

sogar, dass sein *Streptocarpus Cooperi* vielleicht von *Streptocarpus Benguelensis* Welw. (= *S. monophyllus* Welw.) nicht verschieden ist. Sollte sich die Identität beider Pflanzen herausstellen, so wäre *Streptocarpus Cooperi* Clarke (1883) als Synonym zu *Streptocarpus monophyllus* Welw. (1861) zu behandeln. Mir ist die Identität beider aber nicht sehr wahrscheinlich. Die Blumenkrone des *Streptocarpus monophyllus* Welw. ist aussen behaart, während CLARKE seinem *Streptocarpus Cooperi* eine „corolla extus glabra“ zuschreibt.

Die Früchte des *Streptocarpus monophyllus* Welw. haben die für die ganze Gattung charakteristische Gestalt, erreichen eine Länge von 45—65 mm¹⁾ und sind dicht mit kurzen Haaren bekleidet. Die Samen sind sehr zahlreich, äusserst klein (wie bei den meisten Gesneriaceen), von dunkelbrauner Farbe und dick spindelförmiger Gestalt.

Streptocarpus monophyllus Welw. ist bisher nur bei Huilla im südlichen Angola gefunden worden, und zwar von WELWITSCH und neuerdings von DEKINDT. Letzterer giebt die Seehöhe des Standortes mit 1200—1800 m an und nennt als speciellen Fundort Tyivingiro; seine Collections-Nummer ist 343.

52. Otto Müller: Kammern und Poren in der Zellwand der Bacillariaceen. II²⁾.

Centrifugales Dickenwachsthum und extramembranöses Plasma.

Mit Tafel XXIX und XXX.

Eingegangen am 23. December 1899.

Nachdem FR. SCHÜTT zuerst 1895 in seinem Peridineenwerke³⁾ extramembranöses Plasma bei Peridineen und Diatomeen in Beziehung zum centrifugalen Dickenwachsthum der Membran gebracht hatte, liess er 1899 eine weitere Arbeit über diesen Gegenstand folgen, in welcher er auch die Gruppe der Desmidiaceen in den Kreis seiner Betrachtungen zieht⁴⁾. In diesen Arbeiten vertritt FR. SCHÜTT die Ansicht, dass die Membran der Diatomeen, ebenso wie die der Peri-

1) CLARKE giebt a. a. O. für die Früchte seines *Streptocarpus Cooperi* die Länge von 1 cm an.

2) Nr. I siehe Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch., 1898, Bd. XVI, S. 386 ff.

3) FR. SCHÜTT, Die Peridineen der Plankton-Expedition. Bd. I. Studien über die Zellen der Peridineen. Kiel 1895.

4) FR. SCHÜTT, Centrifugales Dickenwachsthum der Membran und extramembranöses Plasma. PRINGSHEIM's Jahrbücher, Bd. XXXIII, S. 594 ff.

dineen, siebartig durchbrochen, d. h. mit einer grossen Anzahl feiner Wanddurchbrechungen übersät sei, die den Zweck haben, eine unmittelbare Verbindung des Innen-Plasmas mit der Aussenseite herzustellen¹⁾. Als oberste, wenn auch nicht alleinige, Aufgabe des extramembranösen Plasmas fasst FR. SCHÜTT die Vermittelung des centrifugalen Dickenwachstums der Membran auf. Diese würde dann nicht mehr als eine nach aussen ausgeschiedene tote Haut erscheinen, sondern den Rang eines intracellulären Skeletts in einer Zelle erhalten, bei der allerdings der extramembranöse Plasmatheil nur eine minimale Dicke besitzt²⁾.

FR. SCHÜTT unterscheidet scharf zwischen Porus und Tüpfel³⁾. Der Porus ist eine wirkliche Durchbrechung, der Tüpfel eine dünnere Stelle der Membran. Kleine, kreisförmige Tüpfel, welche in Grösse und Gestalt den Poren gleichen, nennt er Poroiden⁴⁾. Ich werde mich dieser Bezeichnungen in demselben Sinne bedienen.

Zunächst wäre zu untersuchen, wie weit die Durchbrechung der Diatomeen-Membran mit zahlreichen Poren wirklich vorhanden und allgemein ist. FR. SCHÜTT selbst erkennt an, dass die hier in Frage kommenden Strukturverhältnisse auch mit den besten optischen Hilfsmitteln nicht sicher entschieden werden können⁵⁾ und stützt deshalb seine Sätze vorzugsweise auf die leichter zu ermittelnden Strukturen der Peridineen. Indessen scheinen nach FR. SCHÜTT's Darstellungen⁶⁾ die optischen Verhältnisse auch bei den Peridineen nicht wesentlich günstiger zu liegen; der optische Querschnitt der Membran, das Flächenbild bei Jodfärbung, ergeben, worauf er selbst hinweist, keine einwandfreien Beweise⁷⁾. FR. SCHÜTT sucht daher nach anderen Argumenten und findet solche vorzüglich in dem Verhalten der als Poren angenommenen Gebilde zu den Tüpfeln. Die Poren als Tüpfel gedacht, schliesst SCHÜTT, können weder als Ersparniss an Baumaterial, noch zur Vergrösserung der Diffusionsfläche in's Gewicht fallen. Da sie aber bei jeder Art regelmässig wiederkehren, ja da sie nie fehlen, muss ihr Nutzen auf anderem Gebiet liegen, und er sucht denselben vorwiegend in der Vermittelung des centrifugalen Dickenwachstums der Membran⁸⁾.

