

der aus meinen bisherigen Beobachtungen sich ergebenden Beziehungen der Blattgestalt zur sonstigen Verwandtschaft muss ich zunächst verzichten, da bisher keine einzige Familie in einer genügenden Anzahl von Repräsentanten untersucht werden konnte, um eine sichere Basis zu gewinnen.

41. N. Pringsheim: Ueber Cellulinkörner, eine Modification der Cellulose in Körnerform.

(Mit Tafel VII.)

Eingegangen am 28. Juni 1883.

Bei meinen Untersuchungen über Saprolegnien waren mir schon vor Jahren im Inhalte der Schläuche und Oogonien eigenthümliche Körner von etwas fremdartigem Aussehen aufgefallen, die hier bald einzeln und sparsam, bald zu kleineren oder grösseren Gruppen vereinigt, bald haufenweise nebeneinander auftreten.

Bei *Leptomitus lacteus* Ag. (*Saprolegnia lactea* mihi) habe ich auf ihre Existenz schon vor 23 Jahren aufmerksam gemacht; sie auch gezeichnet¹⁾, ohne sie jedoch einer eingehenderen Besprechung zu unterziehen.

Die fast unglaubliche Verwechslung dieser Körner mit grossen und kleinen Amöben, welche Herr Zopf verführt hat, dieselben mit den von mir aufgefundenen Spermamöben der Saprolegnien zu identifiziren²⁾, veranlasst mich hier zu einigen näheren Angaben über dieselben.

Das Interesse, welches sie vom allgemeinen, histologischen Standpunkte beanspruchen dürfen, und die vielseitigen Beziehungen, die sie zum Wachstume der Stärkekörner und Zellwände zeigen, wird übrigens die ausgedehnte Behandlung, die sie hier erfahren müssen, zu rechtfertigen vermögen.

Die Körner, von denen hier die Rede ist, treten in den jüngsten und ältesten Schläuchen der Saprolegnien auf.

So lange sie klein sind, erscheinen sie, wie flache, scheibenförmige oder polyedrische Plättchen mit abgerundeten Ecken, die aus einer

1) Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. II. p. 228. Taf. XXIII und XXV.

2) Man vergleiche hierüber meine Notiz: „Ueber vermeintliche Amöben in Saprolegnien“. Bot. Centralblatt 1883, No. 25; Bd. XIV, No. 12.

dichten, homogenen Substanz bestehen. Sie erscheinen zugleich bei durchfallendem Lichte im microscopischen Gesichtsfelde nicht absolut farblos, sondern besitzen einen sehr schwachen, matten, grau-blauen oder bläulich-weissen Farbenton; so etwa, wie ihn die dichteren Schichten der Stärkekörner, oder manche verdichtete Zellmembranen hier und da zeigen. (Fig. 2a; Fig. 10, 11, 12 . . .).

Die grösseren haben sehr wechselnde, im Allgemeinen der Kugelform genäherte Gestalten mit stellenweise flächenartiger Begrenzung (Fig. 3—8, Fig. 14).

Schon in mittleren Altersstufen treten unbestimmte Andeutungen von Schichtung an ihnen auf, und die ältesten Körner endlich sind fast immer nach Art der Stärkekörner deutlich und regelmässig geschichtet.

Bei den *Achlyen* und *Saprolegnien* tritt die Schichtung erst bei den allerältesten Körnern deutlich hervor. (Fig. 14).

Viel früher dagegen tritt sie schon bei *Leptomitus lacteus*, Ag. und *Leptomitus brachynema*, Hildebr. auf; bei diesen *Saprolegnien* die ich hier *Apodya lactea* und *Apodachlya brachynema*¹⁾ nennen werde, kann sie schon an den Körnern, die in den mittleren Gliedern der Schläuche sich finden, leicht und regelmässig beobachtet werden. (Fig. 3, 8).

Bei *Achlya colorata* und *polyandra* findet man nun an der Basis der alten Schläuche, dort, wo diese aus den holzigen, im Wasser liegenden Zweigstücken, auf denen sie wachsen, hervortreten, diese Körner oft in grossen Haufen in allen möglichen Entwicklungsstufen nebeneinander (Fig. 10).

1) Zur Nomenclatur dieser beiden Pflanzen, die hier mehrfach erwähnt werden müssen, bemerke ich hier nur kurz das Folgende:

Dass der *Leptomitus lacteus* Ag. eine wirkliche *Saprolegniee* ist, habe ich in meinem schon citirten Aufsätze (Jahrbücher f. w. B. II, p. 228) nachgewiesen und gezeigt, dass er in der Zoosporenbildung mit der Gattung *Saprolegnia* übereinstimmt. Später hat Hildebrand (Jahrb. für wiss. Bot. V, p. 261) eine zweite Form aufgefunden, die sich dem *Leptomitus lacteus* nahe anschliesst, aber kürzere Fäden und Glieder, als dieser hat; Er nennt diese Form dort *Leptomitus brachynema*. Cornu hat dann (Annalen d. sc. nat. V., Sér. XV, p. 14) beide Pflanzen auf Grund ihres übereinstimmenden vegetativen Habitus unter dem Gattungsnamen „*Apodya*“ vereinigt. Nun habe ich aber gefunden, worüber Näheres an anderem Orte mitgetheilt werden soll, dass der *Leptomitus brachynema* Hildebr. seine Zoosporen nicht wie *Saprolegnia*, sondern wie *Achlya* bildet. Nach den Grundsätzen, welche man bisher bei der Abgrenzung der *Saprolegnien*-Gattungen festhielt, können daher beide Pflanzen nicht in einer Gattung vereinigt werden. Unter Beibehaltung des Gattungsnamen „*Apodya*“ für den *Leptomitus lacteus*“ halte ich es daher für nothwendig, für den *Leptomitus brachynema* eine zweite Gattung unter den Namen „*Apodachlya*“ aufzustellen:

Apodya lactea Cornu ist daher hiernach synonym mit *Leptomitus lacteus* Ag.

Apodachlya brachynema mihi synonym mit *Leptomitus brachynema* Hildebr.

In den höher gelegenen, d. h. jüngeren Partien der Schläuche findet man so bedeutende Ansammlungen seltener. Die Haufen bestehen hier meist aus einer viel geringeren Anzahl von grossen und kleineren Körnern.

In den jüngsten Zweigen und Aesten der Schläuche endlich sieht man dieselben entweder überhaupt nur einzeln und zerstreut auftreten, oder sie sind hier zu kleineren Gruppen vereinigt, die immer nur aus sehr wenigen, oft nur aus 2—3 Körnern bestehen. (Fig. 11, 15 b, 13.)

Einzelne zerstreute Körner findet man ausserdem überall in den Zweigen, Aesten und Stämmen, auch in den ältesten, wo sie die grossen Haufen bilden, neben und zwischen diesen.

Dass die grossen Körner ältere Entwicklungsstufen der kleineren sind, zeigt der erste Blick auf einen Haufen.

Die kleineren gehen durch eine Art Sprossung und darauf folgende Abgliederung aus den grösseren hervor, und die kleinsten werden ausserdem auch unmittelbar durch freie Bildung aus dem Zellplasma niedergeschlagen. Ueber diese Entstehungsweise sollen weiter unten nähere Angaben folgen.

Kein umsichtiger Beobachter wird diese Körper für Fortpflanzungszellen, oder gar für selbständige biologische Entwicklungsstufen fremdartiger Organismen ansehen.

Alle Erscheinungen ihres Vorkommens und ihrer Form sprechen vielmehr von vornherein dafür, dass sie nichts anderes sind, als histologische oder chemische Bildungsproducte des Zellinhalts, so etwa wie Stärkekörner, Chlorophyllkörner, Proteinkörner und dergleichen.

Höchstens könnte es fraglich erscheinen, ob sie normale oder pathologische Producte des Zellinhalts sind, und im Anschluss hieran könnte man vielleicht auf den Gedanken kommen, dass bei ihrer Entstehung Parasiten der Saprolegnien irgendwie mitwirken könnten. Namentlich könnte man hierbei an jene sonderbaren Parasiten der Saprolegnien denken, welche die Gattungen *Woroninia* und *Rozella* bilden und deren protoplasmatische Leibessubstanz in gewissen Entwicklungsstadien schwer von dem Protoplasma ihrer Nährpflanze zu unterscheiden ist.

Es wäre daher, wie man vielleicht zugeben kann, von vornherein und vor jeder genaueren Untersuchung auch die Annahme nicht ganz undenkbar, dass die hier besprochenen Körper gar nicht den Saprolegnien, als solchen, angehören, sondern histologische Bildungsproducte eines derartigen Schmarotzers sind, dessen Abwesenheit im Schlauche einer Saprolegniee sich ja nicht in jedem einzelnen Falle mit absoluter Sicherheit erweisen lässt.

