanden, meistens 1 oder 2 Querreihen bilden; seltener zeigen sie eine unregelmässige Stellung.

Frischer Wurzelstock von *Canna lagunensis* Lindl., *C. pedunculata* Sims und *Canna* Spec. comm. Warszewicz (Cannac.) Zusammengesetzte Körner aus einem grossen und mehreren (2–10) kleinen Theilkörnern bestehend. Die Letztern werden von dem Erstern meist an seinem hintern Ende, seltener an den Seitenflächen abge-

schnitten. Länge der grossen Theilkörner bis 117, Breite bis 75 Mik. Kubikinhalte bis 237000 Mik. Durchmesser der kleinsten Theilkörner 3 und 5 Mik. Kubikinhalte 36 Mik. — Unter einfachen, excentrisch-zusammengedrückten Körnern (vd. Pag. 443—445).

Frischer Wurzelstock von *Arum maculatum* Lin. (Aroid.) Zusammengesetzte Körner rundlich oder oval, meist stumpf-eckig und unregelmässig; aus 2 bis 10, zuweilen gleich-, häufiger ungleichgrossen, meist unregelmässig gestellten Theilen bestehend. Grösse bis 23 Mik. Kubikinhalte bis 5470 Mik. — Bruchkörner mit einer gebogenen und mehreren Bruchflächen, meist scharfkantig; ohne Schichtung, selten mit deutlichem Kern. Grösse der mehr polyedrischen Bruchkörner bis 9, der mehr halbkugeligen oder ovalen bis 15 Mik. Kubikinhalte bis 1610 Mik. — Dabei spärliche einfache, kugelige Körner.

Taf. XXVI, Fig. 14 a aus 6 Theilen zusammengesetzt; b und c das nämliche Korn, aus 5 Theilen bestehend, von zwei Seiten gesehen; d und e ein Bruchkorn (von einem Zwilling) von der Fläche und von der Seite; f und g ein aus einem grössern und 3 kleinern Theilkörnern bestehendes Korn in zwei sich rechtwinklig kreuzenden Längsansichten; i Zwilling, k Bruchkorn mit 3 Bruchflächen (eine abgekehrt), l Bruchkorn mit 4 Bruchflächen.

Frischer Wurzelstock von *Arum ternatum* Thunb. (Aroid.) Körner aus 2 bis etwa 10, häufiger ungleichgrossen, meist unregelmässig gestellten Theilen zusammengesetzt. — Bruchkörner meist ohne, zuweilen mit zarten wenig zahlreichen (1—3) Schichten; gewöhnlich mit sichtbarem Kern und nicht selten mit 2—3 kurzen radialen Rissen. Grösse der Bruchkörner 5—24 Mik. Kubikinhalte 24—6180 Mik. — Dabei spärliche einfache, kugelige Körner.

Taf. XXVI, Fig. 13 a—e Bruchkörner, a mit 3, b mit 2, c mit 7, d mit 1, e mit 2 Bruchflächen; f kugelig.

Trockener Wurzelstock von *Typha minima* Hoppe (Typhac.). Körner aus 2 bis 12 und 20, zuweilen gleich-, häufiger ungleichgrossen Theilen zusammengesetzt. — Grösse bis 15 Mik. — Grösse der Bruchkörner 1,6—8 Mik. — Dabei einzelne einfache Körner, rundlich, bis 9 Mik. gross.

Sago, aus dem Mark des Stammes von *Sagus Rumphii* Willd. und anderer Palmen. Nach Schleiden (Grundzüge, 3. Aufl. I, 186) sind die Körner zusammengesetzt, in der Art, dass an ein grösseres mehrere kleinere angewachsen sind.

Trockener Wurzelstock von *Peperomia monostachya* R. P. (Piperac.) Körner aus 2, 3, seltener 4, meist ungleichgrossen Theilen zusammengesetzt. Grösse bis 21 Mik. — Bruchkörner 5—15 Mik.; die grössern mit einer kleinen centralen Höhlung und einigen davon ausgehenden radialen Rissen.

Trockene Wurzel von *Polygonum aviculare* Lin. (Polygon.) Körner aus 2 bis 4 und 6, zuweilen gleich-, häufiger ungleichgrossen Theilen zusammengesetzt; die meisten zerfallen. Grösse bis 10 und 13 Mik. — Bruchkörner bis 7 Mik., oft mit einer kleinern oder grössern Höhlung. — Dabei einfache Körner von unentwickeltem Bau (vd. Pag. 457).

P. Convolvulus Lin. (trocken). Körner aus 2—4, theils gleich-, theils ungleichgrossen Theilen zusammengesetzt. Grösse bis 11 Mik. — Grösse der Bruchkörner bis 6 Mik. — Mit einfachen Körnern von nicht ausgebildetem Bau (vd. Pag. 457).

Trockener Wurzelstock von *Rumex Acetosa* Lin. (Polygon.) Zusammengesetzte Körner rundlich bis oval-länglich und kegelförmig; aus 2 bis 4, selten 6, zuweilen gleich-, häufiger ungleichgrossen Theilen bestehend. Grösse bis 12 Mik. — Bruchkörner 2—8 Mik.; die grössern mit einer Höhlung. — Mit einfachen Körnern von nicht entwickeltem Bau (vd. Pag. 458).

Trockene Wurzeln von *Rumex maritimus* Lin. (Polygon.) Körner aus 2—4, gleich- oder ungleichgrossen Theilen zusammengesetzt; die meisten zerfallen. Grösse bis 14 Mik. — Bruchkörner bis 10 Mik., isodiametrisch oder oval; mit einer kleinen Höhlung an der Stelle des Kerns, von welcher oft strahlenförmige Risse nach den Ecken gehen; zuweilen mit einer grössern Höhlung; Excentricität bis $\frac{1}{2}$. — Mit einfachen Körnern von nicht ausgebildetem Bau (vd. Pag. 458).

Trockene Wurzel von *Aristolochia longa* Lin. (Aristoloch.) Körner aus 2—8, zuweilen gleichgrossen und regelmässig gestellten, häufiger ungleichgrossen und unregelmässig vereinigten Theilen zusammengesetzt. Grösse bis 20 und 25 Mik. — Bruchkörner bis 16 Mik., $\frac{1}{2}$ bis $1\frac{1}{2}$ so breit als lang, ohne oder mit undeutlicher Schichtung; statt des Kerns eine kleine Höhlung, von welcher meist 2 Risse nach dem hintern (mit Bruchflächen versehenen) Ende ausstrahlen, bis $\frac{1}{3}$ und $\frac{1}{4}$ excentrisch. — Oft sind an einem grössern 1—4 kleinere Theilkörner angeheftet. Wenn 2 grössere mit einander vereinigt sind, so haben dieselben meistens eine niedergedrückte und sehr häufig zugleich eine schiefe Form; ihnen hängen dann in der Fuge 1 oder mehrere kleine Theilkörner an.

Trockener Wurzelstock von *Plantago maritima* Lin. (Plantagin.) Zusammengesetzte Körner rundlich, seltener oval; aus 2 bis 4 und 6, häufiger ungleichgrossen Theilen bestehend. Grösse bis 10 und 14 Mik. — Bruchkörner 3—11 Mik., selten mit einer kleinen Höhlung. — Mit einfachen Körnern von unausgebildetem Bau (vd. Pag. 458).

***P. media* Lin. (frisch).** Bruchkörner mit 1 gebogenen und 1—3 Bruchflächen, 2—7 Mik. gross. — Fast alle zusammengesetzten Körner sind zerfallen. — Mit einfachen Körnern von nicht entwickeltem Bau (vd. Pag. 458).

Trockene Wurzel von *Diodia dasycephala* Cham. (Rubiaceae.) Körner aus 2—12, zuweilen gleich-, häufiger ungleichgrossen Theilen zusammengesetzt (oft sind an dem Ende eines grossen 1—7 kleine, oder an der Fuge zwischen 2 grossen 1—6 kleine Theilkörner befestigt). Grösse bis 24 Mik. — Bruchkörner 3—14 Mik., meist mit einer kleinen Höhlung, von welcher bei den grössern zarte radiale Risse abgehen.

Trockene Wurzel von *Richardsonia scabra* Lin. (Rubiaceae.) Körner aus 2 bis 4, selten 6, meist ungleichgrossen Theilen zusammengesetzt (an einem grossen sind 1—2, seltener 3—4 kleine Theilkörner befestigt). Grösse bis 21 und 28 Mik. — Bruchkörner 2—21 Mik.; die grössern oval und selten mit einer kleinen Höhlung an der Stelle des Kerns, Excentricität bis $\frac{1}{2}$. — Mit einfachen, excentrisch-kegelförmigen Körnern (vd. Pag. 432).

Trockene Wurzel von *Cephaelis Ipecacuanha* Rich. (Rubiaceae.) Graue Sorte. Zusammengesetzte Körner rundlich bis länglich-oval; aus 2—6, etwa zur Hälfte gleichgrossen und regelmässig (viele tetraedrisch) gestellten, zur andern Hälfte ungleichgrossen und unregelmässig gestellten Theilen bestehend (im letztern Falle sind meistens am Ende eines grossen 1—4 kleine, seltener in der Fuge zwischen 2 grossen 1—3 kleine Theilkörner befestigt). Grösse bis 14 und 16 Mik. — Bruchkörner isodiametrisch oder oval, mit 1 gebogenen und 1—4 Bruchflächen; ohne Schichtung, solid oder mit einer kleinen Höhlung an der Stelle des Kerns; Excentricität bis $\frac{1}{3}$.

Braune Sorte der Ipecacuanha-Wurzel, I. Varietät: Zusammengesetzte Körner rundlich bis länglich-oval; aus 2 bis 6 und 10, theils gleichgrossen und regelmässig vereinigten, theils ungleichgrossen und unregelmässig gestellten Theilen bestehend (im letztern Falle sind an 1 grossen 1—4 kleine, zuweilen in der Fuge zwischen 2 grossen 1—3 kleine angeheftet). Grösse bis 15 und 20 Mik. — Bruchkörner isodiametrisch oder oval, mit einer gewölbten und 1—5 Bruchflächen; homogen oder mit spärlicher und wenig deutlicher Schichtung, solid oder mit einer kleinen Höhlung an der Stelle des Kerns, von welcher zuweilen einige ganz kurze radiale Risse abgehen; Excentricität bis $\frac{1}{2}$.

Braune Sorte der Ipecacuanha-Wurzel, II. Varietät: Zusammengesetzte Körner kugelig oder kugelig-oval, selten oval; aus 2 bis 12, selten bis 30, meist ziemlich gleichgrossen und meist regelmässig (viereckig, tetraedrisch, hexaedrisch, octaedrisch) vereinigten Theilen bestehend. Grösse bis 23 Mik. Kubikinhalte bis 5920 Mik. — Bruchkörner isodiametrisch, meist mit einer gebogenen und 1—6 Bruchflächen; ohne Schichtung, gewöhnlich mit einer kleinen centralen Höhlung und einigen kurzen strahlenförmigen Rissen. Grösse 4—12 Mik. Kubikinhalte 25—850 Mik. — Taf. XXVI, Fig. 16 a aus 8 Theilkörnern zusammengesetzt (eines ist abgekehrt); b Vierling, der ein Theilkorn verloren hat; c Bruchkorn mit grosser Höhlung; d aus etwa 26 Theilen bestehend; e Bruchkorn.

Trockene Knollen von *Carum Bulbocastanum* Koch (Bunium B. Lin. — Umbellif.). Körner aus 2 bis 4 und 6, meist ungleich-, seltener gleichgrossen Theilen zusammengesetzt. Grösse bis 28 Mik. — Bruchkörner 3—20 Mik.; die grössern mit einer kleinen Höhlung an der Stelle des Kerns und mit radialen Rissen; Excentricität bis $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{3}$. — Unter einfachen, excentrisch-kegelförmigen Körnern (vd. Pag. 434). — Von den beiden untersuchten Exemplaren sind

in demjenigen von Zweibrücken die zusammengesetzten Körner bis 28, die Bruchkörner 5—20 Mik. gross. In dem Exemplar von Zermatt im Wallis beträgt die Grösse der zusammengesetzten Körner bis 18, die der Bruchkörner 3—13 Mik.

Frische Knollen von **Chaerophyllum bulbosum** Lin. (Umbellifer.) Bruchkörner 2 bis 12 und 18 Mik. gross, oft mehr oder weniger unregelmässig, bis fast doppelt so lang als breit und bis $1\frac{1}{2}$ so breit als lang; mit 1—2, selten 3 und 4 Bruchflächen; Kern bis $\frac{1}{2}$ excentrisch. — Die meisten zusammengesetzten Körner sind zerfallen; die Mehrzahl bestand aus wenigen (2—5) ungleichgrossen Theilen. — Dabei ziemlich viele einfache Stärkekörner, rundlich oder kurzkegelförmig, seltener keilförmig, häufig unregelmässig; bis 12 und 18 Mik. gross; Kern bis $\frac{1}{4}$ excentrisch. — Stärke reichlich, die Zellen fast ganz ausfüllend.

Trockene Rinde von **Drimys Winteri** Forster (Cortex Winteranus interior — Magnoliac.). Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval; aus 2 bis 5 und 8, meist ungleichgrossen Theilen bestehend. Grösse bis 20 Mik. — Bruchkörner (sehr zahlreich) 2—14 Mik., mehr oder weniger eckig, meist mit scharfen Kanten, ohne Höhlung. — Dabei einzelne einfache Körner, kugelig oder oval.

Trockener Wurzelstock von **Anemone ranunculoides** Lin. (Ranunculac.) Körner aus 2 bis 10 und 16, gleich- oder ungleichgrossen Theilen zusammengesetzt. Grösse bis 22 Mik. — Bruchkörner 2,5—8 Mik.; die grössern mit einer kleinen Höhlung und zuweilen mit zarten strahlenförmigen Rissen. — Mit einfachen, excentrisch-kegelförmigen Körnern (vd. Pag. 435).

Trockene Knollen von **Ranunculus bulbosus** Lin. (Ranunculac.) Körner aus 2 bis 4 und mehr, zuweilen gleich-, häufiger ungleichgrossen Theilen zusammengesetzt. Grösse bis 14 Mik. — Bruchkörner 3—9 Mik.; die grössern mit einer kleinen Höhlung und zuweilen mit einzelnen zarten radialen Rissen. — Mit einfachen, excentrisch-kegelförmigen Körnern (vd. Pag. 434).

Frischer Wurzelstock von **Helleborus viridis** Lin. (Ranunculac.) Körner aus 2—8 gleich- oder ungleichgrossen Theilen zusammengesetzt; die meisten zerfallen. — Bruchkörner mit einer gewölbten und 1—6 Bruchflächen; ohne Schichtung, selten mit deutlichem Kern. Grösse 3—14, der mehr polyedrischen Formen bis 10 Mik. Kubikinhalte 11—1380 Mik. — Dabei einfache, kugelige, bis 14 Mik. grosse Körner.

Taf. XXVI, Fig. 9a kugelig mit excentrischem Kern; b Bruchkorn mit 6 fast gleichen Bruchflächen; c Bruchkorn mit 5 ungleichen Bruchflächen; d aus 5 Theilkörnern zusammengesetzt.

H. dumetorum Waldst. Kit. (trocken). Körner aus 2—10, zuweilen gleich-, häufiger ungleichgrossen Theilen zusammengesetzt. — Bruchkörner 2—8 Mik.; die grössern mit einer kleinen Höhlung.

Trockene rübenförmige Wurzel von **Aconitum Anthora** Lin. (Ranunculac.) Körner aus 2—8, gleich- oder ungleichgrossen Theilen zusammengesetzt; die meisten zerfallen. — Bruchkörner meist 2—10 Mik. gross, isodiametrisch, mit 1 gebogenen und 1—6 Bruchflächen; die grössern mit einer kleinen centralen Höhlung und mit einigen kurzen radialen Rissen; einzelne Bruchkörner sind oval, bis 17 Mik. gross, mit etwas excentrischer Kernhöhlung. — Mit einfachen, excentrisch-kegelförmigen Körnern (vd. Pag. 435).

Trockene knollenförmige Wurzel von **Aconitum Napellus** Lin. (Ranunculac.) Körner aus 2—8, gleich- oder ungleichgrossen Theilen zusammengesetzt. — Bruchkörner ohne oder mit sehr zarter Schichtung; statt des Kerns eine kleine Höhlung, etwas excentrisch. Grösse der mehr polyedrischen Bruchkörner bis 12, der ovalen bis 20 Mik. Kubikinhalte bis 4010 Mik.

Frischer Wurzelstock von **Paeonia officinalis** Retz (Ranunculac.). Körner aus 2—4, gleich- oder ungleichgrossen Theilen zusammengesetzt. — Bruchkörner ohne oder mit zarten und spärlichen (2—3) Schichten; Kern nicht häufig sichtbar. Grösse bis 18 Mik. Kubikinhalte bis 3010 Mik. — Dabei einfache, excentrisch-kegelförmige Körner (vd. Pag. 435).

Taf. XXVI, Fig. 3a Vierling; b kugelig, einfach; c Bruchkorn von einem Zwilling; d Zwilling; e länglich-oval, einfach; f oval, einfach.

Trockener Wurzelstock von *Sanguinaria canadensis* Lin. (Papaverac.) Körner aus 2 bis 4 und 6, zuweilen gleich-, häufiger ungleichgrossen Theilen zusammengesetzt. — Bruchkörner 4—11 Mik. gross; die grösseren mit einer kleinen Höhlung. — Mit einfachen Körnern von nicht entwickeltem Bau (vd. Pag. 461).

Frischer Wurzelstock und Wurzeln von *Nymphaea alba* Liu. (Nymphaeac.) Bruchkörner isodiametrisch oder oval, mit 1 gebogenen und 1—5 Bruchflächen; ohne Schichtung; Kern oft deutlich, in den ovalen Formen bis $\frac{1}{4}$ excentrisch. Grösse 2,5—12 Mik. — Unzerfallene zusammengesetzte Körner sind wenige mehr vorhanden; dieselben bestehen aus 2—8, gleich- oder ungleichgrossen Theilen. — Dabei einfache, excentrisch-kegelförmige Körner (vd. Pag. 436).

Trockene Wurzel von *Bryonia dioica* Jacq. (Cucurbitac.) Zusammengesetzte Körner rundlich oder oval, zuweilen etwas zusammengedrückt; aus 2—8, seltener ziemlich gleich-, häufiger ungleichgrossen Theilen bestehend (im erstern Fall liegen die Theilkörner gewöhnlich in einer Schicht, deren Mitte häufig ein einzelnes oder auch 2 überzählige aufsitzen; — im letztern Fall sind an dem Ende eines grossen 1—6 kleine Theilkörner befestigt). Grösse bis 30 Mik. Kubikinhalte bis 9490 Mik. — Bruchkörner ohne Schichtung, Höhlung und Risse; nur selten ist in den grössten excentrische Schichtung sichtbar. Grösse 3—24 Mik. Kubikinhalte 10—3180 Mik.

Taf. XXVI, Fig. 12a und b ein aus 5 Theilen zusammengesetztes Korn von der Fläche und von der Seite; c ungleichhälftiger Zwilling; d und e ursprünglich aus 8 Theilkörnern, von denen 2 sich losgetrennt haben, bestehend, von der Fläche und von der Seite; f und g aus 1 grossen und 5 kleinen Theilen zusammengesetzt, von 2 Seiten gesehen; h aus 1 grossen und 2 kleinen Theilkörnern bestehend.

Frisches Mark des Stammes von *Cereus variabilis* Pfeiff. (Cact.) Zusammengesetzte Körner rundlich oder oval, meist von unregelmässiger Form; aus 2 bis 12 und 20, fast ohne Ausnahme ungleichgrossen Theilen bestehend. Grösse bis 40 und 60 Mik. — Bruchkörner 4 bis 30 und 50 Mik.; die grösseren mit excentrischer und nicht selten mit unregelmässiger Schichtung, und zuweilen halbzusammengesetzt (mit 2 und mehreren eingeschlossenen Theilkörnern). — Uter einfachen Körnern von nicht ausgebildetem Typus (vd. Pag. 462).

Taf. XVI, Fig. 5, 6, 8 Zwillinge; 21 Vierling; 18, 19, 22 aus mehreren Theilen zusammengesetzt; 20 Bruchkorn (die Bruchflächen mit 4 Kanten zugekehrt). — Taf. XXV, Fig. 9c vielzählig.

Trockene Wurzel von *Malva borealis* Wallmann (Malvac.) Körner aus 2 bis 4 und 8, zuweilen gleich-, häufiger ungleichgrossen Theilen zusammengesetzt. Grösse bis 13 Mik. — Bruchkörner 3—9 Mik.; die grösseren mit einer kleinen Höhlung und zuweilen mit einigen ganz kurzen radialen Rissen. — Dabei einfache Körner, kugelig und rundlich-oval. — Stärke nicht reichlich.

Trockene Wurzel von *Gossypium indicum* Lam. (Malvac.) Körner aus 2 bis 10, seltener bis über 20, zuweilen gleich-, häufiger ungleichgrossen Theilen zusammengesetzt. Grösse bis 24 Mik. — Bruchkörner 3—16 Mik.; die grösseren mit einer kleinen Höhlung und zuweilen mit einzelnen kurzen radialen Rissen.

Trockene Stolonen von *Circaea lutetiana* Lin. (Oenother.) Zusammengesetzte Körner rundlich bis länglich, oft von unregelmässiger Form; aus 2—12, gleich- oder ungleichgrossen und meist unregelmässig gestellten Theilen bestehend. Grösse bis 24 Mik. — Bruchkörner 3—10 Mik.; die grösseren mit einer kleinen Höhlung an der Stelle des Kerns; Excentricität bis $\frac{1}{2}$.

Trockene Wurzeln von *Spiraea Filipendula* Lin. (Rosac.) Zusammengesetzte Körner rundlich bis länglich-spindelförmig, meist von mehr oder weniger unregelmässiger Gestalt; aus 2 bis 8 und 12, theils gleich-, theils ungleichgrossen Theilen bestehend. Grösse bis 16 Mik. — Bruchkörner 2—12 Mik.; die grösseren zuweilen mit einer kleinen Höhlung. — Dabei einfache Körner von nicht ausgebildetem Bau (vd. Pag. 465).

Trockene verdickte Wurzeln von *Orobus albus* Lin. (Papilionac.) Körner aus 2 bis 4 und 6, meist ungleichgrossen Theilen zusammengesetzt. Grösse bis 16 Mik. — Bruchkörner 3—12 Mik., isodiametrisch oder oval; an der

Stelle des Kerns oft eine kleine Höhlung, welche in den grösseren ovalen Formen bis $\frac{1}{2}$ excentrisch sein kann. — Mit einfachen, excentrisch-kegelförmigen Körnern (vd. Pag. 436).

Trockene Samen von *Ruppia maritima* Lin. (Najad.) Körner aus 2 bis 3, seltener 4 und 5, zuweilen gleich-, meist ungleichgrossen Theilen zusammengesetzt (indem im letztern Falle an einem grossen 1—2 kleine Theilkörner befestigt sind). — Bruchkörner mit einer centralen oft unregelmässigen Höhlung, von welcher radiale oder unregelmässige Risse abgehen; Grösse bis 21 Mik. Kubikinhalte bis 4770 Mik. — Dabei einfache, wahrscheinlich centrisch-ovale Körner (vd. Pag. 424).

Frische Cotyledonen von *Quercus pedunculata* Ehrh. (Cupulif.) Körner aus 2 bis 3 und 4, zuweilen gleich-, häufiger ungleichgrossen Theilen zusammengesetzt. — Bruchkörner isodiametrisch oder oval, zuweilen mit deutlichem Kern; Grösse bis 16 Mik. Kubikinhalte bis 2030 Mik. — Unter einfachen Körnern von nicht entwickeltem Bau (vd. Pag. 472). Taf. XXVI, Fig. 4 d, g Zwillinge; e, f Drillinge.

Trockene Cotyledonen von *Castanospermum australe* Cunningh. (Papilionac.) Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval; aus 2 bis 8, seltener mehr, zuweilen gleich-, gewöhnlich ungleichgrossen Theilen bestehend. Grösse bis 20 und 25 Mik. — Bruchkörner 3—15 Mik., mit einer gebogenen und 1—5 Bruchflächen; die grösseren mit einer kleinen Höhlung und einzelnen (nach dem Umfange der Bruchflächen gerichteten) Rissen.

Typ. 16. Körner zusammengesetzt, vielzählig.

Theilkörner zu 20 bis zu vielen Tausenden körperlich zu einem zusammengesetzten Korn verbunden, durch Spalten (welche zuweilen kaum sichtbar sind) von einander geschieden und bei vollständiger Reife sich als Bruchkörner von einander trennend, die meistens überall von ebenen Bruchflächen begrenzt sind.

Diese zusammengesetzten Körner, welche wohl immer durch wiederholte Zweitheilung entstehen möchten, bestehen gewöhnlich aus ziemlich oder auch aus vollkommen gleichgrossen Theilkörnern. Manchmal kommen sie unvermischt vor; sehr häufig indess findet man sie gemengt mit einzelnen wenigzähligen gleichtheiligen Körnern (die dem Typ. 14 angehören) und selten auch mit spärlichen einfachen Körnern. Zuweilen kommen Uebergänge zwischen dem Typ. 16 und 14 vor, so dass man zweifelhaft ist, welchem derselben man die Stärke zutheilen soll.

Gewöhnlich findet mit der Zunahme der Zahl der Theilkörner eine Abnahme ihrer Grösse und der sie trennenden Spalten statt. Beides erfolgt indess oft nicht in dem nämlichen Maasse. Wenn die Trennungslinien rascher abnehmen, so erscheint das Korn maschig oder zartmaschig, und kann schon bei einer Grösse der Theilkörner von 2 Mik. und darüber ganz homogen werden. Nehmen aber die Theilkörner rascher ab, so sieht das ganze Korn, wenn ihre Grösse sich 1 Mik. nähert, granulirt aus, und wird, wenn dieselbe unter 1 Mik. sinkt, homogen. In beiden Fällen erkennt man erst beim Zerfallen der Körner, dass dieselben zusammengesetzt sind.

Zuweilen findet man in gewissen Entwicklungsstadien eines Organs, so namentlich in reifen Samen, bloss Bruchkörner, indem die zusammengesetzten Körner entweder bei der Präparation oder schon innerhalb der Zellen zerfallen. In solchen Fällen kann es zweifelhaft sein, ob die polyedrischen Körner einfache durch Druck veränderte oder Bruchkörner seien. Darüber muss die Entwicklungsgeschichte oder, wenn sie nicht zur Hand ist, die Analogie verwandter Gattungen und Arten Aufschluss geben. Beispiele finden sich vorzüglich in den Samen der Chenopodeen, Amarantaceen, Caryophyllen.

Frischer Wurzelstock von *Arundo Donax* Lin. (Gramin.) Zusammengesetzte Körner rundlich, granulirt, bis über 200 Theile enthaltend. Grösse bis 11 Mik. Kubikinhalte bis 670 Mik. — Bruchkörner rundlich oder rundlich-eckig, selten polyedrisch; die grösseren mit einer kleinen centralen Höhlung. Grösse 0,7—6 Mik. Kubikinhalte 0,2—95 Mik.

Frische Zwiebelknollen von *Crocus vernus* Smith (Irid.) Zusammengesetzte Körner kugelig bis länglich-oval;

aus 3—20, ziemlich gleichgrossen Theilen bestehend. Grösse bis 20 Mik. Kubikinhalte bis 4080 Mik. — Bruchkörner meist polyedrisch, scharfkantig, ohne Schichtung und Kern. Grösse 4—9 Mik. Kubikinhalte 25—310 Mik.

Taf. XXVI, Fig. 15a aus 10 Theilkörnern bestehend (4 sind abgekehrt); b aus 16 Theilen zusammengesetzt (6 liegen abgekehrt); c Bruchkorn.

Trockener Wurzelstock von *Cypripedium Calceolus* Lin. (Orchid.) Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval, aus 10 bis 20 und 40 Theilen bestehend. Grösse bis 10 Mik. — Bruchkörner 1,5—5 Mik., meist rundlich-eckig, bis auf $\frac{1}{2}$ zusammengedrückt.

Trockener Wurzelstock von *Dorstenia brasiliensis* Lin. (Radix Contrajervae, — Moreen). Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval-kugelig; aus 2 bis etwa 50, gleichgrossen Theilen bestehend. Grösse bis 14 Mik. Kubikinhalte bis 1440 Mik. — Bruchkörner 2,5 bis 6 und 7 Mik. gross, rundlich-eckig oder polyedrisch; die grössern mit einer kleinen centralen Höhlung. — Dabei einfache Körner von nicht entwickeltem Bau (vd. Pag. 456).

D. Contrajerva Lin. (trocken). Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval; aus 2 bis 40 und 60, gleich- oder etwas ungleichgrossen Theilen bestehend. Grösse bis 12 und 14 Mik. — Bruchkörner 1,8—7 Mik., rundlich-eckig oder polyedrisch; die grössern hohl. — Dabei einfache kugelige Körner.

Trockene Wurzel von *Chiococca racemosa* Lin. (Cainca-Wurzel, — Rubiac.) Zusammengesetzte Körner rundlich bis länglich-oval, nicht selten von etwas unregelmässiger Form; körnig oder maschig, bis 70 Theile enthaltend. Grösse bis 18 Mik. Kubikinhalte bis 2160 Mik. — Bruchkörner 2—6 Mik. gross, rundlich oder polyedrisch; die grössern hohl. — Es giebt einzelne zusammengesetzte Körner, die einem zarten Parenchym ähnlich sehen, indem die Theilkörner mit einander verschmolzen und die Höhlungen durch homogene Wände von einander getrennt sind, wie bei der Stärke des Typ. 12.

Trockene Rinde von *Chrysophyllum glycyphloeum* Casar. (Cortex Monesiae, — Sapotac.) Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval, aus 2 bis gegen 60 Theilen bestehend. Grösse bis 10 Mik. Kubikinhalte bis 490 Mik. — Grösse der Theilkörner 2—5 Mik. (sie brechen nicht leicht von einander). — Dabei einzelne einfache Körner, kugelig oder oval, bis 7 Mik.

Trockener Wurzelstock von *Podophyllum peltatum* Lin. (Berberid.) Zusammengesetzte Körner maschig oder bloss granulirt, aus 3 bis 20 und mehr Theilen bestehend. Grösse bis 10 Mik. — Bruchkörner 2—4 Mik., rundlich-eckig. — Dabei einfache Körner von unausgebildetem Bau (vd. Pag. 461). Von vielen lässt sich nicht entscheiden, ob es einfache oder Bruchkörner sind.

Trockener Wurzelstock von *Epimedium alpinum* Lin. (Berberid.) Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval, nicht selten etwas eckig und unregelmässig; maschig oder granulirt, aus 3 bis über 500 Theilen bestehend. Grösse bis 15 Mik. — Bruchkörner 1,5—7 Mik.; die kleinern rundlich, die grössern polyedrisch.

E. macranthum Lindl. (trocken). Zusammengesetzte Körner kugelig, oval, kegelförmig; nicht selten durch Druck etwas eckig; granulirt, aus 12 bis über 2000 Theilen bestehend. Grösse bis 17 Mik. Kubikinhalte bis 1550 Mik. — Bruchkörner 1—2 Mik. gross, rundlich oder rundlich-eckig.

Trockene Wurzel von *Ayenia pusilla* Lin. (Buettneriac.) Zusammengesetzte Körner rundlich oder oval; aus 2 bis etwa 40, meist gleichgrossen Theilen bestehend. Grösse bis 17 Mik. — Bruchkörner 2—8 Mik., oft mit einer kleinen Höhlung. — Stärke nicht reichlich.

Trockene Wurzel von *Tribulus terrestris* Lin. (Zygophyll.) Bruchkörner 3—8 Mik. gross, ziemlich polyedrisch, zuweilen mit einer kleinen Höhlung. — Von zusammengesetzten Körnern sind nur noch wenige unzerfallene vorhanden; dieselben bestehen aus 2 bis 12 und mehr, meist gleichgrossen Theilen. — Stärke ziemlich spärlich.

Trockene Pfahlwurzel von *Oxalis stricta* Lin. (Oxalid.) Zusammengesetzte Körner rundlich oder oval; aus 2

bis etwa 20, gleich- oder ungleichgrossen Theilen bestehend. Grösse bis 15 Mik. — Bruchkörner 3—9 Mik.; in den grössern an der Stelle des Kerns eine kleine Höhlung, central oder bis $\frac{1}{2}$ excentrisch.

Trockene Knollen des Wurzelstockes von *Orobis tuberosus* Lin. (Papilionac.) Zusammengesetzte Körner rundlich oder oval; aus 4 bis über 20, gleich- oder ungleichgrossen Theilen bestehend. Grösse bis 13 Mik. — Bruchkörner 1,5—7 Mik.; in den grössern statt des Kerns eine kleine Höhlung, central oder bis $\frac{1}{2}$ excentrisch.

Trockenes Sameneiweiss von *Leersia oryzoides* Swartz (Gramin.) Zusammengesetzte Körner rundlich oder oval, oft durch gegenseitigen Druck eckig, zuweilen fast polyedrisch; bis über 6000 Theile enthaltend. Grösse bis 25 und 30 Mik. Kubikinhalte bis 13520 Mik. — Bruchkörner rundlich-eckig oder ziemlich scharf-polyedrisch; die grössern mit einer kleinen Höhlung. Grösse 2—7 Mik. Kubikinhalte 2,5—140 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von *Oryza sativa* Lin. (Gramin.) Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval; aus 4 bis über 100, ziemlich gleichgrossen Theilen bestehend. Grösse bis 25 Mik. Kubikinhalte bis 8010 Mik. — Bruchkörner scharf-polyedrisch, oft mit einer ziemlich grossen Höhlung. Grösse 3,5—8 Mik. Kubikinhalte 15—240 Mik.

Taf. XXVI, Fig. 18 Bruchkörner mit 3 noch unzerfallenen zusammengesetzten Körnern. — Taf. XXII, Fig. 11 drei Zellen des Albumens.

Trockenes Sameneiweiss von *Hydropyrum esculentum* Link. (*Zizania aquatica* Lin. — Gramin.) Zusammengesetzte Körner durch Druck polyedrisch, vielzählig. Grösse bis 25 und 28 Mik. Kubikinhalte bis 9840 Mik. — Bruchkörner rundlich-eckig; Grösse 1,5—4 Mik. Kubikinhalte 0,7—28 Mik.

In einem andern als *Zizania clavulosa* Michx. bezeichneten Exemplar, das wahrscheinlich ebenfalls hieher gehört, sind die zusammengesetzten Körner isodiametrisch bis länglich, durch Druck polyedrisch, vielzählig; Grösse bis 30 Mik. Kubikinhalte bis 7930 Mik. — Bruchkörner 2—5 Mik. gross; die kleinern rundlich-eckig, die grössern polyedrisch und hohl.

Trockenes Sameneiweiss von *Ehrharta panicea* Smith (Gramin.) Zusammengesetzte Körner kugelig bis länglich-oval, zuweilen etwas unregelmässig; homogen oder maschig-granulirt, bis über 3000 Theile enthaltend. Grösse bis 40 und 45 Mik. Kubikinhalte bis 36100 Mik. — Bruchkörner polyedrisch, meist mit scharfen Kanten und Ecken, oft hohl. Grösse 2—6 Mik. Kubikinhalte 2,5—100 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von *Microlaena stipoides* R. Br. (Gramin.) Zusammengesetzte Körner rundlich oder oval, durch Druck oft eckig, vielzählig. Grösse bis 20 Mik. — Bruchkörner 2 bis 5 und 7 Mik.; die kleinern rundlich-eckig, die grössern polyedrisch und hohl.

Trockenes Sameneiweiss von *Cornucopiae cucullatum* Lin. (Gramin.) Zusammengesetzte Körner rundlich bis länglich-lanzettlich, zuweilen etwas unregelmässig; $\frac{2}{3}$ bis ebenso dick als lang; maschig-granulirt. Grösse bis 54 Mik. Kubikinhalte bis 24300 Mik. — Bruchkörner rundlich-eckig oder polyedrisch, meist mit einer Höhlung. Grösse 1,5—6 Mik. Kubikinhalte 0,7—100 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von *Phalaris canariensis* Lin. (Gramin.) Zusammengesetzte Körner kugelig bis länglich, selten etwas eckig; $\frac{1}{2}$ bis ebenso dick als lang; maschig-granulirt, selten fast homogen, aus 4 bis 2000 Theilen bestehend. Länge bis 36, Dicke bis 25 Mik. Kubikinhalte bis 11580 Mik. — Bruchkörner rundlich-eckig oder scharf-polyedrisch. Grösse 2—5 Mik. Kubikinhalte 2,5—60 Mik.

Ph. bulbosa Cav. (*Ph. coerulescens* Desf. — trocken). Stärke wie bei Vorhergehender. Zusammengesetzte Körner bis über 3000 Theile enthaltend. Grösse bis 48 Mik. Kubikinhalte bis 22800 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von *Anthoxanthum amarum* Brot. (Gramin.) Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval, maschig-granulirt. Grösse bis 25 Mik. Kubikinhalte bis 5630 Mik. — Bruchkörner rundlich-eckig; Grösse 1—4 Mik. Kubikinhalte 0,3—20 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Hierochloa borealis** Roem. & Schult. (Gramin.) Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval, zuweilen etwas unregelmässig; bis über 1000 Theile enthaltend. Grösse bis 30 und 40 Mik. Kubikinhalte bis 17540 Mik. — Bruchkörner mit ziemlich scharfen Ecken und Kanten. Grösse 2—7 Mik. Kubikinhalte 2,5—165 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Holcus lanatus** Lin. (Gramin.) Zusammengesetzte Körner rundlich oder oval; homogen oder deutlich-granulirt, bis über 1000 Theile enthaltend. Grösse bis 14 Mik. — Grösse der Bruchkörner 1—2 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Beckmannia erucaeformis** Host (Gramin.). Zusammengesetzte Körner kugelig-oval bis länglich, zart-granulirt. Grösse bis 28 und 35 Mik. Kubikinhalte bis 9800 Mik. — Bruchkörner rundlich oder polyedrisch. Grösse 1 bis 3 und 4 Mik. Kubikinhalte 0,3—26 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Lygeum Spartum** Lin. (Gramin.) Zusammengesetzte Körner kugelig bis länglich-oval, maschig-granulirt. Grösse bis 20 Mik. Kubikinhalte bis 3960 Mik. — Bruchkörner rundlich-eckig oder polyedrisch. Grösse 1—4 Mik. Kubikinhalte 0,3—28 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Milium effusum** Lin. (Gramin.) Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval, maschig-granulirt. Grösse bis 24 Mik. Kubikinhalte bis 5270 Mik. — Bruchkörner rundlich bis polyedrisch, oft mit einer kleinen Höhlung. Grösse 1,5—5 Mik. Kubikinhalte 0,7—60 Mik.

M. vernale Biebrst. (trocken). Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval, homogen oder zart-maschig granulirt. Grösse bis 14 Mik. Kubikinhalte bis 1350 Mik. — Bruchkörner rundlich-eckig. Grösse 1—3 Mik. Kubikinhalte 0,3—12 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Panicum commelinaefolium** Rudge (Gramin.). Zusammengesetzte Körner rundlich oder oval, oft durch Druck mehr oder weniger eckig, granulirt. Grösse bis 12 und 15 Mik. — Bruchkörner 1—2,5 Mik., rundlich. — Samen aus Brasilien und aus Guatemala stimmen vollkommen mit einander in der Stärkebildung überein.

Trockenes Sameneiweiss von **Urochloa depressa** Steud. (Gramin.) Zusammengesetzte Körner isodiametrisch bis länglich, durch Druck mehr oder weniger polyedrisch; maschig-granulirt oder granulirt. Grösse bis 20 Mik. — Bruchkörner 0,7—2,5 Mik., rundlich oder rundlich-eckig.

Trockenes Sameneiweiss von **Arundinella nepalensis** Trin. (Gramin.) Zusammengesetzte Körner kugelig, oval oder kurz-kegelförmig (nicht eckig), $\frac{2}{3}$ bis ebenso dick als lang; maschig-granulirt oder fast homogen, aus 4 bis über 1000 Theilen bestehend. Grösse bis 30 Mik. Kubikinhalte bis 7200 Mik. — Bruchkörner 2—6 Mik. gross; die grössern scharf-polyedrisch und hohl.

Trockenes Sameneiweiss von **Dichelachne vulgaris** Trin. (Gramin.) Zusammengesetzte Körner rundlich, elliptisch, länglich, kegelförmig; zart-körnig, bis über 1000 Theile enthaltend. Grösse bis 18 Mik. — Bruchkörner 0,5—2 Mik., rundlich.

Trockenes Sameneiweiss von **Urachne parviflora** Trin. (Piptatherum multiflorum Beauv. — Gramin.) Zusammengesetzte Körner rundlich oder oval; aus 6 bis über 100 gleichgrossen Theilen bestehend. Grösse bis 18 Mik. Kubikinhalte bis 2870 Mik. — Bruchkörner rundlich-eckig; die grössern scharf-polyedrisch und meist mit centraler Höhlung. Grösse 2—7 Mik. Kubikinhalte 2,5—160 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Stipa papposa** Nees (Gramin.) Bruchkörner rundlich-eckig; die grössern scharf-polyedrisch und hohl. Grösse 2 bis 6 und 7 Mik. Kubikinhalte 2,5—150 Mik. — Von zusammengesetzten Körnern sind Bruchstücke und wenige vollständige vorhanden.

St. gigantea Lagasc. (trocken). Bruchkörner rundlich-eckig; die grössten mit einer kleinen Höhlung. Grösse 1 bis höchstens 4 Mik. Kubikinhalte 0,3—27 Mik. — Zusammengesetzte Körner sind wenige mehr vorhanden. — Dabei einfache, centrisc-linsenförmige Körner (vd. Pag. 418).

St. pennata Lin. (trocken). Bruchkörner rundlich-eckig oder scharf-polyedrisch. Grösse 2–4 Mik. Kubikinhalt 2,5–20 Mik. — Zusammengesetzte Körner sind nur innerhalb der Zellen sichtbar.

Trockenes Sameneiweiss von **Lasiagrostis Calamagrostis** Link. (Stipa C. Wblbrg. — Gramin.) Zusammengesetzte Körner rundlich oder oval, oft durch Druck etwas eckig, maschig-granulirt, leicht zerfallend. Grösse bis 15 Mik. Kubikinhalt bis 1710 Mik. — Bruchkörner meist scharf-polyedrisch, oft hohl. Grösse 2 bis 9 und 11 Mik. Kubikinhalt 2,5–550 Mik. — Dabei wahrscheinlich einfache Körner, 9 bis 11 und 13 Mik. gross, mit centraler Höhlung und zuweilen mit einzelnen radialen Rissen.

Trockenes Sameneiweiss von **Aristida Hystrix** Lin. fil. (Gramin.) Bruchkörner 1,5–6 Mik. gross; die kleineren rundlich, die grössern polyedrisch und hohl. — Die zusammengesetzten Körner sind nur auf dünnen Durchschnitten des Gewebes innerhalb der Zellen, wo sie in Protoplasma eingebettet sind, sichtbar, — rundlich oder rundlich-eckig, bis 15 und 20 Mik. gross.

A. amplissima Trin. (*A. stipiformis* Lam. — trocken). Bruchkörner 2–10 Mik. gross, polyedrisch, hohl. — Zusammengesetzte Körner sieht man wenige frei; auf dünnen Durchschnitten sind dieselben innerhalb des Protoplasma, welches sich durch Jod gelb färbt, deutlich, — kugelig, oval oder rundlich-eckig; maschig; bis 26 Mik. gross.

A. plumosa Lin. (trocken). Bruchkörner 2–8 Mik. gross, polyedrisch; die grössern hohl. — Zusammengesetzte Körner wenige deutlich, — rundlich, oval oder elliptisch; maschig oder maschig-granulirt; bis 26 Mik. gross.

A. funiculata Trin. (*A. Kotschyi* Hochst. — trocken). Bruchkörner 1–5 Mik. gross; die kleineren rundlich, die grössern polyedrisch und hohl. — Zusammengesetzte Körner wenige vorhanden, — rundlich oder oval.

Trockenes Sameneiweiss von **Nardus stricta** Lin. (Gramin.) Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval (nicht eckig), $\frac{1}{2}$ bis ebenso dick als lang, aus 4–300 Theilen bestehend. Grösse bis 18 Mik. Kubikinhalt bis 2600 Mik. — Bruchkörner rundlich-eckig, die grössern scharf-polyedrisch und hohl. Grösse 1,5–5 Mik. Kubikinhalt 0,7–60 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Aegopogon cenchroides** Willd. (Gramin.) Bruchkörner 2,5–7 Mik. gross, polyedrisch; die grössern mit einer Höhlung. — Zusammengesetzte Körner wurden nur undeutlich in den Zellen und wenige frei gesehen, — rundlich oder oval, durch Druck mehr oder weniger eckig, bis etwa 20 Mik. gross.

Ae. multisetus Trin. (trocken). Stärke wie bei vorhergehender Art. Bruchkörner 2–6 Mik. gross.

Trockenes Sameneiweiss von **Lycurus phalaroides** Humb. Bonpl. (Gramin.) Bruchkörner 2–10 Mik. gross, polyedrisch, hohl. — Zusammengesetzte Körner wurden nur undeutlich innerhalb der Zellen und wenige frei gesehen, — isodiametrisch oder oval, durch Druck mehr oder weniger polyedrisch; bis etwa 25 Mik. gross.

Trockenes Sameneiweiss von **Phippsia algida** R. Br. (Gramin.) Zusammengesetzte Körner rundlich oder oval, häufig durch Druck eckig; maschig oder maschig-granulirt. Grösse bis 20 und 25 Mik. — Bruchkörner 1,5–5 Mik., rundlich-eckig oder polyedrisch; die grössern mit einer Höhlung.

Trockenes Sameneiweiss von **Coleanthus subtilis** Seidel (*Schmidia utriculosa* Sternb. — Gramin.). Zusammengesetzte Körner kugelig bis länglich-oval, meist durch Druck mehr oder weniger polyedrisch; homogen oder maschig-granulirt. Grösse bis 24 Mik. — Bruchkörner 2–5 Mik., rundlich-eckig oder polyedrisch; die grössern mit einer kleinen Höhlung.

Trockenes Sameneiweiss von **Alopecurus geniculatus** Lin. (Gramin.) Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval, zart-granulirt oder maschig-granulirt. Grösse bis 25 Mik. Kubikinhalt bis 7800 Mik. — Bruchkörner rundlich-eckig, seltener polyedrisch. Grösse 1,5–4 Mik. Kubikinhalt 0,7–26 Mik.

A. pratensis Lin. (trocken). Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval, maschig-granulirt. Grösse bis 26, selten bis 33 Mik. Kubikinhalt bis 13900 Mik. — Bruchkörner rundlich-eckig oder polyedrisch; die grössern mit einer Höhlung. Grösse 1,5–5 Mik. Kubikinhalt 0,7–55 Mik.

A. alpinus Smith (trocken). Stärke ganz wie bei vorhergehender Art.

A. utriculatus Schrad. (trocken). Stärke wie bei *A. pratensis*. Grösse der Bruchkörner bis 7 Mik. Kubikinhalte bis 150 Mik. — Grösse der zusammengesetzten Körner bis 33 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Phleum asperum** Vill. (Gramin.) Zusammengesetzte Körner rundlich oder oval, zuweilen etwas unregelmässig, $\frac{2}{3}$ bis ebenso dick als lang; aus 2 bis etwa 60, gleichgrossen Theilen bestehend. Grösse bis 38 Mik. Kubikinhalte bis 24600 Mik. — Bruchkörner polyedrisch meist mit scharfen Kanten und Ecken, nicht selten mit einer Höhlung und einzelnen Rissen. Grösse 6–16 Mik. Kubikinhalte 100–1800 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Phleum tenue** Schrad. (*Achaodonton Bellardi* Beauv. — Gramin.) Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval, häufig etwas eckig und unregelmässig; aus 4 bis etwa 60 Theilen bestehend. Grösse bis 40 Mik. Kubikinhalte bis 27500 Mik. — Bruchkörner polyedrisch meist mit scharfen Kanten und Ecken; oft mit einer kleinen Höhlung, von welcher einzelne Risse ausstrahlen. Grösse 4–14 Mik. Kubikinhalte 20–1390 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Crypsis schoenoides** Lam (Gramin.) Zusammengesetzte Körner rundlich bis länglich-oval, $\frac{1}{2}$ bis ebenso dick als lang; maschig-granulirt oder fast homogen. Grösse bis 30 Mik. Kubikinhalte bis 7610 Mik. — Bruchkörner polyedrisch, oft mit scharfen Kanten und Ecken; die grössern hohl. Grösse 2,5–7 Mik. Kubikinhalte 6–150 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Vilfa coromandelina** Beauv. (*Sporobolus c. Kunth* — Gramin.) Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval, $\frac{1}{5}$ bis ebenso dick als lang; maschig-granulirt, aus 6 bis über 100 Theilen bestehend. Grösse bis 19 Mik. Kubikinhalte bis 3490 Mik. — Bruchkörner rundlich-eckig oder polyedrisch; die grössern meist mit einer kleinen Höhlung. Grösse 2–5 Mik. Kubikinhalte 2,5–60 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Agrostis verticillata** Vill. (Gramin.) Zusammengesetzte Körner rundlich oder oval, maschig-granulirt. Grösse bis 20 Mik. Kubikinhalte bis 3990 Mik. — Bruchkörner rundlich bis polyedrisch. Grösse 2–7 Mik. Kubikinhalte 2,5–150 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Triachyrum longifolium** Hochst. (Gramin.) Zusammengesetzte Körner isodiametrisch oder oval, durch Druck mehr oder weniger polyedrisch, vielzählig (die meisten zerfallen). Grösse bis 28 Mik. — Bruchkörner 3–10 Mik., polyedrisch; die Mehrzahl mit einer kleinern oder grössern Höhlung.

T. cordofanum Hochst. (trocken). Bruchkörner 1,5–5 Mik. gross; die kleinern rundlich-eckig, die grössern polyedrisch und hohl. — Von zusammengesetzten Körnern sind nur wenige unzerfallene sichtbar; dieselben sind bis 14 Mik. gross, maschig.

Trockenes Sameneiweiss von **Colpodium Steveni** Trin. (Gramin.) Zusammengesetzte Körner rundlich, oval, kurz-kegelförmig; etwas eckig oder fast polyedrisch; bis über 400 Theile enthaltend. Grösse bis 25 Mik. Kubikinhalte bis 5180 Mik. — Bruchkörner 2,5–6 Mik. gross, polyedrisch; die grössern oft mit einer kleinen Höhlung.

Trockenes Sameneiweiss von **Apera spica-venti** Beauv. (*Agrostis sp. Lin.* — Gramin.) Zusammengesetzte Körner rundlich bis länglich, $\frac{2}{5}$ bis ebenso dick als lang; granulirt oder fast homogen. Länge bis 25, Dicke bis 15 Mik. Kubikinhalte bis 2940 Mik. — Bruchkörner rundlich oder rundlich-eckig. Grösse 0,7–2 Mik. Kubikinhalte 0,2–4 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Muehlenbergia Willdenowii** Trin. (Gramin.) Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval, maschig-granulirt (die meisten zerfallen). Grösse bis 24 Mik. — Bruchkörner bis 7 Mik., polyedrisch; die grössern hohl.

Trockenes Sameneiweiss von **Cinna racemosa** Kunth (*Muehlenbergia glomerata* Trin. — Gramin.). Bruchkörner bis 7 Mik. gross, scharf-polyedrisch; die grössern hohl. — Darunter wenige noch unzerfallene zusammengesetzte Körner, kugelig oder oval, bis 22 Mik. gross.

Trockenes Sameneiweiss von **Cinna arundinacea** Lin. (Gramin.) Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval,

oft etwas eckig, vielzählig (die meisten zerfallen). Grösse bis 20 Mik. Kubikinhalte bis 3900 Mik. — Bruchkörner rundlich-eckig bis scharf-polyedrisch; die grösseren hohl. Grösse 2 bis 5 und 7 Mik. Kubikinhalte 2,5—115 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von *Echinopogon ovatus* Beauv. (Gramin.) Zusammengesetzte Körner rundlich, oval, kurz-kegelförmig; oft durch Druck mehr oder weniger eckig; zart-maschig. Grösse bis 30 Mik. — Bruchkörner 1—4 Mik., rundlich-eckig bis polyedrisch.

Trockenes Sameneiweiss von *Lagurus ovatus* Lin. (Gramin.) Zusammengesetzte Körner rundlich oder oval (nicht eckig); homogen oder zart-granulirt, aus 10 bis über 6000 Theilen bestehend. Grösse bis 20 Mik. Kubikinhalte bis 3500 Mik. — Bruchkörner rundlich oder etwas eckig. Grösse 1—3 Mik. Kubikinhalte 0,3—12 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von *Polyogon monspeliensis* Desf. (Gramin.) Zusammengesetzte Körner oval, seltener rundlich, $\frac{1}{2}$ bis fast so dick als lang; zart-granulirt, oft beinahe homogen, aus 30 bis 1000 Theilen bestehend. Grösse bis 18 Mik. Kubikinhalte bis 2140 Mik. — Bruchkörner eckig. Grösse 1,5—4 Mik. Kubikinhalte 0,7—28 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von *Chaeturus fasciculatus* Link. (Gramin.) Bruchkörner 1—3 Mik. gross, rundlich oder rundlich-eckig. — Die zusammengesetzten Körner sind alle zerfallen.

Trockenes Sameneiweiss von *Gastridium australe* Beauv. Var. *G. muticum* Spreng. (Gramin.) Bruchkörner polyedrisch meist mit scharfen Ecken und Kanten, mit einer Höhlung. Grösse 8—12 Mik. Kubikinhalte 10—880 Mik. — Zusammengesetzte Körner meist zerfallen; die wenigen noch vorhandenen sind durch Druck mehr oder weniger eckig und selbst genau polyedrisch, bis 23 Mik. gross und darüber.

Trockenes Sameneiweiss von *Perotis latifolia* Ait. (Gramin.) Bruchkörner 2—8 Mik. gross; die kleinern rundlich-eckig, die grösseren scharf-polyedrisch, meist mit einer kleinern oder grösseren Höhlung. — Sie füllen die Zellen dicht aus; zusammengesetzte Körner wurden mit Sicherheit keine gesehen.

Trockenes Sameneiweiss von *Chamagrostis minima* Borckh. (*Sturmia* m. Hoppe — Gramin.) Zusammengesetzte Körner rundlich oder oval (nicht eckig), $\frac{2}{5}$ bis ebenso dick als lang; meist zart-maschig, aus 8—500 Theilen bestehend. Grösse bis 33 Mik. Kubikinhalte bis 14100 Mik. — Bruchkörner meist scharf-polyedrisch, ohne Höhlung. Grösse 2 bis 8 und 9 Mik. Kubikinhalte 2,5—320 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von *Calamagrostis sylvatica* DC. (Gramin.) Zusammengesetzte Körner rundlich oder oval, aus 2 bis über 300 Theilen bestehend (welche bei geringerer Zahl oft etwas ungleich sind). Grösse bis 48 Mik. Kubikinhalte bis 47200 Mik. — Bruchkörner meist scharf-polyedrisch; die grösseren mit centraler Höhlung. Grösse 2—9 Mik. Kubikinhalte 2,5—350 Mik.

Taf. XXVI, Fig. 19a und b aus vielen, c aus 8 Theilen zusammengesetzt.

C. Willdenowii Trin. (*Deyeuxia retrofracta* Kunth — trocken). Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval, vielzählig. Grösse bis 16 Mik. Kubikinhalte bis 1960 Mik. — Bruchkörner eckig oder rundlich-eckig. Grösse, 15—4 Mik. Kubikinhalte 0,7—28 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von *Ammophila arenaria* Link (*Calamagrostis* a. Roth — Gramin.). Zusammengesetzte Körner kugelig bis länglich-oval, $\frac{2}{5}$ bis ebenso dick als lang, maschig-granulirt. Grösse bis 50 Mik. Kubikinhalte bis 28700 Mik. — Bruchkörner rundlich-eckig oder polyedrisch. Grösse 1—4 Mik. Kubikinhalte 0,3—30 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von *Arundo mauritanica* Desf. (Gramin.) Bruchkörner 2,5—8 Mik. gross, polyedrisch; die grösseren meist mit einer kleinen eckigen Höhlung. — Zusammengesetzte Körner wenige unzerfallene mehr vorhanden, — rundlich, oval, oft eckig oder selbst polyedrisch, vielzählig.

Trockenes Sameneiweiss von *Phragmites communis* Trin. (Gramin.) Bruchkörner 0,7—2,5 Mik. gross, rundlich oder rundlich-eckig; die grösseren selten mit deutlicher Höhlung. — Zusammengesetzte Körner sind wenige mehr vorhanden, — klein, rundlich, granulirt.

Trockenes Sameneiweiss von *Gynerium cinereum* Humb. (Gramin.) Zusammengesetzte Körner kugelig bis

länglich-oval, häufig etwas eckig, maschig-granulirt. Grösse bis 23 Mik. — Bruchkörner 2,5–8 Mik.; die kleinern rundlich-eckig, die grössern polyedrisch mit scharfen Ecken und Kanten und oft mit einer kleinen Höhlung.

G. argenteum Nees (trocken). Bruchkörner 1–4 Mik. gross, rundlich-eckig bis polyedrisch. — Zusammengesetzte Körner wurden wenige mit Sicherheit gesehen. — Neben der Stärke viel Oel und Protoplasma in den Zellen.

Trockenes Sameneiweiss von **Pappophorum Schimperianum** Hochst. Var. *persicum* (Gramin.). Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval (nicht eckig); aus 2 bis über 100 Theilen bestehend. Grösse bis 25 und 30 Mik. Kubikinhalte bis 11850 Mik. — Bruchkörner 3–10 (selten 12) Mik. gross, polyedrisch, meist mit einer kleinen centralen Höhlung und zuweilen mit einzelnen zarten radialen Rissen. — Dabei einzelne einfache Körner, bis 16 Mik. gross; die kleinern kugelig oder kugelig-oval; die grössern kreisrund oder rundlich-oval und bis gegen die Hälfte zusammengedrückt. — Die Stärkekörner liegen, eingebettet in Protoplasma, locker in den Zellen.

P. macrostachyum Nees (trocken). Bruchkörner 3 bis 8 und 10 Mik. gross; theils mit einer gebogenen und 1–5 Bruchflächen, theils ganz polyedrisch; meist mit einer grössern oder kleinern Höhlung. — Zusammengesetzte Körner sehe ich wenige, ebenso nur wenige einfache kugelige oder kugelig-ovale Körner.

P. nigricans R. Br. (trocken). Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval, aus 2 bis 10 und mehr gleichgrossen Theilen bestehend. Grösse bis 30 und 36 Mik. Kubikinhalte bis 20300 Mik. — Bruchkörner 5 bis 20 und 25 Mik. gross, meist mit einer gebogenen und 1–5 Bruchflächen, selten ganz polyedrisch (bloss von Bruchflächen begrenzt); mit centraler Höhlung und strahlenförmigen Rissen. — Dabei einfache, centrisch-kugelige Körner (vd. Pag. 411). — Die zusammengesetzten Stärkekörner von *P. nigricans* gehören eigentlich zu Typ. 14; sie werden wegen ihrer Verwandtschaft mit denen der beiden andern Arten hier aufgeführt.

Trockenes Sameneiweiss von **Ptiloneilema plumosum** Steud. (*Euriana abyssinica* R. Br. Schimp. Abyss. 794 — Gramin.) Bruchkörner 3–12 Mik. gross, polyedrisch, oft mit einer kleinen centralen Höhlung und mit einzelnen zarten radialen Rissen. — Von den zusammengesetzten Körnern sind die meisten zerfallen; die wenigen noch vorhandenen sind durch Druck polyedrisch.

Trockenes Sameneiweiss von **Echinaria capitata** Desf. (Gramin.) Zusammengesetzte Körner (wenige unzerfallene mehr vorhanden) kugelig oder oval, oft etwas eckig. Grösse bis 34 Mik. Kubikinhalte bis 17800 Mik. — Bruchkörner polyedrisch mit scharfen Kanten und Ecken. Grösse 4–18 Mik. Kubikinhalte 20–2570 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Ctenium elegans** Kunth (Gramin.) Bruchkörner bis 8 Mik. gross, solid oder mit einer centralen eckigen Höhlung; viele mit einer gebogenen und 1–5 Bruchflächen, manche ganz polyedrisch. — Von den zusammengesetzten Körnern ist die Mehrzahl zerfallen; die noch vorhandenen sind bis 12 Mik. gross, rundlich oder oval, aus 2 bis etwa 20 Theilen bestehend. — Dabei wenige einfache Körner, kugelig oder kugelig-oval, solid oder mit einer centralen Höhlung, bis 10 Mik. gross.

Ct. chapadense Trin. (trocken). Bruchkörner bis 11 Mik. gross; viele polyedrisch (bloss von Bruchflächen begrenzt), manche mit einer gebogenen und 3–5 Bruchflächen; die grössern mit einer eckigen Höhlung, von welcher kurze radiale Risse ausgehen. — Zusammengesetzte Körner wurden sehr wenige gesehen.

Trockenes Sameneiweiss von **Microchloa setacea** R. Br. (Gramin.) Bruchkörner 3–10 Mik. gross, polyedrisch, die meisten mit einer grössern oder kleinern Höhlung. — Von zusammengesetzten Körnern wurden nur wenige frei gesehen; dieselben waren rundlich, oval, oder fast polyedrisch; bis 20 und 25 Mik. gross.

Trockenes Sameneiweiss von **Chloris petraea** Thunb. (*Eustachys p.* Desv. — Gramin.) Bruchkörner scharfpolyedrisch; die grössern mit centraler Höhlung. Grösse 2–9 Mik. Kubikinhalte 2,5–350 Mik. — Die zusammengesetzten Körner alle zerfallen.

Ch. submutica Humb. Bonpl. (*Eustachys s. R. & S.* — trocken). Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval, maschig. Grösse bis 24 Mik. Kubikinhalte bis 5920 Mik. — Bruchkörner rundlich-eckig bis scharfpolyedrisch, die grössern selten mit einer kleinen Höhlung. Grösse 2–8 Mik. Kubikinhalte 2,5–250 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Ctenopsis pectinella** (Larisch) (Festuca Nop. Del. — Gramin.). Bruchkörner 0,8–3 Mik. gross, rundlich oder rundlich-eckig. — Zusammengesetzte Körner wenige mehr vorhanden, — granulirt, bis 14 Mik. gross.

Trockenes Sameneiweiss von **Eleusine coracana** Gärt. (Gramin.) Bruchkörner theils polyedrisch (bloss von Bruchflächen begrenzt), theils mit einer gewölbten und mehreren Bruchflächen, mit scharfen Ecken und Kanten; die grössern mit einer kleinen centralen Höhlung und oft mit einigen radialen nach den Ecken verlaufenden Rissen. Grösse 4–13 Mik. Kubikinhalte 20–900 Mik. — Die grössere Zahl der zusammengesetzten Körner ist zerfallen; die noch vorhandenen sind kugelig oder oval, bis 30 Mik. lang, und bestehen aus 2 bis 50 und 100 gleichgrossen Theilen, welche bei geringerer Zahl (4–10) eine regelmässige Anordnung zeigen.

Trockenes Sameneiweiss von **Dactyloctenium aegyptiacum** Willd. (Gramin.) Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval (nicht eckig), granulirt oder maschig-granulirt. Grösse bis 15 und 21 Mik. Kubikinhalte bis 4420 Mik. — Bruchkörner rundlich-eckig bis scharf-polyedrisch; die grössern mit einer kleinen Höhlung. Grösse 1,5–5,5 Mik. Kubikinhalte 1,7–85 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Cynodon Dactylon** Pers. (C. linearis Willd. — Gramin.) Bruchkörner 2,5–8 Mik. gross, polyedrisch, meist mit einer grösseren oder kleineren eckigen Höhlung. — Zusammengesetzte Körner wurden wenige frei gesehen; dieselben waren rundlich, oval oder fast polyedrisch, bis etwa 20 Mik. gross.

Trockenes Sameneiweiss von **Chondrosium** Spec. Bruchkörner 2–5 Mik. gross, rundlich-eckig bis polyedrisch. — Zusammengesetzte Körner wurden nur wenige gesehen.

Trockenes Sameneiweiss von **Spartina cynosuroides** Willd. (Gramin.) Bruchkörner 3–10 Mik. gross, polyedrisch, einige mit einer Höhlung. — Zusammengesetzte Körner sind nur wenige unzerfallene noch vorhanden; dieselben bestehen aus 2–20 Theilen.

Trockenes Sameneiweiss von **Eutriana oligostachya** Kunth (Atheropogon o. Nutt. — Gramin.). Bruchkörner 2–8 Mik. gross, polyedrisch, die grössern mit einer eckigen Höhlung. — Zusammengesetzte Körner wurden wenige frei gesehen, — kugelig, oval, oder durch Druck eckig; bis gegen 20 Mik. gross; aus 2 bis über 300 Theilen bestehend.

Trockenes Sameneiweiss von **Melanocenchrys Royleana** Nees (Pommereulle R. Steud. — Gramin.). Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval, oft durch Druck eckig, aus 2 bis über 200 Theilen bestehend. Grösse bis 20 und 25 Mik. — Bruchkörner 3–12 Mik., die meisten polyedrisch, manche mit einer gewölbten und mehreren Bruchflächen; die grössern mit einer kleinen centralen Höhlung und zuweilen mit einzelnen zarten strahlenförmigen Rissen.

Trockenes Sameneiweiss von **Corynephorus canescens** Beauv. (Aira c. Lin. — Gramin.) Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval, granulirt oder homogen. Grösse bis 13 Mik. Kubikinhalte bis 1040 Mik. — Bruchkörner rundlich; Grösse 0,7–1,5 Mik. Kubikinhalte 0,2–1,4 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Deschampsia juncea** Beauv. (Aira j. Vill. — Gramin.) Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval, häufig durch Druck etwas eckig, maschig-granulirt oder granulirt. Grösse bis 24 Mik. — Bruchkörner 2–7 Mik.; die kleineren rundlich-eckig, die grössern scharf-polyedrisch und oft mit einer kleinen Höhlung.

D. caespitosa Beauv. (Aira c. Lin. — trocken). Stärke wie bei Vorhergehender. Zusammengesetzte Körner bis 30, Bruchkörner 2–8 Mik. gross.

D. pulchella Trin. Var. Tenorei (Aira p. Willd. Var. A. Tenorei Guss. — trocken). Bruchkörner rundlich-eckig, 2–6 Mik. gross.

Trockenes Sameneiweiss von **Airopsis globosa** Desv. (Aira g. Thore — Gramin.) Zusammengesetzte Körner kugelig, oval, birnförmig; zuweilen durch Druck etwas eckig; mehr oder weniger deutlich-granulirt, oft ganz homogen. Grösse bis 12 Mik. — Bruchkörner 1–3 Mik., rundlich oder rundlich-eckig.

A. agrostidea DC. (Aira a. Loisl.) verhält sich ganz ähnlich wie Vorhergehende.

Trockenes Sameneiweiss von *Trisetum argenteum* Roem. & Schult. (Gramin.) Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval, zuweilen durch Druck etwas eckig; zart-maschig oder maschig-granulirt bis ganz homogen, aus 3–100 Theilen bestehend. Grösse bis 14 Mik. Kubikinhalte bis 2080 Mik. — Bruchkörner rundlich, mehr oder weniger eckig. Grösse 1,5–5 Mik. Kubikinhalte 0,7–60 Mik.

Tr. neglectum Willd. (trocken). Stärke wie bei vorhergehender Art. Grösse der zusammengesetzten Körner bis 13 Mik. Kubikinhalte bis 1020 Mik. — Grösse der Bruchkörner 1,5–4 Mik. Kubikinhalte 0,7–28 Mik.

Frisches und trockenes Sameneiweiss von *Avena orientalis* Schreb., *A. hirsuta* Roth und *A. brevis* Roth (Gramin.) Zusammengesetzte Körner rundlich bis länglich, oft durch Druck etwas eckig; aus 2–300, gleich- oder etwas ungleichgrossen Theilen bestehend. Grösse bis 50 Mik. Kubikinhalte bis 40700 Mik. — Bruchkörner polyedrisch mit ziemlich scharfen Kanten; frisch mit kleinem, centralem, undeutlichem Kern; trocken statt desselben oft mit einer kleinen Höhlung. Grösse 7–12 Mik. Kubikinhalte 90–750 Mik. — Dabei selten einfache kugelige Körner.

Taf. XXVI, Fig. 17 (aus dem reifen Albumen von *A. brevis*) a, c aus vielen Theilen zusammengesetzt; b Drilling; d einfach, kugelig.

Trockenes Sameneiweiss von *Gaudinia fragilis* Beauv. (*Avena* f. Lin. — Gramin.) Bruchkörner rundlich-eckig bis scharf-polyedrisch; die grösseren mit kleiner centraler Höhlung. Grösse 2–6, seltener 1–8 Mik. Kubikinhalte 0,4–150 Mik. — Zusammengesetzte Körner wenige mehr vorhanden, — kugelig oder oval, bis 21 Mik. gross, aus 5 bis 200 fast gleichgrossen Theilen bestehend.

Trockenes Sameneiweiss von *Arrhenatherum elatius* Mert. & Koch (*Avena* e. Lin. — Gramin.) Zusammengesetzte Körner kugelig, oval, birnförmig; aus 4 bis über 400 Theilen bestehend. Grösse bis 30 Mik. Kubikinhalte bis 9640 Mik. — Bruchkörner polyedrisch. Grösse 2–10 Mik. Kubikinhalte 4–580 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von *Eriachne ampla* Nees (*Aiopsis* a. Nees — Gramin.) Bruchkörner 2 bis 6 und 7 Mik. gross; die kleineren rundlich-eckig; die grösseren polyedrisch und mit einer centralen Höhlung. — Zusammengesetzte Körner wenige frei gesehen, — rundlich oder oval, oft eckig, bis 21 Mik. gross.

E. microphylla Nees (trocken). Zusammengesetzte Körner rundlich oder oval, durch Druck mehr oder weniger eckig, granulirt. Grösse bis 15 Mik. — Bruchkörner 1–4 Mik., rundlich oder rundlich-eckig.

Trockenes Sameneiweiss von *Tristachya barbata* Nees (Gramin.) Bruchkörner 1,5 bis 5 und 6 Mik. gross, polyedrisch; die grössten zuweilen mit einer kleinen centralen Höhlung. — Zusammengesetzte Körner wenige frei, und innerhalb der Zellen nur undeutlich gesehen, — rundlich oder oval, häufig durch Druck eckig, bis etwa 20 Mik. gross. — Dabei einzelne einfache kugelige Körner; unter den Bruchkörnern befinden sich auch solche mit einer gebogenen und 1 oder mehreren Bruchflächen.

Trockenes Sameneiweiss von *Danthonia provincialis* DC. (Gramin.) Zusammengesetzte Körner kugelig bis länglich-oval, zuweilen etwas unregelmässig, maschig-granulirt. Grösse bis 38 Mik. Kubikinhalte bis 17800 Mik. — Bruchkörner meist scharf-polyedrisch, die grösseren oft mit einer kleinen Höhlung. Grösse 2–7 Mik. Kubikinhalte 2,5–160 Mik.

D. Koestlini Hochst. (trocken). Bruchkörner 1,5 bis 5 und 6 Mik. gross; die kleineren rundlich; die grösseren polyedrisch und mit einer centralen Höhlung. — Zusammengesetzte Körner wenige frei gesehen, — rundlich oder oval, häufig eckig, bis etwa 20 Mik. gross.

Trockenes Sameneiweiss von *Uralepis aristulata* Nutt. (Gramin.) Bruchkörner 2 bis 8 und 10 Mik. gross, rundlich-eckig bis polyedrisch; die grösseren mit einer kleinen centralen Höhlung und oft mit einzelnen radialen Rissen. — Von zusammengesetzten Körnern wurden nur wenige von polyedrischer Gestalt sicher gesehen.

Trockenes Sameneiweiss von *Triodia decumbens* Beauv. (*Danthonia* d. DC. — Gramin.) Zusammengesetzte

Körner rundlich-eckig oder polyedrisch. Grösse bis 20 und 25 Mik. — Bruchkörner 2,5–8 Mik., polyedrisch; die grössern mit einer kleinen Höhlung und oft mit strahlenförmigen Rissen.

Trockenes Sameneiweiss von *Poa nemoralis* Lin. (Gramin.) Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval (nicht eckig), bis 1000 Theile enthaltend. Grösse bis 30 und 36 Mik. Kubikinhalte bis 17500 Mik. — Bruchkörner meist scharf-polyedrisch, nicht selten mehr oder weniger zusammengedrückt, ohne Höhlung. Grösse 2–8 Mik. Kubikinhalte 2,5–250 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von *Eragrostis abyssinica* Link. (Gramin.) Zusammengesetzte Körner durch Druck polyedrisch, meist mit scharfen Kanten und Ecken; aus 20 bis über 500 Theilen bestehend. Grösse bis 33 Mik. Kubikinhalte bis 13700 Mik. — Bruchkörner polyedrisch (mit scharfen Kanten und Ecken), selten mit einer kleinen centralen Höhlung. Grösse 2–12 Mik. Kubikinhalte 2,5–810 Mik.

Taf. XXVI, Fig. 26 a, b zwei zusammengesetzte Körner; c, d, e Bruchkörner. — Taf. XXII, Fig. 13 eine Albumenzelle mit den polyedrischen zusammengesetzten Stärkekörnern erfüllt.

Trockenes Sameneiweiss von *Brizopyrum siculum* Link. (*Festuca unioides* Kunth — Gramin.) Zusammengesetzte Körner rundlich, oval, länglich, oft unregelmässig; homogen oder zart-granulirt. Grösse bis 16 Mik. Kubikinhalte bis 1560 Mik. — Bruchkörner rundlich oder rundlich-eckig. Grösse 1–2, selten 3 Mik. Kubikinhalte 0,3–10 Mik.

B. acutiflorum Nees (trocken). Bruchkörner 2–7 Mik. gross, polyedrisch, hohl. — Zusammengesetzte Körner nur sehr wenige gesehen.

Trockenes Sameneiweiss von *Briza triloba* Nees (*Calotheca t. Beauv.*, *Chascolytrum t. Nees* — Gramin.). Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval-kugelig, oft etwas eckig; zart-maschig oder maschig-granulirt, zuweilen fast homogen, aus 4 bis über 400 Theilen bestehend. Grösse bis 16 Mik. Kubikinhalte bis 1980 Mik. — Bruchkörner rundlich oder eckig. Grösse 1,5–4 Mik. Kubikinhalte 0,7–28 Mik.

B. geniculata Thuub. (trocken). Bruchkörner 2–7 Mik. gross, rundlich oder eckig. — Zusammengesetzte Körner fast alle zerfallen.

Trockenes Sameneiweiss von *Glyceria nervata* Triu. (*G. Michauxii* Kunth — Gramin.) Bruchkörner polyedrisch, meist mit scharfen Ecken und Kanten; zuweilen zusammengedrückt; die grössern mit einer kleinen centralen Höhlung. Grösse 2 bis 7 und 9 Mik. Kubikinhalte 2,5–300 Mik. — Zusammengesetzte Körner wenige mehr vorhanden, — rundlich oder oval, bis 30 Mik. gross.

G. distans Mert. & Koch (*Festuca d. Kunth* — trocken). Zusammengesetzte Körner kugelig bis oval, maschig-granulirt oder mit deutlichen Trennungslinien. Grösse bis 28 Mik. — Bruchkörner 2–7 Mik., meistens polyedrisch; die grössern mit einer Höhlung.

G. maritima Mert. & Koch (*Festuca thalassica* Kunth — trocken). Zusammengesetzte Körner rundlich oder oval, zart-maschig oder mit deutlichen Trennungslinien. Grösse bis 25 Mik. — Bruchkörner 2–7 Mik.; die meisten polyedrisch, die grössern hohl.

Trockenes Sameneiweiss von *Catabrosa aquatica* Beauv. (*Glyceria a. Presl* — Gramin.) Zusammengesetzte Körner rundlich bis länglich und länglich-kegelförmig, maschig-granulirt. Grösse bis 28 Mik. — Bruchkörner 1,5–4 Mik.; die kleinern rundlich, die grössern eckig.

Trockenes Sameneiweiss von *Lophochlaena californica* Nees (Gramin.). Bruchkörner 1,7 bis 5 und 6 Mik. gross; die kleinern rundlich-eckig, die grössern polyedrisch und mit einer Höhlung. — Zusammengesetzte Körner wenige frei gesehen (da sie beim Heraustreten zerfallen), in den Zellen deutlich, — rundlich oder oval, durch Druck mehr oder weniger eckig, bis 16 und 19 Mik. gross.

L. obtusiflora Trin. (trocken). Bruchkörner 2–8 Mik. gross, polyedrisch; die meisten mit einer oft ansehnlichen und eckigen Höhlung, manche überdem mit strahlenförmigen Rissen. — Zusammengesetzte Körner keine frei gesehen, in den Zellen polyedrisch, bis 16 und 21 Mik. gross.

Trockenes Sameneiweiss von *Melica ciliata* Lin. (Gramin.) Zusammengesetzte Körner durch Druck polyedrisch, bald mit ziemlich scharfen, bald mit abgerundeten Kanten und Ecken, aus 4 bis über 500 Theilen bestehend. Grösse bis 40 Mik. Kubikinhalte bis 3600 Mik. — Bruchkörner polyedrisch, meist mit scharfen Kanten und Ecken; die grössern oft mit einer kleinen centralen Höhlung. Grösse 2—15 Mik. Kubikinhalte 2,5—1360 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von *Molinia coerulea* Moench. (Gramin.) Bruchkörner rundlich-eckig oder scharf polyedrisch, meist mit verhältnissmässig grosser Höhlung. Grösse 2—5 Mik. Kubikinhalte 2,5—60 Mik. — Zusammengesetzte Körner fast alle zerfallen.

Trockenes Sameneiweiss von *Koeleria laxa* Link. (Gramin.) Zusammengesetzte Körner kugelig, oval, oder elliptisch (nicht eckig); $\frac{2}{3}$ bis eben so dick als lang; granulirt, aus 5 bis über 2500 Theilen bestehend. Grösse bis 15 Mik. Kubikinhalte bis 1680 Mik. — Bruchkörner rundlich oder etwas eckig. Grösse 1—3 Mik. Kubikinhalte 0,3—12 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von *Schismus marginatus* Beauv. (Gramin.) Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval, oft etwas unregelmässig, maschig-granulirt. Grösse bis 21 Mik. Kubikinhalte bis 4340 Mik. — Bruchkörner rundlich-eckig oder meist polyedrisch, sehr oft hohl. Grösse 2—6 Mik. Kubikinhalte 2,5—100 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von *Sesleria elongata* Host. (Gramin.) Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval, oft unregelmässig; maschig-granulirt. Grösse bis 24 und 28 Mik. Kubikinhalte bis 9800 Mik. — Bruchkörner rundlich-eckig oder meist scharf-polyedrisch, sehr oft hohl. Grösse 2 bis 6 und 7 Mik. Kubikinhalte 2,5—160 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von *Cynosurus echinatus* Lin. (*Chrysurus e.* Beauv. — Gramin.) Zusammengesetzte Körner kugelig bis länglich und kegelförmig, oft unregelmässig (nicht eigentlich eckig), $\frac{2}{3}$ bis eben so dick als lang; granulirt oder homogen, aus 10 bis über 13000, ziemlich gleichgrossen Theilen bestehend. Länge bis 42 und 51, Dicke bis 30 und 36 Mik. Kubikinhalte bis 26400 Mik. — Bruchkörner rundlich oder rundlich-eckig. Grösse 0,7—2 seltener 3 Mik. Kubikinhalte 0,2—10 Mik.

