

- 41 Dujardin. Histoire naturelle des zoophytes. Infusoires. Paris, 1841.
 38 Ehrenberg. Die Infusionstiere als vollkommene Organismen. 1838.
 87 Imhof, Dr. O. E. Studien über die Fauna hochalpiner Seen, insbesondere des Kantons Graubünden. Jahresbericht der Naturf.-Ges. Graubündens. XXX. Jahrg. 1887.
 90 Lemmermann. Beiträge zur Kenntnis der Planktonalgen. Ber. d. deutsch. bot. Ges. H. 7. 1900; dito H. 1. 1900.
 97 Pitard Eugène. A Propos du Ceratium hirundinella O. F. Müller. Archives d. sc. phys. et nat. Genève 1897.
 96 Schröter und Kirchner. Die Vegetation des Bodensees. Lindau, 1896.
 97 Schröter. Die Schwebeflora unserer Seen. Neujahrsblatt d. Naturf.-Ges. Zürich, 1897.
 94 Seligo, A. Ueber einige Flagellaten des Süßwasserplankton 1893. Diese Arbeit kenne ich nur aus „Forschungsberichte“ 1894, S. 65.
 83 Stein. Der Organismus der Infusionstiere. III. Abt., 2. H. 1883.
 99 Schütt. Ein neues Mittel der Kolonienbildung bei den Diatomeen. Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1899.
 93—98 Zacharias. Forschungsber. aus der biologischen Station zu Plön. II. 1—6. 1893—1898.

Die Bildung der Cellulose.

Eine theoretische Studie.

Von **Dr. G. Tischler**, Heidelberg.

Die Frage, wie die Cellulose in der Pflanzenzelle entsteht, ist seit Anfang der fünfziger Jahre von den verschiedensten Seiten behandelt worden. Es kann hier nicht der Ort sein, auf die umfangreiche Literatur in dieser Beziehung einzugehen; ich verweise deshalb auf die Arbeiten von Buscalioni: „Contribuzione allo studio della membrana cellulare“ Teil I¹⁾ und Strasburger: „Die pflanzlichen Zellhäute“²⁾, in denen dieselbe mit dankenswerter Gründlichkeit zusammengestellt ist. Ich will nur hervorheben, dass sich im wesentlichen zwei Ansichten gegenüberstehen, einmal die zuerst von Pringsheim (1854) ausgesprochene, wonach die Cellulosebildung zuweilen einer Transformation, einer „Umwandlung“ des Plasmas ihren Ursprung verdanke, dann (1855) die von v. Mohl, der die Cellulose stets als Ausscheidungsprodukt des Plasmas angesehen wissen wollte. Neben diesen beiden Theorien, die das mit einander gemeinsam haben, dass das Plasma der Hauptausgangspunkt für die Cellulosebildung sei, ist noch eine dritte zu erwähnen, wie sie etwa Dippel³⁾ für gewisse Fälle aufstellte, wonach das Plasma als erst sekundär beteiligt anzusehen sei

1) Malpighia Anno VI, Vol. VI, Genova 1892.

2) Pringsheim's Jahrbücher Bd. 31. 1898.

3) Die Entstehung der wandständigen Protoplasmaströmchen in den Pflanzenzellen und deren Verhältnis zu den spiraligen und netzförmigen Verdickungsschichten. Abhandlung. der Naturf.-Ges. zu Halle, Bd. X, 1868.

und die durch das Plasma zugeführten Kohlehydrate in erster Linie die Bildner der Cellulose wären. Wir wollen uns zunächst nur mit den beiden ersten Theorien beschäftigen und auf die dritte erst im Laufe der Abhandlung zu sprechen kommen.

Während bis 1850 etwa ziemlich ausschließlich die v. Mohl'sche Ansicht maßgebend blieb, haben seit dieser Zeit doch andererseits eine Reihe von Forschern — ich will nur Strasburger, Wiesner¹⁾ und Buscalioni hier nennen — für gewisse Fälle mit der Sicherheit, die überhaupt die moderne Mikrotechnik uns gestattet, festgestellt, dass Bildung von Cellulosekörnern unzweifelhaft aus plasmatischen Granula an eben der Stelle des Raumes erfolgt, an der letztere liegen, dass somit eine Art direkte „Umwandlung“ des Plasmas in Cellulose vor sich gehen müsse. Auch ich habe mich nicht gescheut, als ich Aehnliches beschrieben²⁾, diesen Ausdruck zu gebrauchen.

