

brechen musste. Ich fand nämlich die Spalten nach längerer Exposition bei vollständiger Helligkeit fast durchweg geschlossen.

Es ist wahrscheinlich, dass Zellen oder Gewebe, die auch unter normalen Verhältnissen leicht auf Turgorschwankungen reagieren, wie im letztgenannten Falle die Schliesszellen einer Spaltöffnung, oder wie die Gelenkpolster bei *Mimosa* und *Oxalis*, unter dem Einflusse der X-Strahlen eine erhebliche Abnahme des Zelldruckes erfahren, die wohl in einer eigenartigen Einwirkung auf das Protoplasma der Zellen ihre Ursache findet. Ob bei *Mimosa* der Turgor in beiden Polsterhälften sich verminderte oder nur in der unteren, habe ich nicht untersucht. Was den beschleunigenden Einfluss betrifft, den die Strahlen auf die Strömung des Protoplasmas der *Tradescantia*- oder *Cucurbita*-Haarzellen ausüben, so ist diese Wirkung vielleicht als eine ähnliche zu deuten, wie sie unter Umständen durch Gifte oder durch Wundreiz an lebenden Zellen hervorgerufen werden kann. Der Organismus wird durch sie zu einer krankhaft gesteigerten Lebensthätigkeit angeregt. Welche Vorgänge sich hierbei abspielen, kann wohl aber erst näher erkannt werden, wenn die Frage nach dem Wesen der Protoplasmaabewegung selber in ein helleres Licht gerückt worden ist.

Berlin, Pflanzenphysiologisches Institut der Universität.

II. F. Kienitz-Gerloff: Neue Studien über Plasmodesmen.

Mit Tafel IV.

Eingegangen am 22. Februar 1902.

In meiner Arbeit über die Protoplasmaverbindungen¹⁾ hatte ich für *Polypodium vulgare*, *Nerium Oleander* und einige andere Pflanzen Verbindungen von beträchtlicher, die gewöhnlich vorkommenden bei Weitem übertreffender Stärke beschrieben und abgebildet. ARTHUR MEYER zeigte jedoch einige Jahre später²⁾, dass meine Angaben für die beiden genannten Pflanzen in Wirklichkeit nicht zutreffen, sondern dass ich in Folge zu starker Quellung der Schliesshaut die eigentlichen Verbindungen überhaupt nicht gesehen, sondern Tüpfelfüllungen mit ihnen verwechselt hatte. Die wirklichen Verbindungen bei *Nerium*

1) Botanische Zeitung, 1901, S. 1.

2) Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch., 1896, S. 154.

Ber. der deutschen bot. Gesellsch. XX.

bildete er dann selbst so ab, wie sie ihm bei geringer Quellung erschienen waren¹⁾. Auch *Polypodium* hat er nachuntersucht, lässt sich aber über die Verbindungen bei dieser Pflanze nicht aus. Inzwischen hat STRASBURGER ebenfalls die von ihm als Plasmodesmen bezeichneten Verbindungen zwischen Milchröhren und Parenchymzellen von *Nerium* abgebildet und spricht sich dahin aus²⁾, dass seiner Ansicht nach wenigstens in diesem Falle meiner Figur kein Vorwurf zu machen sei³⁾. Von Gefässkryptogamen scheint STRASBURGER nur *Selaginella Martensii* untersucht zu haben, und betreffs der Farne sind mir von neueren Untersuchungen nur diejenigen POIRAULT's⁴⁾ durch STRASBURGER's Citat bekannt geworden, der auch hier Verbindungen aufgefunden hat.

Für *Polypodium vulgare* gebe ich diesmal Abbildungen der wirklichen Plasmodesmen zwischen den Parenchymzellen des Rhizoms (Fig. 7, 8) und füge ausserdem auch solche aus dem Stengel von *Lycopodium clavatum* hinzu (Fig. 9—11), wo ich sie sowohl in den Bastplatten, als im Sklerenchym der Aussenrinde und in der Gefässbündelscheide beobachtet habe. Ich habe mich in meiner ersten Veröffentlichung allerdings in einzelnen Fällen, z. B. auch bezüglich der Markstrahlzellen von *Aesculus*, geirrt, wie ich gerne zugeben will, und wie dies wohl bei so schwierigen Objecten verzeihlich sein dürfte.

Hingegen muss ich mich gegen die Behauptung KUHLA's, ich hätte in keinem einzigen Falle an einer Pflanze alle in ihr vorkommenden Zellformen und -Gewebe auf ihren protoplasmatischen Zusammenhang studirt⁵⁾, mit aller Entschiedenheit verwahren. Ich habe dies vielmehr an genau derselben Pflanze gethan, die auch KUHLA zum Gegenstande seiner Untersuchungen diente, nämlich an *Viscum album*. Hier blieben sie mir nur zwischen den Siebröhren einer-, den Geleit- und Cambiformzellen andererseits zweifelhaft, und in den Wänden der Spaltöffnungsschliesszellen glaubte ich ihr Fehlen feststellen zu können. Sie sind inzwischen auch hier durch KOHL, KUHLA und STRASBURGER aufgefunden worden, und ich selbst habe

1) l. c. Tafel XI, Figg. D, E, F, G, H.

2) Jahrb. f. wissensch. Bot., Bd. XXXVI, H. 3, S. 508.

3) Auch ich fand bei neuer Untersuchung die Verbindungen in derselben Form auf, wie sie STRASBURGER abbildet, und vermisste bei denen zwischen Parenchymzellen und Milchröhren wie er das Knötchen in der Mitte (Fig. 2a), während es anderweitig zu sehen war. Zwischen den Parenchymzellen sah ich es in einigen Fällen, in anderen nicht (Fig. 2b), und auch anderweitig, z. B. bei *Viscum* habe ich neuerdings Verbindungen ohne Knötchen öfter beobachtet (Fig. 1), womit es denn wohl feststeht, dass das Auftreten der Knötchen durch die Präparationsweise bedingt wird.

4) Ann. des sc. nat. Bot. VII. sér., T. XVIII, 1893, S. 221.

5) Botan. Zeitung, 1900, I. Abth., S. 29.

mich jetzt von ihrem Vorhandensein überzeugt¹⁾. An meinen Abbildungen der Plasmodiesmen von *Viscum* ist aber von keiner Seite etwas ausgesetzt worden, und auf alle Fälle hat sich meine Behauptung, dass alle lebenden Zellen des ganzen Pflanzenkörpers — wenigstens bei höheren Pflanzen — durch Plasmodiesmen in Verbindungsständen, sogar ohne die früher gemachten Einschränkungen als durchaus richtig erwiesen.

Für die niederen Pflanzen liegen hingegen bis jetzt nur verhältnissmässig wenige Beobachtungen von Plasmodiesmen vor. Für Moose hat sie KOHL aus dem Blatt von *Catharinea*²⁾, STRASBURGER aus dem von *Mnium affine*³⁾ abgebildet. Betreffs der Pilze und Algen existiren Angaben darüber in verschiedenen Specialarbeiten, für die Flechten bildet sie u. a. STRASBURGER aus den Hyphen von *Cora pavonia* ab⁴⁾. Ich glaube deshalb, dass die Veröffentlichung meiner Beobachtungen über diesen Gegenstand, die ich in den letzten Jahren gemacht habe, noch ein gewisses Interesse beanspruchen kann.

Diese Beobachtungen wurden angestellt mittelst des ZEISS'schen Apochromats homog. Immersion 2 mm, num. Apert. 1,30, und ich benutze diese Gelegenheit, Sr. Excellenz dem Herrn Minister für Landwirthschaft, Domänen und Forsten, der mir zur Anschaffung eines grossen ZEISS'schen Mikroskops einen erheblichen Geldbeitrag gütigst bewilligte, meinen gehorsamsten Dank an dieser Stelle abzustatten.

Das angewendete Präparationsverfahren war in den meisten Fällen das von ARTHUR MEYER empfohlene⁵⁾, bloss dass ich nur in seltenen Fällen die Fixirung mit Osmiumsäure ausführte. Meist benutzte ich hierzu nur die von MEYER angegebene schwächere Jodlösung 1+1+200, die durchaus befriedigende Resultate ergab, und verwendete zur Quellung gewöhnlich H_2SO_4 1+3 oder 1+2. Abweichende Behandlung einzelner Objecte ist in der Figurenerklärung angegeben. Die Zeit der Einwirkung des Quellungsmittels war sehr verschieden, je nach der Natur der Objecte. Auch hierüber finden sich Angaben in der Figurenerklärung. Als Färbemittel wurde mit den später anzugebenden Ausnahmen das Methylviolett 5 B von G. GRÜBLER & Co.

1) KUHLA giebt an, dass die Wände zwischen benachbarten Siebröhren und Geleitzellen die Verbindungen nicht in Tüpfelschliesshäuten zeigen, sondern dass die Wände ihrer ganzen Fläche nach von dicht bei einander stehenden Verbindungen durchsetzt seien (a. a. O., S. 42). So finde auch ich es bei *Viscum*, bemerke aber, dass dies nicht für alle Pflanzen zutrifft. Bei *Robinia* z. B. finden sich auch in diesen Wänden Tüpfel mit Plasmodiesmengruppen.

2) Botan. Centralbl., Bd. LXXII, 1897, Tafel, Fig. 7, 8.

3) A. a. O., Fig. 50–54.

4) A. a. O., Fig., 19, 20.

5) Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch., 1897, S. 166.

1 g in 30 ccm Wasser mit gleichen Theilen H_2SO_4 1+3 gemischt angewendet.

ARTHUR MEYER hat hervorgehoben, dass Jod und Schwefelsäure hierbei nicht bloss, wie früher wohl allgemein angenommen, die Rolle eines Fixierungsmittels, sondern die einer Beize spielen¹⁾. Ich kann dies durchaus bestätigen. Man erhält mitunter von Pflanzen, die im Allgemeinen die Plasmodesmen gut zu zeigen pflegen, Präparate, in denen sie nach der Färbung stellenweise fehlen oder überhaupt nicht aufzufinden sind. Behandelt man sie dann noch einmal mit $J + H_2SO_4$, so bekommt man die gewünschten Bilder. Es hatte also offenbar die Beize zuerst nicht lange genug eingewirkt, und darauf mögen überhaupt manche Misserfolge beruhen.

Moose.