Taf. XXII, Fig. 17. Eine Zelle aus dem Albumen mit homogenen zusammengesetzten Körnern und mit Bruchkörnern, indem durch Druck einige der erstern zerfallen sind.

Trockenes Sameneiweiss von *Lamarkia aurea* Moench (Gramin.) Zusammengesetzte Körner rundlich-oval bis länglich, $\frac{1}{2}$ bis fast so dick als lang; homogen oder zart-granulirt, aus 30 bis über 8000 Theilen bestehend. Länge bis 14 Mik. Kubikinhalte bis 930 Mik. — Bruchkörner rundlich. Grösse 0,5—1,5 Mik. Kubikinhalte 0,04—1,4 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von *Harpachne Schimperii* Hochst. (Gramin.) Bruchkörner 1,7—8 Mik. gross; die kleinern rundlich-eckig; die grössern polyedrisch, und meist mit centraler Höhlung, welche rundlich, eckig oder mit einzelnen strahlenförmigen Rissen versehen ist. — Zusammengesetzte Körner wurden sehr wenige frei und innerhalb der Zellen nur undeutlich gesehen.

Trockenes Sameneiweiss von *Ectrosia leporina* R. Br. (Gramin.) Bruchkörner 2—10 Mik. gross, polyedrisch; die grösseren mit einer oft eckigen Höhlung, zuweilen mit einigen radiaten Rissen. — Zusammengesetzte Körner wenige frei und innerhalb der Zellen nur undeutlich gesehen, — bis 24 Mik. gross, mehr oder weniger polyedrisch.

Trockenes Sameneiweiss von *Elytrophorus articulatus* Beauv. (Gramin.) Zusammengesetzte Körner rundlich oder oval, durch Druck mehr oder weniger polyedrisch; bis über 300 Theile enthaltend. Grösse bis 25 und 30 Mik. — Bruchkörner 2—10 Mik., polyedrisch, oft mit einer kleinern rundlichen oder grössern eckigen Höhlung und zuweilen mit einigen strahlenförmigen Rissen.

Trockenes Sameneiweiss von *Festuca fascicularis* Lam. (*Diplachne f.* Beauv. — Gramin.) Zusammengesetzte Körner rundlich, oval, elliptisch, länglich, kegelförmig; meist durch Druck eckig oder selbst polyedrisch; maschig oder fast homogen. Grösse bis 18 und 22 Mik. Kubikinhalte bis 4520 Mik. — Bruchkörner meist scharf-polyedrisch, die grössern mit centraler Höhlung. Grösse 2 bis 8 und 9 Mik. Kubikinhalte 2,5—310 Mik. — Die Samen stammten von col-

tivierten Exemplaren her; in andern Samen (von nordamerikanischen Pflanzen) waren die zusammengesetzten Körner bis 30 und 40 Mik., die Bruchkörner 2,5–7 Mik. gross.

F. flavescens Bellard (*F. varia* Haenke Var. *flavescens* — trocken). Bruchkörner 2–8 Mik. gross, die kleinern rundlich-eckig, die grössern scharf-polyedrisch und oft hohl. — Zusammengesetzte Körner wurden keine frei liegend gesehen. Die ziemlich dickwandigen Albumenzellen trennen sich leicht von einander; sie sind mit polyedrischen Theilkörnern gefüllt, welche oft in Gruppen beisammen liegen.

F. arundinacea Schreb. (*F. elatior* Lin. — trocken.) Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval; maschig, aus 2 bis über 1000 Theilen bestehend. Grösse bis 35 Mik. — Bruchkörner 2–8 Mik.; die kleinern rundlich-eckig, die grössern scharf-polyedrisch. — Dabei wenige einfache Körner, rundlich oder oval, bis 9 Mik. gross.

F. diversifolia Balansa (trocken). Zusammengesetzte Körner rundlich oder oval, maschig. Grösse bis 20 Mik. — Bruchkörner 2–7 Mik., polyedrisch; die grössern zuweilen hohl.

F. elatior Lin. (*F. pratensis* Huds. — trocken). Zusammengesetzte Körner rundlich oder elliptisch; maschig-granulirt oder mit deutlichen Trennungslinien, aus 6 bis über 2000 Theilen bestehend. Grösse bis 21 Mik. — Bruchkörner 1,5–7 Mik.; die grössern polyedrisch mit centraler Höhlung. — Bei andern Exemplaren fand ich die zusammengesetzten Körner bis 28, die Bruchkörner 1 bis 4 und 5 Mik. gross.

F. sylvatica Vill. (*F. calamaria* Smith — trocken). Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval, maschig. Grösse bis 25 Mik. — Bruchkörner 1,5–7 Mik.; die kleinern rundlich-eckig, die grössern scharf-polyedrisch und oft hohl.

F. spadicea Lin. (trocken). Bruchkörner rundlich-eckig oder häufiger scharf-polyedrisch und mit centraler Höhlung. Grösse 2–6 und 7 Mik. Kubikinhalte 2,5–140 Mik. — Zusammengesetzte Körner wurden nur wenige gesehen.

F. spectabilis Jan. (trocken). Zusammengesetzte Körner rundlich bis länglich, maschig-granulirt oder mit deutlichen Trennungslinien. Grösse bis 21 Mik. — Bruchkörner 1,5 bis 5 und 7 Mik.; die grössern scharf-polyedrisch mit centraler Höhlung.

F. heterophylla Haenke (trocken). Zusammengesetzte Körner rundlich oder oval, maschig-granulirt oder homogen. Grösse bis 25 Mik. Kubikinhalte bis 6800 Mik. — Bruchkörner meist polyedrisch. Grösse 2–6 Mik. Kubikinhalte 2,5–106 Mik.

F. elegans Boiss. (trocken.) Zusammengesetzte Körner rundlich oder oval, maschig-granulirt. Grösse bis 17 Mik. Kubikinhalte bis 2080 Mik. — Bruchkörner rundlich-eckig oder meist scharf-polyedrisch. Grösse 2–6 Mik. Kubikinhalte 2,3–100 Mik.

F. Fenas Lagasc. (trocken.) Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval, maschig-granulirt. Grösse bis 30 Mik. Kubikinhalte 11100 Mik. — Bruchkörner rundlich-eckig oder meist scharf-polyedrisch. Grösse 2–6 Mik. Kubikinhalte 2,7–110 Mik.

F. procumbens Kunth (trocken). Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval, maschig-granulirt. Grösse bis 36 Mik. Kubikinhalte bis 16560 Mik. — Bruchkörner rundlich-eckig oder meistens scharf-polyedrisch und mit centraler Höhlung. Grösse 2–6 Mik. Kubikinhalte 2,5–96 Mik.

F. Salzmanni Boiss. (trocken). Zusammengesetzte Körner rundlich oder oval, oft durch Druck etwas eckig, maschig. Grösse bis 30 Mik. — Bruchkörner 2–6 Mik.; die kleinern rundlich-eckig, die grössern polyedrisch.

F. pumila (Vill. trocken). Zusammengesetzte Körner rundlich oder oval, maschig (die meisten zerfallen). Grösse bis 18 Mik. — Bruchkörner 2 bis 5 und 6 Mik.; die kleinern rundlich-eckig, die grössern polyedrisch und zuweilen hohl.

F. petraea Guthn. (trocken.) Zusammengesetzte Körner rundlich, oval, elliptisch; oft durch Druck eckig; maschig. — Bruchkörner 2 bis 5 und 6 Mik. gross, rundlich-eckig oder polyedrisch, zuweilen hohl.

F. Lachenalii Spenn. (*F. Poa* Kunth — trocken.) Zusammengesetzte Körner rundlich oder oval, maschig-granulirt. Grösse bis 36 Mik. Kubikinhalte bis 16400 Mik. — Bruchkörner rundlich-eckig oder polyedrisch, meist mit centraler Höhlung. Grösse 1,5–6 Mik. Kubikinhalte 0,7–100 Mik.

F. nutans Willd. (trocken.) Bruchkörner 2–5 Mik. gross, rundlich-eckig oder polyedrisch. — Zusammengesetzte Körner wurden sehr wenige frei, dagegen in den Zellen deutlich gesehen.

F. Urvilleana Steud. (trocken). Zusammengesetzte Körner rundlich, elliptisch, länglich-oval, kegelförmig; zart-maschig. Grösse bis 35 Mik. — Bruchkörner 1,5–5 Mik., rundlich-eckig oder polyedrisch.

F. Corealis Mert et Koch (trocken.) Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval; maschig, maschig-granulirt oder homogen. Grösse bis 28 Mik. Kubikinhalte bis 8500 Mik. — Bruchkörner rundlich-eckig bis scharf-polyedrisch. Grösse 1,5–5 Mik. Kubikinhalte 0,7–60 Mik.

F. gigantea Vill. (Bromus g. Lin. — trocken). Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval, maschig-granulirt oder zart-granulirt. Grösse bis 24 und 30 Mik. Kubikinhalte bis 9800 Mik. — Bruchkörner rundlich-eckig bis scharf-polyedrisch, viele hohl. Grösse 1,5–5 Mik. Kubikinhalte 0,7–70 Mik.

F. rubra Lin. (trocken.) Zusammengesetzte Körner rundlich, maschig-granulirt. Grösse bis 20 Mik. Kubikinhalte bis 3400 Mik. — Bruchkörner rundlich-eckig oder polyedrisch; die grösseren hohl. Grösse 1,5–5 Mik. Kubikinhalte 0,7–60 Mik.

F. pseudo-eskia Boiss. (trocken). Zusammengesetzte Körner rundlich oder oval, maschig (die meisten zerfallen). Grösse bis 20 Mik. — Bruchkörner 1,5–5 Mik.; die kleinern rundlich-eckig, die grösseren polyedrisch.

F. vaginata Wald. Kit. (trocken.) Zusammengesetzte Körner rundlich oder oval, zuweilen etwas unregelmässig, homogen oder maschig-granulirt. Grösse bis 25 Mik. Kubikinhalte bis 6200 Mik. — Bruchkörner rundlich-eckig bis scharf-polyedrisch. Grösse 1,5–5 Mik. Kubikinhalte 0,7–66 Mik.

F. Stuartina Steud. (trocken). Zusammengesetzte Körner rundlich, oval, birnförmig, oft durch Druck etwas eckig; maschig. Grösse bis 15 Mik. — Bruchkörner 1,5–5 Mik.; die kleinern rundlich-eckig, die grösseren polyedrisch und hohl. — Dabei einfache Körner, bis 6 und 7 Mik. gross; rundlich, oval, birnförmig; die grösseren hohl.

F. bromoides Lin. (trocken.) Zusammengesetzte Körner rundlich bis länglich-elliptisch und kegelförmig, granulirt oder maschig-granulirt. Grösse bis 28 Mik. — Bruchkörner 1,5–5 Mik.; die kleinern rundlich; die grösseren polyedrisch und oft mit centraler Höhlung.

F. Alopecurus Schousb. (trocken.) Zusammengesetzte Körner rundlich bis länglich-oval und kegelförmig, zuweilen durch Druck etwas eckig; maschig. Grösse bis 17 Mik. — Bruchkörner 1,7–5 Mik., rundlich-eckig oder polyedrisch.

F. maritima DC. (trocken.) Zusammengesetzte Körner rundlich, birnförmig, elliptisch, länglich, zuweilen durch Druck etwas eckig; maschig. Grösse bis 40 Mik. — Kubikinhalte bis 19700 Mik. — Bruchkörner 1,5–5 Mik., rundlich-eckig bis polyedrisch.

F. dumetorum Lin. (F. rubra Lin. Var. — trocken.) Zusammengesetzte Körner meist oval oder elliptisch, oft etwas eckig; granulirt oder maschig-granulirt. Grösse bis 31 Mik. — Bruchkörner 1–4 und 5 Mik.; die kleinern rundlich, die grösseren polyedrisch und mit centraler Höhlung.

F. abyssinica Hochst. (trocken.) Zusammengesetzte Körner rundlich, oval, elliptisch, kegelförmig, oft durch Druck etwas eckig. Grösse bis 17 Mik. — Bruchkörner 1,5–4 Mik., rundlich-eckig oder polyedrisch. — Dabei einfache Körner (oder Bruchkörner, welche durch fortgesetztes Wachstum sich abgerundet haben), rundlich oder oval, bis 5 Mik. gross.

F. uniglumis Soland. (Vulpia membranacea Link. — trocken.) Zusammengesetzte Körner rundlich oder oval; maschig-granulirt. Grösse bis 23 Mik. Kubikinhalte bis 5100 Mik. — Bruchkörner rundlich bis polyedrisch, die grösseren mit einer kleinen Höhlung. Grösse 1–4 Mik. Kubikinhalte 0,3–28 Mik.

F. nigrescens Lam. (F. heterophylla Haenke Var. — trocken.) Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval, homogen oder granulirt. Grösse bis 16 Mik. Kubikinhalte bis 1890 Mik. — Bruchkörner rundlich bis polyedrisch. Grösse 1–4 Mik. Kubikinhalte 0,3–36 Mik.

F. glauca Lam. (F. ovina Var. — trocken.) Zusammengesetzte Körner kugelig, oval, kurzkegelförmig, $\frac{1}{2}$ bis ebenso dick als lang; homogen oder granulirt, aus 20 bis über 8000 Theilen bestehend. Grösse bis 18, seltener 25 Mik. Kubikinhalte bis 6100 Mik. — Bruchkörner rundlich bis polyedrisch. Grösse 1 bis 3 und 4 Mik. Kubikinhalte 0,3–28 Mik.

F. triflora Desf. (trocken.) Zusammengesetzte Körner rundlich oder oval; maschig oder maschig-körnig. Grösse bis 17 Mik. — Bruchkörner 1 bis 3 und 4 Mik.; die kleinern rundlich, die grösseren polyedrisch.

F. Myurus Lin. (trocken.) Zusammengesetzte Körner rundlich, oval, oder elliptisch; oft durch Druck eckig; maschig oder körnig. Grösse bis 15 und 20 Mik. — Bruchkörner 1—3,5 Mik.; die kleinern rundlich, die grössern polyedrisch.

F. Broteri Boiss. et Reut. (trocken.) Zusammengesetzte Körner rundlich, oval, elliptisch, kegelförmig; zart-maschig. Grösse bis 14 Mik. — Bruchkörner 1—3 Mik., rundlich-eckig.

F. cynosuroides Desf. (trocken.) Zusammengesetzte Körner rundlich oder elliptisch; granulirt oder fast homogen. Grösse bis 18 Mik. — Bruchkörner 0,7—3 Mik., rundlich-eckig.

F. tenella Willd. (trocken.) Zusammengesetzte Körner rundlich-oval bis länglich-elliptisch; granulirt. Grösse bis 26 Mik. — Bruchkörner 1—3 Mik., rundlich-eckig.

F. sabulicola Dufour (trocken.) Zusammengesetzte Körner rundlich bis länglich-elliptisch, maschig-körnig. Grösse bis 20 Mik. — Bruchkörner 1—3 Mik., rundlich-eckig.

F. Lolium Balansa (trocken.) Zusammengesetzte Körner rundlich oder oval; maschig-körnig oder körnig. Grösse bis 17 Mik. — Bruchkörner 0,7—3 Mik., rundlich oder rundlich-eckig.

F. rottboelloides Kunth (trocken.) Zusammengesetzte Körner rundlich, oval, elliptisch; zuweilen durch Druck etwas eckig; zart-maschig oder fast homogen. Grösse bis 16 Mik. — Bruchkörner 1—3 Mik., rundlich-eckig.

F. rigida Kunth (*Sclerochloa* r. Panz. — trocken.) Zusammengesetzte Körner rundlich bis länglich, meist etwas unregelmässig-eckig, $\frac{1}{2}$ bis fast so dick als lang; granulirt oder fast homogen, bis über 2000 Theile enthaltend. Grösse bis 27 Mik. Kubikinhalte bis 9190 Mik. — Bruchkörner rundlich oder rundlich-eckig. Grösse 1—3 Mik. Kubikinhalte 0,3—15 Mik.

F. divaricata Desf. (trocken.) Zusammengesetzte Körner rundlich oder elliptisch; granulirt. Grösse bis 21 Mik. — Bruchkörner 0,7 bis 2 und 3 Mik., rundlich-eckig.

F. tenuiflora Schrad. (trocken.) Zusammengesetzte Körner rundlich oder oval, oft etwas unregelmässig; homogen oder zart-granulirt. Grösse bis 20 Mik. Kubikinhalte bis 3100 Mik. — Bruchkörner rundlich-eckig. Grösse 1 bis 2, selten 3 Mik. Kubikinhalte 0,3—12 Mik.

F. delicatula Lagasc. (*Vulpia* d. Link. — trocken.) Zusammengesetzte Körner rundlich-oval bis länglich, zuweilen etwas unregelmässig, $\frac{2}{3}$ bis fast so breit als lang; granulirt oder beinahe homogen, bis über 3000 Theile enthaltend. Grösse bis 16 und 22 Mik. Kubikinhalte bis 4500 Mik. — Bruchkörner rundlich oder rundlich-eckig. Grösse 0,7—2,5 Mik. Kubikinhalte 0,2—7 Mik.

F. ciliata Link. (trocken.) Körner rundlich, elliptisch, länglich, kegelförmig; oft durch Druck eckig; zart-maschig oder fast homogen. Grösse bis 16 Mik. — Bruchkörner 0,7—2,5 Mik., rundlich oder rundlich-eckig (noch wenige vorhanden).

F. geniculata Willd. (trocken.) Zusammengesetzte Körner rundlich oder oval, oft eckig; granulirt. Grösse bis 18 Mik. — Bruchkörner 0,8—2 Mik., rundlich.

F. memphitica Boiss. (trocken.) Zusammengesetzte Körner kugelig, oval, elliptisch; homogen oder zart-granulirt. Grösse bis 15 Mik. — Bruchkörner 0,8—2 Mik., rundlich.

F. macrophylla Hochst. (trocken.) Zusammengesetzte Körner rundlich bis länglich, oft durch Druck eckig; maschig-granulirt oder granulirt. — Bruchkörner 0,7—2 Mik. gross, rundlich.

Trockenes Sameneiweiss von **Bromus litoralis** Hort. vratislav. 1854 (Gramin.). Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval; maschig-granulirt, zart-granulirt oder homogen. Grösse bis 17 Mik. Kubikinhalte bis 2200 Mik. — Bruchkörner rundlich-eckig oder scharf-polyedrisch. Grösse 1,5—5 Mik. Kubikinhalte 0,7—60 Mik. Gehört zur Gattung *Festuca* (über die Stärke der Bromus-Arten vd. pag. 467.).

Trockenes Sameneiweiss von **Diarrhena americana** Beauv. (Gramin.) Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval, maschig. Grösse bis 24 Mik. Kubikinhalte bis 6150 Mik. — Bruchkörner polyedrisch, mit ziemlich scharfen Kanten und Ecken; die grössern hohl. Grösse 2—6 Mik. Kubikinhalte 2,5—100 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Lolium canadense** Michx. (Gramin.) Zusammengesetzte Körner rundlich oder

oval, $\frac{1}{2}$ bis eben so dick als lang; granulirt, aus 20 bis über 4000 Theilen bestehend. Länge bis 40 und 45, Dicke bis 30 Mik. Kubikinhalte bis 35700 Mik. — Bruchkörner rundlich-eckig bis scharf-polyedrisch. Grösse 1,5–6 Mik. Kubikinhalte 0,7–100 Mik.

L. temulentum Lin. Var. **L. speciosum** Link. (trocken). Zusammengesetzte Körner kugelig, oval, oder etwas unregelmässig; homogen oder maschig-granulirt. Grösse bis 42 Mik. Kubikinhalte bis 31400 Mik. — Bruchkörner polyedrisch; die grössern mit einer kleinen Höhlung. Grösse 1,5–6 Mik. Kubikinhalte 0,7–110 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Psilurus nardoides** Trin. (Gramin.) Zusammengesetzte Körner rundlich bis länglich, oft unregelmässig-eckig, $\frac{1}{2}$ bis fast so dick als lang; granulirt bis ganz homogen, bis über 2000 Theile enthaltend. Grösse bis 15 Mik. Kubikinhalte bis 1260 Mik. — Bruchkörner rundlich oder rundlich-eckig. Grösse 0,5–4 Mik. Kubikinhalte 0,04–28 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Lepturus incurvatus** Trin. (Ophiurus i. Beauv. — Gramin.) Zusammengesetzte Körner rundlich-oval bis länglich (nicht eckig), $\frac{2}{5}$ bis fast so dick als lang; zart-granulirt oder fast homogen, aus 30 bis über 8000 Theilen bestehend. Länge bis 33, Dicke bis 18 Mik. Kubikinhalte bis 5600 Mik. — Bruchkörner rundlich. Grösse 1–2 Mik. Kubikinhalte 0,3–4 Mik.

L. filiformis Trin. (Ophiurus f. Roem. et Schult. — trocken.) Zusammengesetzte Körner rundlich-oval bis länglich, meist durch Druck mehr oder weniger eckig; homogen, seltener zart-granulirt. Grösse bis 16 Mik. Kubikinhalte bis 1720 Mik. — Bruchkörner rundlich. Grösse 0,5–2 Mik. Kubikinhalte 0,04–2,5 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Centrolepis fascicularis** Labil. (*Desvauxia* Billardieri R. Br. — Centrolepid.) Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval, aus 2 bis über 16 gleichgrossen Theilen bestehend. Grösse bis 18 Mik. — Bruchkörner 3–11 Mik., theils halbkugelig mit 1 oder mehreren Bruchflächen, theils polyedrisch mit einer gewölbten Fläche, theils wirklich polyedrisch (bloss von Bruchflächen begrenzt); meist mit einer grössern oder kleinern Höhlung und mit einigen strahlenförmigen Rissen.

Trockenes Sameneiweiss von **Aphelia cyperoides** R. Br. (Centrolepid.) Bruchkörner eckig oder polyedrisch, oft mehr oder weniger unregelmässig, meist zusammengedrückt. Grösse 2–9 Mik. Kubikinhalte 3,5–210 Mik. — Zusammengesetzte Körner wurden keine mit Sicherheit gesehen.

Trockenes Sameneiweiss von **Restio ferruginosus** Link. (Restiac.) Zusammengesetzte Körner kugelig bis oval-länglich, manche durch Druck etwas eckig; maschig, bis gegen 1000 Theile enthaltend. Grösse bis 30 Mik. Kubikinhalte bis 9350 Mik. — Bruchkörner 2–7 Mik. gross, polyedrisch; die grössern oft mit einer kleinen Höhlung und einigen zarten radialen Rissen.

Trockenes Sameneiweiss von **Anarthria prolifera** R. Br. (Restiac.) Bruchkörner 1,5–7 Mik. gross, polyedrisch, zuweilen mit einer sehr kleinen Höhlung und zarten radialen Rissen. — Von zusammengesetzten Körnern wurden wenige frei gesehen; in den Zellen sind sie oft deutlich, — rundlich oder oval, durch Druck mehr oder weniger polyedrisch, bis 20 Mik. gross. Oft erscheint das ganze Zellenlumen gleichmässig mit Bruchkörnern gefüllt.

Trockenes Sameneiweiss von **Paepalanthus caulescens** Kunth (Eriocaulon.) Zusammengesetzte Körner rundlich bis länglich-oval, oft etwas polyedrisch; maschig-granulirt oder fast homogen, aus 6 bis gegen 1000 Theilen bestehend. Grösse bis 15 und 22 Mik. — Bruchkörner 1,5–8 Mik., polyedrisch, die grössern mit centraler Höhlung.

P. frigidus Mart. (trocken.) Stärke wie bei vorhergehender Art. Zusammengesetzte Körner bis über 1000 Theile enthaltend, bis 25 und 30 Mik. gross. Bruchkörner 2–10 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Xyris operculata** Labill. (Xyrid.) Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval, meist durch Druck mehr oder weniger polyedrisch; maschig, bis über 300 Theile enthaltend. Grösse bis 30 Mik. Kubikinhalte bis 10840 Mik. — Bruchkörner 2,5 bis 10 und 12 Mik. gross, polyedrisch; die grössern zuweilen mit kleiner centraler Höhlung und mit einzelnen zarten strahlenförmigen Rissen.

X. semifuscata (trocken). Stärke wie bei Vorhergehender. Zusammengesetzte Körner kugelig bis länglich-kegelförmig, bis über 400 Theile enthaltend. Grösse bis 35 Mik. Kubikinhalte bis 11700 Mik. — Bruchkörner 2 bis 8 und 10 Mik. gross.

Trockenes Sameneiweiss von **Mayaca Vandellii** Schott et Endl. (Xyrid.) Bruchkörner 2 bis 8 und 10 Mik. gross, rundlich-eckig bis scharf-polyedrisch; manche mit sehr kleiner centraler Höhlung und einzelnen zarten radialen Rissen. — Diese polyedrischen Körner erfüllen ganz die Albumenzellen; man erkennt darin nur undeutlich Gruppen, die wahrscheinlich den zusammengesetzten entsprechen.

M. Michauxii Schott et Endl. (trocken.) Stärke wie bei Vorhergehender. Bruchkörner 2,5—12 Mik. gross, polyedrisch, meist mit einer kleinern oder grössern Höhlung und strahlenförmigen Rissen.

Trockenes Sameneiweiss von **Arum orientale** Biebrst. (Aroid.) Zusammengesetzte Körner rundlich oder oval, $\frac{1}{2}$ bis eben so dick als lang, aus 4 bis 1400 Theilen bestehend. Länge bis 36 und 48, Dicke bis 30 Mik. Kubikinhalte bis 21600 Mik. — Bruchkörner polyedrisch, meist mit scharfen Kanten und Ecken; die grössern mit einer centralen Höhlung und einzelnen kurzen Rissen. Grösse 2—11 Mik. Kubikinhalte 2,5—560 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Zantedeschia aethiopica** Spreng. (Richardia ae. Kunth — Aroid.) Zusammengesetzte Körner kugelig bis länglich-oval und kegelförmig, aus 2 bis über 400 Theilen bestehend. Grösse bis 28 Mik. — Bruchkörner 2 bis 8 und 12 Mik. gross, polyedrisch, oft mit einer kleinen Höhlung. — Dabei einzelne einfache Körner, rundlich bis länglich-oval.

Trockenes Sameneiweiss von **Typha tenuifolia** Humb. Bonp. (Typhac.) Zusammengesetzte Körner rundlich bis länglich-oval, oft etwas eckig oder unregelmässig; maschig-granulirt. Grösse bis 15 Mik. Kubikinhalte bis 1340 Mik. — Bruchkörner mehr oder weniger polyedrisch. Grösse 2—5 Mik. Kubikinhalte 2,5—60 Mik. — Im Ganzen wenig Stärke.

Trockenes Sameneiweiss von **Piper nigrum** Lin. (Piperac.) Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval, oft durch Druck polyedrisch; maschig-granulirt, bis über 4000 Theile enthaltend. Grösse bis 33 Mik. Kubikinhalte bis 12100 Mik. — Bruchkörner rundlich bis polyedrisch. Grösse 1—4 Mik. Kubikinhalte 0,3—28 Mik.

P. Cubeba Lin. fl. (trocken.) Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval, oft durch Druck polyedrisch; maschig oder mit deutlichen Trennungslinien, bis über 600 Theile enthaltend (die meisten zerfallen). Grösse bis 32 Mik. Kubikinhalte bis 13600 Mik. — Bruchkörner polyedrisch, selten mit einer kleinen centralen Höhlung. Grösse 3—10 Mik. Kubikinhalte 10—500 Mik.

Bei **Piper** (*nigrum* und *Cubeba*) sind die Albumenzellen dicht mit Stärke erfüllt. In dem innern lockern Gewebe des Samens sind die zusammengesetzten Körner etwas grösser und weniger gedrängt; beim Zerschneiden fallen einige wenige derselben nebst einer Menge von Bruchkörnern heraus. In dem äussern festen Gewebe liegen sie mehr gedrängt; man erkennt oft nur undeutlich die Grenzen zwischen den einzelnen zusammengesetzten Körnern, und in den äussersten Zellen bilden die mit einander verschmelzenden Theilkörner eine ununterbrochene und gleichartige Masse von netzförmigem oder parenchymatischem Aussehen (mit dichten Scheidewänden und scheinbar hohlen Alveolen) ganz wie bei *Amomum*, *Commelyna* etc. (vd. Typ. 12, pag. 477—479).

Trockenes Sameneiweiss von **Potomorphe sidaefolia** Miq. (*Heckeria* s. Kunth — Piperac.) Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval, zuweilen durch Druck etwas eckig; homogen bis deutlich-granulirt. Grösse bis 24 Mik. Kubikinhalte bis 5200 Mik. — Bruchkörner rundlich und rundlich-eckig. Grösse 1—3 Mik. Kubikinhalte 0,3—12 Mik. — In andern Samen waren fast alle zusammengesetzten Körner zerfallen. Die rundlichen oder polyedrischen Bruchkörner hatten einen Durchmesser von 1,5—5 Mik. und einen Kubikinhalte von 0,7—60 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Peperomia maculosa** Hook. (Piperac.) Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval, zuweilen durch Druck etwas eckig; fast homogen bis deutlich-granulirt. Grösse bis 22 Mik. — Bruchkörner 0,7—3 Mik., rundlich oder rundlich-eckig.

Trockenes Sameneiweiss von *Atriplex hortensis* Lin. (Chenopod.) Zusammengesetzte Körner rundlich oder oval, $\frac{1}{2}$ bis fast so dick als lang; zart-granulirt oder homogen, bis über 15000 Theile enthaltend. Länge bis 45, Dicke bis 25 Mik. Kubikinhalte bis 14300 Mik. — Bruchkörner rundlich. Grösse 0,5–1,5 Mik. Kubikinhalte 0,04–1,5 Mik. — Die zusammengesetzten Körner sind innerhalb der Albumenzellen oft in einer feinkörnigen Masse (von Bruchkörnern) eingebettet.

***A. hastata* Lin. Var. *A. calotheca* Rafn. (trocken.)** Die Albumenzellen sind mit rundlichen, 0,5–1 Mik. grossen Bruchkörnern gefüllt.

Trockenes Sameneiweiss von *Axyris amarantoides* Lin. (Chenopod.) Zellen mit einer feinkörnigen Stärkemasse von 0,5–1 Mik. grossen Bruchkörnern gefüllt.

Trockenes Sameneiweiss von *Acnida tuberculata* Moq. (Chenopod.) Zellen ganz mit rundlichen und rundlich-eckigen, 1–3 Mik. grossen Bruchkörnern erfüllt, welche zuweilen in kurzen Reihen zusammenhängen.

Trockenes Sameneiweiss von *Spinacia glabra* Mill. (Sp. *incermis* Moench — Chenopod.) Zusammengesetzte Körner rundlich-oval, elliptisch, kegelförmig, lanzettlich; $\frac{1}{5}$ bis fast so dick als lang; durch Druck zuweilen etwas polyedrisch; granulirt, seltener beinahe homogen, aus 20 bis weit über 30000 Theilen bestehend. Länge bis 60 und 106, Dicke bis 20 und 41 Mik. Kubikinhalte bis 72600 Mik. — Bruchkörner rundlich. Grösse 0,5–2,5 Mik. Kubikinhalte 0,04–7 Mik.

Taf. XXVI, Fig. 24, a, b, c zusammengesetzte Körner.

Trockenes Sameneiweiss von *Pandera pilosa* Fisch. et Mey. (Chenopod.) Zusammengesetzte Körner rundlich bis länglich, zuweilen etwas eckig; zart-granulirt oder homogen. Grösse bis 20 und 24 Mik. Kubikinhalte bis 4300 Mik. — Bruchkörner rundlich. Grösse 0,5–1,5 Mik. Kubikinhalte 0,04–1,4 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von *Blitum capitatum* Lin. (Chenopod.) Bruchkörner rundlich; 0,7 bis 2, selten 3 Mik. gross. — Zusammengesetzte Körner sind sehr wenige mehr vorhanden.

Trockenes Sameneiweiss von *Ambrina graveolens* Moq. (Chenopod.) Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval, zuweilen etwas eckig; granulirt. Grösse bis 23 und 30 Mik. Kubikinhalte bis 9500 Mik. — Bruchkörner rundlich. Grösse 0,7–2,5 Mik. Kubikinhalte 0,2–6 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von *Beta orientalis* Heyn. (Chenopod.) Zusammengesetzte Körner rundlich, elliptisch, länglich. Grösse bis 30 Mik. Kubikinhalte bis 6800 Mik. — Bruchkörner rundlich oder etwas eckig. Grösse 1–3 Mik. Kubikinhalte 0,3–12 Mik.

***B. vulgaris* Lin.** Nach Payen (Ann. sc. nat. 1838, II, pag. 28; Pl. 4, P) sind die Körner (Bruchkörner) rundlich, bis 4 Mik. gross.

Trockenes Sameneiweiss von *Echinopsilon hyssopifolium* Moq. (Chenopod.) Bruchkörner rundlich, 1–2 Mik. gross. — Zusammengesetzte Körner wurden keine gesehen.

Trockenes Sameneiweiss von *Rochia scoparia* Schrad. (Chenopod.) Bruchkörner 0,5–1 Mik. gross, rundlich, — Keine zusammengesetzten Körner mehr vorhanden.

Trockenes Sameneiweiss von *Cyclolepis platyphylla* Moq. (Chenopod.) Bruchkörner 0,5 bis kaum über 1 Mik. gross, rundlich. — Keine zusammengesetzten Körner mehr vorhanden.

Trockenes Sameneiweiss von *Teloxys aristata* Moq. (Chenopodium a. Lin. — Chenopod.) Die Zellen sind ganz mit rundlichen und rundlich-eckigen, 1 bis 2 und 3 Mik. grossen Bruchkörnern erfüllt, welche oft in Reihen liegen.

Trockenes Sameneiweiss von *Chenopodium Quinoa* Willd. (Chenopod.) Zusammengesetzte Körner rundlich, oval, länglich, kegelförmig; $\frac{1}{3}$ bis fast so dick als lang; nicht häufig durch Druck etwas eckig; zuweilen an einem, seltener an beiden Enden spitz; zart-granulirt oder homogen, bis über 14000 Theile enthaltend. Länge bis 40, selten 59,

Dicke bis 23, selten 28 Mik. Kubikinhalte bis 18700 Mik. — Bruchkörner rundlich. Grösse 0,7—2 Mik. Kubikinhalte 0,2—4 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von *Acroglochin chenopodioides* Schrad. (*A. persicarioides* Moq., *Lecanocarpus cauliflorus* Nees — Chenopod.) Zusammengesetzte Körner rundlich bis länglich-oval, zuweilen etwas eckig; granulirt oder maschig-granulirt. Grösse bis 36 Mik. Kubikinhalte bis 14100 Mik. — Bruchkörner rundlich, die grössten rundlich-eckig. Grösse 0,8 bis 2, selten 3 Mik. Kubikinhalte 0,3—14 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von *Hablitzia tamnoides* Biebrst. (Chenopod.) Zusammengesetzte Körner kugelig bis länglich-lanzettlich, oft etwas eckig; $\frac{1}{2}$ bis eben so dick als lang; granulirt. Grösse bis 30 Mik. Kubikinhalte bis 9600 Mik. — Bruchkörner rundlich. Grösse 0,7 bis kaum 3 Mik. Kubikinhalte 0,2—12 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von *Basella alba* Lin. und *B. ramosa* Jacq. (Chenopod.) Zusammengesetzte Körner rundlich oder oval. Grösse bis 25 Mik. — Bruchkörner 2—6 Mik., rundlich bis polyedrisch. — Bloss das spärliche Albumen enthält Stärke

Trockenes Sameneiweiss von *Schoberia corniculata* Meyer. (Chenopod.) Zusammengesetzte Körner kugelig bis lanzettlich; $\frac{1}{2}$ bis eben so dick als lang; mit stumpfen oder spitzen Enden, oft durch Druck mehr oder weniger polyedrisch; granulirt oder homogen, bis über 10000 Theile enthaltend. Länge bis 50, Dicke bis 14 Mik. Kubikinhalte bis 4900 Mik. — Bruchkörner rundlich. Grösse 0,7—2 Mik. Kubikinhalte 0,2—4,5 Mik.

Sch. salsa Meyer (trocken). Bruchkörner 1—2 Mik. gross, rundlich.

Trockenes Sameneiweiss von *Monolepis chenopodioides* Moq. (Chenopod.) Zusammengesetzte Körner rundlich, oval, länglich; $\frac{2}{3}$ bis fast so dick als lang; zuweilen durch Druck etwas eckig; zart-granulirt oder homogen, bis über 12000 Theile enthaltend. Länge bis 38 und 45, Dicke bis 25 Mik. Kubikinhalte bis 14100 Mik. — Bruchkörner rundlich. Grösse 0,5—1,5 und 2 Mik. Kubikinhalte 0,04—4 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von *Corispermum hyssopifolium* Lin. (Chenopod.) Zusammengesetzte Körner rundlich oder oval, zuweilen länglich; $\frac{2}{3}$ bis fast so dick als lang; selten durch Druck etwas eckig; granulirt oder fast homogen, bis über 9000 Theile enthaltend. Länge bis 25 und 31, Dicke bis 18 Mik. Kubikinhalte bis 4800 Mik. — Bruchkörner rundlich. Grösse 0,5—1,5 und 2 Mik. Kubikinhalte 0,04—3,5 Mik.

Taf. XXII, Fig. 6. Eine Zelle aus dem Albumen mit ovalen homogenen zusammengesetzten Stärkekörnern.

C. Marshallii Steven (trocken). Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval, granulirt oder fast homogen. Grösse bis 20 Mik. Kubikinhalte bis 3400 Mik. — Bruchkörner rundlich. Grösse 0,7—1,5 Mik. Kubikinhalte 0,2—1,4 Mik.

Sameneiweiss von *Achyranthes argentea* Lam. (Amarantac.) Nach Leon Soubeiran (Journ. Pharm. XXV [1854] 96) enthalten die Albumenzellen, welche sich leicht von einander trennen, 5 Mik. grosse, runde oder ovale Körner mit einem centralen dunklen Punkt (wahrscheinlich Bruchkörner).

A. fruticosa Lam. (trocken.) verhält sich nach Leon Soubeiran (l. c.) wie vorhergehende Art, aber die Körner haben im Centrum strahlenförmige Risse

Auch im Embryo sollen einzelne runde ziemlich grosse Stärkekörner vorkommen.

Trockenes Sameneiweiss von *Albersia Blitum* Kunth. (Amarantus B. Lin. — Amarantac.) Die Zellen sind ganz mit runden, 1—2 Mik. grossen Bruchkörnern gefüllt.

Trockenes Sameneiweiss von *Alternanthera paronychioides* St. Hil. (Amarantac.) Zusammengesetzte Körner rundlich oder oval, zuweilen etwas eckig; granulirt oder homogen. Grösse bis 27 Mik. — Bruchkörner 0,5—2 Mik., rundlich.

Trockenes Sameneiweiss von *Amarantus bullatus* Besser, *A. sanguineus* Lin. und *A. frumentaceus* Roxb. (Amarantac.) Die Zellen, welche sich leicht von einander trennen, sind mit kaum 1 Mik. grossen Bruchkörnern erfüllt. Zusammengesetzte Körner wurden keine gesehen.

Trockenes Sameneiweiss von **Amblyogyne polygonoides** Rafn. (Amarantac.) Zellen dicht mit kaum 1 Mik. grossen und oft in Reihen geordneten Bruchkörnern erfüllt. Keine zusammengesetzten Körner.

Trockenes Sameneiweiss von **Celosia cristata** Lin. (Amarantac.) Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval, zart-granulirt. Grösse bis 16 Mik. Kubikinhalte bis 1990 Mik. — Bruchkörner rundlich oder rundlich-eckig. Grösse 1—2,5 Mik. Kubikinhalte 0,3—7 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Chamissoa albida** Mart. (Amarantac.) Zusammengesetzte Körner meist kugelig, seltener oval; aus 6 bis über 200, ziemlich gleichgrossen Theilen bestehend. Grösse bis 17 Mik. Kubikinhalte bis 2500 Mik. — Bruchkörner rundlich bis fast polyedrisch, selten mit einer kleinen Höhlung. Grösse 1—4 Mik. Kubikinhalte 0,3—28 Mik.

Taf. XXVI, Fig. 20. Ein zusammengesetztes Korn.

Trockenes Sameneiweiss von **Desmochaeta patula** Roem. et Scholt. (Achyranthes p. Lin. fl. — Amarantac.) Zusammengesetzte Körner kugelig, oval, länglich (nicht eckig), $\frac{1}{2}$ bis eben so dick als lang; zart-granulirt; bis über 6000 Theile enthaltend. Grösse bis 25 Mik. Kubikinhalte bis 4700 Mik. — Bruchkörner rundlich. Grösse 0,7—1,5 Mik. Kubikinhalte 0,2—1,5 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Euxolus emarginatus** A. Br. et Bouché (Amarantac.) Bruchkörner rundlich oder rundlich-eckig. Grösse 1—3 Mik. Kubikinhalte 0,3—12 Mik. — Zusammengesetzte Körner sind keine mehr vorhanden.

E. caudatus Moq. Nach Leon Soubeiran (Jour. Pharm. XXV [1854] 99) sind die Stärkekörner in den sich leicht trennenden Zellen 5 Mik. gross, oval oder sphärisch, ohne Schichtung und Kern. (Wahrscheinlich die homogenen zusammengesetzten Körner?).

Trockenes Sameneiweiss von **Hoplotheca floridana** Nutt. (Froelichia f. Moq. — Amarantac.) Zusammengesetzte Körner kugelig, oval, länglich (nicht eckig); $\frac{2}{3}$ bis eben so dick als lang; zart-granulirt. Länge bis 23, Dicke bis 16 Mik. Kubikinhalte bis 2980 Mik. — Bruchkörner rundlich. Grösse 0,7—1,5 Mik. Kubikinhalte 0,2—1,5 Mik.

H. texana A. Braun (Froelichia gracilis Moq. — Amarantac.) Bruchkörner kaum über 1 Mik. gross. — Keine zusammengesetzten Körner.

Trockenes Sameneiweiss von **Gomphrena decumbens** Jacq. (Amarantac.) Bruchkörner kaum über 1 Mik. gross. — Zusammengesetzte Körner keine vorhanden.

Trockenes Sameneiweiss von **Iresine nervosa** Hort. (Amarantac.) Bruchkörner rundlich. Grösse 0,5—1 Mik. Kubikinhalte 0,04—0,4 Mik. — Zusammengesetzte Körner keine vorhanden.

Trockenes Sameneiweiss von **Polycnemum majus** A. Braun (Amarantac.). Bruchkörner 1—1,5 Mik. gross, die Zellen ganz ausfüllend, in Reihen geordnet. — Keine zusammengesetzten Körner sichtbar.

Trockenes Sameneiweiss von **Pupalia prostrata** Mart. (Amarantac.) Zusammengesetzte Körner kugelig bis länglich-oval, zuweilen etwas eckig; $\frac{2}{3}$ bis ebenso dick als lang; zart-granulirt oder homogen, bis über 25000 Theile enthaltend. Grösse bis 30, seltener 40 Mik. Kubikinhalte bis 10500 Mik. — Bruchkörner rundlich. Grösse 0,5 bis kaum über 1 Mik. Kubikinhalte 0,04—0,6 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Scleropus amarantoides** Schrad. (Amarantac.) Bruchkörner 1—3 Mik. gross, rundlich oder rundlich-eckig, die Zellen dicht ausfüllend und oft in Reihen liegend.

Trockenes Sameneiweiss von **Teleianthera polygonoides** Moq. Var. brachiata (Amarantac.). Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval, zart-granulirt. Grösse bis 30 Mik. Kubikinhalte bis 11800 Mik. — Bruchkörner rundlich Grösse 0,5 bis kaum 2 Mik. Kubikinhalte 0,04—3,5 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Abronia arenaria** Hook. (Nyctagin.) Zusammengesetzte Körner rundlich bis oval-

Möglich (die Zellen ganz ausfüllend); granulirt oder maschig-granulirt, bis über 4000 Theile enthaltend. Grösse bis 20 und 25 Mik. — Bruchkörner 1–2 Mik., rundlich.

Trockenes Sameneiweiss von *Mirabilis Jalappa* Lin. (Nyctagin.) Bruchkörner 0,7–2 Mik. gross, rundlich oder etwas eckig; die Zellen ganz ausfüllend. — Zusammengesetzte Körner sind keine sichtbar.

M. longiflora Lin. (trocken.) Bruchkörner 1–2 Mik. gross, rundlich. — Keine zusammengesetzten Körner.

Trockenes Sameneiweiss von *Oxybaphus Cervantesii* Lagasc. (Nyctagin.) Zusammengesetzte Körner kugelig, granulirt, aus 30 bis über 1000 gleichgrossen Theilen bestehend. Grösse bis 15 Mik. Kubikinhalte bis 1750 Mik. — Bruchkörner rundlich oder rundlich-eckig. Grösse 1–3 Mik. Kubikinhalte 0,3–12 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von *Allionia ovata* Pursh. (*Calyxhymenia paniculata* Desf. — Nyctagin.) Bruchkörner rundlich. Grösse 0,7–1,5 Mik. Kubikinhalte 0,2–1,5 Mik. — Zusammengesetzte Körner wenige mehr vorhanden (theils in den Zellen, theils frei), — rundlich oder oval, bis 35 Mik. gross, zart-granulirt, bis über 24000 Theile enthaltend. Die Zellen sind meist bloss mit den winzigen, in Reihen liegenden Bruchkörnern angefüllt.

A. nyctaginea Michx. (frisch und trocken.) Bruchkörner 1 bis 2 und 2,5 Mik. gross, rundlich bis rundlich-eckig. — Sie erfüllen die Albumenzellen vollständig; zusammengesetzte Körner wurden keine deutlich gesehen.

A. incarnata Lin. (trocken.) Bruchkörner 0,7 bis gegen 2 Mik. gross, rundlich. — Sie erfüllen dicht die Zellen; zusammengesetzte Körner sind keine mehr vorhanden.

Trockenes Sameneiweiss von *Buginvillea spectabilis* Willd. (Nyctagin.) Bruchkörner 0,7 bis 2 Mik. gross, rundlich oder etwas eckig. — Zusammengesetzte Körner keine mehr vorhanden.

Trockene Cotyledonen von *Avicennia tomentosa* Lin. (Avicenn.) Zusammengesetzte Körner meist rundlich, seltener oval oder kegelförmig, oft etwas unregelmässig und eckig; aus 2 bis über 20, meist ziemlich gleich, — seltener ungleichgrossen Theilen bestehend. Grösse bis 14 und 18 Mik. Kubikinhalte bis 1610 Mik. — Bruchkörner 2–8 Mik., die grösseren mit kleiner, centraler Höhlung. — Stärke reichlich.

Trockenes Sameneiweiss von *Nymphaea rubra* Roxb. (Nymphaeac.) Zusammengesetzte Körner durch Druck polyedrisch, mit ziemlich scharfen Kanten und Ecken; maschig, aus 8 bis über 200 Theilen bestehend. Grösse bis 23 Mik. Kubikinhalte bis 4900 Mik. — Bruchkörner rundlich-eckig bis scharf-polyedrisch; die grösseren mit einer centralen Höhlung. Grösse 2–10 Mik. Kubikinhalte 2,5–450 Mik.

Taf. XXVI, Fig. 25. a, b zusammengesetzt; c, d, e Bruchkörner. — Taf. XXII, Fig. 12 eine mit Stärkekörnern gefüllte Albumenzelle.

N. dentata Th. et Schum. (trocken.) Stärke wie bei Vorhergehender.

N. coerulea Savign. (trocken.) Stärke wie bei *N. rubra*. Bruchkörner meist polyedrisch, nicht hohl; Grösse 2–7 Mik. Kubikinhalte 2,5–140 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von *Nuphar luteum* Smith. — (Nymphaeac.) Zusammengesetzte Körner kugelig oder kugelig-oval, oft durch Druck etwas eckig; zart-granulirt, bis über 10000 Theile enthaltend. Grösse bis 25 und 30 Mik. Kubikinhalte bis 10600 Mik. — Bruchkörner rundlich oder rundlich-eckig. Grösse kaum 1 bis 3 Mik. Kubikinhalte 0,3–12 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von *Barclaya oblonga* Wall. (Nymphaeac.) Zusammengesetzte Körner rundlich oder oval, meist durch Druck polyedrisch; maschig, aus 20 bis über 800 Theilen bestehend. Grösse bis 26 Mik. Kubikinhalte bis 7650 Mik. — Bruchkörner 2–8 Mik. gross; die kleineren rundlich-eckig; die grösseren polyedrisch und mit einer centralen Höhlung.

Trockene Samen von *Frankenia pulverulenta* Andr. (Frankeniace.) Bruchkörner rundlich, oft in Flocken zusammenhängend. Grösse 0,7–2 Mik. Kubikinhalte 0,2–4 Mik. — Zusammengesetzte Körner wurden keine mit Sicherheit gesehen. Die Stärke befindet sich wahrscheinlich im Albumen.

Trockenes Sameneiweiss von *Mesembryanthemum pinnatifidum* Lin. fil. (Mesembryanthem.) Zusammengesetzte Körner kugelig bis länglich, $\frac{1}{2}$ bis ebenso dick als lang; oft durch gegenseitigen Druck eckig und selbst fast polyedrisch; granulirt oder homogen, bis über 5000 Theile enthaltend. Länge bis 36, Dicke bis 20 Mik. Kubikinhalte bis 7300 Mik. — Bruchkörner rundlich-eckig. Grösse 1–3 Mik. Kubikinhalte 0,3–12 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von *Tetragonia expansa* Ait. (Portulac.) Zusammengesetzte Körner oval, länglich, oder kegelförmig; $\frac{1}{4}$ – $\frac{3}{4}$ so dick als lang; durch Druck meist mehr oder weniger polyedrisch; maschig-granulirt oder fast homogen, bis über 4000 Theile enthaltend. Länge bis 60, Dicke bis 27 Mik. Kubikinhalte bis 21900 Mik. — Bruchkörner rundlich-eckig bis polyedrisch. Grösse 1,5–5 Mik. Kubikinhalte 0,7–60 Mik. — Dabei einzelne einfache, kugelige, bis 12 Mik. grosse Körner; — und zusammengesetzte wenigzählige Körner, deren Theile um so grösser, je weniger zahlreich sie sind (bei Zwillingen bis 10 Mik.).

Taf. XXVI, Fig. 23 a und c zwei längliche zusammengesetzte Körner; b polyedrisch; d einfach, kugelig; e Drilling; f Zwilling; g Viertel. — Taf. XXII, Fig. 10 eine ganze Albumenzelle mit den darin enthaltenen polyedrischen zusammengesetzten Stärkekörnern. — Taf. XXI, Fig. 17, 18, 20 zusammengesetzte Körner; 21 zwei solche noch zusammenklebend; 19 Bruchkorn (von einem wenigzähligen zusammengesetzten Korn) mit einer gewölbten und mehreren Bruchflächen.

Trockenes Sameneiweiss von *Aizoon hispanicum* Lin. (Portulac.) Bruchkörner 1 bis 3 und 4 Mik. gross, rundlich bis polyedrisch. Sie erfüllen die Albumenzellen ganz; zuweilen bemerkt man darin Gruppen von polyedrischer Form, welche zusammengesetzte Körner zu sein scheinen, — bis 16 Mik. gross.

A. canariense Lin. (trocken.) Bruchkörner rundlich oder rundlich-eckig. Grösse 0,5 bis kaum 2 Mik. Kubikinhalte 0,04–4 Mik. Die Albumenzellen sind ganz damit angefüllt; von zusammengesetzten Körnern wurde nichts mehr gesehen.

Trockenes Sameneiweiss von *Trianthema monogynum* Lin. (Portulac.) Zusammengesetzte Körner rundlich. Grösse bis 10 und 12 Mik. Kubikinhalte bis 880 Mik. — Bruchkörner rundlich bis polyedrisch, die grösseren mit centraler Höhlung. Grösse 1–5 Mik. Kubikinhalte 0,3–60 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von *Portulaca megalantha* Steud. (*P. grandiflora* Hook. — Portulac.) Bruchkörner rundlich-eckig bis scharf-polyedrisch. Grösse 1,5–6 Mik. Kubikinhalte 0,7–100 Mik. — Dabei kommen noch in geringer Zahl kleine zusammengesetzte Körner und Bruchstücke von grösseren vor.

Trockenes Sameneiweiss von *Talinum patens* Willd. (Portulac.) Zusammengesetzte Körner rundlich oder oval, $\frac{2}{3}$ bis ebenso dick als lang; maschig-granulirt, aus 4 bis über 600 Theilen bestehend. Grösse bis 18 Mik. Kubikinhalte bis 2300 Mik. — Bruchkörner rundlich-eckig bis fast polyedrisch. Grösse 1,5–4 Mik. Kubikinhalte 0,7–28 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von *Calandrinia compressa* Schrad. (Portulac.) Bruchkörner 1–3 Mik. gross, rundlich oder rundlich-eckig. — Keine zusammengesetzten Körner. — Die Membran der Albumenzellen färbt sich durch Jod blau.

Trockenes Sameneiweiss von *Claytonia perfoliata* Don. (Portulac.) Zusammengesetzte Körner oval oder lanzettlich, sehr häufig nach beiden Enden spindelförmig-verschmälert, $\frac{1}{2}$ – $\frac{2}{3}$ so dick als lang; durch Druck etwas polyedrisch; granulirt oder homogen, aus 100 bis über 6000 Theilen bestehend. Länge bis 46, Dicke bis 16 Mik. Kubikinhalte bis 8100 Mik. — Bruchkörner rundlich. Grösse 1 bis höchstens 2 Mik. Kubikinhalte 0,3–3,5 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von *Monocosmia corrigioloides* Fenzl. (Portulac.) Zusammengesetzte Körner rundlich bis länglich-lanzettlich, $\frac{1}{4}$ bis ebenso dick als lang; oft durch Druck eckig und selbst polyedrisch; granulirt oder fast homogen, bis über 8000 Theile enthaltend. Länge bis 45, Dicke bis 20 Mik. Kubikinhalte bis 10300 Mik. — Bruchkörner rundlich oder rundlich-eckig. Grösse 1–3 Mik. Kubikinhalte 0,3–12 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von *Montia minor* Gmel. (Portulac.) Bruchkörner rundlich oder rundlich-eckig. Grösse 0,7 bis fast 3 Mik. Kubikinhalte 0,2–10 Mik. — Keine zusammengesetzten Körner.

Trockenes Sameneiweiss von *Mollugo cerviana* Seringe (Portulac.) Bruchkörner polyedrisch; die grösseren bis

über die Hälfte zusammengedrückt und mit centraler Höhlung. Grösse 2—8 Mik. Kubikinhalte 2,5—120 Mik. — Zusammengesetzte Körner wurden keine deutlich gesehen.

Trockenes Sameneiweiss von **Pharnaceum verticillatum** Spreng. (Mollugo v. Lin. — Portulac.) Zusammengesetzte Körner rundlich oder oval, $\frac{1}{2}$ bis ebenso dick als lang; maschig-granulirt, aus 4 bis über 800 Theilen bestehend. Grösse bis 20 Mik. Kubikinhalte bis 3900 Mik. — Bruchkörner rundlich-eckig oder polyedrisch. Grösse 2—4 Mik. Kubikinhalte 2,5—28 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Adenogramma galioides** Fenzl. (Portulac.) Bruchkörner 3—14 Mik. gross, polyedrisch. — Dabei 2—10 zählige, und Bruchstücke von stärker zusammengesetzten Körnern; — auch einzelne einfache Körner, rundlich oder oval, bis 15 Mik. gross.

Trockenes Sameneiweiss von **Corrigiola littoralis** Lin. (Caryophyll.) Zusammengesetzte Körner kugelig, oval, kurz-kegelförmig; $\frac{1}{2}$ bis ebenso dick als lang; granulirt, aus 10 bis über 5000 Theilen bestehend. Grösse bis 30 Mik. Kubikinhalte bis 12300 Mik. — Bruchkörner rundlich bis polyedrisch. Grösse 1,5 bis 4 und 5 Mik. Kubikinhalte 0,7—60 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Herniaria glabra** Lin. (Caryophyll.) Bruchkörner polyedrisch mit scharfen Kanten und Ecken (bloss von Bruchflächen begrenzt); die grösseren mit kleiner centraler Höhlung. Grösse 2 bis 11 Mik. Kubikinhalte 2,5 bis 350 Mik. — Zusammengesetzte Körner sind wenige mehr vorhanden; sie scheinen polyedrisch zu sein, und enthalten jedenfalls weit über 100 Theile.

Trockenes Sameneiweiss von **Illecebrum verticillatum** Lin. (Caryophyll.) Bruchkörner polygon, meist unregelmässig, sehr stark zusammengedrückt, bis 10 mal so breit als dick. Breite 2—14, Dicke 1 bis höchstens 2 Mik. Kubikinhalte 3,5—240 Mik. — Zusammengesetzte Körner wenige mehr vorhanden, ebenfalls flachgedrückt.

Trockenes Sameneiweiss von **Anychia dichotoma** Michx. (Caryophyll.) Bruchkörner 1—4 Mik. gross, rundlich oder eckig. — Zusammengesetzte Körner wenige mehr vorhanden.

Trockenes Sameneiweiss von **Telephium Imperati** Lin. (Caryophyll.) Bruchkörner rundlich-eckig oder häufiger polyedrisch. Grösse 1—4 Mik. Kubikinhalte 0,3—8 Mik. — Zusammengesetzte Körner in den Zellen dicht gedrängt, polyedrisch; wenige frei; maschig-granulirt, bis über 2000 Theile enthaltend. Grösse bis 28 Mik. Kubikinhalte bis 9800 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Polycarpaea Teneriffae** Lam. (Caryophyll.) Bruchkörner polygon mit scharfen Ecken, meist unregelmässig und splitterartig, sehr stark zusammengedrückt; homogen. Breite 2—9, Dicke ungefähr 1 Mik. Kubikinhalte 2—80 Mik. — Zusammengesetzte Körner sind keine mehr vorhanden.

Trockenes Sameneiweiss von **Lepigonum medium** Wahlbg. (Spergularia salina Presl. — Caryophyll.) Bruchkörner rundlich-eckig oder scharf-polygon, oft unregelmässig und splitterartig, sehr stark zusammengedrückt. Breite 2,5 bis 12 und 16, Dicke 1 Mik. Kubikinhalte 4—150 Mik. — Keine zusammengesetzten Körner.

Trockenes Sameneiweiss von **Spergula arvensis** Lin. (Caryophyll.) Zusammengesetzte Körner oval-kugelig bis länglich, zuweilen durch Druck etwas eckig und oft unregelmässig; $\frac{1}{2}$ bis fast so dick als lang; granulirt oder beinahe homogen, aus 20 bis über 4000 Theilen bestehend. Grösse bis 28 Mik. Kubikinhalte bis 5600 Mik. — Bruchkörner rundlich oder rundlich-eckig, meist ziemlich stark zusammengedrückt. Breite 1—3, Dicke 1 Mik. Kubikinhalte 0,3—5 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Drymaria cordata** Willd. (Caryophyll.) Bruchkörner kreisrund oder rundlich-eckig, sehr stark zusammengedrückt, homogen. Breite 3—20, Dicke 1—1,5 Mik. Kubikinhalte 8—300 Mik. — Von zusammengesetzten Körnern ist nichts zu sehen.

Taf. XXVI, Fig. 27. i und k ein Bruchkorn von der breiten und schmalen Seite.

Trockenes Sameneiweiss von **Scleranthus perennis** Lin. (Caryophyll.) Bruchkörner rundlich-eckig oder polygon, äusserst stark zusammengedrückt. Breite 2 bis 15 und 20, Dicke 1 Mik. oder wenig mehr. Kubikinhalte 2—200 Mik. — Keine zusammengesetzten Körner.

Trockenes Sameneiweiss von **Sagina apetala** Lin. (Caryophyll.) Bruchkörner rundlich oder rundlich-eckig. Grösse 1—2 Mik. Kubikinhalte 0,3—4 Mik. — Keine zusammengesetzten Körner mehr vorhanden.

Trockenes Sameneiweiss von **Buffonia annua** DC. (Caryophyll.) Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval, zart-granulirt. Grösse bis 16 Mik. — Bruchkörner 0,5—1,5 Mik., rundlich.

Trockenes Sameneiweiss von **Lepyrodiclis holosteoides** Fenzl. (Caryophyll.) Bruchkörner rundlich-eckig oder häufiger mit 5 bis 6 scharfen Ecken, meist bis auf die Hälfte zusammengedrückt; die grösseren mit kleiner centraler Höhlung und zuweilen mit einigen (1—3) kurzen radialen Rissen. Grösse 2,5—11 Mik. Kubikinhalte 7—340 Mik. — Zusammengesetzte Körner (wenige mehr vorhanden) rundlich oder oval, aus 10 bis über 100 Theilen bestehend, bis 16 Mik. gross.

Trockenes Sameneiweiss von **Arenaria graminifolia** Schrad. (Caryophyll.) Zusammengesetzte Körner oval, $\frac{1}{2}$ bis $\frac{2}{3}$ so breit als lang, bis auf $\frac{1}{2}$ (der Breite) zusammengedrückt, zuweilen fast eben so dick als breit; bis über 100 Theile enthaltend. Grösse bis 40 Mik. Kubikinhalte bis 7400 Mik. — Bruchkörner rundlich bis scharf-eckig, zuweilen unregelmässig und splitterartig, sehr stark zusammengedrückt. Grösse 3—13, Dicke kaum über 1 Mik. Kubikinhalte 4—90 Mik.

Taf. XXVI, Fig. 27. a und b, c und d zwei zusammengesetzte Körner je von der breiten und schmalen Seite gesehen; e, f, g Bruchkörner von der breiten, h ein solches von der schmalen Seite.

A. grandiflora Lin. (trocken.) Bruchkörner (die Zellen ganz ausfüllend) 3—15 Mik. gross, eckig, zuweilen mit einer Höhlung. — Keine zusammengesetzten Körner.

A. globulosa Labil. (trocken.) Bruchkörner 1—3 Mik. gross, rundlich. — Zusammengesetzte Körner sind nur noch sehr wenige vorhanden.

Trockenes Sameneiweiss von **Cerastium chloraeifolium** Fisch et Mey. (Caryophyll.) Bruchkörner rundlich-eckig oder scharf-polyedrisch, die grösseren bis auf $\frac{1}{4}$ zusammengedrückt. Grösse 1,5—6 Mik. Kubikinhalte 0,7—54 Mik. — Zusammengesetzte Körner sind nur noch bruchstückweise und wenige vollständig vorhanden.

Trockenes Sameneiweiss von **Dianthus atrorubens** All. (Caryophyll.) Zusammengesetzte Körner rundlich oder oval, zuweilen durch Druck etwas eckig; granulirt oder fast homogen. Grösse bis 14 Mik. Kubikinhalte bis 1260 Mik. — Bruchkörner rundlich. Grösse 0,7—2 Mik. Kubikinhalte 0,2—2,5 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Tunica Saxifraga** Koch (Caryophyll.) Bruchkörner 0,7 bis 2 und 3 Mik. gross, rundlich oder rundlich-eckig. — Von zusammengesetzten Körnern ist nichts mehr zu sehen.

Trockenes Sameneiweiss von **Gypsophila altissima** Lin. (Caryophyll.) Bruchkörner 1 bis 4 und 5,5 Mik. gross, rundlich bis polyedrisch. — Keine zusammengesetzten Körner.

Trockenes Sameneiweiss von **Saponaria persica** C. A. Mey. (Caryophyll.) Zusammengesetzte Körner kugelig bis länglich-oval, selten etwas eckig; granulirt, bis über 6000 Theile enthaltend. Grösse bis 22 Mik. Kubikinhalte bis 4300 Mik. — Bruchkörner rundlich. Grösse 0,7 bis kaum 2 Mik. Kubikinhalte 0,2—2 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Vaccaria vulgaris** Host. (Saponaria Vaccaria Lin. — Caryophyll.) Zusammengesetzte Körner kugelig, oval, länglich, selten etwas eckig; $\frac{1}{2}$ bis ebenso dick als lang; granulirt, bis über 5000 Theile enthaltend. Länge bis 25 und 35, Dicke bis 25 Mik. Kubikinhalte bis 11500 Mik. — Bruchkörner rundlich. Grösse 1—2 Mik. Kubikinhalte 0,3—3,5 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Silene conoidea** Lin. (Caryophyll.) Bruchkörner rundlich-eckig bis polyedrisch. Grösse 1,5—4 Mik. Kubikinhalte 0,7—24 Mik. — Zusammengesetzte Körner (nur innerhalb der Zellen sichtbar) rundlich bis länglich.

S. ambigua Camb. (trocken.) Bruchkörner kaum über 1 Mik. gross, rundlich. — Von zusammengesetzten Körnern wurde nichts gesehen.

Trockenes Sameneiweiss von **Eudianthe coeli-rosa** Fenzl (Lychnis c. Descr. — Caryophyll.) Zusammengesetzte

Körner ründlich oder oval, granulirt. Grösse bis 15 Mik. Kubikinhalte bis 1400 Mik. — **Bruchkörner** ründlich. Grösse 0,7 bis kaum 2 Mik. Kubikinhalte 0,2—3 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Lychnis dioica** Lin. (*L. vespertina* Sibth. — Caryophyll.) Zusammengesetzte Körner ründlich-oval bis länglich, $\frac{2}{3}$ bis fast so dick als lang; granulirt, aus 30 bis über 3000 Theilen bestehend. Grösse bis 27 Mik. Kubikinhalte bis 3200 Mik. — **Bruchkörner** ründlich bis eckig. Grösse 1 bis 3 und 4 Mik. Kubikinhalte 0,3—24 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Agrostemma coronaria** Lin. (*Lychnis c.* Desr. — Caryophyll.) Zusammengesetzte Körner ründlich bis länglich-lanzettlich, $\frac{1}{4}$ bis fast so dick als lang; mit gerundeter Oberfläche, seltener durch Druck etwas eckig und kantig; granulirt, bis über 5000 Theile enthaltend. Grösse bis 40 Mik. Kubikinhalte bis 10500 Mik. — **Bruchkörner** ründlich oder ründlich-eckig. Grösse 1—3 Mik. Kubikinhalte 0,3—11 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Cucubalus bacciferus** Lin. (Caryophyll.) **Bruchkörner** 1 bis kaum 2 Mik. gross, ründlich. — Von zusammengesetzten Körnern ist nichts mehr zu sehen.

Trockenes Sameneiweiss von **Drypis spinosa** Lin. (Caryophyll.) **Bruchkörner** ründlich oder wenig eckig. Grösse 0,7 bis fast 2 Mik. Kubikinhalte 0,2—3,5 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Petiveria alliacea** Lin. (Phytolacc.) Zusammengesetzte Körner kugelig bis länglich-oval, zuweilen etwas eckig oder unregelmässig, $\frac{2}{3}$ bis ebenso dick als lang. Grösse bis 36 Mik. Kubikinhalte bis 7100 Mik. — **Bruchkörner** ründlich oder ründlich-eckig. Grösse 1,5—3 Mik. Kubikinhalte 0,7—11 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Rivina purpurascens** Schrad. (Phytolacc.) Zusammengesetzte Körner kugelig, granulirt. Grösse bis 17 Mik. Kubikinhalte bis 2500 Mik. — **Bruchkörner** ründlich oder ründlich-eckig. Grösse 1—3 Mik. Kubikinhalte 0,3—11 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Limeum glomeratum** Eckl. Zeyh. (Phytolacc.) Zusammengesetzte Körner oval, länglich-elliptisch, lanzettlich-kegelförmig; $\frac{1}{2}$ bis fast so dick als lang; granulirt. Länge bis 30, Dicke bis 15 Mik. Kubikinhalte bis 3480 Mik. — **Bruchkörner** 1—3 Mik. gross, ründlich oder ründlich-eckig.

Trockenes Sameneiweiss von **Microtea maypurensis** G. Don (Phytolacc.). **Bruchkörner** ründlich-eckig. Grösse 1,5—4 Mik. Kubikinhalte 0,7—25 Mik. — Zusammengesetzte Körner fast alle zerfallen, — nur noch einige kleine (bis 15 Mik. grosse) ründliche sind übrig geblieben.

Trockenes Sameneiweiss von **Phytolacca esculenta** V. Houtte (Phytolacc.) Zusammengesetzte Körner kugelig oder oval, $\frac{2}{3}$ bis ebenso dick als lang; maschig-granulirt, bis über 9000 Theile enthaltend. Grösse bis 65 Mik. Kubikinhalte bis 52500 Mik. — **Bruchkörner** ründlich bis fast polyedrisch. Grösse 1—4 Mik. Kubikinhalte 0,3—28 Mik. — Taf. XXVI, Fig. 22 ein zusammengesetztes Korn.

Trockenes Sameneiweiss von **Pircunia Latbenia** Moq. (Phytolacc.) Zusammengesetzte Körner kugelig-oval bis länglich-oval, zuweilen kegelförmig oder etwas unregelmässig; maschig-granulirt, bis über 20000 Theile enthaltend. Grösse bis 77 Mik. Kubikinhalte bis 129500 Mik. — **Bruchkörner** ründlich bis polyedrisch. Grösse 1,5—5 Mik. Kubikinhalte 0,7—35 Mik.

Trockenes Sameneiweiss von **Reaumuria vermiculata** Liu. (Reaumuriac.) Zusammengesetzte Körner ründlich, oval, elliptisch, länglich, kegelförmig; $\frac{1}{2}$ bis ebenso dick als lang; zuweilen durch Druck etwas polyedrisch; granulirt oder maschig, bis über 7000 Theile enthaltend. Länge bis 31, Dicke bis 20 Mik. Kubikinhalte bis 6530 Mik. — Die kleineren **Bruchkörner** fast kugelig; die grösseren ründlich-eckig oder polygon, scheibenförmig zusammengedrückt. Breite 1—5, Dicke 1—1,5 Mik. Kubikinhalte 0,3—24 Mik.

Trockene Cotyledonen von **Moacurra** Spec. (Chailletiac.) **Bruchkörner** 1—5 Mik. gross, ründlich und ründlich-eckig bis polyedrisch; die grössern mit kleiner centraler Höhlung. — Zusammengesetzte Körner (wenige deutlich) bis 12 Mik. gross, ründlich oder oval, aus 2 bis etwa 40 Theilen bestehend.

Trockene Cotyledonen von *Dipteryx odorata* Willd. (Papilionac.) Zusammengesetzte Körner rundlich, seltener oval, oft etwas unregelmässig oder eckig; granulirt oder maschig-granulirt, aus 4 bis etwa 60 Theilen bestehend. Grösse bis 10 und 12 Mik. Kubikinhalt bis 840 Mik. — Bruchkörner spärlich (indem die zusammengesetzten Körner nicht leicht zerfallen) rundlich-eckig, die grössern mit kleiner Höhlung. Grösse 2—4 Mik. Kubikinhalt 2,5—28 Mik. — Die Stärkekörner liegen, in Protoplasma eingebettet, ziemlich gedrängt in den Zellen.

Trockene Samenlappen von *Entada Gigalobium* DC. (Mimoseen.) Körner rundlich, oval, kurz-kegelförmig, oft von etwas eckiger oder unregelmässiger Form; granulirt, aus 10 bis über 200 Theilen bestehend. Grösse bis 12 Mik. Kubikinhalt bis 510 Mik. — Bruchkörner spärlich (die zusammengesetzten Körner zerfallen nicht leicht), rundlich oder rundlich-eckig, 1—2,5 Mik. gross.

Typ. 17. Körner zusammengesetzt, hohlkugelig.

Körner hohl, anfangs homogen, nachher durch radiale Risse in eine kugelschalige Schicht von 12 bis über 100 Theil-
körner sich verwandelnd, welche selten sich ganz von einander trennen.

Diese Stärkekörner sind vorzüglich bei Zygnemaceen und Desmidiaceen bekannt, kommen aber auch bei andern niedern Algen vor. Sie haben eine kugelige oder sphäroidische Gestalt, und erscheinen zuerst als ein homogener Ring; derselbe theilt sich nachher durch radiale Risse. Sie sind immer in chlorophyllhaltigem Protoplasma eingebettet, und schliessen in ihrem Hohlraum farbloses Protoplasma ein. Selten zerfallen sie in rundliche oder eckige Bruchkörner. (Vgl. pag. 401—405.)

***Closterium lanceolatum* Kütz. (frisch.)** Bruchkörner bis 7 Mik. gross, scheiben- oder keilförmig, eckig und meist unregelmässig, stark zusammengedrückt; — Sie erfüllen einen mittlern ansehnlichen zylindrischen Raum in der ganzen Zellenlänge, und sind wahrscheinlich durch Zerfallen der innern Kugeln, die nicht mehr vorhanden sind, entstanden. Andere Exemplare zeigen die Letztern und keine Bruchkörner.

***Spirogyra jugalis* Kütz. (frisch.)** Zusammengesetzte Körner bis 11 Mik. gross, aus 14 bis etwa 40 Theilen bestehend.

Sp. orthospira Var. *spiralis* Näg. (frisch.) Zusammengesetzte Körner bis 10 Mik. gross, aus 12 bis etwa 30 Theilen bestehend. — Taf. XX, Fig. 17—22 in verschiedenen Entwicklungsstadien; 23—26 durch Schwefelsäure aufgequollen, 26 durch Jod gefärbt; 27—30 durch Alcohol entfärbt; 31—34 durch Kalilösung aufgequollen. Vgl. die Erklärung der Abbildungen.

***Zygnema cruciatum* Ag. (frisch.)** Zusammengesetzte Körner bis 17 Mik. gross, aus 40 bis über 100 Theilen bestehend.

***Mougeotia gracilis* Kütz. (frisch.)** Zusammengesetzte Körner bis 12 Mik. gross, aus 16 bis etwa 50 Theilen bestehend.

Nachtrag.

Zu ***Curcuma leucorrhiza* Roxb.** auf Pag. 442. Die Stärkekörner des Tikhur-Mehls sind bis 72 Mik. lang und bis 38 Mik. breit, 1—3 mal so lang als breit; 6—8 Mik. dick; in der breiten Längsansicht zuweilen schief oder sonst unregelmässig, nach dem hintern gerundeten Ende verbreitert; am vordern Ende meist dreieckig-verschmälert, seltener fast gestutzt, jederseits mit einer vorspringenden Ecke (die Stelle selbst, wo sich der Kern befindet, ist zuweilen noch vorgezogen und warzenförmig); in der schmalen Längsansicht stabförmig, überall ziemlich gleichdick oder in der Mitte wenig dicker, mit abgerundeten oder stumpfen Enden; Kern selten durch eine kleine Höhlung angedeutet, bis $\frac{1}{24}$ excentrisch; Schichten zart, zahlreich.

Zu ***Sagrus Rumphii* Willd.** auf Pag. 500. Das Sagomehl, welches durch Hitze nicht verändert ist, besteht zum

grössten Theil aus Bruchkörnern; dieselben sind bis 65 Mik. lang und bis 50 Mik. breit, kaum $\frac{2}{3}$ bis $2\frac{1}{2}$ mal so lang als breit, die schmälern stielrund, die breitem wenig zusammengedrückt; statt des Kerns eine kleine Höhlung meist mit einer Querspalte, zuweilen mit strahlenförmigen Rissen, bis $\frac{1}{4}$ und $\frac{1}{6}$ excentrisch; Schichten zahlreich, aber zart und wenig deutlich. Die grössern Bruchkörner haben am hintern Ende 1—3 Bruchflächen, indem daselbst kleine Theilkörner abgeschnitten wurden. Zusammengesetzte Körner sind wenige mehr vorhanden; sie bestehen aus 1 grossen und 1—3 kleinen Theilen. — Dabei kommen spärliche einfache Körner vor, ähnlich den grössern Bruchkörnern, aber ohne Bruchflächen. Dieselben sind bis 70 Mik. lang und bis 55 Mik. breit; rundlich, kegelförmig, länglich, oder dreieckig, mit breitem hintern Ende; $\frac{2}{3}$ bis fast 3 mal so lang als breit; die breitem wenig zusammengedrückt, in der schmalen Längsansicht nach dem hintern Ende bald etwas dicker bald etwas dünner. — Unter den einfachen und den grossen Bruchkörnern sind alle excentrischen Formen, die verkehrt-kegelförmige, die kegelförmige und die zusammengedrückte repräsentirt; aber meistens nicht sehr deutlich ausgeprägt; die grösste Zahl gehört jedoch dem excentrisch-stabförmigen Typus (9) an.

XIII. Systematische Uebersicht des Pflanzenreiches bezüglich des Vorkommens von Stärkekörnern.

Ich habe im XI. Capitel (Pag. 378) die allgemeinen Verhältnisse des Vorkommens der Stärkekörner geschildert; und gebe in diesem Capitel noch eine Charakteristik der einzelnen Pflanzengruppen. Dieselben sind nach dem System von Endlicher, mit unbedeutenden Abweichungen, aufgezählt. Die in () eingeschlossenen Zahlen beziehen sich immer auf die Seitenzahl, wo die betreffende Stärke in dem vorhergehenden Capitel beschrieben ist.

Zellencryptogamen.

Fungi (Pilze). Hieher rechne ich auch diejenigen bis jetzt theils zu den niedern Algen theils zu den Flechten gestellten Gattungen, welche weder Chlorophyll noch einen analogen Farbstoff besitzen und unter dem Einfluss des Lichtes keinen Sauerstoff ausscheiden, welche also nicht unorganische Stoffe assimiliren, sondern sich von organischen Verbindungen ernähren, nämlich *Sarcina*, *Hygrocrocis*, *Spirillum*, *Ulvina*, *Fermentaria* (Gährungspilz), *Chytridium*, *Lep-
tomitus*, *Schinzia*, *Achlya*, *Saprolegnia*, *Opegrapha*, *Pyrenotheca*, *Arthonia*, *Verrucariae Spec. etc.* — Die Stärkekörner mangeln gänzlich.

Chroococcaceae und Nostochaceae; zu den letztern gehören die Nostoeen, *Oscillarieen*; *Rivularieen*, *Scytonemeen* und *Stigonemeen*. Der Inhalt ist bei allen Gattungen homogenes oder feinkörniges Protoplasma. Die Körner oder Kügelchen, welche zuweilen in grösserer oder geringerer Menge vorhanden sind, erweisen sich als Oel, theils durch die Reaction auf Jod, theils dadurch, dass sie bei der Einwirkung von Alcohol zusammenfliessen. Stärkekörner kommen nicht vor; die Samen von *Cylindrospermum* und *Rivularia* enthalten bloss Oel.