Für ihre anatomische und histologische Bedeutung, die uns hier ganz allein beschäftigt, wäre dies nun zwar nicht von Belang, und schliesslich ganz gleichgültig, ob sie einer Saprolegniee oder einer Chytridiee angehören, doch will ich nicht unterlassen, gleich hier hervorzu-

heben, dass ihre Zugehörigkeit zu den Saprolegnieen sich aus ihrem ganzen Verhalten unzweifelhaft ergibt, und dass die Verhältnisse ihres Auftretens auch die Vermuthung ausschliessen, sie könnten einem der chytridieenartigen Schmarotzer der Saprolegnieen angehören.

Mit aller Entschiedenheit und mit vollem Nachdruck muss ich aber der Ansicht entgegentreten, dass diese Körper selbständige, in die Saprolegnieen eingedrungene Parasiten darstellen könnten.

Ihr Bau, ihre Entwicklung, ihr Wachstum und ihre chemische Beschaffenheit lassen einen solchen Gedanken gar nicht aufkommen, und ich erwähne auch nur der Vollständigkeit wegen, und mehr als Curiosum, als der Widerlegung werth, dass es diese Körper sind, welche, wie ich oben bereits anführte, Herr Zopf in seinen gegen mich gewendeten Thesen für eingewanderte Amöben angesehen, und mit den von mir beobachteten Spermamöben verwechselt hat.

Ich habe bereits erwähnt, dass diese Körper bald einzeln, bald in Gruppen oder grösseren Haufen vereinigt in den Schläuchen auftreten und in ihren älteren Zuständen geschichtet sind. Ich füge hier noch hinzu, dass sie namentlich bei *Achlya colorata* sehr häufig auch in den Oogonien, zwischen den Oosporen und der Oogoniummembran, auftreten (Fig. 15. c. c. c.) und dass sie hier, namentlich dann, wenn nur eine einzige grosse Oospore sich bildet, oft den gesammten Raum zwischen der Oogoniummembran und der Oospore ausfüllen. (Fig. 16.)

Abgesehen von der Schichtung stimmen ältere und jüngere Zustände in ihren microscopischen und microchemischen Characteren überein und diese letzteren geben eine genügend sichere Auskunft über die Stelle, welche ihnen unter den bekannten Producten vegetabilischer Zellen anzuweisen ist.

Zu diesem Behufe wird es genügen, von ihren microchemischen Reactionen nur die wichtigeren aufzuführen.

1. Diese Körper werden mit Jod nicht blau und nehmen überhaupt mit Jodlösungen jeder Art keine der bekannten Farbentöne der Jodstärke an.

2. In allen gebräuchlichen Lösungsmitteln der Fette und Harze sind sie vollständig unlöslich. So bleiben sie zum Beispiel selbst nach wochenlanger Behandlung mit absolutem und diluirtem Alkohol und Aether unverändert; sie lösen sich in diesen Lösungsmitteln nicht.

3. Sie geben ferner absolut negative Reactionen mit allen Reagentien, welche microchemisch die Anwesenheit eines proteinhaltigen Körpers anzeigen; denn:

- a) sie färben sich mit Jod weder gelb noch braun, sondern bleiben bei Behandlung mit Jodlösungen absolut ungefärbt, nehmen höchstens die Farbe der Jodlösung an, von der sie durchtränkt sind. (Fig. 9 u. 18.)

- b) Sie werden nicht gelb bei der Behandlung mit Salpetersäure allein, oder Salpetersäure und Ammoniak oder Kali, sondern bleiben völlig ungefärbt.
- c) Sie werden nicht roth, sondern bleiben unverändert und ungefärbt im Millon'schen Reagens. (Fig. 19.)
- d) Sie speichern Farbstoffe nicht auf. So nehmen sie z. B. Karminlösungen und Anilinroth gar nicht auf (Fig. 20.) und bleiben mit diesen Farbstofflösungen behandelt, auch nach tage- und wochenlanger Einwirkung, und nach vorheriger Behandlung mit Alcohol, Säuren, Alcalien etc. völlig farblos, während das umgebende Protoplasma der Schläuche sich tief gefärbt zeigt.

Andere sehr stark tingirende Farbstoffe, wie Haematoxylin, Anilinblau u. s. w. werden zwar unter Umständen von ihnen aufgenommen, und sie färben sich mit ihnen, wenn auch langsamer und später, als die protoplasmatischen Substanzen, in denen sie eingebettet sind; immer aber, auch im Falle tieferer Tinction erscheint ihre Färbung nur wie eine Durchtränkung mit der Farbstofflösung. Sie stehen daher in dieser Beziehung den protoplasmatischen Substanzen ungemein nach, und bleiben selbst den Fetttropfen gegenüber in ihrer Färbung weit zurück, stimmen dagegen im Verhalten gegen Farbstoffe mit den verschiedenen Cellulosemembranen, welche gleichfalls Farbstoffe vorübergehend aufnehmen, überein.

4. Kaustische Alcalien — so namentlich concentrirte Kali-Lauge — zeigen in der Kälte keine sichtbare Einwirkung auf dieselben. Sie quellen auch nach wochenlangem Liegen in Kalilösung nicht auf, ihre innere Organisation, Kern und Schichtung, bleiben erhalten, werden meist noch deutlicher, als vorher. Man kann sie auch in concentrirter Kali-Lösung einige Minuten aufkochen, ohne sie zu zerstören und ohne ihre Organisation zu beschädigen. Wird das Kochen länger fortgesetzt, so werden die Körper blasser und unscheinbarer.

5. Auch concentrirte und verdünnte Salpetersäure und Salzsäure scheinen bei gewöhnlicher Temperatur von geringer Einwirkung auf dieselben. Man kann sie in diesen Säuren wochenlang maceriren, ohne sie zu zerstören. Ebenso kann man sie in Salpetersäure, und in der Schulze'schen Mischung ohne Zerstörung kurze Zeit erwärmen. Sie behalten hierbei ihre Gestalt und erleiden keine bemerkbare, wesentliche Veränderung. Doch bei längerem Kochen werden sie namentlich in der Schulze'schen Mischung sehr blass und unscheinbar.

6. Dagegen lösen sie sich, gerade so, wie es manche Cellulosemembranen thun, und noch leichter, als z. B. die Membranen der *Apodya*- und *Apodachlya*-Schläuche, in deren Gliedern sie liegen, ohne Hinterlassung irgend eines Rückstandes schon in mässig

concentrirter Schwefelsäure (1 SO³:1 aq) bei gewöhnlicher Temperatur unter den Augen des Beobachters vollständig auf.

7. Ebenso lösen sie sich gleichfalls schon bei gewöhnlicher Temperatur, unmittelbar unter dem Auge des Beobachters und ohne Hinterlassung jedes Rückstandes sofort beim Hinzutreten von wässriger, nicht zu verdünnter Chlorzinklösung auf — gerade so, wie ein löslicher Krystall in Wasser verschwindet.

Diese sehr auffallende und charakteristische Erscheinung habe ich in den Figuren 16 und 17 meiner Tafel zur Darstellung gebracht.

8. Endlich verdient noch Erwähnung, dass sie bei unmittelbarem Einbringen in Kupferoxydammoniak, auch bei längerer Einwirkung desselben, sich nicht lösen.

Die angeführten Reactionen gelten ohne Ausnahme für alle hier besprochenen Körner, für die vereinzelt auftretenden und die in Gruppen und Haufen vereinigten; für die jungen sowohl, als für die alten Zustände, und endlich ebenso gut für die in den Oogonien, als die in den Schläuchen. Namentlich betone ich, dass die oft und zahlreich in den Oogonien zwischen Oosporen und Oogonienmembran auftretenden Körner (Fig. 15 und 16) absolut dieselben Bildungen sind, wie diejenigen, die vereinzelt, oder in Gruppen und Haufen in den Schläuchen auftreten (Fig. 15. b. b. Fig. 10—12).

Die morphologischen Charaktere dieser Körner, ihre Bildungsvorgänge und das Auftreten der charakteristischen Schichtung in den älteren Zuständen deuten sofort auf die Verwandtschaft mit Stärkekörnern und Zellmembranen hin.

Die microchemischen Reactionen stimmen hiermit im Allgemeinen überein und erweisen mit genügender Sicherheit, dass die Substanz, aus welcher die Körner bestehen, den sogenannten Protein-haltigen Gruppen der Pflanzenstoffe nicht angehört, schliessen aber gleichzeitig ihre Zugehörigkeit zu Fetten oder Harzen aus.