Von Lebermoosen hatte ich in meiner ersten Veröffentlichung nur einige Angaben über *Fegatella conica* gemacht, wonach mir die Existenz der Plasmodesmen überhaupt zweifelhaft geblieben war. Auch meine erneute Untersuchung derselben Pflanze ist erfolglos geblieben und ebenso auch die von *Marchantia* (Thallus und Brutknospen), *Riccia* und *Anthoceros*. Die Wände quellen hier selbst bei mehrtägiger Behandlung mit H_2SO_4 gar nicht oder ganz unbedeutend, und möglicherweise dringt auch die Beize nicht in sie ein. Dagegen fand ich unter den Marchantieen in *Reboulia hemisphaerica*, unter den Jungermannieen in *Metzgeria furcata*, *Lepidozia reptans* und *Jungermannia bicuspidata* geeignete Objecte. Bei *Reboulia* (Fig. 12—14) stellte ich das Vorhandensein der Plasmodesmen in den Quer- und Längswänden der Innenzellen des Thallus, zwischen den Zellen der Epidermis und denen der Luftkammerschicht fest. Da die Lufträume in letzterer nach LEITGEB's Untersuchungen nicht durch Spaltungen innerhalb eines ursprünglich zusammenhängenden Gewebes entstehen²⁾, so konnten in den an die Zwischenzellräume angrenzenden Zellwänden von vornherein keine Plasmodesmen erwartet werden, und es waren hier auch keine vorhanden. Bei *Metzgeria* (Fig. 15, 16) fanden sie sich sowohl in den älteren, wie in den jüngsten Theilen des Thallus, nahe der Scheitelregion, ja in den Seitenwänden der ruhenden (März) Scheitelzelle selbst bestanden unzweifelhafte Verbindungen, die demnach sicher schon ausserordentlich früh angelegt werden, was ja auch STRASBURGER zugiebt. Aber ebenso sicher hat letzterer Recht, wenn er aus der Vermehrung der Verbindungen auf ihre auch nachträgliche Entstehung schliesst. Fig. 15 stellt eine Wand nahe der Scheitelregion, 16 eine solche aus der Basis des

1) A. a. O., S. 175.

2) Untersuchungen über die Lebermoose, Heft IV, S. 9, Heft VI, S. 6.

Thallus von *Metzgeria* dar, in ersterer zählt man 5, in letzterer 17 Verbindungen. Da nun die alten Zellen durch nachträgliche Theilungen solcher von der Scheitelzelle abgeschiedener entstehen, so müsste man — nur eine primäre, d. h. bei der Zelltheilung vor sich gehende Entstehung der Plasmodesmen vorausgesetzt — in den Zellwänden der Thallusbasis weniger Verbindungen finden, als in denen des Scheitels, während es sich gerade umgekehrt verhält. Damit scheint mir jedoch die Möglichkeit ihrer auch primären Entstehung nicht völlig ausgeschlossen zu sein. Wundervolle Verbindungen findet man im Blatte von *Jungermannia*, und zwar sowohl solitäre wie aggregirte (Fig. 17), ohne dass bezüglich ihrer Vertheilung irgend welche Regel auszumitteln wäre. Es scheint mir aber ganz sicher, dass beim Flächenwachsthum einer Wandung die darin enthaltenen Plasmodesmen aus einander rücken und somit aggregirte in solitäre Verbindungen übergehen können.

Bei *Lepidozia* (Fig. 18, 19) hatte ich auch Gelegenheit, die Seta zu untersuchen, und zwar in ungestrecktem, erst 1,5 mm langen Zustande. Hier fand ich die Verbindungen nur in den Querwänden, ein Umstand, der mir für ihre Betheiligung an der Stoffwanderung zu sprechen scheint. Nicht nachweisen konnte ich sie in den Aussenwänden des Sporogoniumfusses. Allerdings aber waren diese ausserordentlich dünn und trugen auf ihrer Aussenseite dicke Massen von Schleim, in welchen sich nach der Behandlung mit Methylviolett zahlreiche Farbstoffkörnchen eingelagert hatten (Fig. 19).

Was die Laubmoose anbelangt, so ist die von mir 1891 gegebene Abbildung von *Thuidium delicatulum*¹⁾ sicher falsch und stellt Tüpfelfüllungen vor. Bei den übrigen untersuchten Arten (*Dicranum*, *Climacium*, *Hylocomium*) fand ich damals nichts oder blieb im Zweifel. Neuerdings habe ich *Funaria*, *Mnium punctatum*, *Racomitrium canescens*, *Polytrichum* (wohl *formosum*), *Hookeria lucens* und *Hylocomium splendens* untersucht, von *Mnium* nur die Blätter, von den übrigen auch andere Theile. Die Plasmodesmen waren, mit Ausnahme von *Funaria*, überall leicht nachweisbar. Letzteres Moos zeigte auch keine Tüpfel in den Stengelwänden, an den Querwänden hingen jedoch die Plasmakörper mit schönen „Schlauchköpfen“ sehr fest, woraus wohl auf das Bestehen von Verbindungen geschlossen werden kann, wenn man die Ergebnisse bei den übrigen Moosen in Betracht zieht. Bei *Racomitrium* (Fig. 22) und *Hylocomium* (Fig. 23—25) fanden sich sowohl auf den Längs-, wie auf den Querwänden schöne und tiefe Tüpfel, welche von aggregirten Plasmodesmen durchsetzt waren, besonders deutlich auf den Längswänden von *Hylocomium*, bei beiden Pflanzen aber zeigten sich namentlich junge Wände ohne Tüpfelung

1) A. a. O., Fig. 19.

und mit gleichmässig über die ganze Wand vertheilten solitären Verbindungen (Fig. 24). Ebenfalls nur solitär waren die der Innen- und Rindenzellen des *Hookeria*-Stengels, nur sind sie hier gruppenweise einander genähert (Fig. 21). Ein wesentlicher Unterschied der Längs- und Querswände im Vorkommen der Plasmodesmen war bei keinem der genannten Moose festzustellen.

Die schönsten Plasmodesmen, die mir bei den Moosen, ja überhaupt bis jetzt bei Pflanzen zu Gesicht gekommen sind, finden sich aber bei *Polytrichum*, und zwar in sämtlichen Geweben des Stengels und der Seta (Fig. 26—34). Selbst in den sehr dünnen Wänden des Urgewebes, etwa in der fünften Zellschicht unterhalb des Stammscheitels, waren sie sichtbar. Tüpfel sind in den Wänden des Stengels zwar vorhanden, aber selbst in den dickwandigen Rindenzellen ausserordentlich flach. In entfetteten Querschnitten des Stammes sieht man nichts von ihnen, auf Längsschnitten erscheinen sie in der Flächenansicht nach Zerstörung des Zellinhaltes durch Eau de Javelle und Behandlung mit $ZnCl_2$ deutlich. Die ganzen Wände erhalten dabei ein unregelmässig gegittertes Aussehen (Fig. 32). Dieser Mangel an deutlich umschriebenen oder wenigstens tieferen Tüpfeln macht sich auch in der Vertheilung der Plasmodesmen geltend, insofern man eigentlich aggregirte Verbindungen nirgends auffindet. Dagegen erinnern nun solche Wände, welche später nicht wesentlich in die Fläche gewachsen sind, durch ungemein dicht stehende Plasmodesmen lebhaft an die Siebplatten von Siebröhren, und die Verbindungen haben in ihrer Gesammtheit grosse Aehnlichkeit mit denen, die man sonst an deutlich abgegrenzten und stark vertieften Tüpfeln findet. So z. B. an den Querswänden in den Blattachsen, die ausserordentlich, nämlich ungefähr 6μ dick sind (Fig. 27). Sowie hingegen die Wände stark in die Fläche wachsen, sind auch die Plasmodesmen weiter von einander abgerückt und mehr oder weniger gleichmässig vertheilt, obwohl auch hier manchmal ein gruppenweises Zusammenrücken vorkommt. Die Flächenansicht zeigt jedoch, dass hierbei von irgend welcher Regelmässigkeit nicht die Rede sein kann. Ganz dasselbe beobachtet man in der Seta (Fig. 33), in der namentlich die dicken Querswände in dem unteren wurzelartigen Theil wiederum die dicht gedrängten Verbindungen zeigen (Fig. 34). Wie auch bei den vorher erwähnten Pflanzen, lassen die Plasmodesmen eine mittlere, knopfartige Verdickung bald erkennen, bald vermissen. Auffällig ist die verhältnissmässig geringe Zahl der Verbindungen zwischen den Zellen des Centralstranges (Fig. 30, 31), woraus hervorgehen dürfte, dass die Plasmodesmen mit dem Wassertransport wohl nichts zu thun haben, wofür sie HANSEN¹⁾ in Anspruch

1) Siehe seine Besprechung von PFEFFER'S Pflanzenphysiologie in Botan. Zeitung, 1898, II. Abth., No. 2.

zu nehmen geneigt ist. In den Aussenwänden des Setafusses waren zuverlässig keine Verbindungen vorhanden. Das Sporogonium verhält sich also auch in dieser Beziehung wie eine selbständige Pflanze, die nur auf dem Mutterorganismus wohnt¹⁾. Bei Farnembryonen habe ich gleichfalls vergeblich nach Verbindungen in den Zellen des Archegonienbauches gesucht. Die Farnprothallien erwiesen sich mir gegenüber aber überhaupt spröde, während KOHL sie dort gesehen haben will²⁾ und ihre Existenz auch wahrscheinlich ist.

Algen.

Für Algen sind Plasmaverbindungen von mehreren verschiedenen Autoren angegeben worden, deren Namen man in STRASBURGER's und meiner Arbeit verzeichnet findet. Dass wir es in den Abbildungen, welche KOHL von angeblichen Verbindungen bei *Spirogyra*, *Mesocarpus*, *Ulothrix* giebt³⁾, nicht mit Plasmodesmen zu thun haben, scheint mir aber im Gegensatz zu STRASBURGER's Auffassung⁴⁾ ganz sicher zu sein. Höchstens könnte m. E. in seiner Fig. 2 der mittlere dickere Faden in Betracht kommen, der vielleicht durch eine bei der Zelltheilung unvollkommen geschlossene Wand hindurchgeht. Thatsächlich hat KOHL ja auch in den Wänden selbst keine Verbindungen gesehen, und das blosse Aufeinandertreffen der von den contrahirten Protoplasmakörpern ausstrahlenden Fäden auf entsprechenden Punkten der Scheidewände würde nur dann eine gewisse, wenn auch ziemlich eingeschränkte Beweiskraft haben, wenn es ganz regelmässig oder doch in grosser Verbreitung stattfände. Das ist aber keineswegs der Fall. Dass es ab und zu vorkommt, kann nicht Wunder nehmen, vielmehr müsste das Gegentheil befremden. Ich selbst habe *Spirogyra* mittelst der verschiedensten Präparationsweisen stets mit negativem Erfolge untersucht. Ebenso auch *Oscillaria*, so dass mir BORZÍ's⁵⁾ und WILLE's⁶⁾ Angaben ebenfalls verdächtig sind. Erstere kenne ich freilich nur aus dem Referat im botanischen Jahresbericht, letzterer giebt aber selbst an, dass in den Poren stets eine dünne Membramlamelle vorhanden ist, welche sich beim Abreissen der Zelle ausstülpt.