Palmellaceae, Endococcaceae und Exococcaceae. Die meisten dieser Pflanzen enthalten ein Chlorophyllkorn in einer Zelle; wenige besitzen deren Mehrere. Innerhalb der Chlorophyllkörner bildet sich gewöhnlich Stärke. Ausserdem kommen keine Amylumkörner vor. Manche lassen in gewissen Zuständen, namentlich zur Zeit der Zellenbildung und im Ruhezustande, und andere zeitlebens keine Stärke wahrnehmen. Zu den Letztern gehören z. B. *Porphyridium*, *Pleurococcus*, *Stichococcus*. — Wenn die Stärkekörner grösser werden, so erscheinen sie hohl, und gehören wohl ohne Zweifel zu dem gleichen Typus wie diejenigen der *Zygnemaceen* und *Desmidiaceen* (Pag. 529).

Diatomaceae. Keine Stärke, bei allen Gattungen.

Desmidiaceae und Zygnemaceae. In jeder Zelle befinden sich wohl bei allen ohne Ausnahme 2 oder mehrere Chlorophyllkörner, welche Stärke enthalten. Dieselbe bildet eine (Protoplasma einschliessende) Kugelschale, die später durch radiale Spalten sich in Theilkörner trennt; so bei *Closterium*, *Cosmarium*, *Spirogyra jugalis* Kütz. und *Sp. orthospira* Näg. (529), *Zygnema cruciatum* Ag. (529), *Mougeotia gracilis* Kütz. (529). Zuweilen zerfallen diese kugelschaligen Amylumkörner schon innerhalb der Pflanze in Bruchkörner, z. B. bei *Closterium lanceolatum* Kütz (529). — Ausserhalb des grünen Plasma kommen in der Regel keine Stärkekörner vor; ausnahmsweise können sie in winziger Grösse und in ungeheurer Zahl das ganze Lumen ausfüllen. Diess sah Meyen einmal an vielen Exemplaren von *Closterium Lunula* (Pflanzenphysiologie III. 437), ich an *Spirogyra* und *Zygnema* je einmal an mehreren Zellen einzelner Fäden. Es wäre zwar möglich, dass diese Erscheinung durch die Bruchkörner, viel wahrscheinlicher aber, dass sie durch eine neue abnormale Stärkebildung hervorgebracht wurde.

Die (durch Conjugation entstandenen) Samen enthalten anfänglich alle Stärkekörner, welche den beiden Mutterzellen angehörten, z. B. 4 bei *Zygnema*, 4 oder 8 bei *Cosmarium* und *Eoastrum*, 12 bei *Desmidium* etc. Bei vollständiger Reife jedoch verschwindet das Amylum, und wird durch Oeltropfen ersetzt, welche die Zellhöhlung ganz ausfüllen.

Siphoneae (Valoniaceae, Vaucheriaceae). Alle haben etwas Stärke, deren Körner in den Chlorophyllkörnern des grünen Wandbeleges entstehen. Zuweilen erscheinen dieselben ringförmig und erinnern an die Formen, welche bei *Zygnemaceen* und *Desmidiaceen* vorkommen (Pag. 529); zuweilen vergrössern sie sich so sehr, dass das bedeckende grüne Plasma ganz verschwindet und sie nun frei liegen, so bei *Valonia utricularis* Ag. (Pag. 393). — Bei *Caulerpa prolifera* Lamour. entstehen die Amylumkörner innerhalb der (farblosen) Schleimbläschen und werden nachher ebenfalls frei (Pag. 398). — In den knollenförmigen Anschwellungen, welche die Enden abwärtsgerichteter Aeste bei *Vaucheria tuberosa* A. Braun zeigen, befinden sich reichliche Stärkekörner von unausgebildetem Bau (452).

Die ruhenden Sporen von *Vaucheria* enthalten keine Stärke, sondern bloss Oel.

Oedogoniaceae, Confervaceae und Bangiaceae (zu den Letztern gehören die Hormidieen und Ulveen). Die meisten dieser Pflanzen haben in den vegetativen Zellen ein grünes Wandbeleg, bestehend aus unregelmässigen Massen und Bändern, oder aus Chlorophyllkörnern. Darin bilden sich in der Regel Stärkekörner, selten nur ein einziges in einer Zelle (so bei *Hormidium*). Ob dieselben auch frei in der Zellflüssigkeit entstehen können, ist zweifelhaft; denn obgleich sie bei *Cladophora* und *Oedogonium* oft in ziemlicher Menge vorkommen, liegen sie doch nur in der wandständigen Schicht. Ausnahmsweise findet man Zellen ganz mit kleinen Amylumkörnern gefüllt, was ich bei *Cladophora* beobachtete. Die grösseren wandständigen Körner erscheinen zuweilen hohl, und könnten zu dem gleichen Typus gehören, welcher für die *Desmidiaceen* und *Zygnemaceen* so charakteristisch ist (Pag. 529).

Stärke und Oel in den ruhenden Sporen: *Sphaeroplea*, *Oedogonium Landsboroughii* Kütz. (416), *Oe. vesicatum* Link (416), *Oe. echinospermum* A. Braun (416), *Bulbochaete sphaerocarpa* A. Braun (416), *B. setigera* Ag. (416). Die Amylumkörner scheinen dem centrischen, linsenförmigen Typus anzugehören. Dieselben bilden in den Sporen von *Bulbochaete* ein Wandbeleg, während der innere Raum mit rothorangefarbenem Oel erfüllt ist.

Einige Gattungen bilden gar keine Stärkekörner, nämlich *Chroolepus*, *Bangia*, *Porphyra*. Bei den übrigen verschwinden dieselben oft, ehe die Schwärmzellenbildung eintritt: *Cladophora*, *Ulothrix*.

Batrachospermaceae. Keine Stärkekörner weder in den vegetativen Zellen noch in den Samen: *Batrachospermum*, *Thorea*, *Chantransia*, *Acrochaetium* *).

Lemnaceae. Keine Stärkekörner weder in den vegetativen Zellen noch in den Samen; Letztere enthalten Oel: *Lemanea*.

Corallineae. Hier habe ich keine Stärkekörner gesehen; bei den einen Pflanzen wird der Inhalt im innern Gewebe durch Jod schön violett gefärbt (*Corallina officinalis* Lin., *C. granifera* Ell. et Soland); bei andern färben sich die Zellen nur stellenweise (*Jania rubens* Lamour.); und bei noch andern bringt Jod keine blaue oder violette Färbung hervor (*Corallina* Spec., *Melobesia*). — Die Sporen enthalten keine Stärke (*Corallina*, *Jania*, *Melobesia*, *Titanoderma* **).

Fucoideae (alle grösseren Meeralgen von mehr olivengrüner Färbung). Mit Sicherheit wurden hier keine Stärkekörner beobachtet, weder in den vegetativen Zellen noch in den Sporen: *Dictyota dichotoma* Grev., *Styopodium Alomaria* Kütz., *Padina Pavonia* Gaill., *Fucus serratus* Lin., *F. vesiculosus* Lin., *F. canaliculatus* Lin., *Halidrys siliquosa*

*) *Acrochaetium* ist eine neue Gattung, bestehend aus einigen Pflanzen, die bisher zu *Callithamnion* gestellt wurden, von den *Callithamniaceen* aber durch die Fortpflanzung unterschieden sind. Statt 4 ruhender Sporen bildet sich in einer Mutterzelle eine ausschließende Schwärmzelle. *Acrochaetium* gleicht im Bau der Pflanze und in der Stellung der Sporenmutterzellen der Gattung *Chantransia*, unterscheidet sich von derselben aber dadurch, dass die vegetativen Strahlen in haarförmige Spitzen endigen, deren Zellen von oben nach unten abfallen. Hierher gehören *A. secundatum* (*Callithamnion* s. Ag.), *A. lanuginosum* (*Conferva* l. Dillw.), *A. Griffithsianum* (dem *Callithamnion virgatulum* Harvey ähnlich) und *A. microscopicum* (ausgezeichnet durch die kurzen Glieder und die geringe Grösse, indem sie nicht über $\frac{1}{5}$ hoch wird).

***) *Titanoderma pustulatum* (= *Melobesia pustulata* Lamour.) hat 2 zellige Sporen, während die Sporen der ächten *Melobesia*-Arten (*membranacea*, *granulata*, *farinosa*, *verrucata*) 4 zellig sind.

Lyngb., *Himantalia lorea* Lyngb., *Sargassum linifolium* Turn. Wenn Stärkebildung vorhanden ist, so findet sie nur innerhalb des Protoplasma und in sehr beschränktem Maasse statt. Frei in der Zellhöhle befindliche Körner kommen jedenfalls nicht vor. Bei *Cystoseira* sah ich kleine Stärkekörner in den Zellkernen. — Die vegetativen Zellen enthalten häufig etwas Oel (*Sargassum* etc.), und die Sporen lassen zuweilen geringere (*Padina Pavonia*), zuweilen beträchtliche Mengen von Oel erkennen (*Fucus canaliculatus*).

Florideae. Ob hier Stärkekörner vorkommen, wage ich nicht bestimmt zu entscheiden, da ich früher bei der Untersuchung von frischen Pflanzen diesen Gegenstand nicht genauer verfolgte, und später bloss trockene Exemplare zu Gebote standen. Körner, die sich durch Jod entschieden blau färben, sind keine vorhanden.

Bei *Callithamnion roseum* Harv. wird der Inhalt der vegetativen Zellen, der Sporen (Vierlings-sporen) und der Brutzellen (Kapselsporen) durch Jod braungelb. — Die vegetativen Zellen von *Nitophyllum ocellatum* Grev., welche Weingeist entfärbt hat, werden durch Jod zuerst weinroth, dann braungelb oder braun. Die Färbung rührt nicht von der Membran, noch von der Zellflüssigkeit, sondern von einem mehr oder weniger mächtigen, stellenweise mangelnden Wandbeleg her, und zwar von der homogenen Substanz desselben. Wenigstens erscheinen die zahlreichen winzigen und rundlichen Körnchen, die an der Wandung liegen, weisslich. Die (Vierlings-) Sporen und Brutzellen (der kapselartigen Behälter) von *Nitophyllum* verhalten sich ähnlich, werden aber zuletzt dunkelbraun. — Die durch Alcohol entfärbte *Polysiphonia fibrata* Harv. zeigt in den vegetativen Zellen, den Sporen und Brutzellen die gleichen Erscheinungen. Nur ist die röthliche Farbe, die bei Anwendung von Jod der braunen vorausgeht, sehr schwach. — Bei *Cystoclonium purascens* Kütz. werden Sporen und Brutzellen durch Jod zuerst (schwächer oder intensiver) weinroth, dann violett; und zwar scheint es bald, als ob die Färbung homogen über den Zelleninhalt verbreitet und die Körner darin farblos oder gelb seien, bald erscheinen auch die letztern violett. Zuletzt wird die Färbung schwarz-violett. Die vegetativen Zellen zeigen sich bei der Behandlung mit Jod zuerst schwach weinroth, dann braun. Unter den durch Druck aus den vegetativen, namentlich aber aus den Sporen und Brutzellen herausgetretenen Körnern kommen (bei Anwendung von Jod) farblose, gelbe oder braune, und violette vor. Letztere sind meist rundliche oder polygone Scheiben, bis 6 und 7 Mik. gross und 1–2 Mik. dick; seltener sind sie, bei rundlicher oder ovaler Form, wenig oder nicht zusammengedrückt. Ihre Färbung ist schön-violett oder schmutzig-violett; es gibt aber auch Körner von gleicher Form und Grösse, die alle Abstufungen bis zu braun zeigen. Vielleicht sind es wandständige Protoplasmakörner (Bläschen), an denen die mehr oder weniger deutlich hervortretende violette Färbung auf eine entsprechende Stärkebildung hindeuten mag. Wenigstens ist mir diess wahrscheinlicher, als dass die Körner ihre wechselnde Farbe ungleichen Mengen von Granulose und Cellulose verdanken, wie das mit der Stärke im Samenmantel von *Chelidonium* und im menschlichen Gehirn der Fall ist.

In einer Menge anderer Florideen, die gleichfalls untersucht wurden, liessen sich nirgends deutliche Stärkekörner wahrnehmen. — Nach Kützing (*Phycologia generalis*, Pag. 41) werden die »Zellenkugelchen oder Gonidien« der Florideen je nach der Intensität der Einwirkung von Jod braun oder violett (so bei *Furcellaria*, *Callophyllis laciniata* Kütz., *Ryti-phloea*, im Stamm von *Delesseria sanguinea* Lamour. etc.). — Die Untersuchung der frischen Pflanzen muss die Frage entscheiden, ob und was für Stärkekörner bei den Florideen vorkommen.

Characeae. Die in den wandständigen Chlorophyllkörnern enthaltenen Stärkekörner bleiben in den Röhrenzellen meistens klein und eingeschlossen. Seltener vergrössern sie sich so sehr, dass das umgebende Chlorophyll verschwindet, und sie selber farblos werden. Dabei trennen sie sich zuweilen von der Wandung los, und liegen dann frei im Lumen. Sie sind zusammengesetzt, bis 8zählig, 1- oder 2reihig: *Chara hispida* Lin. (480). — Häufiger findet diese Entwicklung in den Knotenzellen statt. Die zusammengesetzten, farblos gewordenen Stärkekörner liegen in ältern Stadien daselbst oft im Lumen und zerfallen nicht selten in die Bruchkörner. Sie sind körperlich, bis 12- und 20zählig, ungleichtheilig: *Chara foetida* A. Braun (497).

In den sternförmigen Körpern von *Chara stelligera* Bauer sind reichliche Stärkekörner enthalten, halbzusammengesetzt, bis 25- und selbst 40zählig (476), und zusammengesetzt, aus 1 grossen und bis 30 und 100 kleinen Theilkörnern bestehend (498). Ebenso sind die Kugeln (Bulbifiten?) an den untersten Stengelknoten von *Chara aspera* Willd. mit Körnern gefüllt, diese aber einfach und wahrscheinlich dem centrischen Typus angehörend (422).

Die Sporen enthalten eine Schicht wandständiger Stärkekörner, das Lumen innerhalb derselben ist mit Oel gefüllt. Die Körner der *Nitella*-Arten (*N. syncarpa* Kütz., *N. flexilis* Ag., *N. fasciculata* A. Braun, *N. hyalina* Kütz., *N. translucens* Pers., *N. batrachosperma* A. Braun, *N. tenuissima* Kütz., *N. gracilis* Ag., *N. exilis* A. Braun) sind gleichartig, centrisch, linsenförmig (417). In den Sporen von *Chara* dagegen (*Ch. foetida* A. Braun, *Ch. hispida* Lin., *Ch. Baueri* A. Braun, *Ch. alopecuroidea* Del., *Ch. barbata* Meyen., *Ch. fragilis* Desv., *Ch. aspera* Willd., *Ch. contraria* A. Braun, *Ch. gymnophylla* A. Braun, *Ch. crinita* Wallr., *Ch. coronata* Ziz.) sind die Stärkekörner doppelter Art, grosse, dem centrischen linsenförmigen Typus angehörend (417, 418), und dazwischen kleinere, von denen es unsicher bleibt, ob sie ebenfalls den centrischen Formen beizuzählen sind (465, 466).

Lichenes (Flechten). In den grünen Zellen kommt innerhalb des Chlorophylls häufig, jedoch nicht immer, je ein kleines Stärkekörnchen vor. Namentlich mangelt die Stärke immer bei den Collemaceen, deren Gonidien durch einen analogen Farbstoff spangrün oder röthlich-gelb tingirt sind wie die Chroococcaceen und Nostochaceen. In den übrigen vegetativen Zellen mangeln die Amylumkörner ganz, ebenso bei Allen ohne Ausnahme in den Sporen (welche Oel und mehr oder weniger Protoplasma enthalten).

Musci (Laub- und Lebermoose). Die vegetativen Gewebe enthalten wenig Stärke; ziemlich regelmässig findet man kleine Amylumkörnchen eingeschlossen im Chlorophyll der grünen Theile. Seltener fehlen dieselben gänzlich. Aeltere Theile enthalten zuweilen reichliche Mengen von Oel, so z. B. die Blätter von *Dicranum scoparium* Hedw.

Die zweizelligen Brutkörner der Lebermoose und die Brutknospen von *Riccia* scheinen keine Stärke zu besitzen. Diejenigen von *Blasia pusilla* Michel. enthalten nach Hofmeister (Kryptog. Pag. 25) zahlreiche sehr kleine Chlorophyllkörperchen von schwarz-blaugrüner Farbe, in denen wohl Amylum eingeschlossen sein könnte. Mit reichlichen kleinen Stärkekörnchen sind die Zellen der Brutknospen von *Anthoceros laevis* Lin. erfüllt (Hofmeister Kryptog. Pag. 9).

Die Sporen lassen im jungen Zustande zuweilen Chlorophyll und kleine Stärkekörnchen wahrnehmen. Die reifen Sporen dagegen enthalten keine Stärke mehr, so in *Anthoceros laevis* Lin., *Preissia commutata* Nees, *Marchantia polymorpha* Lin., *Aneura pinguis* Nees, *Frullania dilatata* Nees, *Madotheca platyphylla* Nees, *Radula complanata* Dumort., *Jungermannia bicuspidata* Lin., — *Phascum alternifolium* Dicks., *Sphagnum acutifolium* Ehrh., *Catharinaea undulata* Röhl., *Bartramia fontana* Schw., *Bryum pseudotriquetrum* Hedw., *Encalypta vulgaris* Hedw., *Orthotrichum rupestre* Schleich., *Hypnum albicans* Neck. Auch nach W. Schimper ist der Inhalt der Sporen der Laubmoose ohne Spur von Amylum. — In den reifen Sporen der Lebermoose findet sich selten ziemlich viel Chlorophyll: *Radula complanata*, *Pellia epiphylla*. Bei Laub- und Lebermoosen schliessen dieselben mehr oder weniger, oft reichliche Mengen von Oel ein, Letzteres z. B. in *Anthoceros*, *Marchantia*, *Phascum*, *Sphagnum*, *Catharinaea*, *Encalypta*.

Gefässcryptogamen.

Equisetaceen. Keine Stärke in den Sporen: *Equisetum arvense* Lin., *E. Telmateja* Ehrh. — Die Wurzelstöcke einiger Arten sollen reich an Amylum sein; auch die Brutknollen, welche an denselben zuweilen vorkommen: *E. hyemale* Lin. (452).

Polypodiaceen. Keine Stärke, aber Oel in den Sporen, wohl bei Allen ohne Ausnahme.

Ziemlich reichliche Stärkekörner in den Wurzelstöcken, die meisten einfach, wenige zusammengesetzt. Der Typus ist unsicher, er scheint excentrisch zu sein; die Gestalt ist conisch, keilförmig oder zusammengedrückt: *Olfersia undulata* Presl. (452), *Polypodium distans* Kaulf. (452), *P. vulgare* Lin. (452); *Adiantum Capillus-Veneris* Lin. (452), *Asplenium marinum* Lin. (452), *Scolopendrium officinarum* Sw. (453), *Diplazium plantagineum* Sw. (453), *Polystichum Thelypteris* Roth. (453), *Aspidium Filix-mas* Sw. (453), *Cystopteris fragilis* Bernh. (453). Neben der Stärke findet sich oft ziemlich viel Oel in den Wurzelstöcken, so z. B. bei *Aspidium Filix-mas*.

Die knollenförmigen, ganz aus parenchymatischem Zellgewebe bestehenden Bulbillen auf den Blättern (Wedeln) von *Cystopteris bulbifera* Bernh. enthalten reichliche Stärkekörner, welche nebst Protoplasma die Zellen erfüllen; einfach, zusammengedrückt, von unbekanntem Typus (453).

Hymenophylleae. Keine Stärke in den Sporen; auch in dem kriechenden Stock wurde keine gefunden.

Gleicheniaceae. Keine Stärke in den Sporen: *Gleichenia polypodioides* Sw.

Schizaeaceae. Keine Stärke (aber Oel) in den Sporen: *Schizaea elegans* Sw.

Osmundaceae. Keine Stärke in den Sporen: *Osmunda regalis* Lin.

Marattiaceae. Keine Stärke (aber Oel) in den Sporen: *Marattia alata* Sm.

In dem Stiel der Blätter (Wedel) von *Angiopteris* kommen excentrische, stabförmige Amylumkörner vor (448).

Ophioglosseae. Keine Stärke (sondern Oel) in den Sporen: *Botrychium Lunaria* Swartz, *Ophioglossum vulgatum* Lin.

Reichliche Stärke in dem Wurzelstock und in den Wurzeln: *Ophioglossum vulgatum* Lin. (453), *Botrychium Lunaria* Sw. (453); Typus wahrscheinlich excentrisch, zusammengedrückt. Im Wurzelstock von *Ophioglossum* wurde auch viel Oel bemerkt.

Salviniaceae. Keine Stärke (sondern Oel und Protoplasma) in den grossen oder Gynosporen von *Salvinia natans* Hoffm. und in den nicht ganz reifen Gynosporen von *Azolla magellanica* Willd.; ebenso in den kleinen oder Androsporen von *Salvinia*.

Marsileaceae. Stärke und Oel in den grossen oder Gynosporen von *Pilularia globulifera* Lin., *P. minuta* Durieu, *Marsilea pubescens* Tenore., ebenso in den kleinen oder Androsporen von *Pilularia* und *Marsilea*. In den Androsporen von *Pilularia* bildet das Amylum ein Wandbeleg, während die Oeltröpfchen frei im Lumen liegen. Die Körner in den Gynosporen gehören dem centrischen Typus an, linsenförmig (*Pilularia*, Pag. 418), oder oval-zusammengedrückt (*Marsilea*, Pag. 422) und halbzusammengesetzt (*Marsilea*, Pag. 476). Die Körner in den Androsporen sind oval-zusammengedrückt und wahrscheinlich ebenfalls centrisch (422).

Jsoëteae. Ziemlich spärliche Stärke nebst viel Oel und Protoplasma in den grossen oder Gynosporen von *Jsoëtes lacustris* Lin., einfache rundliche Körner von unbekanntem Typus (466). Keine Stärke, sondern Oel in den kleinen oder Androsporen.

Reichliche Stärke und wenig Oel in dem knollenartigen Stamm von *Jsoëtes lacustris* Lin. Die Körner gehören dem excentrischen Typus an, einfach und keilförmig, meist zusammengesetzt, bis 10zählig, ungleichtheilig (498). — Nach A. Braun (Verjüngung Pag. 214) enthalten die auf dem Lande wachsenden Arten (*J. Hystrix* Durieu und *J. Duriaei* Bory), sowie diejenigen, welche an bloss im Winter überschwemmten Orten wachsen (*J. setacea* Bosc., *J. adspersa* A. Braun und *J. velata* A. Braun) wenig Stärke, aber sehr reichlich Oel. *J. lacustris* befindet sich stets im Wasser.

Lycopodiaceae. Keine Stärke (mehr oder weniger Oel) in den Sporen: *Lycopodium Selago* Lin., *L. clavatum* Lin., *L. complanatum* Lin.

Selaginelleae. Keine Stärke (aber Oel) in den Gynosporen und Androsporen: *Selaginella helvetica* Spring.

Gymnospermen.

Cycadeaceae. Reichliche Stärke im Sameneiweiss und im Embryo: *Encephalartos spiralis* Lehm. Die Körner im Embryo gehören dem excentrischen Typus an, einfach, kegelförmig (437), und zusammengesetzt, bis 8zählig, meist gleichtheilig (491). Die Stärkekörner im Albumen sind wahrscheinlich ebenfalls excentrisch (467).

Reichliche Stärke im Mark des Stammes von *Cycas circinalis* Lin.; Typus excentrisch, Körner zusammengesetzt, bis 10zählig, gleichtheilig (481). In der Basis der Blattstiele kommen die nämlichen Amylumkörner vor.

Cupressineae. Keine Stärke (aber Oel) in den Samen: *Juniperus communis* Lin., *Thuia occidentalis* Lin., *Biota orientalis* Endl.

Die unreifen grünen Wachholderbeeren enthalten nach Aschoff (Archiv Pharm. XL.) eine bedeutende Menge Amylum, welches in den völlig reifen schwarzen Beeren durch Zucker und Gummi ersetzt ist.

Abietineae. Keine Stärke (aber Oel) in den Samen: *Pinus Laricio* Poir., *P. Mughus* Scop., *P. Pinea* Lin., *P. Picea* Lin.

Taxineae. Keine Stärke (aber Oel) in den Samen: *Taxus hibernica* Hook. und *T. baccata* Lin. — Die unreifen

Samen von *Taxus baccata* enthalten schon viel Oel neben spärlicher Stärke; Körner in den Zellen wandständig, rundlich, seltener oval, bis 3 und 5 Mik. gross.

Im Mark, Holz und Rinde eines Astes von *Salisburia adiantifolia* Sm., der 27½ Mill. im Durchmesser hatte, fand Payen bemerkenswerthe Amylumkörner, länglich, polyedrisch, mit Vertiefungen und Höckern versehen, bis 22 Mik. gross (Ann. sc. nat. 1838, II, 25).

Gnetaceae. Keine Stärke (sondern Oel und Protoplasma) im Embryo. Viel Stärke und etwas Oel im Sameneiweiss; Körner centrisch, linsenförmig: *Ephedra distachya* Lin. (418), *E. alata* Decsne. (418), *E. fragilis* Desf. (418).

Monocotyledonen.

Gramineae. Keine Stärke (sondern Oel) im Embryo. Viel Stärke bald ohne bald mit sehr wenig Oel im Sameneiweiss. Bloss in seltenen, abnormalen Fällen trifft man Oel statt Amylum im Eiweiss, und zwar wohl nur bei keimungsunfähigen Samen, denn die nämlichen Pflanzen haben sonst normal gebildete Samen. Diese Erscheinung wurde an *Anthoxanthum ovatum* Lag., *Alopecurus utriculatus* Schrad., *A. pratensis* Lin., *Deschampsia juncea* Beauv., *Phragmites communis* Trin., *Cornucopiae cucullatum* Lin. und *Coix lacryma* Lin. beobachtet.

Die Stärkekörner zeigen ein verschiedenes Verhalten, doch so, dass sie in den Arten der nämlichen Gattung und in den mit einander näher verwandten Gattungen genau übereinstimmen. Sie sind einfach oder zusammengesetzt. Im erstern Fall gehören sie dem centrischen Typus an, und sind kugelig oder linsenförmig. Bei wenigen Gattungen kommen kleine, ovale und kegelförmige, meist zusammengedrückte Körner vor, deren Bau nicht ermittelt werden kann, höchst wahrscheinlich aber ebenfalls centrisch ist; denn bei einzelnen Arten finden sich etwas grössere Körner von kreisrundenlinsenförmiger Gestalt. — Die zusammengesetzten Körner bestehen aus gleichgrossen Theilkörnern. Wir können sie in wenig- und vielzählige unterscheiden. Die erstern sind aus 2 bis 10, einzelue bis aus 20 Theilkörnern zusammengesetzt, welche in der Regel neben mehreren Bruchflächen eine gebogene Fläche haben. Die Letztern enthalten 50 bis viele Tausende von Theilkörnern, von denen die meisten bloss von ebenen Bruchflächen begrenzt sind. — Die einfachen und die zusammengesetzten Körner finden sich selten ganz rein. Meistens sind unter die einfachen einzelne aus wenigen (2–4 und 6) Theilen bestehende zusammengesetzte, unter die zusammengesetzten wenigzähligen einzelne kleine einfache und unter die zusammengesetzten vielzähligen einzelne aus 20 und weniger Theilen bestehende Körner gemengt. Wenige Gattungen zeigen eine fast gleiche Menge von kugeligen einfachen und wenigzähligen zusammengesetzten Körnern.

Die folgende Aufzählung enthält alle untersuchten Arten und Gattungen.

I. Oryzeae.			III. Paniceae.		
	Stärkekörner.	Pag.		Stärkekörner.	Pag.
<i>Leersia oryzoides</i> Sw.	zus., eintheil.	506	<i>Milium effusum</i> Lin.	zus., vieltheil.	507
<i>Oryza sativa</i> Lin.	.	—	— <i>vernale</i> Bbrst.	.	—
<i>Hydrophyrum esculentum</i> Lk.	.	—	<i>Paspalum platycaule</i> Poir.	einf., kugelig	409
<i>Erharta panicea</i> Smith	.	—	— (<i>Maizilla</i>) <i>stoloniferum</i> Bosc.	.	—
<i>Microlaena stipoides</i> R. Br.	.	—	— <i>dilatatum</i> Poir.	.	—
<i>Pharus scaber</i> H. B.	einf., kugelig	409	<i>Amphicarpum Purshii</i> Kth.	.	—
II. Phalarideae.			<i>Olyra paniculata</i> Sw.	.	—
<i>Zea Mays</i> Lin.	einf., kugelig	409	<i>Oplismenus colonus</i> H. K.	.	—
<i>Coix lacryma</i> Lin.	.	—	— <i>frumentaceus</i> Kth.	.	410
<i>Cornucopiae cucullatum</i> Lin.	zus., vieltheil.	506	<i>Setaria glauca</i> Beauv.	.	—
<i>Phalaris canariensis</i> Lin.	.	—	— <i>flava</i> Kth.	.	—
— <i>bulbosa</i> Cav.	.	—	— <i>italica</i> Beauv.	.	—
<i>Anthoxanthum amarum</i> Brot.	.	—	<i>Isachne australis</i> R. Br.	.	—
<i>Hierochloa borealis</i> R. S.	.	507	<i>Panicum miliaceum</i> Lin.	.	—
<i>Holcus lanatus</i> Lin.	.	—	— <i>acuminatum</i> Sw.	.	—
<i>Beckmannia erucaeformis</i> Host	.	—	— (<i>Tricholaena</i>) <i>tonsum</i> Nees	.	—
<i>Lygeum Spartum</i> Lin.	.	—	— (<i>Jchnanth.</i>) <i>Hoffmannseggii</i> R. S.	.	—

	Stärkekörner.	Pag.
<i>Panicum commelinæfol.</i> Rudge	. zus., vieltheil.	507
<i>Urochloa depressa</i> Steud.	. . . . .	—
<i>Helopus annulatus</i> Nees	. einf., kugelig	410
<i>Pennisetum longistylum</i> Hochst	. . . . .	—
— <i>cenchroides</i> Rich.	. . . . .	—
<i>Penicillaria spicata</i> W.	. . . . .	411
<i>Anthephora elegans</i> Schreb.	. . . . .	—
<i>Lappago racemosa</i> W. (?)	—
<i>Lopholepis ornithocephala</i> Decsne.	. . . . .	—
<i>Centotheca lappacea</i> Beauv.	. . . . .	—
<i>Beckera petiolaris</i> Hochst.	. . . . .	—
<i>Arundinella nepalensis</i> Trin.	. zus., vieltheil.	507

IV. Stipaceae.

<i>Dichelachne vulgaris</i> Trin.	. zus., vieltheil.	—
<i>Urachne parviflora</i> Trin.	. . . . .	—
<i>Aristida Hystrix</i> Lin. f.	. . . . .	508
— <i>amplissima</i> Trin.	. . . . .	—
— <i>funiculata</i> Trin.	. . . . .	—
— <i>plumosa</i> Lin.	. . . . .	—
<i>Stipa papposa</i> Nees	} zus., vieltheil. 507 mit einfachen 418, 507 linsenf. K. 508	—
— <i>gigantea</i> Lag.		—
— <i>pennata</i> Lin.		—
<i>Lasiagrostis Calamagrostis</i> Lk.	. . . . .	—

V. Agrostideae.

<i>Nardus stricta</i> Lin.	. zus., vieltheil.	—
<i>Aegopogon cenchroides</i> W.	. . . . .	—
— <i>multisetus</i> Trin.	. . . . .	—
<i>Lycurus phalaroides</i> H. B.	. . . . .	—
<i>Phippsia algida</i> R. Br.	. . . . .	—
<i>Coleanthus subtilis</i> Seid.	. . . . .	—
<i>Alopecurus geniculatus</i> Lin.	. . . . .	—
— <i>alpinus</i> Sm.	. . . . .	—
— <i>pratensis</i> Lin.	. . . . .	—
— <i>utriculatus</i> Schr.	. . . . .	509
<i>Phleum asperum</i> Vill.	. . . . .	—
— (<i>Achnodonton</i>) <i>tenuis</i> Schr.	. . . . .	—
<i>Crypsis schoenoides</i> Lam.	. . . . .	—
<i>Vilfa coromandelina</i> Beauv.	. . . . .	—
<i>Agrostis verticillata</i> Vill.	. . . . .	—
<i>Triachyrum longifolium</i> Hochst.	. . . . .	—
— <i>cordofanum</i> Hochst.	. . . . .	—
<i>Colpodium Steveni</i> Trin.	. . . . .	—
<i>Apera Spica venti</i> Beauv.	. . . . .	—
<i>Muehlenbergia Willdenowii</i> Trin.	. . . . .	—

	Stärkekörner.	Pag.
<i>Cinna arundinacea</i> Lin.	. zus., vieltheil.	509
— <i>racemosa</i> Kth.	—
<i>Echinopogon ovatus</i> Beauv.	510
<i>Lagurus ovatus</i> Lin.	—
<i>Polypogon monspeliensis</i> Desf.	—
<i>Chaeturus fasciculatus</i> Lk.	—
<i>Gastridium australe</i> Beauv.	—
<i>Perotis latifolia</i> Ait.	—
<i>Chamagrostis minima</i> Borckh.	—

VI. Arundinaceae.

<i>Calamagrostis sylvatica</i> DC.	. zus., vieltheil.	—
— <i>Willdenowii</i> Trin.	. . . . .	—
<i>Ammophila arenaria</i> Lk.	. . . . .	—
<i>Arundo mauritanica</i> Desf.	. . . . .	—
<i>Phragmites communis</i> Trin.	. . . . .	—
<i>Gynerium argenteum</i> Nees	. . . . . (?)	511
— <i>cinereum</i> Humb. (?)	. . . . .	510
<i>Ampelodesmos tenax</i> Lk.	. einf., kugelig	411

VII. Pappophoreae.

<i>Pappophorum nigricans</i> R. Br.	} einf., kugelige, 411, 511 unter zus. ges., 511 wenig- u. vielth. K. —	—
— <i>Schimperianum</i> Hochst.		—
— <i>macrostachyum</i> Nees		—
<i>Ptiloneilema plumosum</i> Steud.	. zus., vieltheil.	—
<i>Echinaria capitata</i> Desf.	. . . . .	—
<i>Boissiera bromoides</i> Hochst.	. einf., oval	467
<i>Heteranthelium piliferum</i> Hochst.	. einf., linsenförm.	418
	mit kleinen rundl. K.	—

VIII. Chlorideae.

<i>Ctenium elegans</i> Kth.	. zus., wenigtheilig	511
— <i>chapadense</i> Trin.	. . . . .	—
<i>Microchloa setacea</i> R. Br.	. zus., vieltheilig	—
<i>Chloris petraea</i> Thunb.	. . . . .	—
— <i>submutica</i> H. B.	. . . . .	—
<i>Ctenopsis pectinella</i> Notar.	. . . . .	512
<i>Eleusine coracana</i> Gärt.	. . . . .	—
<i>Dactyloctenium aegyptiacum</i> W.	. . . . .	—
<i>Cynodon Dactylon</i> Pers.	. . . . .	—
<i>Chondrosium</i> Spec.	. . . . .	—
<i>Spartina cynosuroides</i> W.	. . . . .	—
<i>Eutriana oligostachya</i> Kth.	. . . . .	—
<i>Melanocenchrys Royleana</i> Nees	. . . . .	—
<i>Gymnopogon foliosus</i> Nees	. einf., kugelig	411

IX. Avenaceae.

<i>Corynephorus canescens</i> Beauv.	. . . zus., vieltheil.	512
--------------------------------------	------------------------	-----

	Stärkekörner.	Pag.
Deschampsia caespitosa Beauv.	zus., vieltheil.	512
— juncea Beauv.	.	—
— pulchella Trin.	.	—
Airopsis globosa Desv.	.	—
— agrostidea Loisl.	.	—
Trisetum neglectum W.	.	513
— argenteum R. S.	.	—
Avena orientalis Schreb.	.	—
— hirsuta Roth.	.	—
— brevis Roth.	.	—
Gaudinia fragilis Beauv.	.	—
Arrhenatherum elatius M. K.	.	—
Eriachne ampla Nees	.	—
— microphylla Nees	.	—
Tristachya barbata Nees	(?)	—
Danthonia Koestlini Hochst.	.	—
— provincialis DC.	.	—
Uralepis aristulata Nutt.	(?)	—
Triodia decumbens Beauv.	.	—

X. Festucaceae.

Poa nemoralis Lin.	zus., vieltheilig	514
Eragrostis abyssinica Lk.	.	—
Uniola latifolia Michx.	einf., kugelig	411
Brizopyrum siculum Lk.	zus., vieltheilig	514
— acutiflorum Nees	.	—
Briza geniculata Thunb.	.	—
— (Calotheca) triloba Nees	.	—
Glyceria nervata Trin.	.	—
— distans M. K.	.	—
— maritima M. K.	.	—
Catabrosa aquatica Beauv.	.	—
Lophochlaena californica Nees	.	—
— obtusiflora Trin.	.	—
Melica ciliata Lin.	.	515
Molinia coerulea Mnch.	.	—
Koeleria laxa Lk.	.	—
Schismus marginatus Beauv.	.	—
Sesleria elongata Host.	.	—
Cynosurus echinatus Lin.	.	—
Lamarkia aurea Mnch.	.	—
Harpachne Schimperii Hochst.	.	—
Etrosia leporina R. Br.	.	—
Elytrophorus articulatus Beauv.	.	—
Festuca (vd. unten)	.	—
Diarrhena americana Beauv.	.	518

	Stärkekörner.	Pag.
Brachypodium pinnatum Beauv.	einfach, oval	467
Bromus (vd. unten)	.	—

XI. Bambusaceae.

Chusquea Cumingii Nees	einf., kugelig	412
Orthoclada laxa Beauv.	.	—

XII. Hordeaceae

		418, 470
Lolium temulentum Lin.	zus., vieltheilig	519
— canadense Michx.	.	518
Triticum turgidum Lin.	einf., linsenf.	418, 470
— monococcum Lin.	mit kleinen	419, —
— dicoccum Schrank	rundlich. K.	—, —
Agropyrum rigidum R. et S.	.	—, —
— cristatum R. et S.	.	—, —
Secale cereale Lin.	.	—, —
Elymus Engelmanni Hort.	.	—, —
— (Asprella) Hystrix Lin.	.	—, —
Hordeum vulgare Lin.	.	—, —
— himalayense Ritt.	.	—, —
— bulbosum Lin.	.	—, —
Aegilops triuncialis Lin.	.	—, —
— caudata Lin.	.	—, —
Braconnotia elymoides Godr.	.	—, —

XIII. Rottboellaceae.

Psilurus nardoides Trin.	zus., vieltheilig	519
Lepturus incurvatus Trin.	.	—
— filiformis Trin.	.	—
Hemarthria fasciculata Kth.	einf., kugelig	412
Ophiurus aethiopicus Rupr.	einf., kugelig	492
Rottboella arundinacea Hochst.	mit vielen zus.,	412, 492
— campestris Nutt.	wenigtheil. K.	492
Manisuris granularis Sw.	einf., kugelig	412
Andropogon dissitiflorus Michx.	.	—
— (Heteropogon) contortus L.	.	—
— diversiflorus Steud.	.	—
— (Hypogynium) leucostachyus Nees	.	—
— Jschaemum Lin.	.	—
— umbrosus Hochst.	.	—
— laguroides DC.	.	413
— argenteus DC.	.	—
— (Sorghum) cernuus Roxb.	.	—
— — Sorghum Brot.	.	—
— (Chrysopogon) aciculatus Retz.	.	—
— nepalensis H. berol.	.	—
Anthestiria cymbaria Roxb.	.	—

	Stärkekörner.	Pag.		Stärkekörner.	Pag.
<i>Anthestiria pseudo-cymbaria</i> Steud.	einf., kugelig	413	<i>Saccharum spontaneum</i> Lin.	einf., kugelig mit	413
— <i>laxa</i> Andr.	—	—	<i>Erianthus Ravennae</i> Beauv.	vielen zus. ges.,	414
<i>Androscepia gigantea</i> Brongn.	—	—	<i>Lucaea colorata</i> Hochst.	wenigtheiligen K.	492
<i>Imperata arundinacea</i> Cyr.	—	—	<i>Zoysia tenuifolia</i> Willd.	einf., kugelig	414

Dieser Uebersicht füge ich folgende Bemerkungen bei. Unter den einfachen, kugeligen Körnern findet man gewöhnlich einzelne aus 2, 3 und 4 Theilen zusammengesetzte, deren Bruchkörner sich von den einfachen dadurch unterscheiden, dass sie 1—3 (ebene) Bruchflächen haben. Zuweilen sind die zusammengesetzten Formen etwas zahlreicher vorhanden, wie das z. B. bei mehreren Arten von *Andropogon* der Fall ist. In noch grösserer Menge treten sie bei *Erianthus*, *Saccharum* auf, und bei *Lucaea*, *Rottboella*, *Ophiurus* scheinen sie die einfachen an Zahl zu überwiegen. Je häufiger sie vorkommen, aus desto mehr Theilkörnern bestehen ihre zusammengesetztesten Formen. Zwischen den Gattungen der Rottboelliaceen giebt es daher alle möglichen Uebergänge, und sie gehören unverkennbar dem gleichen Typus an. Eine Ausnahme machen jedoch die Gattungen *Psilurus* und *Lepturus*, deren Amylumkörner von denen der übrigen Rottboelliaceen scharf geschieden sind. Noch deutlicher unterscheiden sich *Pharus* unter den Oryzeen, — *Zea* und *Coix* unter den Phalarideen, — *Milium*, *Panicum commelinaefolium*, *Urochloa* und *Arundinella* unter den Panicen, — *Ampelodesmos* unter den Arundinaceen, — *Uniola* unter den mit zusammengesetzten Stärkekörnern begabten Festucaceen. — Einem besondern Typus gehören die Körner von *Bromus*, *Brachypodium* und *Boissiera* an, welche unter sich genau übereinstimmen und eben so charakteristisch von den übrigen Gräsern getrennt sind (*Brachypodium* wurde mit Unrecht von Stuedel neuerdings wieder zu *Festuca* gebracht). — Einen ganz eigenthümlichen Typus findet man ferner bei allen Hordeaceen (mit Ausnahme der einzigen Gattung *Lolium*) und bei *Heterantheium*. — Eigenthümlich und der eben erwähnten Bildung sich in gewisser Beziehung annähernd verhalten sich endlich *Stipa* und *Lasiagrostis*.

Da die Untersuchung einiger *Bromus*- und *Festuca*-Arten einen charakteristischen Unterschied ergab, so wurde es wünschbar, die Constanz desselben für eine grössere Zahl von Species dieser beiden morphologisch und habituell so nahe verwandten Gattungen zu prüfen. Alle untersuchten Arten lieferten genau das nämliche Resultat, so dass es wohl für allgemein gültig ausgesprochen werden darf. Dabei zeigte sich *Bromus giganteus* Lin., der von Stuedel (*Synops. Gramin.* 319) wieder zu *Bromus* gestellt wurde, als ächte *Festuca*. Die untersuchten Arten sind folgende:

Stärkekörner zusammengesetzt, vieltheilig.					
		Pag.	<i>Festuca</i>	(<i>Vulpia</i>)	Pag.
<i>Festuca</i> (<i>Nardurus</i>)	<i>tenuiflora</i> Schr.	518	—	<i>geniculata</i> W.	518
—	<i>Lachenalii</i> Spenn.	516	—	(<i>genuina</i>) <i>glauca</i> Lam.	517
—	(<i>Sclerochloa</i>) <i>rottboellioides</i> Kth.	518	—	<i>petraea</i> Guthn.	516
—	<i>rigida</i> Kth.	—	—	<i>vaginata</i> W. K.	517
—	<i>divaricata</i> Dsf.	—	—	<i>Fenas</i> Lag.	516
—	<i>memphitica</i> Boiss.	—	—	<i>pumila</i> Vill.	—
—	<i>maritima</i> DC.	517	—	<i>flavescens</i> Bell.	—
—	<i>procumbens</i> Kth.	516	—	<i>elegans</i> Boiss.	—
—	(<i>Vulpia</i>) <i>uniglumis</i> Sol.	517	—	<i>pseudo-eskia</i> Boiss.	517
—	<i>ciliata</i> Lk.	518	—	<i>heterophylla</i> Hnk.	516
—	<i>Alopecurus</i> Schousb.	517	—	<i>nigrescens</i> Lam.	517
—	<i>bromoides</i> Lin.	—	—	<i>rubra</i> Lin.	—
—	<i>Myurus</i> Lin.	518	—	<i>dumetorum</i> Lin.	—
—	<i>Broteri</i> Boiss. Reut.	—	—	<i>sabulicola</i> Duf.	518
—	<i>delicatula</i> Lag.	—	—	<i>gigantea</i> Vill.	517
—	<i>cynosuroides</i> Dsf.	—	—	<i>spadicea</i> Lin.	516
—	<i>Stuartina</i> Steud.	517	—	<i>spectabilis</i> Jan.	—
—	<i>tenella</i> W.	518	—	<i>sylvatica</i> Vill.	—
			—	<i>borealis</i> M. K.	517

	Pag.		Pag.
<i>Festuca (genuina) arundinacea</i> Schrb.	516	<i>Bromus inermis</i> Lin.	469
— — <i>elatior</i> Lin.	—	— <i>brizaeformis</i> F. et M.	—
— — <i>Urvilleana</i> Steud.	517	— <i>purgans</i> Lin.	—
— — <i>nutans</i> W.	516	— <i>ciliatus</i> Lin.	468
— — <i>fascicularis</i> Lam.	515	— <i>pendulicus</i> Schrad.	469
— — <i>triflora</i> Desf.	517	— <i>mollis</i> Lin.	—
— — <i>abyssinica</i> Hochst.	—	— <i>brachystachys</i> Horng.	468
— — <i>macrophylla</i> Hochst.	518	— <i>arvensis</i> Lin.	—
<i>Festuca Lolium</i> Balansa	—	— <i>confertus</i> Bbrst.	470
— <i>diversifolia</i> Balansa	516	— <i>secalinus</i> Lin.	469
— <i>Salzmanni</i> Boiss.	—	— <i>velutinus</i> Schrad.	—
<i>Bromus littoralis</i> H. vrat. 1854	518	— <i>commutatus</i> Schrad.	—
		— <i>patulus</i> M. K.	—
		— <i>squarrosus</i> Lin.	468
		— <i>divaricatus</i> Rehd.	469
		— <i>wolgensis</i> Jacq.	468
		— <i>vestitus</i> Nees	469
		— <i>unioloides</i> W.	—
		— <i>Schraderi</i> Kth.	—
		— <i>adoensis</i> Hochst.	468
		— <i>lanceolatus</i> Roth	469
		— <i>longiflorus</i> W.	468
		— <i>laxus</i> Hornem.	—
		— <i>caucasicus</i> Fisch.	—
		— <i>steutensis</i> Trin.	—

Körner einfach, rundlich bis länglich und linsenförmig.

<i>Bromus sterilis</i> Lin.	468
— <i>tectorum</i> Lin.	—
— <i>rigidus</i> Roth.	—
— <i>madritensis</i> Lin.	467
— <i>diandrus</i> Curt.	469
— <i>rubens</i> Lin.	468
— <i>maximus</i> Desf.	467
— <i>Gussonii</i> Parlat.	—
— <i>arduennensis</i> Kth.	469
— <i>asper</i> Murr.	—
— <i>erectus</i> Huds.	468

Die constanten Verhältnisse, welche die Stärkebildung in den Samen der Gräser zeigt, machte es wünschbar, zu erforschen, ob dazu in den übrigen Organen, namentlich in den unterirdischen Theilen, vielleicht gewisse Beziehungen bestehen. Es wurde daher eine Reihe von Gattungen untersucht; das Resultat ist folgendes. — In den unterirdischen Theilen (Wurzelstöcken, Stolonen und Wurzeln) findet sich in der Mehrzahl der Fälle keine Stärke, dagegen viel Zucker und die Zellwandungen sind zuweilen etwas verdickt. In den übrigen Fällen kommt mehr oder weniger Amylum vor, und die Zellen haben meistens nicht verdickte Wandungen.

Keine Stärke wurde gefunden im Wurzelstock und den Stolonen von *Phalaris arundinacea* Lin., — in der Wurzel von *Setaria viridis* Beauv., *S. glauca* Beauv. und *S. verticillata* Beauv., — in der Wurzel von *Pennisetum cenchroides* Rich. und *Anthephora elegans* Schreb., — im Wurzelstock von *Calamagrostis stricta* Spreng., — in den Wurzeln und im Wurzelstock von *Ammophila arenaria* Link., — in den Knollen von *Arrhenatherum elatius* Mert. et Koch (dieselben sind süß), — in den Knollen von *Poa bulbosa* Lin. (die dickwandigen Zellen besitzen einen öligen Inhalt), — in den Wurzeln und im Wurzelstock von *Glyceria spectabilis* Mert. et Koch, — in den Stolonen von *Dactylis littoralis* Willd. und von *Aeluropus niliacus* Steud., — in den Wurzeln und im Wurzelstock von *Bromus asper* Murr., — in den Wurzeln von *Bromus secalinus* Lin. und *B. commutatus* Schrad., — in den Wurzeln und Stolonen von *Agropyrum repens* Beauv. und *A. cristatum* R. et S., — in den Wurzeln und Stolonen von *Elymus arenarius* Lin., — in den Knollen von *Hordeum bulbosum* Lin., — in der Wurzel von *Aegilops triaristata* Willd., — im Wurzelstock von *Andropogon Jschaemum* Lin.

Dagegen wurde Stärke beobachtet in der Wurzel von *Coix Lacryma* Lin., ziemlich häufig in der Wurzelrinde (481), — im Wurzelstock von *Oplismenus colonus* Humb. Kunth, spärlich (481), in den Wurzeln mangelt die Stärke, — im Wurzelstock von *Panicum arenarium* Brot. (481), — in den Stolonen von *Vilfa pungens* Beauv., in Zellen mit stark verdickten Wandungen (481), — im Wurzelstock von *Arundo Donax* Lin. (504), — in den Stolonen von *Cynodon Dactylon* Pers. (481), —

in den Wurzeln von *Molinia coerulea* Moench (453), — in den Wurzeln von *Andropogon muricatus* Retz, ziemlich reichlich (481). — Die Stärkekörner sind selten einfach (bei *Molinia*); der Typus lässt sich nicht ermitteln. Gewöhnlich sind sie zusammengesetzt, gleichtheilig, bald 2—4zählig (*Coix*, *Panicum*, *Andropogon*), bald 2—10zählig (*Oplismenus*, *Vilfa*, *Cynodon*), und bald bis über 200zählig (*Arundo*). — Die Theilkörner sind bei einigen deutlich excentrisch-gebaut.

Cyperaceae. Keine Stärke (sondern Oel) im Embryo. Viel Stärke mit mehr oder weniger Oel und häufig mit drusenförmigen und polyedrischen Plasmakörpern im Sameneiweiss; bei manchen Arten von *Scleria* kann das Amylum von dem Fett ganz verdrängt werden. Die Stärkekörner scheinen immer einfach zu sein und dem centrischen Typus anzugehören, aber bald zur kugeligen, bald zur linsenförmigen und bald zur ovalen Form desselben (470): *Cyperus flavescens* Lin. und *C. strigosus* Lin. (470), *Mariscus umbellatus* Vahl und *M. Jacquini* H. K. (470), *Kyllingia odorata* Vahl (470), *Heleocharis palustris* R. Br. und *H. ovata* R. Br. (470), *Scirpus mucronatus* Lin. und *Sc. maritimus* Lin. (470), *Jsolepis Eckloniana* Schrad. (470), *J. setacea* R. Br. (470), *J. supina* R. Br. (470), *J. Holoschoenus* R. et S. (471), *Fimbristylis dichotoma* Vahl, *F. annua* R. et S. und *F. brizoides* Smith (471), *Eriophorum alpinum* Lin. und *E. vaginatum* Lin. (471), *Rhynchospora fusca* R. et S. (471), *Cladium Mariscus* R. Br. (471), *Chaetospora nigricans* Kunth (471), *Blysmus compressus* Panz. (471), *Carex pulicaris* Lin. (471), *C. arenaria* Lin. (471), *C. maxima* Scop. (471), *C. hordeiformis* Wahlbg. (Körner wie bei den vorhergehenden Arten), *Elyna spicata* Schrad. (471), *Kobresia caricina* Willd. (471).

Von den untersuchten *Scleria*-Arten hatten *S. scindens* Nees und *S. filiformis* Swartz keine, *S. hispidula* Hochst. (471) wenig Stärke, — dagegen *S. bracteata* Cav. (471), *S. triglomerata* Michx. (471), *S. microcarpa* Nees (471) und *S. (Ophryoscleria) Spec.* (471) zahlreiche Körner, die sich wie diejenigen der übrigen Gattungen verhalten.

Die drusenförmigen oder polyedrischen Plasmakörper wurden in grösserer oder geringerer Menge gesehen bei *Cyperus*, *Mariscus*, *Fimbristylis*, *Rhynchospora*, *Cladium*, *Chaetospora*, *Carex*, *Kobresia*, *Scleria*.

Die unterirdischen Theile enthalten Stärke in grösserer oder geringerer Menge. In allen Partien, ebenso in allzu jungen kann dieselbe auch ganz mangeln. Die Körner sind zuweilen einfach, excentrisch-conisch, sehr oft etwas gebogen mit schnabelartigem oder verschmälertem kopfförmigem hinterm Ende: im kriechenden Wurzelstock von *Schoenus mucronatus* Lin. (*Cyperus aegyptiacus* Gloxin.) und *C. esculentus* Lin., in beiden reichlich (431). — Oft ist der Bau der einfachen Körner nicht auszumitteln: im Wurzelstock von *Cyperus polystachyos* Rottb. (454) nicht reichlich, von *Scirpus triquetus* Lin. und *Sc. pungens* Vahl, in beiden reichlich (454), von *Eriophorum capitatum* Host. (454), von *Carex intermedia* Good. und *C. atrata* Lin. in beiden ziemlich spärlich (453), und von *C. riparia* Curt. äusserst spärlich. — In den meisten Fällen aber sind die Körner zusammengesetzt, 2- bis 6zählig, und meist ungleichtheilig, so dass an einem grossen Theilkorn 1—5 kleinere befestigt sind, oder 2- bis 10- und 14zählig und dabei mehr gleichtheilig; darunter kommen einfache Körner in grösserer oder geringerer Menge vor; im Wurzelstock von *Cyperus phymatodes* Mhlbg. (499), von *Mariscus elatus* Vahl (498), von *Abildgaardia monostachya* Vahl (454 und 499), von *Scirpus maritimus* Lin. (482), von *Carex arenaria* Lin. (453 und 499), *C. bicolor* All. (454 und 482), *C. maxima* Scop. (482) und *C. hirta* Lin. (453 und 499), in allen 4 ziemlich reichlich.

Centrolepideae. Keine Stärke (aber Oel) im Embryo. Stärke im Sameneiweiss; die Körner sind zusammengesetzt, gleichtheilig, 2- bis etwa 20zählig: *Centrolepis fascicularis* Labill. (519), *Aphelia cyperoides* R. Br. (519).

Restiaceae. Stärke im Sameneiweiss; die Körner sind zusammengesetzt, bis 1000zählig: *Restio ferruginosus* Link (519), *Anarthria prolifera* R. Br. (519).

Ziemlich reichliche Stärke in den Wurzeln von *Willdenowia teres* Thunb. (482) und im Wurzelstock von *Restio incurvatus* Thunb. (482); die Körner sind zusammengesetzt, 2- bis 10-, selten bis 20zählig, gleich- und ungleichtheilig.

Eriocauloneae. Stärke im Sameneiweiss; Körner zusammengesetzt, bis über 1000zählig: *Paepalanthus caulescens* Kunth. und *P. frigidus* Mart. (519).

Xyrideae. Stärke im Sameneiweiss; Körner zusammengesetzt, bis über 400zählig: *Xyris operculata* Labil. (519), *X. semifusca* (520), *Mayaca Vandellii* Schott et Endl. und *M. Michauxii* Schott et Endl. (520).

Commelynaceae. Stärke im Sameneiweiss; Körner zusammengesetzt, bis über 1700zählig, mehr oder weniger mit einander verwachsen; Bruchkörner verschmolzen, ohne trennende Spalten: *Commelyna coelestis* Willd. und *C.*

medicaulis Burm. (478), *Tinnantia fegax* Scheidw. (478), *Tradescantia virginica* Lin. (478), *Cyanotis cristata* Don (478), *Heteractia pulchella* Kze. (478).

Stärkekörner in den Knollen von *Commelyna hirsuta* R. Br. (431) einfach, excentrisch-kegelförmig, zuweilen sich der Keilform nähernd.

Alismaceae. Stärke mit mehr oder weniger Oel im Keim der (eiweisslosen) Samen; Körner einfach, centrisch-linsenförmig und der ovalen Form sich nähernd: *Lilaea subulata* H. B. (420), *Triglochin Barrelieri* Lois. (420), *Scheuchzeria palustris* Lin. (420), *Alisma ranunculoides* Lin. (420), *Sagittaria sagittaeifolia* Lin. (420), *Actinocarpus Damasonium* Smith (*Damasonium stellatum* Pers. — 420). — *Sagittaria*, *Alisma*, *Lilaea* enthalten wenig, *Triglochin* viel Oel.

Stärke in den unterirdischen Theilen. Die Körner sind einfach, excentrisch-kegelförmig mit Annäherung zur Keilform, oder häufiger von unkenntlichem Bau. Darunter kommen zusammengesetzte, 2- bis 4-zählige und meist ungleichtheilige Körner vor: im Wurzelstock von *Triglochin maritimum* Lin. *) (454) ziemlich reichlich, von *T. Barrelieri* Lois. (431 und 499) sehr reichlich, von *Tetroncium magellanicum* Willd. **) (reichlich), im Wurzelstock und in den Wurzeln von *Scheuchzeria palustris* Lin. ***) (454) ziemlich reichlich, im Wurzelstock von *Alisma Plantago* Lin. †) (454) reichlich mit Oel, im Stengel von *Alisma natans* Lin. ††) und *A. ranunculoides* Lin. †††) (in beiden reichlich), in den Knollen von *Sagittaria sagittaeifolia* Lin. *) (reichlich). — Im Stengel von *Actinocarpus Damasonium* Smith (*Damasonium stellatum* Pers. **) sind die reichlichen Stärkekörner fast alle zusammengesetzt und gehören dem Typ. 14 an.

Butomaceae. Stärke in dem Keim der (eiweisslosen) Samen; Körner einfach, centrisch-linsenförmig bis centrisch-oval: *Butomus umbellatus* Lin. (422), *Limncharis Plumieri* Rich. (422).

Ziemlich reichliche Stärke im Wurzelstock von *Butomus umbellatus* Lin. (454), Typus der Körner unkenntlich; ebenso im Mark des Blüthenschafes von *Butomopsis lanceolata* Kunth ***).

Juncaceae. Stärke im Sameneiweiss, Körner einfach, wahrscheinlich centrisch-linsenförmig: *Luzula nivea* Desv., *L. Forsteri* Desv. und *L. multiflora* Lejeun. (420), *Juncus effusus* Lin. (421), *J. glaucus* Ehrh. (421), *J. balticus* Dethard. (420), *J. capitatus* Weigel (Körner wie bei den vorhergehenden Arten), *J. acutiflorus* Ehrh. (421), *J. bulbosus* Lin. (421).

Die unterirdischen Theile der ausdauernden Arten enthalten wohl immer etwas Stärke; aber es kommt sehr darauf an, die rechte Stelle zu treffen. Es wurde kein Amylum gefunden im Wurzelstock von *Luzula nivea* DC. und *L. lutea* DC., dagegen von *L. spadicea* DC. (454 und 482) ziemlich spärlich; im Wurzelstock von *Juncus balticus* Dethard. (454) wenig reichlich, im Wurzelstock von *J. bulbosus* Lin. spärlich und in den Wurzeln desselben etwas reichlicher (454). Die Körner sind einfach ohne erkennbaren Bau, und zusammengesetzt, 2- bis 8- und 12-zählig, meist ziemlich gleichtheilig.

Asteliceae. Keine Stärke (sondern Oel und Protoplasma) im Sameneiweiss und im Keim: *Astelia linearis* Hook. fil. und *A. Spec.* von Neuseeland.

Flagellariaeae. Stärke im Sameneiweiss; Körner wahrscheinlich einfach, von unerkennbarem Bau: *Flagellaria indica* Lin. (472).

*) Nach Chatin (*Anatomie comparée des végétaux*, *Plantes aquatiques* Pag. 84) soll der Wurzelstock keine oder wenig Stärke enthalten. Die Wurzeln dagegen sind amyllum-haltig, Körner bis 8 Mik. gross.

**) Nach Chatin l. c. Pag. 84.

***) Nach Chatin l. c. enthalten die Wurzeln im innern Parenchym ovale, bis 8 Mik. grosse Amyllumkörner.

†) Nach Chatin l. c. Pl. XII sind die Körner oval, undeutlich-geschichtet und bis 15 Mik. gross.

††) Körner meist oval, mit undeutlicher Schichtung, bis 17 Mik. gross. Dabei zusammengesetzte, wenigzählige, gleich- und ungleichtheilige Körner. — Nach Chatin l. c. Pl. XIII.

†††) Körner meist rundlich, in der Regel nicht über 10 Mik. gross. Dabei zusammengesetzte wenigzählige Körner. — Nach Chatin l. c. Pl. XIV.

*) Körner bis 85 Mik. gross, rundlich bis kegelförmig, unregelmässig, mit undeutlicher Schichtung, oft mit einigen kurzen radialen Rissen ziemlich im Mittelpunkt des Kornes. — Nach Chatin l. c. Pl. XVI.

**) Körner meist aus 2—4 ziemlich gleichgrossen Theilen zusammengesetzt, gewöhnlich oval, bis 20 Mik. gross. — Nach Chatin l. c. Pl. XV.

***) Körner oval, bis 7,5 Mik. gross. — Nach Chatin l. c. Pl. XVIII.

Xerotideae. Ziemlich viel Oel in den dünnwandigen Zellen des Embryo; etwas Oel (und Protoplasma) in den Zellen des Sameneiweisses, deren sehr dicke Wandungen durch Jod schmutzig violett werden; keine Stärke in den reifen Samen: *Xerotes mucronata* R. Br. und *X. flexifolia* R. Br. Auch in den unreifen Samen von *Xerotes Preissii* Endl. mangelt das Amylum.

Keine Stärke wurde gefunden im Wurzelstock von *Xerotes Preissii* Endl. und *X. spartea* Endl. (in Ersterer schöne Krystallbündel und etwas Oel).

Calectasiaeae. Keine Stärke (sondern Oel und Protoplasma) in den Samen: *Calectasia cyanea* R. Br.

Philydreae. Stärke im Sameneiweiss von *Philydrum lanuginosum* Gärt. (422); Körner einfach, centrisch-oval.

Melanthaceae. Keine Stärke im Sameneiweiss und im Keim: *Tofieldia calyculata* Wahlenbg., *Veratrum album* Lin. und *V. angustifolium* Pursh (in beiden viel Oel), *Sabadilla officinarum* Brandt (viel Oel in den Eiweisszellen, deren ziemlich dicke Wandungen durch Jod schmutzig violettroth werden), *Colchicum autumnale* Lin. (etwas Oel und Protoplasma in den ziemlich dickwandigen Eiweisszellen).

Stärke in den unterirdischen Theilen; Körner einfach von excentrischem aber weiter nicht erkennbarem Bau, und zusammengesetzt, 2–8zählig, gleich- oder ungleichtheilig: im Wurzelstock von *Tofieldia calyculata* Wahlenbg. (454), im Wurzelstock und in den Wurzelasern von *Veratrum album* Lin. (455 und 499), in den Knollen von *Bulbocodium vernum* Lin. (455 und 499), von *Colchicum autumnale* Lin. (482) und *C. variegatum* Lin. (482).

Pontederaceae. Keine Stärke (sondern Oel) im Embryo. Stärke im Sameneiweiss; Körner einfach, wahrscheinlich centrisch, verlängert: *Heteranthera limosa* Vahl (423), *Pontederia* Spec. (423), *Reussia triflora* Endl. (423), *Eichhornia tricolor* M. Seubert (423).

Stärke im Wurzelstock von *Monochoria plantaginea* Kth. (482); Körner zusammengesetzt, 2- bis 10- und 16zählig, ziemlich gleichtheilig.

Liliaceae. Keine Stärke in den Samen (im Embryo und Albumen; Zellen des Letztern oft dickwandig, durch Jod braun bis violett sich färbend): *Lilium Martagon* Lin. (viel Oel), *Fritillaria imperialis* Lin. (etwas Oel nebst Protoplasma in den Eiweisszellen mit stark verdickten, porösen Wandungen), *Funkia ovata* Spreng. (viel Oel in den dünnwandigen Eiweisszellen), *Bellevallia romana* Rchb. (*Hyacinthus* r. Lin., etwas Oel nebst Protoplasma in den Eiweisszellen mit stark verdickten Wandungen), *Uropetalum serotinum* Ker. (ziemlich viel Oel in den etwas dickwandigen, sehr schön porösen Eiweisszellen), *Scilla biflora* Ruiz (viel Oel in den ziemlich dickwandigen, mit grossen Poren versehenen Albumenzellen), *Allium hymenorrhizon* Ledeb., *Anthericum Liliago* Lin. (bei beiden viel Oel nebst Protoplasma in den nicht verdickten Eiweisszellen), *Bulbine semibarbata* Spreng. (viel Oel in den wenig dickwandigen Eiweisszellen), *Dianella longifolia* R. Br. (viel Oel in den etwas dickwandigen Albumenzellen), *Asparagus officinalis* Lin. (etwas Oel nebst Protoplasma in den dickwandigen Eiweisszellen), *Dracaena fragrans* Gawl. (kein Oel in den Albumenzellen mit sehr dicken, prächtig porösen Wandungen), *Narthecium ossifragum* Huds. (viel Oel nebst Protoplasma).

Reichliche Stärke nebst wenig Oel und viel Protoplasma in dem Eiweiss der noch unreifen Samen von *Lilium bulbiferum* Liu. (472); Körner einfach von nicht erkennbarem Bau. — In den unreifen Samen von *Anthericum ramosum* Liu. mangelt das Amylum in allen Stadien gänzlich; ebenso im Embryo und Albumen von *Asparagus officinalis* Lin.

In den unterirdischen Theilen einiger Gattungen mangelt die Stärke: in der Zwiebel und in den Wurzeln von *Allium ursinum* Lin. und von *A. narcissiflorum* Vill., in der Zwiebel und im Wurzelstock von *A. fallax* M. Biebrst. und von *A. Schoenoprasum* Lin., in der Zwiebel von *A. Victorialis* Lin., *A. moschatum* Lin., *A. rotundum* Lin., *A. vineale* Lin. und *A. carinatum* Lin., in den Brutzwiebeln des Blütenstandes von *A. Ampeloprasum* Lin., — im Wurzelstock von *Asphodelus fistulosus* Lin., in den Wurzeln von *A. ramosus* Lin., — im Wurzelstock von *Anthericum ramosum* Lin. — Bei *Allium* findet sich meistens mehr oder weniger Oel.

Bei den meisten Gattungen enthalten die unterirdischen Theile reichliche Stärke. Die Körner sind einfach, excentrisch und dabei keilförmig oder zusammengedrückt, seltener kegelförmig oder verkehrt-kegelförmig oder verlängert: in der Zwiebel von *Erythronium Dens-canis* Lin. (440), von *Tulipa Gessneriana* Lin. und *T. sylvestris* Lin. (440), von *Fritillaria Meleagris* Lin. (440), von *Lilium candidum* Lin. und *L. bulbiferum* Lin. (440), von *Muscari botryoides* Mill. (441),

Scilla autumnalis Lin. (441), *Sc. peruviana* Lin. (431), *Ornithogalum umbellatum* Lin. (432), — im Wurzelstock von *Hemerocallis fulva* Lin. (448). — Bei andern Gattungen und Arten kommen, neben einfachen, viele zusammengesetzte, zuweilen auch halbzusammengesetzte Körner vor. Die einfachen Körner sind dann meistens kleiner und ohne erkennbaren Bau; die zusammengesetzten sind 2- bis 8zählig, meist ungleichtheilig, bald körperlich, bald 1- und 2reihig: in der Zwiebel von *Gagea lutea* Schult. (455 und 499) und *G. stenopetala* Rchbch. (455), von *Hyacinthus orientalis* Lin. (441, 476 und 480), im Wurzelstock von *Narthecium ossifragum* Huds. (455 und 499). — Seltener bilden die zusammengesetzten Körner die Mehrzahl; sie sind 2- bis 20zählig und meist ungleichtheilig: in der Zwiebel von *Scilla maritima* Lin. (499). — Im Wurzelstock von *Gloriosa superba* Lin. kommen nach der Beschreibung von Münter (Bot. Zeit. 1845, Pag. 193) ebenfalls zusammengesetzte Körner vor.

Aphyllanthae. Keine Stärke (sondern Oel und Protoplasma) im Embryo und im Eiweiss unreifer Samen von *Xanthorrhoea australis* R. Br. und unreifer Samen von *Johnsonia acaulis* Endl.

Keine Stärke wurde im Wurzelstock von *Aphyllanthes monspeliensis* Lin. gefunden.

Smilacae. Keine Stärke im Embryo und im Sameneiweiss. Das Letztere enthält Oel und Protoplasma in Zellen mit stark verdickten Wandungen, die sich durch Jod meist schmutzig violett färben: *Convallaria latifolia* Jacq., *Smilax aspera* Lin. — Auch in den unreifen Samen kommt keine Stärke sondern Oel vor, bei *Convallaria Polygonatum* Lin. und *C. multiflora* Lin.

Reichliche Stärke in den unterirdischen Theilen einiger Gattungen; die Körner sind einfach, excentrisch-kegelförmig, seltener der Keilform sich nähernd: im Wurzelstock von *Paris quadrifolia* Lin. (432) und von *Trillium rhomboideum* Michx. (432). Bei *Smilax* sind die Körner in der Mehrzahl zusammengesetzt, 2- bis 8zählig, gleichtheilig, während die einfachen ihren Bau nicht erkennen lassen: in der *Sassaparillwurzel* (482) und im Wurzelstock von *Smilax China* Lin. (455 und 483.)

Dagegen mangelt die Stärke in den unterirdischen Theilen von *Convallaria* und *Majanthemum*: im Wurzelstock von *Convallaria Polygonatum* Lin., *C. latifolia* Jacq., *C. multiflora* Lin., im Wurzelstock und in den Wurzeln von *C. majalis* Lin., im Wurzelstock von *Majanthemum bifolium* DC.

Ophiopogoneae. Keine Stärke (sondern Oel) in den noch nicht reifen Samen von *Ophiopogon pallidus* Wall.

Herrerieae. Keine Stärke (sondern Oel und Protoplasma) in den Samen von *Herreria stellata* R. P.

Eriospermeae. Keine Stärke (sondern Oel) in den Samen: *Eriospermum latifolium* Jacq. und *E. Spec.* vom Cap.

Dioscoreae. Keine Stärke (sondern Oel nebst Protoplasma) in den Samen: *Testudinaria rupicola* Eckl. und *Dioscorea brasiliensis* Willd. (bei beiden viel Oel in den wenig dickwandigen Eiweisszellen), *Tamus communis* Lin. (wenig Oel in den Eiweisszellen mit stark verdickten, durch Jod gelbgefärbten Wandungen).

Reichliche Stärke in den unterirdischen Theilen; die Körner sind einfach und excentrisch, dabei keilförmig seltener kegelförmig oder verlängert; unter den einfachen finden sich zuweilen halb- und ganz zusammengesetzte Körner: in den Knollen von *Dioscorea Batatas* Decsne., *D. sativa* Lin. und *D. alata* Lin. (441), im Wurzelstock von *Tamus communis* Lin. (449).

Taccaceae. Keine Stärke (sondern Oel und Protoplasma) in den Samen von *Tacca pinnatifida* Lin.

Stärke im Wurzelstock von *Tacca pinnatifida* Lin. (483); Körner zusammengesetzt, wenigzählig.

Hydrocharideae. Stärke und Oel in dem Keim der (eiweisslosen) Samen; die Körner sind einfach, centrisch-oval, seltener centrisch-linsenförmig: *Stratiotes aloides* Lin. (423), *Damasonium indicum* Willd. (*Ottelia alismoides* Rich., — 423) mehr Stärke, *Hydrocharis morsus-ranae* Lin. (423) mehr Oel.

Stärke im Wurzelstock und in den Ausläufern von *Vallisneria spiralis* Lin. (449), und im Wurzelstock von *Enhalus acoroides* Rich.* (reichlich); bei beiden sind die Körner einfach, excentrisch, kegelförmig oder verlängert. *Amylum*

*) Körner bis 57,5 Mik. gross; oval, elliptisch, länglich oder kegelförmig; bis 2½ mal so lang als breit; mit zahlreichen, regelmässigen Schichten; Kern stark-excentrisch, vorderes Ende gleichbreit oder schmaler als das hintere. — Nach Chatin (*Anatomie comparée des végétaux, Plantes aquatiques Pl. VI*).

Körner von unentwickeltem und unbekanntem Bau finden sich im Stengel von *Damasocium indicum* Willd. (*Ottelia alismoides* Rich. ziemlich reichlich^{*)}, von *Hydrilla ovalifolia* Rich.^{**}) (reichlich), *H. muscoides* Planchon^{***}) und *H. najadifolia* Zoll. et Mor. †), von *Anacharis chilensis* Planch. ††) und *A. canadensis* Planch. †††), von *Udora cordofana* Hochst.^{*)} und *U. guianensis* Steud.^{**}). — Keine Stärke wurde im Wurzelstock von *Stratiotes aloides* Lin. gefunden.

Burmanniaceae. Keine Stärke (sondern Oel) in den Samen: *Burmannia coelestis* Don und *B. Spec.*, *Apteris orobanchoides* Hook.

Irideae. Keine Stärke in den Samen, wenig Oel und Protoplasma in den Eiweisszellen, deren stark verdickte Wandungen durch Jod bald gelb und gelbbraun, bald schmutzig rothviolett und violett gefärbt werden: *Sisyrinchium affine* Schulz., *S. flexuosum* Spreng., *Iris acuta* Willd., *J. pallida* Lam., *Pardanthus chinensis* Ker., *Meristostigma silenoides* Dietr., *Anomatheca cruenta* Lindl., *Gladiolus segetum* Ker., *Trichonema roseum* Ker., *Crocus speciosus* Biebrst.

Reichliche Stärke in den unterirdischen Theilen. Die Körner sind zuweilen einfach, excentrisch, oval und verlängert; dabei bald dem verkehrtkegelförmigen Typus sich nähernd, bald etwas zusammengedrückt: im Wurzelstock von *Iris florentina* Lin., *J. pallida* Lam. und *J. sambucina* Lin. (449). — Häufiger sind die Körner zusammengesetzt, 2- bis 8- und 12- seltener bis 20zählig, meist gleichtheilig: in den Zwiebelknollen von *Meristostigma silenoides* Dietr. (483), von *Gladiolus communis* Lin. (483), von *Trichonema Bulbocodium* Ker. (483), von *Crocus sativus* All. (483) und *C. vernus* Smith. (504).

Haemodoraceae. Keine Stärke im Embryo; Stärke im Sameneiweiss. Die Körner sind zuweilen einfach und scheinen dem centrisc-ovalen Typus anzugehören: *Lachnanthes tinctoria* Ell. (423). Häufiger sind die Körner zusammengesetzt, 2-12zählig, gleichtheilig: *Barbacenia Rogieri* Hort. (492), *Wachendorfia hirsuta* Thunb. (492), *Haemodorum Spec.* (492). — In den Samen von *Dilatris umbellata* Lin. (*D. corymbosa* Thunb.)? wurde kein Amylum, sondern Oel und Protoplasma gefunden.

Stärke in den unterirdischen Theilen; die Körner sind einfach ohne erkennbaren Bau, und zusammengesetzt, 2 bis 6zählig, gleichtheilig: in den Wurzeln von *Conostylis involucrata* Endl. (455), im Wurzelstock von *Anigosanthus rufa* Labill. (483).

Hypoxideae. Keine Stärke in den Samen; Oel und etwas Protoplasma in den Eiweisszellen mit etwas dicken, schön porösen Wandungen bei *Hypoxis decumbens* Lin.

Keine Stärke in den Wurzeln und im Wurzelstock von *Hypoxis abyssinica* Hochst.

Amaryllideae. Keine Stärke (sondern Oel und Protoplasma) in den Samen: *Alstroemeria versicolor* R. P., *Narcissus poeticus* Lin. (bei beiden sind die Wandungen der Eiweisszellen stark verdickt und werden durch Jod schmutzig violettroth gefärbt), *Zephyranthes Atamasco* Herb. (Eiweisszellen dünnwandig).

Stärke in den unterirdischen Theilen; die Körner sind meist einfach, dabei bald sicher excentrisch, keilförmig oder zusammengedrückt, bald von wenig ausgesprochenem Bau, obgleich ziemlich gross; mit den einfachen kommen zuweilen halbzusammengesetzte und zusammengesetzte Körner vor, letztere einreihig und 2- bis 5zählig, oder körperlich ungleichtheilig und 2-9zählig: in der Zwiebel von *Galanthus plicatus* Bbrst. (455), *G. nivalis* Lin. (441 und 499), von *Leucojum vernum* Lin. (441), von *Sternbergia lutea* Ker. (455), von *Narcissus poeticus* Lin. (456).

*) Körner oval oder nierenförmig, bis 10 Mik. gross. — Nach Chatin l. c. Pl. I.

**) Körner bis 17,5 Mik. gross, rundlich bis länglich-oval und kegelförmig, bis doppelt so lang als breit; die einen etwas unregelmässig. — Nach Chatin l. c. Pl. IX.

**) Körner bis 15 Mik. gross. — Nach Chatin l. c. Pag. 23.

†) Körner länglich und länglich-kegelförmig, seltener oval, bis 3 mal so lang als breit; bis 12 Mik., im Grunde des Stengels bis 15 Mik. gross. — Nach Chatin l. c. Pl. IX.

††) Körner rundlich oder oval, bis 15 Mik. gross. — Nach Chatin l. c. Pl. X.

†††) Körner bis 10 Mik. gross. — Nach Chatin l. c. Pl. X.

*) Körner rundlich bis länglich, bis 10 Mik. gross. Nach Chatin l. c. Pl. XI.

**) Körner rundlich oder länglich, unregelmässig, mit undeutlichen Schichten, bis 35 Mik. gross. — Nach Chatin l. c. Pl. XI.

Agaveae. Keine Stärke in den Samen; viel Oel und Protoplasma in den dünnwandigen Eiweisszellen von *Agave polyanthoides* Schied.