Bei den Diatomeen sollen sich ganz allgemein kleine Punkte finden, die an die Porenpunkte der Peridineen erinnern. Bei manchen

1) Peridineen S. 30, 31. Dickenwachstum S. 647.

2) Peridineen S. 134.

3) Dickenwachstum S. 612.

4) Peridineen S. 14 und 21.

5) Dickenwachstum S. 646, 647.

6) Peridineen S. 20 ff. und Dickenwachstum S. 612 ff.

7) Dickenwachstum S. 613.

8) Dickenwachstum S. 616.

Arten seien dieselben ohne erkennbare Leistenbildungen über die Membran zerstreut, bei anderen mit deutlicher Areolenbildung verbunden. In diesen Fällen fänden sie sich in der Grundmembran der Areolen (der Schliesshaut des Tüpfels), wie bei den Peridineen, gewöhnlich in der Einzahl; seltener bedecken eine grössere Anzahl von Punkten den Boden der Areolen¹⁾. Hierfür führt er u. a. die Zeichnungen in A. SCHMIDT's Diatomeen-Atlas an, welche in der Mitte jeder grösseren Areole einen kleinen Kreis oder Punkt zeigen; diesen könne er nicht anders deuten, als das Homologon des Porus, wie er ihn für die Peridineen charakterisirt habe. In einigen Figuren seien mehrere kleine Poren gezeichnet, welche den vielporigen Areolen von *Protoceratium* entsprächen²⁾.

Diese Auffassung entspricht, meiner Ansicht nach, den thatsächlichen Verhältnissen nicht. Poren, oder auch nur Punkte, welche als solche gedeutet werden könnten, finden sich bei den Diatomeen keineswegs allgemein; bei vielen sind überhaupt keine nachweisbar, bei anderen ist ihre Zahl eine beschränkte und wieder in anderen Fällen eine sehr grosse. Dies ergaben schon die wenigen in dieser Richtung angestellten Untersuchungen.

Die Gründe dagegen, welche SCHÜTT dem Verhalten der Poren zu den Tüpfeln entnimmt, um die Poren als solche wahrscheinlich zu machen³⁾, erscheinen berechtigt, soweit Poren und Tüpfel auf derselben Membran vorkommen. Auch ich habe die Functionen der Poren und Tüpfel bei *Isthmia* und anderen aus einander gehalten⁴⁾, die Tüpfel als osmotische Apparate bezeichnet, die Poren als Wege, um das Plasma in unmittelbare Berührung mit dem umgebenden Medium zu bringen, bezw. von innen nach aussen zu befördern⁵⁾. Zur Vergrösserung der ausreichend vorhandenen osmotisch wirkenden Fläche würden die Poren überflüssig sein. Ich theile daher die SCHÜTT'sche Auffassung, dass man auf Poren schliessen darf, wenn neben Tüpfeln, oder in deren Schliesshäuten neben Poroiden, Punkte nachweisbar sind, welche die erforderliche optische Reaction zeigen.

Diese Untersuchungen bieten aber ganz besondere Schwierigkeiten und es haften denselben Fehlerquellen an, welche deren Ergebnisse ausserordentlich beeinflussen können. Die Figuren des SCHMIDT'schen Diatomeen-Atlas als Beispiele für die Verbreitung von Poren heranzuziehen, halte ich nicht für statthaft. Einestheils sind die dort gezeichneten Punkte etc. in keiner Weise von Stacheln, Warzen etc. zu unterscheiden, anderntheils, so namentlich der in der

1) Dickenwachsthum S. 639.

2) Peridineen S. 30 und Dickenwachsthum S. 642.

3) Dickenwachsthum S. 613 und 614.

4) OTTO MÜLLER, Kammern und Poren I, S. 394 und 395.

5) Kammern und Poren, S. 398.

Mitte der Areolen gezeichnete kleine Kreis, beziehen sich dieselben oft gar nicht auf vorhandene Structuren und sind dann Bilder der Lichtquelle, welche bei allen mit Balsam erfüllten kleinen Hohlräumen sichtbar werden. So feine Structurverhältnisse wie Poren können in den, übrigens vortrefflichen, Zeichnungen A. SCHMIDT's von vornherein nicht erwartet werden, wie z. B. das Fehlen der relativ leicht sichtbaren Poren von *Isthmia* (Tafel 135) beweist.