Aber auch die Möglichkeit, dass hier eigenthümliche Stärkekörner vorliegen, ist durch ihr Verhalten gegen Jodlösungen ausgeschlossen. Denn weder unmittelbar, noch bei Anwesenheit einer Säure nehmen sie mit Jodlösungen irgend eine der Farbennüancen der Jodstärke an. Selbst nach vorheriger Behandlung mit verschiedenen eingreifenden Reagentien gelingt es nur selten, Spuren einer Blaufärbung durch Jodlösungen an ihnen wahrzunehmen.

Die Blaufärbung durch Chlorzinkjod, oder Schwefelsäure und Jod ist bei ihnen durch ihre leichte Löslichkeit in Schwefelsäure und in Chlorzinklösung ausgeschlossen.

Ihre ausserordentliche Resistenz bei sehr verschiedenartiger chemischer Behandlung; ihre völlige Unlöslichkeit bei wochenlanger Maceration in kalten caustischen Alcalien, in kalter verdünnter und concentrirter Salz- und Salpetersäure, und dem gegenüber ihre überaus leichte und

vollständige Löslichkeit, ohne jeden Rückstand, schon in mässig concentrirter Schwefelsäure und in wässriger Chlorzinklösung unterstützen und bestätigen die Vorstellung, dass wir hier eine der vielen Modificationen des Zellstoffes vor uns haben, wie sie sonst nur in den natürlichen Zellmembranen auftreten, die im vorliegenden Falle aber in Körnerform aus dem Plasma niedergeschlagen wird. Unter den Modificationen der Cellulose, die man, gestützt auf die unmittelbaren Eigenschaften der natürlichen Zellmembranen der Gewebe zu unterscheiden versucht hat, nähert sich die hier vorliegende, die ich als „Cellulin“ bezeichnen will, wie es scheint, am meisten der Fibrose von Fremy, die gleichfalls eine Form der Cellulose darstellt, die in Schwefelsäure löslich, in caustischem Kali und in amoniakalischer Kupferoxydlösung aber unlöslich ist. Zu dieser Form der Cellulose gehört auch die sog. Pilzcellulose, mit welcher der Stoff der Cellulinkörner vielleicht am nächsten verwandt ist.

Auf die Frage, ob überhaupt ursprünglich verschiedene Modificationen der Cellulose anzunehmen sind, und ob die verschiedenen Eigenschaften der natürlichen Zellmembranen ausschliesslich nur durch die Einlagerungen verschiedener fremdartiger Substanzen bedingt sind, oder nicht vielmehr isomere, von einander zwar verschiedene, aber leicht in einander übergehende Modificationen eines Grundstoffes darstellen, soll hierbei gar nicht eingegangen werden; vielmehr soll hier nur ausgesagt sein, dass die stoffliche Grundlage der hier besprochenen Körner dieselbe ist, wie die der pflanzlichen Zellmembranen, und nur um die vorhandenen Verschiedenheiten anzudeuten, welche diese Körner in ihrem microchemischen Verhalten, einerseits von der chemisch gereinigten, und künstlich aus ihren Lösungen gefällten Cellulose, anderseits von den natürlichen Zellstoffmembranen noch scheidet, bezeichne ich den Stoff, aus dem sie bestehen, als „Cellulin“ und sie selbst als „Cellulin-Körner“.

Der wesentliche chemische Charakter dieser Modification des Zellstoffes ist vielleicht seine ausserordentlich leichte Löslichkeit in wässriger Chlorzinklösung und in verdünnter Schwefelsäure.

Die grosse Schwierigkeit, welche die Cellulinkörner bieten, in eine mit Jod sich bläuende, und in ammoniakalischer Kupferoxydlösung lösliche Form übergeführt zu werden, theilen sie mit vielen natürlichen Zellmembranen, namentlich wiederum mit denen der Pilze.

Die dargelegten specifischen Differenzen des Cellulins berechtigen somit schon, wie ich glaube, dasselbe als eine besondere Modification des Zellstoffes aufzufassen und von den vielen in Membranform existirenden Modificationen dieses Körpers zu unterscheiden, doch will ich dies durch den Vergleich der microchemischen Reactionen der Cellulinkörner mit denen der zunächst in Frage kommenden Modificationen der Zellmembranen, hier noch etwas näher zu begründen versuchen.

Vor Allem kommen hier die Membranen der Saprolegnieen-Schläuche selbst, in denen die Cellulin-Körner entstehen, in Betracht. Bei sehr grosser Aehnlichkeit finden sich auch hier entschiedene Differenzen, wobei noch zu bemerken ist, dass auch die Membranen der verschiedenen Saprolegnieen unter sich sehr erhebliche Verschiedenheiten zeigen. Namentlich unterscheiden sich die Membranen der *Achlyen* nicht unbedeutend von denen der sogenannten *Leptomitus*-Arten, d. h. also von denen von *Apodya* und *Apodachlya*.

Dass die Membran der Saprolegnieen aus Cellulose besteht, habe ich schon in meiner ältesten Arbeit über *Achlya prolifera*¹⁾ nachgewiesen, indem ich dort gezeigt habe, dass es leicht gelingt, die Membranen der Oogonien, der Sporangien und der Schläuche mit Jod zu bläuen. Es war dies meines Wissens der erste Nachweis einer Cellulose-Reaction bei pilzartigen Gewächsen. Dasselbe gilt von den Membranen von *Apodya* und *Apodachlya*, die sich gleichfalls mit Chlorzinkjod schon im frischen Zustande leicht bläuen lassen. Dagegen gelingt dies niemals mit den Cellulinkörnern. Diese lösen sich sofort beim Zutritt der Chlorzinkjodlösung in Folge der Einwirkung des Chlorzinks auf, und zwar geschieht dies so rasch, dass es mir niemals gelungen ist, ganz sichere Zwischenstadien aufzufinden, in welchen die Körner vor ihrer vollständigen Auflösung gebläut gewesen wären.

Derselbe Grund, ihre äusserst leichte Löslichkeit in Schwefelsäure, verhindert wohl auch ihre Bläuung durch Schwefelsäure und Jod.

Die Membranen der Saprolegnieen selbst verhalten sich gegen Schwefelsäure verschieden.

Die von *Apodya* und *Apodachlya* lösen sich in Schwefelsäure noch verhältnissmässig leicht, wenn auch schon schwerer, wie die Cellulin-Körner, die in ihren Gliedern liegen.

Die Membranen der *Achlyen* dagegen widerstehen der Schwefelsäure bedeutend länger, als die Cellulinkörner, und auch als die Membranen von *Apodya*. Die Cellulin-Körner lösen sich beim Zutritt der Säure sofort, während die Membran des *Achlya*-Fadens, in dem sie liegen, gar keine Veränderung erfährt.

Gegen mässig concentrirte Chlorzinklösung, in welcher, wie bereits erwähnt, alle Cellulin-Körner sofort verschwinden, sind die Membranen von *Apodya*, *Apodachlya* und auch von *Achlya*, wie es scheint, völlig resistent, sofern sie nicht vorher einer eingreifenden Behandlung durch Alcalien und Säuren unterworfen worden sind.

In ammoniakalischer Kupferoxydlösung sind ferner auch die Membranen der Saprolegnieen ebenso unlöslich, wie die Cellulin-Körner.

Nach vorherigem Kochen in Salpetersäure, oder nach Erwärmung in Salpetersäure und Kalichlorat lösen sich dagegen die Membranen

1) Nova Acta. Acad. Caes. Leop. Nat. Cur. Vol. XXIII. P. I. p. 419.

von *Achlya* und von *Apodya* oft augenblicklich in frisch bereiteter ammoniakalischer Kupferoxydlösung auf, während ich nach gleicher Behandlung an ihren Cellulinkörnern nur eine erhebliche Quellung ihrer inneren Schichten und keine vollständige Lösung beobachten konnte. Die peripherische Schicht, d. h. die Randschicht der Körner, scheint dem Lösungsmittel lange Zeit zu widerstehen, und so bleibt zwar jedes Korn in seiner Selbständigkeit erhalten, allein die innere Organisation, der Kern und die Schichtung, verschwindet, und das Korn gleicht nunmehr einer etwas aufgeblähten Kugel, die von einer homogenen, sehr blassen Substanz erfüllt ist. Diese Reactionen zeigen, dass das Cellulin auch mit dem Membranstoff der *Achlyen* und *Apodyen* nicht völlig übereinstimmt, dass aber die Membran von *Apodya* und *Apodachlya* ihm vielleicht noch näher steht, als die der *Achlyen*.

Die Verschiedenheit des Cellulins gegenüber anderen Modificationen des Zellstoffes, sowie auch gegenüber der künstlich aus ihren Lösungen niedergeschlagenen Cellulose geht gleichfalls aus den hier mitgetheilten Reactionen gegen Jodlösungen, und namentlich gegen Chlorzinkjodlösung und ammoniakalische Kupferoxydlösung schon zur Genüge hervor und bedarf keiner weiteren Ausführung.