Bromeliaceae. Stärke im Sameneiweiss; Körner zusammengesetzt, 2- bis 6- und 12zählig, gleichtheilig, gemischt mit einfachen, die wahrscheinlich dem centrisc-kugeligen Typus angehören: *Billbergia zebrina* Lindl. (414 und 493), *Hohenbergia strobilacea* Schult. f. (414 und 493), *Pitcairnea albucaefolia* Schrad. und *P. punicea* Lindl. (414 und 493), *Dyckia remotiflora* Otto (493).

Wenig reichliche Stärke im Wurzelstock von *Billbergia amoena* Lindl. (432 und 483); Körner einfach, excentrisch-kegelförmig und zusammengesetzt, 2- bis 4zählig, meist gleichtheilig.

Orchideae. Keine Stärke (sondern Oel) in den Samen von *Gymnadenia odoratissima* Rich.

Keine Stärke wurde gefunden in den Knollen von *Sturmia Loeselii* Rehbch. Die unterirdischen Theile der meisten übrigen einheimischen Orchideen, ebenso die Knollen der tropischen Arten enthalten dagegen, ausser Salep, auch Amylum, und zwar ist bei beiden der Erstere in den grossen, das Letztere in den kleinen Parenchymzellen enthalten. Die Körner sind meist einfach, von nicht erkennbarem Bau oder excentrisch und von wenig bestimmtem Typus (kegelförmig, verlängert und zusammengedrückt): in den Knollen von *Orchis globosa* Lin. (ziemlich reichlich), *O. militaris* Lin., *O. latifolia* Lin. und von *O. mascula* Lin. (456), von *Platanthera bifolia* Rich. (456), von *Himantoglossum hircinum* Rich. (449) ziemlich reichlich, von *Coelogyne fimbriata* Lindl. (456), von *Phajus grandifolius* Lour. (442). Neben den einfachen kommen einzelne zusammengesetzte, 2- bis 5zählige Körner vor. Seltener sind alle Körner zusammengesetzt, bis 40zählig, so im Wurzelstock von *Cypripedium Calceolus* Lin. (505) ziemlich reichlich.

Zingiberaceae. Keine Stärke (sondern Oel und Protoplasma) im Embryo; Stärke im Sameneiweiss. Die Körner sind zusammengesetzt und bestehen aus vielen tausend Theilkörnern. Meistens sind die zusammengesetzten Körner und die Theilkörner durch Druck mit einander verwachsen und bilden eine gleichförmige, parenchymatische oder körnige Masse: *Zingiber officinale* Rosc. (478), *Amomum Cardamomum* Lin. und *A. granum-paradisi* Afzel. (479), *Elettaria Cardamomum* White (479), *Hedychium Gardnerianum* Wall. (479), *Costus* Spec. (479). — Im Sameneiweiss von *Globba marantina* Lin. (447) sind die Amylumkörner einfach, wahrscheinlich excentrisch.

Stärke in den unterirdischen Theilen; Körner einfach, excentrisch, theils keilförmig und zusammengedrückt, theils conisch und verlängert, darunter einzelne wenigzählige zusammengesetzte Körner: im Wurzelstock von *Zingiber officinale* Rosc. (442), in den Knollen von *Curcuma Zedoaria* Salisb. (442), im Wurzelstock von *Curcuma leucorrhiza* Roxb. (442, 529), von *C. longa* Lin. und *C. angustifolia* Roxb. (442), von *Hedychium flavescens* Carey (442), *H. Gardnerianum* Wall. (450), von *Alpinia Galanga* Sw. (450) von *Costus speciosus* Smith, *C. spiralis* Rosc. und *C. comosus* Rosc. (450).

Cannaceae. Keine Stärke (sondern Oel) im Embryo; Stärke im Sameneiweiss. Bei einer Gattung sind die Körner einfach, scheibenförmig von unbekanntem Bau: *Canna indica* Lin. und *C. gigantea* Desf. (448). Bei einer andern kommen neben ähnlichen einfachen Körnern zusammengesetzte vor, 2- bis 8zählig, mit undeutlichen Theilungslinien: *Maranta ramosissima* Wall. (448) und *M.* Spec. (479). Bei einer dritten Gattung endlich sind alle Körner zusammengesetzt, 2- bis 10- und mehrzählig, die Theilkörner und auch zum Theil die Körner mit einander verschmolzen: *Thalia dealbata* Fras. (479).

Reichliche Stärke in den unterirdischen Theilen. Meistens sind die Körner einfach, excentrisch und dabei gewöhnlich keilförmig oder zusammengedrückt, seltener kegelförmig; unter den einfachen kommen häufig halbzusammengesetzte und zusammengesetzte Körner vor, Letztere einreihig oder körperlich, gleich- und ungleichtheilig: in den Stolonen von *Maranta arundinacea* Lin. (443), im Wurzelstock von *Canna albiflora* Hort. (444), *C. Altensteinii* Bouché (444), *C. coccinea* Ait. (444, 480), *C. cubensis* Hort. (445), *C. discolor* Lindl. (445), *C. edulis* Ker. (445), *C. elegans* Hort. (444), *C. floribunda* Hort. (444), *C. gigantea* Desf. (445), *C. glauca* Lin. (445), *C. heliconiaefolia* Hort. berol. (445), *C. indica* var. *aureo-vittata* Hort. (445), *C. lagunensis* Lindl. (445, 477, 480, 499), *C. lanuginosa* Bosc. (444, 477, 480), *C. limbata* Rosc. (444), *C. Linkii* Bouché (443), *C. pedunculata* Sims. (443, 480, 499), *C. picta* Hort. (443), *C. ramosa* Hort. (444), *C. spectabilis* Hort. (444), *C. variegata* Hort. (444), *C. vittata* Hort. (444). — Seltener sind alle oder die meisten Körner zusammengesetzt, wenigzählig, gleichtheilig: im Wurzelstock von *Maranta indica* Rosc. (484), von *Calathea bicolor* Steud. (484).

Musaceae. Stärke im Sameneiweiss, Körner wahrscheinlich die meisten zusammengesetzt, 2- bis über 12zählig, die Theilkörner mit einander verschmolzen: *Heliconia* Spec. (479).

Stärkekörner in der Frucht von *Musa paradisiaca* Lin. (450) einfach, excentrisch, verlängert.

Najadeae. Stärke und Oel fast in gleicher Menge in dem (eiweisslosen) Embryo. Körner einfach, wahrscheinlich centrisch und dabei oval, kugelig oder zusammengedrückt; unter den einfachen kommen seltener (bei *Ruppia*) zusammengesetzte Körner vor, 2—5zählig, meist ungleichtheilig: *Najas major* Roth (423), *Zostera marina* Lin. (423), *Ruppia maritima* Lin. (424 und 504), *Zannichellia pedicellata* Fries (424), *Althenia filiformis* Petit (424), *Potamogeton natans* Lin. und *P. praelongus* Wulf. (424).

Ziemlich reichliche Stärkekörner im Wurzelstock von *Zostera nana* Roth (432) einfach, excentrisch, conisch. — Keine Stärke in den Wurzeln und kriechenden Stengeln von *Najas major* Roth.

Lemnaceae. Keine Stärke in den Samen (nach einer Mittheilung von Gasparrini).

Aroideae. Keine Stärke (sondern Oel) im Embryo; Stärke im Sameneiweiss. Die Körner sind zuweilen einfach und scheinen dann bald dem centrischen ovalen und kugeligen, bald dem excentrischen verlängerten Typus anzugehören: Ersteres bei *Anthurium acaule* Sweet. (424) und *Calla palustris* Lin. (424), Letzteres bei *Colocasia odora* Brongn. (451). In andern Fällen sind die Körner zusammengesetzt, meist gleichtheilig, bald aus weniger zahlreichen (bis 12 und 20), bald aus vielen (bis 400 und darüber) Theilkörnern bestehend: Ersteres bei *Pistia texensis* Klotzsch und *P. Stratiotes* Lin. (493), Letzteres bei *Arum orientale* Bbrst. (520) und *Zantedeschia aethiopica* Spreng. (520).

Stärke in den unterirdischen Theilen. Manchmal sind die Körner einfach und dabei bald ohne erkennbaren Bau, bald excentrisch-verlängert: Ersteres im Wurzelstock von *Calla palustris* Lin. (456) und *Acorus Calamus* Lin. (456), Letzteres im Wurzelstock von *Caladium seguinum* Vent. (450) und von *Philodendron grandifolium* Schott (450). Seltener sind die Körner zusammengesetzt, 2- bis 10zählig, meist ungleichtheilig: im Wurzelstock von *Arum maculatum* Lin. und *A. ternatum* Thunb. (500).

Typhaceae. Keine Stärke (sondern Oel) im Embryo; viel Oel und weniger Stärke im Sameneiweiss. Körner einfach von nicht erkennbarem Bau bei *Sparganium natans* Lin. (472); — zusammengesetzt, vielzählig bei *Typha tenuifolia* H. B. (520).

Ziemlich reichliche Stärke in den unterirdischen Theilen. Körner zusammengesetzt, bis 12- und 20zählig, gleich- oder ungleichtheilig, zuweilen mit einzelnen einfachen Körnern von unerkennbarem oder excentrischem Bau: im Wurzelstock von *Typha minima* Hoppe (500) und von *Sparganium ramosum* Huds. (484).

Pandaneae. Keine Stärke (sondern Oel) im Embryo und im Sameneiweiss bei *Pandanus* Spec.

Palmae. Keine Stärke in den Samen. Viel Oel und Protoplasma in den dünnwandigen Zellen des Embryo. Die Zellen des Sameneiweisses sind zuweilen ebenfalls dünnwandig und reich an Oel: *Attalea funifera* Mart. Häufiger sind sie sehr dickwandig, oft schön porös, und enthalten weniger Oel nebst Protoplasma: *Phoenix dactylifera* Lin., *Chamaerops humilis* Lin., *Manicaria saccifera* Gärt.

Keine Stärke im Fruchtfleisch von *Phoenix dactylifera* Lin. — Reichliche Stärke im Marke des Samens von *Sagus Rumphii* Willd. (500, 529) und anderer Palmen; Körner zusammengesetzt, wenigzählig, ungleichtheilig.

Dicotyledonen, Apetalen.

Chloranthaceae. Keine Stärke (viel Oel) in den Samen: *Chloranthus brachystachys* Blume, *Sarcandra chloranthoides* Gardn.

Piperaceae. Stärke im Sameneiweiss; die Körner sind zusammengesetzt, bis 4000zählig; zusammengesetzte und Theilkörner zuweilen in eine gleichförmige Masse verschmolzen (479): *Piper nigrum* Lin. und *P. Cubeba* Lin. (520), *Potomorphe sidaefolia* Miq. (520), *Peperomia maculosa* Hook. (520).

Stärke im Wurzelstock von *Peperomia monostachya* R. P. (500), Körner zusammengesetzt, 2- bis 4zählig, ungleichtheilig.

Saurureae. Stärke im Sameneiweiss; Körner zusammengesetzt, 2- bis 5- und 10zählig, gleichtheilig: *Aponogeton distachyum* Thunb. (493).

Ziemlich reichliche Stärke im Wurzelstock von *Saururus cernuus* Lin. (429); Körner einfach, excentrisch. Zusammengesetzte Körner in den Knollen von *Aponogeton* (484) wenigzählig, gleichtheilig.

Ceratophylleae. Stärke nebst Oel und Protoplasma im (eiweisslosen) Embryo; Körner einfach, centrisch-oval: *Ceratophyllum submersum* Lin. (424).

Callitrichineae. Keine Stärke (sondern Oel und Protoplasma) in den Samen; zuweilen einzelne wenige kleine Amylumkörnchen (vielleicht vor der Reife): *Callitriche autumnalis* Lin., *C. verna* Lin.

Podostemeae. Keine Stärke (sondern Oel und Protoplasma) im Embryo und im Sameneiweiss; nur in einzelnen wenigen Zellen der äussern Samenhaut finden sich rundliche oder rundlich-eckige, bis 5 Mik. grosse Stärkekörnchen: *Mniopsis scaturiginum* Mart., *Podostemon* Spec., *Mourera* Spec.

Casuarineae. Keine Stärke (sondern viel Oel) in den Samen: *Casuarina equisetifolia* Forst.

Myriceae. Keine Stärke (sondern viel Oel) in den Samen: *Myrica* Gale Lin.

Betulaceae. Keine Stärke (sondern Oel) in den Samen: *Alnus viridis* DC., *Betula pubescens* Ehrh. (die Zellen der Samenlappen trennen sich leicht von einander).

Cupuliferae. Keine Stärke (sondern viel Oel nebst Protoplasma) in den Samen von *Ostrya vulgaris* Willd., *Carpinus Betulus* Lin. und *Corylus Avellana* Lin. In den unreifen Samenlappen von *Corylus* (493) ist Stärke enthalten; die meisten Körner zusammengesetzt, 2- bis 8zählig, gleichtheilig. — Einfache Stärkekörner von nicht erkennbarem Bau und Oel (Letzteres in grösserer Menge) nebst Protoplasma in den Cotyledonen von *Fagus sylvatica* Lin. (472); die übrigen Theile des Embryo enthalten nur Oel. — Viel Stärke und wenig Oel in den Samenlappen von *Castanea vesca* Gärt. (472), von *Quercus pedunculata* Willd. (472, 504), *Q. Cerris* Lin. (472), *Q. ilicifolia* Wagnhm. (472). Die meisten Körner sind einfach, excentrisch von nicht weiter entwickeltem Typus; dabei zusammengesetzte wenigzählige Körner.

Die jungen Gallen der Eichen enthalten meistens im Innern ein mit reichlicher Stärke gefülltes Parenchym.

Ulmaceae. Keine Stärke (sondern Oel und Protoplasma) in den Samen: *Ulmus campestris* Lin.

Celtideae. Keine Stärke (sondern viel Oel) in den Samen (im Eiweiss und im Keim): *Celtis australis* Lin.

Moreae. Keine Stärke (sondern viel Oel) in den Samen: *Broussonetia papyrifera* Vent., *Ficus Carica* Lin., *Dorstenia Contrajerva* Lin.

Reichliche Stärke im Wurzelstock von *Dorstenia brasiliensis* Lin. (456 und 505) und *D. Contrajerva* Lin. (505); Körner zusammengesetzt, bis 60zählig; darunter einfache von nicht erkennbarem Bau.

Artocarpeae. Keine Stärke (sondern Oel) in den Samen: *Trophis aspera* Retz.

Urticaceae. Keine Stärke (sondern viel Oel und Protoplasma) in den Samen: *Urtica Dodartii* Lin., *Parietaria micrantha* Ledeb.

Keine Stärke in der Wurzel von *Urtica pilulifera* Lin. — Spärliche Stärke im Wurzelstock von *Parietaria diffusa* Mert. et Koch. (457 und 484), Körner einfach von nicht erkennbarem Bau und zusammengesetzt, 2- bis 4zählig, gleichtheilig.

Cynocrambeae. Keine Stärke (sondern Oel und Protoplasma) in den Samen; *Thelygonum Cynocrambe* Lin.

Keine Stärke in der Wurzel von *Thelygonum Cynocrambe* Lin.

Cannabineae. Keine Stärke (sondern viel Oel) in den Samen: *Cannabis sativa* Lin., *Humulus Lupulus* Lin. — Auch den unreifen Samen von *Cannabis sativa* Lin. mangelt das Amylum in jedem Stadium.

Antidesmeae. Keine Stärke (sondern Oel und Protoplasma) in den Samen: *Antidesma diandrum* Heyne.

Forestiereae. Keine Stärke (sondern Oel) im Sameneiweiss; in den Samenlappen viel Oel und ziemlich viel Stärke, Körner wahrscheinlich einfach, ohne erkennbaren Bau: *Forestiera acuminata* Poir. (473).

Garryaceae. Keine Stärke in den Samen; Oel und Protoplasma in den etwas dickwandigen Zellen des Eiweisses: *Garrya laurifolia* Hartw. und Var. *G. Lindleyi*.

Plataneae. Keine Stärke (sondern Oel und Protoplasma) in den Samen: *Platanus orientalis* Lin.

Balsamifluae. Keine Stärke (sondern Oel) in den Samen: *Liquidambar styraciflua* Lin.(?)

Salicineae. Keine Stärke (sondern Oel und Protoplasma) in den Samen: *Salix amygdalina* Lin.

Chenopodeae. Keine Stärke (sondern Oel nebst Protoplasma) im Embryo; Stärke im Sameneiweiss, soweit ein solches vorhanden ist (sodass also Samen mit spärlichem Albumen stärkearm, und solche ohne Albumen stärkeelos sind); Körner zusammengesetzt, aus sehr vielen (bis 30000) und kleinen Theilkörnern bestehend, leicht zerfallend und die Zellen als gleichförmige körnige Masse erfüllend: *Atriplex hortensis* Lin. und *A. hastata* Lin. (521), *Axyris amarantoides* Lin. (521), *Acnida tuberculata* Moq. (521), *Spinacia glabra* Mill. (521), *Pauderia pilosa* F. et M. (521), *Blitum capitatum* Lin. (521), *Ambrina graveolens* Moq. (521), *Beta orientalis* Heyn. und *B. vulgaris* Lin. (521), *Echinopsilon hyssopifolium* Moq. (521), *Kochia scoparia* Schrad. (521), *Cyclolepis platyphylla* Moq. (521), *Teloxys aristata* Moq. (521), *Chenopodium Quinoa* Willd. (521), *Acroglochis chenopodioides* Schrad. (522), *Hablitzia tamnoides* Bbrst. (522), *Basella alba* Lin. und *B. ramosa* Jacq. (522), *Schoberia corniculata* Meyer und Sch. salsa Meyer (522), *Monolepis chenopodioides* Moq. (522), *Corispermum hyssopifolium* Lin. und *C. Marshallii* Steven (522).

Keine Stärke in den Samen von *Schoberia altissima* Meyer, *Anabasis aphylla* Lin., *Halimocnemis sclerosperma* Meyer (die Zellen der Samenlappen sind in Reihen geordnet, die sich leicht von einander trennen), *Salsola Kali* Lin., *S. ericoides* Biebrst., *S. crassa* Biebrst., *S. rosacea* Lin.

Ziemlich reichliche Stärke nebst Oel und Protoplasma in den (grossen) Samenlappen von *Salsola Soda* Lin. (421), vielleicht nur vor der vollständigen Reife; Körner einfach, centrisch, linsenförmig bis oval.

Keine Stärke in den unterirdischen Theilen: in der Wurzel von *Atriplex littoralis* Lin., *Chenopodium murale* Lin., *Ch. Quinoa* Willd., *Blitum capitatum* Lin., *Salsola Kali* Lin., *Salicornia herbacea* Lin., im Wurzelstock von *Halimus portulacoides* Wallr. und von *Camphorosma monspeliacum* Lin.

Amarantaceae. Keine Stärke (sondern Oel) im Embryo. Stärke im Sameneiweiss; Körner zusammengesetzt, meist aus sehr zahlreichen (bis 25000) und winzigen Theilkörnern bestehend, leicht zerfallend und die Zellen mit einer gleichförmigen Masse von Bruchkörnern, die oft regelmässig in Reihen geordnet sind, erfüllend: *Achyranthes argentea* Lam. und *A. fruticosa* Lam. (522), *Albersia Blitum* Kth. (522), *Alternanthera paronychioides* St. Hil. (522), *Amarantus bullatus* Besser., *A. sanguineus* Lin. und *A. frumentaceus* Roxb. (522), *Amblyogyne polygonoides* Rafn. (523), *Celosia cristata* Lin. (523), *Chamissoa albida* Mart. (523), *Desmochaeta patula* R. et S. (523), *Euxolus emarginatus* A. Br. et Bouché und *E. caudatus* Moq. (523), *Hoplotheca floridana* Nutt. und *H. texana* A. Braun (523), *Gomphrena decumbens* Jacq. (523), *Jresine nervosa* Hort. (523), *Polycnemum majus* A. Braun. (523), *Pupalia prostrata* Mart. (523), *Scleropus amarantoides* Schrad. (523), *Teleianthera polygonoides* Moq. (523).

Keine Stärke in der Wurzel von *Gomphrena decumbens* Jacq. und *Amarantus purpurascens* Otto.

Polygoneae. Keine Stärke (sondern Oel und Protoplasma) im Embryo. Stärke im Sameneiweiss; Körner einfach, centrisch-kugelig, darunter zuweilen zusammengesetzte wenigzählige, meist einreihige Körner: *Pterostegia drymaroides* F. et M. (414), *Oxyria digyna* Campd. (414), *Rheum hybridum* Ait. und *Rh. rhaponticum* Lin. (414), *Polygonum tinctorium* Lour. und *P. orientale* Lin. (414), *Fagopyrum cymosum* Meiss. (415), *F. esculentum* Moench (415, 480), *Emex spinosa* Cambess. (415), *Rumex Patientia* Lin. (415), *Tragopyrum lanceolatum* Bbrst. (415), *Atraphaxis spinosa* Lin. (415), *Antigonon* Spec. (415).

Reichliche Stärke in den Wurzelstöcken und in den Wurzeln, namentlich den verdickten Wurzeln der krautartigen ausdauernden Pflanzen; wenig in der bewurzelten Basis der Jahrestriebe; mehr oder weniger oder keine in den Wurzeln der einjährigen Gewächse. So mangelt sie in den Wurzeln und im Grunde des Stengels von *Polygonum lapathifolium* Lin. — Die Stärkekörner gehören zwei Typen an; bei den einen Arten sind fast alle einfach, ohne Zweifel excentrisch, aber sonst ohne weiter ausgesprochenen Typus (von länglicher Form, die breitem zusammengedrückt): im Wurzelstock von *Polygonum Bistorta* Lin. und *P. viviparum* Lin. (457) in beiden reichlich, in der bewurzelten Basis der Jahrestriebe von *P. alpinum* All. (457) spärlich, in den Wurzeln von *Rumex obtusifolius* Lin., *R. crispus* Lin. und *R. sanguineus* Lin. (457) in allen drei ziemlich reichlich. — Bei den andern Arten ist die Mehrzahl der Amylumkörner zusammengesetzt,

2- bis 10zählig, gleich- oder häufiger ungleichtheilig, dabei einfache rundliche Körner: in der Wurzel von *Rheum undulatum* Lin. und *Rheum Spec.* oder *Rhabarber* (484) in beiden ziemlich reichlich, im Wurzelstock von *Rumex arifolius* All. (458 und 484) reichlich, im Wurzelstock und in den verdickten Wurzeln von *Rumex tuberosus* Lin. (484) reichlich, in der Wurzel von *Polygonum aviculare* Lin. (457 und 500) wenig reichlich und von *P. Convolvulus* Lin. (457 und 500) spärlich. — Bei andern Arten endlich findet man einen Uebergang zwischen den beiden Typen, indem einfache (längliche und zusammengedrückte) und zusammengesetzte Körner in ziemlich gleicher Menge mit einander vorkommen: im Wurzelstock von *Rumex Acetosa* Lin. (458 und 500) reichlich, in der Wurzel von *R. maritimus* Lin. (458 und 500) ziemlich reichlich.

Nyctagineae. Keine Stärke (sondern Oel und Protoplasma) im Embryo. Stärke im Sameneiweiss; Körner zusammengesetzt, aus sehr zahlreichen (bis über 24000) und winzigen Theilkörnern bestehend, leicht zerfallend und die Zellen mit einer gleichförmigen Masse von Bruchkörnern, die oft regelmässig in Reihen geordnet sind, erfüllend: *Abronia arenaria* Hook. (523), *Mirabilis Jalappa* Lin. und *M. longiflora* Lin. (524), *Oxybaphus Cervantesii* Lagasc. (524), *Allionia ovata* Pursh., *A. nyctaginea* Michx. und *A. iucarnata* Lin. (524), *Buginvillea spectabilis* Willd. (524). — Selten sind die Körner einfach, centrisch-kugelig, darunter spärliche zusammengesetzte (2- bis 12zählige) Körner: *Pisonia aculeata* Lin. (415).

Reichliche Stärke in der Wurzel von *Boerhavia repens* Lin. (484), zusammengesetzt, 2- bis 10- und 14zählig, meist gleichtheilig.

Monimiaceae. Keine Stärke (sondern Oel nebst Protoplasma) in den Samen (im Eiweiss und im Keim): *Citrosma Gurotiana* Tulasne, *C. guianensis* Tulasne.

Atherospermeae. Keine Stärke (sondern Oel) in den Samen: *Atherosperma moschatum* Labill.

Laurineae. I. Stärke und Oel in dem (eiweisslosen) Embryo; Körner meist einfach und dann entweder von unerkennbarem Bau oder excentrisch, verkehrt-kegelförmig; zuweilen sind unter die einfachen zusammengesetzte, wenigzählige, meist gleichtheilige Körner in grösserer oder geringerer Zahl gemengt, selten sind die letztern fast ausschliesslich vorhanden: *Cinnamomum ceylanicum* Nees (472), *Apolloias canariensis* Nees (472), *Agathophyllum aromaticum* Willd. (473), *Nectandra Rodiaei* Schomburgk (493), *Oreodaphne exaltata* Nees (430), *Laurus nobilis* Lin. (430 und 494).

II. Keine Stärke (sondern viel Oel nebst Protoplasma) in den Samen von *Oreodaphne foetens* Nees und *Tetratea Spec.* (= *Tetratea* pr. *T. monopetalum* Roxb. Miq. & Hohenacker Pl. Indiae or. 795, a).

Stärke in der Rinde von *Cinnamomum ceylanicum* Nees (485); Körner einfach von unerkennbarem Bau und zusammengesetzt, 2- bis 4zählig, gleichtheilig.

Cassythaceae. Keine Stärke (sondern Oel) in dem (eiweisslosen) Embryo: *Cassytha brasiliensis* Mart.

Stärke im Stengel zuweilen mangelnd, zuweilen in geringer Menge vorhanden; Körner einfach von unentwickeltem Bau: *Cassytha brasiliensis* Mart., *C. glabella* R. Br. *)

Gyrocarpeae. Keine Stärke (sondern Oel nebst Protoplasma) in dem (eiweisslosen) Embryo: *Gyrocarpus* Spec.

Santalaceae. Keine Stärke (sondern Oel und Protoplasma) in den Samen (im Eiweiss und im Keim): *Thesium rostratum* Mert. et Koch, *Osyris alba* Lin.

Keine Stärke in der Wurzel von *Thesium alpinum* Lin. und im Wurzelstock von *Th. rostratum* Mert. et Koch.

Daphnoideae. Keine Stärke (sondern Oel nebst Protoplasma) in den Samen: *Passerina annua* Wikstr., *Daphne striata* Tratt.

Keine Stärke in der Wurzel von *Passerina annua* Wikstr., im Wurzelstock von *Passerina* Spec., in den Aesten (Rinde, Holz und Mark) von *Passerina Tartouraira* Schrad. und von *Daphne Laureola* Lin.

Hernandiaceae. Viel Oel und etwas Stärke in den Cotyledonen (der eiweisslosen Samen) von *Hernandia* Spec. (473); Körner einfach?, von nicht erkennbarem Bau. Vielleicht verschwindet das Amylum mit vollständiger Reife ganz.

*) Nach Chatin Anat. comp. des végét. Pl. parasites sind die Stärkekörner im Mark der beiden genannten Arten rundlich oder oval, bis 12 Mik. gross. — Sie mangeln bei *C. Casuarinae* Nees und *C. triflora* E. Mey.

Elaeagneae. Keine Stärke (sondern viel Oel nebst Protoplasma) in den Samen von *Elaeagnus macrophylla* Thunb. Bei *E. parvifolia* Royle kommen neben dem Oel einige rundliche, 2—5 Mik. grosse Amylumkörner vor; vielleicht sind die Samen nicht ganz reif.

Penaeaceae. Keine Stärke (sondern viel Oel) in den Samen: *Penaea mucronata* Lin.

Proteaceae. Keine Stärke (sondern Oel nebst Protoplasma) in den Samen: *Isopogon formosus* R. Br., *Manglesia cuneata* Endl., *Grevillea heliosperma* R. Br., *Banksia verticillata* R. Br.

Keine Stärke in der Pfahlwurzel von *Banksia dryandroides* Baxter, und im Wurzelstock von *Conospermum capitatum* R. Br. — Das innere farblose Parenchym der Blätter von *Hakea acicularis* R. Br. ist nach Treviranus voll Amylum.

Aristolochieae. Keine Stärke (sondern viel Oel nebst Protoplasma) in den Samen: *Aristolochia Siphon* Herit., *A. Macqui* Herit.

Stärke in den unterirdischen Theilen. Bei den einen Arten kommen in überwiegender Menge einfache Körner von nicht erkennbarem Bau und dabei zusammengesetzte, 2- bis 4zählige, gleichtheilige Körner vor: im Wurzelstock von *Aristolochia Clematitis* Lin. (458), in den Stolonen von *Asarum europaeum* Lin. (458) mit viel Oel. — Bei andern Arten dagegen sind nur wenige einfache, dagegen viele zusammengesetzte, 2- bis 8- und 12zählige, gleich- oder ungleichtheilige Körner vorhanden: im Wurzelstock von *Aristolochia Serpentaria* Lin. (485), in den Wurzeln von *A. Pistolochia* Lin. (485) und von *A. longa* Lin. (501).

Nepentheae. Keine Stärke (sondern viel Oel) im Embryo. Stärke nebst etwas Oel im Sameneiweiss; Körner einfach, centrisch-kugelig: *Nepenthes destillatoria* Lin. und *N. Spec.* (415).

Balanophoreae. Keine Stärke (sondern Oel nebst Protoplasma) in den Samen: *Cynomorium coccineum* Lin., *Balanophora capensis* Eckl. Zeyh.

Keine Stärke im Grunde des Stengels von *Cynomorium coccineum* Lin.

Cytineae. Keine Stärke (sondern Oel) in den Samen von *Cytinus Hypocistis* Lin.

Keine Stärke im Grunde des Stengels von *Cytinus Hypocistis* Lin.

Dicotyledonen, Gamopetalen.

Plantagineae. Keine Stärke in den Samen; viel Oel nebst Protoplasma in den dünnwandigen Zellen des Keims, Protoplasma und Spuren von Oel in den dickwandigen Eiweisszellen: *Plantago Cynops* Lin. — Die Samenschale von *P. Cynops* Lin. und *P. Psyllium* Lin. enthält im unreifen Zustande zahlreiche kleine Stärkekörner.

In den unterirdischen Theilen wird bald keine, bald spärliche, bald reichliche Stärke gefunden; einfache Körner von nicht erkennbarem Bau sind mit zusammengesetzten, 2- bis 6zähligen, ungleichtheiligen gemengt: im Wurzelstock von *Plantago media* Lin. (458 und 501) fast mangelnd oder ziemlich reichlich, von *Pl. maritima* Lin. (458 und 501) reichlich oder spärlich. — Keine Stärke im Wurzelstock von *Plantago major* Lin., *Pl. lauceolata* Lin., *Pl. subulata* Lin., im Wurzelstock und in der Pfahlwurzel von *Plantago albicans* Lin., in der Pfahlwurzel von *Pl. Psyllium* Lin., im Wurzelstock und in den Wurzeln von *Littorella lacustris* Lin.

Plumbagineae. Keine Stärke (sondern Oel nebst Protoplasma) im Embryo, dessen Primordialschläuche beim Zerdrücken und Zerschneiden oft herausfallen. Stärke im Sameneiweiss; Körner einfach, wahrscheinlich centrisch, aber sonst von nicht erkennbarem Typus (473): *Armeria formosa* Hort. und *A. alpina* Willd. (473), *Statice Limonium* Lin. und *St. elata* Fisch. (473), *Goniolimon eximium* Boiss. (473), *Plumbago micrantha* Ledeb. (473).

Keine Stärke im Wurzelstock von *Armeria vulgaris* Willd. und von *Statice Limonium* Lin.

Salvadoraceae. Keine Stärke (sondern Oel) in den Samen: *Salvadora paniculata* Hochst. und *Salvadora Spec.*

Valerianeae. Keine Stärke (sondern viel Oel) in den Samen: *Fedia Cornucopiae* Vahl, *Centranthus Calcitrapa* Dufresn., *Valeriana Phu* Lin.

Die unterirdischen Theile enthalten oft ziemlich viel Stärke; einfache Körner von nicht erkennbarem Bau sind mit zusammengesetzten, 2- bis 6- oder 2- bis 10zähligen, ziemlich gleichtheiligen, gemengt: im Wurzelstock von *Valeriana tuberosa* Lin. und von *V. salunca* All. (458 und 485), im Wurzelstock und in den Wurzeln von *V. officinalis* Lin. (458)

und 485). — Keine Stärke in dem kriechenden Wurzelstock von *Valeriana montana* Lin. und in der Wurzel von *Conanthes Calcitrapa* Dufresn.

Dipsaceae. Keine Stärke (sondern viel Oel) in den Samen (im Keim und im Eiweiss): *Morina longifolia* Wall., *Dipsacus fullonum* Mill., *Knautia orientalis* Lin., *Scabiosa Hladnikiana* Host., *Succisa australis* Schott. — In dem Eiweiss der unreifen Samen von *Scabiosa atropurpurea* Lin. befindet sich ziemlich viel Stärke; die Körner sind in Zellen mit farblosem wasserhellem Inhalt wandständig, meist zusammengesetzt, 2- bis 8zählig, ziemlich gleichtheilig (494).

Die unterirdischen Theile enthalten in der Regel keine Stärke, so die Wurzelstöcke von *Scabiosa pyrenaica* All., *Sc. columbaria* Lin., *Sc. cretica* Lin., *Sc. graminifolia* Lin., der Wurzelstock und die Wurzeln von *Knautia hybrida* Coult. — Auch bei *Succisa pratensis* Moench von mehreren Localitäten wurde kein Amylum gefunden, während die Wurzelstöcke und Wurzeln von Exemplaren, die auf der Insel Amrum und bei Zürich gesammelt worden waren, ziemlich reichliche Mengen enthielten; Körner zusammengesetzt, 2- bis 10- und 16zählig, gleich- oder ungleichtheilig (485).

Compositae. Keine Stärke (sondern Oel) in den Samen: *Xanthium macrocarpum* DC., *Rudbeckia speciosa* Wender., *Simsia subaristata* Gray, *Spilanthes oleracea* Lin., *Echinops dahuricus* Fisch., *Podospermum calcitrapifolium* DC., *Kalbfussia Milleri* Schultz, *Zazytha verrucosa* Gärt. — Den unreifen Samen von *Cirsium monspessulanum* All. und *Calendula officinalis* Lin. mangelt das Amylum in allen Stadien gänzlich. — In dem innern Theil der Wandung der unreifen Früchte von *Echinops sphaerocephalus* Lin., welcher den angewachsenen Samen angehört, kommt dagegen reichliche Stärke vor; Körner bis 5 Mik. gross, meist eckig und wohl vorzüglich Bruchkörner. Der Same ist zuerst frei und hat dannzumal schon in dem den Embryosack umgebenden Gewebe kleine Stärkekörner.

Keine oder spärliche Stärke in den unterirdischen Theilen; Körner einfach, von nicht erkennbarem Bau: in den Knollen von *Dahlia variabilis* Desf. (458).

Carycaceae. Keine Stärke (sondern Oel nebst Protoplasma) in den Samen (im Embryo und im Albumen): *Aicarpa spathulata* R. Br.

Brunoniaceae. Keine Stärke (sondern Oel) in den Samen: *Brunonia sericea* Smith.

Goodeniaceae. Keine Stärke (sondern Oel nebst Protoplasma) in den Samen (im Embryo und im Albumen): *Scaevola Koenigii* Vahl, *Goodenia grandiflora* Sims.

Keine Stärke im Wurzelstock von *Dampiera azurea* de Vriese (Herb. Preiss. 1475) und von *Velleia trinervis* Labil., in den Wurzeln von *Goodenia junciformis* de Vriese (Herb. Preiss. 1522).

Lobeliaceae. Keine Stärke (sondern viel Oel) in den Samen: *Clitonia elegans* Dougl., *Lobelia decumbens* Rich., *Isotoma longiflora* Presl.

Keine Stärke in den Wurzeln und im Wurzelstock von *Lobelia Dortmanna* Lin., in der Wurzel von *L. decumbens* Rich. und *L. ocyroides* Kze.

Campanulaceae. Keine Stärke (sondern viel Oel und Protoplasma) in den Samen: *Platycodon grandiflorum* A. DC., *Phyteuma Scheuchzeri* All., *Campanula Erinus* Lin., *Specularia perfoliata* DC. — Ziemlich viel Stärke in jungen Samen von *Campanula Spec.* (473), Körner einfach und zusammengesetzt, von unbestimmtem Bau.

Keine Stärke in der Wurzel von *Wahlenbergia lobelioides* A. DC., von *Jasione montana* Lin., von *Phyteuma spicatum* Lin., von *Campanula spicata* Lin., in der Wurzel und im Wurzelstock von *Campanula glomerata* Lin.

Pongatiaceae. Keine Stärke (sondern Oel) in den Samen (im Embryo und im Albumen) von *Sphenoclea zeylanica* Gärt. (*Pongatium indicum* Lam.)

Stylidiaceae. Keine Stärke (sondern viel Oel) in den Samen: *Stylidium fruticosum* R. Br.

Keine Stärke in den Wurzeln und im Wurzelstock von *Stylidium Lehmannianum* Sonder (Herb. Preiss. 2261).

Rubiaceae. Keine Stärke in den Samen; die dünnwandigen Zellen des Embryo enthalten viel Oel nebst Protoplasma; die Zellen des Albumen sind ebenfalls dünnwandig mit viel Oel, oder dickwandig mit weniger oder mangelndem Oel: *Galium ellipticum* Presl. (viel Oel), *Crucianella angustifolia* Lin., *Asperula arvensis* Lin. (in beiden weniger Oel), *Spermacoce tenuior* Lin., *Richardia scabra* Lin. (*Richardsonia* sc. Kth.), *Pentas carnea* Benth. (*Sipanea carnea*, wenig

Oel), *Coffea arabica* Lin., *Coutarea speciosa* Aubl., *Randia dumetorum* Lam., *Gardenia ternifolia* Thonn. (in beiden letzteren sind die Eiweisszellen ziemlich dickwandig), *Oxyanthus versicolor* Lin. (*Exostemma longiflorum* Röm. et Schult.)

Die unterirdischen Theile der einen Arten enthalten keine Stärke: die Wurzeln von *Karamyschewia hedyotoides* Fisch. und von *Asperula arvensis* Lin., der Wurzelstock von *Asperula taurina* Lin. und *A. galioides* Biehrst., von *Crucianella maritima* Lin., von *Galium Mollugo* Lin.

Bei andern Arten sind die unterirdischen Theile ziemlich reich an Stärke. Seltener treten einfache, excentrisch-conische Körner fast in gleicher Menge mit zusammengesetzten, 2- bis 4- und 6zähligen, ungleichtheiligen auf: in der Wurzel von *Richardia* (*Richardsonia*) *scabra* Lin. (432 und 501). Häufiger sind die Körner alle oder beinahe alle zusammengesetzt, und dann entweder 2- bis 10- selten mehrzählig, ungleichtheilig: in der Wurzel von *Diodia dasycephala* Cham. (501), und von *Cephaëlis Ipecacuanha* Rich. (501); oder die zusammengesetzten Körner enthalten bis 70 (zuweilen mit einander verschmolzene) Theilkörner: in der Wurzel von *Chiococca racemosa* Lin. (505).

Keine Stärke in den Aesten von *Kurria floribunda* Steud. Höchst. Spärliche Körner in der Rinde von *Cinchona* Spec. (458).

Lonicereae. Keine Stärke (sondern viel Oel nebst Protoplasma) in den Samen (im Embryo und Albumen): *Lycesteria formosa* Wall., *Lonicera coerulea* Lin., *Viburnum lantanoides* Michx. — Auch im Albumen und Embryo der unreifen Samen mangelt das Amylum: *Viburnum Lantana* Lin.

Keine Stärke in den Stolonen von *Linnaea borealis* Lin.

Lonicereis affines. Keine Stärke (sondern Oel nebst Protoplasma) in den Samen (im Embryo und Albumen): *Alsenosmia macrophylla* A. Cunn.

Jasmineae. Keine Stärke in den Samen (viel Oel in den Cotyledonen) von *Jasminum fruticans* Lin.

Bolivariæae. Keine Stärke (sondern Oel nebst Protoplasma) in dem (eiweisslosen) Embryo: *Menodora* Spec., *Bolivaria* Spec. — In der innern Samenhaut von *Menodora* finden sich reichliche Amylumkörner (473).

Oleaceae. Keine Stärke (sondern viel Oel nebst Protoplasma) in den Samen (im Eiweiss und im Keim): *Phillyrea angustifolia* Lin. (Albumenzellen wenig dickwandig), *Fraxinus lentiscifolia* Desf. (Albumenzellen dünnwandig), *Syringa Josikaea* Jacq. fil.

Loganiaceae. Keine Stärke in den Samen: *Strychnos nux-vomica* Lin. (die dünnwandigen Zellen des Embryo enthalten viel, die dickwandigen Albumenzellen wenig Oel), *Logania latifolia* R. Br., *Geniostoma* Spec. (viel Oel), *Fagraea racemosa* Jack, *Pagamea guianensis* Aubl.

Keine Stärke in der Wurzel von *Spigelia anthelmia* Lin.

Apocynaceae. Keine Stärke (sondern viel Oel nebst Protoplasma) in den Samen: *Allamanda Schottii* Pohl, *Aspidosperma* Spec., *Amsonia latifolia* Michx., *Apocynum hypericifolium* Ait.

Ziemlich viel Stärke in den Stolonen und Wurzeln von *Vinca minor* Lin. (432 und 485); einfache, excentrische, meist kegelförmige Körner nebst wenigen ungleichhälftigen Doppelkörnern in den Stolonen, und vorherrschend zusammengesetzte 2- bis 5zählige gleichtheilige Körner in den Wurzeln.

Asclepiadeae. Keine Stärke (sondern Oel nebst Protoplasma) in den Samen (im Embryo und Albumen): *Cynanchum fuscatum* Link, *Gomphocarpus angustifolius* Link, *Asclepias syriaca* Lin., *A. pulchra* Arab.

Gentianeae. Keine Stärke (sondern Oel nebst Protoplasma) in den Samen: *Gentiana lutea* Lin., *Limnanthemum* (*Villarsia*) *nymphoides* Link.

Keine Stärke in der Wurzel von *Erythraea Centaurium* Pers., in den kriechenden Stengeln von *Menyanthes trifoliata* Lin., in der Wurzel und im Wurzelstock von *Gentiana lutea* Lin., *G. pannonica* Scop. und *G. punctata* Lin.

Stärke im Wurzelstock von *Swertia perennis* Lin. (458 und 485); Körner einfach von nicht entwickeltem Typus, und zusammengesetzt, 2- bis 6zählig, meist gleichtheilig.

Labiatae. Keine Stärke (viel Oel nebst Protoplasma) in den Samen: *Ocimum basilicum* Lin., *Hyptis brevipes* Poit., *Elaboltzia cristata* Willd., *Perilla ocimoides* Lin. und *P. nankinensis* DCsne., *Mentha Pulegium* Lin., *Salvia Aethiops*

Lin., *Monarda citriodora* Cervant., *Pycnanthemum Torrei* Trin., *Majorana hortensis* Moench, *Satureia hortensis* Lin., *Hyssopus officinalis* Lin., *Melissa officinalis* Lin., *M. Nepeta* Lin. und *M. pyrenaica* Jacq., *Scutellaria albida* Lin., *Nepeta camphorata* Boiss., *Dracocephalum Moldavica* Lin., *Lallemantia peltata* F. et M., *Cedronella mexicana* Benth., *Physostegia virginica* Benth., *Leonurus Cardiaca* Lin., *Galeopsis Tetrahit* Lin., *Stachys angustifolia* Biebrat. und *St. densiflora* Benth., *Lepechinia spicata* Willd., *Sideritis montana* Lin., *Marrubium leonuroides* Desv., *Ballota hispanica* Beath., *Leucas martinicensis* R. Br., *Leonotis Leonurus* R. Br., *Phlomis tuberosa* Lin., *Amethystea coerulea* Lin., *Teucrium Botrys* Lin. — In den Zellen der Samenschale weniger Gattungen kommen einfache kugelige, 3–6 Mik. grosse Amylumkörner vor: *Lallemantia* und *Ocimum*. — Bei Andern mangelt das Amylum den Samen auch im unreifen Zustande in allen Stadien gänzlich: *Teucrium hyrcanicum* Lin.

Stärke in der Wandung unreifer Früchte von *Teucrium hyrcanicum* Lin. (485); Körner zusammengesetzt, 2- bis 6zählig, meist gleichtheilig.

Verbenaceae. Keine Stärke (sondern viel Oel) in den Samen: *Verbena prostrata* Ait., *Stachytarpheta dichotoma* Vahl, *Vitex incisa* Lam.

Keine Stärke in der Wurzel von *Verbena supina* Lin. und *V. prostrata* Ait. — Keine Stärke in den Aesten von *Santana Camara* Lin.

Avicennieae. Stärke in den Samenlappen des (eiweisslosen) Keims; Körner zusammengesetzt, 2- bis über 30zählig, ziemlich gleichtheilig: *Avicennia tomentosa* Lin. (524).

Stilbinaeae. Keine Stärke (sondern Oel) in den Samen (im Embryo und Albumen): *Campylostachys cernua* Kunth.

Globularinaeae. Keine Stärke (sondern Oel nebst Protoplasma) in den Samen: *Globularia vulgaris* Lin.

Keine Stärke im Wurzelstock und in den Wurzeln von *Globularia nudicaulis* Lin. und *G. vulgaris* Lin.

Selagineae. Keine Stärke (sondern viel Oel nebst Protoplasma) in den Samen: *Hebenstreitia scabra* Thuub., *Dischisma capitatum* Chois.

Myoporinaeae. Keine Stärke (sondern Oel) in den Samen: *Myoporum oppositifolium* R. Br., *Spartothamnus junceus* Cunningh.

Cordiaceae. Keine Stärke (sondern viel Oel) in den Samen: *Cordia Myxa* Lin.

Borraginaeae (Asperifoliae). Keine Stärke (sondern viel Oel nebst Protoplasma) in den Samen: *Heliotropium europaeum* Lin., *Tiaridium indicum* Lin., *Cerithe alpina* Kit., *Onosma arenarium* Kit., *Amsinkia angustifolia* Lehm., *Anchusa sempervirens* Lin. und *A. altissima* Desf., *Omphalodes linifolia* Moench, *Cynoglossum apenninum* Lin., *Asperugo procumbens* Lin., *Echinospermum Lappula* Swartz. — Auch in den unreifen Samen mangelt das Amylum in allen Stadien gänzlich, bei *Echium violaceum* Lin., *Cynoglossum officinale* Lin. und *Cerithe minor* Lin.

In den unterirdischen Theilen mangelt meistens die Stärke; ziemlich spärlich kommt sie im Wurzelstock von *Omphalodes verna* Moench, reichlich dagegen im Wurzelstock von *Symphytum tuberosum* Lin. und in den Knollen von *S. bulbosum* Schimp. vor, wo die Körner, in einer schleimigen Masse eingebettet, mit dieser das ganze Lumen der Zellen erfüllen. Körner einfach, excentrisch, meist conisch bei *S. bulbosum* Schimp. (432), — von weniger ausgebildeten oder ganz unerkennbarem Typus und gemengt mit zusammengesetzten, 2- bis 4- und 6zähligen, meist gleichtheiligen Körnern bei *S. tuberosum* Lin. (432 und 486) und bei *Omphalodes verna* Moench (459 und 485).

Keine Stärke im Wurzelstock von *Lithospermum officinale* Lin., in der Wurzel von *Heliotropium europaeum* Lin., von *Cerithe minor* Lin., *Echium violaceum* Lin., *Alkanna tinctoria* Tausch, *Cynoglossum officinale* Lin. und *C. pictum* Ait.

Convolvulaceae. Keine Stärke (sondern viel Oel nebst Protoplasma) in den Samen: *Convolvulus sicutus* Lin., *Ipomoea hederacea* Lin., *J. purpurea* Lam., *J. verrucosa* Blume, *Quamoclit coccinea* Moench, *Batatas edulis* Chois., *B. heterophylla* Don.

Reichliche Stärke in den unterirdischen Theilen. Die Körner sind zuweilen einfach und excentrisch: in den Knollen von *Ipomoea Purga* Schlecht. (429), in der Wurzel von *Ipomoea Turpethum* R. Br. (459). Häufiger sind die Körner in der Mehrzahl oder fast alle zusammengesetzt, bis 6- und 10zählig, meist gleichtheilig, darunter einfache Formen von

unentwickeltem Typus: in den Stolonen von *Convolvulus Soldanella* Lin. (459 und 486), im Wurzelstock von *C. lineatus* Lin. (459 und 486), in den Stolonen von *C. Imperati* Vahl (*Batatas littoralis* Chois., 459 und 486), in den Knollen von *Batatas edulis* Chois. (486).

Keine Stärke im Wurzelstock von *Evolvulus fugacissimus* Hochst. (Pl. ad. 16).

Erycibeae. Keine Stärke (sondern etwas Protoplasma) in den sehr dickwandigen Zellen des Sameneiweisses. Stärke nebst Oel und Protoplasma in den etwas dickwandigen Zellen der Cotyledonen; Körner einfach, ohne erkennbaren Bau: *Erycibe paniculata* Roxb. (473). — Stärkekörner, Oel und Zellmembranen scheinen fast in gleicher Menge vorhanden zu sein, oder erstere etwas vorzuherrschen.

Cuscutae. Keine Stärke (sondern Oel nebst Protoplasma) in den Samen: *Cuscuta bonariensis* Hort.

Reichliche Stärke in der Rinde des Stengels von *Cuscuta major* DC., *C. densiflora* Soy. Will., *C. reflexa* Roxb., *C. americana* Lin., in der Rinde und im Mark von *C. monogyna* Vahl.; Körner theils einfach, excentrisch-gebaut, theils zusammengesetzt, wenigzählig*).

Nolanaceae. Keine Stärke (sondern viel Oel) in den Samen: *Nolana atriplicifolia* Don.

Stärke (nicht reichlich) in der Wurzel von *Nolana prostrata* Lin. (486), Körner zusammengesetzt, 2- bis 10zählig, ziemlich gleichtheilig.

Polemoniaceae. Keine Stärke (sondern viel Oel nebst Protoplasma) in den Samen (im Embryo und Albumen): *Bonplandia geminiflora* Cav. (*Caldasia heterophylla* Willd.), *Phlox Drummondii* Hook., *Collomia linearis* Nutt., *Gilia achilleaefolia* Benth. und *G. Navarretia* Steud. (*Navarretia involucreta* R. P.), *Courtoisia bipinnatifida* Rchb., *Polemonium coeruleum* Lin., *Cobaea scandens* Cav. (Eiweisszellen etwas dickwandig).

Meist keine Stärke in den unterirdischen Theilen: in den Stolonen von *Phlox setacea* Lin. und *Ph. pilosa* Lin., in der Wurzel von *Phlox Drummondii* Hook. und von *Collomia linearis* Nutt., im Wurzelstock von *Polemonium coeruleum* Lin.

Wenig reichliche Stärke im Wurzelstock von *Polemonium reptans* Lin. (459 und 486); Körner einfach von nicht erkennbarem Bau und zusammengesetzt, 2- bis 8zählig, meist gleichtheilig.

Hydrophyllaeae. Keine Stärke in den Samen; Zellen des Albumen mit starkverdickten, durch Jod meist violett-roth sich färbenden Wandungen, Protoplasma und Spuren von Oel enthaltend; Zellen des Embryo dünnwandig mit mehr oder weniger Oel nebst Protoplasma: *Hydrophyllum canadense* Lin., *Ellisia Nyctelaea* Willd., *Nemophila maculata* Lindl., *Eutoca viscida* Benth., *E. divaricata* Benth., *Phacelia tanacetifolia* Benth., *Ph. bipinnatifida* Michx. — Bei *Eutoca viscida* Benth. und *Phacelia congesta* Hook. wurden einmal vereinzelt Stärkekörnchen gefunden (473), die vielleicht aus der Schale unausgebildeter Samen kamen.

Keine Stärke in der Wurzel von *Eutoca viscida* Benth. — Reichliche Stärke im Wurzelstock und in den Wurzeln von *Hydrophyllum virginicum* Lin. (445), Körner meist einfach, excentrisch, zusammengedrückt.

Hydroleaceae. Keine Stärke (sondern Oel) in den Samen (im Embryo und Albumen): *Hydrolea ceylanica* Vahl und *H. spinosa* Lin.

Solanaceae. Keine Stärke (sondern viel Oel nebst Protoplasma) in den Samen (im Embryo und Albumen): *Nicotiana graciliflora* A. Braun, *Datura laevis* Lin. fil., *Hyoscyamus niger* Lin., *Nicandra physaloides* Gärt., *Physalis aequata* Jacq., *Capsicum annuum* Lin., *Solanum flavum* Kit., *S. rostratum* Dunal, *Lycopersicum esculentum* Mill., *Mandragora vernalis* Bert., *Vestia lycioides* Willd., *Metternichia principis* Mikau.

Reichliche Stärke in den unreifen Samenschalen; Körner meist zusammengesetzt, 2- bis 8zählig, meist gleichtheilig: *Atropa Belladonna* Lin. (494). Im Albumen kommt nie Amylum vor.

*) Nach Chatin (*Anatomie comparée des végétaux. Plantes parasites. Dicotyledones. Pl. I—IV*) sind die Amylumkörner bald fast ausschliesslich einfach wie bei *C. americana* und *C. reflexa*, bald zum grossen Theil zusammengesetzt wie bei *C. Epithymum* und *C. monogyna*. Die einfachen Körner, welche 20 Mik. wenig überschreiten, sind rundlich, oval, länglich, rundlich-dreieckig und oval-dreieckig; zuweilen homogen (*C. densiflora* und *C. reflexa*), häufiger excentrisch-geschichtet (die übrigen Arten). Sie gehören wahrscheinlich der Mehrzahl nach dem excentrisch-keilförmigen Typus an. Die zusammengesetzten Körner bestehen aus wenigen, wie es scheint ziemlich gleichgrossen Theilen; die Bruchkörner besitzen eine gebogene und wenige Bruchflächen.

Keine Stärke in der Wurzel von *Datura Stramonium* Lin., von *Hyoscyamus niger* Lin., von *Capsicum vitaceum* H. B., in den Stolonen von *Solanum stoloniflorum* Schlecht.

Die Stärkekörner in den unterirdischen Theilen sind zuweilen einfach, excentrisch, verkehrt-kegelförmig: in den Knollen von *Solanum tuberosum* Lin. (429), — oder excentrisch von nicht entwickeltem Typus, mit zusammengesetzten, 2- bis 4zähligen, meist gleichtheiligen gemengt: in den Wurzeln von *Atropa Belladonna* Lin. (459 und 486) reichlich. Zuweilen sind die Körner zusammengesetzt, 2- bis 8- und 12 zählig, meist gleichtheilig: in den Stolonen von *Physalis Alkekengi* Lin. (486) reichlich, in der Wurzel von *Solanum nigrum* Lin. (486) stellenweise reichlich.

Scrophularineae. Keine Stärke (sondern viel Oel nebst Protoplasma) in den Samen (im Embryo und Albumen): *Alonsoa incisifolia* R. P., *Calceolaria pinnata* Lin., *Scrophularia aquatica* Lin., *Nemesia floribunda* Lehm., *Linaria aegyptiaca* Desf., *Antirrhinum meoanthum* Hoffm. Link., *Collinsia bicolor* Benth., *Schizanthus porrigens* Hook., *Digitalis grandiflora* Lam., *Paulownia imperialis* Sieb. et Zucc., *Capraria biflora* Lin., *C. salicifolia* Link et Otto, *Mazus rugosus* Lour., *Mimulus cardinalis* Lindl., *Leucocarpus alatus* Don, *Chaenostoma foetidum* Benth., *Veronica biloba* Lin.

Die Stärke mangelt in den unreifen Samen von *Digitalis lutea* Lin. in allen Stadien. Dagegen kommt im unreifen Zustande in der Fruchtwandung, im Samenträger und im Nabelstrang bis an den Grund der Eier reichliche Stärke vor (473). — Bei *Verbascum Schraderi* Mey. (*V. Thapsus* Lin.) fehlt das Amylum im Albumen und im Embryo in jedem Stadium; dagegen enthalten die unreifen Samenschalen ziemlich viele und die Samenträger sehr reichliche Stärkekörner (474).

Keine oder nirgends reichliche Stärke in den unterirdischen Theilen. — Einfache Körner von unentwickeltem Bau, gemengt mit meist zahlreicheren zusammengesetzten, 2- bis 4- und 8zähligen, häufiger gleichtheiligen: im Wurzelstock von *Scrophularia nodosa* Lin. (459 und 487), von *Gratiola officinalis* Lin. (459 und 487), von *Wulfenia carinthiaca* Jacq. (459 und 487) in allen drei ziemlich spärlich, in den Wurzeln von *Pedicularis Barrelieri* Rchb., *P. rosea* Wulf. und *P. acaulis* Scop., in allen drei stellenweise ziemlich häufig (459 und 487), in den Wurzeln von *Veronica austriaca* Lin. (459 und 487), in der Wurzel von *Castilleja arvensis* Cham. et Schl.*)

Keine Stärke in der Wurzel von *Verbascum thapsiforme* Schrad. und *V. Lychnitis* Lin., in der Basis der Stengel von *Scrophularia Hoppii* Koch und *S. vernalis* Lin., in der Wurzel von *S. peregrina* Lin., im Wurzelstock von *Linaria vulgaris* Mill. var. *L. italica* Trev., in der Wurzel von *L. spartea* Hoffm. und *L. alpina* Mill., im Wurzelstock von *Pentastemon laevigatus* Ait., von *Digitalis lutea* Lin. und *D. purpurea* Lin., im Wurzelstock und in den Wurzeln von *Digitalis nervosa* Steud., im Wurzelstock von *Pedicularis Barrelieri* Rchb. und *P. incarnata* Jacq., in den Wurzeln von *P. versicolor* Wahlenb., im Wurzelstock von *Veronica urticifolia* Lin. fil. und von *Tozzia alpina* Lin. — Nach Chatin (*Anat. comp. des végét. Pl. parasit. Dicotyled.*) mangeln die Stärkekörner in den Wurzeln, im Wurzelstock und im Stengel folgender Rhinanthaceen: *Obolaria virginica* Lin., *Bartsia viscosa* Lin., *B. latifolia* Sibth. et Sm., *B. alpina* Lin., *Trixago apula* Stev. (*Bartsia Trixago* Lin.), *Odontites rubra* Pers. (*Bartsia Odontites* Huds.), *Euphrasia officinalis* Lin., *Cymbaria dahirica* Lin., *Rhinanthus glaber* Lam. (*Rh. major* Ehrh.), *Rhynchocorys Elephas* Griseb., *Pedicularis palustris* Lin., *P. sylvatica* Lin., *P. Perrotetii* Benth., *P. verticillata* Lin., *P. foliosa* Lin., *P. comosa* Lin., *P. Sceptrum-carolinum* Lin., *P. striata* Pall., *Melampyrum arvense* Lin., *M. cristatum* Lin., *Tozzia alpina* Lin.

Acanthaceae. Meistens keine Stärke (sondern viel Oel nebst Protoplasma) in den Samen: *Elytraria virgata* Michx., *Dipteracanthus ciliatus* Nees, *Ruellia biflora* Lin. (*Calophanes oblongifolia* Don), *Rostellaria abyssinica* Nees, *Eranthemum fasciculatum* Blume, *Cryphiacanthus barbadosis* Nees, *Andrographis echinoides* Nees (Zellwandungen der Cotyledonen etwas verdickt). — Spärliche Stärkekörner neben viel Oel und Protoplasma in den Samen von *Thunbergia fragrans* Roxb. (474) vielleicht nur vor der vollständigen Reife; denn bei *Th. alata* Hook. wurden keine gefunden. — Reichliche Stärkekörner nebst viel Protoplasma in den Samen (Cotyledonen) von *Acanthus mollis* Lin. (415), Körner meist einfach, centrisch, kugelig oder kugelig-oval.

Keine Stärke im Wurzelstock und in den Wurzeln von *Hypoestes Forskohlii* R. Br., und im Wurzelstock von *H. glandulosa* Hochst.

*) Nach Chatin (*Anat. comp. des végét. Pl. parasit.*) sind ovale, bis 10 Mik. grosse Amylumkörner in den Holzzellen der Wurzel enthalten, während das Parenchym der Wurzel, die Stengelbasis und der Stengel stärkeelos sind.

Bignoniaceae. Keine Stärke (sondern viel Oel) in den Samen: *Ecceumecarpus scaber* R. P., *Amphicome arguta* Royle, *Jacarvillea chinensis* Lam., *Jaracanda echinata* Spreng.

Gessneraceae. Keine Stärke (sondern viel Oel nebst Protoplasma) in den Samen: *Streptocarpus Rhexii* Lindl., *Drymonia punctata* Decsne., *Kohleria Wageneri* Regel. — Bei *Aeschynanthus speciosus* Hook. wurden einzelne kleine einfache, bis 7 Mik. grosse Stärkekörnchen beobachtet, vielleicht vor der vollständigen Reife.

Reichliche Stärke in den unterirdischen Theilen; Körner einfach, excentrisch, meist keilförmig oder zusammengedrückt, häufig verlängert, seltener kegelförmig oder verkehrt-kegelförmig; darunter wenige halbzusammengesetzte, ebenfalls wenige ganzzusammengesetzte, wenigzählige, gleich- oder ungleichtheilige Körner: im knollenförmigen Wurzelstock von *Gloxinia speciosa* Lodd. (433), von *G. hirsuta* Lindl. (433), von *Delichodeira tubiflora* Hanst. (430), in den Schuppen des Wurzelstockes von *Niphaea oblonga* Lindl. (*Achimenes alba* Hort. 430), von *Naegelia zebrina* Regel (433), von *Guthnickia atrosanguinea* Regel (451), von *Seemannia ternifolia* Regel (451), von *Sciadocalyx Warscewiczii* Regel (446), von *Scheeria mexicana* Seem. (446), von *Plectopoma umbriatum* Hanst. (451), von *Locheria hirsuta* Regel (446), von *Isoloma vestitum* Benth. (446), von *Tudaea picta* Decsne. (446) und *T. Regeſii* Heer (446), von *Treviranina longiflora* Regel (446).

Keine Stärke in den Wurzeln von *Craterostigma plantagineum* Hochst. (Pl. ad. 310).

Pedaliaceae. Keine Stärke (sondern viel Oel) in den Samen: *Cranioalaria annua* Lin. (*Martynia Cranioalaria* Sw.), *Martynia lutea* Lindl.

Orobanchaeae. Keine Stärke (sondern Oel) in den Samen: *Orobanche rubens* Wallr. und *O. minor* Sutt. — Auch in den unreifen Samen von *O. minor* mangelt das Amylum in allen Stadien.

Reichliche Stärke in den unterirdischen Theilen, zuweilen auch im Stengel; Körner einfach, excentrisch, meist kegelförmig; darunter mehr oder weniger zahlreiche zusammengesetzte, 2- bis 4zählige, meist gleichtheilige Körner: in dem knollenförmigen Wurzelstock von *Orobanche procera* Koch. und andern Arten (433 und 487), *O. cruenta* Bertol. (*), *O. Epithymum* DC. (**), in der Stengelbasis von *O. amethystea* Thuill. (**), im Wurzelstock und im Mark des Stengels von *O. Teucris* Holl. et Schultz †), im Wurzelstock von *Phelipaea arenaria* Walp. ††), im Wurzelstock und Stengel von *Ph. ramosa* C. A. Mey. †††) und *Ph. indica* G. Don*), in den Wurzeln und im Stengel von *Epiphegus virginianus* Bart.**), im Wurzelstock von *Anoplanthus uniflorus* Endl.***)) und *A. Biebersteinii* Reut. †), im Wurzelstock und besonders in den Schuppen, welche derselbe trägt, von *Lathraea Squamaria* Lin. (433), in den Wurzeln, im Wurzelstock und

*) Nach Chatin (*Anat. comp. des végét. Pl. parasit. Dicotyléd. Pl. VII*) sind die Körner oval oder oval-kegelförmig, mit un-
deutlicher Schichtung, bis 30 Mik. gross; dabei einzelne Bruchkörner.

***) Körner oval, zart-geschichtet, mit einzelnen Bruchkörnern, bis 60 Mik. gross. Nach Chatin (*l. c. Pl. IX*).

***)) Körner oval, undeutlich-geschichtet, bis 28 Mik. gross; mit einzelnen Zwillingen. Nach Chatin (*l. c. Pl. XII*).

†) Im Wurzelstock sind die Amylumkörner oval, mit deutlicher, stark excentrischer Schichtung, bis 30 Mik. gross, mit einzelnen Zwillingen; im Mark des Stengels ist die Stärkebildung die nämliche. Nach Chatin (*l. c. Pl. XI*).

††) Körner in der Rinde rundlich-oval bis länglich, geschichtet, bis 30 Mik. gross, mit einzelnen Zwillingen. Die Stärke mangelt im Mark des Rhizoms sowie im Stengel. Nach Chatin (*l. c. Pl. XV*).

†††) In der Rinde des Rhizoms sind die Amylumkörner rundlich, oval, birnförmig, mit undeutlicher Schichtung, bis 35 Mik. gross; dabei Bruchkörner und zusammengesetzte, bis 5 zählige Körner. Im Mark mangelt die Stärke; dagegen sind Stengel und Blütenstiele amyumbaltig. Nach Chatin (*l. c. Pl. XIII, XIV*).

*) Körner oval, etwas geschichtet, bis 30 Mik. gross. Nach Chatin (*l. c. Pl. XV*).

**) Die Stärkekörner in den Wurzeln sind rundlich-oval, undeutlich-geschichtet, bis 25 Mik. gross, mit vielen Bruchkörnern. Das Mark des Stengels enthält ähnliche, die Rinde dagegen keine Stärke. Nach Chatin (*l. c. Pl. XVII*).

***)) Körner oval bis länglich, etwas geschichtet, bis 18 Mik. gross. Nach Chatin (*l. c. Pl. XIX*).

†) Im Rhizom und in der Stengelbasis sind die Amylumkörner oval, undeutlich-geschichtet, bis 22 Mik. gross, mit Bruchkörnern. Höher im Stengel mangelt die Stärke. Nach Chatin (*l. c. Pl. XX*).

dessen Schuppen, im Stengel und den Aesten von *Clandestina rectiflora* Lam.*), in den Wurzeln, im Wurzelstock und im Stengel von *Aeginetia indica* Roxb.**), im Wurzelstock und Stengel von *Hyobanche sanguinea* Lin.***)

Keine Stärke im Wurzelstock und den übrigen Organen von *Phelipaea coerulea* C. A. Mey. und von *Conopheis americana* Wallr., beide nach Chatin (Anat. comp. des végét. Pl. parasit.)

Epirrhizanaceae. Keine Stärke im Wurzelstock, Stengel und in den Schuppen von *Epirrhizanthes liearis* Blum., nach Chatin (Anat. comp. des végét. Pl. parasit.).

, **Utricularieae.** Keine Stärke (sondern Oel) in den Samen: *Pinguicula vulgaris* Lin. — Kein Amylum im Wurzelstock und in den Wurzeln der gleichen Pflanze.

Primulaceae. Keine Stärke (sondern viel Oel nebst Protoplasma) in den Samen; Albumenzellen dickwandig, durch Jod sich violett färbend: *Androsace septentrionalis* Lin., *Asterolinum stellatum* Link, *Lysimachia verticillata* Biebrst., *Anagallis arvensis* Lin., *Samolus Valerandi* Lin.

In den unterirdischen Theilen ist meistens keine Stärke enthalten, dagegen sind die Zellen häufig dickwandig: in den Wurzeln von *Aretia Vitaliana* Lin., in der Basis des Stämmchens von *Androsace helvetica* Gaud., in der Pfahlwurzel von *A. imbricata* Lam., in den Wurzeln von *A. glacialis* Hoppe (*A. pennina* Gaud.), von *Primula officinalis* Jacq. (der Wurzelstock enthält etwas Stärke), von *P. farinosa* Lin., im Wurzelstock und in den Wurzeln von *P. verticillata* Forsk. und von *Cortusa Matthioli* Lin., im Wurzelstock von *Lysimachia thyrsoflora* Lin., in der Wurzel von *Coris monspeliensis* Lin.

Wenn die unterirdischen Theile Stärke enthalten, so sind die Körner zuweilen alle oder in ihrer grossen Mehrzahl einfach, excentrisch, meist kegelförmig: in den Knollen von *Cyclamen hederifolium* Ait. (433) und in den Wurzeln von *Dodecatheon Meadia* Lin. (433). Häufiger kommen mit einfachen Körnern von nicht ausgebildetem Typus zusammengesetzte, 2- bis 6- und 10zählige, meist gleichtheilige in ziemlicher und selbst überwiegender Menge vor: in den Wurzeln von *Primula calycina* Duby (460 und 487) reichlich, im Wurzelstock derselben Pflanze (460) nicht reichlich in dickwandigen Zellen, im Wurzelstock von *P. officinalis* Jacq. (460) ebenfalls nicht reichlich in dickwandigem Parenchym, im Wurzelstock und in den Wurzeln von *Soldanella alpina* Lin. (460 und 487) reichlich in etwas dickwandigen Zellen, in den kriechenden Stämmchen von *Glaux maritima* Lin. (460 und 487) reichlich, im Wurzelstock von *Lysimachia vulgaris* Lin. (460 und 487) reichlich.

Myrsineae. Keine Stärke (sondern Oel nebst Protoplasma) in den Samen; Albumenzellen meist dickwandig, durch Jod zuweilen sich violett färbend: *Myrsine africana* Lin. (Albumenzellen ziemlich dickwandig), *Ardisia lentiginosa* Ker. (Zellen sehr dickwandig), *Baeobotrys argentea* Wall. (Zellwandungen des Albumens nicht verdickt).

Aegiceraceae. Stärke in den (eiweisslosen) Samen (in den Cotyledonen); Körner zusammengesetzt, 2- bis 4- und 8zählig, meist gleichtheilig: *Aegiceras majus* Gärt. (494).

Sapotaceae. I. Meist keine Stärke (sondern viel Oel nebst Protoplasma) in den Samen (im Embryo und im Albumen, wenn solches vorhanden ist; Letzteres zuweilen dickwandig und durch Jod sich blau färbend): *Argania Sideroxylo* R. et S. (*Sideroxylo spinosum* Lin.), *Achras Sapota* Lin., *Lucuma mammosum* Gärt. fil., *Bassia dubia* Gärt., *Mimusops Kummel* Bruce, *Labourdonneia revoluta* Boj. und *L. sarcophloea* Boj.

II. Die eiweisslosen Samen enthalten zuweilen Stärke, vielleicht bloss vor der vollständigen Reife: bei *Bassia dubia* Gärt. finden sich in einigen Samen wenige vereinzelte Körnchen, bei *Lucuma Rivicoa* Gärt. fil. (494) kommt reichliche Stärke neben ziemlich viel Oel in dem festen Gewebe der Samenlappen, bei *L. Spec.* (vielleicht *L. Caimito* A. DC., — 494) sehr reichliche Stärke fast ohne Oel in dem harten Gewebe vor, auch in einer andern Art von *Lucuma* (494) wurde reichliche Stärke gefunden; Körner zusammengesetzt, 2- bis 6- und 12zählig, meist gleichtheilig.

*) Im Stengel und im Rhizom sind die Stärkekörner oval, länglich und unregelmässig-dreieckig, geschichtet, oft über 65 Mik. gross. Nach Chatin (l. c. Pl. XXI, XXII).

**) Körner oval, undeutlich-geschichtet, bis 25 Mik. gross; mit einzelnen zusammengesetzten, bis 3zähligen Körnern. Im Stengel ist nur das Mark stärkehaltig. Nach Chatin (l. c. Pl. XXV).

***) Körner oval, undeutlich-geschichtet, bis 45 Mik. gross, mit zusammengesetzten, 2- und 3zähligen Körnern. Nach Chatin (l. c. Pl. XXVI).

Stärke in der Rinde von *Chrysotholium glycyphloeum* Casar. (505), Körner meist zusammengesetzt, bis 60theilig.

Ebenaceae. Keine Stärke in den Samen; Albumenzellen sehr dickwandig, durch Jod meist sich gelb färbend, etwas Oel und Protoplasma enthaltend: *Diospyros leucomelas* Poir., *D. digyna* Jacq., *Royena villosa* Lin., *R. lucida* Lin.

Styraceae. Keine Stärke (sondern viel Oel nebst Protoplasma) in den Samen (im Embryo und im Albumen, Zellwandungen nicht verdickt): *Styrax officinale* Lin., *Halesia tetraptera* Lin.

Epacrideae. Keine Stärke (sondern viel Oel) in den Samen: *Stenantha prunifolia* R. Br.

Ericaceae. Keine Stärke (sondern viel Oel) in den Samen: *Erica polytrichifolia* Salisb., *Arbutus canariensis* Lin., *Vaccinium Myrtillus* Lin., *Kalmia oleifolia*.

Diapensiaceae. Keine Stärke in den nicht ganz ausgebildeten Samen von *Diapensia lapponica* Lin.

Pyrolaceae. Keine Stärke (sondern Oel) in den Samen: *Pyrola chlorantha* Sw.

Ziemlich reichliche Stärke im Wurzelstock von *Pyrola rotundifolia* Lin. (460 und 488), Körner einfach von nicht ausgebildetem Typus und zusammengesetzt, 2- bis 6zählig, meist gleichtheilig.

Monotropeae. Keine Stärke (sondern Oel) in den Samen: *Hypopitys glabra* DC. (*Monotropa Hypopitys* Lin.)

Keine Stärke in der Stengelbasis der nämlichen Pflanze; nach Schacht bildet *Monotropa Hypopitys* zu keiner Zeit und in keinem Theil Amylum.

Dicotyledonen. Dialypetalen.

Umbelliferae. Keine Stärke (sondern viel Oel nebst Protoplasma) in den Samen (im Embryo und Albumen): *Eryngium planum* Lin., *Cicuta occidentalis* Lindl., *Apium fractophyllum* Horom., *Petroselinum sativum* Hoffm., *Helosciadium ranunculifolium* DC., *Ptychotis coptica* DC., *Sison Amomum* Lin., *Ammi majus* Lin., *Cryptotaenia canadensis* DC., *Sium latifolium* Lin., *Bupleurum Odontites* Lin., *Oenanthe crocata* Lin., *Aethusa Cynapium* Lin., *Seseli gracile* W. et K., *Libanotis buchloemensis* DC., *Silau tenuifolius* DC., *Meum athamanticum* Jacq., *Kruberia leptophylla* Hoffm., *Levisticum officinale* Koch, *Angelica atropurpurea* Liu., *Peucedanum rablense* Koch, *Imperatoria Ostruthium* Lin., *Aethum graveolens* Lin., *Heracleum cordatum* Presl., *Hasselquistia cordata* Lin. fl., *Tordylium syriacum* Lin., *Siler trilobum* Scop. (*S. aquilegifolium* Gärt.), *Cuminum Cyminum* Lin., *Laserpitium gallicum* Lin., *Daucus maximus* Desf., *Caucalis daucoides* Lin., *Scandix macrorrhyncha* F. et M., *Anthriscus Cerefolium* Hoffm., *Chaerophyllum bulbosum* Lin., *Physocaulis* (*Chaerophyllum*) *nodosa* Koch, *Sphallerocarpus Cyminum* Bess., *Myrrhis odorata* Scop., *Conium maculatum* Lin., *Bifora fuscifolia* Biebrst., *Coriandrum sativum* Lin. — Auch in den unreifen Samen mangelt das Amylum vollständig, so bei *Pastinaca graveolens* Biebrst., *Peucedanum elegans* Hort., *Pimpinella nigra* Willd.

In den unterirdischen Theilen mangelt die Stärke häufig gänzlich: in der Wurzel und im Wurzelstock von *Trinia vulgaris* DC., in der Wurzel von *Bupleurum stellatum* Lin. (ziemlich viel Oel) und *B. rotundifolium* Lin., im Wurzelstock von *B. ranunculoides* Lin., in der Wurzel von *Aethusa Cynapium* Lin., im Wurzelstock von *Seseli tortuosum* Lin., in der Wurzel von *Pastinaca lucida* Lin., von *Caucalis daucoides* Lin., von *Torilis Anthriscus* Gmel. (zu keiner Zeit Amylum, nach H. Hoffmann Flora 1849), von *Anthriscus Cerefolium* Hoffm. (nach H. Hoffmann l. c.), von *Chaerophyllum temulum* Lin. (im Juli, nach H. Hoffmann l. c.), von *Lagoecia cuminoides* Lin.

Bei andern Umbelliferen findet sich mehr oder weniger reichliche Stärke in den unterirdischen Theilen: in den kriechenden Stämmchen von *Hydrocotyle vulgaris* Lin. (488), im Wurzelstock von *Sauicula europaea* Lin. (sehr spärliche, kleine Körnchen), von *Astrantia major* Lin. (460), in der Wurzel von *Apium graveolens* Lin. (488) wenig reichlich, von *Petroselinum sativum* Hoffm. (488), in den Knollen von *Carum* (*Bonium*) *Bulbocastanum* Koch. (434 und 501) reichlich, in der Wurzel von *Pimpinella Saxifraga* Lin. (488), im Wurzelstock von *Bupleurum longifolium* Lin. (460) nicht reichlich, in der Wurzel von *Meum athamanticum* Jacq. (460), im Wurzelstock von *Gaya simplex* Gaud. (460), in der Wurzel von *Levisticum officinale* Koch (460 und 488), im Wurzelstock von *Ostericum palustre* Bess. (488), in der Wurzel von *Archangelica officinalis* Hoffm. (461) ziemlich spärlich, im Wurzelstock von *Peucedanum Cervaria* Lap. (488), von *Imperatoria Ostruthium* Lin. (461), in der Wurzel von *Pastinaca sativa* Lin. (461), in den Knollen von *Chaerophyllum bulbosum* Lin. (502) reichlich, — und reichlich in der Wurzel von *Daucus Careta* Lin. var. *hortensis* (das Amylum verschwindet

nach dem Ausheben des Wieders über fast vollständig), spärlich aber und nur im Sommer bei *D. Carota* Lin. var. *sylvestris* (beides nach H. Hoffmann, Flora 1849). — Die Stärkekörner der genannten Pflanzen sind entweder fast ausschliesslich einfach oder fast ausschliesslich zusammengesetzt, oder aus beiden gleichmässig gemengt; die einfachen Körner meist ohne erkennbaren Bau, selten deutlich excentrisch, conisch oder etwas zusammengedrückt und keilförmig; die zusammengesetzten bald wenig- (2- bis 4-) bald mehr- (2- bis 12- und selbst 30-) zählig, gleich- oder ungleichtheilig.

Araliaceae. Keine Stärke (sondern viel Oel) in den Samen: *Paqax sambucifolium* Sieb., *Aralia racemosa* Lin., *Hedera Helix* Lin.

Reichliche Stärke im Wurzelstock von *Adoxa Moschatellina* Lin. (434), Körner meist einfach, excentrisch-conisch.