Poren oder besser Porenkanäle in dickeren Membranthteilen sind in der Regel leichter und sicherer zu erkennen als solche in zarten Häuten. Verläuft die Axe des Porenkanals der Sehrichtung parallel, dann gelingt es meist den Kanal von seiner Mündung auf der äusseren bis zur Mündung auf der inneren Membranfläche zu verfolgen, auch wohl die verschiedene Grösse und Gestalt der beiden Mündungsöffnungen festzustellen. Die optische Reaction bestätigt dann den Befund. Schwieriger schon ist die Entscheidung, wenn es sich um Porenkanäle handelt, deren Axen im Winkel gegen die Sehrichtung verlaufen oder wenn über einander liegende optische Schnittebenen mit vielen engen Kanälen zu durchsuchen sind. In solchen Fällen trägt die Ueberfluthung mit dickflüssigem Balsam manchmal zur Feststellung bei, indem einige der Kanäle mit Balsam gefüllt werden, andere mit Luft erfüllt bleiben und beide dann das entgegengesetzte Brechungsverhältniss aufweisen.

Uebersaus schwierig und oft unmöglich aber wird die Erkennung von Poren in zarten Membranen und deren Unterscheidung von umschriebenen dünnen Stellen (Poroiden). Finden sich in solchen Membranen kleine, lebhaft glänzende Kreise neben ähnlichen matteren, so ist hieraus nicht ohne weiteres zu folgern, dass die ersteren Poren, die letzteren Poroiden seien. Im Wasser sind häufig rundliche Körperchen, wahrscheinlich Fragmente von Mineralien, aufgeschwemmt, deren Grösse diejenige von Nadelstichporen nicht übertrifft. Diese Körnchen lagern sich auf den Membranen ab und täuschen vermöge ihrer Gestalt einen Porus vor. Die Täuschung wird noch vollkommener, weil sie ein höheres Brechungsvermögen als Balsam oder Styrax besitzen und daher im Balsampräparat auch ihre optische Reaction mit einem von Balsam erfüllten Porus übereinstimmt. Auch der um das lebhaft glänzende Körnchen sichtbare Diffractionsring ist von dem leicht verdickten Hofe eines Porus nicht zu unterscheiden. Wird die Membran dagegen in Luft beobachtet, dann muss ein Porus allerdings virtuelle Bilder der Lichtquelle, ein Körnchen dagegen reelle geben, d. h. der Porus wird beim Senken des Tubus heller, ein Körnchen beim Heben. Die Beobachtung einer gekammerten Membran in Luft ist aber, wegen der vielfachen Reflexe der Kammerwände, sehr erschwert und man gelangt nur selten zu genügenden Resultaten. — In der Voraus-

setzung, dass die Körnchen doppeltbrechend seien, hoffte ich Poren und Körnchen im klaren Balsampräparat durch Polarisation unterscheiden zu können. In der That sah ich eine grosse Zahl solcher Punkte, welche man ohne weiteres für Nadelstichporen halten würde, bei gekreuzten Nicols erglänzen, während mit Balsam erfüllte Porenkanäle dunkel bleiben.

Indessen auch diese Methode gewährt keine Sicherheit. Bei der minimalen Grösse solcher Punkte, welche die Gefahr der Verwechslung mit einem Nadelstichporus ermöglichen, ist der bei gekreuzten Nicols erscheinende Lichtpunkt nur bei genauester Einstellung sichtbar und letztere im dunkeln Gesichtsfelde sehr erschwert. Auch muss man sich gegenwärtig halten, dass ein doppeltbrechender Körper bei gekreuzten Nicols nicht in jeder Lage aufhellt; ein dunkel bleibender Punkt ist deshalb noch nicht isotrop und mit Sicherheit als ein Porus anzusprechen. — Die Verwechslung der fraglichen Kreise mit Luftbläschen oder Wärzchen dagegen ist ausgeschlossen; beide reagiren im Balsampräparat virtuell, ein Wärzchen in Luft reell. — Die Unterscheidung von Poren und Poroiden endlich ist weder durch die optische Reaction, die bei beiden die gleiche ist, noch durch Beobachtung im polarisirten Lichte möglich; man ist allein auf die eigenartige Verschiedenheit ihres Glanzes angewiesen.

Aus allem dem geht hervor, wie unsicher die Erkennung von Poren in zarten Häuten ist und wieviel fraglicher noch deren Unterscheidung von Poroiden. Mit einiger Sicherheit kann man höchstens sagen, dass solche Punkte, welche sich als doppeltbrechend erweisen, weder Poren noch Poroiden sind. Immerhin ist eine derartige Elimination schon werthvoll, wenn es sich um die Frage nach Zahl und Vertheilung von Poren handelt; die Untersuchung im polarisirten Lichte sollte deshalb nicht unterlassen werden.