Es verdient aber einmal festgestellt zu werden, dass wir, streng genommen, denselben in einem Sinne anwenden, der von dem Sprachgebrauche, den die Chemiker davon machen, abweicht. Gehen wir daher ein wenig genauer auf die Begriffe „Umwandlung“ und „Ausscheidung“ ein.

Ich kann z. B. wohl sagen, durch Erhitzen erfolge eine „Umwandlung“ von gelbem in roten Phosphor, denn die ganze Masse des Phosphors wird hier in eine andere Modifikation übergeführt oder „umgewandelt“. Aber bei einer „Umwandlung“ von Plasma in Cellulose“ muss doch a priori berücksichtigt werden, dass Cellulose ein Kohlehydrat, Plasma ein Körper ist, in dem Eiweißstoffe eine große Rolle spielen, also eine Abspaltung zum mindesten der Stickstoff-Atome mit einigen Sauerstoff- und Wasserstoff-Atomen vorgenommen werden muss. So ist demnach das Produkt der chemischen Umsetzung, soweit es uns sichtbar ist, die Cellulose nämlich, nur ein Teil des ursprünglich vorhandenen Stoffes³⁾.

Das Wort „Ausscheidung“ ist andererseits in zu engem Sinne genommen worden. Man verband damit meist die Vorstellung, wie sie etwa v. Mohl bereits hatte, als müsse dieselbe räumlich sichtbar sein. Unter Ausscheidung von Membranstoffen wurde, um nur zwei Beispiele zu nennen, Bildung der Membran an den nackten Schwärmsporen,

1) Wiesner, „Untersuchungen über die Organisation der vegetabilischen Zellohaut. Sitzber. d. Wiener Akademie 1886, Bd. XCIII, I. Abt.“ und „die Elementarstruktur und das Wachstum der lebenden Substanz 1892“ (cit. nach Strasburger).

2) Tischler I., Ueber die Verwandlung der Plasmastränge in Cellulose im Embryosack bei *Pedicularis* (Ber. d. Königsberger Physik.-oekon. Ges. 1899).

3) Auch Strasburger hebt l. c. p. 595 ausdrücklich die Abspaltung der Cellulose hervor, behält aber aus praktischen Gründen das Wort „Umwandlung“ bei.

sowie, um ein neueres Beispiel zu erwähnen, Bildung der Zellplatte in den Spindelfasern verstanden. Denn, was letzteres Beispiel anbetrifft, hat Strasburger in seinen „pflanzlichen Zellhäuten“ gezeigt, dass die kinoplasmatische Platte, die in der Aequatorialgegend der Spindelfasern angelegt wird, sich spaltet und Stoffe für die neue Membran in den dadurch entstandenen Hohlraum hineinbefördert.

Bedenken wir aber die Verhältnisse, wie sie in den Molekülen vor sich gehen müssen, so müssen wir sagen, dass Cellulose schließlich in gewissem Sinne immer ein Ausscheidungsprodukt des Plasmas ist, wenn wir uns auf den Boden einer der beiden von uns zuerst erwähnten Theorien stellen. Der große Unterschied zwischen „Umwandlung“ und „Ausscheidung“ verschwindet, wenn wir sehen, dass sich beide Vorgänge nur darin voneinander unterscheiden, dass entweder die ausgeschiedene Cellulose am Orte ihrer Bildung verbleibt (= „Umwandlung“) oder weiter transportiert wird (= „Ausscheidung“ im gewöhnlichen Sinne).

Wenn wir, um aus praktischen Gründen einen Unterschied in der Ausdrucksweise zu haben, das Wort „Ausscheidung“ für den zweiten Fall auch fernerhin reservieren wollen und uns nun nach einem anderen Worte als „Umwandlung“ umsehen, so erscheint mir „Abspaltung“ noch das passendste und vielleicht logisch richtigste zu sein. Wenn man aber glaubt, das alte Wort, da es sich bereits so sehr eingebürgert hat, beibehalten zu sollen, so darf man eben nie vergessen, dass es hier in einer etwas abweichenden Ausdrucksweise gebraucht wird.