Allein die völlige Uebereinstimmung der Cellulinkörner in Form, Auftreten und Wachsthum mit den gewöhnlichen, concentrisch geschichteten Stärkekörnern regt noch den Vergleich ihrer stofflichen Grundlage mit jener eigenthümlichen Zellstoffmodification an, die ihr morphologisch scheinbar noch näher steht, als die Pilzcellulose, nämlich mit der Amylocellulose.

Man könnte nämlich auf die Vermuthung kommen, dass hier Stärkekörner aus reiner Amylocellulose vorliegen, in welchen die Einlagerung von Granulose gänzlich unterblieben ist, und diese Vermuthung war auch diejenige, die ich bei der Prüfung dieser Körner zuerst ins Auge fasste. In der That würde diese Auffassung jedoch nur ein anderer Ausdruck für das sein, was ich schon behauptete, dass diese Körner aus einer Art Cellulose und nicht aus Stärke bestehen.

Doch entspricht auch diese Vorstellung nicht dem chemischen Verhalten der Cellulinkörner, denn diese unterscheiden sich sehr wesentlich von den durch Speichel, Säuren u. s. w. extrahirten Stärkekörnern, und chemisch von ihnen sogar noch mehr, als von der Pilzcellulose.

Die von der Granulose befreiten Stärkekörner stellen nach den übereinstimmenden Angaben der Beobachter, unter denen ich hier namentlich Mohl¹⁾ folge, eine äusserst leicht lösliche Modification des Zellstoffes dar. Sie werden nach Mohl von concentrirter Chlorzinkjodlösung augenblicklich zu einer braunrothen Flüssigkeit aufgelöst. Sie stimmen hiernach in diesem auffallenden Charakter ihrer Löslichkeit

1) Bot. Zeit. 1859, p. 237.

in Chlorzinklösung mit den Cellulinkörnern überein; ebenso in ihrem Verhalten gegen Jod, mit welchem sie sich bekanntlich ebenso wenig bläuen, wie die Cellulinkörner. Dagegen sind die extrahirten Amylum-Körner auch in Kupferoxydammoniak, in caustischer Kali-Lauge, in Salpetersäure, in Salzsäure u. s. w. augenblicklich löslich, während, wie ich oben gezeigt habe, die Cellulinkörner gegen alle diese Reagentien ausserordentlich resistent, und unmittelbar mit ihnen behandelt, in ihnen ganz unlöslich sind.

Diese Angaben werden genügen, um die chemische Beschaffenheit der Cellulinkörner und ihre stoffliche Verschiedenheit von den Stärkekörnern und den gewöhnlichen Zellmembranen nachzuweisen. Ich wende mich daher nun zu ihrem morphologischen und anatomischen Verhalten, welches gleichfalls für die Bildungsgeschichte der Zellwände und das Wachsthum der Stärkekörner von Interesse ist.

Was die Schichtung der älteren Cellulinkörner betrifft, so ist dieselbe, wie die Figuren zeigen, genau concentrisch. Es wechseln nach der gewöhnlichen Ausdrucksweise dichte und weiche Schichten regelmässig mit einander ab; sie sind um einen mittleren Kern gelagert, der hier, wie es scheint ohne Ausnahme, von der dichteren Substanz gebildet wird, und der fast genau die geometrische Mitte des ganzen Kornes einnimmt. Auch die äusserste peripherische Schicht desselben, die sog. Randschicht wird gleichfalls, wenigstens im erwachsenen Korn, stets von der dichteren Substanz gebildet.

Die Anzahl der unmittelbar sichtbaren Schichten ist auch bei den ältesten Körnern nicht gross, kaum mehr als 6—8. Die Körner liegen, von ihrem frühesten erkennbaren Auftreten an, frei an der inneren Seite des protoplasmatischen Wandbeleges (Fig. 12). Eine besondere, ihnen eigenthümlich zugehörige Grundlage nach Art der Stärkebildner, aus welcher die Schichten der älteren Körner sich nach einander hervorbilden würden, ist nicht vorhanden. Ueber die Entstehung der Schichten und das Wachsthum der Körner, ob durch Apposition oder durch Intussusception und innere Differenzirung kann selbstverständlich, ohne weitere Anhaltspunkte, der äussere Anschein hier ebenso wenig etwas Sicheres lehren, als bei Stärkekörnern und Zellmembranen.

Gewiss ist nur, dass die Körner noch im homogenen Zustande, in welchem noch keine Schichtung sichtbar ist, bedeutend wachsen und das Vielfache ihres ursprünglichen Durchmessers an Grösse erreichen können, und dass die Schichtung erst später an den älteren, bereits erwachsenen Körnern auftritt.

Dies spricht wenigstens zu Gunsten einer späteren Differenzirung der homogenen Substanz in die später sichtbaren concentrischen Kugelschalen, wenn man nicht eben annehmen will, dass die Schichtung schon im homogenen Korne vorhanden, und nur nicht sichtbar war.

Ueber die Aufnahme und den Ort der Anlagerung neuer Substanz

an dem homogenen, wachsenden Korne lehren daher die Cellulinkörner nichts wesentlich Neues; nur das Eine ist hier zweifellos, dass diese Vermehrung an Substanz nicht mit Hülfe und auf Kosten eines vorhandenen Stärkebildners geschieht.

Dagegen geben die Cellulinkörner einen ganz positiven Aufschluss über die Entstehung geschichteter Zwillingskörner und jener Complexe geschichteter Körner, die man bei den Stärkekörnern zusammengesetzte Körner nennt.

Man ist hier nicht, wie bei den Stärkekörnern, auf die Deutungen weit auseinander liegender Entwicklungszustände angewiesen, die grade in diesem Falle bekanntlich zu diametral entgegengesetzten Anschauungen geführt haben. Man kann die Entwicklungsgeschichte der Zwillingskörner und der zusammengesetzten Körner hier schrittweise verfolgen; da die aufeinanderfolgenden Entwicklungsstufen in genügender Anzahl und übersichtlich neben einander vorkommen, und über ihre Entstehung keinen Zweifel lassen. —

Zwillingskörner und zusammengesetzte Körner entstehen nun hier in höchst einfacher Weise durch eine Art Sprossung und darauf folgende Abgrenzung jüngerer Theilkörner an einem schon vorhandenen, einfachen Mutterkorne; also nicht durch innere Differenzirung und Spaltung, wie es Naegeli und die ihm folgen; aber noch viel weniger durch Verwachsung freier Körner, wie es Schimper und die neueren Anatomen, die diesem beipflichten, es sich bei den Stärkekörnern vorstellen.

Unter den bekannten Vermehrungsarten organischer Bildungen findet der Vorgang sein nächstes Analogon in der sogenannten hefeartigen Sprossung.

An einem Punkte seiner Peripherie treibt das Mutterkorn einen Vorsprung, der ihm ursprünglich als äusserst kleine Papille aufgesetzt ist (Fig. 10 a. a. a.).

Dieser Vorgang kann in allen, auch sehr jungen Alterszuständen der Körner eintreten. Ist das Mutterkorn, wenn er eintritt, bereits geschichtet (Fig. 6), so scheint die äussere peripherische Schicht, die sogen. Randschicht, an der Sprossung keinen Theil zu nehmen, und die Sprossung erscheint vielmehr als ein Product des Wachstums der zunächst unterhalb der Grenzschrift befindlichen zweiten Schicht, welche hervorquellend die Grenzschrift an dieser Stelle durchbricht.

Die hervorgewachsene Papille erscheint kurz nach ihrer Bildung von dem Mutterkorn durch eine ebene Lage von Substanz an ihrer Basis abgegrenzt, und dies geschieht offenbar durch eine ähnliche Differenzirung der Substanz, wie sie bei der Bildung der Schichten eines einfachen Kornes eintritt (Fig. 15 b, Fig. 13).

Nach ihrer Abgrenzung stellt die junge Papille ein selbständiges neues Korn dar, welches, wie das Mutterkorn, wachsen, sich differen-

ziren, und seinerseits wieder junge Tochterkörner bilden kann. Das entstandene Tochterkorn kann sich an seiner Basis von dem Mutterkorn lösen, und dies ist der gewöhnliche Vermehrungsvorgang der Körner bei *Apodya* und *Apodachlya*. Man findet bei diesen beiden Pflanzen daher gemeinlich nur einfache, isolirte Körner und nur selten Zwillingkörner.