Die Methode der Ueberfluthung mit stärker brechenden Medien setzt trockenes Material und eine Beschaffenheit der Membran voraus, welche auch im trockenen Zustande gute Bilder giebt. FR. SCHÜTT erwähnt meine mittelst dieser Methode ausgeführten Untersuchungen an Pleurosigmen-Membranen¹⁾. Er kannte indessen nur meine erste Arbeit vom Jahre 1871²⁾, worin ich aus den Erscheinungen beim Eindringen von Balsam, Schwefelkohlenstoff, in die kleinen Hohlräume der Membran nachwies, dass jeder dieser Hohlräume nothwendig eine Oeffnung haben müsse. In einer späteren Arbeit vom Jahre 1884³⁾ suchte ich wahrscheinlich zu machen, dass jeder dieser

1) Dickenwachsthum. S. 646.

2) Bau der Zellwand von *Triceratium* und der Pleurosigmen. REICHERT und DU BOIS-REYMOND's Archiv, 1871, S. 619 ff.

3) Bemerkungen zu FLÖGEL's Researches etc. Ber. d. D. Bot. Ges. 1884. S. 487 ff.

Hohlräume nicht nur eine Oeffnung, sondern deren zwei besitze, dass er nach innen und nach aussen geöffnet sei. Zu diesem Ergebniss gelangte ich bereits 1884 vermöge ähnlicher Schlüsse, welche FR. SCHÜTT jetzt aus meinen Versuchen zieht und für beweisend hält. Die in den Kammern vorhandene Luft wird im Augenblicke verdrängt und muss daher durch eine zweite Oeffnung entweichen, ein flüchtiges Medium ebenso schnell abdunsten können.

Ich selbst erklärte die siebartige Durchbrechung der Pleurosigmen-Membranen zwar für wahrscheinlich; einen entscheidenden Beweis aber bringen auch diese Versuche nicht. In jener Arbeit veröffentlichte ich u. a. die Thatsache, dass die Kämmerchen trockener Pleurosigmen-Membranen¹⁾ auf dem unbedeckten Objectträger durch den Hauch des Beobachters und im Wechsel seiner Athemzüge sich füllen und entleeren. Die Membran hat daher die Fähigkeit Wasserdampf zu condensiren. Wenn man nun die trockenen Pleurosigmen mit einem Deckglase bedeckt und an den Rand ein wenig Balsam bringt, so beobachtet man, dass die Kämmerchen bereits gefüllt werden, bevor der vordringende Rand der Balsamschicht die Membran völlig erreicht hat. Die Membran condensirt daher zunächst den Dampf des Lösungsmittels, und erst später diffundirt der Balsam hinein. Unmöglich wäre daher die Füllung der Hohlräume auch in dem Falle nur einer Oeffnung nicht. Wenn man aber die blitzartige Geschwindigkeit in Betracht zieht, womit die Füllung und Abdunstung flüchtiger Medien wie Aether, Schwefelkohlenstoff, oder von Wasserdampf beim Athmen erfolgt, wird man die Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins zweier Oeffnungen nicht wohl abweisen können.

Wenn schon die Deutung sichtbarer Structuren erheblichen Schwierigkeiten begegnet und zu grosser Vorsicht mahnt, so dürfte die rein hypothetische Voraussetzung von Poren in Membranen, die keine Structur erkennen lassen, vollends bedenklich erscheinen. In den Membranen der grossen Pinnularien konnte ich, ausser der Rhapsie mit ihren Anhängen, keine Durchbrechungen auffinden. Den Durchtritt von Plasmafortsätzen, den P. HAUPTFLEISCH²⁾ aus dem Vorhandensein von geknöpften Gebilden an den Längskanten und von Gallertprismen vermuthete, hielt ich schon aus diesem Grunde nicht für möglich³⁾. FR. SCHÜTT erachtet meinen anderweitigen Einwand, dass solche geknöpften Gebilde auch an längst abgestorbenen Individuen ohne plasmatischen Inhalt gefunden werden, nicht für aus-

1) Die Pleurosigmen wurden nicht mit Säuren behandelt, sondern, aus Alkohol entnommen, über Schwefelsäure im Exsiccator getrocknet.

2) P. HAUPTFLEISCH, Auxosporenbild. von *Brebissonia* etc. Mitth. des naturw. Vereins für Neu-Vorpommern, 27. Jahrg., 1895.

3) Ortsbewegung III. Ber. der Deutschen Bot. Ges., Bd. XIV, S. 58, 59, 61.

reichend. Die Beobachtung von Gallertprismen, glaubt er, spreche für das Vorhandensein von Poren, auch wenn dieselben nicht von mir gesehen wurden¹⁾. Ich habe mich von der Existenz der Gallertprismen nicht überzeugt. Sollten sie aber auch thatsächlich nachgewiesen werden, so ist damit der Durchtritt von Plasmafäden noch keineswegs bewiesen; die Prismenstructur der Gallerte könnte verschiedenen Ursachen ihre Entstehung verdanken. Ich muss daran festhalten, dass Poren, durch welche Plasmafäden hindurch treten, sichtbar sein müssen. Die Oberfläche der Pinnularien-Membran ist der Beobachtung ohne jedes Hinderniss zugänglich, die Differenz zwischen den Brechungsindices der Membran und Medien wie Styrax, Monobromnaphthalin, ist so gross, dass mit unseren homogenen Apochromaten und Compensations-Ocularen Structuren erkennbar sind, deren Grösse bis zur Grenze des Auflösungsvermögens herabsinkt. In diesem Falle war es mir überdies möglich, das ZEISS'sche Monobromnaphthalin-System zu benutzen, und auch mit diesem, gegenwärtig wohl vollkommensten, System habe ich Poren oder Spuren von solchen bei den Pinnularien nicht sehen können. Bis zwingende Gründe für die gegentheilige hypothetische Annahme beigebracht werden, muss ich daher die Membran der Pinnularien für porenfrei halten.