Zur Untersuchung rother und brauner Algen verwendete ich theils Material, welches ich in lebendem Zustande von Helgoland

1) Vergl. KUHLA's, STRASBURGER's und meine Angaben über Schmarotzer und Wirth.

2) Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch., 1891, S. 16.

3) A. a. O. Taf. I.

4) A. a. O. S. 570.

5) Malpighia Ann. I. Fasc. 2—5. Messina 1886.

6) Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1883, S. 243.

erhielt, theils vorzüglich conservirtes, welches ich der Freundlichkeit der Herren OLTMANN'S (Polysiphonien) und SCHMIDLE (*Batrachospermum Bohneri*) verdankte. Ihnen sei an dieser Stelle mein verbindlichster Dank ausgesprochen. Auch hier wurden verschiedene Präparationsmethoden angewendet, bei *Batrachospermum* auch die von SCHMIDLE selbst empfohlene mit DELAFIELD'schem Hämatoxylin. Für *Fucus* giebt KOHL Plasmodiesmen an¹⁾. Ich konnte an meinem frischen Helgoländer Material (*Fucus serratus*) in den sonst so schönen Tüpfeln keine Durchgänge nachweisen. Bei den Polysiphonien und bei *Batrachospermum* ist man allerdings auf den ersten Blick überzeugt, die schönsten Plasmodiesmen von übrigens sehr verschiedener, oft bedeutender Stärke zu erblicken. Die genauere Untersuchung mit starken Systemen erweckt aber doch erheblichen Zweifel. Gleichgültig, ob man die Pflanzen ohne oder nach mehrtägiger Behandlung mit H_2SO_4 oder $ZnCl_2$ untersucht, die beide so gut wie unwirksam sind, gleichgültig ob man mit Jod, Methylviolett oder Hämatoxylin färbt, so findet sich in den meisten Fällen, auch an den günstigsten Objecten, wozu die Haare und einfädigen Zweige gehören, in den Tüpfeln zwischen den Zellen scheinbar eine deutliche Schliesshaut, welcher beiderseits eine halblinsenförmige, dunklere Protoplasmamasse angelagert ist (Fig. 41—44), oder es liegt in den Verbindungen ein stark lichtbrechender Körper, über dessen Natur ich mir nicht ganz klar geworden bin (Fig. 35, 44). Mitunter gelang es mir freilich, ihn durch Behandlung mit Eau de Javelle zu entfernen, was für seine protoplasmatische Natur sprechen würde, aber diese Flüssigkeit löst allmählich die Zellen überhaupt aus ihrem Zusammenhange. Manchmal ist dieser Körper auch deutlich doppelt conturirt und linsenförmig (Fig. 36—38). Ab und zu scheint freilich eine ganz homogene Verbindung zu bestehen (Fig. 39, 40, 45, 46), die so oft beobachtete Existenz jenes Körpers hat mich jedoch äusserst misstrauisch gemacht. Andererseits ist es auch möglich, dass die Erscheinung auf denselben Ursachen beruht, wie die so oft beobachtete Bildung des Knöpfchens in den Plasmodiesmen der höheren Pflanzen. Jedenfalls scheint mir trotz allen Angaben früherer Beobachter und trotz der von mir darauf verwendeten Mühe die Existenz ununterbrochener Verbindungen selbst bei *Polysiphonia* noch nicht über allen Zweifel erhaben zu sein.

Pilze und Flechten.

Auch über Protoplasmaverbindungen bei Pilzen liegen einige Angaben der Autoren vor. Zuerst wurde mir die von A. MEYER bekannt, der sie im Mycel von *Hypomyces rosellus* und im Sclerotium

1) A. a. O. S. 16.

von *Claviceps purpurea* beobachtet, aber nicht abgebildet hat¹⁾. Jedoch existirt aus dem Jahre 1893 eine ziemlich umfangreiche Abhandlung von W. WAHRLICH über diesen Gegenstand, die zwar im botanischen Jahresbericht erwähnt und im botanischen Centralblatt referirt ist, aber wohl wegen der schwierigen Zugänglichkeit der Zeitschrift, die das Original enthält, keine Beachtung gefunden hat. Es sind die *Scripta hort. bot. univers. imper. Petropolitanae*²⁾, die selbst die Königliche Bibliothek in Berlin nicht besitzt. Ich verdanke der Freundlichkeit Herrn WAHRLICH's einen Separatabdruck. Hier finde ich nun, dass schon 1886 CHMIELEWSKI Verbindungen bei *Haplotrichum roseum* Corda beobachtet hat³⁾. WAHRLICH selbst beschreibt und bildet Plasmodiesmen aus nicht weniger als 50 Arten von Pilzen, niederen wie höheren ab. Ferner hat sie TISCHUTKIN in einer ebenso übersehenen Schrift in russischer Sprache, betitelt „Die Pilze der Gattung *Achorion*“ aus dem Jahre 1894⁴⁾, für eben diese Organismen beschrieben und gezeichnet. Herr WAHRLICH hatte die ausserordentliche Liebenswürdigkeit, mir nicht allein ein Exemplar dieser Schrift zu verschaffen, sondern sogar die betr. Stellen für mich in's Deutsche zu übersetzen, wofür ich ihm hier meinen wärmsten Dank ausspreche. Endlich beschreibt sie und bildet sie auch WORONIN in seiner schönen Abhandlung über *Sclerotinia cinerea* und *Scl. fructigena* ab⁵⁾. Schon DE BARY beschreibt übrigens bei dem Fadenpilz *Dactylium macrosporum* Tüpfel, die er bei anderen Fadenpilzen nicht fand und die er mit denen von *Callithamnion* vergleicht. Bei *Botrytis cinerea* schienen ihm die Querwände in der Mitte nur dünner zu sein als am Rande⁶⁾. Ueber die Flechten sind Angaben vorhanden von E. BAUR⁷⁾ und von DARBYSHIRE⁸⁾, die sich allerdings nur auf die Carpogonzellen von *Collema* und *Physcia pulverulenta* beziehen. Endlich hat, wie schon erwähnt, STRASBURGER die Plasmodiesmen von *Cora pavonia* dargestellt⁹⁾, während er bei *Amanita*, *Psalliota* und

1) Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1896, S. 280.

2) Vol. IV., No. 1, S. 41—155.

3) Zur Morphologie von *Haplotrichum roseum*. Ber. der neurussischen Naturforscher-Gesellschaft, Bd. VI, Odessa 1886 (russisch).

4) Dissertation zur Erlangung der Doctorwürde. St. Petersburg.

5) Mémoires de l'acad. impér. des sc. de St. Pétersbourg. 1900.

6) Handbuch der physiol. Botanik, Bd. II, 1866, S. 7, wiederholt in Vergl. Morphol. und Biol. der Pilze, 1884, S. 14. An ersterem Orte (S. 15) giebt übrigens DE BARY auch an, „dass bei dem zierlichen *Botryosporium pulchrum* Corda die Querwände der gabelig getheilten Hauptfäden in der Mitte immer offen bleiben“. Danach würde DE BARY als der erste Entdecker der Plasmaverbindungen bei Pflanzen anzusehen sein.

7) Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1898, S. 363.

8) Jahrb. für wissensch. Bot., Bd. XXXIV, 1899, S. 329—343.

9) A. a. O. Fig. 19 und 20.

den meisten Flechten auf Schwierigkeiten stiess. Ich selbst habe in einem in der Decembersitzung 1900 der Deutschen Botanischen Gesellschaft gehaltenen kurzen Vortrage einige Angaben über diese Verhältnisse gemacht, in denen ich meinen Zweifeln über das Vorhandensein wirklicher Verbindungen Ausdruck gab¹⁾.

Von Pilzen habe ich namentlich ein *Verticillium*, ein *Cephalothecium*, ferner schon, bevor ich die WORONIN'sche Abhandlung erhielt, die beiden genannten *Sclerotinia*-Arten²⁾, *Peziza aurantiaca*, das *Sclerotium* von *Claviceps* und einige unbestimmte Schimmelpilze, von Flechten *Cladonia pyxidata*, *Collema* und namentlich *Peltigera*-Arten untersucht. Bei allen Pilzen bedient man sich zur Quellung statt der H_2SO_4 nach WAHRLICH's sehr gerechtfertigter Empfehlung mit grösserem Vortheil des $ZnCl_2$ und färbt am besten mit MEYER's stärkerer Jodlösung (3 + 3 + 20).

Die Bilder, die man bei dieser Behandlung erhält, sind je nach der Pilzart und wohl auch nach der Dauer des Quellungsmittels sehr verschieden. Bald sieht man einen Faden von ausserordentlicher Feinheit zwischen den Protoplasmakörpern der einzelnen Zellen, so z. B. auch bei *Claviceps* (Fig. 47), bald erreicht dieser eine Dicke bis zu 1μ (Fig. 50, 51). WAHRLICH bildet fast nur solche letzterer Art und theilweise noch bedeutend dickere, bis zur Stärke von $1,5 \mu$ ab. Ich muss gestehen, dass ich trotz meinen eigenen Beobachtungen aus diesem Grunde in viele von WAHRLICH's Abbildungen anfänglich ein gewisses Misstrauen setzte, welches aber schwand, als ich bei dem als so ungemein genauen Beobachter bekannten WORONIN Verbindungen von *Sclerotinia fructigena* abgebildet fand, welche nach meiner freilich nur an der Tafel gemachten und also sehr ungenauen Messung eine Dicke von annäherd 2μ aufwiesen³⁾.