Wie hat man sich nun bei einer Zusammenfassung der Untersuchungen die Cellulosebildung vorzustellen?

Meiner Meinung nach müssen hierbei die beiden Modifikationen des Plasmas: das Kino- und Tropho-Plasma (da diese beiden Namen doch wohl gebräuchlicher sind als Filar- und Alveolar-Plasma) unterschieden werden.

Ich weiß sehr wohl, dass diese beiden von Strasburger eingeführten Bezeichnungen für zwei verschiedene Teile des Cytoplasmas noch von vielen Forschern nicht anerkannt werden. Doch glaube ich, dass Strasburger's Ansicht dem gegenwärtigen Zustande unserer Wissenschaft am besten Rechnung trägt.

In all den Fällen, in denen sich mit Hilfe des Kinoplasmas ohne Mitwirkung des Trophoplasmas Cellulose bildet, wie wir es z. B. bei den membranlosen Schwärmsporen der Algen, den Antipoden und dem befruchteten Ei im Embryosack der höheren Pflanzen sehen, geht die Bildung als „Ausscheidungs“-vorgang im engeren Sinne vor sich, man hat nirgends sicher beobachtet, dass eine Umbildung einzelner plasmatischer Teilchen stattfindet, also eine Cellulosebildung durch „Abspaltung“ vor sich gehe. Strasburger betont dies ausdrück-

lich¹⁾ gegenüber den Anschauungen, wie sie etwa noch Berthold in seiner „Protoplasmamechanik“²⁾ vertritt, wenn er sagt: „Pfeffer glaubt (Pflanzenphysiologie I, p. 287), dass die Zellmembran als Umwandlungsprodukt der Hautschicht aufzufassen sei, und nach meinen später näher anzuführenden Erfahrungen muss ich demselben hierin insofern bestimmen, als ich ebenfalls fand, dass die neue Membran nicht auf der Oberfläche, sondern an Stelle der peripherischen Schichten des Plasmakörpers auftritt.“ Die exakten Untersuchungen, wie sie aber von Strasburger angestellt wurden³⁾ in Weiterführung Klebs'scher Versuche, lassen wohl keinen Zweifel darüber aufkommen, dass die Berthold'schen Beobachtungen nicht richtig aufgefasst sind.

Nun kennen wir aber auch einige Fälle, in denen aus dem Innern der Zelle heraus das Plasma beginnt, Cellulose abzuspalten. Es beginnen nämlich einige Körnchen für sich sich umzugestalten, wie deutlich an den verschiedensten Objekten mit Hilfe des Flemming'schen Dreifarben-Verfahrens oder Javelle'scher Lauge konstatiert werden konnte. So geht dieser Vorgang vor sich in den Zellen von *Caulerpa* bei der „Balkenbildung“⁴⁾, den Embryosackauswüchsen gewisser Scrofulariaceen und Plantaginaceen⁵⁾, den Massulae von *Azolla*⁶⁾, den Epidermiszellen der Samenschale bei einigen Pflanzen⁷⁾, in den Suspensorzellen bei *Phaseolus*⁸⁾, weiterhin in gewissen Zellen der Wurzeln von Pflanzen, die Mycorrhizenbildung aufweisen⁹⁾ aus Resten des Pilzes und Produkten des Plasmas. Hier ist es überall sehr unwahrscheinlich, dass das Kinoplasma diese Neubildung hervorrufft, trotzdem dies z. B. für *Caulerpa* von Janse¹⁰⁾ angenommen wird. Denn wie ich bereits an anderen Stellen¹¹⁾ ausführte, wird oft fast das ganze in der Zelle enthaltene Plasma umgebildet, und wir müssten dann zu der Hypothese

1) l. c. p. 531.

2) p. 154.

3) l. c. p. 524—533.

4) Strasburger, l. c. p. 536 ff.

5) Buscalioni, l. c. parte III, IV. Tischler, l. c. I.

6) Strasburger, l. c. p. 545 ff.

7) Schmitz (Für *Torrenia*), Ueber Bildung und Wachstum der pflanzlichen Zellmembran. Sitzber. der niederrh. Gesellsch. für Natur- und Heilkunde, Bonn 1880; Buscalioni (Für *Corydalis* u. *Verbascum*), l. c. parte II, III. Tischler II. Untersuchungen über die Entwicklung des *Endosperms* und der Samenschale von *Corydalis cava*. Verb. des nat.-med. Vereins Heidelberg. N. F. Bd. VI. 1900 — und sicher noch vielfach verbreitet.