Niemals aber habe ich diesen Befund bei den Pinnularien verallgemeinert oder die Ansicht vertreten, dass die Diatomeenschalen ausser der Rhaphe keine weiteren Durchbrechungen besitzen, wie FR. SCHÜTT annimmt²⁾. Wie bereits erwähnt, trat ich schon 1884 für die siebartige Durchbrechung der Pleurosigenmen-Membran ein und wies 1890 die Porenkanäle der Membran von *Melosira undulata* und deren Bedeutung für die Stielbildung nach³⁾. Ich habe mich daher nicht erst jetzt auf den von SCHÜTT vertretenen Standpunkt gestellt⁴⁾, sondern lange vor ihm einen ähnlichen eingenommen. Der meinige unterscheidet sich aber dadurch, dass ich die poröse oder gar die siebartige Durchbrechung nicht als eine der Diatomeen-Membran allgemein zukommende Eigenschaft betrachten kann.

Nach meiner Auffassung kann es kaum einem Zweifel unterliegen, dass die Poren zum Durchtritt von Plasma bestimmt sind. In dieser Beziehung und ferner darin, dass das durchtretende Plasma nach Umständen verschiedene Functionen zu verrichten hat⁵⁾, stimme ich mit FR. SCHÜTT vollkommen überein. Bei *Melosira undulata* fand ich 1890⁶⁾

1) Dickenwachsthum S. 661.

2) Dickenwachsthum S. 645.

3) O. MÜLLER, Bacill. aus Java. Ber. der Deutschen Bot. Ges., Bd. VIII, S. 322.

4) Dickenwachsthum S. 647, Anmerkung.

5) Dickenwachsthum, S. 668,

6) Java, S. 324, 325.

ein eigenartiges und bisher einzig dastehendes Verhalten der Stiele. Dieselbe Zelle bildet nicht nur mehrfache Stiele aus, sondern diese haften auch an jeder beliebigen Stelle der Oberfläche. G. KLEBS wies nach, dass die Stiele keine Umwandlungsproducte der äussersten Membranschicht sind, sondern direct vom Plasma abgeschieden werden.¹⁾ Die Stiele von *Melosira undulata* können daher nur von dem in den Porenkanälen befindlichen Plasma erzeugt werden, und zwar unmittelbar vor den Austrittsöffnungen, da die Haftscheibe der äusseren Membranoberfläche mit einer scharfen und glatten Grenzlinie aufsitzt. Das Plasma in denjenigen Porenkanälen, von denen Stiele ausgehen, hat daher offenbar die Function der Stielbildung. Der Zellwand von *Melosira undulata* gehen nun aber besondere osmotische Einrichtungen vollkommen ab; das Plasma der nicht durch Stielbildung in Anspruch genommenen Porenkanäle muss daher nothwendig den Stoffwechsel durch Diffusion besorgen. Wir haben hier also ein Beispiel, dass in derselben Zelle anatomisch gleiche Einrichtungen ganz verschiedene Functionen vermitteln. Im Grunde kann dies nicht auffallen, da ja die Porenkanäle lediglich die mechanische Zuführung an den Ort besorgen, an dem die Functionen des Plasmas wirksam werden, welche an dieser Stelle zur Stielbildung führen, an benachbarten anderen dem Stoffwechsel dienen. — Bei den Pleurosigmen übernimmt das in dem Porensystem enthaltene Plasma, in Ermangelung anderweitiger osmotischer Apparate, die Function des Stoffwechsels, während das in der Rhaphe strömende die Ortsbewegung veranlasst. Auch bei *Eupodiscus* sind besondere osmotische Einrichtungen nicht vorhanden; das Plasma, welches durch zahlreiche Porenkanäle in die nach aussen offenen Kammern tritt, muss daher in erster Linie den Stoffwechsel besorgen²⁾. Anders bei *Isthmia*; dort finden sich neben zahlreichen osmotisch thätigen Tüpfeln noch eigenthümliche Porenkanäle, welche Plasma nach aussen führen, dessen Function unbekannt ist³⁾. *Epithemia* endlich besitzt ausser einer Kanalrhaphe, welche vermuthlich bei der Auxosporenbildung in Thätigkeit tritt, eine grosse Zahl Tüpfel und wahrscheinlich auch zahlreiche Poren⁴⁾. Die Function des in den Poren enthaltenen Plasmas ist unbekannt, die Tüpfel sind osmotische Apparate.