Häufig glaubte ich in der stark gequollenen, unter dem Mikroskop oft recht undeutlichen Querwand eine Oeffnung mit Sicherheit zu erblicken. Was mich stutzig machte und meine damalige Bemerkung in der Sitzung der Deutschen Bot. Gesellschaft in erster Linie hervorrief, war aber folgende, wiederholt gemachte Beobachtung. Die Querwand zeigte an ihren Ansatzstellen an der Aussenwand die gewöhnliche Dicke. Weiter nach innen war sie stark gequollen, besass in der Mitte einen von einer Seite tief eindringenden Tüpfel, welcher

1) Berichte, 1900, S. 397.

2) Bei *Sclerotinia cinerea* erhielt ich bei Züchtung in Pflaumenabkochung ebenfalls regelmässig die von WORONIN beschriebenen und abgebildeten, räthselhaften hirschgeweiartigen Bildungen (a. a. O. S. 11 und Fig. 23—30). Sie bildeten nach und nach dichte Verflechtungen, erlitten aber sonst kein auffallendes Schicksal. Dass sie mehr als andere Hyphenzweige zu Fusionen neigten, habe ich nicht beobachtet.

3) A. a. O. Taf. V, Fig. 72, 73.

abgerissene Protoplasmamassen enthielt, nach der anderen Seite hin jedoch mit einer äusserst feinen Haut überspannt war. Dabei war die Wand in jene letztere Zelle mehr oder weniger hineingewölbt (Fig. 48). WORONIN bildet eine ganz ähnliche Einfaltung einer Zellwand von *Sclerotinia cinerea* in seiner Fig. 16 auf Taf. I ab, die aus einer alten Cultur stammt, dabei aber doch eine scheinbar durchgehende Verbindung zeigt. Ich glaube jedoch jetzt in dieser Erscheinung keine Instanz gegen das Vorhandensein wirklicher Plasmodiesmen mehr erblicken zu müssen. Einerseits nämlich habe ich später noch sehr viele, wie mir schien, ganz untrügliche Bilder der Verbindungen erhalten (z. B. Fig. 51, 52, 57, 58), andererseits aber sprechen für meine jetzige Auffassung die Hyphenfusionen, die ich namentlich bei *Verticillium*, aber auch bei *Sclerotinia cinerea* in der schönsten Vollendung beobachtet habe. Schon A. MEYER schreibt¹⁾: „Die Fusion zwischen den Hyphenzellen erfolgte hier (*Hypomyces*) meist so, dass ein Zellfaden mit seiner Spitze auf einen anderen zuwächst, dass nach dem Anlegen der Spitze die Membranen resorbiert werden und dass so Verschmelzung des Cytoplasmas erfolgt. Die breite Verbindung wird jedoch sofort wieder beschränkt, indem baldigst eine neue Membran, dicht bei der Fusionsstelle entsteht, in welcher eine normale Plasmaverbindung angelegt wird.“ Meine Figuren 53—56 geben Bilder von diesen Fusionen. In Fig. 54 sieht man einerseits einen Querzweig zwischen zwei neben einander laufenden Hyphenzweigen, welche aus einem Mutterzweige hervorsprossen, nach oben aber frei endigten. Dieser einzellige Querzweig ist also aus der einen Hyphe hervorgewachsen, hat aber nach der anderen eine normale, feine Plasmaverbindung gebildet. Auf ihn wächst von unten her wiederum ein Zweig zu, der im weiteren Verlauf unzweifelhaft ebenfalls in Verbindung getreten sein würde. Uebrigens giebt schon DE BARY derartige Verschmelzungen an und sagt auch, dass an solchen Stellen die Protoplasmakörper beider Zellen zu einem einzigen vereinigt werden²⁾. Ferner hat sie BREFELD bei den „Schnallenbildungen“ gefunden³⁾ und WAHRLICH bestätigt diese Beobachtung⁴⁾.

Aber nicht nur dies kommt vor, sondern es entstehen auch seitliche Fusionen zwischen parallel wachsenden Hyphen, sogar doppelte dicht neben einander und diese bilden Verbindungen aus, welche entweder den übrigen gleiche oder auch viel erheblichere Dicke erhalten können (Fig. 53, 55, 56).

Es ist meines Erachtens hier ausgeschlossen, dass, wie MEYER

1) Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1896, S. 231.

2) Vergl. Morphol. und Biol. der Pilze, 1884, S. 2.

3) Siehe DE BARY a. a. O. S. 3.

4) A. a. O. S. 13.

will, in einem Falle wie der abgebildete (Fig. 55) sich nachträglich eine normale Verbindung ausbilden sollte. Diese Beobachtung gewinnt besonderes Interesse, weil WAHRLICH schreibt¹⁾, dass bei den Pilzen Plasmaverbindungen nur durch die Querwände hindurchgehen, Zellen benachbarter Hyphen hingegen nicht mit einander verbunden seien. „Selbstredend“, sagt er, „kommen Anastomosenbildungen hier nicht in Betracht.“ Ich verstehe diese Stelle, die sich auf Basidiomyceten bezieht, vielleicht nicht recht. Habe ich sie aber richtig aufgefasst, so meint WAHRLICH hier mit „Anastomosenbildungen“ wohl die vorher erwähnten, die dadurch entstanden, dass ein Zweig mit seiner Spitze mit einem anderen verschmilzt. In den von mir beobachteten Fällen ist dies wohl ausgeschlossen.

Jedenfalls ist bei diesen dickeren Fusionsverbindungen eine directe Communication des Protoplasmas beider Zellen unzweifelhaft. Dadurch aber werden meines Erachtens auch die dünneren von ihnen, und, da diese wieder den normalen in den Querwänden völlig gleichen, auch diese bei Pilzen und Flechten ausser Frage gestellt. Es fragt sich nur, wie man sich nun die vorher beschriebenen Beobachtungen (Fig. 48) erklären soll. Ich glaube so, dass die Querwand bei ihrem starken und unregelmässigen Aufquellen gleichzeitig eine geringe Drehung um die Queraxe des Fadens erlitt und dass in Folge dessen die Oeffnung in ihr, aus der einerseits das Protoplasma des Tüpfels herausgerissen und die durch die Quellung ausserdem verengt wurde, unsichtbar ward. Demnach meine ich, dass man an dem Bestehen wirklicher Plasmodesmen bei den Pilzen zu zweifeln kein Recht mehr hat und dass auch die Abbildungen WAHRLICH's Vertrauen verdienen.

WAHRLICH zeichnet Verbindungen nicht bloss in den vegetativen Hyphen, sondern auch solche zwischen den Sterigmen und den Sporen bei *Coprinus*, *Eurotium herbariorum*, *Aspergillus niger*, *Penicillium glaucum*, *Sclerotinia Fuckeliana*, endlich zwischen den Zellen einer mehrzelligen Spore von einem unbestimmten Pilz.²⁾ Die Verbindung zwischen Sterigma und Spore habe ich bei einem unbestimmten Schimmelpilz ebenfalls beobachtet, habe aber den Eindruck erhalten, dass hier offene Tüpfel nur während der Entwicklung vorkommen. Die reife Spore dürfte hingegen vollkommen abgeschnürt sein. Dagegen fand ich an gekeimten Sporen von *Sclerotinia fructigena* die Zellen der an ihren entgegengesetzten Enden hervortretenden Keimhyphen mit dem Sporenhalt durch je ein feines Plasmodesma in Verbindung.

WAHRLICH giebt an, dass in jeder Querwand immer nur eine

1) A. a. O. S. 14.

2) A. a. O. Fig. 23—25, 27—30, 34.

Verbindung in der Mitte vorkomme, ein Umstand, den er für seine Ansicht verwerthet, dass bei den Pilzen die Querwände sich in derselben Weise wie bei *Spirogyra* bilden. Dasselbe habe auch ich bei Pilzen stets gefunden. So ist es ferner auch in der Trichogyne und im Ascogon bei *Collema*.

E. BAUR sagt¹⁾, dass an den „unbefruchteten“ Carpogonen die Querwände ebenso wie an den vegetativen Hyphen einen meist gut erkennbaren Tüpfel trügen, aber nicht durchbrochen seien, während er an „befruchteten“ Carpogonen sowohl in den Trichogynen, wie auch in den Ascogonen Durchbohrung der Querwände gesehen zu haben meint. Auch ich konnte mit Sicherheit immer nur den Tüpfel gewahren, habe aber wohl nur „unbefruchtete“ Exemplare zu Gesicht bekommen, da die befruchteten ja ziemlich selten sind. Ich konnte mich jedoch auch an BAUR's eignen Präparaten, die er mir zu schicken die Freundlichkeit hatte, von dem Bestehen ununterbrochener Verbindungen nicht mit Sicherheit überzeugen. Allerdings waren aber diese Präparate bereits etwas ausgebleichen, und ich zweifle nach den Befunden an anderen Pilzen nicht mehr an der Existenz der Plasmodiesmen selbst in den „unbefruchteten“ Carpogonen und in den vegetativen Hyphen. Sicher glaube ich sie und zwar als äusserst feine Fäden gesehen zu haben zwischen den Zellen der Podetiumwandung von *Cladonia* (Fig. 62) und zwar sowohl in den Querwänden als auch zwischen benachbarten Hyphen.

Die schönsten Verbindungen bei den Flechten erhielt ich jedoch aus dem Hypothecium von *Peltigera canina* und *polydactyla* (Fig. 63—68), dessen Hyphen sich für diese Untersuchungen besonders deshalb eignen, weil sie verhältnissmässig sehr weitlemig, übrigens mit sehr dicker Wandung versehen sind. Meistens ist auch hier jede Querwand nur von einem feinen, aber deutlichen, ununterbrochenen Plasmodiesma durchsetzt (Fig. 63), und ebensolche finden sich auch gar nicht selten in den Längswänden zwischen benachbarten Hyphen (Fig. 64, 65). Mehrmals erhielt ich jedoch auch Bilder, wo die Mittellamelle der Querwand mehrere dunkle Punkte zeigte, auf welche theilweise feine Fortsätze der Protoplasmakörper beider Zellen hingen (Fig. 66), so dass ihr ursprünglicher Zusammenhang wohl einigermaßen ausser Zweifel gestellt wird. Einmal fand ich auch die Querwand von vier feinen Linien durchsetzt (Fig. 67). Es waren also hier wahrscheinlich mehrere Tüpfel in der Wand vorhanden. Dies veranlasste mich, an einigen feinen Schnitten den Zellinhalt durch Eau de Javelle zu zerstören, und nun traten in der That die schönsten Tüpfelbildungen hervor, Bildungen, welche in frappanter Weise den Siebplatten von Phanerogamen, bezw. den ähnlich gebauten

1) A. a. O. S. 364.