Ampelideae. Keine Stärke (sondern viel Oel nebst Protoplasma) in den Samen: *Vitis vinifera* Lin., *Ampelopsis hederacea* DC. — Auch in unreifen Samen von *Ampelopsis hederacea* DC. enthalten Embryo und Albumen in keinem Stadium Stärke.

Corneae. Keine Stärke (sondern viel Oel nebst Protoplasma) in den Samen: *Benthamia fragifera* Lindl. (*Cornus capitata* Wall.), *Cornus mascula* Lin.

Nicht reichliche Stärke im Wurzelstock von *Cornus suecica* Lin. (461 und 488), Körner zusammengesetzt, 2- bis 8- und 12zählig, meist gleichtheilig, dabei einfache Körner von nicht entwickeltem Typus.

Loranthaceae. Stärke im Embryo und im Sameneiweiss; Körner einfach, excentrisch, meist kegelförmig; dabei mehr oder weniger zahlreiche zusammengesetzte, 2- bis 4- und mehrzählige, oft ungleichtheilige Körner: *Viscum album* Lin. (437), *Loranthus europaeus* Lin. (437), *Psittacanthus vellozianus* Mart. (437).

Hamamelideae. Keine Stärke (sondern Oel nebst Protoplasma) in den Samen (im Eiweiss und im Keim): *Corylopsis himalayana* Griff. und *C. spicata* Siebld. et Zucc.

Bruniaceae. Keine Stärke in den Samen: *Berardia fragarioides* Schlcht. (viel Oel), *Berzelia rubra* Schlcht. (Substanz der Samen hornartig-spröde, beim Aufweichen schwammig, aus einem grossmaschigen Parenchym bestehend), *B. ericoides* Eckl. Zeyh. (wie bei Vorhergehender, die Parenchymzellen sind schön porös und ziemlich dickwandig).

Grubbiaceae. Keine Stärke (sondern viel Oel) in den Samen von *Grubbia rosmarinifolia* Berg (*Ophira stricta* Lin.)

Crassulaceae. Keine Stärke (sondern viel Oel nebst Protoplasma) in den Samen: *Tillaea muscosa* Lin., *Tetraphyle lanceolata* Eckl. Zeyh., *Crassula glomerata* Lin., *Umbilicus pendulinus* DC., *Sedum Telephium* Lin., *Sempervivum montanum* Lin., *Penthorum sedoides* Lin.

Keine Stärke im Wurzelstock von *Rhodiola rosea* Lin.

Reichliche Stärke im Wurzelstock von *Umbilicus pendulinus* DC. (434) und von *Sedum Fabaria* Koch (461); Körner meist einfach, bei Ersterem excentrisch, conisch oder etwas keilförmig, bei Letzterem von nicht erkennbarem Bau.

Francoaceae. Keine Stärke (sondern viel Oel nebst Protoplasma) in den Samen von *Francoa sonchifolia* Cav.

Cephaloteae. Reichliche Stärke in dem Wurzelstock von *Cephalotus follicularis* R. Br. (434); Körner meist einfach, excentrisch, conisch oder etwas keilförmig.

Saxifrageae. Keine Stärke (sondern viel Oel) in den Samen: *Saxifraga Cotyledon* Lin., *Mitella diphylla* Lin., *Tellima grandiflora* Lindl.

Die unterirdischen Theile enthalten bald keine, bald sehr spärliche, bald reichliche Stärke. Sie mangelt in der Wurzel von *Saxifraga Vandellii* Sternb. und von *S. Cotyledon* Lin. Vereinzelte kleine Körnchen kommen im Wurzelstock von *Saxifraga rotundifolia* Lin. vor; ziemlich reichliche Stärke im Wurzelstock von *Drummondia mitelloides* DC. (461) und von *Mitella diphylla* Lin. (461); Körner der beiden Letztern fast alle einfach, wahrscheinlich excentrisch. Sehr reichliche Amylumkörner in den Schuppen der Bulbillen von *Saxifraga granulata* Lin. (446); Körner einfach, excentrisch, zusammengedrückt oder keilförmig.

Cunoniaceae. Keine Stärke (sondern Oel) in den Samen von *Weinmannia glabra* Lin. fil.

Hydrangeaceae. Keine Stärke (sondern Oel) in den Samen von *Hydrangea* Spec.

Escalloniaceae. Keine Stärke (sondern Oel) in den Samen von *Escallonia montevidensis* DC.

Rousseaceae. Keine Stärke (sondern Oel) in den Samen von *Roussea simplex* Smith.

Ribesiaceae. Keine Stärke in den Samen; Albumenzellen etwas dickwandig mit Oel und Protoplasma: *Ribes tenuiflorum* Lindl.

Menispermaceae. Keine Stärke (sondern viel Oel) in den Samen: *Menispermum canadense* Lin., *Cocculus suberosus* DC.

Stärke in der Wurzel von *Cocculus palmatus* DC. (434); Körner meist einfach, excentrisch, conisch.

Myristicaceae. Keine Stärke im Embryo; Stärke nebst Fett im Sameneiweiss von *Myristica moschata* Thuob. und *M. salicifolia* Willd. (494); Körner zusammengesetzt, 2- bis 10- und 16zählig, gleichtheilig.

Anonaceae. Keine Stärke in den Samen: *Asimina triloba* Dun. (viel Oel nebst Protoplasma), *Anona Cheiri-molia* Lin. (Albumenzellen etwas dickwandig mit ziemlich viel Oel).

Schizandraceae. Keine Stärke (sondern viel Oel) in den Samen von *Kadsura Roxburghiana* Arn.

Magnoliaceae. Keine Stärke (sondern viel Oel) in den Samen von *Magnolia acuminata* Lin. und *Illicium anisatum* Lin. — Nach Hartig (Bot. Zeit. 1856, Pag. 267) erkennt man in den Samen von *Liriodendron* durch Jod die Anwesenheit von Stärkemehl (vielleicht vor vollständiger Reife?).

Ziemlich viel Stärke in der Rinde von *Drimys Winteri* Forster (502); Körner meist zusammengesetzt, 2- bis 8zählig, meist ungleichtheilig.

Dilleniaceae. Keine Stärke in den Samen; Albumenzellen dickwandig mit viel Oel: *Hibbertia pulchella*.

Ranunculaceae. Keine Stärke (sondern viel Oel nebst Protoplasma) in den Samen (im Embryo und Albumen): *Thalictrum aquilegifolium* Lin., *Anemone sibirica* Lin., *Adonis autumnalis* Lin., *Ranunculus abortivus* Lin., *Ceratocephalus falcatus* Pers., *Trollius europaeus* Lin., *Garidella Nigellastrum* Lin., *Nigella arvensis* Lin., *Delphinium Ajacis* Lin., *Actaea spicata* Lin., *Paeonia peregrina* Mill. und *P. lanceolata* Salm.

In unreifen Samen von *Delphinium Ajacis* Lin. mangelt das Amylum dem Embryo und Albumen beständig; dagegen enthält die noch weisse Samenschale ziemlich viel Stärkekörner von unausgebildetem Typus (474). Nach Berg (Pharmacognosie Pag. 462) sind die Zellen der Samentesta von *Delphinium Staphis-agria* Lin. mit kleinen Amylumkörnern versehen, und nach Brandes enthalten die Samen 2,4 Procent Stärke. — Auch in den unreifen Samen von *Clematis angustifolia* Jacq. mangelt das Amylum dem Eiweiss und dem Keim. — Dagegen findet sich reichliche Stärke im Sameneiweiss von *Paeonia* (494) vor der vollständigen Reife; Körner meist zusammengesetzt, 2- bis 6zählig, meist gleichtheilig.

In den unterirdischen Theilen kommt gewöhnlicher Stärke vor, und zwar durchschnittlich in reichlicher Menge, namentlich in den verdickten Organen; zuweilen füllt sie die Zellen ganz aus. Die einfachen Körner sind meist deutlich excentrisch, conisch oder zusammengedrückt und keilförmig; die zusammengesetzten 2- bis 8- und 16zählig, zuweilen gleich-, häufiger ungleichtheilig. Ausschliesslich oder fast ausschliesslich einfache Körner in den Wurzeln von *Ranunculus pyrenaeus* Lin. (461), *R. aconitifolius* Lin. (446) und *R. garganicus* Tenore (434). Einfache Körner fast in gleicher Menge mit zusammengesetzten gemengt im Wurzelstock von *Anemone ranunculoides* Lin. (435 und 502) sehr reichlich, in den Knollen von *Ranunculus bulbosus* Lin. (434 und 502) sehr reichlich, in den verdickten Wurzeln von *Ficaria ranunculoides* Moench (*Ranunculus Ficaria* Lin., — 447, 461 und 477), in der rübenförmigen Wurzel von *Aconitum Anthora* Lin. (435 und 502), im Wurzelstock von *Paeonia officinalis* Retz (435 und 502) reichlich. Fast ausschliesslich zusammengesetzte Körner in den Wurzeln von *Ranunculus Thora* Lin. (488), *R. Flammula* Lin. (488) und *R. rutaefolius* Lin. (488) bei Letzterm nicht sehr reichlich, im Wurzelstock von *Helleborus viridis* Lin. und *H. dumetorum* W. K. (502), in der knollenförmigen Wurzel von *Aconitum Napellus* Lin. (502).

Keine Stärke im Wurzelstock von *Anemone vernalis* Lin. und *A. Halleri* All., in den Wurzeln und im Wurzelstock von *Ranunculus gramineus* Lin., im Wurzelstock von *Eranthis hyemalis* Salisb. (daselbst viel Oel), in der Wurzel von *Nigella damascena* Lin. Auch die verdickten Wurzeln von *Ranunculus oxyspermus* Willd. (von einem Exemplar aus dem Kaukasus) enthielten kein Amylum; vielleicht aber waren sie alt und erschöpft.

Berberideae. Keine Stärke (sondern Oel nebst Protoplasma) in den Samen: *Diphylleia cymosa* Michx. (wenig Oel), *Berberis nepalensis* Spreng. (wenig Oel), *Mahonia diversifolia* Sweet (*Berberis* d. Steud., viel Oel).

Stärke in den unterirdischen Pflanzentheilen. Körner zusammengesetzt, bis 20- und mehrzählig, mit einfachen von unentwickeltem Typus gemengt: im Wurzelstock von *Podophyllum peltatum* Lin. (461 und 505); oder die zusammengesetzten Körner sind fast ausschliesslich vorhanden, bis 500 und 2000 Theilkörner enthaltend: im Wurzelstock von *Epidemium alpinum* Lin. und *E. macranthum* Lindl. (505).

Papaveraceae. Keine Stärke (sondern viel Oel) in den Samen: *Chelidonium majus* Lin., *Argemone mexicana* Lin., *Papaver opififerum* Forsk., *Glaucium luteum* Lin., *Eschscholtzia californica* Cham.

Auch in den unreifen Samen von *Eschscholtzia californica* wurde kein Amylum gefunden. Dagegen zeigten die Samenschalen von *Glaucium luteum* im unreifen Zustande zahlreiche kleine Stärkekörner; ebenso diejenigen von *Chelidonium majus* (474). Im Samenmantel der letztern Pflanze sind sie noch bei vollkommener Reife vorhanden (474).

In den unterirdischen Theilen ist zuweilen Stärke enthalten; Körner theils einfach, excentrisch, aber von nicht weiter ausgebildetem Typus, theils zusammengesetzt, 2- bis 6- und 10 zählig, gleich- oder ungleichtheilig. Fast ausschliesslich einfache Körner im Wurzelstock von *Papaver orientale* Lin. (461); einfache mit zusammengesetzten gemengt, im Wurzelstock von *Sanguinaria canadensis* Lin. (461 und 503) ziemlich reichlich; fast ausschliesslich zusammengesetzte Körner im Wurzelstock von *Chelidonium majus* Lin. (488) ziemlich reichlich.

Zuweilen mangelt das Amylum in den unterirdischen Theilen: im kriechenden Wurzelstock von *Papaver alpinum* Lin. (dickwandige Zellen mit ziemlich viel Oel), in der Wurzel von *P. Rhoas* Lin., von *P. Argemone* Lin. und von *Glaucium luteum* Lin.

Fumariaceae. Keine Stärke (sondern viel Oel) in den Samen: *Hypecoum procumbens* Lin., *Corydalis glauca* Pursh. und *C. lutea* DC.

Die unreifen Samen von *Corydalis lutea* enthalten ebenfalls kein Amylum im Embryo, Albumen (und den Samenhäuten?); dagegen kommt Stärke in geringer Menge in dem unreifen Samenmantel und reichlicher in dem Samenträger vor (495), Körner zusammengesetzt, 2- bis 8zählig.

In den unterirdischen Theilen ist zuweilen Amylum vorhanden, und zwar in so reichlicher Menge, dass die Zellen oft ganz damit gefüllt sind. Körner alle oder fast alle einfach, excentrisch, entweder verkehrt-kegelförmig oder kegelförmig und zuweilen etwas keilförmig: Ersteres im Wurzelstock von *Diclytra formosa* DC. (430), Letzteres in den Knollen von *Corydalis cava* Schweigg. et Körst. (435). — Körner alle zusammengesetzt, 2- bis 6zählig, meist gleichtheilig: in den knolligen Wurzelstöcken von *Corydalis solida* Smith (489), *C. fabacea* Pers. (489), und *C. pumila* Host. (489).

Zuweilen fehlt die Stärke in den unterirdischen Theilen: im Wurzelstock von *Corydalis lutea* DC., in der Wurzel von *Fumaria capreolata* Lin. und von *Hypecoum procumbens* Lin.

Cruciferae. Keine Stärke (sondern viel Oel nebst Protoplasma) in den Samen: *Berteroa incana* DC., *Goldbachia torulosa* DC., *Brassica Napus* Lin., *Bunias Erucago* Lin.

Die unreifen Samen von *Brassica Napus* enthalten reichliches Amylum in den Schalen und in den Cotyledonen, weniger reichlich in dem transitorischen Albumen; Körner einfach, von unentwickeltem Typus (474) und zusammengesetzt (495).

Die unterirdischen Theile zeigen bei manchen Arten reichliche Stärke. Körner alle oder beinahe alle einfach, excentrisch, bald von unentwickeltem Typus, bald kegelförmig oder verlängert: in der Wurzel von *Cochlearia Armoracia* Lin. (462) mit sehr wenig Oel, im Wurzelstock von *Cardamine granulosa* All. (435), in den Schuppen des Wurzelstockes von *Dentaria digitata* Lam. (435), *D. polyphylla* W. K. (435), *D. enneaphyllos* Lin. (451).

Bei andern Arten findet sich kein Amylum in den unterirdischen Theilen: im Wurzelstock von *Matthiola ropestris* DC., im Wurzelstock und in der Wurzel von *Arabis coerulea* Haenke, in der Wurzel von *Lobularia maritima* Desv., von *Alyssum petraeum* Arduino, von *Draba frigida* Sauter, von *Sinapis alba* Lin., von *Moricandia arvensis* DC.

Sehr reichliche Stärke in den blattachselständigen Brutzwiebeln von *Dentaria bulbifera* Lin. (462), Körner einfach, excentrisch, sonst von undeutlichem Typus, wahrscheinlich conisch und etwas keilförmig.

Capparideae. Keine Stärke (sondern viel Oel) in den Samen: *Cleome Eckloneana* Schrad., *Polanisia dodecandra* DC. (*Cleome* d. Lin.), *Capparis cartilaginea* Desne.

Keine Stärke in der Wurzel von *Gynandropsis triphylla* DC. (*Cleome* tr. Lin.)

Resedaceae. Keine Stärke (sondern viel Oel) in den Samen: *Reseda macrosperma* Rchb. und *R. Luteola* Lin. -- Auch in den unreifen Samen von *Reseda Luteola* mangelt das Amylum gänzlich.

Keine Stärke in der Wurzel von *Reseda alba* Lin.

Datisceae. Keine Stärke (sondern Oel) in den Samen: *Datisca cannabina* Lin.

Nymphaeaceae. Keine Stärke (sondern Oel) im Embryo. Stärke im Sameneiweiss; Körner zusammengesetzt, bald bis 150, bald bis über 10000 Theilkörner enthaltend: *Nymphaea rubra* Roxb. (524), *N. coerulea* Savign. und *N. dentata* Th. et Schum. (524), *Nuphar luteum* Smith. (524), *Barclaya oblonga* Wall. (524).

Reichliche Stärke im Wurzelstock und in den Wurzeln von *Nymphaea alba* Lin. (436 und 503); Körner einfach, excentrisch-kegelförmig, gemengt mit zusammengesetzten, 2- bis etwa 10zähligen, ungleich- oder gleichtheiligen.

Sarraceniaceae. Keine Stärke (sondern Oel) in noch unausgebildeten Samen von *Sarracenia flava* Lin.

Nelumboneae. Stärke in den Samenlappen, Körner einfach, centrisch-oval; Oel und kleine rundliche Amylumkörner in der Plumula: *Nelumbium speciosum* Willd. und *N. luteum* Willd. (424).

Cistineae. Keine Stärke (sondern Oel) im Embryo; Stärke im Sameneiweiss; Körner einfach, wahrscheinlich centrisch-oval: *Cistus creticus* Spach (424), *Helianthemum aegyptiacum* Mill. (425), *Lechea thymifolia* Michx. (425). — Die Zellen der Samenschale von *Helianthemum aegyptiacum* enthalten kugelige, 3—6 Mik. grosse Amylumkörner.

Keine Stärke im Wurzelstock von *Helianthemum oelandicum* Wahlenb. var. *H. italicum* Pers.

Droseraceae. I. Keine Stärke (sondern Oel) im Embryo; Stärke in dem (harten brüchigen) Sameneiweiss; Körner einfach, centrisch-kugelig: *Drosera longifolia* Lin. (416), *Drosophyllum lusitanicum* Spreng. (416).

II. Keine Stärke (sondern Oel) im Embryo und in dem (fleischigen) Sameneiweiss: *Byblis liniflora* Salisb. und *B. gigantea* Lindl., *Roridula dentata* Lin.

Ziemlich reichliche Stärke in den Wurzeln von *Drosera rotundifolia* Lin. (489), Körner zusammengesetzt, 2- bis 8zählig, gleich- oder ungleichtheilig.

Keine Stärke in der Wurzel von *Byblis gigantea* Lindl. (Herb. Preiss. 1993).

Parnassieae. Keine Stärke (sondern Oel) in den Samen: *Parnassia palustris* Lin.

Stärke und Oel im Wurzelstock von *Parnassia palustris* (462), Körner einfach, excentrisch, von nicht zu bestimmendem Typus.

Violarieae. Keine Stärke (sondern viel Oel nebst Protoplasma) in den Samen: *Viola cornuta* Lin., *Hymenanthera angustifolia* R. Br.

In den unterirdischen Theilen mangelt zuweilen das Amylum: im Wurzelstock von *Viola odorata* Lin. und in einigen Wurzelstöcken von *V. pinnata* Lin. Zuweilen sind Stärkekörner vorhanden, zusammengesetzt, 2- bis 6- und 12zählig, gleich- oder ungleichtheilig, Theilkörner excentrisch; mit denselben können einfache Körner von unentwickeltem Typus gemengt sein: in den Wurzeln und im Wurzelstock von *Viola pinnata* Lin. (489), im Wurzelstock von *V. palustris* Lin. (462 und 489) und von *V. cucullata* Ait. (489).

Sauvagesieae. Keine Stärke (sondern Oel) in den Samen: *Sauvagesia erecta* Liu.

Keine Stärke in den Wurzeln von *Sauvagesia erecta* Lin.

Frankeniaceae. Oel und Stärke in den Samen (wahrscheinlich Ersteres im Embryo, Letztere im Albumen); Körner wahrscheinlich zusammengesetzt, vielzählig: *Frankenia pulverulenta* Lin. (524).

Keine Stärke im Wurzelstock von *Frankenia laevis* Lin.

Turneraceae. Keine Stärke (sondern Oel) in den Samen von *Turnera* Spec.

Samydeae. Keine Stärke (sondern Oel) in den Samen von *Samyda serrulata* Lin.

Bixaceae. Keine Stärke (sondern Oel) in den reifen Samen (im Embryo und Albumen): *Prockia ovata* Lam. und *P. serrata* Willd., *Flacourtia cataphracta* Roxb. — Nicht ganz reife Samen mit hornartig hartem Albumen von *Bixa orellana* Lin. enthalten Stärke in reichlicher Menge; Körner einfach, centrisch, oval oder zusammengedrückt-oval (425).

Passifloreae. Keine Stärke (sondern viel Oel nebst Protoplasma) in den Samen: *Passiflora heterophylla* Lam., *Disemma aurantiaca* Labill.

Malesherbiaceae. Keine Stärke (sondern Oel) in den Samen (im Embryo und Albumen): *Malesherbia thyrsiflora* R. P. und *M. humilis* Don.

Loaseae. Keine Stärke (sondern viel Oel nebst Protoplasma) in den Samen (im Embryo und Albumen): *Mentzelia lobata* Klotzsch, *Loasa nitida* Lam., *Cajophora lateritia* Klotzsch.

Cevalliaceae. Keine Stärke (sondern viel Oel und Protoplasma) in den Samen: *Cevallia sinuata* Lagasc.

Papayaceae. Keine Stärke (sondern Oel nebst Protoplasma) in den Samen (im Embryo und Albumen): *Carica monoica* Desf.

Nhandirobeae. Keine Stärke (sondern Oel nebst Plasmakörpern) in den Samen (Cotyledonen): *Fevillea* Spec.

Cucurbitaceae. Keine Stärke (sondern viel Oel nebst Protoplasma) in den Samen: *Melothria pendula* Lin., *Bryonia alba* Lin., *Momordica Balsamina* Liu., *Cucumis Melo* Liu., *C. sativus* Lin. und *C. turbinatus* Roxb., *Sicyos australis* Endl.

Ziemlich reichliche Stärke ohne oder mit wenig Oel in den Cotyledonen von *Cucumis sativus* Lin. vor der vollständigen Reife; Körner wahrscheinlich einfach, aber von nicht entwickeltem Bau (474).

Stärke im Wurzelstock von *Bryonia dioica* Jacq. (503); Körner zusammengesetzt, 2- bis 8zählig, meist ungleichtheilig.

Gronovieae. Keine Stärke in den Samen (viel Oel in den Cotyledonen): *Gronovia scandens* Lin.

Begoniaceae. Keine Stärke (sondern Oel) in den Samen: *Begonia Dregei* O. et D.

Cacteae. Keine Stärke in den Samen (viel Oel nebst Protoplasma in den Cotyledonen): *Mamillaria Galeotti* Olla, *Echinocactus setispinus* Englm., *Cereus turbinatus* Pfeiff.

Stärke im Stamm von *Mamillaria discolor* Haw. (463), *Cereus variabilis* Pfeiff. (462, 477 und 503), *C. Martianus* Zuccar. (462), *C. erinaceus* Haw. (462), *C. flagelliformis* Mill. (463), *C. serpentinus* Lagasc. (463), *C. monstrosus* DC. (463), *C. peruvianus* Haw. (463), *Rhipsalis funalis* Salm (463), *Opuntia brasiliensis* Haw. (463), *O. Tuua* Mill. (463), *O. Ficus indica* Mill. (463), *O. curassavica* Mill. (463), *Pereskia grandifolia* Haw. (*P. grandiflora* Hort. — 463). — Körner einfach, excentrisch, von nicht ausgebildetem Typus, oft mit unregelmässiger Schichtung; darunter mehr oder weniger zahlreiche halbzusammengesetzte (477) und ganzzusammengesetzte Körner (503), Letzere 2 bis 12- und 20zählig, meist ungleichtheilig. — Die meisten Cacteen enthalten keine oder bloss Spuren von Amylum (nach Payen). Reichlich kam dasselbe im Mark von *Cereus variabilis*, spärlich dagegen im Rindenparenchym vor; ebenfalls reichlich im Mark eines kleinen Zweiges von *Pereskia grandifolia*. Im Mark von *Cereus Martianus* waren einzelne spärliche Zellen mit Stärke gefüllt; überdem fanden sich einzelne Körner hie und da zerstreut; im Rindenparenchym mangelte das Amylum.

Mesembryanthemeae. Keine Stärke (sondern Oel) im Embryo. Stärke in dem Sameneiweiss; Körner zusammengesetzt, bis über 5000 Theilkörner enthaltend: *Mesembryanthemum pinnatifidum* Lin. fil. (525).

Portulacaceae. Keine Stärke (sondern Oel) im Embryo. Stärke in dem Sameneiweiss; Körner zusammengesetzt, bald bis über 400, bald bis über 8000 kleine Theilkörner enthaltend, leicht zerfallend und die Zellen als gleichförmige körnige Masse erfüllend: *Tetragonia expansa* Ait. (525), *Aizoon canariense* Lin. und *A. hispanicum* Lin. (525), *Trianthema monogynum* Lin. (525), *Portulaca megalantha* Steud. (525), *Talinum patens* Willd. (525), *Calandrinia compressa* Schrad. (525), *Claytonia perfoliata* Don. (525), *Monocosmia corrigioloides* Fenzl (525), *Montia minor* Gmel. (525), *Mollugo cerviana* Seringe (525), *Pharnaceum verticillatum* Spreng. (526), *Adenogramma galioides* Fenzl (526). — Der Gehalt der Samen an Oel varirt, und scheint vorzüglich von dem ungleichen Verhältnis zwischen Albumen und Embryo abzuhängen. Vielleicht indess besitzt auch das Albumen zuweilen ausser dem Amylum etwas Oel; bei *Calandrinia compressa* enthalten die Samen mehr Oel als Stärke, während sonst die Letztere in der Regel überwiegt. — Auch Proteinkörper kommen zuweilen vor, so bei *Monocosmia corrigioloides*.

Keine Stärke in der Wurzel von *Glinus lotoides* Lin. — Nicht reichlich (einzelne Zellen sind zwar ganz mit Amy-

lum gefüllt) in der Wurzel von *Portulaca megalaantha* Steud. (463 und 469), Körner einfach, von nicht entwickeltem Bau und zusammengesetzt, 2- bis 4zählig, gleichtheilig. — Reichliche Stärke in den Knollen von *Ullucus tuberosus* Lozano (463).

Caryophylleae. Keine Stärke (sondern Oel) im Embryo. Stärke im Sameneiweiss; Körner zusammengesetzt, bald bis über 100 bald bis über 6000 Theilkörner enthaltend, sehr leicht zerfallend und die Zellen als gleichförmige körnige Masse erfüllend; Theilkörner meist scheibenartig-zusammengedrückt: *Corrigiola littoralis* Lin. (526), *Herniaria glabra* Lin. (526), *Illecebrum verticillatum* Lin. (526), *Anychia dichotoma* Michx. (526), *Telephium Imperati* Lin. (526), *Polycarpaea Teneriffae* Lam. (526), *Lepigonum medium* Wahlbg. (*Spergularia salina* Presl. 526), *Spergula arvensis* Lin. (526), *Drymaria cordata* Willd. (526), *Scleranthus perennis* Lin. (526), *Sagina apetala* Lin. (527), *Buffonia annua* DC. (527), *Lepyrodiclis holosteoides* Fenzl (527), *Arenaria graminifolia* Schrad., *A. grandiflora* Lin. und *A. globulosa* Labil. (527), *Cerastium chloraefolium* Fisch. et Mey. (527), *Dianthus atrorubens* All. (527), *Tunica Saxifraga* Koch (527), *Gypsophila altissima* Lin. (527), *Saponaria persica* C. A. Mey. (527), *Vaccaria vulgaris* Host. (527), *Silene conoidea* Lin. und *S. ambigua* Camb. (527), *Eudianthe coeli-rosa* Fenzl (527), *Lychnis dioica* Lin. (528), *Agrostemma coronaria* Lin. (528), *Cucubalus bacciferus* Lin. (528), *Drypis spinosa* Lin. (528).

Den unterirdischen Theilen mangelt die Stärke in der Regel; dagegen kommen darin oft dickwandige Zellen vor: in der Wurzel von *Corrigiola telephifolia* Pourr., von *Paronychia capitata* Lam., von *Anychia dichotoma* Michx., in den kriechenden Stämmchen von *Herniaria alpina* Vill., in der Wurzel von *Lepigonum rubrum* Fries (*Alsine rubra* Wahlenb.) und *L. glandulosum* Fisch. et Mey., von *Spergula arvensis* Lin., von *Scleranthus perennis* Lin., von *Cherleria sedoides* Lin., von *Alsine recurva* Wahlb., von *Tunica Saxifraga* Koch, von *Dianthus glacialis* Haenke, im Wurzelstock von *Gypsophila repens* Lin., von *Saponaria lutea* Lin., von *Silene acaulis* Lin.

Spärliche Stärke in der Wurzel von *Saponaria officinalis* Lin. (463), reichlicher in den Knollen von *Stellaria bulbosa* Wulfen (436 und 489); Körner bei Letzterer einfach, excentrisch-conisch und zusammengesetzt, 2- bis 4zählig, meist gleichtheilig.

Phytolacceae. Keine Stärke (sondern Oel nebst Protoplasma) im Embryo. Stärke im Sameneiweiss (sie tritt im Verhältniss zum Oel um so mehr zurück, je kleiner das Albumen im Vergleich zum Keim ist); Körner zusammengesetzt bald bis über 1000 bald bis über 20000 Theilkörner enthaltend, leicht zerfallend und die Zellen als gleichförmige körnige Masse erfüllend: *Petiveria alliacea* Lin. (528), *Rivina purpurascens* Schrad. (528), *Limeum glomeratum* Eckl. Zeyh. (528), *Microtea maypurensis* G. Don (528), *Phytolacca esculenta* V. Houtte (528), *Pircunia Latbenia* Moq. (528).

Gyrostemoneae. Keine Stärke (sondern viel Oel) in den (eiweisslosen) Samen: *Gyrostemon ramulosus* Desf., *G. acaciaeformis* F. Müll.

Malvaceae. Keine Stärke (Oel, fadenziehender Schleim und Protoplasma) in den Samen: *Malope trifida* Cav., *Kitabelia vitifolia* Willd. (in beiden viel Oel), *Lavatera trimestris* Lin., *Althaea cannabina* Lin. (wenig Oel, dagegen fadenziehender Schleim), *Malva peroviana* Lin. (wenig Oel), *Nuttallia malviflora* Fisch. et Mey., *Malvastrum carpinifolium* Gray, *Hibiscus syriacus* Lin., *H. Trionum* Lin., *Gossypium herbaceum* Lin., *Anoda hastata* Cav., *Sida americana* Lin., *Abutilon Avicennae* Gärt. (*Sida A.* Lin., wenig Oel).

In den fast reifen Samen von *Althaea officinalis* Lin. kommen rundliche, 6 bis 8 Mik. grosse, stellenweise nicht spärliche Amylumkörner vor; sie scheinen dem geringen Albumen anzugehören.

In den unterirdischen Theilen mangelt zuweilen die Stärke, so in der Wurzel von *Althaea hirsuta* Lin. und von *Abutilon Avicennae* Gärt. — Häufiger trifft man sie in grösserer oder geringerer Menge an; die Körner sind dann in den einen Fällen fast alle einfach, bald von unentwickeltem Bau, bald deutlich excentrisch, Ersteres in der Wurzel von *Althaea rosea* Cav. (464) spärlich mit fadenziehendem Schleim, Letzteres in der Wurzel von *Althaea officinalis* Llu. (436) reichlicher. In andern Fällen sind die Körner in der Mehrzahl zusammengesetzt, 2- bis 4- und 8zählig, meist ungleichtheilig, in der Wurzel von *Malva borealis* Wallmann (503); oder alle zusammengesetzt; 2- bis 10- und 20zählig, ebenfalls meist ungleichtheilig, in der Wurzel von *Gossypium indicum* Lam. (503) reichlich.

Sterculiaceae. I. Meist keine Stärke (sondern Oel nebst Protoplasma) in den Samen (im Embryo und im Al-

bumen, soweit solches vorhanden ist): *Adansonia digitata* Lin., *Bombax heptaphyllum* und *B. Spec.*, *Cavanillesia Spec.*, *Plagianthus divaricatus* Forsk., *Helicteres Spec.* und *H. Spec.*, *Sterculia Spec.* aus Australien.

II. Reichliche Stärke in den Samenlappen von *Carolinea princeps* Lin. (437 und 495) und von *Heritiera littoralis* Ait. (495); Körner bei Ersterer zum Theil einfach excentrisch, zum Theil zusammengesetzt, 2- bis 6zählig, gleich- oder ungleichtheilig; bei Letzterer fast alle zusammengesetzt, 2- bis 12- und mehrzählig, meist gleichtheilig.

Ziemlich viel Stärke im Fruchtfleisch von *Adansonia digitata* Lin. (464); Körner einfach, von unausgebildetem Typus.

Buettneriaceae. I. Häufig keine Stärke (sondern Oel nebst Protoplasma) in den Samen (im Embryo und im Albumen, wenn solches vorhanden ist): *Thomasia dumosa* Cunningh., *Lasiopetalum erosum*, *Corethrostylis* Endlicheri Steetz (Samen nicht ausgebildet), *C. membranacea* Steud., *Rulingia corylifolia* Grab., *Buettneria dasyphylla* Gay und *B. virgata* Pohl, *Ayenia pusilla* Lin. und *A. Spec.*, *Guazuma ulmifolia* Desf. -- Nicht ausgebildete Samen von *Guazuma ulmifolia* zeigten neben dem Oel im Albumen wenige ovale und rundliche, bis 10 Mik. grosse Stärkekörner; ebenso verhielten sich scheinbar vollkommen entwickelte Samen von *Guazuma scabra*.

II. Manchmal keine Stärke im Embryo aber reichliche Stärke (ohne oder neben wenig Oel) im Albumen; Körner fast alle einfach, excentrisch, wahrscheinlich conisch: *Abroma angustum* Lin. fl. (437), *Waltheria indica* Lin. (437), *Melochia pyramidata* Lin. (438), *Riedleia corchorifolia* DC. (438), *Hermannia nemorosa* Eckl. (438), *H. altheaefolia* Lin. (438), *Melhania didyma* Eckl. Zeyh. und *M. Erythroxyton* R. Br. (438), *Eriolaena Spec.* (438), *Visenia tomentosa* R. P. (438).

III. Etwas Stärke neben viel Oel in den Cotyledonen der (eiweisslosen) Samen von *Theobroma Cacao* Lin. (495), Körner zusammengesetzt, wenigzählig.

Amylum in der Wurzel von *Melochia pyramidata* Lin. (489) ziemlich spärlich, und in der Wurzel von *Ayenia pusilla* Lin. (505) nicht sehr reichlich; Körner bei Ersterer in der Mehrzahl zusammengesetzt, 2- bis 8zählig, meist gleichtheilig, bei Letzterer alle zusammengesetzt, 2- bis 40zählig.

Tiliaceae. Keine Stärke (sondern Oel nebst Protoplasma) in den Samen (im Albumen und im Embryo): *Entelea arborecens* R. Br., *E. palmata* Lindl. (*Sparmannia p. E. Mey.*), *Corchorus siliquosus* Lin., *Tilia argentea* DC., *Elaeocarpus dentatus* Vahl (Samen unvollkommen entwickelt).

Ziemlich spärliches *Amylum* in der Wurzel von *Triumfetta Schimperii* Hochst. (489), Körner zusammengesetzt, 2- bis 4- und 8zählig, gleich- oder ungleichtheilig; dabei einfache von nicht ausgebildetem Bau.

Dipterocarpeae. Reichliche Stärke in den Cotyledonen der (eiweisslosen) Samen von *Vatica robusta* Steud. (474); Körner einfach, wahrscheinlich excentrisch.

Ternstroemiaceae. I. Keine Stärke (sondern Oel nebst Protoplasma) in den Samen (im Embryo und Albumen): *Cochlospermum Spec.* (= *Wittelsbachia Spec.*), *Cleyera japonica* Thunb., *Ternstroemia dentata* Swartz, *Saurauja nepalensis* DC.

II. Viel Oel und viel Stärke in den Cotyledonen der (eiweisslosen) Samen von *Thea Bohea* Lin. (474 und 495), Körner zum Theil einfach, wahrscheinlich excentrisch, zum Theil zusammengesetzt, 2- bis 4- und 8zählig, meist gleichtheilig.

Aristoleliaceae. Keine Stärke (sondern sehr viel Oel) in den Samen: *Aristolelia Macqui* Herit.

Clusiaceae Stärke nebst Oel in den Cotyledonen der (eiweisslosen) Samen: *Mamea americana* Lin. (452), reichliche Stärke mit wenig Oel, Körner einfach, excentrisch, oval; — *Calophyllum lanceolatum* Blume (474), Oel in weiten Oelbehältern, Oel und mehr Stärke in den Zellen; *C. Tacamahaca* Willd. (474) sehr viel Oel, dabei stellenweise mehr, stellenweise weniger zahlreiche Stärkekörner; Körner bei beiden einfach von unentwickeltem Bau.

Canellaceae. Keine Stärke (sondern Oel) in den Samen (im Embryo und Albumen): *Canella alba* Murr.

Amylum in der Rinde von *Canella alba* Murr. (489), Körner in der Mehrzahl zusammengesetzt, 2- bis 5zählig, meist ziemlich gleichtheilig.

Marcgraviaceae. Keine Stärke in den Samen: *Ruyschia corallina* Mart. et Zucc., *Ruyschia Spec.*

Hypericineae. Keine Stärke (sondern viel Oel nebst Protoplasma) in den Samen: *Hypericum pulchellum* Willd.

Kein *Amylum* in der Wurzel von *Hypericum Coris* Lin. und *H. perforatum* Lin. und im Wurzelstock von *H. Richeri* Vill.

Spärliche Stärke neben viel Oel in der Wurzel von *Androsæmum officinale* All. (469), Körner einfach von nicht entwickeltem Bau; — wenig reichliche Stärke im Wurzelstock von *Hypericum elodes* Lin. (464 und 469), Körner in der Mehrzahl zusammengesetzt, 2- bis 4- und 6zählig, gleich- oder ungleichtheilig; die Wurzeln enthalten kein Amylum.

Elatineae. Keine Stärke (sondern Oel) in den Samen: *Elatine Alsinastrum* Lin.

Keine Stärke in dem kriechenden Stengel von *Elatine Alsinastrum* Lin.

Reaumuriaceae. Keine Stärke (sondern Oel) im Embryo. Stärke im Sameneiweiss; Körner zusammengesetzt, bis über 7000 Theilkörner enthaltend: *Reaumuria vermiculata* Lin. (528).

Tamariscineae. Keine Stärke (sondern viel Oel) in den Samen: *Tamarix angustifolia* Eichw. et Mey.

Humiriaceae. Keine Stärke (sondern viel Oel) in den Samen (im Embryo und Albumen): *Humirium floribundum* Mart.

Olacineae. Keine Stärke (sondern Oel) in den Samen (im Embryo und Albumen): *Lepionurus sylvestris* Blume, *Apodytes dimidiatus* E. Mey., *Gomphandra axillaris* Wall.

Balaniteae. Keine Stärke (sondern viel Oel) in den Samen: *Balanites aegyptiaca* Delile.

Aurantiaceae. I. Keine Stärke (sondern viel Oel) in den Samen: *Citrus medica* Lin.

II. Reichliche Stärke ohne oder mit wenig Oel in den Cotyledonen der (eiweisslosen) Samen von *Triphasia Aurantiola* Lour. (495); Körner zusammengesetzt, 2- bis 4- und 8zählig, gleich- oder ungleichtheilig.

Meliaceae. I. Keine Stärke (sondern viel Oel nebst Protoplasma) in den Samen (im Embryo und Albumen, soweit solches vorhanden ist): *Melia Azederach* Lin., *Carapa guianensis* Aubl. (*Xylocarpus Carapa* Spreng.)

II. Stärke ohne oder mit sehr wenig Oel in den Cotyledonen der (eiweisslosen) Samen; Körner zusammengesetzt, 2- bis 12- und mehrzählig, meist gleichtheilig: *Trichilia micrantha* Spruce (495), *Trichilia* Spec. (495), *Guarea trichilioides* Lin. (495).

Cedrelaceae. Keine Stärke (sondern viel Oel) in den Samen (im Embryo und Albumen): *Swietenia humilis* Zuccar., Sw. *Chloroxylon* Roxb., *Cedrela brasiliensis* Juss.

Acerineae. Keine Stärke (sondern Oel nebst Protoplasma) in den Samen von *Acer pensylvanicum* Lin. Reichliche Stärke (mit ungefähr gleich viel Oel) in den Samen von *Acer laurinum* Hook. (474), Körner einfach und zusammengesetzt, wahrscheinlich in Auflösung begriffen. Auch nach Hartig (Bot. Zeit. 1856, Pag. 256) sollen die Samenlappen von *Acer* reichliches Amylum enthalten. Weitere Untersuchungen müssen zeigen, ob dasselbe vielleicht mit der vollständigen Reife verschwindet. In den unreifen, intensiv grüngelbten Cotyledonen von *Acer Pseudoplatanus* Lin. finden sich ziemlich viel Amylumkörner (475).

Malpighiaceae. Keine Stärke in den Samen: *Tetrapterys citrifolia* Pers. (sehr viel Oel), — 3 Arten von *Banisteria* und *Hiraea* Spec. (bei beiden Gattungen kein oder wenig Oel, aber sehr zahlreiche rundlich-eckige oder polyedrische Plasmakörper). — Bei einer Art von *Banisteria* etwas Stärke (475); vielleicht vor vollständiger Samenreife.

Amylum in der Alcornoco-Rinde (von *Byrsonima crassifolia* DC. ? — 464 und 489), Körner zum Theil einfach, excentrisch, zum Theil zusammengesetzt, 2- bis 4zählig, gleichtheilig. — Keine Stärke in den Knollen von *Stigmaphyllon* (nach Adr. Jussien).

Coriariaceae. Keine Stärke (sondern viel Oel) in den Samen: *Coriaria myrtifolia* Lin.

Erythroxyloae. I. Keine Stärke (sondern Oel mit eckigen Plasmakörpern) in dem grossen Albumen und mittel-mässigen Embryo von *Erythroxyllum*-Arten mit dreifächeriger einsamiger Steinfrucht: *E. Pelleterianum* St. Hil., *E. brevipes* DC. und *E. microphyllum* St. Hil.

II. Reichliche Stärke ohne oder mit sehr wenig Oel in den Samen von *Erythroxyllum*-Arten mit einfächeriger einsamiger Steinfrucht, in dem grossen Embryo und dem spärlichen oder fast mangelnden Albumen von *E. columbinum* Mart. (495), *E. nitidum* Mart. (496), *E. mucronatum* Benth. (496) und *E. Spec.* (496), — ebenso in dem grossen Albumen und kleinen Embryo von *E. rufum* Cav. (496) und *E. obtusum* DC. (496). Körner zusammengesetzt, 2- bis 15- und

20zählig, gleich-, selten ungleichthätig; im Samenweiss sind die Amylankörner in der Regel etwas grösser und etwas weniger zusammengesetzt als in dem Keim.

Sapindaceae. I. Keine Stärke (sondern meist viel Oel nebst Protoplasma) in den Samen: *Cardiospermum Halicacabum* Lin., *Serjania* Spec., *Sapindus Saponaria* Lin., *S. Macarossi* Gärt., *Koeleria paniculata* Laxm., *Dodonaea triquetra* Andr., *Magonia* Spec. (»*Phaeocarpus* Spec.«).

II. Reichliche Stärke fast ohne Oel in den Cotyledonen der (eiweisslosen) Samen von *Cupania tomentosa* Swartz (496); Körner zusammengesetzt, 2- bis 8- und 12zählig, meist gleichtheilig.

Kein Amylum in der Wurzel von *Cardiospermum Halicacabum* Lin.

Hippocastaneae. Stärke in den Cotyledonen der (eiweisslosen) Samen; Körner meist einfach, excentrisch, conisch oder etwas keilförmig: *Aesculus Hippocastanum* Lin. (438).

Rhizoboleae. Keine Stärke (sondern viel Oel nebst Protoplasma) in den Samen: *Caryocar butyrosomum* Willd.

Tremandreae. Keine Stärke (sondern Oel) in den Samen (im Embryo und Albumen): *Platytheca galioides* Steetz (*Tremandra verticillata* Hort.).

Kein Amylum im Wurzelstock von *Tetradlea viminea* Lindl.

Polygaleae. Keine Stärke (sondern Oel) in den Samen: *Polygala vulgaris* Lin.

Kein Amylum in der Wurzel von *Polygala vulgaris* Lin. und *P. comosa* Schk.

Kramerieae. In den Samen viel Oel, dabei kleine rundlicheckige, bis 4 und 5 Mik. grosse Stärkekörner, wie es scheint in Auflösung begriffen; in einem weniger ausgebildeten Samen sind sie reichlicher, in einem scheinbar reifen Samen spärlicher vorhanden; vielleicht verschwinden sie bei vollständiger Reife gänzlich: *Krameria triandra* R. P.

Amylum in der Wurzel von *Krameria triandra* R. P. (451 und 490); Körner einfach, excentrisch, verlängert, einige zusammengesetzt, 2- bis 6zählig, meist gleichtheilig.

Soulameae. Keine Stärke (sondern viel Oel) in den Samen: *Soulamea amara* Lam.

Pittosporaeae. Keine Stärke (sondern viel Oel nebst Protoplasma) in den Samen; Albumenzellen dickwandig: *Pittosporum undulatum* Vent. Andr., *Sollya heterophylla* Lindl. (*Billardiera fusiformis* Labill.), *Billardiera ovalis* Lindl.

Staphyleaceae. Keine Stärke (sondern viel Oel nebst Protoplasma) in den Samen (im Albumen und Embryo): *Staphylea pinnata* Lin.

Celastrineae. Keine Stärke (sondern viel Oel) in den Samen (im Albumen und Embryo): *Evonymus latifolius* Scop., *Celastrus scandens* Lin., *Elaeodendron orientale* Jacq. — Die unreifen Samen von *Evonymus europaeus* Lin. enthalten ebenfalls kein Amylum, auch im Arillus.

Hippocrateaceae. Keine Stärke in den Cotyledonen der (eiweisslosen) Samen: *Hippocratea excelsa* H. B. (Samen nicht ganz reif), *Hippocratea* Spec. (ganz reif, viel Oel).

Ilicineae. Keine Stärke (sondern Oel nebst Protoplasma) in den Samen (im Embryo und Albumen): *Ilex castaneaefolia*, *Prinos* Spec.

Nitrariaceae. Keine Stärke (sondern viel Oel) in den Samen: *Nitraria Schoberi* Liu.

Rhamneae. Keine Stärke (sondern Oel nebst Protoplasma) in den Samen (im Embryo und Albumen): *Paliurus australis* Gärt., *Rhamnus Erythroxylon* Pall., *Phylla juniperifolia* Eckl. Zeyh., *Pomaderris phyllifolia* Lodd.

Chailletiaeae. I. Keine Stärke (sondern viel Oel) in den Samen von *Chailletia* Spec.

II. Reichliche Stärke (fast ohne Oel) in den Cotyledonen der (eiweisslosen) Samen von *Moacurra* Spec. (528); Körner zusammengesetzt, bis etwa 40 Theilkörner enthaltend.

Empetreae. Keine Stärke (sondern Oel) in den Samen: *Empetrum nigrum* Lin.

Stackhousiaceae. Keine Stärke (sondern Oel) in den Samen (im Embryo und Albumen): *Stackhousia linearifolia* Cunningham., *Tripterocarpus Brunonis* Endl.

Euphorbiaceae. I. Keine Stärke (sondern Oel) in den Samen (im Embryo und Albumen): *Euphorbia hyperici-*

folia Lin. und *E. humistrata* Engelm., *Acalypha caroliniana* Walt. (wenig Oel), *Manihot utilissima* Pohl (viel Oel), *Cnidocolus osteocarpus* Pohl (Oel und polyedrische Plasmakörper im Eiweiss und im Keim), *Ricinus communis* Lin., *Croton Tiglium* Lin., *Buxus sempervirens* Lin. (in den drei Letzten viel Oel).

II. Stärke nebst Plasmakörpern und wenig Oel in den Samen (Cotyledonen und Albumen?) von *Aleurites moluccana* Willd. (475) und *Aleurites* Spec. (475).

Den unterirdischen Theilen mangelt zuweilen das Amylum: im Wurzelstock von *Euphorbia verrucosa* Lam., in der Wurzel von *E. Peplis* Lin., von *Acalypha cordata* Thunb., in *Radix Euphorbiae* (purgans Arab. leg. Kotschy).

Bei andern Arten ist in den unterirdischen Theilen Stärke enthalten. Körner zuweilen einfach, excentrisch, conisch oder ohne deutlichen Typus, dabei zusammengesetzte, wenigzählige Körner: im Wurzelstock von *Euphorbia dulcis* Lin. (436) und von *E. Cyparissias* Lin. (464), in beiden reichlich. — Zuweilen sind die Körner in der grossen Mehrzahl zusammengesetzt, 2- bis 8zählig, häufiger gleichtheilig: in der Wurzel von *Manihot utilissima* Pohl (490), im Wurzelstock von *Pachysandra procumbens* Michx. (490) in Letzterem ziemlich spärlich.

Amylum in der Rinde der Stämme und Aeste von *Croton Eluteria* Swartz (464).

Stärke im Milchsaft; Körner einfach, centrisch, knochenförmig bei *Euphorbia nereifolia* Lin. und den andern baumartigen Species (429); — Körner spindelförmig oder linienförmig bei *E. Cyparissias* Lin. (428), *E. dulcis* Lin. (428), *E. epithymoides* Lin. (428), *E. Lathyris* Lin. (428), *E. nicaeensis* All. (428), *E. palustris* Lin. (428), *E. procera* Bieb. (428), *E. virgata* W. K. (428).

Juglandaceae. Keine Stärke (sondern viel Oel) in den Samen: *Juglans regia* Lin., *Carya porcina* Nutt. Auch in den jungen Samen von *Juglans* mangelt das Amylum.

Reichliche Stärke in der grünen Schale der unreifen Früchte von *Juglans regia* Lin., Körner zusammengesetzt, wenigzählig, gleichtheilig.

Anacardiaceae. I. Keine Stärke (sondern viel Oel) in den Samen: *Pistacia Terebinthus* Lin., *Davaua dentata* DC., *Rhus typhina* Lin.

II. Reichliche Stärke nebst Oel in den Cotyledonen des (eiweisslosen) Embryo; Körner einfach, centrisch, oval: *Mangifera* Spec. (425), *Anacardium occidentale* Lin. (425).

Burseraceae. Keine Stärke (sondern viel Oel nebst Protoplasma) in den Samen: *Balsamodendron Kafal* Kunth, *B. africanum* G. Don, *Canarium* Spec., *Pimelea Hendersonii* Grab., *Hedwigia rhoifolia* Benth.

Reichliche Stärke mit Oel in wie es scheint unreifen Samen von *Icica pubescens* Benth. (496), Körner zusammengesetzt, 2- bis 12zählig, dabei einfache, excentrische.

Amyrideae. Reichliche Stärke in den (ausgebildeten) Cotyledonen der (eiweisslosen) Samen; Körner einfach, excentrisch, conisch, dabei zusammengesetzte, 2- bis 4zählige, gleich- oder ungleichtheilige: *Amyris sylvatica* Jacq. (439) und *Amyris* Spec. (439).

Connaraceae. Keine Stärke (sondern viel Oel nebst Protoplasma) in den Samen: *Connarus* Spec., *Cneorum tricocum* Lin.

Ochnaceae. I. Keine Stärke (viel Oel) in den Samen: *Gomphia angustifolia* Vahl.

II. Reichliche Stärke in den Cotyledonen der (eiweisslosen) Samen, Körner einfach ohne erkennbaren Typus: *Ochna squarrosa* Lin. (475) Stärke und Oel fast in gleicher Menge; *O. lucida* Lam. (475) Stärke und rundliche oder eckige Plasmakörper ziemlich in gleicher Menge und beinahe ohne Oel, in vielleicht noch unreifen Samen.

Simarubaceae. Keine Stärke (viel Oel) in den Samen: *Quassia* Spec., *Simaruba officinalis* DC.

Zanthoxyleae. Keine Stärke (viel Oel) in den Samen (im Embryo und Albumen, soweit solches vorhanden ist): *Brucea ferruginea* Herit., *Zanthoxylon fraxineum* Willd., *Ptelea trifoliata* Lin., *Ailanthus glandulosa* Desf.

Amylum in der Rinde von *Ailanthus glandulosa* Desf., Körner polyedrisch, bis 8 Mik. gross (nach Payen Ann. sc. nat. 1838, II, 28).

Diosmeae. Keine Stärke (viel Oel) in den Samen (im Embryo und Albumen, wenn solches vorhanden ist): *Melicope ternata* Forst., *Diplolaena* Spec., *Calodendron capense* Thunb., *Dictamnus albus* Lin.

Kein Amylum in der Wurzel von *Boronia stricta* Bartl. (Herb. Preiss. 8036). — Spärliche Stärke in der Wurzel von *Dictamnus albus* Lin. (464).

Spärliches Amylum in der Rinde von *Galipea officinalis* Hancock (464).

Rutaceae. Keine Stärke (viel Oel nebst Protoplasma) in den Samen: *Peganum Harmala* Lin., *Ruta macrophylla* Ker. und *R. graveolens* Lin., *Haplophyllum patavinum* Juss.

Auch in unreifen Samen von *Ruta graveolens* Lin. bloss Oel und keine Stärke. Dagegen viel Amylum in den unreifen Samen von *Peganum Harmala* Lin. (439), Körner einfach, excentrisch-conisch, dabei zusammengesetzte, 2- bis 5zählige, gleich- oder ungleichtheilige.

Kein Amylum im Wurzelstock von *Ruta divaricata* Ten. und in der Wurzel von *R. linifolia* Lin.

Zygophylleae. Keine Stärke in den Samen; Gewebe des Embryo dünnwandig mit viel Oel; Zellen des Albumen, wenn solches vorhanden ist, dickwandig, mit wenig oder fast ohne Oel: *Tribulus terrestris* Lin., *Fagonia cretica* Lin., *Zygophyllum Fabago* Lin.

Kein Amylum in der Wurzel von *Fagonia cretica* Lin. — Ziemlich spärliche Stärke in der Wurzel von *Tribulus terrestris* Lin. (505), Körner zusammengesetzt, 2- bis 12- und mehrzählig.

Wenig Amylum in der Rinde von *Guajacum officinale* Lin. (464); Körner einfach, von nicht entwickeltem Typus.

Meliantheae. Keine Stärke (sondern Oel) in den Samen: *Melianthus major* Lin.

Biebersteinieae. Keine Stärke (sondern Oel) in den Samen: *Biebersteinia multifida* DC.

Kein Amylum in der Wurzel von *Biebersteinia multifida*.

Geraniaceae. Keine Stärke (viel Oel) in den Samen: *Erodium gruinum* Willd., *Geranium sylvaticum* Lin.

Kein Amylum in der Wurzel von *Erodium cicutarium* Herit. — Stärke im Wurzelstock und in den Wurzeln von *Geranium sylvaticum* Lin. (436), und im Wurzelstock von *G. phaeum* Lin. var. *G. lividum* Herit. (436) bei beiden Arten reichlich; Körner einfach, excentrisch, conisch oder etwas zusammengedrückt.

Vivianieae. Keine Stärke in den Samen (Gewebe des Embryo dünnwandig, ölhaltig; Zellen des Albumen dickwandig, porös, mit Protoplasma): *Caesarea ovata* Klotzsch, *Viviania grandiflora* Lindl.

Lineae. Keine Stärke (sondern Oel) in den Samen (im Embryo und in dem sehr kleinen Albumen): *Linum usitatissimum* Lin.

Zahlreiche kleine Amylumkörner in den Schalen der unreifen Samen von *Linum usitatissimum*, einfach und zusammengesetzt, 2- bis 8zählig.

Kein Amylum im Wurzelstock von *Linum alpinum* Jacq., in der Wurzel von *L. squamulosum* Rudol., von *L. flavum* Lin. und *L. tenuifolium* Lin.

Oxalideae. Keine Stärke (sondern Oel) in den Samen: *Oxalis corniculata* Lin.

Reichliches Amylum in den unterirdischen Theilen. Körner zuweilen zusammengesetzt, 2- bis 20zählig, gleich- oder ungleichtheilig: in der Pfahlwurzel von *Oxalis stricta* Lin. (505). — Häufiger sind die Körner einfach, excentrisch, conisch, keilförmig oder verlängert: in den Schuppen des Wurzelstockes von *Oxalis Acetosella* Lin. (436), in den Schuppen der Brutzwiebeln von *Oxalis pentaphylla* Sims. (447) und *O. lasiandra* Zuccar. (447), in den Knollen von *O. crenata* Jacq. (447).

Balsamineae. Keine Stärke (viel Oel) in den Samen: *Impatiens tricornis* Lindl., *I. Balsamina* Lin. (*Balsamina hortensis* Desp.)

Tropaeoleae. Keine Stärke (sondern Oel nebst Protoplasma) in den Samen: *Tropaeolum majus* Lin.

Reichliches Amylum in den Knollen von *Tropaeolum tuberosum* R. P. (nach Payen).

Limnantheae. Keine Stärke (sondern Oel nebst Protoplasma) in den Samen: *Limnanthes Douglasii* R. Br.

Vochysiaceae. Keine Stärke (sondern Oel nebst Protoplasma) in den Samen: *Qualea ecalcarata* Mart. (Samen nicht ganz reif), *Vochysia vismiaeifolia* Spruce.

Combretaceae. Keine Stärke (viel Oel) in den Samen: *Terminalia Catappa* Lin., *T. angustifolia* Jacq. (*T. Benzoin* Lin. fl.), *T. Badamia* DC., *Conocarpus erectus* Jacq., *Combretum* Spec. (Samen nicht ganz ausgebildet).

Alangieae. I. Keine Stärke (viel Oel nebst Protoplasma) in den Samen (im Embryo und Albumen): *Marlea begonifolia* Roxb.

II. Keine Stärke im Embryo; reichliche im Sameneiweiss: Körner zusammengesetzt: *Alangium decapetalum* Lam. (496), *A. hexapetalum* Lam. (496).

Rhizophoreae. Keine Stärke in den Cotyledonen von Samen, die in eine Wurzel ausgewachsen sind: *Rhizophora Mangle* Lin., *Rh. mucronata* Lam.

Reichliches Amylum in der Wurzel an der Frucht von *Rhizophora Mangle* Lin. (447), Körner einfach, excentrisch, wahrscheinlich theils conisch, theils etwas keilförmig.

Philadelphaeae. Keine Stärke (viel Oel) in den Samen: *Philadelphus coronarius* Lin.

Oenothereae. Keine Stärke (viel Oel nebst Protoplasma) in den Samen: *Isnardia palustris* Lin., *Sphaerostigma strigulosum* Fisch. et Mey. (*Oenothera* st. Steud.), *Oenothera Drumondii* Hook., *Hartmannia macrantha* Spach (*Oenothera tetraptera* Cav.), *Epilobium Lamyi* Schult., *Lopezia coronata* Andr., *Gaura biennis* Lin.

In den unterirdischen Theilen mangelt zuweilen das Amylum: in der Wurzel von *Oenothera biennis* Lin., von *Epilobium lanceolatum* Seb. et Maur., von *E. organifolium* Lam.

Zuweilen ist das Amylum ziemlich reichlich vorhanden; Körner zusammengesetzt, 2- bis 12zählig, gleich- oder ungleichtheilig; Theilkörner excentrisch: in den Stolonen von *Epilobium hirsutum* Lin. (490) und von *Circaea luteana* Lin. (503).

Halorageae. Keine Stärke (viel Oel) in den Samen (im Albumen und im Embryo): *Hippuris vulgaris* Lin., *Myriophyllum verticillatum* Lin., *Serpicula brasiliensis* Cambess., *Cercodia erecta* Murr. (*Haloragis Cercodia* Ait.).

Kein Amylum in der bewurzelten Stengelbasis von *Hippuris vulgaris* Lin. — Wenig reichliche Stärke in der bewurzelten Stengelbasis von *Myriophyllum verticillatum* Lin. (464 und 490); Körner theils einfach von nicht entwickeltem Typus, theils zusammengesetzt, 2- bis 4zählig, meist gleichtheilig.

Gunneraceae. Keine Stärke (sondern Oel) in den Samen: *Gunnera scabra* R. et P.

Trapeae. Stärke in den Cotyledonen der (eiweisslosen) Samen; Körner einfach, centrisch, linsenförmig: *Trapa natans* Lin. (421).

Ziemlich reichliches Amylum in den bewurzelten Stolonen von *Trapa natans* (464); Körner einfach von nicht ausgebildetem Typus.

Lythrarieae. Keine Stärke (viel Oel nebst Protoplasma) in den Samen: *Peplis Portula* Lin., *Ammannia senegalensis* Lam., *Lythrum Salicaria* Lin., *Cuphea lanceolata* Ait., *Lawsonia alba* Lam., *Lafoensia* Spec. (Samen noch nicht ganz reif).

Zuweilen findet man in den Samen mehr oder weniger Stärke, vielleicht vor der vollständigen Reife; Körner fast alle einfach, von nicht ausgebildetem Typus: *Ammannia latifolia* Lin. (475), die einen Samen enthalten bloss Oel oder nur wenig Amylum, die andern mehr Amylum als Oel, — *Ammannia vesicatoria* Roxb. und *A. baccifera* Lin. (475) mehr Oel und weniger Stärke.

Kein Amylum in der Wurzel von *Lythrum Hyssopifolia* Lin.

Melastomaceae. Keine Stärke (viel Oel) in den Samen: *Clidemia crenata* DC.

Memecyleae. Stärke (ohne Oel) in den Cotyledonen der (eiweisslosen) Samen; Körner theils einfach, excentrisch-conisch, theils zusammengesetzt, 2- bis 6zählig, meist gleichtheilig: *Memecylon capense* Eckl. Zeyh. und *M. amplexicaule* Roxb. (439 und 496).

Olinieae. Keine Stärke (sondern Oel) in den Samen: *Olinia capensis* Klotzsch.

Myrtaceae. I. Keine Stärke in den Samen; Zellen der Samenlappen meist sehr dickwandig, oft bis zum Verschwinden des Lumens verdickt, ohne Oel und Protoplasma, durch Tod goldgelb, durch Jodstarkjod schmetzig violett-

roth gefärbt: *Tristania depressa* Lodd., *Calothamnos clavata* Mackay, *Melaleuca hypericifolia* Smith und *M. armillaris* Smith, *Callistemon pallidum* DC., *Leptospermum thymifolium* Cunningh. — Zuweilen ist das Gewebe der Cotyledonen weniger dickwandig und enthält ziemlich viel Oel: *Foetidia mauritiana* Lam. — Zuweilen sind die Zellen dünnwandig und sehr reich an Oel: *Psidium pyrifera* Lin., *Bertholletia excelsa* H. B.

II. Reichliche Stärke in den Cotyledonen der (eiweisslosen) Samen; Körner einfach, excentrisch-conisch: *Syzygium guineense* DC. (439), *Caryophyllus aromaticus* Lin. (439) Cotyledonenzellen bei beiden etwas dickwandig, — *Jambosa vulgaris* DC. (439) Zellen dünnwandig.

Granateae. Keine Stärke (viel Oel) in dem dünnwandigen Gewebe der Cotyledonen der (eiweisslosen) Samen: *Punica Granatum* Lin.

Spärliches Amylum in der Wurzelrinde von *Punica Granatum* (464), Körner einfach, ohne ausgebildeten Typus.

Pomaceae. Keine Stärke (sondern Oel nebst Protoplasma) in den Samen: *Cydonia vulgaris* Pers., *Pyrus Malus* Lin. und *P. communis* Lin., *Crataegus Pyracantha* Pers.

Ziemlich viel Amylum nebst Oel in den Cotyledonen der unreifen Samen von *Pyrus communis* Lin. und *P. Malus* Lin. (496), Körner zusammengesetzt, 2- bis 8zählig, ziemlich gleichtheilig. — Zahlreiche kleine Amylumkörner in den Samenhäuten der unreifen Quittenkerne (*Cydonia vulgaris* Pers.).

Spärliche Stärke im Fruchtfleische des reifen Apfels (*Pyrus Malus* Lin.), Körner zusammengesetzt, 2- bis 4zählig, gleichtheilig (490).

Calycantheae. Oel und Protoplasma, dabei äusserst wenige und ganz vereinzelte Stärkekörner, einfach, rundlich, nicht über 4 Mik. gross (vielleicht mit vollständiger Reife verschwindend): *Calycanthus floridus* Lin.

Rosaceae. Keine Stärke (viel Oel) in den Samen: *Potentilla rupestris* Lin., *Agrimonia repens* Lin., *Agrimonia agrimonoides* DC., *Acaena sarmentosa* Cav., *Poterium Sanguisorba* Lin., *Geum rivale* Lin.

In den unterirdischen Theilen mangelt zuweilen das Amylum: im Wurzelstock von *Potentilla multifida* Lin. und in der Wurzel von *P. frigida* Vill. — Wenige kleine Amylumkörner im Wurzelstock von *Waldsteinia geoides* Willd.

Zuweilen ist die Stärke in den unterirdischen Theilen reichlicher vorhanden; Körner meistens in ihrer Mehrzahl zusammengesetzt, 2- bis 8- und bis 20zählig, gleich- oder ungleichtheilig: im Wurzelstock von *Comarum palustre* Lin. (490), von *Potentilla aurea* Lin. (491) ziemlich reichlich, von *Alchemilla alpina* Lin. (491), von *Geum urbanum* Lin. und *G. montanum* Lin. (491), in den Wurzeln von *Spiraea Filipendula* Lin. (465 und 503). — Seltener sind die Körner fast alle einfach, von nicht erkennbarem Typus: im Wurzelstock von *Tormentilla erecta* Lin. (465) sehr reichlich.

Amygdaleae. Keine Stärke (viel Oel) in den Samen: *Amygdalus communis* Lin.

Chrysobalaneae. Keine Stärke (sondern Oel) in den Samen: *Chrysobalanus Icaco* Lin., *Hirtella triandra* Swartz, *Petrocarya montana* Willd.

In nicht ganz ausgebildeten Samen von *Moquilea* Spec. ziemlich viele rundliche oder ovale, bis 8 Mik. grosse Amylumkörner.

Papilionaceae. I. Keine Stärke (sondern mehr oder weniger Oel und reichliches Protoplasma, meist in Form von Plasmabläschen) in den Samen; Zellen des Embryo (sammt den Cotyledonen) dünnwandig; Gewebe des Albumen, soweit solches vorhanden ist, dickwandig, durch Jod meistens sich blau oder violett färbend: *Anagyris foetida* Lin. var. *A. neapolitana* Ten., *Thermopsis fabacea* DC., *Baptisia australis* R. Br., *Callistachys lanceolata* Vent., *Oxylobium Pultenaea* DC., *Chorozema spectabile* Lindl., *Viminaria Preissii* Meisn., *Sphaerolobium vimineum* Smith, *Pultenaea retusa* Smith, *Mirbelia triternata* Benth., — *Bossiaea heterophylla* Smith, *Goodia latifolia* Salisb., *Crotalaria purpurea* Vent., *Lupinus albus* Lin., *Lebeckia contaminata* Thunb., *Adenocarpus foliosus* DC., *Ononis alopecuroides* Lin., *Ulex europaeus* Lin., *Spartianthus junceus* Link, *Genista tinctoria* Lin., *Retama monosperma* Boiss., *Trichasma calycinum* Walp. (*Cytisus* c. Biebrst.), *Cytisus Laburnum* Lin., *Anhyllis cornicina* Lin., *Medicago disciformis* DC., *Trigonella annulata* Forsk., *Pocockia cretica* Ser., *Melilotus alba* Desrouss., *Trifolium alatum* Biv., *Dorycnium herbaceum* Vill., *Lotus filicalis* Durieu, *Tetragonolobus conjugatus* Ser., *Bonjeania hirsuta* Rchb. (*Dorycnium* h. Seringe), *Hosackia Purshiana* Hook., *Anisolobus anhylloides* Bernh., *Dalea alopecuroides* Willd., *Amorpha fruticosa* Lin., *Psoralea pinnata* Lin., *Indigofera*

amoena Ait., *Glycyrrhiza echinata* Lin., *Galega officinalis* Lin., *Tephrosia dichrocarpa* Steud. Hochst., *Robinia Pseudacacia* Lin., *Sesbania aegyptiaca* Pers., *Colutea arborescens* Lin., *Swainsonia coronillaefolia* Salisb., *Lessertia annua* DC., *Sutherlandia frutescens* R. Br., *Clanthus puniceus* Soland., *Carmichaelia australis* R. Br., *Phaca alpina* Jacq., *Oxytropis campestris* DC., *Astragalus Cicer* Lin., *A. baeticus* Lin., *Biserula Pelecinus* Lin., — *Scorpiurus sulcatus* Lin., *Coronilla sibirica* Biebrst., *Arthrolobium ebracteatum* DC., *Ornithopus compressus* Lin., *Hippocrepis multisiliquosa* Lin., *Securigera Coronilla* Lin., *Zornia angustifolia* Smith, *Adesmia muricata* DC., *Aeschynomene americana* Lin., *Lourea vespertilionis* Desv., *Desmodium canadense* DC., *Hedysarum coronarium* Lin., *Lespedeza capitata* Michx., — *Clitoria Ternatea* Lin., *Centrosema brasilianum* Benth., *Kennedyia rubicunda* Vent., *Hardenbergia monophylla* Benth. (*Kennedyia m.* Vent.), *Physolobium carinatum* Benth., *Soja hispida* Moench, *Glycine labialis* Lin., *Abrus precatorius* Lin., — *Edwardsia grandiflora* Salisb., *Sophora flavescens* Ait., *Virgilia intrusa* R. Br., *Cladrastis tinctoria* Raf., *Styphnolobium japonicum* Schott (*Sophora j.* Lin.), *Cercis Siliquastrum* Lin., — *Gleditschia triacanthos* Lin., *Gymnocladus canadensis* Lam., *Poinciana pulcherrima* Lin., *Parkinsonia aculeata* Lin., *Haematoxylon campechianum* Lin., *Tamarindus indica* Lin., *Cassia Fistula* Lin., *C. Absus* Lin., *Hymenaea Courbaril* Lin., *H. verrucosa* Gärt., *Ceratonia Siliqua* Lin.

II. Stärke in geringerer oder grösserer Menge neben mehr oder weniger Oel (Letzteres mangelt, wenn Erstere reichlich vorhanden ist) und viel Protoplasma in den fast ohne Ausnahme dünnwandigen Zellen der Cotyledonen. Die Körner sind meistens einfach, centrisch, oval oder oval-zusammengedrückt und dabei immer reichlich vorhanden mit fast vollständigem Ausschluss von Oel: *Krockeria edulis* (*Lotus e.* Lin. — 425) *Caragana Altagana* Poir. und *C. arborescens* Lam. (425) bei Letzterer wenig reichlich mit viel Oel, — *Cicer arietinum* Lin. (425, 496), *Pisum sativum* Lin. (425, 496), *Ervum Lens* Lin. (426, 496), *E. agrigentinum* Guss. (426), *Vicia calcarata* Desf. (426), *V. sativa* Lin. (426), *Faba vulgaris* Mill. (426), *Lathyrus sativus* Lin. (426), *L. Nissolia* Lin. (426), *L. Aphaca* Lin. (426), *Orobus niger* Lin. (427, 496), *O. lathyroides* Lin. (427), — *Onobrychis sativa* Lam. (427), *O. caput-galli* Lam. (427), — *Canavalia obtusifolia* DC. (427), *Phaseolus multiflorus* Lam. (427), *Ph. vulgaris* Lin. (427), *Ph. saponaceus* Savi (427), *Ph. aureus* Hamill. (427), *Vigna glabra* Savi (427), *Dolichos monachalis* Brot. (427), *Lablab vulgaris* Savi (427), — *Drepanocarpus lunatus* Meyer (428). — — Selten sind die Körner einfach, excentrisch, verkehrt-kegelförmig: *Mucuna urens* DC. (430) und *M. pruriens* DC. (430, — Zellmembranen durch Wasser stark aufquellend und durch Jod sich blau färbend). Oder einfach, excentrisch, mit halb- und ganzzusammengesetzten, 2- bis 6zähligen, meist gleichtheiligen gemengt: *Amphicarpaea monoica* Nutt. (439 und 497). Oder fast alle zusammengesetzt, 2- bis 8-, selten mehrzählig, gleich- und ungleichtheilig: *Castanospermum australe* Cunningh. (504). Oder alle zusammengesetzt, aus 4 bis 60 Theilkörnern bestehend: *Dipteryx odorata* Willd. (529) ziemlich reichlich nebst Oel. — — Zuweilen lässt sich der Typus der einfachen Körner nicht erkennen, wobei dieselben in der Regel zugleich in etwas geringerer Menge auftreten: *Arachis hypogaea* Lin. (475), *Guilandina Bonduc* Lin. (475). — — In einigen Samen ist die Stärke nur in spärlicher oder fast verschwindender Quantität vorhanden, und kann auch bei andern Arten der gleichen Gattung oder bei der gleichen Art selbst ganz mangeln: *Indigofera amoena* Ait. (vereinzelt kleine Amylumkörnerchen), *Galega biloba* Sweet (475), *Colutea arborescens* Lin. (nach Payen spärliche, kleine, rundliche, mehr oder weniger unregelmässige Körner).

In den unterirdischen Theilen mangelt häufig das Amylum: in der Wurzel von *Ononis alopecuroides* Lin., von *Anthyllis Vulneraria* Lin. var. *maritima* Schweigg., von *Medicago lupulina* Lin. und *M. minima* Lam., von *Melilotus alba* Desrouss., von *Lotus angustissimus* Lin., von *Oxytropis foetida* DC., im Wurzelstock von *Oxytropis uralensis* DC., von *Astragalus exscapus* Lin., in der Wurzel von *Cicer arietinum* Lin., in der Wurzel und im Wurzelstock von *Hedysarum grandiflorum* Pall., in der Wurzel von *Cassia chamaecristoides* Collad. — Zuweilen finden sich nur vereinzelt kleine Stärkekörnerchen, so z. B. in der Wurzel von *Coronilla minima* Lin., von *Ornithopus coriandrinus* Hochst. et Steud.

Meistens jedoch enthalten die unterirdischen Theile Amylum in geringerer oder grösserer Menge. Selten sind die Körner einfach und deutlich excentrisch-conisch, gemengt mit zusammengesetzten, 2- bis 6zähligen, meist ungleichtheiligen Körnern: in den verdickten Wurzeln von *Orobus albus* Lin. (436 und 503) und in den Knollen von *Apios tuberosa* Moench (436) in beiden reichlich. — Häufiger lassen die einfachen Körner ihren Bau nicht erkennen; damit sind zusammengesetzte, 2- bis 4zählige Körner gemengt: in der Wurzel von *Ononis spinosa* Lin. (465), im Wurzelstock von *Trifolium alpinum* Lin., von *Tr. montanum* Lin. und in der Wurzel von *Tr. badium* Schreb. (465, bei allen drei Arten

nicht reichlich), in der Wurzel von *Glycyrrhiza* (465), von *Phaca alpina* Jacq. (465, nicht reichlich), im Wurzelstock von *Astragalus incanus* Lin. (465 und 491, nicht sehr reichlich). — Nicht selten sind die meisten oder fast alle Körner zusammengesetzt, bald wenig- bald mehr- (bis über 20-) zählig, gleich- oder ungleichtheilig: in der Wurzel von *Crotalaria incana* Lth. (491, ziemlich spärlich), in den Wurzeln von *Lathyrus pratensis* Lin. (491, reichlich, im Wurzelstock dagegen spärlicher), im Wurzelstock von *Lathyrus palustris* Lin. (491, reichlich), in den Knollen des Wurzelstockes von *Otobas tuberosus* Lin. (506, reichlich), in der Wurzel von *Zornia angustifolia* Smith (491), im Wurzelstock von *Alysicarpus ferrugineus* Steud. (491, ziemlich reichlich).

Moringeae. Keine Stärke (sondern Oel und Protoplasma) in den dünnwandigen Cotyledonenzellen der (eiweisslosen) Samen: *Moringa pterosperma* Gärt. (*Hyperanthera Moringa* Vahl).

Swartziaeae. Keine Stärke (auch kein Oel) in den sehr dickwandigen Cotyledonenzellen der (eiweisslosen) Samen: *Swartzia triphylos* Willd.

Mimoseae. I. Keine Stärke (sondern etwas Oel und reichliches Protoplasma meist in Form von Plasmabläschen) in den Samen; Zellen des Embryo (sammt den Cotyledonen) dünnwandig; Gewebe des Albumen sehr dickwandig: *Adenanthera pavonina* Lin., *Lagonychium Stephanianum* Biebrst., *Desmanthus virgatus* Willd., *Mimosa pudica* Lin., *M. acanthoides*, *Vachelia Farnesiana* Wight. Arn. (*Acacia F.* Willd.).

II. Stärke in den Cotyledonen; Körner einfach, von nicht entwickeltem Bau: *Acacia Melanoxylon* R. Br. (475, ziemlich spärlich, mit etwas Oel). — Körner zusammengesetzt, aus 10 bis über 200 Theilkörnern bestehend: *Entada Gigalobium* DC. (529, reichlich).

Amylum in der Wurzel von *Desmanthus virgatus* Willd. (491, nicht reichlich), Körner zusammengesetzt, 2- bis 6 zählig.

Erklärung der Tafeln.

In den Zeichnungen wurden überall die weichen Schichten so wie der weiche Kern weiss gelassen, die dichten Partien dagegen schattirt. Es ist dies gewissermassen im Widerspruch mit dem Bilde des Microscops, welches schmale mit weicher Substanz oder mit Wasser gefüllte Räume dunkel, und schmale dichte Partien hell oder weisslich zeigt. Durchsichtige dünne Gegenstände erscheinen auch neben dem Wasser des Objectträgers, in welchem sie liegen, weisslich. Es ist nun aber gegen den Gebrauch, das Lumen einer Flüssigkeit führenden Zelle und das umgebende Wasser zu schattiren, Membran, Zellkern u. s. w. dagegen hell zu lassen; vielmehr wird immer das umgekehrte Verfahren eingeschlagen. Dem entsprechend wurde von hohlen Stärkekörnern nur die Wandung angelegt, und in analoger Weise wurden auch schmalere, mit Wasser oder weicher Substanz gefüllte Räume hell gelassen und eine Partie um so dunkler gehalten, je weniger Wasser sie enthält. — Eine vollkommen richtige Darstellung des microscopischen Bildes ist nur vermittelt Deckfarben auf grauem Grunde möglich.

Schmale Räume, welche Wasser oder eine weichere Substanz einschliessen, erscheinen unter dem Microscop nicht bloss dunkel, sondern zugleich auch röthlich, indess die weissliche Färbung der dichtern angrenzenden Partien gelblich oder bläulich erscheint. Bei der Stärke beobachtet man eher einen schwach bläulichen Ton. Dem entsprechend wurde in manchen Figuren röthlich und bläulich angelegt; die Färbung ist aber meistens durch den Coloristen bedeutend exaggerirt worden.

Taf. XI.