Das Tochterkorn kann aber auch mit dem Mutterkorn für längere Zeit in ungetrennter Verbindung bleiben, und dann bilden Mutter- und Tochterkorn gemeinsam ein sogen. Zwillingkorn, und da der Vorgang sich an demselben Mutterkorn, und auch an dem Tochterkorn an verschiedenen Punkten der Peripherie mehrmals wiederholen kann, bevor die entstandenen Körner sich trennen, so gehen aus diesem Vermehrungsvorgange bald kleinere und grössere, oft vielzählige, zusammenhängende Gruppen von Körnern hervor, in deren Anordnung schon ihre Entstehungsgeschichte, und die genetische Folge der Körnergenerationen, aus denen sie bestehen, sich ausspricht (z. B. Fig. 13).

Bei den *Achlyen* ist dies der normale Fall; hier bleiben die auseinander hervorgehenden Generationen sehr lange mit einander in ungetrenntem Zusammenhange, und hier findet man daher die schon im Eingange erwähnten, mehr- bis vielgliedrigen, organisch verbundenen Körnergruppen, welche den Bildungen gleichwerthig sind, die man bei Stärkekörnern zusammengesetzte Körner nennt.

Ich stehe nicht an, den hier geschilderten, bei den *Achlyen* leicht nachweisbaren Vorgang der Entstehung der zusammengesetzten Körner auf die Bildungsgeschichte der Zwillingkörner und der zusammengesetzten Körner bei den wahren Stärkekörnern auszudehnen. Auch an diesen lassen sich Entwicklungsstufen nachweisen, welche eine derartige Sprossung junger Körner aus älteren zur Gewissheit erheben. Man kann schon aus der Anordnung der Theilkörner fast immer auf die Entwicklungsfolge der Sprossung bei der Entstehung des Complexes zurückschliessen. Alle anatomischen Befunde, die man an zusammengesetzten Stärkekörnern beobachtet hat, erklären sich überdies auf diese Weise am einfachsten.

Dass auch bei den halbzusammengesetzten Körnern der Zwilling im Innern, oder der mehrgliedrige Complex, um welchen die allgemeinen Schichten gelagert sind, ebenfalls aus Sprossung hervorgegangen ist, scheint mir ganz unfraglich; hierauf weist auch in diesen Fällen schon die Anordnung, Lage und Verbindung der Theilkörner hin.

Ueber die Entstehung der Schichten, welche den inneren Zwilling, oder mehrgliedrigen Complex eines halbzusammengesetzten Kornes umschliessen, will ich, so lange mir fortlaufende und ununterbrochene Entwicklungsreihen nicht zu Gebote stehen, noch keine entschiedene Ansicht aussprechen. Bei den Cellulinkörnern treten den halbzusammengesetzten Stärkekörnern entsprechende Bildungen selten auf. Allein die

Entstehung derartiger äusserer Schichten rings um einen inneren Zwilling oder Körnercomplex ist durch das bevorzugte oder ausschliessliche Wachstum der peripherischen Schichten eines durch Sprossung bereits entstandenen Zwillings oder mehrgliedrigen Complexes, auch ohne spätere Auflagerung desselben von Aussen sehr leicht verständlich. Die Quellungserscheinungen der Schichten und das Ineinanderfliessen derselben, worauf ich bald noch eingehender zurückkomme, lassen einen derartigen Vorgang einfach und natürlich erscheinen.

Die Sprossung der Cellulinkörner an ihrer Peripherie, durch welche, wie vorher gezeigt wurde, neue Körner und Körnergruppen entstehen, ist aber nicht der einzige Bildungsvorgang, durch welchen die geschichteten Körner sich vermehren. Daneben besteht noch die Bildung freier Cellulinkörner unmittelbar aus dem Protoplasma. Diese entstehen als sehr kleine Cellulinplättchen überall zerstreut in den Schläuchen ohne jede Beziehung zu einem Mutterkorn und, wie es scheint, immer an der inneren Seite des protoplasmatischen Wandbeleges (Fig. 12). Jedes so entstandene Cellulin-Plättchen kann alsdann durch Sprossung zu dem Bildungsheerd einer ganzen Gruppe werden.

Zur Aufklärung des näheren Vorganges bei der Entstehung der freien Cellulinkörner kann ich noch einige weitere Beobachtungen beibringen, die eine allgemeinere Verwerthung für die Entstehungsgeschichte der geformten Kohlenhydrate in der Pflanze zulassen. Bestimmte Elemente, von denen man mit Sicherheit aussagen könnte, dass sie unmittelbar zur Bildung der Cellulin-Plättchen verwandt würden, habe ich im Protoplasma der Schläuche nicht unterscheiden können. Da ferner, wie ich schon angab, auch die entstandenen Cellulin-Plättchen keine besondere, ihnen eigenthümliche, protoplasmatische Grundlage für ihr Wachstum besitzen, so muss wohl in der Weise unserer gewöhnlichen Vorstellung angenommen werden, dass das stoffliche Ernährungsmaterial für die Cellulinkörner eine optisch nicht weiter bemerkbare, flüssige Substanz ist, die das Protoplasma durchdringt, und aus welcher sie selbst wohl schon bei ihrer ersten Bildung sich absetzen mögen.

Diese Muttersubstanz der Cellulinkörner ist nun allerdings in den Schläuchen selbst nicht demonstrirbar; wohl aber in den Oogonien und hierdurch erhält jene Vorstellung eine unzweideutige factische Grundlage.

Fasst man nämlich die Beschaffenheit der Oogonien vor Bildung der Cellulinkörner ins Auge, so muss es offenbar auffallen, woher denn die Cellulinkörner in den Oogonien eigentlich kommen, da der Raum zwischen den Oosporen und der Oogoniummembran, in dem sie entstehen, (Fig. 15) vor ihrer Bildung ganz leer zu sein scheint.

In der That ist dies aber keineswegs der Fall; sondern dieser Raum ist wirklich von einer eigenthümlichen, glashellen, homogenen, halb, oder ganz flüssigen Substanz erfüllt, die sich nur wegen ihrer

physikalischen Beschaffenheit unter dem Microscope nicht unmittelbar optisch bemerkbar macht.

Die Sonderung oder Abscheidung derselben aus dem ursprünglichen Protoplasma des Oogoniums hängt mit der Bildung der Oosphären zusammen. Bei der Gestaltung der Oosphären aus dem protoplasmatischen Inhalte des Oogoniums bleibt jene Substanz als ein unverbrauchter Rest, welcher in das Bildungsmaterial der Oosphären nicht aufgenommen wird, im Oogoniumraum zurück, und stellt hier die Muttersubstanz dar, aus welcher die Cellulinkörner sich später niederschlagen.

Wenn auch nicht anatomisch und ihrer Zusammensetzung nach, so hat diese Substanz somit doch morphologisch, als unverbrauchter Rest des Protoplasma, den gleichen Werth, wie das von De Bary bei den Peronosporéen unterschiedene Periplasma, welches sich bei *Peronospora* später an der Bildung des Exosporiums der Oospore theilnimmt.

Bei *Achlya* ist dies sog. Periplasma durch seine ungemein einfache, homogene Beschaffenheit ausgezeichnet, und eben deshalb und weil es nicht mehr mit körnigen, protoplasmatischen Bestandtheilen untermengt ist, ist es bisher unbeachtet geblieben. Während das Periplasma der Peronosporéen von dem ursprünglichen Protoplasma des Oogoniums kaum unterschieden ist, und wie dieses von complicirter Zusammensetzung allerlei körnige Bildungen von unbekanntem Werthe führt, ist das Periplasma von *Achlya* dagegen — und hierdurch wird es eben für die Auffassung des histologischen Vorganges bei der Bildung der festen Kohlenhydrate so werthvoll — ganz allein, oder doch wesentlich nur auf die eigentliche, glashelle Muttersubstanz der Cellulinkörner reducirt und man darf wohl annehmen, dass es wesentlich nichts anderes ist, als ein flüssiges Kohlenhydrat, denn es geht direct durch blosse Umwandlung, gleichsam durch blosse Annahme eines anderen Aggregatzustandes, in die Cellulinkörner über. Ob hier einfache Verdichtung durch Wasserabgabe stattfindet, ist freilich microscopisch nicht nachweisbar.

Diese Entstehung der geschichteten, den Stärkekörnern und Zellmembranen biologisch gleichwerthigen Cellulinkörner durch directe Umwandlung aus einer sichtbaren, oder doch demonstrirbaren, vorher gebildeten, formlosen, stofflich ihnen verwandten, homogenen Substanz, ohne jede Beziehung zu einem, hier gar nicht mehr vorhandenen, Protoplasma liegt in diesem Falle äusserst klar vor Augen.