Wänden gleichen, denen man zwischen den Zellen von *Viscum* so oft begegnet (Fig. 68 A—C). Die Zahl dieser Tüpfel wechselt sehr, ich habe 2—6 in einer Querwand beobachtet. Auch die Verdickungsmassen sind sehr ungleich ausgebildet, indem sie bald breiter, bald schmaler sind und in verschiedenem Masse in das Zellinnere vorspringen. In der mir vorliegenden Litteratur finde ich derartige Tüpfelbildungen in den Querwänden von Hyphen der Pilze und Flechten nicht erwähnt, womit freilich nicht ausgesprochen sein soll, dass sie nicht vielleicht von anderen schon früher beobachtet worden wären.¹⁾

Mögen die vorstehenden Untersuchungen auch noch recht lückenhaft sein und in Einzelfällen immer noch grosse Zweifel offen lassen, so dünkt es mich doch im höchsten Grade wahrscheinlich, dass die Plasmodesmen im Reiche der niederen Pflanzen ganz ebenso verbreitet sind wie bei den Phanerogamen, wo ja ihr allgemeines Vorkommen nicht mehr bezweifelt wird. Höchstens machen die Fadenalgen eine Ausnahme, weil man sie dort in keinem einzigen Falle mit Sicherheit nachgewiesen hat, während bei allen anderen Gewächsen auf die zweifelhaften Fälle aus den unzweifelhaften durch Analogie geschlossen werden kann. Bei den Fadenalgen aber besitzt jede einzelne Zelle eine so weit gehende Selbständigkeit in Ernährung und Fortpflanzung, dass mir hier das Fehlen der Plasmodesmen sogar wahrscheinlich ist.

Ueber die Function der Plasmodesmen ist man bisher immer noch nicht zur vollen Einigung gekommen. Dass sie die Wege für Reizfortpflanzung sein dürften, wird freilich wohl allgemein zugegeben, und STRASBURGER schliesst hierauf aus dem Umstande, dass Reizkrümmungen bei vollständig durchgeführter Plasmolyse und allgemeiner Lostrennung der Protoplasten von den Zellwänden auch nach Aufhebung der Plasmolyse unterbleiben²⁾. Die Beweiskraft seiner schönen Versuche für die Rolle speciell der Plasmodesmen bei den Reizkrümmungen erscheint mir allerdings aus dem Grunde zweifelhaft, weil, wie er selbst angiebt, die Zellen bei der Plasmolyse überhaupt litten und schliesslich alle abstarben. A priori sollte man nun erwarten, dass in reizbaren Pflanzentheilen besonders viele oder starke Plasmodesmen vorkämen, und ARTHUR W. HILL will

1) Ich bemerke bei dieser Gelegenheit, dass ich bezüglich der Litteratur an meinem kleinen Wohnort überhaupt in einer üblen Lage bin, insofern ich, auf meine beschränkten Privatmittel angewiesen, mir vieles selbst aus Bibliotheken nur mit verhältnissmässig grossen Kosten, manches gar nicht beschaffen kann. Dies mag zur Entschuldigung dienen, wenn ich vielleicht manche litterarische Erscheinungen nicht gebührend berücksichtigt habe.

2) A. a. O. S. 579.

dies ja auch in den Wurzelspitzen festgestellt haben¹⁾, während es GARDINER für das Polster von *Mimosa* in Abrede stellt²⁾. Nach meinen neueren Befunden an den Blatt- und Blättchengelenken von *Phaseolus* und *Oxalis*, sowie an den Staubfäden von *Centaurea Jacea* muss ich mich auf GARDINER's Seite stellen.

Dass die Plasmodesmen bei der Wanderung von Stoffen eine Rolle spielen können, giebt auch PFEFFER zu. „Da vermuthlich die dünnsten Fäden“, schreibt er³⁾, „zur Erhaltung der lebendigen Continuität ausreichen, so deutet vielleicht die Erweiterung der Verbindungskanäle in den Siebröhren darauf hin, dass es auf eine vorwiegende Benutzung für den Stofftransport abgesehen ist.“ Und STRASBURGER meint⁴⁾, wenn man in der Reizübermittlung die einzige Aufgabe der Plasmodesmen erblicken wollte, so müsste es unter anderem sehr auffallen, dass die Endospermzellen mit ganz besonders zahlreichen Plasmaverbindungen ausgestattet zu sein pflegen, weil doch an diese als Nahrungsspeicher dienenden Gewebe schwerlich besonders hohe Ansprüche für Fortleitung von Reizen gestellt werden könnten. Das trifft, wie mir scheint, mehr oder weniger für alle Speichergewebe zu, beispielsweise auch für Rhizome, in denen man nichts desto weniger viele und schöne Verbindungen findet. So zeigt z. B. meine Fig. 4, welche einen Tüpfel zwischen zwei Parenchymzellen aus dem Rhizom von *Oxalis Acetosella* darstellt, in gleicher Ebene nicht weniger als 11 kräftige Plasmodesmen. Verbindungen von gleicher Stärke finden sich hier aber beispielsweise auch zwischen den Parenchymzellen des Blattstiels und den Elementen des Stereoms. Sollten an letztere auch nur in ihrer Jugend besondere Ansprüche bezüglich der Reizleitung gestellt werden? Ich sehe also nicht ein, warum man den ganz gleichen Verbindungen die Function in einem Falle zuschreiben, in einem anderen abstreiten sollte.

STRASBURGER ist freilich der Ansicht, dass die Plasmodesmen nur aus Hautschichtsubstanz bestehen⁵⁾. Aber einerseits hält STRASBURGER die Callusfäden der Siebtüpfel, denen er Leitungsfähigkeit zuschreibt, ihrem Ursprung nach auch für Hautschichtgebilde⁶⁾, andererseits kann ich in dem Umstande, dass die Plasmodesmen die Dicke der Hautschicht in ihrem Durchmesser nicht überschreiten, einen Beweis für ihre Hautschichtnatur nicht erblicken. Denn was hindert uns an der Annahme, dass die Hautschicht in den Verbindungen vielleicht ganz besonders dünn ist und das letztere dennoch in ihrem

1) Philos. Transacts. Vol. 149, 1901, p. 103, wie ich nach STRASBURGER citire.

2) Arb. des Bot. Inst. in Würzburg Bd. III, H. 1, 1884 p. 65ff.

3) Pflanzenphysiologie. 2. Aufl. Bd. I, S. 99.

4) A. a. O. S. 534.

5) A. a. O. S. 544.

6) A. a. O. S. 524.

Innern aus Trophoplasma bestehen? Der Umstand, dass man dies mikroskopisch nicht unterscheiden kann, gewiss nicht. Freilich würde dadurch ihre passirbare Bahn noch enger werden, und man hat ja schon die Engigkeit der als homogen angesehenen Verbindungen gegen ihre Rolle in der Stoffleitung geltend gemacht. Mir will es immer scheinen, als lasse man sich dabei durch unsere menschlichen Begriffe von Engigkeit und Kleinheit all zu sehr beeinflussen. Man denke doch z. B. daran, in wie ausserordentlich engen Bahnen sich bei manchen Bakterien sogar Plasmawanderung abspielen muss, wenn sie zur Sporenbildung schreiten.

Auch für die von STRASBURGER entwickelte Vorstellung, dass die von den angrenzenden Zellen entsandten Plasmodesmen keine Einheit darstellen, vielmehr innerhalb der Mittellamelle mit ihren Enden nur auf einander stossen und dort sich innig vereinigen sollen¹⁾, vermag ich keine ausreichende Stütze in der Thatsache zu erkennen, dass mitunter bei der Plasmolyse die Plasmodesmen an der einen Seite der Mittellamelle in der Wandung stecken bleiben, an der anderen hervorgezogen werden. Denn STRASBURGER selbst giebt an, seine Figuren zeigen es und meine eigenen Untersuchungen haben es mir ebenfalls wiederholt gelehrt, dass das Durchreissen an den verschiedensten Stellen erfolgt. Allgemeine nachträgliche, d. h. nach Abschluss der Zelltheilung eintretende Entstehung der Plasmodesmen vorausgesetzt, hat ja diese Auffassung manches für sich. Wo aber solche nachträgliche Entstehung mit voller Sicherheit beobachtet ist, nämlich bei den Fusionen von Pilzzellen, da liefern die gerade hier oft so starken und deutlichen Verbindungen ihr keine Stütze (siehe z. B. die Fig. 53 und 55).

Was nun die Siebröhren anbelangt, so hat STRASBURGER ja für mehrere Angiospermen, insbesondere für *Kraunhia floribunda* entwicklungsgeschichtlich den Beweis geliefert, dass wir es bei den Verbindungen der Siebröhrenglieder nicht mit gewöhnlichen, nur durch ihre Dicke ausgezeichneten Plasmaverbindungen zu thun haben²⁾. Aber gilt dieses Ergebniss wirklich für alle Angiospermen? KUHLA's Fig. 17 zeigt, und ich habe es ebenso gefunden, dass bei *Viscum* die Verbindungen zwischen den Siebröhrengliedern keineswegs stärker sind als zwischen sonstigen Zellen, bei *Gagea pratensis* fand ich sie sogar eher schwächer (Fig. 5, zu vergleichen mit Fig. 6). Hier ist also eine Durchbrechung der Siebfelderschliesshäute mindestens sehr zweifelhaft. Die Fälle, wo die Verbindungen der Siebröhrenglieder besonders stark sind, bei *Kraunhia* und einigen anderen Pflanzen dürften wohl Specialfälle sein, die sich aus einer besondern Be-

1) A. a. O. S. 569.

2) A. a. O. S. 526 ff.

anspruchung der Siebröhren bei der Stoffleitung erklären. Für *Cucurbita* liegt diese ja auf der Hand. Denn welche verhältnissmässig ungeheuren Mengen von Assimilaten müssen hier transportirt werden, wenn die gewaltige Frucht mit ihren massenhaften Samen in auffallend kurzer Zeit heranwächst! Dennoch wird man den Verbindungen der Siebröhren bei verschiedenen Pflanzen kaum eine grundsätzlich verschiedene Aufgabe zuschreiben, und STRASBURGER hält ja auch dafür, dass die sehr dünnen Plasmafäden, welche in der Wandung der eiweissführenden Markstrahlzellen der Abietineen die Callusfäden der Siebröhrenwandungen fortsetzen, dem Stofftransport dienen. Dasselbe hält er für möglich bei den Plasmodesmen, durch welche die Siebröhrenglieder seitlich zusammenhängen. Dasselbe muss also doch wohl auch für diejenigen gelten, welche Siebröhren mit Geleit- und Cambiformzellen in Verbindung setzen. Und da diese wieder mit den gewöhnlichen Plasmodesmen im Aussehen identisch sind, so wüsste ich nicht, warum man den letzteren ihre Befähigung zum Stofftransport überall, wo sie vorkommen, abstreiten sollte.