Soweit die Durchbrechungen der Membran einschliesslich der Rhaphe in Betracht kommen, wird daher als Function des durchtretenden Plasmas gelten müssen:

bei *Melosira undulata*, Stoffwechsel und Stielbildung, beide durch Porenkanäle;

1) G. KLEBS, Organisation d. Gallerte, S. 389.

2) Kammern u. Poren I, S. 398.

3) Kammern u. Poren I, S. 394, 395.

4) Kammern u. Poren I, S. 400.

- bei *Pleurosigma*, Stoffwechsel durch Poren, Ortsbewegung durch die Rhaphe;
 bei *Epithemia*, die durch die Poren vermittelte Function unbekannt, Ortsbewegung durch die Rhaphe, (Stoffwechsel durch Tüpfel);
 bei *Isthmia*, die durch die Poren vermittelte Function unbekannt, (Stoffwechsel durch Tüpfel).

Diesen Ausführungen füge ich zunächst einige weitere Beobachtungen von Membrandurchbrechungen an.

Coscinodiscus.

In meiner Arbeit, Kammern und Poren I, bezweifelte ich die Richtigkeit der von PRINZ und VAN ERMINGEN über die Structur der Zellwand von *Coscinodiscus Oculus Iridis* Ehr. ausgesprochenen Ansichten¹⁾. Nach diesen Autoren sollen die auf der Membran sichtbaren Areolen (Kammern) nach aussen völlig ungeschlossen sein, nach innen die grosse centrale Oeffnung des sogenannten „Auges“ besitzen. Meiner Ansicht nach sind solche grossen Durchbrechungen der Zellwand mit dem Bestehen des Turgordrucks, den ich bei Süswasserformen²⁾ und G. KARSTEN bei marinen Formen³⁾ nachwies, nicht vereinbar. Nur Poren oder Porenkanäle von kleinstem Durchmesser können die austretende Menge des unter Druck stehenden Cytoplasmas reguliren, indem beim Durchtritt moleculare Kräfte entgegenwirken und den massenhaften Austritt verhindern. Schon aus diesem Grunde hielt ich das Vorhandensein einer Schliesshaut, welche die Areolen aussen abschliesst, von vorn herein für wahrscheinlich. Das „Auge“ dagegen ist eine grosse Oeffnung nach dem Zellinnern; die Tüpfelkammern würden daher den Riefenkammern der Pinnularien entsprechen⁴⁾.

Bei den typischen Formen des *Coscinodiscus Oculus Iridis* ist allerdings eine die Areolen nach aussen abschliessende Membran nicht unmittelbar erkennbar. Bei Einstellung auf die äussersten Kanten der die Areolen bildenden Leisten (Kammerwände) ist kein Structurbild zu bemerken. Es sind dies die Formen mit „glatten Maschen“, wie die Systematiker sich ausdrücken. A. GRUNOW aber wies bereits darauf hin, dass andere Formen von *Coscinodiscus Oculus Iridis* „sehr

1) l. c. S. 688.

2) O. MÜLLER, Durchbrechungen der Zellwand. Ber. d. D. Bot. Ges., Bd. VII, S. 173 ff.

3) G. KARSTEN, Diatomeen der Kieler Bucht. 1899, S. 151 ff.

4) O. MÜLLER, Modell einer *Pinnularia*. Ber. d. D. Bot. Ges. 1898, Bd. XVI, S. 294.

matt punktirte Maschen besitzen“ und den Uebergang zu *Coscinodiscus asteromphalus* vermitteln¹⁾). Andererseits bestehen zwischen *Coscinodiscus Oculus Iridis* und *Coscinodiscus radiatus* Uebergangsformen, so dass die drei genannten Formenkreise nach A. GRUNOW eigentlich zu einem vereinigt werden müssten.

Für die Formen mit „punktierten Maschen“ ist der Abschluss der Kammern nach aussen durch eine poroide Schliesshaut zweifellos. Die auf der ganzen Fläche der Schliesshaut kräftig hervortretenden Poroiden von *Coscinodiscus asteromphalus* Ehr., Taf. XXIX, Fig. 6, verschwinden bei anderen Formen mehr und mehr aus der Mitte der Schliesshäute, es bleibt nur noch ein peripherer Kranz von Poroiden oder radialen Stäbchen. Bei den typischen *Coscinodiscus Oculus Iridis* und *Coscinodiscus radiatus* fehlen auch diese. Solche Uebergangsformen berechtigen daher ebenfalls zu dem Schluss, dass, wie die Areolen von *Coscinodiscus asteromphalus*, auch die Areolen der beiden letztgenannten Formen eine Schliesshaut besitzen, d. h. Tüpfelkammern sind.