Es ist kaum zu zweifeln, dass derselbe Vorgang auch in den Schläuchen der Saprolegnieen eintritt, und dass auch hier der Bildung und dem Wachsthum der Cellulinkörner die Ausscheidung einer ihrer Substanz isomeren Flüssigkeit vorhergeht. Somit liefert die unmittelbare Beobachtung der Cellulinkörner in den Oogonien, wie ich bereits oben hervorhob, eine unbestreitbare, thatsächliche Grundlage für die gangbare

Auffassung der Entstehung der Stärkekörner und Membranen in der Pflanzenzelle.

Ueber das fernere Verhalten der Cellulinkörner in den Schläuchen kann ich noch einige weitere Erfahrungen mittheilen, die gleichfalls ihre Verwandtschaft und ihre Beziehungen zu den Zellwänden deutlich hervortreten lassen.

In den Schläuchen der *Achlyen*, namentlich in den älteren Theilen derselben, hat man an älteren Haufen oder Gruppen von Cellulinkörnern, die als zusammengesetzte Körner aus Sprossung hervorgegangen sind, häufig Gelegenheit zu beobachten, dass die nebeneinanderliegenden Körner der Gruppe mit einander förmlich verkleben.

Ein kleines derartiges Conglomerat von Körnern stellt die Fig. 20 a meiner Tafel dar. Auf diese Weise können ganz beliebig geformte, grosse Massen von homogener Cellulose-Substanz in den Schläuchen der *Achlyen* entstehen, die ganz unregelmässig bald hier, bald da auftreten, und die aus derselben, wenig veränderten Modification des Zellstoffes, welche die Cellulinkörner bildet, bestehen. Sie lassen ihre Bildung aus einzelnen, vorher selbständigen Körnern oft gar nicht mehr erkennen, oder tragen nur noch Spuren dieser Entstehung an sich.

Dieser Verschmelzungsprozess beruht offenbar auf der gleichen gallertartigen Quellung der Cellulinsubstanz, auf welche auch die Schichtung der Cellulinkörner zurückzuführen ist; die Quellung schreitet hier, wie bei der gallertartigen Umwandlung von Cellulosemembranen, bis zum völligen Ineinanderfliessen der vorher geschiedenen Schichtungen der einzelnen Körner fort. Hierdurch können auch Verwachsungen der Cellulinkörner mit der Zellwand eintreten, und Wunden derselben geschlossen werden. Dies geschieht, wenn quellende Haufen alter Cellulinkörner in die Nähe der Wände der Schläuche zu liegen kommen. Die Wand des Schlauches wird alsdann in den Quellungsvorgang (Fig. 14a) hineingezogen, und die Cellulinkörner verkleben mit derselben zu einer zusammenhängenden Masse. Bei *Apodya* und *Apodachlya* nimmt dieser Vorgang hin und wieder einen normalen Charakter an und erhält einen gewissen morphologischen Werth.

Die Schläuche dieser Pflanzen besitzen bekanntlich regelmässige Stricturen (Fig. 1. 2. 3. 4. 8.), durch welche dieselben gleichsam in Glieder getheilt werden. Die Glieder stehen aber durch die Strictur in offener Communication mit einander, und die Pflanze behält daher in ihren vegetativen Theilen einen einzelligen Charakter bei. In den jungen Zweigen und Aesten findet sich gewöhnlich in jedem Gliede nur ein einziges Cellulinkorn, in den älteren sind oft mehrere vorhanden. Bei den passiven Lageveränderungen des Inhalts der Schläuche, welche durch Wachsthum und Plasmabewegung bedingt sind, treten hin und wieder die Cellulinkörner der Glieder in die Stricturen zwischen denselben (Fig. 3a) ein. Es beginnt dann auch hier sehr bald ein Ver-

quellungs- und Verschmelzungsprocess des in die Strictur eingezwängten Cellulinkorns mit der Membran des Schlauches, und hierdurch werden die Glieder, wie durch dicke Querwände oder Pfropfen, gegen einander abgeschlossen.

Mit einer gewissen Regelmässigkeit, oder doch häufig, tritt dieser Vorgang an der Basis derjenigen Glieder auf, welche bei *Apodya* und *Apodachlya* zu den Zoosporangien werden, wie ich dies bereits in meinem Aufsätze über *Leptomitus lacteus*¹⁾ beiläufig erwähnt und abgebildet habe. Hierdurch werden die Zoosporangien dieser Pflanze zu abgeschlossenen Organen und das Cellulinkorn in der basalen Strictur vertritt daher hier offenbar die Bildung einer Scheidewand.

Sehr bemerkenswerther Weise tritt nun ganz derselbe Vorgang auch bei einer einzelligen Alge ein, nämlich bei *Bryopsis*, wo ich denselben gleichfalls schon vor Jahren erwähnt und abgebildet habe²⁾.

Hier werden nämlich die ursprünglich offenen Seiten-Fiederchen, in denen die sexuellen und asexuellen Zoosporen entstehen, ebenfalls noch nachträglich dadurch zu abgeschlossenen Organen, dass eigenthümliche Pfropfen in die basalen Einschnürungen der Fiederchen eintreten und hier mit den gleichfalls quellenden Seitenmembranen der Fiederchen verwachsend dieselben verschliessen. Ich vermuthe daher jetzt, dass auch dort der sich einzwängende Pfropfen, den ich damals nicht weiter untersucht habe, ein Cellulinkorn ist, oder doch aus einer dem Cellulin ähnlichen Modification von Cellulose besteht.

Offenbar sprechen sich in diesen Erscheinungen nahe Beziehungen der Cellulinkörner zum Wachsthum der Zellwände aus, und man kann sich, wenn man diese pfropfenartigen Verschlüsse der Zellwände durch die Cellulinkörner, und ihre Verschmelzung zu homogenen, membranartigen Massen berücksichtigt, kaum der Hypothese erwehren, dass das Auftreten von Cellulin-Plättchen, oder selbständiger Cellulose-Körner von weiterer Verbreitung in den Pflanzenzellen ist, und dass diese bei der Bildung der Zellwände vielleicht eine allgemeinere Rolle spielen.

Vielleicht wird der letzte Verschluss der Cellulose-Platte, die bei der Theilung der Zellen ringartig von der Peripherie ins Centrum hineinwächst, schliesslich, wie bei *Apodya* und *Bryopsis*, durch ein selbständiges Cellulin- oder Cellulose-Korn bewirkt, welches in die Oeffnung des Ringes eintritt, und mit demselben verquellend sie verschliesst.

Vielleicht gehören auch die Zellplattenelemente von Strasburger, die derselbe schon früher für Stärke hielt, jetzt aber für eiweissartige

1) Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. II, p. 228. Die Regelmässigkeit des Auftretens der Cellulinkörner in jedem Gliede hat mich damals auch zu der Vermuthung verführt, sie könnten hier die Zellkerne vertreten.

2) Monatsberichte d. Kgl. Acad. d. Wissensch. in Berlin, Mai 1871, p. 244 (5).
Fig. 3, 8, 9

Substanzen erklärt¹⁾), schon hierher, und sind in der That direct als Cellulinkörner oder Celluloseplättchen zu deuten, aus deren Verquellung die Mittellamelle hervorgeht.

Doch sollen und können diese Hypothesen nur als hingeworfene Andeutungen gelten, deren Bestätigung oder Widerlegung sich aus späteren, umfassenderen Beobachtungen über die Verbreitung der Cellulinkörner, oder ähnlicher, geformter und selbständiger Cellulosekörner im Inhalte der Zellen ergeben muss, und ich bemerke nur noch, dass bei der Aufsuchung derselben hier und in anderen Fällen das charakteristische Merkmal der Cellulinkörner, ihre äusserst leichte Löslichkeit in mässig concentrirter Chlorzinklösung die besten Dienste erweisen wird.

Was ich selbst bisher an Beobachtungen über die Verbreitung der Cellulinkörner gesammelt habe, habe ich hier mitgetheilt. Es beschränkt sich auf das Vorkommen derselben bei den Saprolegnien und auf meine gegenwärtige Deutung der Pflöpfen bei *Bryopsis*, die ich für unbedenklich halte. Ausserdem aber zweifle ich auch nicht an ihrem Vorkommen bei den Peronosporen. Obgleich ich in letzter Zeit nicht Gelegenheit hatte, mich hiervon durch die unmittelbare Beobachtung zu überzeugen, kann ich dies doch mit der grössten Wahrscheinlichkeit schon aus den vorhandenen Abbildungen der Peronosporen erschliessen. So stehe ich zum Beispiel keinen Augenblick an, die Körper, welche De Bary in dem Periplasma der Oogonien von *Peronospora Alsinearum* zwischen Oospore und Oogoniummembran abgebildet hat²⁾), unbedenklich für Cellulinkörner zu erklären. Eine Nachprüfung wird dies leicht bestätigen.