Ich hatte früher ausgesprochen, dass ich den osmotischen Widerstand der Zellhäute für zu bedeutend hielte, als dass Stoffwanderungen auf weitere Strecken ohne Hülfe der Plasmaverbindungen überhaupt denkbar seien¹⁾. Dagegen macht PFEFFER geltend, dass sie zur Erreichung einer genügend schnellen Wanderung „nicht unbedingt nöthig“ wären²⁾. Er schliesst dies namentlich aus dem Umstande, dass sie mit der Zufuhr von Nährstoffen und der Abfuhr von Stoffwechselproducten nach aussen nichts zu thun hätten. Da ferner beim Keimen von *Zea Mays* die mobilisirten Reservestoffe in das nur anliegende Schildchen ohne Vermittelung lebendiger Verbindungen nachweisbar übergangen, so sei klar, dass eine solche Wanderung von Zelle zu Zelle auch im Innern von Geweben hinreichend schnell vor sich gehen könne. Letztere Thatsache glaube ich schon 1891 genügend berücksichtigt zu haben, denn gerade ich habe meines Wissens zuerst nachgewiesen, dass die Wände, welche die Zellen des Embryos von denen des Endosperms im keimenden Samen, als auch die, welche die Haustorienzellen der Schmarotzer von denen der Wirthspflanze trennen, von Plasmafäden nicht durchzogen sind³⁾. Auch aus meinen neuen Untersuchungen am Fuss des Moosporogoniums, wie aus dem von mir jetzt ebenfalls festgestellten Factum, dass die Hyphen der Flechten mit den Gonidien in keine derartige

1) A. a. O. S. 19.

2) Studien zur Energetik der Pflanze. Abh. der math.-phys. Classe der Kgl. Sächs. Gesellsch. der W. Bd. XVIII, No. III 1892 und Pflanzenphysiologie, 2. Auflage, S. 97.

3) A. a. O. S. 22.

Verbindung treten, geht wiederum hervor, was ich vor 11 Jahren aussprach, dass das Pflanzenindividuum sich gegen die Umgebung vollständig und allseitig abschliesst. Schon damals aber glaube ich auch gezeigt zu haben, dass diese negativen Ergebnisse nichts beweisen gegen die von mir den Verbindungen zugeschriebene Rolle. Es mag sein, dass der Stofftransport in der Pflanze auch ohne sie möglich erscheint. Meines Erachtens aber kommt es vor allem darauf an, was das wahrscheinlichste ist, und die Wahrscheinlichkeit spricht für sämtliche Plasmodesmen. Auch die von STRASBURGER jetzt festgestellte Thatsache, dass sie bei Veredelungen zwischen den Symbionten neu entstehen¹⁾, dürfte für meine Anschauung schwer in's Gewicht fallen. Wenn sie schliesslich aber auch nur, wie STRASBURGER meint, „in bestimmt begrenzter Weise in die Vorgänge des Stofftransports eingreifen, vor allem dort, wo es gilt, diesen durch vitale Thätigkeit zu reguliren“, so bin ich damit schon ganz zufrieden. Jedenfalls haben sich die Chancen der Plasmaverbindungen gegenüber der ihnen vor 1891 zuerkannten Bedeutung wesentlich verbessert.

Ob sie jedoch bei höheren Pflanzen als Bahnen für Plasmawanderung dienen können, will ich jetzt um so mehr dahingestellt sein lassen, als meine damaligen vermeintlichen Beobachtungen dicker Plasmodesmen sich als irrthümlich erwiesen haben. Auch bei den Verbindungen, die ich zwischen jungen Gefässen und ihren Nachbarn nachweisen zu können glaubte, haben mir in Wirklichkeit wohl nur Tüpfelfüllungen vorgelegen. Bei *Viscum* und *Oxalis* habe ich neuerdings keine Verbindungen an dieser Stelle auffinden können, und auch die Figur, welche BENGT JÖNSSON von den Gefässen von *Psoralea* giebt²⁾, dürfte nur eine Tüpfelfüllung darstellen, zumal JÖNSSON nach derselben Methode wie ich dereinst arbeitete.

Es handelt sich also darum, ob irgendwo sonst eine durch Wandporen hindurchgehende Wanderung ungelöster Stoffe beobachtet worden ist.

Betreffs der Pilze hat schon CHMIELEWSKI darauf aufmerksam gemacht, dass bei *Haplotrichum roseum* zur Bildung der Conidien ausser dem Inhalt der Basidien oft auch der Inhalt der Zellen des Fruchträgers und theilweise sogar des Myceliums verbraucht wird³⁾. WAHRLICH hat bei *Eurotium*, *Aspergillus* und *Penicillium*, sowie an Hutpilzen beobachtet, dass das Plasma dahin wandert, wo die Gegenwart der Nähr- und Baustoffe am nothwendigsten ist⁴⁾. Er sah auch bei *Penicillium* und *Eurotium* eine langsame Rotationsbewegung in

1) A. a. O. S. 584 ff.

2) Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch., 1892, Taf. 27, Fig. 11.

3) A. a. O. S. 8, citirt nach WAHRLICH.

4) A. a. O. S. 44.

den Zellen. Vergebens versuchte er jedoch, mittelst Plasmolyse eine merkbare Wanderung des Plasmas von Zelle zu Zelle hervorzurufen. Eine solche beschreibt nun aber TISCHUTKIN¹⁾. Ich setze die betreffende Stelle aus seiner Schrift nach WAHRLICH's Uebersetzung hierher. Sie lautet:

„Oftmals konnte ein starkes Anschwellen der Hyphen intercalär oder an den Enden in Form von Kolben, Keulen etc. beobachtet werden; zuweilen waren die Anschwellungen citronenförmig. Ueberhaupt waren die Hyphenanschwellungen ihrem Charakter nach höchst variabel, so zeigten die Hyphen in manchen Fällen nur kaum merkliche Verdickungen an den Enden, in anderen dagegen stark entwickelte Säcke. Mit der Zeit platzten viele der Anschwellungen, wobei aus dem Riss ein Theil des Hyphenplasmas hervortrat und sich in Form eines rundlichen oder vieleckigen, farblosen oder gelben, feinkörnigen Körperchens ansammelte, welches auch unweit der Austrittsstelle zu finden war. Auf dem herausgetretenen Körperchen konnte keine Haut nachgewiesen werden: es war nur zu sehen, dass dasselbe aus zwei Schichten besteht — einer äusseren homogenen und einer innern körnigen.“

„Nach dem Heraustreten des Körperchens erschien die betreffende Hyphe auf ziemlich beträchtliche Strecke entleert und enthielt hier nur eine geringe Anzahl Körnchen in Form eines schmalen Bandes angeordnet, etwas mehr Körnchen waren im Centrum der entleerten Anschwellung zu beobachten. Das Heraustreten des Plasmas fand statt nicht nur an den Enden der Haupthyphen, sondern auch an beliebigen Theilen des Myceliums, wobei an mancher Hyphe das Herausfliessen des Plasmas aus zwei und mehreren Stellen zu sehen war. Das weitere Schicksal des herausgetretenen Plasmas besteht im gänzlichen Zerfall des Körperchens“

„Ein actives Herausschleudern des Plasmas ist wohl nicht zu bezweifeln, denn ich habe dasselbe vielmals beobachtet in 1 pCt. Fleischpepton-Agar-Culturen, wie in feuchter Kammer, so auch in PETRI'schen Culturschälchen in situ, wo folglich jede Möglichkeit einer passiven Bildung der Körperchen durch zufälligen Druck auf das Präparat gänzlich ausgeschlossen war. Das Heraustreten des Plasmas war nicht nur an den stark angeschwollenen Hyphentheilen zu beobachten, sondern auch an solchen Stellen, welche gar keine Dehnung erlitten hatten. Und umgekehrt, aus vielen Anschwellungen wurde der Hypheninhalt gar nicht herausgeschleudert.“

„Das Heraustreten des Plasmas aus den Hyphen des Favus-Pilzes ist durchaus keine charakteristische Erscheinung für denselben, denn ein ähnliches Heraustreten des Plasmas habe ich auch einmal

1) A. a. O. S. 86, 87.

bei *Aspergillus glaucus* beobachten können an einer Cultur in feuchter Kammer in schwach saurer einprocentiger Fleischpeptonbouillon mit 2 pCt. Glykose bei Zimmertemperatur. In Fig. 12 ist die Hyphe abgebildet, an welcher ich die betreffende Erscheinung beobachtet habe. Der ganze Process hat vor meinen Augen stattgefunden; dabei wanderte das Plasma, sich stossweise bewegend, aus dem Zweige *c* nach *b*¹⁾ und trat heraus fast an der Spitze des letzteren in Form eines feinkörnigen Körperchens; im Zweige *c* nahm der Plasma-gehalt allmählich ab. —“

„Das Heraustreten der plasmatischen Körperchen*) konnte beim Favus-Pilz nicht in allen Nährsubstraten beobachtet werden; hauptsächlich gelang es, diese Erscheinung in Gelatineculturen zu beobachten, welche Glycerin oder Glykose enthielten —“

In der Anmerkung zu *) heisst es: „Das Heraustreten des Plasmas aus den Hyphen des Favus-Pilzes mit dabei erfolgender Entleerung mehrerer Zellen dient meiner Meinung nach als prachtvoller Beweis für WAHRLICH's Anschauung, dass „die plasmatischen Verbindungen Wege vorstellen, längs denen das Plasma aus einer Zelle in die andere wandert.“ Zur weiteren Beweisführung kann ich hier noch meine an *Aspergillus glaucus* gemachte Beobachtung anführen, wo der Uebergang des Plasmas aus einer Zelle in die andere höchst deutlich zu sehen war. Nachdem ich vorsichtig einen Tropfen Kochsalzlösung an den Rand des Deckglases gethan hatte, unter welchem sich im Wasser Hyphen genannten Schimmels befanden, brachte ich rasch das Präparat unter das Mikroskop und sah dann, wie das Plasma in starkem Strome aus einer Zelle in die andere fluthete. Beschriebene Erscheinung habe ich an mehreren Präparaten verfolgt. Leider blieb mir die Concentration der angewandten Kochsalzlösung unbekannt; trotz vielmaligen Versuchen gelang es mir daher nicht mehr, diese Plasmaströmung wieder zu beobachten.“