8) Buscalioni, l. c. parte I.

9) W. Magnus, Studien an der endotrophen Mycorrhiza von *Neottia nidus avis*. Pringsh. Jahrbücher 1900, Bd. XXXV. Sep.

10) Janse, Bewegung des Protoplasmas von *Caulerpa prolifera*. Pringsheim's Jahrbücher 1890, Bd. XXI.

11) l. c. I, II.

greifen, dass diese Zellen fast nur Kinoplasma enthielten. Auch beginnt die Celluloseabspaltung oft im Innern der Zelle, also ohne jeden Zusammenhang mit der Hautschicht. Somit dürfen wir wohl mit größter Wahrscheinlichkeit sagen, dass in diesen oben angeführten Fällen das Trophoplasma die Fähigkeit der Cellulose-Abspaltung erhalten hat. Das Kinoplasma, das natürlich auch in der Zelle vorhanden sein muss, muss in diesem Falle natürlich auch den nämlichen Abspaltungsprozess eingehen, da in alten Zellen oft alles Plasma verschwunden und nur Cellulose vorhanden ist. Der Unterschied von dem vorherigen Verhalten des Kinoplasmas liegt eben darin, dass das Trophoplasma hier derjenige Teil des Plasmas zu sein scheint, der zuerst die Cellulosebildung in Angriff nimmt. — In den Zellen, in denen das Kinoplasma ohne Mitwirkung des Trophoplasmas nach unserer Ansicht die Cellulose ausscheidet, bleiben die Zellen nicht nur nicht für ihre Lebensfunktionen wohl erhalten, sondern sie haben dazu sogar die Cellulosebildung nötig. Demgegenüber glaube ich, dass bei Umbildung des Trophoplasmas ein seniler Vorgang uns vorliegt; die betreffenden Zellen sind entweder absolut unbrauchbar geworden (wie der Embryosackauswuchs bei *Pedicularis*, der dann bald abgeworfen wird) oder sie werden, als totes Gewebe im Haushalte der Pflanze besser verwendet. Wo außerdem die Abspaltung eingesetzt hat, geht sie auch meist so weit vor sich, bis alles Plasma aus den Zellen verschwunden ist. Für einige der oben aufgeführten Beispiele wird uns dies ohne weiteres einleuchten: so dienen unzweifelhaft die transformierten Epidermiszellen der Samenschalen dem Samen zur Festigung. Für *Caulerpa* sieht Janse¹⁾ die Bedeutung der Cellulosebalken darin, dass sie verhindern sollen, dass die beiden Oberflächen der *Caulerpa*-„Blätter“ und „Rhizoide“ durch die Turgorkraft, die etwa 4 Atmosphären hier beträgt, von einander entfernt werden.

Betreffs der von Mycorrhizen befallenen Zellen ist der Beobachter W. Magnus einer Ansicht, die sich mit unserer nicht deckt. Er giebt nämlich an, dass Cellulosebildung nur in besonders lebenskräftigen Zellen auftrete, die allein möglicherweise die Kraft haben könnten, sich vor den eindringenden Pilzhypphen zu schützen. Ich denke mir, dass die Zellen allein noch die Kraft besitzen, einen Teil von sich zu opfern, um den übrigen dem Leben zu erhalten. So ist dieser Fall nur graduell von dem vorigen verschieden; dort stirbt die ganze Zelle ab, hier nur ein Teil. Wichtig ist eben nur, dass Celluloseabspaltung in beiden Fällen als Todeserscheinung aufgefasst werden kann.