Endlich können hierher zum Theil vielleicht auch die Bildungen gezogen werden, die man als Florideen- und Phaeophyceen-Stärke und als Paramylon bezeichnet hat³⁾). Sie zeigen, wie die Cellulinkörner mehr in ihrem Vorkommen und in ihrer Form, als in ihrem chemischen Character Aehnlichkeit mit den wahren Stärkekörnern. Entsprechend wie bei diesen Bildungen möchte man daher auch die Cellulinkörner vielleicht als „Pilzstärke“ bezeichnen wollen.

Dies wäre aber durchaus incorrect, denn es hat ja offenbar keinen Sinn, von Stärkekörnern ohne Stärke zu reden, d. h. von Stärkekörnern, denen der wesentlichste Character der Stärke fehlt.

Dagegen ist gar kein Grund vorhanden, nicht anzuerkennen, dass die Cellulose auch in Körnerform im Inhalte der Zellen auftreten und abgelagert werden könne. Ist dies bisher auch noch nicht ausgesprochen

1) Bau und Wachsthum der Zellhäute. Jena 1882, p. 172.

2) Ann. des sc. nat. 4. série, T. XX, Pl. 8, Fig. 14.

3) Man vergl. Schmitz, die Chromatophoren der Algen pag. 151 u. f., ferner Klebs, Organisation einiger Flagellatengruppen p. 39.

und hervorgehoben, so ist dies doch im vorliegenden Falle ganz ausser Zweifel.

So lange man daher überhaupt noch Stärkekörner und Celluloseformationen unterscheiden will, müssen die Cellulinkörner zu den letzteren gerechnet werden, und die genauere Untersuchung muss von dem hier bezeichneten Gesichtspunkte aus erst feststellen, ob die oben genannten Bildungen der sogenannten Florideen-Phaeophyceen- und Euglenen-Stärke zu den Stärke- oder zu den Cellulose-Formationen zu zählen sind. Hierbei dürfte ferner noch der Umstand in Frage kommen, in wie weit dieselben als wirkliche Reservestoffe abgelagert und von der Pflanze als solche auch benützt werden. Die Cellulinkörner sind, soweit meine gegenwärtigen Erfahrungen reichen, nicht als Reservestoffe, sondern vielmehr nur als Auswurfstoffe des Stoffwechsels zu betrachten.

Man darf vielleicht die Stärke-Metamorphose, welche der Zellstoff in den Stärkekörnern erleidet, nur als ein Mittel bezeichnen, durch welches der Zellstoff für die Pflanze assimilirbar wird.

Nach den gegebenen Mittheilungen über die chemische Natur, die Entstehung und das Wachsthum der Cellulinkörner erscheint die im Eingange berührte Frage, ob dieselben wirklich den Saprolegnien angehören, und ob sie physiologische oder pathologische Producte derselben sind, fast überflüssig, jedenfalls nebensächlich.

Da jedoch die bereits berührte, störende Verwechslung derselben mit Amöben und Parasiten vorgekommen ist, so will ich, um bei dem Leser die letzten möglichen Zweifel zu zerstreuen, meinen Aufsatz nicht schliessen, ohne hierauf noch zurückzukommen. Es ist ersichtlich kein Grund vorhanden die Cellulinkörner für pathologische Producte anzusehen. Dass sie bei *Achlya* in so grosser Anzahl gebildet werden, ist kein besonders verdächtiger Umstand und zeigt nur die reichliche Bildung von Kohlenhydraten in dieser Pflanze an.

Sie treten, dies ist völlig sicher, in den ganz normalen und gesunden, jungen und alten Schläuchen auf, und sind hier ein constantes, nie fehlendes Stoffwechselproduct, dessen regelmässige Bildung, namentlich bei *Apodya* und *Apodachlya* sich leicht constatiren lässt; weil hier in jedem jungen Gliede kurz nach seiner Anlage mit grosser Regelmässigkeit ein einziger derartiger Cellulinkörper auftritt (Fig. 2).

Ihr verbreitetes und regelmässiges Vorkommen bei den Saprolegnien und, wie ich überzeugt bin, auch bei den Peronosporien und bei *Bryopsis* weist schon den Verdacht zurück, dass sie vielleicht einem unsichtbaren Parasiten angehören, dessen Leibessubstanz das Protoplasma der Saprolegnien symbiotisch, und ununterscheidbar durchdringt.

Da jedoch bei den Saprolegnien wirklich Parasiten vorkommen, von denen in gewissen Entwicklungsstadien eine derartige vollständige Durchdringung des ganzen Plasmas der Nährpflanzen nicht absolut

ausgeschlossen ist, so muss dieser Punct hier noch erörtert werden. Die in Frage kommenden Parasiten gehören bekanntlich den Gattungen *Rozella*, *Woroninia*, *Olpidiopsis* an.

Man findet nun häufig in solchen Rasen der Saprolegnien, die voll von Cellulinkörnern sind, keine Spur der leicht erkennbaren Vermehrungs-Organe dieser Parasiten, und der Entwicklungszustände ihrer eingedrungenen Schwärmer.

Wo ferner in den Schläuchen der Saprolegnien wirklich *Woroninia*, *Rozella*, *Olpidiopsis* auftreten und zur Fructification gelangen, da bleiben ersichtlich bei der Bildung der Vermehrungsorgane des Schmarotzers die Cellulinkörner ausgeschlossen. Der Schmarotzer assimiliert den gesammten Zellinhalt der Saprolegniee, mit Ausnahme der Cellulinkörner.

In den Gliedern der *Saprolegnia*, die sich zur Bildung der Sori der *Woroninia* durch Scheidewände abschliessen, findet man daher zwar den gesammten protoplasmatischen Inhalt des Gliedes zur Bildung der bekannten Sori des Schmarotzers verbraucht, aber neben den Soris sieht man die unverbrauchten Cellulinkörner liegen, die der Parasit in seine Leibessubstanz gar nicht aufnimmt. Ebenso findet man die Cellulinkörner der *Saprolegnia* in den s. g. falschen Oogonien, in welchen die *Olpidiopsis*-Sporangien sich ausbilden, neben diesen Sporangien unverbraucht liegen.

Es scheint der Schmarotzer nicht im Stande Cellulose zu assimiliren, und dies möchte vielleicht allgemein für die pflanzlichen Schmarotzer Geltung haben.

Man weiss ferner, dass die Schwärmsporen dieser parasitischen Gattungen die Zoosporen der Saprolegnien nicht befallen¹⁾; es lässt sich daher die Zugehörigkeit der Cellulinkörner zu den Saprolegnien auch durch Schwärmsporen-Culturen demonstrieren.

Die Erzeugung reiner Schwärmsporen - Culturen ist ja bei den Saprolegnien äusserst leicht auszuführen und am einfachsten und bequemsten auf dem Wege, den ich schon in meiner ältesten Arbeit über die *Achlya proliferata*²⁾ angab, wenn man nämlich die zu inficirenden Objecte von dem alten Rasen der Pflanze, der zur Infection benutzt wird, und sich in reichlicher Zoosporenbildung befinden muss, in dem Versuchsgefässe durch einen Glascylinder trennt.

Wird das inficirte Object, sobald die ersten Zoosporen sich angesetzt haben, aus dem Gefässe, in welchem die Infection erfolgte, herausgenommen und getrennt in reinem Wasser weiter cultivirt, so erhält man junge Rasen, die nur von Zoosporen-Keimlingen herrühren und selbst wenn der Schmarotzer im alten Rasen vorhanden war, nicht wohl vom Schmarotzer befallen sein können.

1) Vgl. Fischer in Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XIII, p. 301.

2) Nova Acta Acad. Caes Leop N C. (1851), Vol. XXIII, P. I, p. 431 (37).

Sollte dies aber in der ersten Generation doch noch der Fall gewesen sein, so ist dies in den folgenden Generationen ganz unmöglich, wenn man den ersten durch Infection erhaltenen Rasen wiederum in derselben Weise zu einer neuen Infection und zur Erzeugung eines zweiten, aus Schwärmsporen hervorgehenden Rasens benützt, und dann weiter immer in gleicher Weise eine dritte, vierte Infection u. s. w. ausführt. Denn in den jungen Rasen, die so zur Infection benützt werden, sobald ihre ersten Zoosporangien sich entwickeln, konnte der Schmarotzer, selbst wenn er in der ersten Generation sich noch eingefunden haben sollte, in der kurzen Zeit, in welcher diese schon zur Zoosporenbildung gelangen, bei dem langsamen Gange seiner eigenen Entwicklung unmöglich die nöthige Zeit, die er braucht, zur eigenen vollen Ausbildung und zur Reifung seiner Sporangien finden.