Ich selbst habe daraufhin versucht, diese Beobachtungen auf einem etwas anderen Wege zu wiederholen. Wenn man von einer Cultur von *Sclerotinia cinerea* — und auch anderer Fadenpilze — in Pflaumenabkochung diese letztere absaugt und eine grössere Menge reinen Wassers zutreten lässt, so beobachtet man das Platzen der Hyphen regelmässig. Meistens erfolgt es am Scheitel der Hyphe, der Inhalt tritt durch die Rissstelle aus und sammelt sich davor an, während die Zelle selbst ihren Querdurchmesser erheblich verschmälert. Aber nur einmal beobachtete ich die von TISCHUTKIN beschriebene Erscheinung, dass sich nun auch die nächste, durch

1) Diese Zweige sind der Abbildung zufolge Aeste, welche aus einem Mutterfaden dicht neben einander entspringen; in ihnen befinden sich Querwände.

eine Querwand getrennte Zelle entleerte. Bei genauerer Untersuchung fand sich aber, dass auch diese zweite Zelle an einer von mir anfänglich übersehenen Stelle eine kleine Oeffnung erhalten hatte, durch welche sie eine sehr geringe Menge Plasma entleerte (Fig. 69). Sonst blieb hingegen der Inhalt der Nachbarzellen unverändert (Fig. 70). Ich glaube deshalb, dass auch TISCHUTKIN's Beobachtungen auf dem Uebersehen solcher kleinen Verletzungen beruht haben werden, und nehme dies um so mehr an, als auch M. O. REINHARDT angiebt, dass bei *Peziza* das Sprengen der Endzelle und das Heraustreten des Plasmas aus ihr auf die vorletzte Zelle des Fadens keine sichtbare Einwirkung gehabt habe¹⁾.

Eine wirkliche Durchwanderung der Hyphenquerwände seitens des Protoplasmas im unverletzten Zustande ist jedoch von zwei Seiten beschrieben worden, von REINHARDT bei *Peziza Sclerotiorum*²⁾, von CHARLOTTE TERNETZ bei *Ascophanus carneus*³⁾. REINHARDT schreibt: „Oefters sieht man nämlich, dass das strömende Plasma einer Gliederzelle des Fadens vor der jungen Querwand nicht in seiner ganzen Masse in rückläufige Bewegung übergeht, sondern es treten einzelne Theile deutlich sichtbar in die Nebenzelle durch die Querwand über, ruckweise, ähnlich etwa, wie bei *Phytophthora* und *Pythium* das Gonoplasma des Antheridiums durch eine enge Oeffnung in das Ei eintritt. Dieses ruckweise, deutlich sichtbare Uebertreten in die Nachbarzelle erfolgt immer streng im Mittelpunkt der Querwand. Bringt man etwas ältere Zellen in schwache Jodlösung, so erfolgt ein Zusammenziehen des Plasmas von der Wand; eine Reihe so behandelter, junger Gliederzellen zeigt das contrahirte Plasma als zusammenhängende Masse; die Inhalte der an einander liegenden Zellen stehen in der Mitte der Querwand mit einander in Verbindung.“

Nach CHARLOTTE TERNETZ, die ich nach dem Referat im botanischen Centralblatt citire, da mir die Arbeit selbst nicht vorliegt, stellen die Querwände des Mycels blosse Ringleisten dar⁴⁾, die eine centrale Oeffnung besitzen, durch welche selbst Vacuolen durchdringen können. Die Plasmaströmung kann, durch die zahlreichen Septen hindurchtretend, manchmal durch 20 Fäden verfolgt werden. Tritt Gemmenbildung ein, so wird die Strömung eingestellt. Die Querwände schliessen sich. Ein Durchtritt des Plasmas durch die Wände der Gemmenreihen wurde nie beobachtet.

1) Das Wachstum der Pilzhyphen. Jahrb. für wissensch. Bot. Bd. XXIII, 1892, H. 4, S. 561.

2) A. a. O., S. 562.

3) Protoplasmaabewegung und Fruchtkörperbildung bei *Ascophanus carneus*. Jahrb. f. wissensch. Bot. Bd. XXXV, 1900, H. 2, S. 273—312.

4) Also etwa wie nach DE BARY bei *Botryosporium*. Siehe S. 101, Anm. 6.

Mir standen leider die beiden Pilze nicht zur Verfügung, die Angaben der beiden Forscher lauten jedoch so bestimmt, dass ein Zweifel kaum gestattet ist. REINHARDT hat, wie aus einer Abbildung hervorgeht¹⁾, einen Tüpfel in der Querwand nicht beobachtet und giebt auch leider nicht die angewandte Vergrößerung an. Vermuthlich aber handelt es sich in beiden Fällen um dickere Plasmodesmen. Immerhin ist aber deren Structur voraussichtlich dieselbe wie bei den dünneren, die denen der Phanerogamen gleichen.

Anders scheint es mir mit den Beobachtungen MIEHE's zu stehen²⁾. Der Durchtritt der Zellkerne durch die Wände der Epidermiszellen ist leicht zu beobachten, und ich habe ihn selbst zu wiederholten Malen gesehen und gezeichnet. Das Aussehen der Plasmodesmen zwischen diesen Zellen (Fig. 6) spricht nicht gerade dafür, dass der Kerndurchtritt durch sie vor sich geht. Vor Allem aber schliesse ich dies daraus, dass er sehr häufig an solchen Stellen erfolgt, wo sicher keine Plasmodesmen vorkommen, nämlich in oder dicht an den Zellecken, wie es sowohl MIEHE, wie ich fanden. Ich glaube daher, dass es stets beim Abziehen der Epidermis entstandene, von den Plasmodesmen ganz unabhängige Verletzungen in der zarten Zellhaut sind, durch welche die Kerne hindurchtreten, und welche sich hernach wieder schliessen oder wenigstens der unmittelbaren Beobachtung entziehen.

Dagegen handelt es sich bei den Beobachtungen KOERNICKE's³⁾ an Pollenmutterzellen scheinbar wirklich um Durchtritte durch die Plasmodesmen. Diese sind, soweit ich es nach den Präparaten, die Herr KOERNICKE mir zu senden die Güte hatte, beurtheilen kann, hier ziemlich stark, so dass sie den Durchtrittsstellen der Zellkerne einigermaßen entsprechen. Ich konnte aber nach den conservirten, übrigens sehr schönen Präparaten nicht mit Sicherheit entscheiden, ob nicht vielleicht doch nur Tüpfelfüllungen vorlagen.

So bleiben denn trotz STRASBURGER's inhaltsreicher und exacter Arbeit noch so manche Fragen bezüglich der Protoplasmaverbindungen einer künftigen Entscheidung vorbehalten.

1) A. a. O., Taf. 25, Fig. 38.

2) Ueber Wanderungen des pflanzlichen Zellkerns. Flora, Bd. 88, 1901, S. 105 ff.

3) Ueber Ortsveränderung von Zellkernen. Sitzber. der Niederrhein. Gesellsch. für Natur- u. Heilkunde zu Bonn, 1901.

Erklärung der Abbildungen.

Mit Ausnahme von Figur 69 beträgt die Vergrößerung etwa 1800:1. Wo nichts anderes angegeben ist, wurden die Präparate mit H_2SO_4 1+3 und mit Methylviolett behandelt. Die eingeklammerten Zahlen geben die Dauer der Quellung an.

Fig. 1—6. Phanerogamen.

- Fig. 1. Wand aus dem Urgewebe von *Viscum album*. Längsschnitt. Die Plasmodesmen ohne Knötchen.
 „ 2. *Nerium Oleander*. Rinde längs.
 „ 2a. Verbindungen zwischen einer Milchröhre (links) und einer Parenchymzelle (rechts).
 „ 2b. Verbindungen in der Längswand zwischen zwei Parenchymzellen.
 „ 3. *Oxalis Acetosella*. Rhizom quer. Tüpfel zwischen zwei Parenchymzellen.
 Fig. 4 und 5. *Gagea pratensis*.
 „ 4. Zwei Siebröhrenglieder.
 „ 5. Wand im Knollenparenchym.
 „ 6. Tüpfel mit Plasmodesmen aus einer Epidermiszelle von *Allium Cepa*.

Fig. 7—11. Gefässkryptogamen.

- „ 7 und 8. *Polypodium vulgare*. Wände aus dem Rhizomparenchym.
 Fig. 9—11. *Lycopodium clavatum*. Stengel quer. (24 Stunden).
 „ 9. Aus der Sklerenchymscheide des Gefässbündels.
 „ 10. Aus dem Sklerenchym der Aussenrinde.
 „ 11a bis c. Aus den Bastplatten.

Fig. 12—34. Moose.

- Fig. 12—14. *Reboulia hemisphaerica*. Thallus längs (einige Stunden).
 „ 12. Stück einer Längswand zwischen zwei Innenzellen.
 „ 13. Stück zwischen Zellen der Luftkammerschicht.
 „ 14. Stück zwischen Epidermiszellen.
 Fig. 15, 16. *Metzgeria furcata*. Thallus.
 „ 15. Nahe der Scheitelregion (24 Stunden).
 „ 16. Von der Basis des Thallus ($\frac{1}{4}$ Stunde).
 „ 17. *Jungermannia bicuspidata*. Blatt (24 Stunden).
 Fig. 18, 19. *Lepidozia reptans* (24 Stunden).
 „ 18. Querwand aus der noch nicht gestreckten Seta.
 „ 19. Aussenzellen vom Sporogoniumfuss. In dem reichlichen Schleim Farbstoffkörnchen.
 Fig. 20, 21. *Hookeria lucens* (24 Stunden).
 „ 20. Blatt.
 „ 21. Längswand aus den Innenzellen des Stengels. Eben solche Verbindungen fanden sich auch im Querschnitt zwischen den sehr dickwandigen Rindenzellen.
 „ 22. *Racomitrium canescens*. Innenzellen aus dem Längsschnitt der jungen Stengelregion (36 Stunden).
 Fig. 23—25. *Hylocomium splendens* (48 Stunden).
 „ 23. Rindenzellen des Stengels längs (eben solche Verbindungen auch im Blattnerve).
 „ 24. Querwand zwischen zwei Innenzellen (seitlich sind diese ebenso verbunden wie die Rindenzellen).
 „ 25. Stück eines Rhizoids am jungen Stengel.