Mit homogenen Objectiven untersucht, findet man innerhalb einzelner Areolen von *Coscinodiscus Oculus Iridis* und *radiatus* einen glänzenden Punkt, mitunter auch deren zwei, Taf. XXIX, Fig. 7—10. Dieselben liegen in der vermuthlichen Schliesshautebene, meist in der Nähe einer der Leisten. Die grössere Zahl der Areolen indessen ist frei von Punkten. Die optische Reaction der Punkte spricht für Poren; ich habe aber vorher darauf hingewiesen, dass hierbei Verwechslungen mit kleinen Körnchen möglich sind und wirklich erwiesen sich manche Punkte als doppeltbrechend. Bei anderen aber gelang es in einigen Fällen, an Membranen in Luft, die virtuelle Reaction nachzuweisen; ich glaube daher, dass wirkliche Poren in der Schliesshaut der Tüpfelkammern von *Coscinodiscus Oculus Iridis* und *radiatus* vorkommen. Auch in den poroiden Schliesshäuten von *Coscinodiscus asteromphalus* habe ich derartige Punkte gesehen, die sich dann durch ihren lebhafteren Glanz von den Poroiden unterscheiden, Taf. XXIX, Fig. 6.

Einen derartigen Befund wiesen die an den Küsten von Maranhão (Brasilien), Taf. XXIX, Fig. 6—8, und von Bordeaux, Taf. XXIX, Fig. 9, vorkommenden Formen der drei genannten Arten, sowie die fossilen von Jütland auf. Dagegen fehlen die Punkte bei gleichen Formen von Cuxhaven, Taf. XXIX, Fig. 10. — Indessen fand ich bald, dass auch diese Individuen nicht porenlos waren. Die Poren durchbrechen aber nicht die Schliesshaut, sondern die Leisten der Areolen. Sie finden sich in der Regel in den Ecken, wo 3 oder 4 Leisten zusammentreffen, zuweilen aber liegen sie auch im geraden Verlaufe einer Leiste, Taf. XXIX, Fig. 9 u. 10. Da die Leisten die Wände der Tüpfelkammern bilden und ansehnliche Höhe haben,

1) A. GRUNOW, Diat. von Franz-Josefs-Land. 1884, S. 25.

sind diese Poren feine Kanäle, und man kann oft die Mündungen auf der äusseren und der inneren Membranfläche feststellen. Leichter gelingt dies an dem Taf. XXX, Fig. 14—15 abgebildeten fossilen *Coscinodiscus* von Sa. Monica, welcher Leistenporenkanäle von demselben Bau besitzt und eine Verschiedenheit der Gestalt der äusseren und inneren Mündung deutlich erkennen lässt. Die Kammerwände dieses *Coscinodiscus* wachsen an der Oberfläche in perikliner Richtung aus und umschliessen eine homogene Schliesshaut, in welcher ich Poren nicht gesehen habe. — Dieselben Leistenporenkanäle, neben Schliesshautporen, fand ich bei den *Coscinodiscen* von Bordeaux, Tafel XXIX, Fig. 9. In Maranham dagegen besitzen die drei Arten selten Leistenporenkanäle, meistens nur Schliesshautporen, ebenso die fossilen aus Jütland. — Ein besonderes Verhalten zeigt der von A. GRUNOW als Varietät zu *Coscinodiscus asteromphalus* gezogene fossile *Cosc. omphalanthus* Ehr. von Nottingham. Die stark ausgebildete poroide Schliesshaut der Tüpfelkammern lässt nur selten Poren erkennen, auch Leistenporenkanäle fehlen auf dem grössten Theile der Schalenfläche; nur bei einem peripheren, nahe dem Rande gelegenen Kreise von Tüpfelkammern sind solche vorhanden, Taf. XXX, Fig. 16. — *Coscinodiscus perforatus* Ehr., aus dem Peru-Guano, hat homogene Schliesshäute, doch sind Andeutungen radial gestellter Stäbchen in der peripheren Zone sichtbar. In einzelnen Schliesshäuten sind Poren und am Rande der Schale befinden sich Leistenporenkanäle, wie bei *Coscinodiscus omphalanthus*. — Bei *Craspepodiscus elegans* Ehr. sind die Schliesshäute mit zarten Poroiden dicht bedeckt, die Zahl der Schliesshautporen ist etwas grösser, und Leistenporenkanäle finden sich nur am Rande der Schale.

Was Zahl und Verbreitung der Poren betrifft, so kann man darüber schwer ein Urtheil gewinnen. In dem Taf. XXIX Fig. 8 dargestellten, besonders reich mit Punkten versehenen Membranstück von *Coscinodiscus Oculus Iridis* aus Maranham enthalten von 35 Tüpfelkammern deren 7 Punkte. Mehrere derselben sind aber doppeltbrechend. Das Taf. XXIX Fig. 7 gezeichnete Membranstück von *Coscinodiscus radiatus* aus Maranham zeigt in 49 Schliesshäuten 4 Punkte, davon 2 doppeltbrechend. *Coscinodiscus asteromphalus* aus Maranham, Taf. XXIX Fig. 6, lässt in 57 Schliesshäuten 4 Punkte erkennen, von denen 2 doppeltbrechend sind. — Aehnlich ist das Verhältniss der Leistenporenkanäle zu den Tüpfelkammern. Bei dem Taf. XXIX Fig. 10 gezeichneten Membranstück von *Coscinodiscus Oculus Iridis* aus Cuxhaven kommen auf 56 Tüpfelkammern 5 Leistenporenkanäle. Das Membranstück von *Coscinodiscus Oculus Iridis* aus Bordeaux, Taf. XXIX Fig. 9, enthält in 44 Tüpfelkammern 4 Leistenporenkanäle und 4 Punkte in den Schliesshäuten, von denen 2 doppeltbrechend sind. Bei dem fossilen *Coscinodiscus omphalanthus* ist die Zahl der Leisten-