Beispiele dafür, dass das Trophoplasma auch zuweilen in der Lage ist, nicht durch „Abspaltung“ vom Plasma, sondern durch „Ausscheidung“ Cellulose zu erzeugen, sind nur überaus wenige bekannt. So

1) l. c. p. 272.

gibt einmal Strasburger an, es könne Zellhautbildung in herausgetretenen Plasmamassen bei *Vaucheria* auch da erfolgen, wo sie nur durch Hyalo- also Tropho-Plasma abgegrenzt sind. Und ferner käme wohl nur in Betracht der von Berthold¹⁾ angegebene Fall: „Wenn in Gewebezellen höherer Pflanzen im Lumen Drüsen von Kalkoxalat ausgeschieden werden, so sind die letzteren von einer Cellulosehülle überzogen, die von einem Plasmabeleg gebildet wird.“ Anschließend daran wäre an die Rosanow'schen Krystalle zu denken. Doch sind meines Wissens letztere Fragen noch nicht mit den Mitteln der modernen Technik untersucht, während bei unserem ersten Falle zu bedenken wäre, dass man nicht weiß, ob nicht und in wie kurzer Zeit eventuell, falls eine Hautschicht von nöten ist, das Kino- aus dem Tropho-Plasma gebildet werden könne. Dafür, dass derartige Bildungen zuweilen vorkommen, giebt Magnus²⁾ ein Beispiel noch für die jüngste Zeit an.

Fassen wir nun die Erwägungen betreffend die Cellulosebildung aus Kino- und Tropho-Plasma zusammen, so gelangen wir nach dem Stande unserer gegenwärtigen Kenntnisse etwa zu folgenden Resultaten:

1. Wo das Kinoplasma ohne Mitwirkung des Trophoplasmas Cellulose bildet, also vornehmlich von der Hautschicht aus, geschieht dies nur durch Ausscheidung.

2. Wo das Trophoplasma im wesentlichen die Cellulosebildung vornimmt (das in der Zelle enthaltene Kinoplasma kommt hier erst sekundär in Frage), geht dies durch Abspaltung oder durch „Umwandlung“ im alten Sinne vor sich.

3. Das Trophoplasma scheint in seltenen Fällen auch durch Ausscheidung Cellulose bilden zu können, doch sind einmal die hierher gehörigen Fälle nicht genügend untersucht (Krystalle!), im zweiten Beispiele auch mit nicht allzugroßer Schwierigkeit einer anderen Deutung fähig.

Suchen wir uns weiterhin noch eine Vorstellung davon zu machen, wie etwa die chemische Umsetzung der Abspaltung der Cellulose aus dem Plasma vor sich gehe, so lässt uns hier jedes Schließen auf Grund von Beobachtungen im Stich. Denn es ist noch nirgends exakt nachgewiesen worden, was aus dem Stickstoff enthaltenden Teile des Plasmas wird. Das Wahrscheinlichste ist wohl, dass aus den Eiweiß-Molekülen irgend eine Amidosäure oder Amid enthaltende Verbindung in löslicher Form daraus entsteht. So wäre nach A. Fischer Tyrosin (also $C_6H_4(OH)-C_2H_3NH_2-COOH$) ein möglicherweise entstehendes Spaltungsprodukt³⁾. Der N-haltige Teil des Moleküls könnte entweder in löslicher Form in andere lebenskräftige Zellen überführt oder wie

1) l. c. p. 20.

2) l. c. p. 30.

3) Citiert nach Strasburger l. c. p. 572.

Strasburger es für nicht unwahrscheinlich ansieht, als Inkrustationsstoff für die Membran verwandt werden. Letzterem gegenüber macht aber Correns¹⁾ darauf aufmerksam, dass der die Eiweißreaktion in den Membranen bedingende Körper erst relativ spät und allmählich auftritt und von Anfang an in den Membranen fehlt. Dies könnte aber nicht der Fall sein, wenn die N-haltigen Abspaltungsprodukte der Eiweißmoleküle durchgängig für die Membranen verwandt würden.

Hier ist es auch an der Zeit, jener dritten Hypothese der Cellulosebildung zu gedenken, wonach das Plasma zunächst nur die Zuleitung der Kohlehydrate übernehme. Diese würde aber die schwierige Frage nach der Zersetzung des Plasmas und Abspaltung der Cellulose daraus nur weiter zurück verlegen. Der Umstand, dass in alten Zellen oft das Plasma verschwunden ist, könnte auf andere Vorgänge zurückgeführt werden, die mit der Cellulosebildung an sich nichts zu thun haben, würde aber mit größter Wahrscheinlichkeit sich mit einer sekundären Zersetzung des Plasmas erklären lassen, doch scheint mir diese ganze Hypothese am wenigsten mit den in der neueren Zeit gemachten Beobachtungen in Einklang gebracht werden zu können. Ich möchte von ihr nur das als wahrscheinlich herausnehmen, dass jedenfalls die Stärke und sonstigen Kohlehydrate einen gewichtigeren Anteil an der Cellulosebildung haben, als man gemeinhin geneigt ist, anzunehmen. Denn es ist auffallend, dass meist bei der Cellulosebildung beobachtet wurde, dass Stärkekörner in die Nähe herangeführt werden. Schon Dippel²⁾ wies für seine Gefäße darauf hin und in anderen von mir beobachteten Fällen (*Pedicularis*, *Corydalis*)³⁾ sah ich vor der beginnenden Cellulosebildung eine große Menge Stärkekörner, die in ersterem Falle während der Umsetzung ganz verschwanden, im zweiten wenigstens stark abnahmen.