Ich erwähne nur noch, dass ich viele derartige Generationen von Schwärmsporen - Keimlingen der Saprolegnien aus einander erzogen habe, und dass sie alle, die ersten, wie die letzten, voll von Cellulinkörnern, waren.

Die Zugehörigkeit der Cellulinkörner zu den Saprolegnien halte ich daher auch auf diesem Wege für erwiesen, und diejenigen, die einige Kenntniss von den Formen und Bildungen haben, auf die es hier ankömmt, werden jetzt begreifen, woher in den sogenannten Experimenten von Herrn Zopf¹⁾, dessen vermeintliche grosse und kleine Amöben in den Oogonien und in den Schläuchen herstammen.

Erklärung der Abbildungen.

Bei der Ausführung der Figuren der vorliegenden Tafel hat mir mein Assistent Herr Cand. philos. Paul Richter vorzügliche Dienste geleistet.

Fig. 1—9 gehören zu *Apodya lactea*. Die Cellulinkörner sind hier und da mit a bezeichnet.

Fig. 1 ca. 150-fach; Fig. 3, 300-fach; Fig. 8—9, 530-fach und Fig. 2, 4, 6, 7 sind 740-fach vergrössert.

Fig. 6 sprossendes Cellulinkorn von *Apodya lactea*.

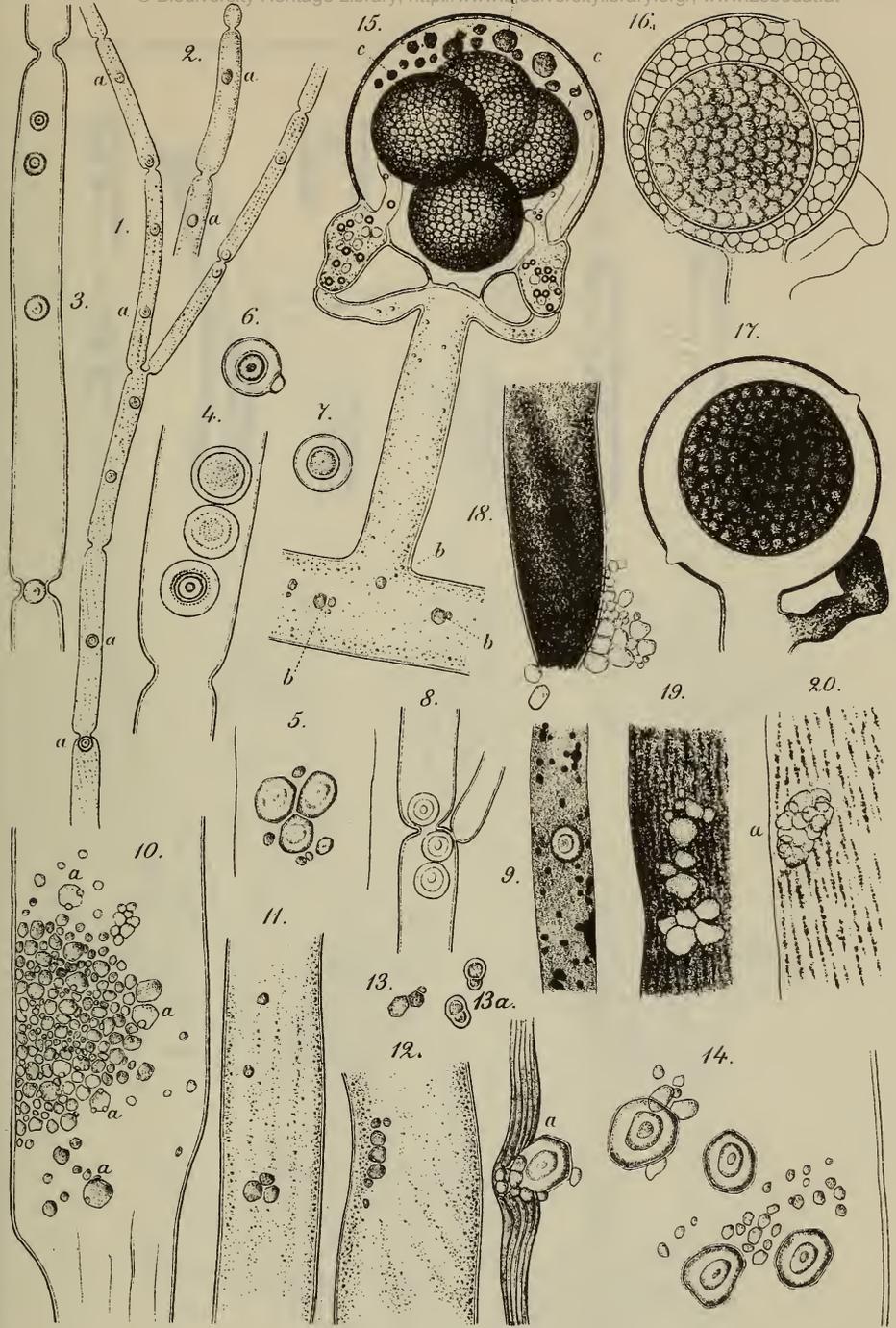
Fig. 9 zeigt ein Stück eines Gliedes von *Apodya* mit Jod in Jodkalium behandelt; das Cellulinkorn ist ungefärbt.

Fig. 10—20 gehören zu *Achlya colorata* und sind sämmtlich bei derselben Vergrösserung, bei 530/1 gezeichnet.

Fig. 10. Stück von der Basis eines alten Schlauches mit einem grossen Haufen von Cellulinkörnern; die sprossenden Cellulinkörner sind mit a bezeichnet.

1) Siehe dessen bereits citirte Thesen.

- Fig. 11—13 zeigen kleinere, aus Sprossung hervorgegangene Zwillinge und Gruppen von Cellulinkörnern in den Schläuchen und ausserhalb derselben, auch isolirte Körner.
- Fig. 14. Stück aus einem sehr alten *Achlya*-Schlauche mit einigen geschichteten Cellulinkörnern, von denen das eine — bei a — gemeinsam mit einigen ungeschichteten mit der quellenden Membran des Schlauches verwächst.
- Fig. 15. *Achlya colorata* mit normalen Sexualorganen im Beginne der Befruchtungsperiode. Man sieht im glashellen und homogenen Periplasma zwischen den Oosphären und der Oogonienmembran eine Anzahl niedergeschlagene Cellulinkörner (c. c. c); ebenso sieht man im Schlauche, der das Oogonium trägt, einige einzelne Cellulinkörner und zwei kleine Gruppen derselben (b. b. b.); in beiden Antheridien, die eben Befruchtungsschläuche an die Oosphären herangedrückt haben, sind im feinkörnigen Protoplasma ausser den dunkelrandigen fettartigen Tropfen, noch besondere, distincte, farblose, wohl umschriebene, kleine Protoplasmaabildungen zu unterscheiden; diese sind die hier noch unbeweglichen Spermamöben, die ihre amöboiden Bewegungen erst auszuführen beginnen, sobald durch weitere Einwanderung des Plasmas in die Befruchtungsschläuche mehr Raum gewonnen ist.
- Fig. 16. Ein Oogonium von *Achlya colorata*, dessen Periplasma in seiner Totalität in Cellulinkörner sich umgebildet hat; dies geschieht namentlich häufig, wenn, wie hier, anstatt vieler eine einzige grosse Oospore angelegt wird.
- Fig. 17. Das Oogonium der Fig. 16 unmittelbar, nachdem Chlorzinkjodlösung hinzugefügt wurde; sämtliche Cellulinkörner haben sich augenblicklich gelöst.
- Fig. 18. Spitze eines älteren *Achlya*-Zweiges, aus welchem die Cellulinkörner herausgedrückt sind, mit Jod in Jodkalium behandelt; die Cellulinkörner sind nicht gefärbt.
- Fig. 19. Stück eines *Achlya*-Schlauches mit Gruppen von Cellulinkörnern, welches 2 Monate im Millon'schen Reagens lag; die Cellulinkörner sind ungefärbt.
- Fig. 20. Stück eines *Achlya*-Schlauches mit einer Gruppe von Cellulinkörnern, die in Verquellung begriffen sind. Der Schlauch, nachdem er 1 Monat in absolutem Alcohol lag mit Carmin-Ammoniak behandelt. Die Cellulinkörner sind absolut intact und farblos geblieben.



Pringsheim, Cellulinkörner.

C. Laue lith.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1883

Band/Volume: [1](#)

Autor(en)/Author(s): Pringsheim Nathanael [Nathan]

Artikel/Article: [Ueber Cellulinkörner, eine Modification der Cellulose in Körnerform. 288-308](#)