Frische Kartoffelstärkekörner; alle Figuren sind 1000 mal vergrössert. Die weichen Schichten erscheinen bei hinreichender Mächtigkeit röthlich.

Fig.

- 1, 2. Zwei Körner, in denen der Verdickungsradius der äussern Schichten eine andere Richtung zeigt als derjenige der innern (Pag. 30). In Fig. 1 sind wenige der äussersten Schichten nach links, in Fig. 2 sind die äussern Schichten nach rechts verdickt.
3. Ein Korn mit gebogener Achse, ohne sichtbaren Kern. In a und ausserhalb ist die Spaltung der Schichten deutlich.
4. Ein kleines kugeliges Korn, in zwei Ansichten, die rechtwinklig zu einander stehen. Es hat im Schichten-centrum eine kurze weite trichterförmige Spalte, in welche ein Substanzkegel hineinragt (A). In B sieht man Spalte und Kegel im Querschnitt (vgl. Pag. 84).
5. Ein Korn, in welchem mehrmals Schichten von dreierlei verschiedenen Dichtigkeiten (a, b, c) auf einander folgen (vgl. Pag. 55).

Fig.

- 6, 7, 8. Körner ohne sichtbaren Kern, mit deutlicher Spaltung der Schichten in a und b.
9. Ein junges kugeliges Korn noch ohne sichtbaren Kern.
10. Ein junges Korn mit 2 Kernen.
11. Mit 4 eingeschlossenen Theilkörnern a, b, c, d innerhalb der gemeinschaftlichen Schichten; a und b ohne, c und d mit Kernen.
12. Ebenfalls ein halbzusammengesetztes Korn mit einer breiten dunklen Spalte zwischen den beiden Theilkörnern. In dem einen der letztern befinden sich 2 neue Theilkörner.
13. Ein halbzusammengesetztes Korn mit einer röthlichen Spalte zwischen den beiden Theilkörnern, welche auch noch etwas die gemeinsamen Schichten durchsetzt. Die zarten röthlichen Spalten in jedem Theilkorn, welche rechtwinklig zu der ersten Spalte stehen, sind wahrscheinlich durch Druck entstanden.
14. Ein halbzusammengesetztes Korn; zwischen den beiden Theilkörnern eine unvollständige Spalte.
- 15, 16, 17. Drei Körner, in deren Innerm sich 2 und 4

Fig.

neue Schichtencentren oder Theilkörner gebildet haben. Nur die letztern sind in der Zeichnung ausgeführt worden. In den beiden neuen röhlichen Kernen von Fig. 15 bemerkte man je im Centrum einen kleinen Punkt, welcher eine weitere Differenzirung andeutet. — Von den 4 neuen Systemen in Fig. 16 hat c noch keinen Kern; a, b und c sind durch scharf conturirte Spalten, b und d durch eine zarte Spalte geschieden. — In Fig. 17 sind die beiden neuen Kerne noch sehr der trennenden Spalte genähert.

Taf. XII.

- 1 (1000). Stärkeköerner aus einer keimenden Kartoffel, welche in verschiedenen Stadien der Auflösung sich befinden. In a bis g sind nicht alle sichtbaren Schichten gezeichnet. — Vgl. Pag. 110.
- 2—9 (1000). Schwach geröstete Kartoffelstärkeköerner, durch Wasser aufgequollen und theilweise gelöst (vgl. Pag. 79 und 95). In den einen Figuren sind die hohlen Räume und Spalten röhlich gemalt.
2. Ein Korn, in welchem der Kern mit den innersten Schichten und die weichen äusseren Schichten aufgelöst sind.
3. Ein Korn, das auf der einen Seite stärker angegriffen ist als auf der andern; mit 2 innern Schichtensystemen oder Theilkörnern, von denen das grössere fast ganz zerstört ist. Von dem Kleinern (a) ist noch eine dichte Schicht vollständig erhalten.
4. Ein Korn, das von dem vordern (in der Zeichnung oben) Ende stärker angegriffen ist. Der Kern und eine äussere Schicht sind aufgelöst.
5. Ein Korn mit 2 innern Schichtensystemen oder Theilkörnern, von denen je eine dichte Schicht übrig geblieben ist. Der ganze Bau erscheint übrigens etwas räthselhaft, namentlich die beiden Querstreifen auf der linken Seite; vielleicht, dass es Falten sind.
6. Ein Korn, das mehr von dem hintern (in der Zeichnung unten) Ende angegriffen wurde. Es ist nur eine äussere Schicht unvollständig gelöst.
7. Ein Korn, welches die Einwirkung der Wärme in bedeutenderem Maasse erfahren hat. Es sind nur 4 Schichten (davon die innerste unvollständig) ungelöst geblieben. Der concentrische Verlauf der Schichten spricht dafür, dass man das Korn von oben (Achse senkrecht) sieht.
8. Ein aus 3 Theilkörnern zusammengesetztes Korn; in jedem ist der Kern aufgelöst.

Fig.

9. Ein kleines Korn, in welchem der Kern und 2 vollständige Schichten resorbirt sind.
- 10—12 (500). Geröstete Kartoffelstärkeköerner, in absolutem Alcohol. Die Substanz ist vollkommen homogen. Im Schichtencentrum befindet sich eine Gasblase.
10. Ein Korn mit kleiner kugelliger Gasblase.
11. Ein Korn mit grösserer länglicher Gasblase.
12. Ein Doppelkorn, nicht ganz ausgeführt.
- 13 (500). Ein geröstetes Kartoffelstärkekorn, in absolutem Alcohol liegend, dem eine geringe Menge von verdünnter Kalilösung zugesetzt wurde; A bei der ersten Einwirkung, B etwas später. Die Gasblase verschwindet nach und nach, und zugleich vergrössert sich die Höhlung durch Auflösung von Substanz an ihrem Umfange.

Taf. XIII.

- 1—5 (500). Stärkeköerner aus der frischen Kartoffel, auf welche mechanischer Druck eingewirkt hat (Pag. 39).
1. Die erste Einwirkung des Druckes zeigt in A eine Längsspalte. B um 90 Grad gedreht.
2. A, B, C. Das nämliche Korn mit den Wirkungen des stärker werdenden Druckes.
3. A. Ein Korn mit einer Längsspalte und 2 Querrissen, die nach dem Schichtencentrum gerichtet sind. B um 90 Grad gedreht.
4. Ein Korn, das in 2 Längshälften zerfällt.
5. Die Querhälfte eines gespaltenen Kornes; A von der Seite; B von aussen.
- 6—10. Das Ende mit dem Schichtencentrum von frischen Kartoffelstärkeköernern, welche in absolutem Weingeist liegen. Die Schichtung ist verschwunden; von dem Centrum gehen kurze starke Risse aus (Pag. 61—62).
- 11—18. Frische Kartoffelstärkeköerner, welche durch verdünnte Kalilösung aufquellen und gelöst werden.
- 11 (500). Im Innern hat sich eine kugelige Höhlung gebildet.
- 12, 13 (500). Von der im Schichtencentrum befindlichen kleinen Höhlung gehen zwei Risse oder zwei Systeme von Rissen aus, welche die Durchschnittsansichten von trichterförmigen Spalten sind (Pag. 83).
- 14 (500). Die Höhlung hat sich vergrössert; das Korn schwillt an dem Ende, das dem Schichtencentrum entspricht (a), zwiebel förmig an (Pag. 104).
- 15 (250). Die Höhlung ist noch grösser geworden; a

- Fig. dem dem Schichtencentrum entsprechenden Ende (a) beginnt sich eine Einstülpung zu bilden (Pag. 105).
- 16 (250). Ein kleineres Korn in einem etwas spätern Stadium; die Einstülpung an dem Kernende (a) ist ziemlich tief.
- 17 (250). Das nämliche Korn kurze Zeit nachher; Auftreibung und Einstülpung haben noch zugenommen.
- 18 (250). Ein Korn, dessen Substanz bis auf eine äusserst dünne blasenförmige Membran aufgelöst ist. Die Blase ist geplatzt, zusammengefallen und gefaltet. Sie färbt sich durch Jod violett, während ein zurückgebliebener Theil des Inhaltes körnig-gefällt und blau wird.
- 19, 20. Frische Kartoffelstärkekörner, durch siedendes Wasser verändert (Pag. 107).
- 19 (500). Ein Korn mit einem scharf begrenzten Hohlraum im Schichtencentrum. Das Korn liess sich leicht rollen; die Ansicht war von allen Seiten die gleiche.
- 20 (1000). Ein Korn in einem mittlern Stadium der Einwirkung. a bezeichnet die Gegend des kürzesten Halbmessers. Auf Seite des langen Radius sind in der dicken Wandung die Schichten und die Risse sichtbar. In der Höhlung liegt eine feinkörnige Substanz mit einem Hohlraum, dessen Conturen stellenweise undeutlich waren.
- 21—25 (500). Stärkekörner aus dem kranken, von Pilzfäden durchzogenen Theil einer Kartoffel (vd. Pag. 128 bis 129).
21. Ein Korn mit einer oberflächlichen Furche und einem Kanal im Innern; in ersterer liegt ein Pilzfaden.
22. A. Ein Korn mit 2 Kanälen im Innern, in der Längsansicht. B dasselbe in der Quersicht.
23. Ein Korn auf der Oberfläche angegriffen, mit einer Zeichnung in den Furchen, die von den gegliederten Pilzfäden herrührt.
24. A. Ein Korn mit einem Kanal im Innern; B dasselbe in der Quersicht.
25. Ein Korn, das auf der Oberfläche punktförmig angegriffen ist.
- 26 (500). Ein Stärke Korn aus dem Brei einer faulenden Kartoffel. Es wird von kleinen Pilzen aufgelöst, die eine körnige Hülle um dasselbe bilden (vgl. Pag. 129 bis 130). Durch Jod ist das Stärke Korn blau, die Hülle braungelb gefärbt.
- 27 (250). Ein Stärke Korn aus dem Wurzelstock von Canna

- Fig. lanuginosa Bosc. A im unveränderten Zustande; B in verdünnter Kalilösung aufgequollen (vgl. Pag. 76).
- 28—30 (800). Stärke Körner von *Cereus variabilis* Pfeiff. Die Veränderungen, welche diese Körner beim Aufquellen in verdünnter Kalilösung zeigten, sind auf Pag. 75—76 des Textes angegeben.

Taf. XIV—XVI.

Stärke Körner aus dem Mark von *Cereus variabilis* Pfeiff. Alle Fig. bei 1000 mal. Vergröss.

Die dichten Schichten sind dunkler, die weichen heller dargestellt. Die Spalten sind überall röthlich gemalt; in Fig. 12 auf Taf. XV auch die wasserreichsten Schichten sammt den Kernen. c bedeutet in allen nicht ganz- oder halbzusammengesetzten Körnern den Kern oder die Stelle desselben; und die Schichten oder Schichtensysteme und Verdickungsrichtungen sind von aussen nach innen und wie sie vermuthlich der Zeit nach auf einander folgten, mit a, b, d, e, f, g, h bezeichnet.

Taf. XIV.

1. ab und dc zwei Schichtensysteme.
2. ac Achse etwas gebogen.
- 3, 4. Junge Körner; in a beobachtet man Theilung einer dichten Schicht.
- 5, 6. ab und dc zwei Schichtensysteme.
7. ab und defc zwei Schichtensysteme, letzteres mit gebogenem Verdickungsradius.
8. Nach Analogie anderer Fälle (Taf. XII, 1; XVII, 13, 14) wahrscheinlich ein in Auflösung begriffenes Korn.
9. ab und dc zwei Schichtensysteme, das letztere mit gebogenem Verdickungshalbmesser.
10. Ein Korn mit gebogener Achse.
11. ab und defc zwei Schichtensysteme, das letztere gebogen.
12. ab, de und fc drei Schichtensysteme.
13. abf, de und cg die drei Richtungen, in welchen abwechselnd das Verdickungsmaximum seinen Sitz hatte.
14. ab, de und ec drei Schichtensysteme.
15. ab, de und fc drei Schichtensysteme, letzteres von leiterförmiger Gestalt. Wahrscheinlich entsprechen ab und de einander, und bilden zusammen die äussern Schichten, welche von cf durchbrochen wurden.
16. ab, de und fc drei Schichtensysteme.
17. ab, de, fg und hc vier Schichtensysteme; vielleicht gehören a und d zusammen und stellen die äusserste

Fig.

Substanz des ursprünglichen Korns dar, welche durch die einseitige Entwicklung der innern Substanz durchbrochen wurde.

18. ab, de und fe drei Schichtensysteme, das letztere von theilweise leiterförmigem Bau.

Taf. XV.

1. ab, d und ec drei successive Verdickungsrichtungen. Um den Kern liegt eine dichte, dann eine weiche Schicht, beide von ringförmiger Gestalt. Darauf folgen nach der Seite e hin in einer wenig dichten Masse drei spaltenförmige wasserreiche Schichten.
2. ab, de, hf, i, gc fünf verschiedene Verdickungsrichtungen; innerhalb g fünf dichte Schichten, die nur theilweise sichtbar sind und deren Deutlichkeit von aussen nach innen abnimmt.
3. ab, de und fgc drei Schichtensysteme.
- 4, 5. Zwei halbzusammengesetzte Körner; a, b, c und a, b die eingeschlossenen Theilkörner.
6. ab, de, f, gc vier successive Verdickungsrichtungen.
7. a, b, dd'e, fc vier verschiedene Verdickungsrichtungen.
8. ab, de, fc drei Schichtensysteme.
9. Ein halbzusammengesetztes Korn; die 7 Theilkörner a, b, c, d, e, f, g liegen ziemlich in einer Ebene.
10. Ein halbzusammengesetztes Korn mit drei einfachen Theilkörnern a, b, c; das vierte enthält in seinem Innern zwei kleinere Theilkörner d und e; alle liegen in einer Ebene.
11. Der Verdickungshalbmesser ist spiralförmig gebogen; es lassen sich 3 Schichtensysteme unterscheiden ab, de und fg. c bezeichnet die Stelle des ursprünglichen Schichtencentrums; jetzt eine Spalte zwischen zwei Theilkörnern, deren Kerne mit c' und c'' bezeichnet sind.
12. Ein halbzusammengesetztes Korn, dessen gemeinsame Schichten man in a, b und d wahrnimmt. c, e, f, g Theilkörner, die letztern drei wahrscheinlich durch Theilung eines Theilkorns entstanden.
13. Ein halbzusammengesetztes Korn mit spiralförmig gebogenem Verdickungsradius abde (c entspricht dem Schichtencentrum des ursprünglichen einfachen Korns), und mit 3 Theilkörnern, in denen weder Kern noch Schichtung sichtbar ist.
14. Die Verdickungsrichtungen waren nach einander ab, de, f und gc. Im Innern befindet sich statt des Korns eine dichtere Substanz von ovaler Gestalt durch eine

Fig.

Spalte c in 2 Hälften getrennt. Wahrscheinlich sind es zwei Theilkörner, deren Structur (wie in Fig. 13) nicht sichtbar ist.

15. Ein halbzusammengesetztes Korn mit 3 eingeschlossenen Theilkörnern a, b, c; die letztern durch Spalten getrennt und von einer wasserreichen Schicht umgeben.
16. ab, de und fg drei Schichtensysteme; c das ursprüngliche Schichtencentrum, jetzt eine Spalte, welche 2 Theilkörner trennt.

Taf. XVI.

1. Uebergangsstufe zwischen einem halb- und ganzzusammengesetzten Korn; die Spalten gehen nicht ganz bis zur Oberfläche.
2. Ein halbzusammengesetztes Korn. b ein Theilkorn, wahrscheinlich zwischen den Schichten des ursprünglich einfachen Korns entstanden, dessen Kern sich in a befindet, und dessen Schichten sich in c und d spalten.
3. a und b die Kerne zweier Theilkörner; a aus einer dichten Substanz bestehend, in welcher wahrscheinlich der eigentliche weiche Kern in unsichtbarer Kleinheit verborgen ist. c eine dichte Schicht, die sich spaltet.
4. a und b die Kerne zweier Theilkörner. Die Verdickung des ganzen Korns hat successiv in den Richtungen cd, ef und d-ab statt gefunden.
5. ab, def und fb-c die Verdickungsrichtungen des Korns. Die Ecke de wurde als besonderes Theilkorn vermittelt der Spalte e abgeschnitten.
6. Ein Doppelkorn; b Spalte zwischen den beiden Theilkörnern. a Schichtencentrum des einen; ad Verdickungsradius desselben. c Kern des andern Theilkorns; bc, ef und gc Verdickungsrichtungen desselben.
7. a, b, c drei Theilkörner eines halbzusammengesetzten Korns. d und e zwei Spalten. fg und h gehören den äussersten Schichten des ganzen Korns an, durch welche das leiterförmige Schichtensystem ik sich hervorgedrängt hat.
8. c Kern eines Korns, dessen hinteres Ende a durch eine Spalte als besonderes Theilkorn abgeschnitten wurde.
9. Halbzusammengesetztes Korn. d, e und f Substanz, die dem ganzen Korn angehört. b Spalte zwischen den beiden Theilkörnern. ab und cf Verdickungshalbmesser der Letztern.
10. Ein halbzusammengesetztes Korn mit zwei Theilkörnern. a Substanz, die dem ganzen Korn angehört.

Fig.

b eine wasserreiche Schicht, welche die beiden Theilkörner umschliesst.

11. Ein aus 4 Theilkörnern a, b, c, d bestehendes Korn, das zwischen den halb- und ganzzusammengesetzten Formen die Mitte hält, indem die Spalte zwischen a und d c beiderseits nicht bis zur Oberfläche reicht, und diejenige zwischen d und c noch äusserst zart ist.

12. Ein Korn, das ebenfalls den Uebergang von den halb- zu den ganzzusammengesetzten macht. Von den Spalten zwischen den Theilkörnern geht am einen Ende eine bis zur Oberfläche, während an dem andern, ohne Zweifel hintern Ende (a) des ursprünglichen Kornes noch mehrere Schichten über der äussersten Spalte liegen.

13. Ein zusammengesetztes Korn, von welchem ein Theilkorn abgefallen ist. In a beobachtet man die Spaltung einer dichten Schicht.

14. Ein zusammengesetztes Korn mit 4 Theilkörnern, an welchem die Spalten nicht ganz bis zur Oberfläche reichen.

15. Ein zusammengesetztes Korn, an welchem die meisten Spalten zwischen den Theilkörnern noch nicht bis zur Oberfläche gehen.

16. Ein halbzusammengesetztes Zwillingkorn. a Spalte zwischen den beiden leiterförmig-gebauten Theilkörnern d und e, b und c die Schichtencentren derselben.

17. Ein halbzusammengesetztes Zwillingkorn ohne Spalte zwischen den Theilkörnern. Die Verdickungsradien derselben b d und c e sind parallel und verlaufen zugleich in entgegengesetzter Richtung. a Substanz, die dem ursprünglichen gemeinsamen Korn angehört.

18. Zusammengesetztes Korn. a ein leiterförmiges Schichtensystem in einem Theilkorn, woraus deutlich wird, dass daselbst das Schichtencentrum nach innen, die Verdickungsrichtung nach aussen liegt. Es ist aber auch möglich, dass dieses grosse Theilkorn halbzusammengesetzt, und dass von den beiden eingeschlossenen Körnern nur das innere als leiterförmiges Schichtensystem deutlich war.

19. Zusammengesetztes Korn.

20. Ein Theilkorn, dessen polyedrische Seite mit 4 Kanten nach oben gekehrt ist.

21. Ein aus 4, tetraedrisch gestellten Theilkörnern zusammengesetztes Korn; das eine derselben liegt auf der abgekehrten Seite.

22. Ein zusammengesetztes Korn.

Taf. XVII.

Fig.

Stärkekörner aus dem frischen Wurzelstock von *Canna lanuginosa* Bosc. — Alle Figuren 1000 mal vergrössert.

1. Ein Korn von der breiten Seite.

2. Ein halbzusammengesetztes Korn mit 2 Theilkörnern. a die Spalte zwischen denselben verliert sich allmählig in der Richtung gegen das hintere Ende.

3. Ein halbzusammengesetztes Korn mit 3 Theilkörnern (a, b, c).

4. Ein einfaches Korn von der breiten Seite, ohne sichtbaren Kern.

5. Ein halbzusammengesetztes Korn mit 2 Theilkörnern (a, b). c, d, e drei Schichten von ungleicher Dichtigkeit, c die am meisten, e die am wenigsten dichte.

6. Kernende eines einfachen Kornes; bei a sieht man die Spaltung einer dichten Schicht.

7. Ein halbzusammengesetztes Korn von der breiten Seite; das eine Theilkorn ist zugekehrt.

8. Das gleiche Korn wie Fig. 7, von der schmalen Seite.

9. Das Kernende eines einfachen Kornes; in welchem deutlich ein Complex von Schichten durch Spaltung entstanden ist.

10. Das Kernende eines halbzusammengesetzten Kornes; a die Spalte zwischen den beiden Theilkörnern, welche in der Richtung des kurzen Radius bis zur Oberfläche geht.

11. A und B, ein Korn von beiden Seiten gesehen.

12. Ein halbzusammengesetztes Korn von der breiten Seite. a und b Kerne der beiden Theilkörner, die hier (wie in Fig. 7) hinter einander liegen.

13. Ein Korn, das in Auflösung begriffen ist, von der flachen Seite. a eine Partie, die breiter und vorzüglich dicker ist, daher auch dunkler erscheint; sie entspricht dem Kernende. Der übrige Theil war äusserst dünn (hautartig).

14. A und B, ein in Auflösung begriffenes Korn von der breiten und schmalen Seite. a eine sehr breite weiche Schicht.

15. A und B, ein halbzusammengesetztes, fast stielrundes Korn in 2 Ansichten, die rechtwinklig zu einander stehen. Statt des ursprünglichen Kerns, welcher hier ausnahmsweise sich in der Mitte befindet, sind wenigstens 5 kleine Theilkörner entstanden; ihre Kerne bestehen aus einer dichtern Substanz.

16. A und B. Ein wenig zusammengedrücktes Korn, in

Fig.

- den beiden Längsansichten. a eine Spalte durch den Kern, welcher hier ebenfalls (wie in Fig. 15) ausnahmsweise fast im mathematischen Mittelpunkt liegt.
17. Ein Drillingskorn, dessen eines Theilkorn sich durch eine sehr zarte Linie wieder in 2 spaltet.
18. Ein Drillingskorn.
19. Zwei Stärkekörner in einem Bläschen, das sich wahrscheinlich erst gebildet, als der Zelleninhalt in's Wasser entleert wurde (vgl. Heft I, Pag. 9).
20. Ein junges, ovalkugeliges Korn.
21. Ein Doppelkorn.
22. Ein zusammengesetztes Korn, das aus einer zusammengekrümmten Reihe von 7 Theilkörnern besteht, vielleicht auch aus einem einschichtigen Korn durch partielle einseitige Auflösung in der Fuge zwischen den Theilkörnern hervorgegangen ist.
23. A und B, ein einfaches Korn mit dichtem Kern, in der schmalen und breiten Längsansicht.

Taf. XVIII.

Alle Figuren sind 1000 mal vergrössert.

- 1—9. Aus den frischen Sporen von *Chara foetida* A. Braun.
1. Grosses Stärkekorn aus einer reifen Spore von der breiten Seite; auf der einen Hälfte mit strahlenförmigen Rissen, die durch den Druck hervorgebracht wurden.
2. Ein Korn wie Fig. 1, in der Queransicht.
- 3, 4, 5, 6. Kleine Stärkekörner aus der reifen Spore, von der breiten, 4 B von der schmalen Seite. Im Innern von 3 scheint sich eine Höhlung oder eine weichere Masse von flachzusammengedrückter Gestalt zu befinden. In 4 und 5 sieht man eine gebogene Querspalte.
7. Kleine Stärkekörner (wie Fig. 3—6) aus einer jungen Spore; a und b das nämliche Korn von der breiten und von der schmalen Seite; c, d, e von der breiten Seite. Sie scheinen in dieser Ansicht ausgehöhlt zu sein, ein Anschein, der vielleicht daher rührt, dass der weiche Kern im Innern nur am dicken, nicht aber am verdünnten Rande von der dichten äusseren Masse sich deutlich abgrenzt.
- 8, a. Ein kleines noch fast kugeliges, b ein vollkommen kugeliges Korn.
9. Ein grosses Stärkekorn (wie Fig. 1 und 2) aus einer jungen Spore; A und B von der breiten und der schmalen Seite. Es ist noch ganz ungeschichtet.

Fig.

- 10—15. Stärkekörner aus den trockenen Samen von *Secale cereale* Lin., die von aussen angegriffen und in Folge davon maschig gezeichnet sind (vgl. Pag. 126).
10. Die Maschen sind parenchymartig, und haben zum Theil eine strahlenförmige Anordnung.
11. a und c zwei Gruppen von Maschen; b ein dichterer Streifen, der sie verbindet.
12. Ein Stück von einem kleinmaschigen Korn, bei dem der Focus auf den Rand eingestellt wurde. Die Maschen erscheinen als halbkreisförmige Ausschnitte.
13. Die Maschen nehmen von der einen Seite des Umfanges nach der gegenüberliegenden an Grösse ab, und werden allmählig undeutlich.
14. Ein kleines Korn mit rundlichen Maschen.
15. A von der breiten Seite (wie Fig. 10—14); die zugekehrte Fläche ist ganz mit eckigen Maschen bedeckt, während die abgekehrte Fläche solche nur rechts oben zeigte. Bei mittlerer Einstellung des Focus sieht man die Schicht b. — B das nämliche Korn von der schmalen Seite. b die gleiche Schicht wie in A, a der Kern.
16. Ein Stärkekorn aus dem reifen Samen von *Triticum turgidum* Lin., ebenfalls mit netzartiger Auflösung an der Oberfläche (Pag. 126).
- 17, 18. Stärkekörner aus den trockenen Samenlappen von *Pisum sativum* Lin.
17. Ein Korn von der breiten Seite. aa die spaltenförmige Centralhöhlung von der Fläche, am Umfang in einige strahlenförmige Risse ausgehend. b-b Querspalte.
18. A ein Korn in der breiten, B das nämliche in der schmalen Längsansicht. a-a Spalte, in A von der Fläche, in B als Durchschnittsansicht.
- 19—24. Stärkekörner aus den trockenen Samenlappen von *Eryum lens* Lin.
19. Ein kleines dichtes kugeliges Korn.
20. Ein kleines kugeliges Korn mit einem weichen Kern.
21. Ein etwas grösseres kugeliges Korn mit einem Kern und einer weichen Schicht.
22. Ein Korn mit einer Querspalte b-b. Es scheint, dass sich der Kern in zwei (a und c) getheilt hatte; wenigstens berühren dieselben die Spalte nicht, wie es der Fall sein müsste, wenn sie die durch den Riss getrennten Hälften des einen Kerns wären, und wie es

Fig.

- auch wirklich in Fig. 23 der Fall ist. Das Korn ist somit wahrscheinlich ein halbzusammengesetztes.
23. Ein einfaches Korn; b-b Querspalte; a Kern.
- 24 (rechts). Ein dreieckiges, etwas flachgedrücktes Korn, von der breiten Seite.
- 24* (links)—28. Stärkekörner aus dem frischen, inwendig noch feuchten Sameneiweiss von *Fagopyrum cymosum* Meisn.
- 24*. Kleine kugelige homogene Körner.
25. Korn mit weichem kleinem Kern.
26. Ovale Korn mit radial gestellten Rissen in der äussern Substanz, Ansicht von der Oberfläche (die einen Risse liegen auf der abgekehrten Seite). a weiche Schicht.
27. Korn mit röthlichen runden Stellen an der Oberfläche, wahrscheinlich eine Form der Resorption wie bei *Secale* und *Triticum* (Fig. 10—16).
28. Ein Korn mit radialen Rissen in der äussern Substanz, Durchschnittsansicht. a dichter Kern, umgeben von einer weichen Schicht.
- 29—40. Stärkekörner aus dem Sameneiweiss von *Andropogon Sorghum* Brot. (*Sorghum vulgare* Pers.); 29—34 aus jungen, 35—40 aus reifen Samen.
29. Kleine kugelige, noch homogene Körner.
- 30, 31. Grössere Körner mit einem röthlichen Kern.
32. a und b Zwillingskörner.
33. a, b und c Drillingskörner.
35. Ein Korn mit granulirter Oberfläche, wahrscheinlich eine Erscheinung abnormaler Auflösung.
36. Ein Korn mit radialen Rissen, welche durch Austrocknen entstanden sind.
37. Ein durch Druck polyedrisch gewordenes Korn, mit röthlicher centraler Höhlung.
- 38, 39, 40. Körner mit centraler Höhlung und davon ausstrahlenden Rissen, durch Austrocknen entstanden. In Fig. 39 befinden sich an der Oberfläche rundliche oder ovale Gruben, durch abnormale Resorption hervorgebracht.
- 41—46. Stärkekörner aus einem fast reifen Samen von *Setaria italica* Beauv. (*Panicum* i. Lin.).
41. Kugeliges Korn mit centralem Kern.
42. Korn mit granulirter Oberfläche, wahrscheinlich Folge abnormaler Auflösung.
43. Ein Korn mit 2 Kernen.
44. Ein Korn mit 2 Kernen und einer sehr zarten Spalte dazwischen.

Fig.

45. Wie Fig. 44, aber mit einer stärkern Spalte.
46. Ein Korn wie Fig. 44, etwas schief liegend, sodass man von der Spalte nur die vordere und hintere Begrenzung und die beiden Kerne undeutlich sieht.
- 47, 48. Stärkekörner aus den trockenen Samenlappen von *Eryum* Lens Lin. (zu Fig. 19—24).
47. Ein kleines kugeliges Korn mit röthlichem Kern.
- 48, A. Ein Korn in der breiten Längsansicht, mit zarten radialen Rissen. B dasselbe Korn in der schmalen Längsansicht mit einer starken Längsspalte.

Taf. XIX.

- 1—42. Stärkekörner aus den Zwiebeln von *Hyacinthus orientalis* Lin. Alle Figuren bei 1000maliger Vergrösserung, mit Ausnahme von Fig. 12, 13 und 42, welche 500mal vergrössert sind. Auch in den nicht ausgeführten Zeichnungen sind die Schichten und Risse, soweit sie sichtbar waren, angegeben.
- 1—22. Aus den innern Schuppen einer vorjährigen Zwiebel, welche in diesem Winter (die Untersuchung wurde im Januar gemacht) Blätter und Blüthen getrieben hat, und zwar Fig. 1—3, 7, 8, 11, 16—18 aus der Basis, Fig. 4—6, 9, 10, 12—15 aus der Spitze derselben.
1. A und B in der breiten und in der schmalen Längsansicht; a-a die Kante des keilförmigen Korns.
- 2, 3. Halbzusammengesetzte Körner. a-a die Kante, wie in Fig. 1. b, c, d, e vier Kerne mit trennenden Spalten. In Fig. 2 sind die beiden seitlichen Spalten stärker, in Fig. 3 die mittlere, welche an der Stelle des ursprünglichen Kerns sich befindet.
4. Ein halbzusammengesetztes Korn mit 6 Theilkörnern. a Stelle, die dem verdünnten Rand in Fig. 1 entspricht, wenig verdünnt. b-c eine wasserreiche Schicht, welche die Theilkörner umgiebt. d die stärkste Spalte, die durch das ursprüngliche Schichtencentrum geht und die erste Theilung andeutet. e eine etwas kürzere starke Spalte, welche die darauf folgende Theilung in der einen Hälfte bezeichnet.
5. a kaum verdünnter Rand. b, c zwei Theilkörner, jedes mit 2 Kernen. d Spalte.
6. a wenig verdünnter Rand. b-c vier Theilkörner. d stärkere Spalte, welche ohne Zweifel die Stelle des ursprünglichen Schichtencentrums anzeigt.
7. a, b zwei Theilkörner durch Abschneiden der Ecken entstanden. c zwei Theilkörner, durch eine Spalte ge-

Fig.

- trennt, und durch Theilung des Kerns entstanden; jedes mit einem Kern. Der Rand zwischen a und b ist verdünnt.
8. a Ecke, die als Theilkorn abgeschnitten wurde, mit einem neuen Kern. b Spalte. b-c eine Partie des Kornes, die sich in 4 Theilkörner getheilt hat, und die vielleicht ebenfalls früher als Ecke abgeschnitten wurde. d dreieckige Spalte; in einem Winkel derselben ist ein Kern sichtbar; wahrscheinlich liegen aber auch in den beiden andern Winkeln Kerne. e eine Spalte, die vielleicht die Stelle des ursprünglichen Schichtencentrums andeutet. Auch jenseits derselben (links) befand sich wahrscheinlich ein neues Schichtencentrum (oder Kern.)
9. a gemeinschaftliche Substanz des ganzen Kornes. b, c, d, e die Kerne von 4 Theilkörnern.
10. a gemeinschaftliche Substanz des ganzen Kornes. b, c, d die Kerne der 3 Theilkörner.
11. a-a verdünnter Rand, wie in Fig. 1. b weiche Schicht, welche die beiden durch Theilung aus dem Kern entstandenen Theilkörner c, d umschliesst.
- 12 (500). a wenig verdünnter Rand. b eine Schicht, die sich auf der Seite des Verdickungshalbmessers spaltet. c Schichtencentrum mit Rissen, die davon ausstrahlen.
- 13 (500). a-a wenig verdünnter Rand. b eine vollständige Schicht. c Schichtencentrum, durch welches eine kreuzweise Spalte gelegt ist. Ausserdem sind an dem Korn noch einige Risse bemerkbar, die entweder durch Verletzung entstanden sind, oder vielleicht mit dem Vorhandensein innerer Theilkörner in Beziehung stehen.
14. a-a wenig verdünnter Rand. b eine vollständige Schicht, die zu dem einen Theilkorn gehört, durch dessen Centrum die Spalte c geht. d Kern des andern Theilkorns. e Spalte zwischen den Theilkörnern.
15. Halbzusammengesetztes Korn mit 5 Kernen a, b, c, d, e, und Spalten zwischen denselben.
16. a-a eine Reihe von Theilkörnern, welche von dem verdünnten Rand abgeschnitten wurden. b, c die Kerne zweier eingeschlossener Theilkörner, deren Grenze die Spalte angiebt.
17. Ein aus 7 Theilkörnern a, b, c, d, e, f, g zusammengesetztes Korn. b, c und d, zwischen denen sich zartere Spalten befinden, sind durch spätere Theilung aus einem Theilkorn entstanden.
18. Ein Korn, das zwischen halb- und gauzzusammengesetzten die Mitte hält. a gemeinschaftliche Substanz des

Fig.

- ganzen Kornes, welche den verdünnten Rand bildet. b ein kleines Theilkorn, in welchem ein Kern sichtbar war. c, d, e drei grössere Theilkörner, zwischen denen die Spalten fast bis zur Oberfläche reichen.
19. Ein halb-zusammengesetztes Korn mit 4 Kernen.
- 20—22. Zusammengesetzte Körner; nur in dem letztern sind die Kerne sichtbar.
- 23—30. Stärkekörner aus der Basis der Schuppen von einer jungen, in den Schuppen der grossen Hyacinthenzwiebel verborgenen Zwiebel; im Januar untersucht.
- 23, 24. Zusammengesetzte Körner.
25. Ein halbzusammengesetztes Korn; die Vorsprünge a, b, c, d entsprechen inneren Theilkörnern, von deren Structur aber noch nichts sichtbar ist. Zwischen d und a ist der Rand verdünnt.
- 26, 27. Zusammengesetzte Körner.
28. a, b, c, d, e zusammengesetzte Körner; in a sind die Spalten zwischen den Theilkörnern noch nicht sichtbar. — f, g einfache kugelige Körner (die jüngsten Zustände).
29. a-a verdünnter Rand (wie Fig. 1). b, c, d drei Theilkörner, zwischen denen die Trennung kaum angedeutet ist. In b ist ein Kern sichtbar, in c und d noch nicht.
30. abc verdünnter Rand (wie Fig. 1). Die Ecke a ist bereits durch eine Spalte abgeschnitten; die Abtrennung der andern Ecke c war kaum angedeutet.
- 31—34, 42. Stärkekörner aus einer Hyacinthenzwiebel, welche im Oktober ausgegraben und einen Tag nachher untersucht wurde. Fast alle Körner zeigen Risse, welche entweder durch den Wachstumsprozess oder durch Austrocknen entstanden sein können, da die Zwiebel im vorhergehenden Winter trocken gelegen hatte.
31. a-a wenig verdünnter Rand; c Stelle des Schichtencentrums.
32. Wahrscheinlich ein halbzusammengesetztes Korn, nach den Rissen zu schliessen.
33. Ein Zwillingskorn, mit halbzusammengesetzten Theilkörnern. a, b die Kerne der beiden eingeschlossenen Theilkörner; d Risse zwischen denselben; der Punkt von dem sie ausstrahlen, bezeichnet das ursprüngliche Centrum. e und f zwei Spalten, welche auf eine Theilung der innern Substanz in 3 Theilkörner hindeuten.
34. Ein aus 5 Theilkörnern a, b, c, d und e bestehendes Korn.
- 42 (500). Ein Korn mit einer grossen Höhlung.

Fig.

- 35—40. Stärkekörner, die in Auflösung begriffen sind, aus den äussersten angefaltten Schuppen der nämlichen Zwiebel, aus welcher die Körner Fig. 1—34 und 42 gezeichnet wurden.
35. A und B das gleiche Korn von zwei Seiten. a Kern. b eine kreisrunde, wenig ausgehöhlte Stelle.
- 36, 37, 38. Drei halbzusammengesetzte Körner, welche an der Stelle, wo sich die Spalte zwischen den beiden Theilkörnern befand, von der dicken Seite her angegriffen wurden. — Fig. 36 und 38, von der Seite; die spaltenförmige Höhlung b wird in der Tiefe durch den verdünnten Rand begrenzt. — Fig. 37, von oben; b Höhlung. — a und c Kerne der beiden Theilkörner.
39. Ein stärker angefressenes Korn. b Höhlung. a, c Kerne von eingeschlossenen Theilkörnern. d Spalte. e kleinere Spalte zwischen 2 kleinen Kernen, die ebenfalls zu einer Querspalte verschmolzen sind. f wenig verdünnter Rand.
40. Sehr stark angefressenes Korn. b, b kegelförmige Vorsprünge der Substanz, die nach den beiden spaltenförmigen Höhlungen gerichtet sind.
41. Ein zusammengesetztes Korn, an welchem zwischen 2 Theilkörnern eine spaltenförmige Höhlung resorbiert wurde.
- 43—50. Stärkekörner aus dem frischen Stamm von *Jsoëtes lacustris* Lin., bei 1000maliger Vergrösserung.
43. Ein junges Korn mit mehreren rundlichen hellen Stellen; wahrscheinlich ein zusammengesetztes Korn, an dem die Trennungslinien noch nicht sichtbar sind.
44. Ein Bruchkorn.
45. Ein zusammengesetztes Korn, von dem ein Theilkorn sich losgetrennt hat.
46. Ein junges Korn von unregelmässiger Gestalt. Der obere breite Theil ist kantenartig-zugeschärft.
47. Körner in den frühesten Stadien, noch kugelig.
48. Ein junges Korn, mit einer kreisförmigen dichten Schicht.
49. Ein junges Korn; der untere Rand ist kantenförmig-verdünnt.
50. Ein zusammengesetztes Korn mit zarten Trennungslinien.

Taf. XX.

- 1—7. Chlorophyllkörner und Stärkekörner aus den Röhrenzellen der Zweige von *Chara hispida* Lin. (Pag. 398).
- 1 (500). Chlorophyllkörner noch ziemlich jung, durch

Fig.

- gegenseitigen Druck polygon, in jedem 1—3 schwach umschriebene Stärkekörner.
- 2 (500). Chlorophyllkörner in einem ältern Stadium; sie bestehen aus 1—4 Stärkekörnern, welche an einander stossen, mit den Enden über einander greifen und an der Oberfläche mit einer Schicht von Chlorophyll überzogen sind. — a, b zwei Chlorophyllkörner, welche ihre Stellung um 90 Grad geändert haben.
- 3—7 (1000). Farblos gewordene Chlorophyllkörner, von denen nur das zusammengesetzte Stärkekorn übrig geblieben ist. — Fig. 3 A von der schmalen, B von der breiten Seite. Fig. 4, 5, 6 von der breiten Seite. Fig. 7 A von der breiten, B von der schmalen Seite. — Die hellen rundlichen Stellen in Fig. 3, 4, 5 sind wahrscheinlich durch partielle Auflösung hervorgebracht.
- 8—11. Chlorophyllkörner und Stärkekörner aus den Zellen des Basilarknotens der Zweige von *Chara foetida* A. Braun (Pag. 399).
- 8 (1000). Chlorophyllkörner in jüngern Zellen mit mehreren rundlichen hellen Stärkekörnern.
- 9 (1000). Aehnliche, zum Theil etwas ältere Chlorophyllkörner, durch Endosmose von Wasser verändert. Es hat sich eine farblose Membran abgehoben; e ohne eine solche Membran.
- 10, 11 (1000). Zwei zusammengesetzte Amylumkörner.
- 12—16 (740). Chlorophyllkörner und Stärkekörner aus dem Mark- und Rindenparenchym von *Opuntia coccinellifera* Mill. (Pag. 399).
- 12, 13. Zwei Chlorophyllkörner, fast ganz ausgefüllt mit 3 und 4 Stärkekörnern, zwischen denen die Räume wegen der stark brechenden Eigenschaften der Stärke röthlich erscheinen.
14. Ein farblos gewordenes Stärkekorn, einzeln in einem Chlorophyllkorn entstanden; a von der breiten, b von der schmalen Seite.
- 15, 16. Zwei zusammengesetzte Stärkekörner.
- 17—34 (1000). Chlorophyllkörner und Stärkekörner aus *Spirogyra orthospira* var. *spiralis* Näg. (Pag. 403).
17. Chlorophyllkörner im jüngsten Stadium, noch solid; dabei ein Doppelkorn, das durch Theilung oder durch Zusammenkleben zweier Körner entstanden ist.
18. Junge hohle Chlorophyllkörner; a, b mit schwachen, c mit stärkern Conturen; von der Oberfläche der Zelle aus gesehen.

Fig.

19. Chlorophyllkörner wie Fig. 18, c; am Seitenrand der Zelle gesehen.

20. Ein Doppelkorn, mit 2 Höhlungen.

21. Ein Chlorophyllkorn, dessen Wandung in Stärkekörner zerfallen ist. Auf der einen Seite klebt derselben fremdes Protoplasma an. In der Höhlung liegt ein dichtes, aus Proteinkörpern bestehendes Körnchen.

22. Wie Fig. 21; im Innern liegen 3 dichte Körnchen.

23—26. Chlorophyllkörner durch Schwefelsäure aufgequollen, mit dicker Protoplasmahülle und 1—3 dichten Plasmakörnchen im Innern, dazwischen Stärkekleister. 24, 25 Doppelkörner. — 26 durch Jod gefärbt; die Hülle theilweise zerstört.

27—30. Chlorophyllkörner durch Alcohol entfärbt. 27 a solid, wie Fig. 17. 27, b hohl, wie Fig. 18, a. 28 mit starken Conturen wie Fig. 18, c; im Innern ein dichtes Körnchen, welches die Höhlung fast ganz ausfüllt. 29 wie Fig. 19, b. 30 mit dicker, aus Stärke bestehender Wandung, welche 2 warzenförmige Anhänge hat, und mit einem die Höhlung fast ausfüllenden Körnchen.

31—34. Chlorophyllkörner durch verdünnte Kalilösung verändert. Der Raum zwischen der dicken Protoplasmahülle und den aufgequollenen Körnchen im Innern ist mit Stärkekleister ganz ausgefüllt. — 31 das Plasmakörnchen im Innern ist homogen. 32 dasselbe ist hohl. 33 mit zwei hohlen Plasmakörnchen. 34 mit einem hohlen Körnchen, in dessen Höhlung ein kleineres Körnchen befindlich ist.

35—47. Aus den Blättern von *Begonia* Spec. (Pag. 400).

35 (1000). Zwei ganz junge noch ganz homogene Chlorophyllkörner.

36 (1000). Zwei Chlorophyllkörner mit 2 bis 7 weisslichen glänzenden Punkten.

37, 38, 39 (1000). Chlorophyllkörner mit deutlichen Stärkekörnern. 38 schliesst ausnahmsweise für dieses Stadium deren 6 ein. 39 ist etwas eingeschnürt, als ob es sich theilen wollte.

40 (1000). Zwei Chlorophyllkörner, in jedem 2, dasselbe beinahe ausfüllende Stärkekörner.

41—44 (1000). Stärkekörner, einfache und Zwillingkörner. 41 stellenweise noch grün. 42 mit 3 rundlichen Stellen, welche wahrscheinlich Vertiefungen entsprechen und durch Auflösung entstanden sind.

45 (500). Eine Zelle von dem untern Blattparenchym mit einem Krystall, mit Chlorophyllkörnern in verschiedenen

Fig.

Stadien der Grösse und der Ausbildung, und mit 3 Stärkekörnern (einem einfachen, einem Zwilling- und einem Drillingskorn).

46 (500). Eine Zelle ebenfalls von dem untern Blattparenchym, bloss mit Stärkekörnern, die einen noch grün, die andern farblos, die einen einfach, die andern aus 2 und 3 Theilkörnern zusammengesetzt.

47 (bei schwächerer Vergrösserung). Querschnitt durch das Blatt; a obere, b untere Epidermis.

48—52 (1000). Chlorophyllkörner und Stärkekörner aus der Basis der Blätter (Wedel) von *Nephrolepis exaltata* Schott. (Pag. 399).

48. Ein durch Wasser verändertes Chlorophyllbläschen aus der Basis eines ältern Wedelstiels.

49, 52. Zwei Bläschen in dem ausgetretenen, durch Wasser veränderten Inhalte der jüngsten Theile eines noch in die Länge wachsenden Wedels. Jedes ist wahrscheinlich aus einem Tropfen Inhaltsflüssigkeit durch Coagulation der oberflächlichen Schicht entstanden.

50, 51. Zwei zusammengesetzte Stärkekörner, das eine noch grün, das andere farblos, aus der Basis eines ältern Wedelstiels.

53—67 (1000). Chlorophyllkörner und Stärkekörner aus *Rhipsalis funalis* Salm (Pag. 400).

53. Zwei junge Chlorophyllkörner in unverletzten Zellen. Die kleinen Kreise sind Oeltröpfchen. Die Stärkekörner, die das Korn fast ausfüllen, kann man nicht unterscheiden.

54. Drei etwas weiter entwickelte Chlorophyllkörner in unverletzten Zellen, mit wasserreicher Jodtinctur behandelt. Das Stärkekorn, das den gauzen ursprünglichen Raum des Chlorophyllkorns einnimmt, ist blau; die Oeltröpfchen, welche die Anhänge bilden, sind durch etwas Chlorophyll gefärbt.

55, 56 Chlorophyllkörner in unverletzten Zellen, 24 Stunden in Alcohol gelegen, welcher das Oel und Chlorophyll auflöste, und dann durch Jod gefärbt.

57. Ein Chlorophyllkorn aus einer zerrissenen Zelle. Durch die Einwirkung des Wassers ist das grüne Plasma zerflossen; und die Stärkekörner und Oeltröpfchen haben sich von einander getrennt.

58. Wie Fig. 57; die Oeltröpfchen sind grüngefärbt; grünes Plasma ist keines mehr vorhanden.

59. Chlorophyllkörner, wie in Fig. 57 und 58 zuerst durch

Fig.

- Wasser verändert, und darauf mit Alcohol behandelt, welcher die Oeltröpfchen und das Chlorophyll auflöste.
60. Ein Chlorophyllkorn, wie in Fig. 57 und 58 zuerst durch Wasser verändert, und dann mit wasserarmer Jodtinctur behandelt, welche das Oel auflöste und die Stärkekörner färbte.
- 61, a und b. Nicht ganz ausgebildete Stärkekörner, noch grünlich gefärbt und mit warzenförmigen Anhängen, die von den Oeltröpfchen gebildet werden.
62. Ein ausgebildetes Stärkekorn mit rundlichen weisslichen Flecken, welche wahrscheinlich Vertiefungen entsprechen, und durch Auflösung entstanden sind.
63. Ein Chlorophyllkorn aus einer der im Parenchym zerstreuten Holzzellen. Durch Einwirkung von Wasser hat sich das Chlorophyll etwas zertheilt. Neben den 4 Stärkekörnern sind keine Oeltröpfchen sichtbar.
- 64—67. Ausgebildete Stärkekörner. 64 ein Drillingskorn. 65 ein rundliches Korn mit einer Spalte im Innern. 66 ein Doppelkorn. 67 ein ziemlich kreisrundes, linsenförmig-zusammengedrücktes Korn; A von der breiten, B von der schmalen Seite; die letztere Ansicht zeigt eine Längsspalte.

Taf. XXI.

- 1—16. Corpuscula amylacea aus dem Ependym der Gehirnhöhlen einer an Pneumonie gestorbenen Frau; bei 1000 mal. Vergröss. Vgl. Pag. 200 ff.
- 1, 2. Die den Kern umgebende Masse ist etwas dichter als die Rinde.
3. Die Rinde ist dichter als die innere Substanz.
4. In der innern dichten Masse befinden sich 2 Kerne.
5. Drillingskorn.
6. Zwillingkorn.
7. Drillingskorn; Spalte und Einschnürung zwischen dem obersten und mittlern Theilkorn war bedeutend stärker als die untere, und daher wahrscheinlich früher entstanden.
- 8, 9. Einfache Körner.
10. Einfaches Korn mit länglichem dichtem Kern, in welchem wahrscheinlich 2 secundäre weiche Kerne verborgen sind.
11. Doppelkorn, mit 2 Kernen in dem obern Theilkorn. Das untere Theilkorn hat eine centrale dichte Masse, in welcher der weiche hohlräumähnliche Kern unsichtbar ist.
- 12, 13, 14. Zusammengesetzte Körner, nicht ausgeführt.

Fig.

15. Ein hohles Korn (wahrscheinlich eine Form der Auflösung).
16. Ein Zwilling, dessen Theilkörner im Begriff sind, sich von einander zu trennen.
- 17—21. Stärke aus dem trockenen Sameneiweiss von *Tetragonia expansa* Ait., bei 1000 mal. Vergröss.
17. Ein zusammengesetztes Korn, in jedem Theilkorn eine kleine Höhlung.
18. Ein einfacher-zusammengesetztes Korn, mit grössern, ebenfalls im Centrum hohlen Theilkörnern.
19. Ein Bruchkorn von einem zusammengesetzten Korn, wie es in Fig. 18 dargestellt ist.
20. Ein zusammengesetztes Korn aus zahlreichen Theilkörnern bestehend, welche an der Oberfläche rundlich erscheinen; wahrscheinlich sind schon einzelne dazwischen herausgefallen.
21. Zwei zusammengesetzte Körner von polyedrischer Form, noch zusammenklebend.
- 22—33. Aus dem Sameneiweiss von *Commelyna* (Commelyna und *Tinnantia*), bei 1000 mal. Vergröss. (vgl. Pag. 274—275).
22. Aus dem trockenen Samen von *Tinnantia fugax* Scheidw., ein ausnahmsweise kugeliges und einfaches Korn, mit einer centralen Höhlung, und einer dieselbe umgebenden dichtern Schicht.
23. Bruchkörner mit grösserer oder kleinerer Höhlung; a und b aus dem reifen Samen von *Commelyna coelestis* Willd., c von *Tinnantia fugax*.
24. Ein Bruchkorn aus dem halbreifen Samen von *Commelyna nudicaulis* Burm. mit einer zugekehrten Kante, ausnahmsweise gross.
25. Ein zusammengesetztes Korn aus dem halbreifen Samen von *Commelyna nudicaulis*; a deutliche Spalten zwischen den Theilkörnern.
- 26, 27. Wie Fig. 25; in 26 sind die Theilkörner durch deutliche Spalten, in 27 durch zarte Linien getrennt.
28. Aus ganz jungen Samen von *Commelyna coelestis* Willd. a, b, c drei zusammengesetzte Körner mit granulirtem Aussehen und unebenem Rande.
29. Ebendasselbst; a Bruchkörner oder einfache Körner, b ein deutlich zusammengesetztes Korn.
30. Ebendasselbst, ein deutlich zusammengesetztes Korn.
31. Aus dem reifen trockenen Samen von *Commelyna coelestis* Willd. A und B ein zusammengesetztes Korn, umgeben von dünnen Protoplasmawänden; A bei der

Fig.

hächsten, B bei tieferer Einstellung des Focus. Die Hohlräume in den Theilkörnern erscheinen röthlich.

32, 33. Aus dem reifen trockenen Samen von *Tinnantia fugax* Scheidw. 32 ein einzelnes, 33 mehrere zusammengesetzte Körner, durch dünne Protoplasmaewände von einander getrennt. Die erste Einwirkung von wässriger Jodlösung hat erst die Stärkekörner gefärbt; die Hohlräume erscheinen je nach der Einstellung bald bläulich bald röthlich; sie wurden farblos gelassen. Die Plasmamembranen sind noch ungefärbt; bei stärkerer Einwirkung der Jodlösung werden sie gelb und die eingeschlossene Stärke dunkelblau.

34 (330). Aus dem Querschnitt des Stengels von *Rhipsalis funalis* Salm, nahe unter dem Punctum vegetationis. a, b Zellen mit Chlorophyllkörnern, in deren Innern sich kleine glänzende Pünktchen (Stärkekörnchen oder Oeltröpfchen) befinden. In b liegen 2 zusammengesetzte Stärkekörner. Der Kreis in a und in c giebt die Berührungsstelle der zugekehrten Zelle an. d, e Zellen mit Krystalldrüsen.

35 (500) a, b, c drei Stärkekörner aus dem Milchsaft von *Euphorbia seriifolia* Linn., durch verdünnte Kalilösung aufgequollen. Die Ausdehnung in jeder Dimension beträgt ungefähr das Dreifache der ursprünglichen Grösse; Risse werden keine sichtbar.

Taf. XXII.

1 (250). Querschnitt durch den Rand der trockenen *Cotyledonen* von *Phaseolus vulgaris* Linn. Die eine Seite des Gewebes ist durch Jod gefärbt. a Epidermiszellen, mit wenig Proteinkörpern, ohne Stärke. b Zellen innerhalb der Epidermis, mit spärlichen und kleinen Körnern. Die übrigen Zellen enthalten grössere und zahlreichere Stärkekörner und feinkörniges Protoplasma, das durch Jod braungelb gefärbt wird.

2 (500). Zwei Zellen des Sameneiweisses von *Zea Mays* Linn.; a näher der Oberfläche, b weiter innen im Gewebe des Samens, beide sind dicht erfüllt mit einfachen, durch den Druck polyedrisch gewordenen Stärkekörnern. Zwischen je zwei Körnern befindet sich ein schmaler Raum, welcher wie die Zellmembran blass röthlich erscheint, und durch Jod nicht gebläut wird. Die Substanz jedes Kornes ist an seinem Rande am dichtesten; im Centrum liegt ein hohler, röthlich erscheinender Raum.

Fig.

3 (300). Zwei Zellen aus dem trockenen Sameneiweiss von *Rheum hybridum* Ait. Sie sind dicht, mit kugeligem Stärkekörnern, von denen jedes im Centrum eine kleine Höhlung hat, angefüllt. Die radialgestellten Zellen lassen sich durch Druck ziemlich leicht von einander trennen.

4 (50). Kleines Stück von einem Durchschnitt durch den Scheinknoten von *Coelogyne fimbriata* Lindl., eine grosse Zelle umgeben von kleinern. Die grossen Zellen, mit einem Durchmesser von 380 bis 550 Mik. enthalten wasserhelle farblose Flüssigkeit und eine durch Spiralfasern verdickte Wandung. Sie sind meist von einander durch eine einfache Schicht von kleinen Zellen getrennt, welche bei einem Durchmesser von 90 bis 150 Mik. eine unverdickte Membran und einen wandständigen Kern besitzen. Der letztere ist mit Stärkekörnern, die anfänglich durch Chlorophyll grün gefärbt, nachher farblos sind, bedeckt.

5 (200). Zwei der eben genannten kleinen Zellen; in A ist der Zellkern zugekehrt und mit farblosen Stärkekörnern bedeckt. In B liegt er seitlich; die Körner sind noch zum Theil grün.

6 (250). Eine Zelle aus dem Sameneiweiss von *Corispermum hyssopifolium* Linn. Sie ist gefüllt mit ovalen zusammengesetzten Stärkekörnern, welche homogen oder zart-granulirt erscheinen.

7 (500). Eine Zelle aus dem Sameneiweiss von *Cynosurus esbinatus* Linn. Sie enthielt im unveränderten Zustande bloss ovale, homogene oder zart maschig-granulirte Körner. Durch Druck sind einige derselben in die Bruchkörner zerfallen, zwischen denen die noch unverehrten zusammengesetzten Körner eingebettet sind.

8 (500). Eine Zelle aus dem Sameneiweiss von *Thalia dealbata* Fraas, angefüllt mit Stärkekörnern, die durch gegenseitigen Druck polyedrisch geworden sind. Die Körner gehören zu dem halbzusammengesetzten; sie enthalten mehrere, röthlich erscheinende Höhlungen, die den einzelnen Theilkörnern entsprechen. Die Zellwände sind porös-verdickt.

9 (300). Ein Splitter des Sameneiweisses von *Cemmelyna coelestis* Willd. Im obern Theil erkennt man deutlich 2 Zellen, die mit polyedrischen Stärkekörnern vollgestopft sind. Im untern Theil (so wie überhaupt an ganz dünnen Schnitten) sieht man die Grenzen der Zellen nicht mehr, sondern nur ein parenchymatisches Netz, den Umrissen der Körner entsprechend. Diese Körner

Fig.

sind selbst zusammengesetzt, und erscheinen bei stärkerer Vergrößerung netzförmig (vgl. Taf. XXI, Fig. 25, 31 für *Commelina* und Fig. 32, 33 für *Tinctoria*).

- 10 (300). Eine Zelle des Sameneiweisses von *Tetragonia expansa* Ait., mit zusammengesetzten, granulirten Stärkekörnern, die durch Druck mehr oder weniger parenchymatisch geworden sind. In den Fugen zwischen den grossen Körnern liegen ziemlich zahlreiche kleine, die theils einfach, theils aus wenig Theilkörnern zusammengesetzt sind.
- 11 (500). Drei Zellen aus dem Sameneiweiss vom Reis. Zwischen den Bruchkörnern, welche die Zellen ganz erfüllen, liegen noch unveränderte rundliche zusammengesetzte Körner.
- 12 (250). Eine Zelle des Sameneiweisses von *Nymphaea rubra* Roxb., ganz angefüllt mit zusammengesetzten Körnern, welche durch Druck genau polyedrisch geworden sind.
- 13 (250). Eine Zelle aus dem Sameneiweiss von *Eragrostis abyssinica* Link, vollgestopft mit vollkommen parenchymatisch gewordenen Stärkekörnern. Die letztern können durch Druck von einander getrennt werden; sie sind zusammengesetzt (auf Taf. XXVI, Fig. 26, a, b sind zwei derselben bei stärkerer Vergrößerung abgebildet).
- 14 (100). Aus dem Innern der Kartoffel. Durch das Gewebe verläuft ein einzelnes Spiralgefäss; die demselben (sowie überhaupt die den Gefässbündeln) zunächst liegenden Parenchymzellen enthalten viel kleinere Stärkekörner als das übrige Gewebe.
- 15 (250). Eine Zelle aus einer gekochten Kartoffel. In dem Kleister, welcher sich gebildet hat und an einer Stelle von der Membran entfernt liegt, bemerkt man zum Theil die Grenzen der einzelnen Körner.
- 16 (300). Eine Zelle aus dem trockenen Wurzelstock von *Curcuma longa* Lin., durch Jod gefärbt. Hitze hat die Stärkekörner in einen homogenen Kleister verwandelt. Die Schleimschicht an der Oberfläche und die an derselben liegenden netzförmigen Plasmafäden sind durch Jod gelb, der Kleister violett geworden.

Taf. XXIII — XXVI.

Stärkekörner aus verschiedenen Pflanzentheilen, alle bei 500maliger Vergrößerung gezeichnet. Für die Erklärung wird überall, durch die in () eingeschlossenen

Fig.

Zahlen, auf die systematische Uebersicht der Stärkeformen verwiesen.

Taf. XXIII.

1. Aus dem jungen frischen Blatt von *Nerium Oleander* Lin. (498).
2. Aus den frischen Scheidkroffen von *Coelogyne fimbriata* Lindl. (456).
3. Aus frischen (c, d, f—h) und trockenen Samenlappen (a, b, e) von *Acanthus mollis* Lin. (415).
4. Aus dem trockenen Sameneiweiss von *Anthehora elegans* Schreb. (411).
5. Aus dem reifen Sameneiweiss von *Setaria italica* Beauv. (410).
6. Aus dem Sameneiweiss von *Zea Mays* Lin.; a, b, e, f, g, h, l, m aus reifen frischen Samen; c, d, k aus unreifen und i, n, o, p aus jungen Samen (409).
7. Aus dem reifen, noch feuchten Sameneiweiss von *Andropogon Sorghum Brot.* (413).
8. Aus dem reifen Sameneiweiss von *Fagopyrum cymosum* Meisn. (415).
9. Aus dem reifen aber noch feuchten Sameneiweiss von *Polygonum orientale* Lin. (414).
10. Aus dem reifen Sameneiweiss von *Fagopyrum esculentum* Moench (415, 480).
11. Aus dem trockenen Samenweiss von *Cistus vulgaris* Spach var. *creticus* (424).
12. Aus dem trockenen Sameneiweiss von *Helianthemum aegyptiacum* Mill. (425).
13. Aus den trockenen Samenlappen von *Phaseolus vulgaris* Lin. (427).
14. Aus den frischen Samenlappen von *Cicer aristatum* Lin. (425, 496).
15. Aus den trockenen Samenlappen von *Ervum Lens* Lin. (426, 496).
16. Aus den trockenen Samenlappen von *Phaseolus* Lin. (425, 496).
17. Aus dem trockenen Embryo von *Limnecasis Plumieri* Rich. (422).
18. Aus dem trockenen Embryo von *Nejas major* Roth. (423).
19. Aus den frischen Wurzelkeulen von *Dahlia variabilis* Desf. (458).
20. Aus dem trockenen Sameneiweiss von *Hordeum vulgare* Lin. (419).

Fig.

21. Aus dem reifen Sameneiweiss von *Triticum turgidum* Lin. (418, 470).
22. Aus dem trockenen Sameneiweiss von *Secale cereale* Lin. (419, 470).
23. Aus den frischen Sporen von *Chara foetida* A. Braun. (417).

Taf. XXIV.

1. Aus dem Milchsafte von *Euphorbia neriifolia* Lin. (429).
2. Aus dem Milchsafte von *Euphorbia Lathyris* Lin. (428).
3. Aus den frischen Samenlappen von *Castanea vesca* Gärt. (472).
4. Aus dem frischen Marke von *Cereus Martianus* Zuccar. (462).
5. Aus dem trockenen Wurzelstock von *Acorus Calamus* Lin. (456).
6. Aus dem trockenen Wurzelstock von *Imperatoria Ostruthium* Lin. (461).
7. Aus den trockenen Knollen von *Ipomoea Purga* Schlecht. (429).
8. Aus der trockenen Wurzel von *Cocculus palmatus* DC. (434).
9. Aus der frischen Kartoffel (429).
10. Aus dem trockenen Wurzelstock von *Lathraea Squamaria* Lin. (433).
11. Aus den frischen Schuppen des Wurzelstockes von *Niphaea oblonga* Lindl. (430).
12. Aus dem trockenen Wurzelstock von *Iris florentina* Lin. (449).
13. Aus den frischen jungen Wurzelknollen von *Orchis militaris* Lin. (456).
14. Aus den frischen, ausgewachsenen diessjährigen Wurzelknollen von *Orchis mascula* Lin. (456).
15. Aus den frischen Wurzelknollen von *Aptos tuberosa* Moench. (436).
16. Aus den trockenen Knollen von *Cyperus esculentus* Lin. (431).
17. Aus den frischen Schuppen des Wurzelstocks von *Dentaria digitata* Lam. (435).
18. Aus dem frischen Sameneiweiss von *Canna indica* Lin. (448).
19. Aus den frischen Samenlappen von *Aesculus Hippocastanum* Lin. (438).
20. Aus der frischen Zwiebel von *Tulipa Gessneriana* Lit. (440).
21. Aus den frischen Knollen von *Ficaria ranunculoides* Moench (447).

Fig.

Taf. XXV.

1. Aus den frischen Schuppen der zwiebelartigen Knospen auf dem Wurzelstock von *Oxalis pentaphylla* Sims. (447).
2. Aus dem trockenen Wurzelstock von *Zingiber officinale* Bosc. (442).
3. Aus den frischen Zwiebeln von *Leucojum vernum* Lin. (441).
4. Aus dem frischen Wurzelstock von *Canna lanuginosa* Bosc. (444).
5. Aus dem frischen Wurzelstock von *Iris pallida* Lam. (449).
6. Aus dem frischen Wurzelstock von *Iris sambucina* Lin. (449).
7. Aus dem trockenen Wurzelstock von *Alpinia Galanga* Sw. (450).
8. Aus der trockenen Wurzel von *Krameria triandra* R. P. (451, 490).
9. Aus dem frischen Mark des Stammes von *Cereus variabilis* Pfeiff. (462, 477, 503).
10. Aus dem trockenen Sameneiweiss von *Thalia dealbata* Fras (479).
11. Aus den frischen Zwiebeln von *Hyacinthus orientalis* Lin. (476).
12. Aus dem frischen Stamm von *Isoetes lacustris* Lin. (498).
13. Aus den trockenen Knollen von *Colchicum variegatum* Lin. (482).
14. Aus den frischen Knollen von *Colchicum autumnale* Lin. (482).
15. Tapiocamehl, aus der Wurzel von *Manihot utilissima* Pohl (490).

Taf. XXVI.

1. Aus der trockenen Wurzel von *Andropogon muricatus* Retz. (481).
2. Aus dem trockenen Wurzelstock von *Carex arenaria* Lin. (453, 499).
3. Aus dem frischen Wurzelstock von *Paeonia officinalis* Retz (502).
4. Aus den frischen Samenlappen von *Quercus pedunculata* Ehrh. (472, 504).
5. Aus dem trockenen Sameneiweiss von *Myristica moschata* Thunb. (494).
6. Aus dem frischen Wurzelstock von *Aristolochia Clematitis* Lin. (458).

Spec. (484).

11. Aus der frischen Wurzel von *Rheum undulatum* Lin. (484).
12. Aus der getrockneten Wurzel von *Bryonia dioica* Jacq. (503).
13. Aus dem frischen Wurzelstock von *Arum ternatum* Thunb. (500).
14. Aus dem frischen Wurzelstock von *Arum maculatum* Lin. (500).
15. Aus den frischen Zwiebelknollen von *Crocus vernus* Smith (504).
16. Aus der trockenen Wurzel von *Cephaelis Ipecacuanha* Rich. (501).
17. Aus dem reifen Sameneiweiss von *Avena brevis* Roth. (513).

Heyn. (521).

22. Aus dem trockenen Sameneiweiss von *Phytolacca esculenta* V. Houtte (528).
23. Aus dem trockenen Sameneiweiss von *Tetragonia expansa* Ait. (525).
24. Aus dem trockenen Sameneiweiss von *Spinacia glabra* Mill. (521).
25. Aus dem trockenen Sameneiweiss von *Nymphaea rubra* Roxb. (524).
26. Aus dem trockenen Sameneiweiss von *Eragrostis abyssinica* Link. (514).
- 27 a—h. Aus dem trockenen Sameneiweiss von *Arenaria graminifolia* Schrad. (527).
- i, k. Aus dem trockenen Sameneiweiss von *Drymaria cordata* Willd. (526).

Register der Pflanzen.

Die in () eingeschlossenen Zahlen beziehen sich auf die »Systematische Uebersicht der Stärkekörner« (Pag. 406—530), wo die verschiedenen Sorten beschrieben sind; die Zahlen der letzten Columnne auf die »Systematische Uebersicht des Pflanzenreiches bezüglich des Vorkommens von Stärkekörnern« (Pag. 531 bis 574). Wenn einzelne wenige Synonyme des Registers an dem letztern Orte vergeblich gesucht würden, so wird man sie an dem erstern finden.