Strasburger erwähnt weiterhin dasselbe für *Azolla*, auch W. Magnus findet eine Stärkeansammlung für sein Objekt, wenn er auch nicht angiebt, ob nach seiner Meinung diese mit der Cellulosebildung etwas zu thun habe. Da er aber sagt⁴⁾, sie trete dann, nach vorheriger Unsichtbarkeit in der Zelle, auf, wenn in seinen „Verdauungszellen“ der Pilz in Klumpen exkrementiert ist, wenn also auch Cellulosebildung erfolgt, erscheint mir auch hier ein aktiver Anteil der Stärke sehr wahrscheinlich.

Die „Ausscheidung“ der Cellulose, wofür wir als Beispiel z. B. die Scheidewandbildung in den Spindelfasern hinstellten, ist wohl nur so zu erklären, dass das stickstofffreie Molekül in Lösung gebracht wird, dann in den betreffenden Raum transportiert, in dem die Cellu-

1) Ueber die vegetabilische Zellmembran. Pringsh. Jahrb. 1894, Bd. XXVI.

2) l. c.

3) l. c. I, II.

4) l. c. p. 35.

lose sich bilden soll und dort in feste Form gelangt. Das dürfte auch mit der Ansicht Strasburger's zusammenfallen, der¹⁾ zu beweisen versucht, dass durchaus keine Schwierigkeit darin zu sehen wäre, dass vom Plasma ausgeschiedene Membranstoffe selbst Zellhautschichten durchwandern können, um an anderen Orten Verwendung zu finden.

Wir hätten nun nur noch übrig, die Frage zu berühren, wie weit der Zellkern an der Cellulosebildung beteiligt sei. Seit den Untersuchungen Haberlandt's²⁾ wird ja im allgemeinen die wichtige Rolle, die der Kern dabei ausübt, nicht bestritten werden³⁾, wengleich man immer noch schwankend ist, ob ein stofflicher oder ein dynamischer Einfluss anzunehmen sei. Charakteristisch scheint mir für die Zellen, in denen das Trophoplasma im wesentlichen die Cellulose durch Abspaltung erzeugt, zu sein, dass der Kern im Laufe dieser Bildung degeneriert und schließlich gänzlich aufgebraucht ist. Es hängt dies wohl damit zusammen, dass diese betreffenden Zellen, wie ich oben hervorhob, während des Umbildungsprozesses die Funktionen, die die lebende Zelle besitzt, einstellen und schließlich nur noch rein physikalisch für die Pflanze in Betracht kommen.

Entsprechend der Auffassung, die W. Magnus für seine Objekte von der Cellulosebildung aus dem Trophoplasma hat, die wir oben erwähnten, sieht er auch in den Fragmentationen, wie sie häufig hier vorkommen, z. B. bei *Listera* und *Lccanorchis* nicht Todes-Vorgänge, sondern glaubt an eine aktive Beteiligung des Kernes. Desgleichen will er für die von Buscalioni und mir beschriebenen Objekte dasselbe Verhalten als wahrscheinlich hinstellen. Doch erscheint mir dies nicht zulässig zu sein, da der Kern bereits zu der Zeit, in der die Fragmentationen hier auftreten, seine Struktur vollkommen verliert und bald gänzlich deformiert wird. Mir erscheint es umgekehrt wahrscheinlicher, dass auch die von Magnus beschriebenen Veränderungen des Kernes bereits Absterbeerscheinungen seien, zumal das Endresultat der Kernveränderungen für uns beide das gleiche ist. Denn auch Magnus betont⁴⁾, dass eine ganze Reihe von Bildern wohl nicht anders zu deuten ist, „als dass in der That direkt stofflich bei der Cellulosebildung ein Substanzverlust der Kerne eintritt, der schließlich bis zu seiner völligen Atrophie führen kann.“

Der Unterschied der Ansichten von Magnus und mir besteht somit im wesentlichen nur darin, dass ich auch schon den Beginn der Kernveränderungen, die Fragmentationen, als passiv ansehen möchte, während Magnus die Passivität erst später eintreten lässt.