Fig. 26—34. *Polytrichum* (24 Stunden).

- Fig. 26. Längswand zwischen zwei Rindenzellen nahe unter dem Gipfel.
 „ 27. Querwand an der Blattachsel (die nicht in der Ebene des Gesichtsfeldes liegenden Verbindungen sind hier, wie in Fig. 29 und 34, schwächer gezeichnet).
 „ 28. Querwand aus dem Stengel.
 „ 29. Aus dem Querschnitt durch das Sklerenchym in der Umgebung des Centralstranges.
 „ 30. Theil einer Längswand zwischen zwei langen, inhaltsreichen Zellen des Centralstranges (die Verbindungen färben sich hier weniger gut als in den Rindenzellen. An leeren oder nur noch Fetttröpfchen enthaltenden Zellen des Centralstranges blieben die Verbindungen zweifelhaft).
 „ 31. Aus dem Querschnitt des Centralstranges.
 „ 32. Theil einer Längswand aus dem Stengel von der Fläche gesehen, nach Behandlung mit Eau de Javelle und ZnClJ.
 „ 33. Längswand aus dem Rindentheile der Seta (ebenso in ihrem Centralstrange).
 „ 34. Querwand aus dem Fusse der Seta.

Fig. 35—46. Algen.

Fig. 35—40. *Polysiphonia nigrescens*.

- „ 35. Rindenzellen (ohne Quellung, nur mit Hämatoxylin; in ihren Längswänden dieselben Verbindungen).
 „ 36 und 37. Innenzellen eines sehr jungen Zweiges (mehrere Tage in H_2SO_4 1 + 1).
 „ 38. Innenzellen (Quellung mit JKJ, ohne Färbung).
 „ 39. Haar (H_2SO_4 , ohne Färbung).
 „ 40. Haar (H_2SO_4 , mehrere Tage).

Fig. 41—46. *Batrachospermum Bohneri*.

- „ 41. Steriler Zweig (H_2SO_4 1 + 1, Methylviolett).
 „ 42 und 43. Sterile Zweige (ohne Quellung, Hämatoxylin).
 „ 44. Fertiler Zweig (Hämatoxylin).
 „ 45. Zellreihe aus dem Stämmchen (H_2SO_4 1 + 1, 12 Stunden).
 „ 46. Zellfaden aus einem mehrfädigen Zweige (ohne Quellung, Hämatoxylin).

Fig. 47—61. Pilze.

(Quellung mit ZnClJ, Färbung mit Jodlösung 3 + 3 + 20).

- „ 47. *Claviceps purpurea*. Sclerotium.
 „ 48 und 49. *Sclerotinia fructigena* (24 Stunden).
 „ 50 bis 53. *Sclerotinia cinerea*. Fig. 50 (24 Stunden), Fig. 51 (48 Stunden), Fig. 52 (kurze Zeit), Fig. 53 (kurze Zeit) doppelte Fusion paralleler Fäden.

Fig. 54—58. *Verticillium*.

- „ 54. Fusion der Querzweige.
 „ 55 und 56. Fusion paralleler Zweige (mehrere Tage).
 „ 57. (Mehrere Tage, links bei starker Abblendung).
 „ 58. (Ohne Quellung).
 „ 59. *Cephalothecium*.
 „ 60. Unbestimmter Schimmelpilz.
 „ 61. *Peziza aurantiaca*. Junge Peritheciumhyphe.

Fig. 62—68. Flechten. (H_2SO_4 , Methylviolett).

- „ 62. *Cladonia pyxidata*. Podetium (24 Stunden, ebenso auch mit ZnClJ).

Fig. 63—68. *Peltigera canina* und *polydactyla*.

- Fig. 63. Hypotheciumhyphe (24 Stunden H_2SO_4 1 + 2).
 „ 64 und 65. Fusion paralleler Hypotheciumhyphen.
 „ 66. Hypotheciumhyphe (24 Stunden H_2SO_4 1 + 3).
 „ 67. Hypotheciumhyphe (kurze Zeit H_2SO_4 1 + 3).
 „ 68A bis C. Querwände aus den Hypotheciumhyphen nach kurzer Einwirkung von Eau de Javelle, welches den Zellinhalt rasch zerstört.
-
- „ 69. *Sclerotinia cinerea*. Geplatzte Hyphen, in der Entleerung begriffen. Vergr. ungefähr 560.
 „ 70. Unbestimmter Schimmelpilz. Die obere Zelle ist geplatzt und hat sich theilweise entleert.

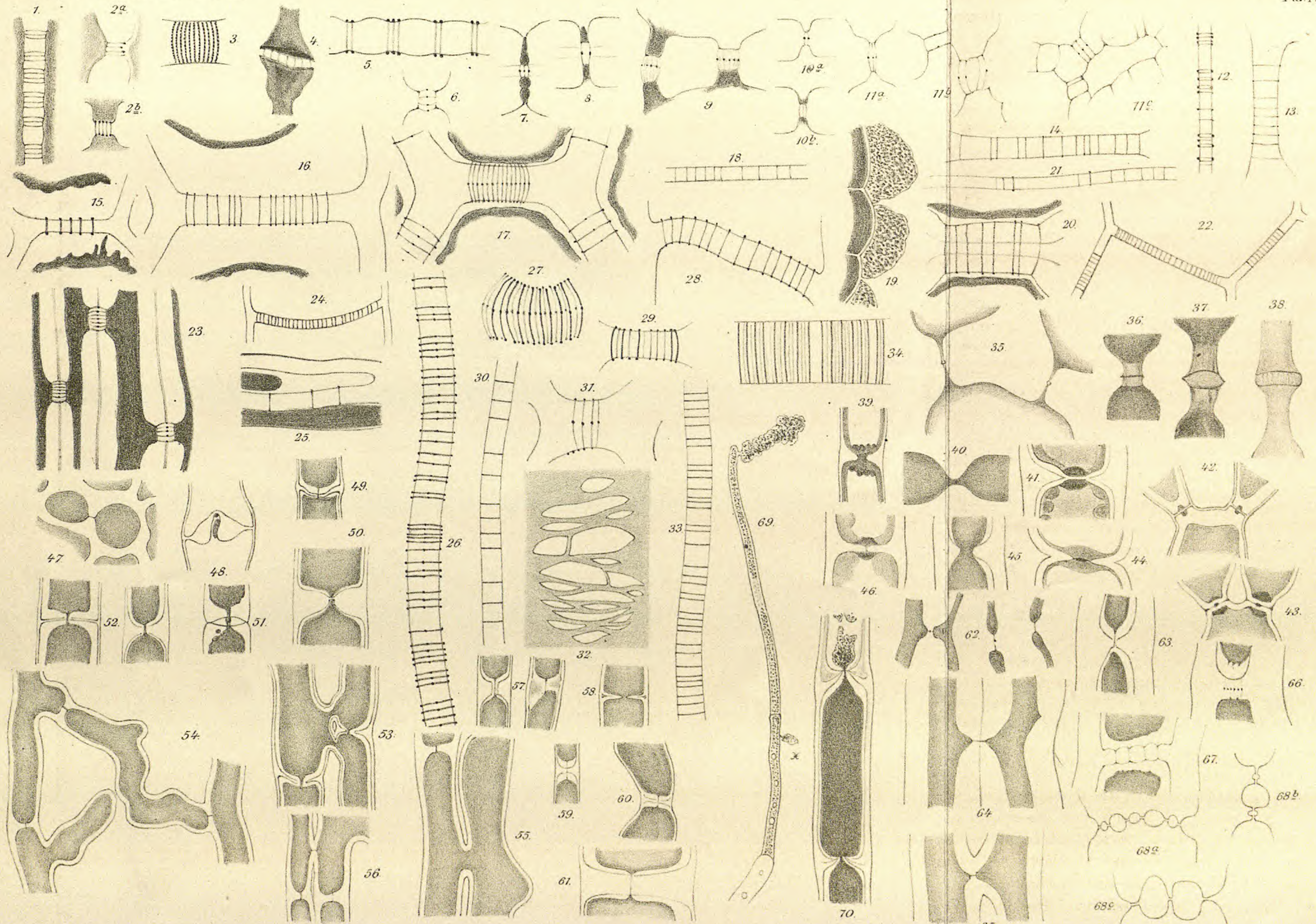
12. C. Steinbrinck: Ueber den Schleudermechanismus der Selaginella - Sporangien.

Mit drei Abbildungen.

Eingegangen am 24. Februar 1902.

Im Abschnitt IX seiner Archegoniaten - Studien (Flora 1901, Bd. 88, S. 207—228) hat GOEBEL eingehende Untersuchungen über die Sporangien und die Sporenverbreitung bei *Selaginella* veröffentlicht; besonders interessant darin ist die Beschreibung der eigenartigen Vorrichtungen, die zum Abschleudern der Makro- und Mikrosporen dienen. Hinsichtlich der Kräfte, durch welche diese Ausstreuungsapparate in Thätigkeit gesetzt werden, urtheilt GOEBEL, dass es sich dabei „entweder um einen Schrumpfungs- oder um einen Cohäsionsmechanismus handeln wird“ (l. c. S. 218). Die Möglichkeit, dass die Sporenverbreitung etwa auf Turgoränderung der Sporangienwände beruhe, hat der genannte Forscher offenbar aus dem Grunde für ausgeschlossen erachtet, weil „auch todte Sporangien, wenn sie befeuchtet werden, beim Austrocknen energische Schleuderbewegungen ausführen“ (l. c. S. 215).

GOEBEL lässt es nun allerdings unentschieden, welcher der beiden von ihm erwähnten Annahmen er den Vorzug zuerkennt. Zu Ungunsten der Membranschrumpfungs-Wirkung spricht aber ohne Zweifel seine Angabe, dass die Wandzellen der Sporangien „zur Zeit der Oeffnung Protoplasma (oft mit Chlorophyllkörpern) führen, also nicht todt sind, wie etwa die Annuluszellen der Farnsporangien“ (l. c. S. 214). Dieser Umstand weist vielmehr deutlich auf einen Cohäsionsmechanismus hin, wie ein solcher ja bei den Sporenbehältern anderer



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1902

Band/Volume: [20](#)

Autor(en)/Author(s): Kienitz-Gerloff Felix Johann Heinrich Emil

Artikel/Article: [Neue Studien über Plasmodiesmen. 93-117](#)