Abietineae	535	Acrochaetium	533
Abildgaardia monostachya Vahl. Wurzelst. (454, 499)	541	Acroglochiu chenopodioides Schrd. Samen (522)	519
Abroma angustum Lin. f. Samen (437)	566	— persicarioides Moq. — (522)	—
Abronia arenaria Hook. — (523)	550	Actaea spicata Lin. —	561
Abrus precatorius Lin. —	573	Actinocarpus Damasonium Sm. — (420)	543
Abutilon Avicennae Gärt. Samen, Wurzel	565	— — — — — Stengel	—
Acacia Farnesiana W. Samen	574	Adansonia digitata Lin. Fruchtfleisch (464)	566
— latifolia Dsf. — (475)	—	— — — — — Samen	—
— Melanoxylon R. Br. — (475)	—	Adenanthera pavonina Lin. —	574
Acaena sarmentosa Cav. —	572	Adenocarpus foliosus DC. —	573
Acalypha caroliniana Walt. Samen	569	Adenogramma galioides Fzl. — (526)	561
— cordata Thunb. Wurzel	—	Adesmia muricata DC. —	573
Acanthus mollis Lin. Samen (415)	556	Adiantum Capillus-veneris Lin. Wurzelstock (452)	534
Acanthaceae	—	Adonis autumnalis Lin. Samen	561
Acer laurinum Hook. Samen (474)	567	Adoxa Moschatellina Lin. Wurzelstock (434)	560
— pensylvanicum Lin. —	—	Aegiceras majus Gärt. Samen (494)	558
— Pseudoplatanus Lin. — (475)	—	Aegicereae	—
Acerineae	—	Aegilops. Samen (470)	538
Achimenes alba Hort. Wurzelstock (430)	557	— caudata Lin. Samen (419)	—
Achlya	531	— triaristata W. Wurzel	540
Achnodonton Bellardi Beauv. Samen (509)	537	— triuncialis Lin. Samen (419)	538
Achras Sapota Lin. —	558	Aeginetia indica Roxb. Wurzel, Stengel	558
Achyranthes argentea Lam. — (522)	549	Aegopogon cenchroides W. Samen (508)	537
— fruticosa Lam. — (522)	—	— multisetus Trin. — (508)	—
— patula Lin. f. — (523)	—	Aeluropus niliacus Steud. Stolonen	540
Acicarpa spathulata R. Br. —	552	Aeschynanthus speciosus Hook. Samen	557
Acnida tuberculata Moq. — (521)	549	Aeschynomene americana Lin. —	573
Aconitum Anthora Lin. Wurzel. (435, 502)	561	Aesculus Hippocastanum Lin. — (438)	568
— Napellus Lin. — (502)	—	Aethusa Cynapium Lin. Samen, Wurzel	559
Acorus Calamus Lin. Wurzelstock (456)	547	Agathophyllum aromaticum W. Samen (473)	550

<i>Agave polyanthoides</i> Schied. Samen	544	<i>Allium moschatum</i> Lin. Zwiebel	543
Agaveae	—	— <i>narcissiflorum</i> Vill.	—
<i>Agrimonia repens</i> Lin. Samen	572	— <i>rotundum</i> Lin.	—
<i>Agropyrum</i> . Samen	(470) 538	— <i>Schoenoprasum</i> Lin.	—
— <i>cristatum</i> R. S. Samen	(419) —	— <i>ursinum</i> Lin.	—
— — Wurzel	540	— <i>Victorialis</i> Lin.	—
— <i>repens</i> Beauv. Stolonea	—	— <i>vineale</i> Lin.	—
— <i>rigidum</i> R. S. Samen	(419) 538	<i>Ainus glutinosa</i> Gärt. Pollen	399
<i>Agrostemma coronaria</i> Lin. Samen	(528) 565	— <i>viridis</i> DC. Samen	548
<i>Agrostis Spica-venti</i> Lin.	(509) 537	<i>Alonsoa incisifolia</i> R. P. Samen	536
— <i>verticillata</i> Vill.	(509) —	<i>Alopecurus alpinus</i> Sm.	(508) 537
<i>Ailanthus glandulosa</i> Dsf. Rinde, Samen	569	— <i>geniculatus</i> Lin.	(508) —
<i>Aira agrostidea</i> Loisl. Samen	(512) 538	— <i>pratensis</i> Lin.	(508) 536, 537
— <i>caespitosa</i> Lin.	(512) —	— <i>utriculatus</i> Schr.	(509) —, —
— <i>canescens</i> Lin.	(512) 537	<i>Alpinia Galanga</i> Sw. Wurzelstock	(450) 546
— <i>globosa</i> Thore	(512) 538	— <i>nutans</i> Rosc. Pollen	(466) 399
— <i>juncea</i> Vill.	(512) —	<i>Alsenosmia macrophylla</i> Cunn. Samen	553
— <i>pulchella</i> W.	(512) —	<i>Asine recurva</i> Wahlbg. Wurzel	565
— <i>Tenorei</i> Guss.	(512) —	— <i>rubra</i> Wahlbg.	—
<i>Airopsis agrostidea</i> Loisl.	(512) —	<i>Alstroemeria versicolor</i> R. P. Samen	545
— <i>ampla</i> Nees	(513) —	<i>Alternanthera paronychioides</i> St. H.	(522) 549
— <i>globosa</i> Desv.	(512) —	<i>Althaea cannabina</i> Lin. Samen	565
<i>Aizoon canariense</i> Lin.	(525) 564	— <i>hirsuta</i> Lin. Wurzel	—
— <i>hispanicum</i> Lin.	(525) —	— <i>officinalis</i> Lin. Samen	—
<i>Ajaga reptans</i> Lin. Pollen	388	— — Wurzel	(436) —
<i>Alangiaeae</i>	571	— <i>rosea</i> Cav.	(464) —
<i>Alangium decapetalum</i> Lam. Samen	(496) —	<i>Altheia filiformis</i> Petit. Samen	(424) 547
— <i>hexapetalum</i> Lam.	(496) —	<i>Alysicarpus ferrugineus</i> Steud. Wurzelstock	(491) 574
<i>Albersia Blitum</i> Kth.	(522) 549	<i>Alyssum petraeum</i> Ard. Wurzel	562
<i>Alchemilla alpina</i> Lin. Wurzelstock	(491) 572	Amarantaceae	549
<i>Aleurites moluccana</i> W. Samen	(475) 569	<i>Amarantus Blitum</i> Lin. Samen	(522) —
— <i>Spec.</i>	(475) —	— <i>bullatus</i> Bess.	(522) —
<i>Alisma natans</i> Lin. Stengel.	542	— <i>frumentaceus</i> Roxb.	(522) —
— <i>Plantago</i> Lin. Wurzelstock	(454) —	— <i>purpurascens</i> Otto. Wurzel	—
— <i>ranunculoides</i> Lin. Samen	(490) —	— <i>sanguineus</i> Lin. Samen	(522) —
— — Stengel	—	Amaryllideae	545
Alismaceae	—	<i>Amblyogyne polygonoides</i> Rafn. Samen	(523) 549
<i>Alkanna tinctoria</i> Tausch. Wurzel	554	<i>Ambrina graveolens</i> Moq.	(521) —
<i>Allamanda Schottii</i> Pohl. Samen	553	<i>Amethystea coerulea</i> Lin.	554
<i>Allionia incarnata</i> Lin.	(524) 550	<i>Ammannia baccifera</i> Lin.	(475) 571
— <i>nyctaginea</i> Mich.	(524) —	— <i>latifolia</i> Lin.	(475) —
— <i>ovata</i> Pursh.	(524) —	— <i>senegalensis</i> Lam.	—
<i>Allium Ampeloprasum</i> Lin. Inflorescenz-Zwiebeln	543	— <i>vesicatoria</i> Rxb.	(475) —
— <i>carinatum</i> Lin. Zwiebel	—	<i>Ammi majus</i> Lin.	559
— <i>fallax</i> Bbrst.	—	<i>Ammophila arenaria</i> Lk.	(510) 537
— <i>hymenorrhizon</i> Ledb. Samen	—	— — Wurzelstock	540

<i>Amomum Cardamomum</i> Lin. Samen	(479)	546	<i>Androsace glacialis</i> Hoppe. Wurzel	558
— <i>granum-paradisi</i> Afz. —	(479)	—	— <i>helyetica</i> Gd. Stämmchen	—
— <i>Zingiber</i> Lin. —	(478)	—	— <i>imbricata</i> Lam. Wurzel	—
<i>Amorpha fruticosa</i> Lin. —		572	— <i>pennina</i> Gd. —	—
<i>Amsinkia angustifolia</i> Lehm. —		554	— <i>septentrionalis</i> Lin. Samen	—
<i>Amsonia latifolia</i> Michx. —		553	<i>Androsaemum officinale</i> All. Wurzel	(464) 567
Ampelideae		560	<i>Androscepiæ gigantea</i> Bronga. Samen	(413) 539
<i>Ampelodesmos tenax</i> Lk. Samen	(411)	537	<i>Anemone Halleri</i> All. Wurzelstock	561
<i>Ampelopsis hederacea</i> DC. —		560	— <i>ranunculoides</i> Lin. —	(435, 502) —
<i>Amphicarpæa monoica</i> Nutt. —	(439, 497)	573	— <i>sibirica</i> Lin. Samen	—
<i>Amphicarpum Purshii</i> Kth. —	(409)	536	— <i>vernalis</i> Lin. Wurzelstock	—
<i>Amphicome arguta</i> Roysl. —		557	<i>Anethum graveolens</i> Lin. Samen	559
Amygdaleae		572	<i>Aneura pinguis</i> Nees. Sporen	534
<i>Amygdalus communis</i> Lin. Samen.		—	<i>Angelica atropurpurea</i> Lin. Samen	559
Amyrideae		569	<i>Angiopteris</i> . Blattstiel	(448) 535
<i>Amyris sylvatica</i> Jacq. Samen	(439)	—	<i>Anigosanthus rufa</i> Lab. Wurzelstock	(483) 545
— Spec. —	(439)	—	<i>Anisolotus anthylloides</i> Bernh. Samen	572
<i>Anabasis aphylla</i> Lin. —		549	<i>Anoda hastata</i> Cav. —	565
Anacardiaceae		569	<i>Anomatheca cruenta</i> Lindl. —	545
<i>Anacardium occidentale</i> Lin. Samen	(425)	—	<i>Anona Cheirimolia</i> Lin. —	561
<i>Anacharis canadensis</i> Planch. Stengel		545	Anonaceae	—
— <i>chilensis</i> Planch. —		—	<i>Anoplanthus Biebersteinii</i> Reut. Wurzelstock	557
<i>Anagallis arvensis</i> Lin. Samen		558	— <i>uniflorus</i> Endl. —	—
<i>Anagyris foetida</i> Lin. —		572	<i>Antheophora elegans</i> Schreb. Samen	(411) 537
— <i>neapolitana</i> Ten. —		—	— Wurzel	540
<i>Anarthria prolifera</i> R. Br. —	(519)	541	<i>Anthericum Liliago</i> Lin. Samen	543
<i>Anatherum muricatum</i> Beauv. Wurzel	(481)	—	— <i>ramosum</i> Lin. Samen, Wurzelstock	—
<i>Anchusa altissima</i> Dsf. Samen		554	<i>Anthestiria cymbaria</i> Rxb. Samen	(413) 536
— <i>sempervirens</i> Lin. —		—	— <i>laxa</i> Andr. —	(413) 536
<i>Andrographis echinoides</i> Nees —		556	— <i>pseudocymbaria</i> Steud. —	(413) —
<i>Andropogon aciculatus</i> Retz —	(413)	538	<i>Anthoceros laevis</i> Lin. Brutknospen, Sporen	534
— <i>argenteus</i> DC. —	(413)	—	<i>Anthoxanthum amarum</i> Brot. Samen	(506) 536
— <i>cernuus</i> Rxb. —	(413)	—	— <i>ovatum</i> Lag. —	—
— <i>contortus</i> Lin. —	(412)	—	<i>Anthriscus Cerefolium</i> Hoffm. Samen, Wurzel	559
— <i>cymbarius</i> Lin. —	(413)	—	<i>Anthurium acaule</i> Sweet. Samen	(424) 547
— <i>cymbarius</i> Hochst. —	(413)	—	<i>Anthyllis cornicina</i> Lin. —	572
— <i>dipsitiflorus</i> Michx. —	(412)	—	— <i>Vulneraria</i> Lin. Pollen	388
— <i>diversiflorus</i> Steud. —	(412)	—	— Wurzel	573
— <i>Ischaemum</i> Lin. —	(412)	—	<i>Antidesma diandrum</i> Heyn. Samen	548
— — Wurzelstock		540	Antidesmeae	—
— <i>laguroides</i> DC. Samen	(413)	538	<i>Antigonon</i> . Samen	(415) 549
— <i>leucostachyus</i> H. B. —	(412)	—	<i>Antirrhinum meoanthum</i> Hfmsg. Samen	556
— <i>muricatus</i> Retz. Wurzel	(481)	541	<i>Anychia dichotoma</i> Michx. —	(526) 566
— <i>nepalensis</i> H. berol. Samen	(413)	538	— Wurzel	—
— <i>Sorghum</i> Brot. —	(413)	—	<i>Apera Spica-venti</i> Beauv. Samen	(509) 537
— <i>umbrosus</i> Hochst. —	(412)	—	<i>Apetalen</i>	547

<i>Aphelia cyperoides</i> R. Br. Samen	(519) 541	Aroideae	547
Aphyllanthae	544	<i>Arrhenatherum elatius</i> M. K. Knollen	540
<i>Aphyllanthes monspeliensis</i> Lin. Wurzelstock	—	— — Samen	(513) 538
<i>Apios tuberosa</i> Moench. Knollen	(436) 573	Arthonia	531
<i>Apium fractophyllum</i> Hornm. Samen	559	<i>Arthrolobium ebracteatum</i> DC. Samen	573
— <i>graveolens</i> Lin. Wurzel	(488) —	Artocarpeae	548
<i>Apluda gigantea</i> Spr. Samen	(413) 539	<i>Arum maculatum</i> Lin. Wurzelstock	(510) —
Apocynaceae	553	— <i>orientale</i> Bbrst. Samen	(520) —
<i>Apocynum hypericifolium</i> Ait. Samen	—	— <i>ternatum</i> Thunb. Wurzelstock	(500) —
<i>Apodytes dimidiatus</i> Mey. —	557	Arundinaceae. Samen	537
<i>Apollonias canariensis</i> Nees —	(472) 550	<i>Arundo Donax</i> Lin. Wurzelstock	(504) 540
<i>Aponogeton. Knollen</i>	(484) 548	— <i>mauritanica</i> Dsf. Samen	(510) 537
— <i>distachyum</i> Thbg. Samen	(493) —	— <i>tenax</i> Vahl. —	(411) —
<i>Apteria orobanchoides</i> Hook. —	545	<i>Arundinella nepalensis</i> Trin. —	(507) —
<i>Arabis coerulea</i> Haenke. Wurzelstock	562	<i>Asarum europaeum</i> Lin. Stolonen	(458) 551
<i>Arachis hypogaea</i> Lin. Samen	(475) 573	Asclepiadeae	553
<i>Aralia racemosa</i> Lin. —	560	<i>Asclepias pulchra</i> Arab. Samen	—
Araliaceae	—	— <i>syriaca</i> Lin. —	—
<i>Arbutus canariensis</i> Lin. Samen	559	<i>Asimina triloba</i> Dun. —	561
<i>Archangelica officinalis</i> Hoffm. Wurzel	(461) —	<i>Asparagus officinalis</i> Lin. —	543
<i>Ardisia lentiginosa</i> Ker. Samen	558	Asperifoliae	554
<i>Aretia Vitaliana</i> Lin. Wurzeln	—	<i>Asperugo procumbens</i> Lin. Samen	—
<i>Aremonia agrimonioides</i> DC. Samen	572	<i>Asperula arvensis</i> Lin. —	552
<i>Arenaria globulosa</i> Lab. —	(527) 565	— — — — — Wurzel	553
— <i>graminifolia</i> Schrd. —	(527) —	— <i>galioides</i> Bbrst. Wurzelstock	—
— <i>grandiflora</i> Lin. —	(527) —	— <i>taurina</i> Lin. —	—
<i>Argania Sideroxyylon</i> R. S. —	558	<i>Asphodelus fistulosus</i> Lin. —	543
<i>Argemone mexicana</i> Lin. —	562	— <i>ramosus</i> Lin. Wurzeln	—
<i>Aristida amplissima</i> Trien. —	(508) 587	<i>Aspidium Filix-mas</i> Sw. Wurzelstock	(453) 534
— <i>funiculata</i> Trin. —	(508) —	<i>Aspidosperma. Samen</i>	553
— <i>Hystrix</i> Liu. f. —	(516) —	<i>Asplenium marinum</i> Lin. Wurzelstock	(452) 534
— <i>Kotschyi</i> Hochst. —	(509) —	<i>Asprella Hystrix</i> W. Samen	(419) 538
— <i>plumosa</i> Liu. —	(506) —	<i>Astelia linearis</i> Hook. f. —	542
— <i>stipiformis</i> Lam. —	(508) —	Asteliaceae	—
<i>Aristolochia Clematidis</i> Lam. Wurzelstock	(458) 551	<i>Asterolinum stellatum</i> Lk. Samen	558
— <i>longa</i> Lin. Wurzel	(501) —	<i>Astragalus baeticus</i> Lin. —	573
— <i>Macqui</i> Her. Samen	—	— <i>Cicer</i> Lin. —	—
— <i>Pistolochia</i> Lin. Wurzel	(485) —	— <i>exscapus</i> Lin. Wurzelstock	—
— <i>Serpentaria</i> Lin. Wurzelstock	(485) —	— <i>incanus</i> Lin. —	(465, 491) 574
— <i>Sipho</i> Her. Samen	—	<i>Astrantia major</i> Lin. —	(460) 559
Aristolochieae	—	<i>Atheropogon oligostachyus</i> Nutt. Samen	(512) 537
<i>Aristotelia Macqui</i> Her. Samen	566	<i>Atherosperma moschatum</i> Lab. —	560
Aristoleliaceae	—	Atherospermeae	—
<i>Armeria alpina</i> W. Samen	(473) 551	<i>Atraphaxis spinosa</i> Liu. Samen	(415) 549
— <i>formosa</i> Hort. —	(473) —	<i>Atriplex calotheca</i> Rafn. —	(521) —
— <i>vulgaris</i> W. Wurzelstock	—	— <i>hastata</i> Lin. —	(521) —

<i>Atriplex hortensis</i> Lin. Samen	(521) 549	<i>Basella ramosa</i> Jacq. Samen	(522) 549
— <i>littoralis</i> Lin. Wurzel	—	<i>Bassia dubia</i> Gärt. —	558
<i>Atropa Belladonna</i> Lin. Samen	(494) 555	<i>Batatas edulis</i> Choix. Knollen	(486) 555
— — — — — Wurzel	(459, 486) 556	— — — — — Samen	554
<i>Attalea funifera</i> Mart. Samen	547	— <i>heterophylla</i> Don. —	—
Aurantiaceae	567	— <i>Jalappa</i> Choix. Wurzel	(429) 555
<i>Avena brevis</i> Roth. Samen	(513) 538	— <i>littoralis</i> Choix. Stolonen	(459, 486) —
— <i>elatior</i> Lin. —	(513) —	Batrachospermaceae, Batrachospermum	532
— <i>fragilis</i> Lin. —	(513) —	<i>Beckera petiolaris</i> Hochst. Samen	(411) 537
— <i>birsuta</i> Roth —	(513) —	<i>Beckmannia erucaeformis</i> Hochst. —	(507) 536
— <i>orientalis</i> Schrb. —	(513) —	<i>Begonia Dregei</i> O. D. —	564
— <i>pubescens</i> Lin. Pollen	(466) 389	— Spec. Blätter	(497)
Avenaceae. Samen	537	Begoniaceae	564
<i>Avicennia tomentosa</i> Lin. Samen	(524) 554	<i>Bellevalia romana</i> Rchb. Samen	543
Avicenniaceae	—	<i>Benthamia fragifera</i> Lindl. —	560
<i>Axyris amarantoides</i> Lin. Samen	(521) 549	<i>Berardia fragarioides</i> Schlcht. —	—
<i>Ayenia pusilla</i> Lin. —	566	Berberideae	561
— — — — — Wurzel	(505) —	<i>Berberis diversifolia</i> Steud. Samen	—
— Spec. Samen	—	— <i>nepalensis</i> Spr. —	—
<i>Azolla magellanica</i> W. Sporen	535	<i>Berteroia incana</i> DC. —	562
<i>Baeobotrys argentea</i> Wall. Samen	558	<i>Bertholletia excelsa</i> H. B. —	572
Balaniteae	567	<i>Berzelia ericoides</i> E. Z. —	560
<i>Balanites aegyptiaca</i> Del. Samen	—	— <i>rubra</i> Schlcht. —	—
<i>Balanophora capensis</i> E. Z.	551	<i>Betula pubescens</i> Ehrh. Pollen	389
Balanophoreae	—	— — — — — Samen	548
<i>Ballota hispanica</i> Benth. Samen	554	Betulaceae	—
Balsamifluae	549	<i>Beta orientalis</i> Heyn. Samen	(521) 549
<i>Balsamina hortensis</i> Desp. Samen	570	— <i>vulgaris</i> Lin. —	(521) —
Balsamineae	—	<i>Biebersteinia multifida</i> DC. Samen, Wurzel	570
<i>Balsamodendron africanum</i> Don. Samen	569	Biebersteinieae	—
— Kafal Kth. Samen	—	<i>Bifora foscucosa</i> Bbrst. Samen	559
Bambusaceae —	538	Bignoniaceae	557
<i>Bangia</i>	532	<i>Billardiera fusiformis</i> Lab. Samen	568
Bangiaceae	—	— <i>ovalis</i> Lindl. —	—
<i>Banisteria</i> Spec. Samen	(475) 567	<i>Billbergia amoena</i> Lindl. Wurzelstock	(432, 483) 546
<i>Banksia dryandroides</i> Baxt. Wurzel	551	— <i>zebrina</i> Lindl. Samen	(414, 493) —
— <i>verticillata</i> R. Br. Samen	—	<i>Biota orientalis</i> Lin. —	535
<i>Baptisia australis</i> R. Br. —	572	<i>Biserrula Pelecinus</i> Lin. —	573
<i>Barbacenia Rogieri</i> Hort. —	(492) 545	<i>Bixa orellana</i> Lin. —	(425) 563
<i>Barclaya oblonga</i> Wall. —	(524) 563	Bixaceae	—
<i>Bartramia fontana</i> Schw. Sporen	534	<i>Blasia pusilla</i> Mich. Brutknospen	534
<i>Bartsia alpina</i> Lin., <i>latifolia</i> Sibth. Sm., <i>Odon-</i> <i>tites</i> Huds., <i>Trixago</i> Lin., <i>viscosa</i> Lin. Wur- <i>zel; Stengel</i>	556	<i>Bletia Tankervilleae</i> R. Br. Knollen	(442) 546
<i>Basella alba</i> Lin. Samen	(522) 549	<i>Blitum capitatum</i> Lin. Samen	(521) 549
		— — — — — Wurzel	—
		<i>Blismus compressus</i> Panz. Samen	(471) 541
		<i>Boerhavia repens</i> Lin. Wurzel	(484) 550

<i>Boissiera bromoides</i> Hochst. Samen	(467)	537	<i>Bromus longiflorus</i> W. Samen	(468)	540
<i>Bolivaria</i> . Samen		553	— <i>madritensis</i> Lin.	(467)	—
<i>Bolivariaceae</i>		—	— <i>maximus</i> Dsf.	(467)	—
<i>Bombax heptaphyllum</i> . Samen		566	— <i>mollis</i> Lin. Pollen	(466)	369
<i>Bonjeania hirsuta</i> Rchb.		573	— — Samen	(469)	540
<i>Bonplandia geminiflora</i> Cav. —		555	— <i>patulus</i> M. K.	(469)	—
<i>Boronia stricta</i> Bartl.		570	— <i>pendulinus</i> Schrd.	(469)	—
<i>Borragineae</i>		554	— <i>polystachyus</i> DC.	(467)	—
<i>Borya acuminata</i> W. Samen	(472)	548	— <i>purgans</i> Lin.	(469)	—
<i>Bossiaea heterophylla</i> Sm. —		572	— <i>rigidus</i> Roth.	(468)	—
<i>Botrychium Lunaria</i> Sw. Sporen		535	— <i>rubeus</i> Lin.	(468)	—
— — Wurzelstock	(453)	—	— <i>rupestris</i> Host.	(467)	538
<i>Brachypodium pinnatum</i> Beauv. Samen	(467)	538	— <i>Schraderi</i> Kth.	(469)	540
<i>Braconnotia elymoides</i> Godr.	(420, 470)	—	— <i>secalinus</i> Lin.	(469)	—
<i>Brassica Napus</i> Lin.	(474, 495)	562	— — Wurzeln		—
<i>Briza geniculata</i> Thbg.	(514)	538	— <i>squarrosus</i> Lin.	(468)	—
— <i>triloba</i> Nees	(514)	—	— <i>sterilis</i> Lin.	(468)	—
<i>Brizopyrum acutiflorum</i> Nees	(514)	—	— <i>tectorum</i> Lin.	(468)	—
— <i>siculam</i> Lk.	(514)	—	— <i>unioloides</i> W.	(469)	—
<i>Bromeliaceae</i>		546	— <i>velutinus</i> Schrad.	(469)	—
<i>Bronssonetia papyrifera</i> Vent. Samen		548	— <i>vestitus</i> Nees.	(469)	—
<i>Bromus</i> . Samen	(467)	540	— <i>wolgensis</i> Jacq.	(468)	—
— <i>adoensis</i> Hochst. Samen	(468)	—	<i>Brucea ferruginea</i> Her.		569
— <i>aleutensis</i> Trin.	(468)	—	<i>Bruniaceae</i>		560
— <i>arduennensis</i> Kth.	(469)	—	<i>Brunonia sericea</i> Sm. Samen		552
— <i>arvensis</i> Lin.	(468)	—	<i>Brunoniaceae</i>		—
— <i>asper</i> Murr.	(469)	—	<i>Bryonia alba</i> Lin. Samen		564
— — Wurzelstock		—	— <i>dioica</i> Jacq. Wurzelstock	(503)	—
— <i>brachystachys</i> Horng. Samen	(468)	—	<i>Bryum pseudotriquetrum</i> Hedw. Sporen		434
— <i>brizaeformis</i> F. M.	(469)	—	<i>Buettneria dasyphylla</i> Gay. Samen		566
— <i>canadensis</i> Michx.	(469)	—	— <i>virgata</i> Pohl		—
— <i>caucasicus</i> Fisch.	(468)	—	<i>Buettneriaceae</i>		—
— <i>ciliatus</i> Lin.	(468)	—	— <i>Albumen</i>	(437)	—
— <i>commutatus</i> Schrad.	(469)	—	<i>Buffonia annua</i> DC. Samen	(527)	565
— — Wurzeln		—	<i>Buginvillea spectabilis</i> W.	(524)	550
— <i>confertus</i> Bbrst. Samen	(470)	—	<i>Bulbine semibarbata</i> Spr.		543
— <i>diandrus</i> Curt.	(469)	—	<i>Bulbochaete setigera</i> Ag. Sporen	(417)	532
— <i>divaricatus</i> Rohde. Samen	(469)	—	— <i>sphaerocarpa</i> A. Br.	(416)	—
— <i>erectus</i> Huds.	(468)	—	<i>Bulbocodium vernum</i> Lin. Knollen	(455, 499)	543
— <i>giganteus</i> Lin.	(517)	539	<i>Bonias Erucago</i> Lin. Samen		562
— <i>Gussonii</i> Parlat.	(467)	540	<i>Bonium Bulbocastanum</i> Lin. Knollen	(534, 501)	559
— <i>hordeaceus</i> Gmel.	(469)	—	<i>Bupleurum longifolium</i> Lin. Wurzelstock	(460)	—
— <i>inermis</i> Lin.	(469)	—	— <i>Odontites</i> Lin. Samen		—
— <i>lanceolatus</i> Roth.	(469)	—	— <i>ranunculoides</i> Lin. Wurzelstock		—
— <i>laxus</i> Hornem.	(468)	—	— <i>rotundifolium</i> Lin. Wurzel		—
— <i>littoralis</i> H. vratist.	(518)	—	— <i>stellatum</i> Lin.		—

<i>Burmannia coelestis</i> Don. Samen	545	<i>Calophyllum Tacamahaca</i> W. Samen	(474) 546
Burmanniaceae	—	<i>Calothamnus clavata</i> Mack. —	579
Burseraceae	569	<i>Calotheca triloba</i> Beauv. —	(514) 538
Butomaceae	542	<i>Caltha palustris</i> Lin. Pollen	308
<i>Butomopsis lanceolata</i> Kth. Wurzelstock	—	Calycantheae	579
<i>Butomus umbellatus</i> Lin. Samen	(422) —	<i>Calycanthus floridus</i> Lin. Samen	—
— — — — — Wurzelstock	(454) —	Calycereae	559
<i>Buxus sempervirens</i> Lin. Samen	569	<i>Calyxhymenia paniculata</i> Dsf. Samen	(524) 530
<i>Byblis gigantea</i> Lindl. Samen, Wurzel	563	<i>Campanula Erinus</i> Lin. —	559
— <i>liniflora</i> Sal. Samen	—	— <i>glomerata</i> Lin. Wurzel	—
<i>Byrsonima crassifolia</i> DC. Rinde	(464, 589) 567	— <i>spicata</i> Lin. —	—
Cactaceae	564	— Spec. Samen	(473) —
<i>Cactus brasiliensis</i> . Stamm	(463) —	Campanulaceae	—
— <i>flagelliformis</i> . —	(463) —	<i>Camphorosma monspeliacum</i> Lin. Wurzelstock	549
— <i>monstrosus</i> . —	(463) —	<i>Campylostachys cernua</i> Kth. Samen	554
— <i>peruvianus</i> . —	(463) —	Canarium. Samen	569
— <i>serpentinus</i> . —	(463) —	<i>Canavalia obtusifolia</i> DC. Samen	(427) 573
<i>Caesarea ovata</i> Kltzsch. Samen	570	<i>Canella alba</i> Murr. Rinde	(489) 566
<i>Cajophora lateritia</i> Kltzsch. —	564	— — — — — Samen	—
<i>Caladium seguinum</i> Vent. Wurzelstock	(450) 547	Canellaceae	—
<i>Calamagrostis arenaria</i> Roth. Samen	(510) 537	<i>Canna</i> . Wurzelstock	(443) 546
— <i>stricta</i> Spr. Wurzelstock	540	— <i>albiflora</i> Hort. Wurzelstock	(444) —
— <i>sylvatica</i> DC. Samen	(510) 537	— <i>Altensteinii</i> Bouché —	(444) —
<i>Calamagrostis Willdenowii</i> Tris. Samen	(510) 537	— <i>coccinea</i> Ait. —	(444, 480) —
<i>Calandrinia compressa</i> Schrd. —	(525) 564	<i>Canna cubensis</i> Hort. Wurzelstock	(445) 546
<i>Calathea bicolor</i> Steud. Wurzelstock	(484) 546	— <i>discolor</i> Lindl. —	(445) —
<i>Calceolaria pinnata</i> Lin. Samen	556	— <i>edulis</i> Ker. —	(445) —
<i>Caldasia heterophylla</i> W. —	555	— <i>elegans</i> Hort. —	(444) —
<i>Calectasia cyanea</i> R. Br. —	543	— <i>floribunda</i> Hort. —	(444) —
Calectasiaceae	—	— <i>gigantea</i> Dsf. Samen	(448) —
<i>Calendula officinalis</i> Lin. Samen	552	— — — — — Wurzelstock	(445) —
<i>Calla palustris</i> Lin. —	(424) 547	— <i>glauca</i> Lin. —	(445) —
— — — — — Wurzelstock	(456) —	— <i>heliconiaefolia</i> H. ber. Wurzelstock	(445) —
<i>Callistachys lanceolata</i> Vent. Samen	572	— <i>indica</i> Lin. Samen	(448) —
<i>Callistemon pallidum</i> DC. —	—	— — <i>aureovittata</i> . Wurzelstock	(445) —
<i>Callithamnion lanuginosum</i> Lgb.	532	— <i>lagunensis</i> Lindl. —	(445, 477, 480, 499) —
— <i>roseum</i> Harv.	533	— <i>lanuginosa</i> Bosc. —	(444, 477, 480) —
— <i>secundatum</i> Ag.	532	— <i>limbata</i> Rosc. —	(444) —
<i>Callitriche autumnalis</i> Lin. Samen	548	— <i>Linkii</i> Bouché —	(443) —
— <i>verna</i> Lin. —	—	— <i>pedunculata</i> Sims —	(443, 480, 499) —
Callitrichineae	—	— <i>picta</i> Hort. —	(443) —
<i>Callophyllis laciniata</i> Kütz.	533	— <i>ramosa</i> Hort. —	(444) —
<i>Calodendron capense</i> Thbg. Samen	569	— <i>spectabilis</i> Hort. —	(444) —
<i>Calophanes oblongifolia</i> Don. —	556	— <i>variegata</i> Hort. —	(444) —
<i>Calophyllum lanceolatum</i> Bl. —	(474) 566	— <i>vittata</i> Hort. —	(444) —
		— Spec. —	(480) —

Cannaceae	546	Casuarina equisetifolia Forst. Samen	548
Cannabineae	548	Casuarineae	—
Cannabis sativa Lin. Samen	—	Catabrosa aquatica Beauv. Samen	(514) 538
Capparideae	562	Catharina undulata Röhl. Spores	534
Capparis cartilaginea Dcsm. Samen	—	Caucalis daucoides Lin. Samen, Wurzel	559
Capraria biflora Lin.	556	Caulerpa prolifera Lamour.	(398) 532
— salicifolia L. O.	—	Caulinia fragilis W. Pollen	389
Capsicum annuum Lin.	555	Cavanillesia. Samen	566
— violaceum H. B. Wurzel	556	Cedrela brasiliensis Juss. Samen	567
Caragana Allagana Poir. Samen	(425) 573	Cedrelaceae	—
— arborescens Lam.	(425) —	Cedronella mexicana Benth. Samen	564
Carapa guianensis Aubl.	567	Celastrineae	568
Cardamine granulosa All. Wurzelstock	(435) 562	Celastrus scandens Lin. Samen	—
Cardiospermum Halicacabum Lin. Samen, Wurzel	568	Celosia cristata Lin.	(523) 549
Cavanillesia. Samen	568	Celtideae	548
Carex arenaria Lin. Samen	(471) 541	Celtis australis Lin. Samen	—
— — Wurzelstock	(453, 499) —	Cenchrus laevigatus Trin.	(411) 537
— atrata Lin.	(453) —	— lappaceus Lin.	(411) —
— bicolor All.	(454, 482) —	Centotheca lappacea Beauv.	(411) —
— disticha Huds.	(453) —	Contraethus Calcitrapa Dufur.	551
— hirta Lin.	(453, 499) —	— — Wurzel	552
— hordeiformis Wahlbg. Samen	—	Centrolepideae	541
— intermedia Good. Wurzelstock	(453) —	Centrolepis fascicularis Lab. Samen	(519) —
— maxima Scop. Samen	(471) —	Centrosema brasilianum Benth.	573
— maxima Scop. Wurzelstock	(462) 541	Cephaelis Ipecacuanha Rich. Wurzel	(501) 553
— pulicaris Lin. Samen	(471) —	Cephaloteae	560
— riparia Curt. Wurzelstock	—	Cephalotus follicularis R. Br. Wurzelstock	(484) —
Carica monoica Dsf. Samen	564	Cerastium chloraefolium F. M. Samen	(527) 565
Carmichaelia australis R. Br. Samen	573	Ceratocephalus falcatus Pers.	561
Carolinea princeps Lin.	(437, 495) 566	Ceratocloa pendula Schrad.	(469) 540
Carpinus Betulus Lin.	548	— unioloides DC.	(469) —
Carum Bulbocastanum Koch. Knollen	(434, 501) 559	Cerantonia Siliqua Lin.	573
Carya porcina Nutt. Samen	569	Ceratophylleae	548
Caryocar butyrosam W.	568	Ceratophyllum submersum Lin. Samen	(424) —
Caryophylleae	565	Cercis Siliquastrum Lin.	573
Caryophyllus aromaticus Lin. Samen	(439) 572	Cercodia erecta Murr.	571
Cassia Absus Lin.	573	Cereus erinaceus Haw. Stamm	(462) 564
— chamaecristoides Coll. Wurzel	—	— flagelliformis Mill.	(463) —
— Fistula Lin. Samen	—	— Martianus Zucc.	(462) —
Cassytha brasiliensis Mart. Samen	550	— monstrosus DC.	(463) —
— — Casuarinae Nees, glabella	—	— peruvianus Haw.	(463) —
— R. Br., triflora E. M. Stengel	—	— quadrangularis Hort.	(462, 477, 503) —
Cassythaceae	—	— serpentinus Lag.	(463) —
Castanea vesca Gärt. Samen	(472) 548	— turbinatus Pfeiff. Samen	—
Castanospermum australe Cunn. Samen	(504) 573	— variabilis Pfeiff. Stamm	(462, 477, 503) —
Castilleja arvensis Cham. Schl. Wurzel	556	Cerintho alpina Kit. Samen	554

<i>Cerithe minor</i> Lin. Samen, Wurzel	555	<i>Chloris submutica</i> H. B. Samen	(514) 557
<i>Cevallia sinuata</i> Lag. Samen	564	<i>Chondrosium</i> Spec.	(519) —
Cevalliaceae		<i>Chorozema spectabile</i> Lindl.	573
<i>Chaenostema foetidum</i> Benth. Samen	556	Chroococcaceae	531
<i>Chaerophyllum bithersum</i> Lin. Knollen	(502) 559	<i>Chroolepus</i>	533
— — — Samen	—	Chrysobalanaceae	572
— <i>nodosum</i> Lam.	—	<i>Chrysobalanus Jacq. Lin. Samen</i>	—
— <i>temulum</i> Lin. Wurzel	—	<i>Chrysophyllum glycyphloeum</i> Cas. Rinde	(505) 559
<i>Chaetospora nigricans</i> Kth. Samen	(471) 541	<i>Chrysopogon aciculatus</i> Trin. Samen	(413) 538
<i>Chaeturus fasciculatus</i> Lk.	(510) 537	<i>Chrysurus echinatus</i> Beauv.	(515) —
<i>Chailletia</i> . Samen	563	<i>Chusquea Cumingii</i> Nees	(412) 538
Chailletiaceae	—	<i>Chytridium</i>	531
<i>Chamaerops humilis</i> Lin. Samen	547	<i>Cicer arietinum</i> Lin. Samen	(425, 496) 533
<i>Chamaerops minima</i> Borckh.	(510) 537	— — — Wurzel	—
<i>Chamissoa albida</i> Mart.	(523) 549	<i>Cicuta occidentalis</i> Lindl. Samen	559
<i>Chantransia</i>	533	<i>Ciana arundinacea</i> Lin.	(509) 537
<i>Chara alopecuroidea</i> Del. Sporen	(417, 466) 534	— <i>racemosa</i> Kth.	(509) —
— <i>aspera</i> W. Bulbillen (?)	(423) 533	<i>Cinnamomum ceylanicum</i> Nees. Rinde	(465) 550
— — — Sporen	(418, 466) 534	— — — Samen	(472) —
— <i>barbata</i> Mey.	(417, 466) —	<i>Cinchona</i> . Rinde	(458) 553
— <i>Baueri</i> A. Br.	(417, 466) —	<i>Circaea luteoliana</i> Lin. Stolonen	(503) 571
— <i>contraria</i> A. Br.	(418, 466) —	<i>Cirsium monspessulanum</i> All. Samen	558
— <i>coronata</i> Ziz.	(418, 466) —	Cistaceae	463
— <i>crinita</i> Wallr.	(418) —	<i>Cistus creticus</i> Lin. Samen	(424) —
— <i>foetida</i> A. Br. Knötchen	(497) 533	— <i>vulgaris</i> Spach.	(424) —
— — — Sporen	(417, 465) 534	<i>Citrostma guianensis</i> Tul.	550
— <i>fragilis</i> Desv.	(418, 466) —	— <i>Gurotiana</i> Tul.	—
— <i>gymnophylla</i> A. Br.	(418, 466) —	<i>Citrus medica</i> Lin.	567
— <i>hispida</i> Lin. Röhrenzellen	(480) 533	<i>Cladium Mariscus</i> R. B.	(471) 541
— — — Sporen	(417, 466) 534	— <i>triglomeratum</i> Nees	(471) —
— <i>stelligera</i> Bauer Sternf. Körper.	(476, 498) 533	Cladophora	539
Characeae	—	<i>Cladrastis tinctoria</i> Raf. Samen	572
<i>Chascolytrum trilobum</i> Nees. Samen	(514) 538	<i>Claudeana rectiflora</i> Lam. Wurzel, Stengel	558
<i>Chelidonium majus</i> Lin.	(474) 563	<i>Claytonia perfoliata</i> Don. Samen	(525) 564
— — — Wurzelstock	(488) —	<i>Clematis angustifolia</i> Jacq.	561
Chenopodeae	549	<i>Cleome dodecandra</i> Lin.	568
<i>Chenopodium aristatum</i> Lin. Samen	(524) —	— <i>Eckloniana</i> Schrd.	—
— <i>murale</i> Lin. Wurzel	—	— <i>triphylla</i> Lin. Wurzel	—
— <i>Quinoa</i> W. Samen	(521) —	<i>Cleyera japonica</i> Thunb. Samen	566
— — — Wurzel	—	<i>Chanthus puniceus</i> Sol.	573
<i>Cherleria sedoides</i> Lin.	565	<i>Clidemia crenata</i> DC.	571
<i>Chiococca racemosa</i> Lin.	(505) 553	<i>Clintonia elegans</i> Dougl.	553
Chloranthaceae	547	<i>Chitoria Ternatea</i> Lin.	577
<i>Chloranthus brachystachys</i> Bl. Samen	—	Chlosterium	531
Chlorideae. Samen	537	— <i>lanceolatum</i> Kg.	(529) —
<i>Chloris petraea</i> Thunb. Samen	(511) —	— <i>Luoula</i>	—

<i>Quercus</i>	506	<i>Convolvulus lineatus</i> Lin. Wurzelstock	(459, 486) 585
<i>Quercus tricocephala</i> Ljn. Samen	509	— <i>siculus</i> Ljn. Samen	584
<i>Quercus osteocarpus</i> Pohl	—	— <i>Soldanella</i> Lin. Stolonen	(459, 486) 585
<i>Quercus scandens</i> Cav.	555	Corallineae	523
<i>Quercus palmaris</i> DC. Wurzel	(424) 561	Corallina. Sporen	—
— <i>suberosus</i> DC. Samen	—	— <i>granifera</i> E. S., <i>officinalis</i> Ljn.	—
<i>Cochlearia Armoracia</i> Ljn. Wurzel	(462) 562	<i>Corchorus siliquosus</i> Ljn. Samen	566
<i>Cochlospermum</i> . Samen	506	<i>Cordia Myxa</i> Ljn.	564
<i>Coelogyne fimbriata</i> Lindl. Knollen	(456) 546	Cordiaceae	—
<i>Coffea arabica</i> Ljn. Samen	553	<i>Corethrostylis Endlicheri</i> Steetz, Samen	566
<i>Coix Lacryma</i> Ljn.	(409) 538	— <i>membranacea</i> Steud.	—
— Wurzel	(481) 549	<i>Coriandrum sativum</i> Ljn.	559
<i>Colchicum autumnale</i> Ljn. Samen	543	<i>Coriaria myrtifolia</i> Ljn.	567
— Knollen	(482) —	Coriariaceae	—
— <i>variegatum</i> Ljn.	(482) —	<i>Coris monspeliensis</i> Ljn. Wurzel	558
<i>Coleanthus subtilis</i> Seid., Samen	(508) 527	<i>Corispermum hyssopifolium</i> Ljn. Samen	(522) 549
Collemaceae	524	— <i>Marshallii</i> Stev.	(522) —
<i>Collisia bicolor</i> Benth., Samen	556	Corneae	569
<i>Collomia linearis</i> Nutt. Samen, Wurzel	555	<i>Cornucopiae cucullatum</i> Ljn. Samen	(508) 526
<i>Colocasia odora</i> Brongn., Samen	(451) 547	<i>Cornus capitata</i> Wall.	—
<i>Colpedium Steveni</i> Trin.	(509) 537	— <i>mascula</i> Ljn.	—
<i>Colutea arborescens</i> Ljn.	573	— <i>gaecica</i> Ljn. Wurzelstock	(461, 488) —
<i>Comarum palustre</i> Ljn. Wurzelstock	(490) 572	<i>Coronilla minima</i> Ljn. Wurzel	573
Combrataceae	571	— <i>sibirica</i> Bhrst. Samen	—
<i>Combretum</i> . Samen	—	<i>Corrigiola littoralis</i> Ljn. Samen	(526) 565
<i>Commelyna coelestis</i> Willd. Samen	(478) 541	— <i>telephifolia</i> Pourr. Wurzel	—
— <i>hirsuta</i> R. Br. Wurzelstock	(431) 542	<i>Corthusa Matthioli</i> Ljn. Wurzelstock	558
— <i>nudicaulis</i> Burm. Samen	(478) —	<i>Corydalis bulbosa</i> Pers.	(485) 562
Commelynaceae	541	— <i>cava</i> Schw. K.	(435) —
Compositae	552	— <i>fabacea</i> Pers.	(489) —
Conferaceae	532	— <i>glauca</i> Pursh. Samen	—
<i>Conium maculatum</i> Ljn. Samen	559	— <i>lutea</i> DC.	(495) —
Connaraceae	569	— Wurzelstock	—
<i>Conarus</i> . Samen	—	— <i>pumila</i> Host.	(489) —
<i>Conocarpus erectus</i> Jacq. Samen	571	— <i>solida</i> Sm.	(489) —
<i>Conopholis americana</i> Wallr. Wurzelst., Stengel	558	<i>Corylopsis himalayana</i> Griff. Samen	560
<i>Conospermum capitatum</i> R. Br. Wurzelstock	551	— <i>spicata</i> S. et Z.	—
<i>Conostylis involucrata</i> Endl. Wurzel	(455) 545	<i>Corylus Avellana</i> Ljn.	(493) 458
<i>Convallaria latifolia</i> Jacq. Samen, Wurzelstock	544	<i>Corysaphorus canescens</i> Beauv.	(512) 537
— <i>majalis</i> Ljn. Pollen	388	Cosmarium	521
— Wurzelstock	544	— Sporen	532
— <i>multiflora</i> Ljn. Pollen	388	<i>Costus</i> . Samen	(479) 546
— Samen, Wurzelstock	544	— <i>comosus</i> Rosc. Wurzelstock	(450) —
— <i>Polygonatum</i> Ljn.	—	— <i>speciosus</i> Sm.	(450) —
Convolvulaceae	554	— <i>spiralis</i> Rosc.	(450) —
<i>Convolvulus Imperati</i> Vahl. Stolonen	(459, 486) 555	<i>Courtoisia bipinnatifida</i> Rehb. Samen	585

<i>Coutarea speciosa</i> Aubl. Samen	558	<i>Cycas circinalis</i> Lin. Stamm	(481) 535
<i>Craniolaria annua</i> Lin. —	557	<i>Cyclamen hederifolium</i> Ait. Knollen	(433) 550
<i>Crassula glomerata</i> Lin. —	560	<i>Cyclolepis platyphylla</i> Moq. Samen	(521) 540
Crassulaceae	—	<i>Cydonia vulgaris</i> Pers. —	579
<i>Crataegus Oxyacantha</i> Lin. Pollen	569	<i>Cylindrospermum</i> . Sporen	531
— <i>Pyracantha</i> Pers. Samen	572	<i>Cymbaria dahurica</i> Lin. Wurzel, Stengel	556
<i>Craterostigma plantagineum</i> Hochst. Wurzeln	557	<i>Cynanchum fuscatum</i> Lk. Samen	553
<i>Critho Aegiceras</i> E. Meyer. Samen	(419) 538	Cynocrambeae	548
<i>Crocus sativus</i> All. Zwiebelknollen	(483) 543	<i>Cynodon Dactylon</i> Pers. Samen	(513) 537
— <i>speciosus</i> Bbrst. Samen	—	— — — — — Stolonen	(481) 540
— <i>vernus</i> Sm. Zwiebelknollen	(504) —	— <i>linearis</i> W. Samen	(512) 537
<i>Crotalaria incana</i> Lin. Wurzel	(491) 574	<i>Cynoglossum apenninum</i> Lin. Samen	554
— <i>purpurea</i> Vent. Samen	572	— <i>officinale</i> Lin. Samen, Wurzel	—
<i>Croton Eluteria</i> Sw. Rinde	(464) 569	— <i>pictum</i> Ait. Wurzel	—
— <i>Tiglium</i> Lin. Samen	—	<i>Cynomorium coccineum</i> Lin. Samen, Stengel	551
<i>Crucianella angustifolia</i> Lin. Samen	552	<i>Cynosurus echinatus</i> Lin. Samen	(515) 538
— <i>maritima</i> Lin. Wurzelstock	553	Cyperaceae (Samen, 470)	541
Cruciferae	562	<i>Cyperus aegyptiacus</i> Glox. Wurzelstock	(431) —
<i>Cryphiacanthus barbadensis</i> Nees. Samen	556	— <i>esculentus</i> Lin. —	(431) —
<i>Crypsis schoenoides</i> Lam. Samen	(569) 537	— <i>flavescens</i> Lin. Samen	(470) —
<i>Cryptotaenia canadensis</i> DC. —	559	— <i>phymatodes</i> Mühlbg. Wurzelstock	(499) —
<i>Ctenium chapadense</i> Trin. —	(511) 537	— <i>polystachyos</i> Rottb. —	(454) —
— <i>elegans</i> Kth. —	(541) —	— <i>repens</i> Ell. —	(499) —
<i>Ctenopsis pectinella</i> Notar. —	(512) —	— <i>strigosus</i> Lin. Samen	(470) —
<i>Cucubalus bacciferus</i> Lin. Samen	(528) 565	<i>Cypripedium Calceolus</i> Lin. Wurzelstock	(505) 546
<i>Cucumis Melo</i> Lin. —	564	<i>Cystoclonium purpurascens</i> Kütz.	533
— <i>sativus</i> Lin. —	(474) —	<i>Cystopteris bulbifera</i> Bernh. Blattbulbifera	(453) 534
— <i>turbatus</i> Rxb. —	—	— <i>fragilis</i> Bernh. Wurzelstock	(453) —
Cucurbitaceae	—	<i>Cystoseira</i>	533
<i>Cuminum Cyminum</i> Lin. Samen	559	Cytineae	551
Cunoniaceae	560	<i>Cytinus Hypocistis</i> Lin. Samen, Stengel	—
<i>Cupania tomentosa</i> Sw. Samen	(486) 568	<i>Cytisus calycinus</i> Bbrst. Samen	573
<i>Cuphea lanceolata</i> Ait. —	571	— <i>Laburnum</i> Lin. —	—
Cupressineae	535		
Cupuliferae	548		
<i>Curcuma angustifolia</i> Rxb. Wurzelstock	(442) 546	<i>Dactylis littoralis</i> W. Stolonen	540
— <i>leucorrhiza</i> Rxb. — (442, 529)	—	<i>Dactyloctenium aegyptiacum</i> W. Samen	(512) 537
— <i>longa</i> Lin. —	(442) —	<i>Dahlia variabilis</i> Desf. Knollen	(458) 538
— <i>Zedoaria</i> Salisb. Knollen	(442) —	<i>Dalea alopecuroides</i> W. Samen	573
<i>Cuscuta americana</i> Lin. Stengel	555	<i>Damasonium indicum</i> W. —	(423) 544
— <i>bonariensis</i> Hort. Samen	—	— — — — — Stengel	545
— <i>densiflora</i> Soy. W., <i>major</i> DC., <i>monogyna</i> Vahl, <i>reflexa</i> Roxb. Stengel	—	— <i>stellatum</i> Pers. Samen	(420) 543
		— — — — — Stengel	—
Cuscutaeae	—	<i>Dampiera azurea</i> Vr. Wurzelstock	558
<i>Cyanotis cristata</i> Don. Samen	(478) 542	<i>Danthonia decumbens</i> DC. Samen	(513) 536
Cycadeaceae	535	— <i>Koestlini</i> Hochst. —	(513) —
		— <i>provincialis</i> DC. —	(513) —

<i>Ephne Laureola</i> Lin. Adax	550	<i>Digitalis lutea</i> Lin. Frucht	(478) 556
— <i>striata</i> Tratt. Samen	—	— Wurzelstock	—
Ephnoideae	—	— <i>nervosa</i> Steud. —	—
<i>Elatia cannabius</i> Lin. Samen	563	— <i>purpurea</i> Lin. —	—
Elaticeae	—	<i>Elatia corymbosa</i> Thnb. Samen	548
<i>Datura laevis</i> Lin. f. Samen	555	— <i>umbellata</i> Lin. —	—
— <i>Stramonium</i> Lin. Wurzel	556	Dileniaceae	561
<i>Daucus Carota</i> Lin. —	559	<i>Didia dasycephala</i> Chem. Wurzel	(501) 563
— <i>maximus</i> Dsf. Samen	—	<i>Dioscorea alata</i> Lin. Wurzelstock	(441) 544
<i>Delesseria sanguinea</i> Lamour.	533	— <i>Batatas</i> Dcsn. Knollen	(441) —
<i>Delphinium Ajacis</i> Lin. Samen	(474) 561	— <i>brasiliensis</i> W. Samen	—
— <i>Staphis-agria</i> Lin. —	—	— <i>sativa</i> Lin. Wurzelstock	(441) —
<i>Dentaria bulbifera</i> Lin. Brutzwiebeln	(468) 568	Dioscoreae	—
— <i>digitata</i> Lam. Wurzelstock	(465) —	Diosmeae	569
— <i>ennesphyttos</i> Lin. —	(451) —	<i>Diospyros digyna</i> Jacq. Samen	559
— <i>polyphylla</i> W. K. —	(435) —	— <i>leucomelas</i> Poir. —	—
<i>Deschampsia caespitosa</i> Beauv. Samen	(513) 538	<i>Diphylleia cymosa</i> Miobt. —	561
— <i>juncea</i> Beauv. —	(512) 536, —	<i>Diplacne fascicularis</i> Beauv. —	(515) 540
— <i>pulchella</i> Trin. —	(512) —	<i>Diplazium plantagineum</i> Sw. Wurzelstock	(453) 534
<i>Desmanthus virgatus</i> W. —	574	Diplotoea . Samen	569
— Wurzel	(491) —	Dipsaceae	552
Desmidiaceae	(500) 581	<i>Dipsacus fullonum</i> Mill. Samen	—
<i>Desmidium</i> . Sporen	582	<i>Dipteracanthus ciliatus</i> Nees —	556
<i>Desmochaeta patula</i> R. S. Samen	(503) 549	Dipterocarpeae	568
<i>Desmodium canadense</i> DC. —	573	<i>Dipteryx odorata</i> W. Samen	(529) 573
<i>Desvauxia Billardieri</i> R. Br. —	(519) 541	<i>Dielsisma capitatum</i> Chois. —	552
<i>Deycebia retrofracta</i> Kth. —	(540) 587	<i>Disemma aurantiaca</i> Lab. —	568
Dialypetalen	569	<i>Dodecatheon Meadia</i> Lin. Wurzeln	(438) 558
<i>Dianella longifolia</i> R. Br. Samen	543	<i>Dodonaea triquetra</i> Andr. Samen	568
<i>Dianthus atrorubens</i> All. —	(527) 565	<i>Dolichodeira tubiflora</i> Hanst. Knollen	(450) 557
— <i>glacialis</i> Hk. Wurzel	—	<i>Dolichos monachalis</i> Brot. Samen	(427) 573
<i>Diapensia lapponica</i> Lin. Samen	559	<i>Dorstenia brasiliensis</i> Lin. Wurzelstock	(456, 505) 549
Diapensiaceae	—	— <i>Contrajerva</i> Lin. Samen	—
<i>Diarrhena americana</i> Beauv. Samen	(518) 538	— Wurzelstock	(505) —
Diatomaceae	531	<i>Dorycnium herbaceum</i> Vill. Samen	572
<i>Dichelachne vulgaris</i> Trin. Samen	(507) 537	— <i>hirsutum</i> Ser. —	—
<i>Diclytra formosa</i> DC. Wurzelstock	(430) 563	<i>Draba frigida</i> Saut. Wurzel	562
Dicotyledonen, Apetalen	547	<i>Dracaena fragrans</i> Gawl. Samen	543
— , Gamopetalen	551	<i>Draecocephalum Moldavica</i> Lin. —	554
— , Dialypetalen	559	<i>Drepanocarpus lunatus</i> Mey. —	(428) 573
<i>Dicranum scoparium</i> Hedw. Blätter	534	<i>Drumys Winteri</i> Forst. Rinde	(502) 561
<i>Diotamoos albus</i> Lin. Samen	569	<i>Drosera longifolia</i> Lin. Samen	(416) 563
— Wurzel	(464) 570	— <i>rotundifolia</i> Lin. Wurzel	(489) —
<i>Dietyota dichotoma</i> Grev.	552	Droséraceae	—
<i>Dieffenbachia seguina</i> Schott. Wurzelstock	(450) 547	<i>Drosophyllum lusitanicum</i> Spr. Samen	(416) —
<i>Digitalis grandiflora</i> Lam. Samen	556	<i>Drummondia mitelloides</i> DC. Wurzelstock	(461) 560

<i>Drymaria cordata</i> W. Samen	(528)	565	<i>Edhals acoroides</i> Rich. Wurzelstock	544
<i>Drymonia punctata</i> Desn. —		557	<i>Entada Gigalobium</i> DC. Samen	(529) 574
<i>Drypis spinosa</i> Lin. —	(528)	565	<i>Eutelea arborescens</i> R. Br. —	586
<i>Duvana dentata</i> DC. —		569	— <i>palmata</i> Lindl. —	—
<i>Dyckia remotiflora</i> Otto. —	(493)	546	Epacrideae	589
Ebenaceae		559	<i>Ephedra alata</i> Desn. Samen	(418) 536
<i>Eccremocarpus scaber</i> R. P. Samen		557	— <i>distachya</i> Lin. —	(418) —
<i>Echinaria capitata</i> Dsf. —	(511)	537	— <i>fragilis</i> Dsf. —	(418) —
<i>Echinocactus erinaceus</i> . Stamm	(462)	564	<i>Epilobium hirsutum</i> Lin. Stolonen	(400) 571
— <i>setispinus</i> Eng. Samen		—	— <i>Lamyi</i> Schott. Samen	—
<i>Echinopogon ovatus</i> Beauv. —	(510)	537	— <i>lancoelatum</i> S. M. Wurzel	—
<i>Echinops daburicus</i> Fisch. —		552	— <i>organifolium</i> Lam. —	—
— <i>sphaerocephalus</i> Lin. —		—	<i>Epimedium alpinum</i> Lin. Wurzelstock	(505) 568
<i>Echinopsilon hyssopifolium</i> Moq. —	(521)	549	— <i>macranthum</i> Lindl. —	(505) —
<i>Echinospermum Lappula</i> Sw. Samen.		554	<i>Epiphegus virginianus</i> Bart. Wurzel; Stengel	557
<i>Echium violaceum</i> Lin. Samen, Wurzel		—	Epirrhizanthaceae, Epirrhizanthus linearis Bl.	558
<i>Ectrosia leporina</i> R. Br. Samen	(515)	538	Equisetaceae	534
<i>Edwardsia grandiflora</i> Sal. —		572	<i>Equisetum arvense</i> Lin. Sporen	—
<i>Eichhornia tricolor</i> Seub. —	(423)	543	— <i>hyemale</i> Lin. Brutknollen	(452) —
Elaeagneae		551	— <i>Telmateja</i> Lin. Sporen	—
<i>Elaeagnus macrophylla</i> Thnb. Samen		—	<i>Eragrostis abyssinica</i> Lk. Samen	(514) 538
— <i>parvifolia</i> Royle. —		—	<i>Eranthemum fasciculatum</i> Bl. —	556
<i>Elaeocarpus dentatus</i> Vahl. —		568	<i>Eranthis hyemalis</i> Sal. Wurzelstock	561
<i>Elaeodendron orientale</i> Jacq. —		568	<i>Eriarta panicea</i> Sm. Samen	(506) 536
<i>Elatine Alsinastrum</i> Lin. Samen, Stengel		567	<i>Eriachne ampla</i> Nees. —	(513) 538
Elatineae		—	— <i>microphylla</i> Nees. —	(513) —
<i>Elettaria Cardamomum</i> White. Samen	(479)	546	<i>Erianthus Ravennae</i> Beauv. —	(414) 539
<i>Eleusine coracana</i> Gärt. —	(519)	537	<i>Erica polytrichifolia</i> Sal. —	559
<i>Ellisia Nyctelaea</i> W. —		556	Ericaceae	—
<i>Elsholtzia cristata</i> W. —		553	Eriocarboneae	541
<i>Elymus</i> . Samen	(470)	538	<i>Eriolaena</i> . Samen	(438) 566
— <i>arenarius</i> Lin. Wurzeln		540	<i>Eriophorum alpinum</i> Lin. Samen	(471) 541
— <i>Engelmanni</i> Hort. Samen	(419)	538	— <i>capitatum</i> Host. Wurzelstock	(454) —
— <i>Hystrix</i> Lin. —	(419)	—	— <i>Scheuchzeri</i> Hoppe —	(454) —
<i>Elyna caricina</i> M. K. —	(471)	541	— <i>vaginatum</i> Lin. Samen	(474) —
— <i>spicata</i> Schrad. —	(471)	—	Eriospermeae	544
<i>Elytraria virgata</i> Michx. —		556	<i>Eriospermum latifolium</i> Jacq. Samen	—
<i>Elytrophorus articulatus</i> Beauv. —	(515)	538	<i>Erodium cicutarium</i> Her. Wurzel	570
<i>Emex spinosa</i> Camb. —	(415)	549	— <i>gruinum</i> W. Samen	—
Empetreae		568	<i>Eryum agrigentinum</i> Guss. —	(426) 573
<i>Empetrum nigrum</i> Lin. Samen		—	— <i>Lens</i> Lin. —	(426, 496) —
<i>Encalypta vulgaris</i> Hedw. Sporen		534	<i>Erycibe paniculata</i> Rxb. —	(473) 555
<i>Encephalartos spiralis</i> Lehm. Embryo	(437, 491)	535	Erycibeeae	—
— — Albumen	(467)	—	<i>Eryngium planum</i> Lin. Samen	559
Endococcaceae		531	<i>Erythraea Centsarium</i> Pers. Wurzel	553
			<i>Erythronium Dens-canis</i> Lin. Zwiebel	(440) 543

Erythroxyloae	567	Exolus emarginatus Br. B. Samen	(523) —
Erythroxylum brevipes DC. Samen	—	Evolvulus fugacissimus Hochst. Wurzelstock	555
— columbinum Mart.	(495) —	Evonymus europaeus Lin. Samen	568
— microphyllum St. H.	—	— latifolius Scop.	568
— macronatum Bth.	(496) —	Exocarpaceae	531
— nitidum Mart.	(496) —	Exostemma longiflorum R. S. Samen	553
— obtusum DC.	(496) —		
— Pelleterianum St. H.	—	Faba vulgaris Mill. Samen	(426) 573
— rufum Cav.	(496) —	Fagonia cretica Lin. Samen, Wurzel	570
— Spec.	(496) —	Fagopyrum cymosum Meisn. Samen	(415) 549
Escallonia montevidensis DC.	560	— esculentum Moench.	(415, 480) —
Escalloniaceae	—	Fagus sylvatica Lin.	(472) 548
Eschscholtzia californica Cham. Samen	568	Fagraea racemosa Jack.	553
Euastrum . Sporen	533	Fedia Cornucopiae Vahl.	551
Eudianthe coeli-rosa Fzl. Samen	(527) 565	Fermentaria	531
Euphorbia arborea . Milchsafft	(429) 569	Festuca abyssinica Hchst. Samen	(517) 540
— Cyparissias Lin.	(428) —	— Alopecurus Schsb.	(517) 539
— — Wurzelstock	(464) —	— arundinacea Schrb.	(516) 540
— dulcis Lin. Milchsafft	(428) —	— borealis M. K.	(517) 539
— — Wurzelstock	(436) —	— bromoidea Lin.	(517) —
— epithymoides Lin. Milchsafft	(428) —	— Broteri Boiss. Rent.	(518) —
— fragifera Jan.	(428) —	— calamaria Sm.	(516) —
— glareosa Bbrst.	(428) —	— elliata Lk.	(518) —
— globosa	(429) —	— cynosuroides Dsf.	(518) —
— humistrata Eng. Samen	—	— delicatula Lag.	(518) —
— hypericifolia Lin.	568	— distans Kth.	(514) 538
— Lathyris Lin. Milchsafft	(428) 569	— divaricata Dsf.	(518) 539
— nereifolia Lin.	(429) —	— diversifolia Bal.	(516) 540
— nicaeensis All.	(428) —	— dumetorum Lin.	(517) 539
— palustris Lin.	(428) —	— elator Lin.	(516) 540
— Peplis Lin. Wurzel	—	— elegans Boiss.	(516) 539
— procera Bbrst. Milchsafft	(428) —	— fascicularis Lam.	(515) 540
— triacantha	(429) —	— Fenas Lag.	(516) 539
— verrucosa Lam. Wurzelstock	—	— flavescens Bell.	(516) —
— virgata W. K. Milchsafft	(428) —	— geniculata W.	(518) —
— Spec. Wurzel	—	— gigantea Vill.	(517) —
Euphorbiaceae	568	— glauca Lam.	(517) —
Euphrasia officinalis Lin. Wurzel, Stengel	556	— heterophylla Haenk.	(516) —
Eustachys petraea Desv. Samen	(511) 537	— Lachenalii Spenn.	(516) —
— submutica R. S.	(511) —	— Lolium Bal.	(518) 540
Eutoca divaricata Benth.	555	— macrophylla Hchst.	(518) —
— viscida Benth.	(473) —	— maritima DC.	(517) 539
— — Wurzel	—	— memphitica Boiss.	(518) —
Entriana abyssinica Schimp. Samen	(511) 537	— Myrus Lin.	(518) —
— oligostachya Kth.	(512) —	— nigrescens Lam.	(517) —
Exolus caudatus Moq.	(523) 549	— nutans W.	(516) 540

Festuca ovina var.	Samen	(517) 539	Frankenia pulverulenta Lin.	Samen	(534) 538
— pectinella Del.	—	(512) 537	Frankeniaceae	—	—
— petraea Guthn.	—	(516) 539	Fraxinus lentiscifolia Dsf.	Samen	553
— pinnata Mönch.	—	(467) 538	Fritillaria imperialis Lin.	—	543
— Poa Kth.	—	(516) 539	— Meleagris Lin.	Zwiebel	(440) —
— pratensis Hudr.	—	(516) 540	Froelichia floridana Moq.	Samen	(523) 549
— procumbens Kth.	—	(516) 539	— gracilis Moq.	—	(523) —
— pseudo-eskia Boiss.	—	(517) —	Frullania dilatata Nees.	Sporen	534
— pumila Vill.	—	(516) —	Fucoideae	—	532
— rigida Kth.	—	(518) —	Fucus canaliculatus Lin.	—	533
— rotboelloides Kth.	—	(518) —	— serratus Lin., vesiculosus Lin.	—	538
— rubra Lin.	—	(517) —	Fumaria capreolata Lin.	Wurzel	568
— sabulicola Duf.	—	(518) —	Fomariaceae	—	—
— Salzmanni Boiss.	—	(516) 540	Fungi	—	531
— spadicea Lin.	—	(516) 539	Funkia ovata Sprg.	Pollen	588
— spectabilis Jan.	—	(516) —	—	Samen	543
— Stuartina Steud.	—	(517) —	Furcellaria	—	533
— sylvatica Vill.	—	(516) —	Gährungspilz	—	531
— tenella W.	—	(518) —	Gagea latea Schult.	Zwiebel	(455, 499) 544
— tenuiflora Schrd.	—	(518) —	— stenopetala Rchb.	—	(4557) —
— thalassica Kth.	—	(514) 538	Galanthus nivalis Lin.	—	(441, 499) 545
— triflora Dsf.	—	(517) 540	— plicatus Bbrst.	—	(455) —
— uniglumis Sol.	—	(517) 539	Galega biloba Sweet.	Samen	(475) 573
— unioloides Kth.	—	(514) 538	— officinalis Lin.	—	—
— Urvilleana Steud.	—	(517) 540	Galeopsis Tetrahit Lin.	—	554
— vaginata W. K.	—	(517) 539	Galipea officinalis Hanc.	Rinde	(464) 570
— varia Haenk.	—	(516) —	Galium Cruciatum Scop.	Pollen	388
Festuceaceae. Samen	—	538	— ellipticum Presl.	Samen	552
Fevillea.	—	564	— Mollugo Lin.	Wurzelstock	553
Ficaria ranunculoides Mch.	Wurzeln	(447, 461, 477) 561	Gamopetalen	—	551
Ficus Carica Lin.	Samen	548	Gardenia ternifolia Thonn.	Samen	553
Fimbristylis annua R. S.	—	(471) 541	Garidella Nigellastrum Lin.	—	561
— brizoides Sm.	—	(471) —	Garrya laurifolia Hartw.	—	548
— dichotoma Vahl.	—	(471) —	— Lindleyi	—	—
— laxa Vahl.	—	(471) —	Garryaceae	—	—
Flacourtia cataphracta Rxb.	Samen	563	Gastidium australe Beauv.	Samen	(510) 537
Flagellaria indica Lin.	—	(472) 542	— muticum Spr.	—	(510) —
Flagellarieae	—	—	Gaudinia fragilis Beauv.	—	(313) 588
Flechten	—	534	Gaura biennis Lin.	—	571
Florideae	—	533	Gaya simplex Gd.	Wurzelstock	(460) 559
Foetidia mauritiana Lam.	Samen	572	Gefäßcryptogamen	—	534
Forestiera acuminata Poir.	—	(472) 548	Gendarussa Adhadota Steud.	Pollen	389
Forestiereae	—	—	Geniostoma.	Samen	553
Francoa sonchifolia Cav.	Samen	560	Genista tinctoria Lin.	Samen	572
Francoaceae	—	—	Gentiana lutea Lin.	Samen, Wurzel	553
Frankenia laevis Lin.	Wurzelstock	563			

<i>Gentiana pannonica</i> Scop. Wurzel	558	<i>Gomphocarpus angustifolius</i> Lk. Samen	558
— <i>punctata</i> Lin.	—	<i>Gomphrena decumbens</i> Jacq.	(523) 549
Gentianeae	—	—	Wurzel
Geraniaceae	570	<i>Goniolimon eximium</i> Boiss. Samen	(473) 551
<i>Geranium lividum</i> Her. Wurzelstock	(436) —	<i>Goodenia grandiflora</i> Sims.	552
— <i>molle</i> Lin. Pollen	(467) 389	— <i>junciformis</i> Vr. Wurzeln	—
— <i>phaeum</i> Lin. Wurzelstock	(436) 570	Goodeniaceae	—
— <i>pratense</i> Lin. Pollen	(467) 389	<i>Goodia latifolia</i> Sal. Samen	572
— <i>sylvaticum</i> Lin. Samen	570	<i>Gossypium herbaceum</i> Lin.	565
— — Wurzelstock	(436) —	— <i>indicum</i> Lam. Wurzel	(508) —
Gesneriaceae	557	Gramineae	536
<i>Geum montanum</i> Lin. Wurzelstock	(491) 572	Granateae	572
— <i>rivale</i> Lin. Samen	—	<i>Gratiola officinalis</i> Lin. Wurzelstock	(459, 467) 556
— <i>urbanum</i> Lin. Wurzelstock	(491) —	<i>Grevillea heliosperma</i> R. Br. Samen	551
<i>Gilia achilleaefolia</i> Benth. Samen	555	<i>Gronovia scandens</i> Lin.	564
— <i>Navarretia</i> Steud.	—	Gronovieae	—
<i>Gladiolus communis</i> Lin. Zwiebelknollen	(483) 545	<i>Grubbia rosmarinifolia</i> Berg. Samen	560
— <i>segetum</i> Ker. Samen	—	Grubbiaceae	—
<i>Glaucium luteum</i> Lin. Samen, Wurzel	562	<i>Guajacum officinale</i> Lin. Rinde	(464) 570
<i>Glaux maritima</i> Lin. Stämmchen	(460, 487) 558	<i>Guarea trichilioides</i> Lin. Samen	(495) 567
<i>Gleditschia triacanthos</i> Lin. Samen	573	<i>Guazuma scabra</i>	566
<i>Gleichenia polypodioides</i> Sw. Sporen	534	— <i>ulmifolia</i> Desf.	—
Gleicheniaceae	—	<i>Guilandina Bonduc</i> Lin.	(475) 573
<i>Glinus lotoides</i> Lin. Wurzel	564	<i>Gunnera scabra</i> R. P.	571
<i>Globba marantina</i> Lin. Samen	(447) 546	Gunneraceae	—
— <i>nutans</i> . Pollen	(466) 389	<i>Guthnickia atrosanguinea</i> Reg. Wurzelstock	(451) 557
<i>Globularia nudicaulis</i> Lin. Wurzelstock	554	<i>Gymnadenia odoratissima</i> Rich. Samen	546
— <i>vulgaris</i> Lin. Samen, Wurzel	—	<i>Gymnocladus canadensis</i> Lam.	573
Globularineae	—	<i>Gymnopogon foliosus</i> Nees	(411) 557
<i>Gloriosa superba</i> Lin. Wurzelstock	544	Gymnospermae	555
<i>Gloxinia hirsuta</i> Lindl. Knollen	(433) 557	<i>Gymnothrix cœchroides</i> R. S. Samen	(411) 557
— <i>speciosa</i> Lodd.	(433) —	<i>Gynandropsis triphylla</i> DC. Wurzel	562
— <i>tubiflora</i> Hook.	(450) —	<i>Gynerium argenteum</i> Nees. Samen	(511) 557
<i>Glyceria aquatica</i> Presl. Samen	(514) 538	— <i>cinereum</i> Hamb.	(510) —
— <i>distans</i> M. K.	(514) —	<i>Gypsophila altissima</i> Lin.	(527) 565
— <i>maritima</i> M. K.	(514) —	— <i>repens</i> Lin. Wurzelstock	—
— <i>Michauxii</i> Kth.	(514) —	Gyrocarpeae, Gyrocarpus.	550
— <i>nervata</i> Trin.	(514) —	<i>Gyrostemon scaciaeformis</i> Müll.	565
— <i>spectabilis</i> M. K. Wurzelstock	540	— <i>ramulosus</i> Desf.	—
<i>Glycine labialis</i> Lin. Samen	573	Gyrostemoneae	—
<i>Glycyrrhiza echinata</i> Lin. Samen	—	<i>Hablitzia tamnoides</i> Bbrst. Samen	(522) 549
— Wurzel	(465) 574	<i>Haematoxylon campechianum</i> Lin.	573
Gaetaceae	536	Haemodoraceae	545
<i>Goldbachia torulosa</i> DC. Samen	562	<i>Haemodorum</i> . Samen	(492) —
<i>Gomphandra axillaris</i> Wall.	567	<i>Hakea acicularis</i> R. Br. Blätter	551
<i>Gomphia angustifolia</i> Vahl.	569		

<i>Passiflora cordata</i> Lin. f.	—	539
<i>Hebenstreitia scabra</i> Thnb.	—	554
<i>Heckeria sidaefolia</i> Kth.	—	(520) 547
<i>Hedera Helix</i> Lin.	—	560
<i>Hedwigia rhoifolia</i> Benth.	—	569
<i>Hedychium flavescens</i> Car. Wurzelstock	(442)	546
— <i>Gardnerianum</i> Wall. Samen	(479)	—
— — Wurzelstock	(450)	—
— <i>hirsutum</i>	(450)	—
<i>Hedysarum coronarium</i> Lin. Samen		573
— <i>grandiflorum</i> Pall. Wurzelstock		—
<i>Heleocharis ovata</i> R. Br. Samen	(470)	541
— <i>palustris</i> R. Br. —	(470)	—
<i>Helianthemum aegyptiacum</i> Mill. Samen	(425)	563
— <i>italicum</i> Pers. Wurzelstock		—
— <i>oelandicum</i> Wahlbg.		—
<i>Heliconia</i> . Samen	(479)	547
<i>Helicteres</i> . —		566
<i>Heliotropium europaeum</i> Lin. Samen, Wurzel		554
<i>Helleborus dumetorum</i> W. K. Wurzelstock	(502)	561
— <i>viridis</i> Lin. —	(502)	—
<i>Helopus annulatus</i> Nees. Samen	(410)	537
<i>Helosciadium ranunculifolium</i> DC. Samen		559
<i>Hemarthria fasciculata</i> Kth.	(412)	538
<i>Hemerocallis fulva</i> Lin. Pollen		388
— — Wurzelstock	(448)	544
Hepaticae		534
<i>Heracleum cordatum</i> Prsl. Samen		559
<i>Heritiera littoralis</i> Ait. —	(495)	566
<i>Hermannia altheaefolia</i> Lin. —	(438)	—
— <i>nemorosa</i> Eckl. —	(438)	—
<i>Hernandia</i> . Samen	(473)	550
Hernandiaceae		—
<i>Herniaria alpina</i> Vill. Stämmchen		565
— <i>glabra</i> Lin. Samen	(526)	—

<i>Amorpha fruticosa</i> L.	(477)	577
Hippocastaneae		568
<i>Hippocratea excelsa</i> H. B. Samen		—
Hippocrateaceae		—
<i>Hippocrepis multisiliquosa</i> Lin. Samen		573
<i>Hippuris vulgaris</i> Lin. Samen, Stengel		571
<i>Hiraea</i> . Samen		567
<i>Hirtella triandra</i> Sw. Samen		573
<i>Hohenbergia strobilacea</i> Schult. f. Samen	(414, 493)	546
<i>Holcus lanatus</i> Lin. —	(507)	536
<i>Hoplotheca floridana</i> Nutt. —	(523)	549
— <i>texana</i> A. Br. —	(523)	—
Hordeaceae . Samen	(418, 470)	538
<i>Hordeum</i> . —	(470)	—
— <i>bulbosum</i> Lin. Knollen		540
— — Samen	(419)	538
— <i>himalayense</i> Ritt. —	(419)	—
— <i>vulgare</i> Lin. —	(419)	—
Hormidieen		539
Hormidium		—
<i>Hosackia Purshiana</i> Hook. Samen		572
<i>Hyacinthus orientalis</i> Lin. Zwiebel	(441, 476, 480)	544
— <i>romanus</i> Lin. Samen		443
Hydrangea, Hydrangeaceae . Samen		560
<i>Hydrilla muscoides</i> Planch. Stengel		545
— <i>najadifolia</i> Zoll. Mor. —		—
— <i>ovalifolia</i> Rich. —		—
— Hydrocharideae		544
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i> Lin. Samen	(423)	—
<i>Hydrocotyle vulgaris</i> Lin. Stämmchen	(488)	559
<i>Hydrolea ceylanica</i> Vahl. Samen		535
— <i>spinosa</i> Lin. —		—
Hydroleaceae		—
Hydrophyllaeae		—
<i>Hydrophyllum canadense</i> Lin. Samen		—

Hymenanthera angustifolia R. Br. Samen	563
Hymenophylleae	534
Hyobanche sanguinea Lin. Wurzelstock, Stengel	558
Hyosciamus niger Lin. Samen	555
— — Wurzel	556
Hyecoum procumbens Lin. Samen, Wurzel	562
Hyperauthera Moringa Vahl. Samen	574
Hypericineae	566
Hypericum Coris Lin. Wurzel	—
— elodes Lin. Wurzelstock	(464, 489) 567
— perforatum Lin. Wurzel	566
— pulchellum W. Samen	—
— Richeri Vill. Wurzelstock	—
Hypnum albicans Neck. Sporen	534
Hypoëstes Forskohlii R. Br. Wurzelstock	556
— glandulosa Hchst.	—
Hypogynium campestre Nees. Samen	(412) 538
Hypopitys glabra DC. Samen, Stengel	559
Hypoxideae	545
Hypoxis abyssinica Hchst. Wurzelstock	—
— decumbens Lin. Samen	—
Hyptis brevipes Poit.	553
Hyssopus officinalis Lin.	554
Humiriaceae	567
Humirium floribundum Mart. Samen	—
Humulus Lupulus Lin.	548
Iberis sempervirens Lin. Pollen	388
Icica pubescens Bnth. Samen	(496) 569
Ilex castaneaefolia	568
Ilicineae	—
Illecebrum verticillatum Lin. Samen	(526) 565
Illicium anisatum Lin.	561
Impatiens Balsamina Lin.	570
— tricornis Lindl.	—
Imperata arundinacea Cyr.	(413) 539
Imperatoria Ostruthium Lin.	559
— — Wurzelstock	(461) —
Incarvillea chinensis Lam. Samen	557
Indigofera amoena Ait.	572, 573
Ipomoea hederacea Lin.	554

Irideae	545
Iris acuta W. Samen	—
— florentina Lin. Wurzelstock	(449) —
— germanica Lin. Pollen	388
— pallida Lam. Samen	545
— — Wurzelstock	(449) —
— sambucina Lin.	(449) —
Isachne australis R. Br. Samen	(410) 536
Isnardia palustris Lin.	571
Isoëteae	535
Isoëtes adpersa A. Br. Stamm	—
— Duriaei Bory.	—
— Hystrix Dur.	—
— lacustris Lin. Gynosporen	(466) —
— — Stamm	(498) —
— setacea Bosc.	—
— velata A. Br.	—
Isolepis Eckloniana Schrd. Samen	(470) 541
— Holoschoenus R. S.	(471) —
— setacea R. Br.	(470) —
— supina R. Br.	(470) —
— verruculosa Steud.	(470) —
Isoloma vestitum Bnth. Wurzelstock	(446) 557
Isopogon formosus R. Br. Samen	551
Isotoma longiflora Prsl.	552
Jambosa vulgaris DC. Samen	(439) 572
Jania. Sporen	532
— rubens Lamour	—
Jaracanda echinata Spr. Samen	557
Jasione montana Lin. Wurzel	552
Jasmineae	553
Jasminum fruticans Lin. Samen	—
Jatropha Manihot Lin.	569
— — Wurzel	(490) —
Johnsonia acaulis Endl. Samen	544
Juglandaeae	569
Juglans regia Lin. Fruchtschale, Samen	—
Juncaceae	542
Juncus. Samen	(420) —
— acutiflorus Ehrh. Samen	(421) —

<i>Juncus balticus</i> Deth. Samen	(490) 542	<i>Lamarkia aurea</i> Munch. Samen	(515) 536
— — Wurzelstock	(454) —	<i>Lantana Camara</i> Lin. Aeste	554
— <i>bulbosus</i> Lin. Samen	(421) —	<i>Lappago racemosa</i> W. Samen	(411) 537
— — Wurzelstock	(454) —	<i>Laserpitium gallicum</i> Lin. —	559
— <i>capitatus</i> Weig. Samen	—	<i>Lasiagrostis Calamagrostis</i> Lk. —	(508) 537
— <i>compressus</i> Jacq. —	(421) —	<i>Lasiopetalum erosum</i> —	566
— — Wurzelstock	(454) —	<i>Lathraea Squamaria</i> Lin. Wurzelstock	(433) 557
— <i>effusus</i> Lin. Samen	(421) —	<i>Lathyrus Aphaca</i> Lin. Samen	(426) 573
— <i>glaucus</i> Ehrh. —	(421) —	— <i>Nissolia</i> Lin. —	(426) —
— <i>sylvaticus</i> Reich. —	(421) —	— <i>palustris</i> Lin. Wurzelstock	(491) 574
* <i>Jungermannia bicuspidata</i> Lin. Sporen	534	— <i>pratensis</i> Lin. —	(491) —
<i>Juniperus communis</i> Lin. Samen, Beeren	—	— <i>sativus</i> Lin. Samen	(426) 573
— <i>virginiana</i> Lin. Pollen	388	Laubmoose	534
<i>Kadsura Roxburghiana</i> Arn. Samen	561	Laurineae	550
<i>Kalbfussia Milleri</i> Schultz —	552	<i>Laurus exaltatus</i> Sieb. Samen	(430) —
<i>Kalmia oleifolia</i> . Samen	559	— <i>nobilis</i> Lin. Pollen	388
<i>Karamyschewia hedyotoides</i> Fisch. Wurzel	553	— — Samen	(430, 494) 550
<i>Kennedyia monophylla</i> Vent. Samen	573	<i>Lavatera trimestris</i> Lin. Samen	565
— <i>rubicunda</i> Vent. —	—	<i>Lawsonia alba</i> Lam. —	571
<i>Kitabelia vitifolia</i> W. —	565	<i>Lebeckia contaminata</i> Thbg. —	572
<i>Knautia hybrida</i> Coult. Wurzelstock	552	Lebermoose	534
— <i>orientalis</i> Lin. Samen	—	<i>Lecanocarpus cauliflorus</i> Nees. Samen	(523) 549
<i>Kobresia caricina</i> W. —	(471) 541	<i>Lechea thymifolia</i> Michx. —	(425) 563
<i>Kochia scoparia</i> Schrd. —	(521) 549	<i>Leersia oryzoides</i> Sw. —	(506) 536
<i>Koeleria laxa</i> Lk. —	(515) 538	Lemnaceae, Lemanea	539
<i>Koelreuteria paniculata</i> Laxm. —	568	Lemnaceae. Samen	547
<i>Kohleria Wageneri</i> Reg. —	557	<i>Leonotis Leonurus</i> R. Br. Samen	554
<i>Krameria triandra</i> R. P. Wurzel	(451, 490) 568	<i>Leonurus Cardiaea</i> Lin. —	—
— — Samen	—	<i>Lepechinia spicata</i> W. —	—
Kramerieae	—	<i>Lepigonum glandulosum</i> F. M. Wurzel	565
<i>Krockeria edulis</i> . Samen	(425) 573	— <i>medium</i> Wahlbg. Samen	(526) —
<i>Kruberia leptophylla</i> Hoffm. Samen	559	— <i>rubrum</i> Fr. Wurzel	—
<i>Kurria floribunda</i> Steud. Aeste	553	<i>Lepionurus sylvestris</i> Bl. Samen	567
<i>Kyllingia odorata</i> Vahl. Samen	(470) 541	Leptomitis	531
Labiatae	553	<i>Leptospermum thymifolium</i> Cann. Samen	572
<i>Lablab vulgaris</i> Sav. Samen	(427) 573	<i>Lepturus filiformis</i> Trin. Samen	(519) 538
<i>Labourdonneia revoluta</i> Boj. Samen	558	— <i>incurvatus</i> Trin. —	(519) —
— <i>sarcophloea</i> Boj. —	—	<i>Lepyrodiclis holosteoides</i> Fzl. —	(527) 565
<i>Lachnanthes tinctoria</i> Ell. —	(423) 545	<i>Lespedeza capitata</i> Mchx. —	573
<i>Lafoensia</i> . Samen	571	<i>Lessertia annua</i> DC. —	—
<i>Lagoecia cuminoides</i> Lin. Wurzel	559	<i>Leucas martinicensis</i> R. Br. —	554
<i>Lagonychium Stephanianum</i> Bbrst. Samen	574	<i>Leucocarpus alatus</i> Don. —	556
<i>Lagurus ovatus</i> Lin. Samen	(510) 537	<i>Leucojum vernum</i> Lin. Zwiebel	(441) 545
<i>Lallemantia peltata</i> F. M. —	554	<i>Levisticum officinale</i> Koch. Samen	559
		— — Wurzel	(460, 488) —
		<i>Leycesteria formosa</i> Wall. Samen	553