1) l. c. p. 587.

2) Ueber die Beziehungen zwischen Funktion und Lage des Zellkerns bei den Pflanzen. Jena 1887.

3) Eine gegenteilige Ansicht hat aber z. B. Strumpf; Zur Histologie der Kiefer. Krakau, Abh. der Akad. 1899, cit. bei Magnus l. c. p. 50.

4) l. c. p. 51.

Als etwas anderes will ich aber die Fälle hinstellen, bei denen in sich verdickenden Zellen, wie sie z. B. von v. Derschau¹⁾ für die Zellen, die das Laubmoosperistom bilden oder von mir für die Epidermiszellen der Samenschale von *Corydalis* beschrieben wurden, Vielkernigkeit schon in einem relativ frühen Stadium eintritt. Doch sind diese Fälle nur vereinzelt, und haben die betreffenden Kerne einen wesentlichen Unterschied in der Struktur gegenüber den durch Fragmentation entstandenen in unseren oben erwähnten Beispielen. Eine so schön deutlich netzförmige Anordnung des Chromatins und feste Abgrenzung des Nucleolus, wie sie hier zu sehen ist, zeigen mir obige Kernstücke niemals. Es scheint mir das Wahrscheinlichste zu sein, dass hier Abnormitäten nicht erzeugt wurden für die Celluloseproduktion, denn sonst müssten sie allgemein sein, sondern dass die Pflanze die aus irgend einem Grunde geschilderten Abweichungen von der Einkernigkeit, die in alternden Geweben nicht selten vorkommen²⁾, sekundär für die Cellulosebildung verwertet.

Bei der „Ausscheidung“ der Cellulose, wie sie regelmäßig vom Kinoplasma ausgeführt wird und zuweilen, wo das Trophoplasma an seiner Oberfläche die Funktionen des Kinoplasmas zu übernehmen scheint, auch von diesem, scheint der Kern überall in erster Linie einen Einfluss auszuüben, den man vielleicht mit der „Katalyse“ der Chemiker vergleichen könnte, insofern wenigstens als der Kern auch nach erfolgter Cellulosebildung noch vollständig intakt ist. Auch ist dies ja nicht anders denkbar, da die betreffenden Zellen ja nicht ihre Lebensfunktionen einbüßen, wie wir es sahen in den Fällen, in denen das Trophoplasma Cellulose aus sich abspaltet. [43]

Heidelberg, 1. Februar 1901.

Antennen der *Odonata*

von

Dr. phil. Othmar Em. Imhof.

Unsere wichtigsten systematischen Arbeiten über die Gitterflügler von Brauer, Rostock, Ris und Tümpel enthalten sonderbarer Weise sehr wenig oder gar nichts über den Bau der Antennen. Die unscheinbare Größe selbst an den größten Arten und Individuen und die Nadelgestalt dürfte der Grund unserer mangelhaften Kenntnisse sein.

Alles was Brauer und Rostock in der Familiendiagnose sagen, lautet: Fühler kurz, pfriemenförmig, fein, unansehnlich, 6—7gliedrig. Ris, schweizerische Odonaten, entbehrt jeglicher Angabe über Antennen. Auch Tümpel in seinem neuen Werk über die Geradflügler Europas hat leider die Antennen ebenfalls in der Systematik außer Acht gelassen, nur

1) Die Entwicklung der Peristomzähne des Laubmoosporogoniums. Botanisch. Centralblatt 1900, Bd. 82:

2) Vgl. z. B. Zimmermann: Die Morphologie und Physiologie der Pflanzenzelle, 1897, p. 22.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1901

Band/Volume: [21](#)

Autor(en)/Author(s): Tischler Georg

Artikel/Article: [Die Bildung der Cellulose. Eine theoretische Studie. 247-255](#)