<i>Libanotis buchloensis</i> DC. Samen	559	<i>Lophochlaena californica</i> Nees. Samen	(514) 538
Lichenes	534	— <i>obtusiflora</i> Trin.	(514) —
<i>Lilaea subulata</i> H. B. Samen	(420) 542	<i>Lopholepis ornithocephala</i> DC. —	(411) 537
Liliaceae	543	Loranthaceae	560
<i>Lilium bulbiferum</i> Lin. Samen	(472) —	<i>Loranthus europaeus</i> Lin. Samen	(437) —
— — Zwiebel	(440) —	<i>Lotus angustissimus</i> Lia. Wurzel	573
— <i>candidum</i> Lin.	(440) —	— <i>corniculatus</i> Lin. Pollen	388
— <i>Martagon</i> Lin. Samen	—	— <i>edulis</i> Lin. Samen	(425) 573
<i>Limeum glomeratum</i> E. Z. —	(528) 565	— <i>flicaulis</i> Dur. —	572
Limnantheae	570	<i>Loarea vespertilionis</i> Desv. Samen	573
<i>Limnanthemum nymphoides</i> Lk. Samen	553	<i>Lucaea colorata</i> Hechst.	(492) 539
<i>Limnanthes Douglasii</i> R. Br.	570	<i>Lucuma Caimito</i> A. DC.	(494) 558
<i>Limnocharis Plumieri</i> Rich.	(423) 548	— <i>mammosum</i> Gärt. f.	—
<i>Limonia trifoliata</i> Lin.	(495) 567	— <i>Rivicoa</i> Gärt. f.	(494) —
<i>Linaria aegyptiaca</i> Desf.	556	— <i>Spec.</i>	(494) —
— <i>alpina</i> Mill. Wurzel	—	<i>Lupinus albus</i> Lin.	572
— <i>italica</i> Trev. Wurzelstock	—	<i>Luzula</i> . Samen	(420) 542
— <i>spartea</i> Hoffm. Wurzel	—	— <i>Forsteri</i> Desv. Samen	(420) —
— <i>vulgaris</i> Mill. Wurzelstock	—	— <i>lutea</i> DC. Wurzelstock	—
Lineae	570	— <i>multiflora</i> Lejeun. Samen	(420) —
<i>Linnaea borealis</i> Lin. Stolonen	553	— <i>nivea</i> DC.	(420) —
<i>Linum alpinum</i> Jacq. Wurzelstock	570	— — Wurzelstock	—
— <i>flavum</i> Lin. Wurzel	—	— <i>spadicea</i> DC.	(454, 482) —
— <i>squamulosum</i> Rud. —	—	<i>Lychnis alpina</i> Lin. Pollen	388
— <i>tenuifolium</i> Lin. —	—	— <i>coeli-rosa</i> Desr. Samen	(527) 565
— <i>usitatissimum</i> Lin. Samen	—	— <i>coronaria</i> Desr.	(528) —
<i>Liquidambar styraciflua</i> Lin. Samen	549	— <i>dioica</i> Lin.	(528) —
<i>Liriodendron</i> . Samen	561	— <i>vespertina</i> Sibth.	(528) —
<i>Lithospermum officinale</i> Lin. Wurzelstock	554	<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill. Samen	555
<i>Littorella lacustris</i> Lia.	551	Lycopodiaceae	535
<i>Loasa nitida</i> Lam. Samen	564	<i>Lycopodium clavatum</i> Lin. Sporen	—
Loaseae	—	— <i>complanatum</i> Lin.	—
<i>Lobelia decumbens</i> Rich. Samen, Wurzel	552	— <i>Selago</i> Lin.	—
— <i>Dortmanna</i> Lin. Wurzel	—	<i>Lycurus phalaroides</i> H. B. Samen	(508) 537
— <i>ocymoides</i> Kze.	—	<i>Lygeum Spartum</i> Lin.	(507) 536
Lobeliaceae	552	<i>Lysimachia thyrsoiflora</i> Lin. Wurzelstock	558
<i>Lobularia maritima</i> Desv. Wurzel	562	— <i>verticillata</i> Bbrst. Samen	—
<i>Locheria hirsuta</i> Reg. Wurzelstock	(446) 557	— <i>vulgaris</i> Lin. Wurzelstock	(469, 487) —
<i>Logania latifolia</i> R. Br. Samen	553	Lythraeae	571
Loganiaceae	—	<i>Lythrum Hyssopifolia</i> Lin. Samen	—
<i>Lolium canadense</i> Michx. Samen	(518) 538	— <i>Salicaria</i> Lin. Samen	—
— <i>temulentum specios.</i> —	(519) —	<i>Madotheca platyphylla</i> Nees. Sporen	534
<i>Lonicera coerulea</i> Lin.	553	<i>Magnolia acuminata</i> Lin. Samen	561
— <i>Xylosteum</i> Lin. Pollen	388	Magnoliaceae	—
Lonicereae	553	<i>Magonia</i> . Samen	568
<i>Lopezia coronata</i> Andr. Samen	571		

<i>Mahonia diversifolia</i> Sweet. Samen	561	<i>Medicago disciformis</i> DC. Samen	572
<i>Maizilla stolonifera</i> Schlecht. Samen	(409) 536	— <i>lupulina</i> Lin. Wurzel	573
<i>Majacca Michauxii</i> Sch. E. —	(520) 541	— <i>minima</i> Lam. —	—
— <i>Vandellii</i> Sch. E. —	(520) —	<i>Melanuca armillaris</i> Sm. Samen	572
<i>Majanthemum bifolium</i> DC. Wurzelstock	544	— <i>hypericifolia</i> Sm. —	—
<i>Majorana hortensis</i> Mch. Samen	554	<i>Melampyrum arvense</i> Lin. Stengel, Wurzel	556
<i>Malesherbia humilis</i> Don. —	564	— <i>cristatum</i> Lin. —	—
— <i>thyrsoflora</i> R. P. —	—	<i>Melanocenchrys Royleana</i> Nees. Samen	(512) 537
Malesherbiaceae	—	Melanthaceae	543
<i>Malope trifida</i> Cav. Samen	565	Melastomaceae	571
Malpighiaceae	567	<i>Melbania didyma</i> E. Z. Samen	(438) 566
<i>Malva borealis</i> Wallm. Wurzel	(503) 565	— <i>Erythroxyton</i> R. Br. —	(438) —
— <i>peruviana</i> Lin. Samen	—	<i>Melia Azederach</i> Lin. —	567
Malvaceae	—	Meliaceae	—
<i>Malvastrum carpinifolium</i> Gr. Samen	—	Meliantheae	570
<i>Mamillaria discolor</i> Haw.	(463) 564	<i>Melianthus major</i> Lin. Samen	—
— <i>Galeotti</i> Otto. Samen	—	<i>Melica ciliata</i> Lin. —	(515) 538
<i>Mammea americana</i> Lin. —	(452) 566	<i>Melicope ternata</i> Forst. —	569
<i>Mandragora vernalis</i> Bert. —	555	<i>Melilotus alba</i> Desr. —	572
<i>Manicaria saccifera</i> Gärt. —	547	— — Wurzel	573
<i>Mangifera</i> . Samen	(425) 569	<i>Melissa Nepeta</i> Lin. Samen	554
<i>Manglesia cuneata</i> Endl. Samen	551	— <i>officinalis</i> Lin. —	—
<i>Manihot utilisima</i> Pohl. —	569	— <i>pyrenaica</i> Jacq. —	—
— — Wurzel	(490) —	Melobesia	532
<i>Manisuris granularis</i> Sw. Samen	(412) 538	<i>Melochia corchorifolia</i> Lin. Samen	(438) 566
<i>Maranta arundinacea</i> Lin. Stolonen	(443) 546	— <i>pyramidata</i> Lin. —	(438) —
— <i>bicolor</i> Ker. Wurzelstock	(484) —	— — Wurzel	(489) —
— <i>indica</i> Rosc. —	(484) —	<i>Melothria pendula</i> Lin. Samen	564
— <i>ramosissima</i> Wall. Samen	(448) —	Memecyleae	571
— <i>Spec.</i> —	(479) —	<i>Memecylon amplexicaule</i> Rxb. Samen	(439, 496) —
<i>Marattia alata</i> Sm. Sporen	535	— <i>capense</i> E. Z. —	(439, 496) —
Marattiaceae	—	Menispermaceae	561
Marcgraviaceae	566	<i>Menispermum canadense</i> Lin. Samen	—
<i>Marchantia polymorpha</i> Lin. Sporen	534	— <i>palmatum</i> Lam. Wurzel	(434) —
<i>Mariscus elatus</i> Vahl. Wurzelstock	(498) 541	<i>Menodora</i> . Samen	(473) 553
— <i>Jacquini</i> H. K. Samen	(470) —	<i>Mentha Pulegium</i> Lin. Samen	—
— <i>umbellatus</i> Vahl. —	(470) —	<i>Mentzelia lobata</i> Kltzsch. —	564
<i>Marlea begonifolia</i> Rxb. —	571	<i>Menyanthes trifoliata</i> Lin. Stengel	553
<i>Marrubium leonuroides</i> Dsv. —	554	<i>Meristostigma silenoides</i> Dietr. Samen	545
<i>Marsilea pubescens</i> Ten. Androsporen	(422) 535	— — Zwiebelknollen	(483) —
— — Gynosporen	(422, 476) —	Mesembryanthemaeae	564
Marsileaceae	—	<i>Mesembryanthemum pinnatifidum</i> Lin. f. Samen	(525) —
<i>Martynia Craniolaria</i> Sw. Samen	557	<i>Metternichia principis</i> Mik. —	555
— <i>lutea</i> Lindl. —	—	<i>Meum athamanticum</i> Jacq. —	559
<i>Matthiola rupestris</i> DC. Wurzelstock	562	— — Wurzel	(460) —
<i>Mazus rugosus</i> Lour. Samen	556	<i>Microchloa setacea</i> R. Br. Samen	(511) 537

<i>Microlaena stipoides</i> R. Br. Samen	(506)	536	<i>Myoporineae</i>	554
<i>Microtea maypurensis</i> Don.	(528)	565	<i>Myoporum oppositifolium</i> R. Br. Samen	—
<i>Milium effusum</i> Lin.	(507)	536	<i>Myrica Gale</i> Lin.	548
— <i>vernale</i> Bbrst.	(507)	—	<i>Myricaceae</i>	—
<i>Mimosa acanthoides</i>	—	574	<i>Myriophyllum verticillatum</i> Lin. Samen	571
— <i>pubica</i> Lin.	—	—	— Stengel	(464, 490) —
<i>Mimoseae</i>	—	—	<i>Myristica moschata</i> Thbg. Samen	(494) 561
<i>Mimulus cardinalis</i> Lindl. Samen	—	556	— <i>salicifolia</i> W.	(494) —
<i>Mimusops</i> Kummel Bruce.	—	558	<i>Myristiceae</i>	—
<i>Mirabilis Jalappa</i> Lin.	(524)	550	<i>Myrrhis odorata</i> Scop. Samen	559
— <i>longiflora</i> Lin.	(524)	—	<i>Myrsine africana</i> Lin.	558
<i>Mirbelia triternata</i> Bth.	—	572	<i>Myrsineae</i>	—
<i>Mitella diphylla</i> Lin.	—	560	<i>Myrtaceae</i>	571
— — Wurzelstock	(461)	—	<i>Naegelia zebrina</i> Reg. Wurzelstock	(433) 557
<i>Mniopsis scaturiginum</i> Mart. Samen	—	548	<i>Najadese</i>	547
<i>Moacurra</i> . Samen	(528)	568	<i>Najas major</i> Roth (marina L.) Pollen	(466) 389
<i>Molinia coerulea</i> Mnch. Samen	(515)	538	— — Samen	(423) 547
— — Wurzeln	(481)	541	— — Wurzeln	—
<i>Mollugo cerviana</i> Ser. Samen	(525)	564	<i>Narcissus poeticus</i> Lin. Samen	545
— <i>verticillata</i> Lin.	(526)	—	— — Zwiebel	(456) —
<i>Momordica Balsamina</i> Lin. —	—	—	<i>Nardus stricta</i> Lin. Samen	(508) 537
<i>Monarda citriodora</i> Cerv. —	—	554	<i>Narthecium ossifragum</i> Huds. —	548
<i>Monimiaceae</i>	—	550	— — Wurzelstock	(455, 499) 544
<i>Monochoria plantaginea</i> Kth. Wurzelstock	(482)	543	<i>Navarretia involucrata</i> R. P. Samen	555
<i>Monocosmia corrigioloides</i> Fzl. Samen	(525)	564	<i>Nectandra Rodiaei</i> Schomb.	(493) 550
<i>Monocotyledonen</i>	—	536	<i>Nelumbium lateum</i> W.	(424) 563
<i>Monolepis chenopodioides</i> Moq. Samen	(522)	549	— <i>speciosum</i> W.	(424) —
<i>Monotropa Hypopitys</i> Lin. Samen, Stengel	—	559	<i>Nelumboneae</i>	—
<i>Monotropeae</i>	—	—	<i>Nemesia floribunda</i> Lehm. Samen	556
<i>Montia minor</i> Gmel. Samen	(525)	564	<i>Nemophila insignis</i> Bth. Pollen	388
<i>Moquilea</i> . Samen	—	572	— <i>maculata</i> Lindl. Samen	555
<i>Moreae</i>	—	548	<i>Nepentheae</i>	551
<i>Moricandia arvensis</i> DC. Wurzel	—	562	<i>Nepenthes destillatoria</i> Lin. Samen	(415) —
<i>Morina longifolia</i> Wall. Samen	—	552	<i>Nepeta camphorata</i> Boiss.	554
<i>Moringa pterosperma</i> Gärt. —	—	574	<i>Nephrolepis exaltata</i> Schott. Blätter	(498)
<i>Moringeae</i>	—	—	<i>Nerium Oleander</i> Lin. Blätter.	(498)
<i>Mougeotia gracilis</i> Kütz.	(529)	531	<i>Nhandirobeae</i>	564
<i>Mourera</i> . Samen	—	548	<i>Nicandra physaloides</i> Gärt. Samen	555
<i>Mucuna pruriens</i> DC. Samen	(430)	373	<i>Nicotiana graciliflora</i> A. Br. —	—
— <i>urens</i> DC.	(430)	—	<i>Nigella arvensis</i> Lin.	561
<i>Muehlenbergia glomerata</i> Trin. —	(509)	537	— <i>damascena</i> Lin. Wurzel	—
— <i>Willdenowii</i> Trin.	(509)	—	<i>Niphaea oblonga</i> Lindl. Wurzelstock	(430) 557
<i>Musa paradisiaca</i> Lin. Frucht	(450)	547	<i>Nitella batrachosperma</i> A. Br., <i>exilis</i> A. Br., <i>fasciculata</i> A. Br., <i>flabellata</i> Kütz., <i>flexilis</i> Ag., <i>gracilis</i> Ag., <i>hyalina</i> Kütz., <i>syn-</i>	
<i>Musaceae</i>	—	—		
<i>Muscari botryoides</i> Mill. Zwiebel	(441)	543		
<i>Musci</i>	—	534		

carpa Kütz., tenuissima Kütz., translucens (Pers.)	(417)	534	Ononis alopecuroides Lin. Wurzel	573
Nitophyllum ocellatum Grev.		533	— spinosa Lin.	(465) —
Nitraria Schoberi Lin. Samen		568	Onosma arenarium Kit. Samen	554
Nitrariaceae		—	Opegrapha	531
Nolana atriplicifolia Don. Samen		555	Ophioglosseae	535
— prostrata Lin. Wurzel	(486)	—	Ophioglossum vulgatum Lin. Sporen	—
Nolanaceae		—	— — Wurzelstock	(453) —
Nostochaceae, Nostocheen		531	Ophiopogon pallidus Wall. Samen	544
Naphar luteum Sm. Samen	(524)	563	Ophiopogoneae	—
Nuttallia malviflora F. M. —		565	Ophira stricta Lin. Samen	560
Nyctagineae		550	Ophirus aethiopicus Rupr. —	(492) 538
Nymphaea alba Lin. Wurzelstock	(436, 503)	563	— filiformis R. S. —	(519) —
— coerulea Savg. Samen	(524)	—	— incurvatus Beauv. —	(519) —
— dentata Th. Sch. —	(524)	—	— papillosus Hchst. —	(492) —
— rubra Rxb. —	(524)	—	Ophryoscleria. Samen	(471) 541
Nymphaeaceae		—	Oplismenus colonus H. K. Samen	(409) 536
			— — Wurzelstock	(481) 540
			— frumentaceus Kth. —	(410) 536
Obolaria virginica Lin. Wurzel, Stengel		556	Opuntia brasiliensis Haw. Stamm	(463) 564
Ochna lucida Lam. Samen	(475)	569	— coccinellifera Mill. Rinde	(497)
— squarrosa Lin. —	(475)	—	— curassavica Mill. Stamm	(463) 564
Ochnaceae		—	— Ficus-indica Mill. —	(463) —
Ocimum basilicum Lin. Samen	553, 554		— Tuna Mill. —	(463) —
Odonites rubra Pers. Wurzel, Stengel		556	Orchideae	546
Oedogoniaceae		532	Orchis globosa Lin. Knollen	(456) —
Oedogonium. Fäden		—	— latifolia Lin. —	(456) —
— echinospermum A. Br. Sporen	(416)	—	— mascula Lin. —	(456) —
— Landsboroughii Kütz. —	(416)	—	— militaris Lin. —	(456) —
— vesicatum Lk. —	(416)	—	— Morio Lin. Pollen	388
Oenanthe crocata Lin. Samen		559	Oreodaphne exaltata Nees. Samen	(430) 550
Oenothera biennis Lin. Wurzel		571	— foetens Nees. —	—
— Drummondii Hook. Samen		—	Ornithogalum umbellatum Lin. Zwiebel	(432) 544
— strigulosa Steud. —		—	Ornithopus compressus Lin. Samen	573
— tetraptera Cav. —		—	— coriandrinus Hchst. Wurzel	—
Oenotheraeae		—	Orobanche amethystea Thuill. Stengelbasis	557
Olacineae		567	— arenaria Borkh. Wurzelstock	—
Olfersia undulata Presl. Wurzelstock	(452)	534	— coerulea Vill. —	558
Oleaceae		553	— cruenta Bert. —	557
Olinia capensis Kltzsch. Samen		571	— Epithymum DC. —	—
Olinieae		—	— indica Rxb. —	—
Olyra paniculata Sw. Samen	(409)	536	— minor Sutt. Pollen	389
Omphalodes linifolia Mch. —		554	— — Samen	557
— verna Mch. Wurzelstock	(459, 485)	—	— procera Koch. Wurzelstock	(433) —
Onobrychis caput-galli Lam. Samen	(427)	573	— ramosa Lin. —	—
— sativa Lam. —	(427)	—	— rubens Wallr. Samen	—
Ononis alopecuroides Lin. —		572	— Teucriti Holl. Sch. Wurzelstock	—

Orobanche Spec. Wurzelstock	(483, 487)	557	Palmellaceae	534
Orobanchaceae		—	Panax sambucifolium Sieb. Samen	560
Orobis albus Lin. Wurzeln	(436, 503)	573	Pandaneae, Pandanus. Samen	547
— lathyroides Lin. Samen	(487, 496)	—	Pandera pilosa F. M.	(521) 549
— niger Lin.	(487, 496)	—	Panicaceae. Samen	537
— tuberosus Lin. Knollen	(506)	574	Panicum acuminatum Sw. Samen	(410) 536
— varius Sol. Pollen		386	— aloppecuroideum Schrb.	(410) —
Orthoclada laxa Beauv. Samen	(412)	538	— antipodum Spr.	(410) —
Orthotrichum rupestre Schleb. Sporen		534	— arenarium Brot. Wurzelstock	(481) 540
Oryza sativa Lin. Samen	(506)	536	— colonum Lin. Samen	(409) 536
Oryzae. Samen		—	— — Wurzelstock	(481) 540
Oscillarieen		531	— commelinaefolium Rdg. Samen	(507) 537
Osmunda regalis Lin. Sporen		535	— frumentaceum Rxb.	(410) 536
Osmundaceae		—	— glaucum Lin.	(410) —
Ostericum palustre Bess. Wurzelstock	(488)	559	— Hoffmannseggii R. S.	(410) —
Ostrya vulgaris W. Samen		548	— italicum Lin.	(410) —
Osyris alba Lin.		550	— miljaceum Lin.	(410) —
Ottelia alismoides Pers.	(423)	544	— repens Lin. Wurzelstock	(481) 540
— — Stengel		545	— tonsum Steud. Samen	(410) 536
Oxalideae		579	Papaver alpinum Lin. Wurzelstock	562
Oxalis Acetosella Lin. Wurzelstock	(436)	—	— Argemone Lin. Wurzel	—
— corniculata Lin. Samen		—	— opiiferum Forsk. Samen	—
— crenata Jacq. Knollen	(447)	—	— orientale Lin. Wurzelstock	(461) —
— lasiandra Zucc. Brutzwiebeln	(447)	—	— Rhoeas Lin. Wurzel	—
— pentaphylla Sims.	(447)	—	Papaveraceae	—
— stricta Lin. Wurzel	(505)	—	Papayaceae	564
Oxyanthus versicolor Lin. Samen		553	Papilionaceae	572
Oxybaphus Cervantesii Lag.	(524)	550	Pappophoreae. Samen	537
Oxylobium Pultenaea DC.		572	Pappophorum macrostachyum Nees. Samen	(511) —
Oxyria digyna Camp.	(414)	549	— nigricans R. Br.	(411, 511) —
Oxytropis campestris DC.		573	— Pumilio Trin.	(467) —
— foetida DC. Wurzel		—	— Schimperianum Hebst.	(511) —
— uralensis DC. Wurzelstock		—	Pardanthus chinensis Ker.	545
Pachysandra procumbens Michx. Wurzelstock	(490)	569	Parietaria diffusa M. K. Wurzelstock	(457, 484) 548
Padina Pavonia Gaill.		532, 533	— micantha Led. Samen	—
Paeonia. Unreife Samen	(494)	561	Paris quadrifolia Lin. Wurzelstock	(432) 544
— lanceolata Salm. Samen		—	Parkinsonia aculeata Lin. Samen	573
— officinalis Retz. Wurzelstock	(435, 503)	—	Parosia palustris Lin.	563
— peregrina Mill. Samen		—	— — Wurzelstock	(462) —
— tennifolia Lin. Pollen		388	Parnassieae	—
Paepalanthus caulescens Kth. Samen	(519)	544	Paronychia capitata Lam. Wurzel	565
— frigidus Mart.	(519)	—	Paspalum complanatum Nees. Samen	(409) 536
Pagamea guianensis Aubl.		553	— dilatatum Poir.	(409) —
Paliurus australis Gärt.		568	— platycaule Poir.	(409) —
Palmae		547	— stoloniferum Bosc.	(409) —
			Passerina annua Wikstr. Samen	550

<i>Passerina annua</i> Wikstr. Wurzel	550	<i>Petrocarya montana</i> W. Samen	572
— <i>Tartouira</i> Schr. Aesté	551	<i>Petroselinum sativum</i> Hoffm. —	559
— Spec. Wurzelstock	—	— Wurzel	(488) —
<i>Passiflora heterophylla</i> Lam. Samen	564	<i>Peucedanum Cervaria</i> Lap. Wurzelstock	(488) —
Passifloreae	—	— <i>elegans</i> Hort. Samen	—
<i>Pastinaca graveolens</i> Bbrst. Samen	559	— <i>rablense</i> Koch —	—
— <i>lucida</i> Lin. Wurzel	—	<i>Phaca alpina</i> Jacq. —	573
— <i>sativa</i> Lin. —	(461) —	— Wurzel	(465) 574
<i>Paulownia imperialis</i> S. Z. Samen	556	<i>Phacelia bipinnatifida</i> Mchx. Samen	555
Pedalineae	557	— <i>congesta</i> Hook. —	(473) —
<i>Pedicularis acaulis</i> Scop. Wurzeln	(459, 487) 556	— <i>tanacetifolia</i> Benth. —	—
— <i>Barrelierii</i> Rchb. —	(459, 487) —	<i>Phaeocarpus</i> . Samen	568
— Wurzelstock	—	<i>Phajus grandifolius</i> Lour. Knollen	(442) 546
— <i>comosa</i> Lin. Wurzel, Stengel	—	Phalarideae. Samen	536
— <i>foliosa</i> Lin. —	—	<i>Phalaris arundinacea</i> Lin. Wurzelstock	540
— <i>incarnata</i> Jacq. Wurzelstock	—	— <i>bulbosa</i> Cav. Samen	(506) 536
— <i>palustris</i> Lin. Wurzel, Stengel	—	— <i>canariensis</i> Lin. —	(506) —
— <i>Perrotetii</i> Bth. —	—	— <i>coerulescens</i> Dsf. —	(506) —
— <i>rosea</i> Wulf. Wurzeln	(459, 487) —	<i>Pharnaceum verticillatum</i> Spr. —	(526) 564
— <i>Sceptrum-carolinum</i> Lin. Wurzel, Stengel	—	<i>Pharus scaber</i> H. B. —	(409) 556
— <i>striata</i> Pall. —	—	<i>Phasium alternifolium</i> Desks Sporen	534
— <i>sylvatica</i> Lin. —	—	<i>Phaseolus aureus</i> Ham. Samen	(427) 573
— <i>versicolor</i> Wahlbg. Wurzeln	—	— <i>multiflorus</i> Lam. —	(427) —
— <i>verticillata</i> Lin. Wurzel, Stengel	—	— <i>saponaceus</i> Sav. —	(427) —
<i>Peganum Harmala</i> Lin. Samen	(439) 570	— <i>vulgaris</i> Lin. —	(427) —
<i>Pellia epiphylla</i> Raddi. Sporen	534	<i>Phelipaea arenaria</i> Walp. Wurzelstock	552
<i>Penaea macronata</i> Lin. Samen	551	— <i>coerulea</i> Mey. —	558
Penaeaceae	—	— <i>indica</i> Don. —	557
<i>Penicillaria Pluckenetii</i> Lk. Samen	(411) 537	— <i>ramosa</i> Mey. —	—
— <i>spicata</i> Willd. —	(411) —	Philadelphaeae	571
<i>Pennisetum cenchroides</i> Rich. —	(410) —	<i>Philadelphus coronarius</i> Lin. Samen	—
— Wurzel	540	<i>Phillyrea angustifolia</i> Lin. —	553
— <i>longistylum</i> Hchst. Samen	(410) 537	<i>Philodendron grandifolium</i> Schott. Wurzelstock	(450) 547
— <i>typhoideum</i> Rich. —	(411) —	Philydreae	543
<i>Pentas carnea</i> Bth. —	552	<i>Philydrum lanuginosum</i> Gärt. Samen	(422) —
<i>Pentastemon laevigatus</i> Ait. Wurzelstock	556	<i>Phleum asperum</i> Vill. —	(509) 537
<i>Penthorum sedoides</i> Lin. Samen	560	— <i>tenuis</i> Schrd. —	(509) —
<i>Peperomia maculosa</i> Hook. —	(520) 547	<i>Phlomis tuberosa</i> Lin. —	554
— <i>monostachya</i> R. P. Wurzelstock	(500) —	<i>Phlox Drummondii</i> Hook. Samea, Wurzel	555
<i>Peplis Portula</i> Lin. Samen	571	— <i>pilosa</i> Lin. Stolonen	—
<i>Pereskia grandiflora</i> Hort. Mark	(463) 564	— <i>setacea</i> Lin. —	—
— <i>grandifolia</i> Haw. —	(463) —	<i>Phippsia algida</i> R. Br. Samen	(508) 537
<i>Perilla nankinensis</i> Dcsn. Samen	553	<i>Phoenix dactylifera</i> Lin. Fruchtfleisch	547
— <i>ocimoides</i> Lin. —	—	— Sameh	—
<i>Perotis latifolia</i> Ait. —	(510) 537	<i>Phragmites communis</i> Trin. —	(510) 536, 537
<i>Petiveria alliacea</i> Lin. —	(528) 565	<i>Phyllica juniperifolia</i> E. Z. —	568

<i>Physalis aequata</i> Jacq. Samen	558
— <i>Alkekengi</i> Lin. Stolonen	(496) 558
<i>Physocaulis nodosa</i> Koch. Samen	558
<i>Physolobium carinatum</i> Benth.	573
<i>Physotegia virginica</i> Benth.	554
<i>Phyteuma Scheuchzeri</i> All.	552
— <i>spicatum</i> Lin. Pollen	368
— — Wurzel	552
<i>Phytolacca esculenta</i> V., H. Samen	(528) 565
Phytolaccaeae	—
<i>Pitularia globulifera</i> Lin. Androsporen	(422) 535
— — Gynosporen	(418) —
— <i>minuta</i> Dur.	(418) —
Pilze	531
<i>Ptelea Hendersonii</i> Grah. Samen	569
<i>Pimpinella nigra</i> W.	559
— <i>Saxifraga</i> Lin. Wurzel	(488) —
<i>Pinguicula vulgaris</i> Lin. Samen, Wurzeln	558
<i>Pinus sylvestris</i> Lin. Pollen	(466) 388
— <i>farix</i> Lin.	—
— <i>Laricio</i> Poir. Samen	535
— <i>Mughus</i> Scop.	—
— <i>Picea</i> Lin.	—
— <i>Pinea</i> Lin.	—
<i>Piper Cubeba</i> Lin.	(520) 547
— <i>monostachyum</i> . Wurzelstock	(500) —
— <i>nigrum</i> Lin. Samen	(520) —
Piperaceae	—
<i>Piptatherum multiflorum</i> Beauv. Samen	(507) 537
<i>Pircunia Labrepia</i> Moq.	(528) 565
<i>Pisonia aculeata</i> Lin.	(415) 550
<i>Pistacia Terebinthus</i> Lin.	569
<i>Pistia Stratiotes</i> Lin.	(493) 547
— <i>texensis</i> Kltzsch.	(493) —
<i>Pisum sativum</i> Lin.	(425, 496) 573
<i>Pitcairnea albucaefolia</i> Schrd.	(414, 493) 546
— <i>punicea</i> Lindl.	(414, 493) —
Pitosporeae	568
<i>Pitiosporum undulatum</i> Vent. Samen	—
<i>Plagianthus divaricatus</i> Frsk.	566
Plantagineae	551
<i>Plantago albicans</i> Lin. Wurzel	—
— <i>Cynops</i> Lin. Samen	—
— <i>lanceolata</i> Lin. Pollen	388
— — Wurzelstock	551
— <i>major</i> Lin.	—

<i>Plantago maritima</i> Lin. Wurzelstock	(458, 501) 551
— <i>media</i> Lin.	(458, 500) —
— <i>Psyllium</i> Lin. Samen, Wurzel	—
— <i>subulata</i> Lin. Wurzelstock	—
Plantaceae	549
<i>Platanus orientalis</i> Lin. Samen	—
<i>Platanthera bifolia</i> Rich. Knollen	(456) 546
<i>Platycodon grandiflorum</i> A. DC. Samen	552
<i>Platytheca galioides</i> Steetz.	568
<i>Plectopoma fimbriatum</i> Hanst. Wurzelstock	(451) 557
<i>Pleurococcus</i>	531
<i>Plumbagella micrantha</i> . Samen	(473) 551
Plumbagineae (Samen, 473)	—
<i>Plumbago micrantha</i> Led. Samen	(473) —
<i>Poa bulbosa</i> Lin. Knollen	540
— <i>nemoralis</i> Lin. Samen	(514) 538
<i>Pocockia cretica</i> Ser.	572
<i>Podophyllum peltatum</i> Lin. Wurzelstock	(461, 505) 562
<i>Podospermum calcitrapifolium</i> DC. Samen	559
Podostemeae	548
Podostemon. Samen	—
<i>Poinciana pulcherrima</i> Lin. Samen	573
<i>Polanisia dodecandra</i> DC.	562
Polemoniaceae	555
<i>Polemonium coeruleum</i> Lin. Samen, Wurzelstock	—
— <i>reptans</i> Lin. Wurzelstock	(459, 486) —
<i>Polycarpaea Teneriffae</i> Lam. Samen	(526) 566
<i>Polychaetum majus</i> A. Br.	(522) 549
<i>Polygala comosa</i> Schk. Wurzel	568
— <i>vulgaris</i> Lin. Samen, Wurzel	—
Polygalaeae	—
Polygoneae	549
— . Unterirdische Theile	(457) —
<i>Polygonum alpinum</i> All. Stengelbasis	(457) —
— <i>aviculare</i> Lin. Wurzel	(457, 500) 550
— <i>Bistorta</i> Lin. Wurzelstock	(457) 549
— <i>Convolvulus</i> Lin. Wurzel	(457, 500) 550
— <i>Fagopyrum</i> Lin. Samen	(415, 480) 549
— <i>lapathifolium</i> Lin. Wurzel	—
— <i>orientale</i> Lin. Samen	(414) —
— <i>tinctorium</i> Lour.	(414) —
— <i>viviparum</i> Lin. Wurzelstock	(457) —
Polypodiaceae	534
<i>Polypodium distans</i> Kaulf. Wurzelstock	(452) —
— <i>vulgare</i> Lin.	(452) —
<i>Polypogon monspeliensis</i> Desf. Samen	(510) 537

<i>Polysiphonia fibrata</i> Herv.	538	<i>Ptychotis coptica</i> DC. Samen	559
<i>Polystichum Thelypteris</i> Roth. Wurzelstock	(453) 534	<i>Pultenaea retusa</i> Sm. —	578
Pomaceae	572	<i>Punica Granatum</i> Lin. —	—
<i>Pomaderris phyllicifolia</i> Lodd. Samen	568	— — Wurzel	(464) —
<i>Pommerehlla Royleana</i> Steud. —	(512) 537	<i>Popalia prostrata</i> Mart. Samen	(523) 549
Pongatiaceae	552	<i>Pycnanthemum Torrei</i> Trin. —	564
<i>Pongatium indicum</i> Lam. Samen	—	<i>Pyrenotheca</i>	531
Pontederaceae	543	<i>Pyrola chlorantha</i> Sw. Samen	559
<i>Pontederia</i> . Samen	(423) —	— <i>rotundifolia</i> Lin. Wurzelstock	(460, 488) —
<i>Porphyra</i>	532	Pyrolaceae	—
<i>Porphyridium</i>	531	<i>Pyrus communis</i> Lin. Samen	(406) 572
<i>Portulaca grandiflora</i> Hook. Samen	(525) 564	— <i>Malus</i> Lin. —	(496) —
— — Wurzel	(463, 489) 565	— — Fruchtfleisch	(490) —
— <i>megalantha</i> Steud. Samen	(525) 564	<i>Qualea ecalcarata</i> Mart. Samen	570
— — Wurzel	(463, 489) 565	<i>Quamoclit coccinea</i> Munch. Samen	554
Portulacaceae	564	<i>Quassia</i> . Samen	569
<i>Potamogeton natans</i> Lin. Samen	(424) 547	<i>Quercus</i> . Gallen	548
— <i>praelongus</i> Wulf. —	(424) —	— <i>Cerris</i> Lin. Samen	(472) —
<i>Potentilla aurea</i> Lin. Wurzelstock	(401) 572	— <i>ilicifolia</i> Wagnohm. —	(472) —
— <i>multifida</i> Lin. —	—	— <i>pedunculata</i> W. —	(472, 504) —
— <i>frigida</i> Vill. Wurzel	—	<i>Radula complanata</i> Dum. Sporen	534
— <i>rupestris</i> Lin. Samen	—	<i>Randia dumetorum</i> Lam. Samen	553
<i>Poterium Sanguisorba</i> Lin. Pollen	389	Ranunculaceae	561
— — Samen	372	<i>Ranunculus abortivus</i> Lin. Samen	—
<i>Pothos acalis</i> Lin. —	(524) 547	— <i>aconitifolius</i> Lin. Wurzeln	(446) —
<i>Potomorphe sidaefolia</i> Miq. —	(520) —	— <i>hulbosus</i> Lin. Knollen	(434, 502) —
<i>Preissia commutata</i> Nees. Sporen	584	— — Pollen	(467) 399
<i>Primula calycina</i> Dub. Wurzel	(460, 487) 558	— <i>Ficaria</i> Lin. Wurzeln	(447, 461, 477) 561
— <i>farinosa</i> Lin. Pollen	388	— <i>Flammula</i> Lin. —	(488) —
— — Wurzeln	558	— <i>garganicus</i> Ten. —	(434) —
— <i>glaucescens</i> Mor. —	(460, 487) —	— <i>gramineus</i> Lin. —	—
— <i>officinalis</i> Jacq. —	—	— <i>oxyspermus</i> W. —	—
— — Wurzelstock	(460) —	— <i>pyrenaicus</i> Lin. —	(464) —
— <i>verticillata</i> Forsk. —	—	— <i>rutaefolius</i> Lin. —	(488) —
Primulaceae	—	— <i>Thora</i> Lin. —	(488) —
<i>Prinos</i> . Samen	568	<i>Reaumuria vermiculata</i> Lin. Samen	(523) 567
<i>Prockia ovata</i> Lam. Samen	563	Reaumuriaceae	—
— <i>serrata</i> W. —	—	<i>Reseda alba</i> Lin. Wurzel	563
Proteaceae	551	— <i>Luteola</i> Lin. Samen	—
<i>Psidium pyriferum</i> Lin. Samen	572	— <i>macrosperma</i> Rchb. —	—
<i>Psilurus nardoides</i> Trin. —	(519) 538	Resedaceae	—
<i>Psittacanthus vellozianus</i> Mart. —	(487) 560	Restiaceae	541
<i>Psoralea pinnata</i> Lin. —	572	<i>Restio ferruginosus</i> Lk. Samen	(519) —
<i>Ptelea trifoliata</i> Lin. —	569	— <i>incurvatus</i> Thbg. Wurzelstock	(482) —
<i>Pterostegia drymarioides</i> F. M. —	(414) 549		
<i>Ptiloneilema plumosum</i> Steud. —	(511) 537		

<i>Rotama monosperma</i> Boiss. Samen	578	<i>Suaeda biflora</i> Lin. Samen	556
<i>Reusata triflora</i> Endl. —	(423) 543	<i>Valingia corylifolia</i> Grab. —	566
Rhamnaceae	568	<i>Rumex Acetosella</i> Lin. Wurzelstock	(458, 500) 550
<i>Rhamnus Erythroxyloides</i> Pall. Samen	—	— <i>arifolius</i> All. —	(438, 484) —
<i>Rheum hybridum</i> Ait. —	(414) 549	— <i>crispus</i> Lin. Wurzel	(457) 549
— <i>rhaponticum</i> Lin. —	(414) —	— <i>maritimus</i> Lin. —	(458, 500) 550
— <i>undulatum</i> Lin. Wurzel	(484) 550	— <i>obtusifolius</i> Lin. —	(457) 549
— Spec. Rhabarberwurzel	(484) —	— <i>Patientia</i> Lin. Samen	(415) —
<i>Rhinanthus glaber</i> Lam. Stengel, Wurzel	556	— <i>sanguineus</i> Lin. Wurzel	(457) —
— <i>major</i> Ehrh. —	—	— <i>tuberosus</i> Lin. —	(484) 550
<i>Rhipsalis funalis</i> Salm. —	(463) 564	<i>Ruppia maritima</i> Lin. Pollen	(468) 388
Rhizoboleae	568	— — Samen	(434, 504) 547
<i>Rhizophora Mangle</i> Lin. Samen	571	<i>Ruta divaricata</i> Ten. Wurzelstock	570
— — Wurzel	(447) —	— <i>graveolens</i> Lin. Samen	—
— <i>mucronata</i> Lam. Samen	—	— <i>linifolia</i> Lin. Wurzel	—
Rhizophoreae	—	— <i>macrophylla</i> Ker. Samen	—
<i>Rhodiola rosea</i> Lin. Wurzelstock	560	Rutaceae	—
<i>Rhus typhina</i> Lin. Samen	569	<i>Ruscus corallina</i> M. Z. Samen	566
<i>Rhynchosorys Elephas</i> Gris. Stengel, Wurzel	556	<i>Rytidiploea</i>	538
<i>Rhynchospora fusca</i> R. S. Samen	(471) 541	<i>Sabadilla officinarum</i> Brndt. Samen	548
<i>Ribes tenuiflorum</i> Lindl. —	561	<i>Saccharum Ravennae</i> Murr. Samen	(414) 539
Ribesaceae	—	— <i>spontaneum</i> Lin. —	(413) —
<i>Riccia</i> . Brutknospen	534	<i>Sagina apetala</i> Lin. —	(527) 565
<i>Richardia aethiopica</i> Kth. Samen	(520) 547	<i>Sagittaria sagittifolia</i> Lin. Knollen	548
— <i>scabra</i> Lin. —	552	— — Samen	(420) —
— — Wurzel	(432, 501) 553	<i>Sagus Rumphii</i> W. Stamm	(500, 529) 547
<i>Richardsonia scabra</i> Kth. Samen	552	Salicinaceae	540
— — Wurzel	(432, 501) 553	<i>Salicornia herbacea</i> Lin. Wurzel	—
<i>Ricinus communis</i> Lin. Samen	569	<i>Salisburia adianthifolia</i> Sm. Ast	536
<i>Riedelia corchorifolia</i> DC. —	(438) 566	<i>Selix amygdalina</i> Lin. Samen	549
<i>Rivina purpurascens</i> Schrd. —	(528) 565	<i>Salsola crassa</i> Bbrst. —	—
<i>Rivularia</i> . Sporen	531	— <i>ericoides</i> Bbrst. —	—
Rivularieen	—	— <i>Kali</i> Lin. —	—
<i>Robinia Pseudacacia</i> Lin. Samen	573	— — Wurzel	—
<i>Roridula dentata</i> Lin. —	563	— <i>rosacea</i> Lin. Samen	—
Rosaceae	572	— <i>Soda</i> Lin. —	(421) —
<i>Rostellaria abyssinica</i> Nees. Samen	556	<i>Salvadora paniculata</i> Hbst. Samen	551
<i>Rottboella arundinacea</i> Hbst. —	(412, 492) 538	Salvadoraceae	—
— <i>campestris</i> Nutt. —	(492) —	<i>Salvia Aethiops</i> Lin. Samen	558
Rottboelliaceae. Samen	—	<i>Salvinia natans</i> Hoffm. Sporen	535
<i>Roussea simplex</i> Sm. Samen	561	Salviniaceae	—
Rousseaceae	—	<i>Semolus Valerandi</i> Lin. Samen	558
<i>Royena lucida</i> Lin. Samen	569	<i>Sesuvium serrulata</i> Lin. —	563
— <i>villosa</i> Lin. —	—	Sesuydeae	—
Rubiaceae	562	<i>Sanguinaria canadensis</i> Lin. Wurzelstock	(461, 503) 568
<i>Rudbeckia speciosa</i> Wend. Samen	—		

<i>Sanicula europaea</i> Lin. Wurzelstock	559	<i>Schoberia altissima</i> Mey. Samen	540
Santalaceae	560	— <i>corniculata</i> Mey.	(590) —
Sapindaceae	568	— <i>salca</i> Mey.	(590) —
<i>Sapindus Mucorossi</i> Gärt. Samen	—	<i>Schoenus compressus</i> Pers.	(471) 544
— <i>Saponaria</i> Lin.	—	— <i>mucronatus</i> Lin. Wurzelstock	(431) —
<i>Saponaria lutea</i> Lin. Wurzel	565	— <i>nigricans</i> Lin. Samen	(471) —
— <i>officinalis</i> Lin.	(463) —	<i>Scladocalyx Warscewiczii</i> Rag. Wurzelstock	(446) 557
— <i>persica</i> Mey. Samen	(327) —	<i>Scilla autumnalis</i> Lin. Zwiebel	(441) 544
— <i>Vaccaria</i> Lin.	(587) —	— <i>biflora</i> Ruiz. Samen	549
Sapotaceae	558	— <i>maritima</i> Lin. Zwiebel	(499) 544
Suproleguia	521	— <i>mutans</i> Sm. Pollen	388
<i>Sarcandra chloranthoides</i> Gardn. Samen	547	— <i>peruviana</i> Lin. Zwiebel	(491) 544
<i>Sarcina</i>	520	<i>Scirpus Holoschoenus</i> Lin. Samen	(471) 541
<i>Sergassum linifolium</i> Turn.	533	— <i>maritimus</i> Lin.	(470) —
<i>Sarracenia flava</i> Lin. Samen	563	— — Wurzelstock	(482) —
Sarraceniaceae	—	— <i>mucronatus</i> Lin. Samen	(470) —
<i>Satureia hortensis</i> Lin. Samen	564	— <i>pungens</i> Vahl. Wurzelstock	(454) —
<i>Saurauja nepalensis</i> DC.	566	— <i>Rothii</i> Hoppe.	(454) —
Saurureae	568	— <i>setacea</i> Lin. Samen	(470) —
<i>Saururus cernuus</i> Lin. Wurzelstock	(429) —	— <i>supinus</i> Lin.	(470) —
<i>Sauvagesia erecta</i> Lin. Samen, Wurzel	568	— <i>triqueter</i> Lin. Wurzelstock	(454) —
Sauvagesiae	—	<i>Scleranthus perennis</i> Lin. Samen	(596) 565
<i>Saxifraga Cotyledon</i> Lin. Samen, Wurzel	560	— — Wurzel	—
— <i>granulata</i> Lin. Bulbillen	(448) —	<i>Scleria bracteata</i> Cav. Samen	(471) 541
— <i>rotundifolia</i> Lin. Wurzelstock	—	— <i>filiformis</i> Sw.	—
— <i>Vandellii</i> Strub. Wurzel	—	— <i>hispida</i> Hebst.	(471) —
Saxifrageae	—	— <i>microcarpa</i> Nees.	(471) —
<i>Scabiosa atropurpurea</i> Lin. Samen	(494) 558	— <i>sciendens</i> Nees.	—
— <i>caucasica</i> Lin. Pollen	388	— <i>triglomerata</i> Michx.	(471) —
— <i>columbaria</i> Lin. Wurzelstock	358	<i>Sclerochloa rigida</i> Panz.	(518) 590
— <i>cretica</i> Lin.	—	<i>Scleropus amarantoides</i> Schrd. Samen	(523) 540
— <i>graminifolia</i> Lin.	—	<i>Scolopendrium officinarum</i> Sw. Wurzelstock	(463) 534
— <i>Hladnikiana</i> Host. Samen	—	<i>Scorpinus sulcatus</i> Lin. Samen	573
— <i>pyrenaica</i> All. Wurzelstock	—	<i>Sporzonera humilis</i> Lin. Pollen	388
<i>Scaevola Koenigii</i> Vahl. Samen	—	<i>Scrophularia aquatica</i> Lin. Samen	556
<i>Scandix macrorrhyncha</i> F. M.	559	— <i>Hoppii</i> Koch. Stengelbasis	—
<i>Scheeria mexicana</i> Seem. Wurzelstock	(446) 557	— <i>nodosa</i> Lin. Wurzelstock	(459, 487) —
<i>Scheuchzeria palustris</i> Lin. Samen	(499) 548	— <i>pergrina</i> Lin. Wurzel	—
— — Wurzelstock	(454) —	— <i>vernalis</i> Lin. Stengelbasis	—
Schinzia	521	Scrophularineae	—
<i>Schismus marginatus</i> Beauv. Samen	(515) 528	<i>Scutellaria albida</i> Lin. Samen	554
<i>Schizaea elegans</i> Sw. Sporen	526	Scytonemeen	521
Schizaeaceae	521	<i>Secale cereale</i> Lin. Samen	(449, 479) 538
Schizandraceae	521	<i>Securigera Coronilla</i> Lin.	573
<i>Schizanthus porrigens</i> Hook. Samen	526	<i>Sedum Fabaria</i> Koch. Wurzelstock	(461) 520
<i>Schmidia urticulosa</i> Schg.	(500) 527	— <i>Telephium</i> Lin. Samen	—

<i>Spermannia ternifolia</i> Reg. Wurzelstock	(451)	557	<i>Solanum flavum</i> Kit. Samen	558
Selaginaceae		554	— <i>nigrum</i> Lin. Wurzel	(486) 556
<i>Selaginella helvetica</i> Spring. Sporen		586	— <i>rostratum</i> Dun. Samen	558
Selaginellaceae		—	— <i>stoloniflorum</i> Schicht. Stolonen	556
<i>Sempervivum montanum</i> Lin. Samen		500	— <i>uberosum</i> Lin. Knollen	(489) —
<i>Serjania</i> . Samen		568	<i>Soldanella alpina</i> Lin. Wurzelstock	(460, 487) 558
<i>Serpicula brasiliensis</i> Camb. Samen		571	<i>Sollya heterophylla</i> Lindl. Samen	568
<i>Sesbania aegyptiaca</i> Pers.		578	<i>Sophora flavescens</i> Ait.	578
<i>Seseli gracile</i> W. K.		559	— <i>japonica</i> Lin.	—
— <i>tortuosum</i> Lin. Wurzelstock		—	<i>Sorghum cernuum</i> W.	(412) 538
<i>Sesleria elongata</i> Host. Samen	(515)	538	— <i>vulgare</i> Pers.	(413) —
<i>Setaria flava</i> Kth.	(410)	536	<i>Soulamea amara</i> Lam.	568
— <i>glauca</i> Beauv.	(410)	—	Soulameae	—
— — Wurzel		540	<i>Sparganium natans</i> Lin. Samen	(478) 547
— <i>italica</i> Beauv. Samen	(410)	536	— <i>ramosum</i> Huds. Wurzelstock	(484) —
— <i>verticillata</i> Beauv. Wurzel		540	<i>Sparmannia palmata</i> Mey. Samen	568
— <i>viridis</i> Beauv.		—	<i>Spartianthus junceus</i> Lk.	572
<i>Shorea robusta</i> Rxb. Samen	(474)	566	<i>Spartina cynosuroides</i> W.	(512) 537
<i>Sicyos australis</i> Endl.		564	<i>Spartothamnus junceus</i> Cunn.	554
<i>Sida abutilon</i> Lin.		565	<i>Specularia perfoliata</i> DC.	558
— <i>americana</i> Lin.		—	<i>Spergula arvensis</i> Lin.	(526) 565
<i>Sideritis montana</i> Lin.		554	— — Wurzel	—
<i>Sideroxylon spinosum</i> Lin.		558	<i>Spergularia salina</i> Pral. Samen	(526) —
<i>Silene tenuifolia</i> DC.		569	<i>Spermacoe tenuior</i> Lin.	558
<i>Silene acaulis</i> Lin. Wurzel		565	<i>Sphaerolobium vimineum</i> Sm.	578
— <i>ambigua</i> Camb. Samen	(527)	—	<i>Sphaeroplea</i> . Sporen	532
— <i>conoidea</i> Lin.	(527)	—	<i>Sphaerostigma strigosum</i> F. M. Samen	571
<i>Siler aquilegifolium</i> Gärt.		559	<i>Sphagnum acutifolium</i> Ehrh. Sporen	534
— <i>trilobum</i> Scop.		—	<i>Sphallerocarpus Cyminum</i> Desf. Samen	559
<i>Simaruba officinalis</i> DC.		569	<i>Sphenoclea zeylanica</i> Gärt.	558
Simarubaceae		—	<i>Spigelia anthelmia</i> Lin. Wurzel	553
<i>Simsia subaristata</i> Gray. Samen		558	<i>Spilantbes oleracea</i> Lin. Samen	558
<i>Sinapis alba</i> Lin. Wurzel		562	<i>Spinacia glabra</i> Mill.	(521) 549
— <i>arvensis</i> Lin. Pollen		388	— <i>inermis</i> Mnch.	(521) —
<i>Sipanea carnea</i> . Samen		552	<i>Spiraea Filipendula</i> Lin. Wurzel	(465, 503) 572
Siphonaceae		532	— <i>hypericifolia</i> Lin. Pollen	388
<i>Sison Amomum</i> Lin. Samen		559	<i>Spirillum</i>	582
<i>Stryrnchium affine</i> Schulz.		545	<i>Spirogyra jugalis</i> Kütz.	(520) —
— <i>flexuosum</i> Spr.		—	— <i>orthospira</i> Näg.	(520) —
<i>Stum latifolium</i> Lin.		559	<i>Sporobolus coromandelinus</i> Kth. Samen	(520) 582
Smilacaceae		544	— <i>pungens</i> Kth. Stolonen	(491) 549
<i>Smilax aspera</i> Lin. Samen		—	<i>Stachys angustifolia</i> Bbrat. Samen	554
— <i>China</i> Lin. Wurzelstock	(455, 483)	—	— <i>densiflora</i> Bthb.	—
— <i>Sassaparill</i> wurzel	(483)	—	<i>Stachytarpheta dichotoma</i> Vahl.	—
<i>Sola hispida</i> Mnch. Samen		572	<i>Stachhouisia linearifolia</i> Cunn.	568
Solanaceae		559	Stachhouisiaceae	—

<i>Staphylea pinnata</i> Lin. Pollen	568	<i>Tacca pinnatifida</i> Lin. Samen	544
— — — — — Samen	568	— — — — — Wurzelstock	(488) —
Staphyleaceae	—	Taccaceae	—
<i>Stictica elata</i> Fisch. Samen	(473) 551	<i>Talinum patens</i> W. Samen	(585) 584
— — — — — <i>Limonium</i> Lin. —	(473) —	<i>Tamarindus indica</i> Lin. —	573
— — — — — Wurzelstock	—	Tamariscineae	567
<i>Stellaria bulbosa</i> Wulf. Knollen	(436, 489) 565	<i>Tamarix angustifolia</i> B. M. Samen	—
<i>Stenantha prunifolia</i> R. Br. Samen	550	<i>Tamus communis</i> Lin. —	544
<i>Sterculia</i> . Samen	566	— — — — — Wurzelstock	(449) —
Sterculiaceae	565	Taxineae	535
<i>Sternbergia lutea</i> Ker. Zwiebel	(455) 545	<i>Taxus baccata</i> Lin. Samen	—
<i>Stichococcus</i>	531	— — — — — <i>tibernica</i> Hook.	—
<i>Stigmaphyllon</i> . Knollen	567	<i>Teleianthera polygonoides</i> Moq. —	(523) 549
<i>Stigonemeen</i>	531	<i>Telephium Imperati</i> Lin. —	(526) 565
Stilbaceae	554	<i>Tellima grandiflora</i> Lindl. —	560
<i>Stipa Calamagrostis</i> Whtbg. Samen	(508) 537	<i>Teloxys aristata</i> Moq. —	(521) 549
— — — — — <i>gigantea</i> Lag. —	(418, 507) —	<i>Tephrosia dichrocarpa</i> Steud. —	573
— — — — — <i>papposa</i> Nees. —	(507) —	<i>Terminalia angustifolia</i> Jacq. —	571
— — — — — <i>pennata</i> Lin. —	(508) —	— — — — — <i>Badamia</i> DC.	—
Stipaceae . Samen	—	— — — — — <i>Benzoin</i> Lin. f.	—
<i>Stratiotes aloides</i> Lin. Samen	(493) 544	— — — — — <i>Catappa</i> Lin.	—
— — — — — Wurzelstock	545	<i>Ternstroemia dentata</i> Sw. —	566
<i>Streptocarpus Rhexii</i> Lindl. Samen	557	Ternstroemiaceae	—
<i>Strychnos nux-vomica</i> Lin. —	538	<i>Testudinaria rupicola</i> Eckl. Samen	544
<i>Stürmia Loeselii</i> Rehb. Knollen	546	<i>Tetragonia expansa</i> Ait. —	(525) 564
— — — — — <i>minima</i> Hoppe. Samen	(519) 537	<i>Tetragonolobus conjugatus</i> Ser. —	573
Stylidiaceae	552	<i>Tetraphyle lanceolata</i> E. Z. —	560
<i>Stylidium fruticosum</i> R. Br. Samen	—	<i>Tetrapteryx citrifolia</i> Pers. —	567
— — — — — <i>Lehmannianum</i> Sond. Wurzelstock	—	Tetralheca . Samen	550
<i>Styphnolobium japonicum</i> Schott. Samen	573	— — — — — <i>viminea</i> Lindl. Wurzelstock	568
<i>Styopodium Atomaria</i> Kütz. —	532	<i>Tetroncium magellanicum</i> W. —	542
Styraceae	550	<i>Teucrium Botrys</i> Lin. Samen	554
<i>Styrax officinale</i> Lin. Samen	—	— — — — — <i>hyrcanicum</i> Lin. Frucht	(455) —
<i>Seccia australis</i> Schott. —	552	— — — — — Samen	—
— — — — — <i>pratensis</i> Mnh. Wurzelstock	(466) —	<i>Thalia dealbata</i> Fras. —	(479) 546
<i>Setherlandia frutescens</i> R. Br. Samen	573	<i>Thalictrum aquilegifolium</i> Lin. —	561
<i>Swainsonia coronillaefolia</i> Sal. —	—	<i>Thea Bohea</i> Lin. —	(474, 495) 566
<i>Swartzia triphylla</i> W. —	574	<i>Thelygonum Cynocrambe</i> Lin. Samen, Wurzel	548
Swartzieae	—	<i>Theobroma Cacao</i> Lin. Samen	(495) 566
<i>Swertia perennis</i> Lin. Wurzelstock	(458, 485) 553	<i>Thermopsis fabacea</i> DC. —	579
<i>Swietenia Chloroxylon</i> Rxb. Samen	567	<i>Thesium alpinum</i> Lin. Wurzel	550
— — — — — <i>humilis</i> Zucc. —	—	— — — — — <i>rostratum</i> M. K. Samen	—
<i>Symphytum bulbosum</i> Schmp. Knollen	(432) 554	— — — — — Wurzelstock	—
— — — — — <i>tuberosum</i> Lin. Wurzelstock	(439, 486) —	<i>Thomasia dumosa</i> Cunn. Samen	566
<i>Syringa Josikaea</i> Jacq. f. Samen	558	Thorea	530
— — — — — <i>vulgaris</i> Lin. Pollen	(464) 560	<i>Thuja occidentalis</i> Lin. Samen	585
<i>Syzygium guineense</i> DC. Samen	(439) 572	<i>Thunbergia alata</i> Hook. —	556

<i>Thunbergia fragrans</i> Rxb. Samen	(474)	556	<i>Tripbasis Aurantiola</i> Lour. Samen	(495)	567
<i>Tiaridium indicum</i> Lin. —		554	<i>Tripsacum hermaphroditum</i> Lin. f. —	(411)	537
<i>Tilia argentea</i> DC. —		566	<i>Tripterocarpus Brunonis</i> Endl. —		568
Tiliaceae		—	<i>Trisetum argenteum</i> R. S. —	(513)	588
<i>Tillaea muscosa</i> Lin. Samen		560	— <i>neglectum</i> W. —	(513)	—
<i>Tinnantia fugax</i> Scheidw. —	(478)	548	<i>Tristachya barbata</i> Nees. —	(513)	—
<i>Titanoderma</i>		538	<i>Tristania depressa</i> Lodd. —		572
<i>Tofieldia calyculata</i> Whlbg. Samen		548	<i>Triticum</i> . Samen	(470)	598
— — Wurzelstock	(454)	—	— <i>amyleum</i> Ser. Samen	(419)	—
<i>Tordylium syriacum</i> Lin. Samen		550	— <i>cristatum</i> Schrb. —	(419)	—
<i>Torilis Anthriscus</i> Gmel. Wurzel		—	— — Wurzel		540
<i>Tormentilla erecta</i> Lin. Wurzelstock	(465)	578	— <i>dicoccum</i> Schrnk. Samen	(419)	538
<i>Tozzia alpina</i> Lin. —		556	— <i>monococcum</i> Lin. —	(419)	—
<i>Tradescantia virginica</i> Lin. Samen	(478)	542	— <i>repens</i> Lin. Stolonen		540
<i>Tragopogon pratensis</i> Lin. Pollen		388	— <i>rigidum</i> Schrd. Samen	(419)	538
<i>Tragopyrum lanceolatum</i> Bbrst. Samen	(415)	549	— <i>turgidum</i> Lin. —	(418, 470)	—
<i>Trapa natans</i> Lin. —	(481)	571	<i>Triumfetta Schimperii</i> Hchst. Wurzel	(489)	566
— — Stolonen	(464)	—	<i>Trixago apala</i> Stev. Wurzel, Stengel		556
Trapeae		—	<i>Trollius europaeus</i> Lin. Samen		561
<i>Tremandra verticillata</i> Hort. Samen		568	Tropaeoleae		570
<i>Tremandreae</i>		—	<i>Tropaeolum majus</i> Lin. Samen		—
<i>Trevirania longiflora</i> Reg. Wurzelstock	(446)	557	— <i>tuberosum</i> R. P. Knollen		—
<i>Triachyrum cordofanum</i> Hchst. Samen	(509)	537	<i>Trophis aspera</i> Retz. Samen		548
— <i>longifolium</i> Hchst. —	(509)	—	<i>Tadaea picta</i> Desn. Wurzelstock	(446)	557
<i>Trianthema monogynum</i> Lin. —	(526)	564	— <i>Regelii</i> Heer. —	(446)	—
<i>Tribulus terrestris</i> Lin. —		570	<i>Talipa Gessneriana</i> Lin. Zwiebel	(440)	548
— — Wurzel	(505)	—	— <i>sylvestris</i> Lin. —	(440)	—
<i>Trichasma calycinum</i> Walp. Samen		572	<i>Tunica Saxifraga</i> Koch. Samen	(527)	565
<i>Trichera pubescens</i> Schrd. Pollen		388	— — Wurzel		—
<i>Trichilia micrantha</i> Spruce. Samen	(495)	567	Turnera, Turneraceae. Samen		563
— Spec. Samen	(495)	—	<i>Typha minima</i> Hoppe. Wurzelstock	(500)	547
<i>Tricholaena tosea</i> Nees. Samen	(410)	536	— <i>tenuifolia</i> H. B. Samen	(520)	—
<i>Trichonema Bulbocodium</i> Ker. Zwiebelknollen	(483)	545	Typhaceae		—
— <i>roseum</i> Ker. Samen		—	<i>Udora cordofana</i> Hchst. Stengel		545
<i>Trifolium alatum</i> Biv. —		572	— <i>guianensis</i> Steud. —		—
— <i>alpinum</i> Lin. Wurzelstock	(465)	573	<i>Ulex europaeus</i> Lin. Samen		572
— <i>badium</i> Schrb. —	(465)	—	<i>Ulmus tuberosus</i> Loz. Knollen	(468)	565
— <i>montanum</i> Lin. —	(465)	—	Ulmaceae		548
— <i>pratense</i> Lin. Pollen		388	<i>Ulmus campestris</i> Lin. Samen		—
<i>Triglochin Barrelieri</i> Lois. Samen	(428)	542	<i>Ulothrix</i>		532
— — Wurzelstock	(431, 499)	—	<i>Uveen</i>		—
— <i>maritimum</i> Lin. —	(454)	—	<i>Uvina</i>		531
<i>Trigonella annulata</i> Forsk. Samen		572	Umbelliferae		579
<i>Trillium rhomboideum</i> Mchx. Wurzelstock	(432)	544	<i>Umbilicus pendulinus</i> DC. Samen		560
<i>Trinia vulgaris</i> DC. Wurzel.		559	— — Wurzelstock	(434)	—
<i>Triodia decumbens</i> Beauv. Samen	(513)	538			

<i>Urtica latifolia</i> Mchx. Samen	(441) 538	<i>Viburnum lantanoide</i> Mchx. Samen	549
<i>Urtica parviflora</i> Trin. —	(507) 537	<i>Viola calcarata</i> Desf. —	(490) 579
<i>Urtica aristulata</i> Nutt. —	(513) 538	— <i>Faba</i> Lin. —	(495) —
<i>Urtica depressa</i> Steud. —	(507) 537	— <i>sativa</i> Lin. —	(496) —
<i>Uropetalum serotinum</i> Ker. —	543	<i>Vigna glabra</i> Sav. —	(487) —
<i>Urtica Dodartii</i> Lin. —	548	<i>Vilfa coromandelina</i> Beauv. —	(509) 537
— <i>pilulifera</i> Lin. Wurzel	—	— <i>pungens</i> Beauv. Stolonen	(481) 540
Urticaceae	—	<i>Villarsia nymphoides</i> Vent. Samen	559
Utriculariaceae	558	<i>Viminetaria Preissii</i> Meisn. —	573
<i>Vaccaria vulgaris</i> Host. Samen	(527) 565	<i>Vinca minor</i> Lin. Stolonen	(493) 559
<i>Vaccinium Myrtillus</i> Lin. —	559	— — Wurzel	(485) —
<i>Vaccinium Farnesiana</i> W. A. —	574	<i>Viola cornuta</i> Lin. Pollen	(467) 399
<i>Valeriana montana</i> Lin. Wurzelstock	553	— — Samen	569
— <i>officinalis</i> Lin. —	(468, 485) 551	— <i>caucullata</i> Ait. Wurzelstock	(489) —
— <i>Phu</i> Lin. Samen	—	— <i>odorata</i> Lin. —	—
— <i>salianca</i> All. Wurzelstock	(468, 485) —	— <i>palustris</i> Lin. —	(469, 489) —
— <i>tuberosa</i> Lin. —	(468, 485) —	— <i>pinnata</i> Lin. —	(489) —
Valerianaceae	—	Violariaceae	—
<i>Valisneria spiralis</i> Lin. Wurzelstock	(449) 544	<i>Virgilia intrusa</i> R. Br. Samen	577
<i>Valonia utricularis</i> Ag. —	(399) 528	<i>Viscum album</i> Lin. —	(437) 500
Valoniaceae	—	<i>Visenia tomentosa</i> R. P. —	(428) 506
<i>Valeriana robusta</i> Steud. Samen	(474) 536	<i>Vitex facisa</i> Lam. —	554
<i>Vaucheria</i> . Sporen	539	<i>Vitis vinifera</i> Lin. —	500
— <i>tuberosa</i> A. Br. Knollen	(459) —	<i>Viviana grandiflora</i> Lindl. —	570
Vaucheriaceae	—	Vivianaceae	—
<i>Velleia trinervis</i> Lab. Wurzelstock	552	<i>Vachysia vismiifolia</i> Spruce. Samen	—
<i>Veratrum album</i> Lin. Samen	543	Vochysyaceae	—
— — Wurzelstock	(455, 499) —	<i>Vulpia delicatula</i> Lk. Samen	(518) 539
— <i>angustifolium</i> Pursh. Samen	—	— <i>membranacea</i> Lk. —	(517) —
<i>Verbaacum Lychnitis</i> Lin. Wurzel	536	<i>Wachendorfia hirsuta</i> Thbg. Samen	(492) 545
— <i>Schraderi</i> Mey. Samen, Samenträger	(474) —	<i>Wahlenbergia lobelioides</i> A. DC. Wurzel	558
— <i>thapsiforme</i> Schrd. Wurzel	—	<i>Waldsteinia geoides</i> W. Wurzelstock	579
— <i>Thapsus</i> Lin. Samen, Samenträger	(474) —	<i>Waltheria indica</i> Lin. Samen	(437) 566
<i>Verbena prostrata</i> Ait. Samen, Wurzel	554	<i>Weinmannia glabra</i> Lin. f. —	509
— <i>supina</i> Lin. Wurzel	—	<i>Willdenowia teres</i> Thbg. Wurzel	(498) 541
Verbenaceae	—	<i>Wittmannbachia</i> . Samen	568
<i>Veronica austriaca</i> Lin. Wurzel	(459, 487) 556	<i>Wulfenia carinthiaca</i> Jacq. Wurzelstock	(459, 487) 556
— <i>Beccabunga</i> Lin. Pollen	398	<i>Xanthium macrocarpum</i> DC. Samen	552
— <i>biloba</i> Lin. Samen	556	<i>Xanthorrhoea australis</i> R. Br. —	544
— <i>Chamaedrys</i> Lin. Pollen	(457) 399	<i>Xerotes flexifolia</i> R. Br. —	543
— <i>urticifolia</i> Lin. f. Wurzelstock	566	— <i>mucronata</i> R. Br. —	—
Verrucaria	531	— <i>Preissii</i> Radl. —	—
<i>Vestia lycioides</i> W. Samen	566	— — Wurzelstock	—
<i>Viburnum Lantana</i> Lin. Pollen	398	— <i>spartea</i> Egd. —	—
— — Samen	553		

Xerotideae	543	Zingiber officinale Rosc. Wurzelstock	(442) 546
Xylocarpus Carapa Spr. Samen	567	Zingiberaceae	—
Xyrideae	541	Zizania aquatica Lin. Samen	(506) 536
Xyris operculata Lab. Samen	(519) —	— clavulosa Mchx. —	(506) —
— semifuscata. —	(520) —	Zornia angustifolia Sm. —	573
Zannichellia pedicellata Fr. Pollen	389	— — Wurzel	(491) 574
— — Samen	(424) 547	Zostera marina Lin. Pollen	388
Zantedeschia aethiopica Spr. —	(520) —	— — Samen	(423) 547
Zanthoxyleae	569	— nana Roth, Wurzelstock	(432) —
Zanthoxylon fraxineum W. Samen	—	Zoysia tenuifolia W. Samen	(414) 539
Zazyntha verrucosa Gärt. —	552	Zygnema cruciatum Ag.	(529) 531
Zea Mays Lin. —	(409) 536	— . Sporen	532
Zellencryptogamen	531	Zygnemaceae	(529) 531
Zephyranthes Atamasco Herb. Samen	545	Zygophyllae	570
Zingiber officinale Rosc. —	(478) 546	Zygophyllum Fabago Lin. Samen	—

Druckfehler und Verbesserungen.

- Pag. II Zelle 4 von unten lies: *um* statt: *und*.
- 72 " 5 v. o. lies: *Marantastärke* statt: *Kartoffelstärke*.
- 95 " 19 v. u. bis Pag. 100. Die „*andere Sorte von trockener Kartoffelstärke*“ ist *Marantastärke*.
- 102 " 4 v. o. die „*Sorte Kartoffelstärke*“ ist *Marantastärke*.
- 107 " 15 v. u. die „*Sorte von trockener Kartoffelstärke*“ ist *Marantastärke*.
- 116 " 4 v. o. die „*trockene Sorte von Stärke*“ ist *Marantastärke*.
- 168 " 2 v. u. lies: *hohl* statt: *hell*.
- 233 " 11 v. o. lies: *concentrische* statt: *concentrirte*.
- 349 " 14 v. u. lies: *vermindert sich mit der Zunahme des Produktes* statt: *vermehrt sich mit dem Produkt*.
- 397 " 13 v. u. lies: *drusen* statt: *drüsen*.
- 404 " 22 v. o. lies: *Hörnern* statt: *Körnern*.
- 422 " 18 v. u. lies: *Pilularia globulifera* statt: *Globularia pilulifera*.
- 437 " 18 v. u. (zu *Carolinea*) lies: *Typ. 14* statt: *Typ. 15*.
- 457 " 16 und 14 v. u. (zu *Polygonum aviculare* und *Polygonum Convolvulus*) füge bei: *unter zusammengesetzten, wenig-
sähligen ungleichtheiligen Körnern (vd. Pag. 500)*.
- 462 " 13 v. o. (zu *Viola palustris*) lies: *Typ. 14* statt: *Typ. 15*.
- 464 " 6 v. u. (zu *Myriophyllum verticillatum*) lies: *Typ. 14*. statt: *Typ. 15*.
- 482 " 20 v. u. (zu *Luzula spadicea*) füge hinzu: *Dabei einfache Körner von unausgebildetem Bau (vd. Pag. 454)*.
- 484 " 9 v. o. lies: *häufiger* statt: *häufig*.
- 489 " 2 v. u. (zu *Hypericum elodes*) nach *Bau* füge hinzu: *(vd. Pag. 464)*.
- 517 " 3 v. o. lies: *borealis* statt: *Corealis*.
- 595 " zweite Spalte Z. 16 v. o. (nach *Bromus squarrosus*) setze: *Samen* statt: —.
- 598 " " Z. 23 v. o. (nach *Cistineae*) lies: *563* statt: *463*.

(1000)

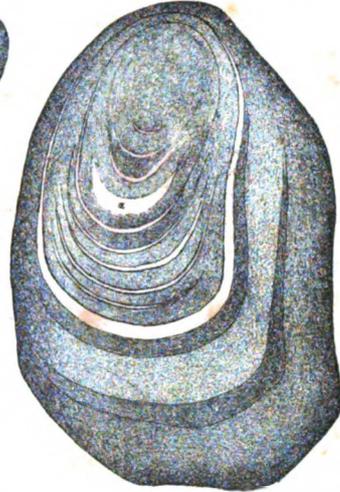
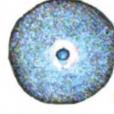
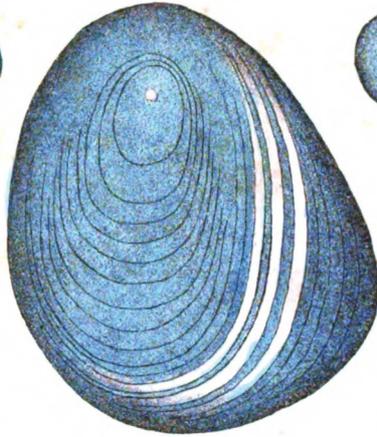
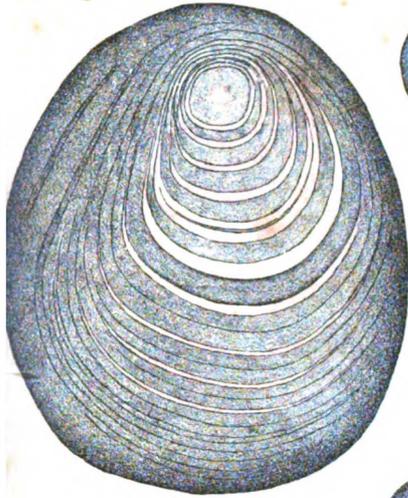
1.

4A.

2.

4B.

3.

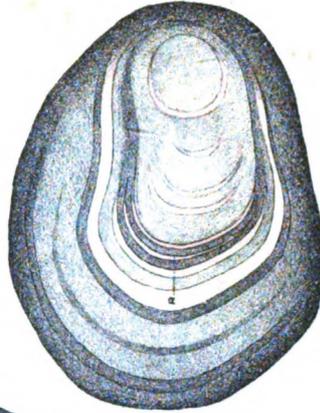
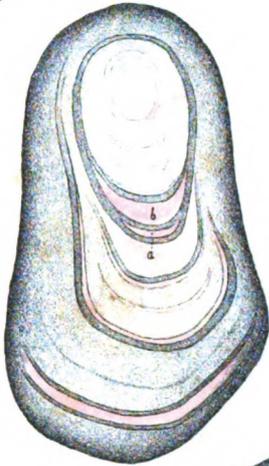
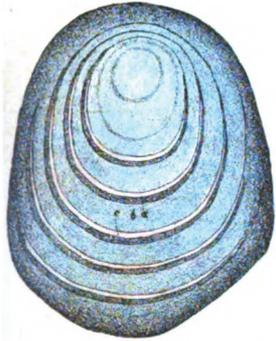


6.

7.

5.

8.



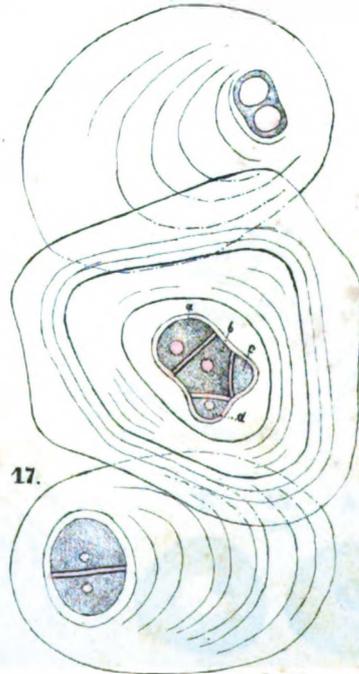
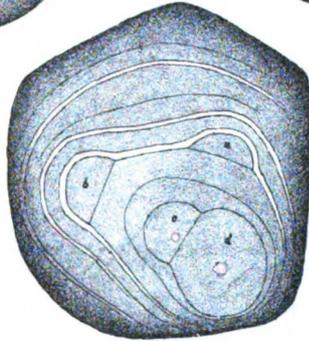
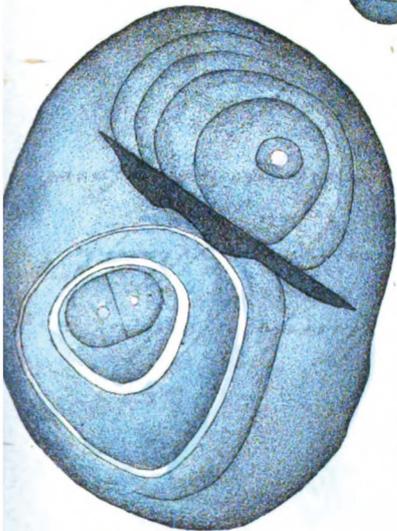
11.

15.

12.

10.

9.



13.

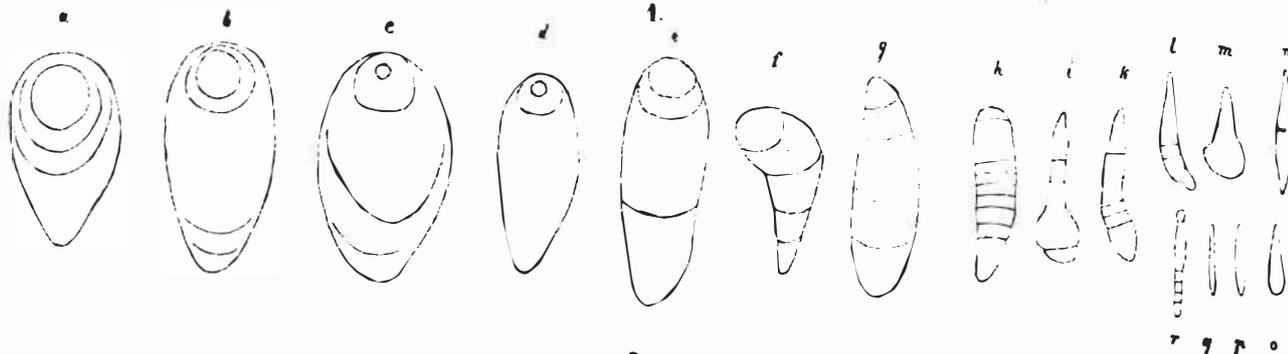
14.

16.

17.



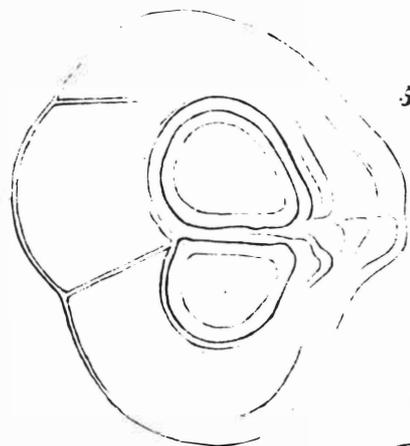
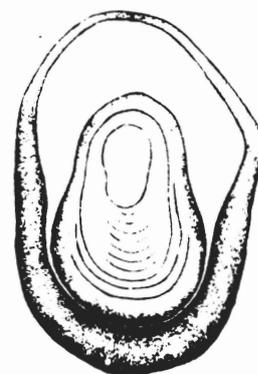
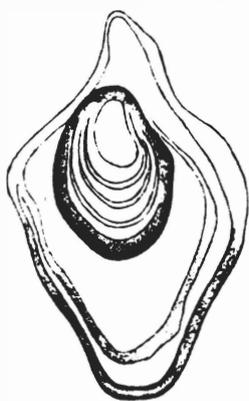
(1000.)



3.

2.

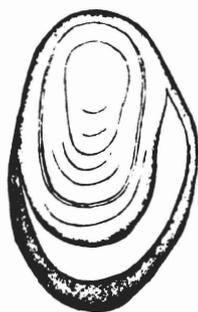
4.



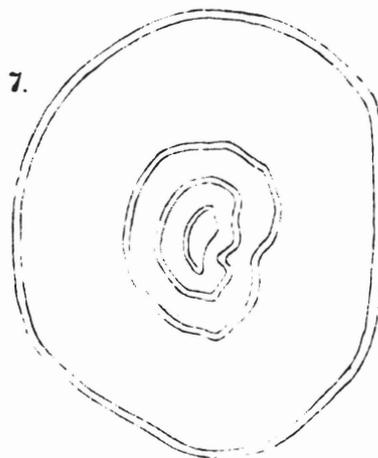
5.

6.

7.



9.

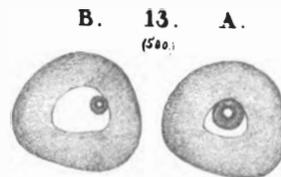
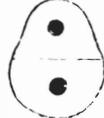
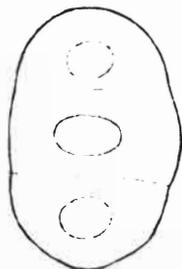


10.
(500.)

11.
(500.)

12.
(500.)

13.
(500.)



B.

A.