porenkanäle im Verhältniss zu den Tüpfelkammern noch ungleich kleiner; auf die nach vielen Hunderten zählenden Tüpfelkammern einer Schale kommen nur wenige, am Rande der Schale gelegene, Leistenporenkanäle; Schliesshautporen sind nur in ganz geringer Zahl nachzuweisen.

Wenn man auch alle nicht doppeltbrechenden Punkte als Poren gelten lassen will, so ist hiernach doch die Zahl der Schliesshautporen und der Leistenporenkanäle auf der Schalenfläche der genannten Formen stets eine geringe. Der osmotischen Fläche der Tüpfelkammern gegenüber, ist ihre Gesamtfläche verschwindend klein, es ist daher einleuchtend, dass ihr Antheil an osmotischen Vorgängen nicht in Betracht kommen kann; sie müssen deshalb anderen Functionen dienen.

Als Ergebniss dieser Untersuchungen ist festzustellen, dass die Zellwand der zum Formenkreise von *Coscinodiscus Oculus Iridis* gehörenden Coscinodiscen und ähnlich gebauten Formen aus zahlreichen, von der Fläche gesehen, polygonalen Kammern besteht, welche sich nach innen papillenartig mehr oder weniger stark hervorwölben, Taf. XXIX Fig. 11. Nach aussen sind die Kammern durch eine zarte homogene (*Cosc. Oculus Iridis*, *Cosc. radiatus*), oder poroide (*Cosc. asteromphalus*) Schliesshaut abgeschlossen, nach innen jedoch durch eine grosse centrale Oeffnung auf dem papillären Scheitel geöffnet. Wirkliche Durchbrechungen der Zellwand sind von zweierlei Art vorhanden:

1. Schliesshautporen, durch welche die nach dem Zellinnern geöffneten Kammern auch nach aussen mit einer überaus kleinen Oeffnung (Nadelstichporus) versehen sind,
2. Leistenporenkanäle, welche aus dem Zellraum innerhalb der Kammerwände direct nach aussen führen.

Beide Arten kommen getrennt auf verschiedenen Zellkörpern, aber auch auf derselben Schale gemeinsam vor. In der Regel sind sie auf der Schalenfläche unregelmässig vertheilt und stehen an Zahl den Kammern ganz erheblich nach.

Der Bau der Zellwand dieser Coscinodiscen ist daher dem von *Isthmia*¹⁾ ähnlich. Wie diese, besteht die Zellwand aus einer sehr grossen Zahl neben einander gestellter Tüpfelkammern. Einzelne derselben sind unmittelbar mit dem äusseren Medium in Verbindung; doch besteht der Unterschied, dass bei *Isthmia* ein Porenkanal aus der Kammer schief nach aussen führt, während bei den Coscinodiscen ein Nadelstichporus die Schliesshaut durchbohrt. Auch Porenkanäle in den die Kammern trennenden Wänden finden sich bei *Isthmia*, wie bei den Coscinodiscen. Die innere Kammeröffnung der Coscinodiscen ist kleiner als die von *Isthmia*, die Kammern erscheinen

1) Kammern u. Poren. I, S. 389.

daher dem Zellinnern gegenüber abgeschlossener, ähnlich den Riefenkammern der Pinnularien. ¹⁾

Triceratium.

Zur Frage, ob die Grundmembran der *Triceratium*-Kammern poroid oder aber ob sie von wirklichen Poren siebartig durchbrochen sei, habe ich mich 1898 im Sinne von wirklichen Durchbrechungen geäussert²⁾, mit dem Hinzufügen jedoch, dass eine sichere Entscheidung nicht möglich sei. Bei *Coscinodiscus asteromphalus* lernte ich inzwischen poroide Schliesshäute kennen, welche zugleich von einem Nadelstichporus durchbrochen waren. Ich fand nun auch in vereinzelt Fällen Nadelstichporen bei *Triceratium Favus* Ehr. und verwandten Formen und überzeigte mich dadurch, dass die Grundmembran in der Regel nicht durchbrochen, sondern poroid ist. Die Nadelstichporen sind schärfer begrenzt, ihr Glanz ist lebhafter, die Verdunkelung beim Senken des Tubus merklich tiefer, als dies bei den umgebenden Poroiden der Fall ist. Das Vorkommen von Nadelstichporen in der Grundmembran der Triceratien ist aber ein so seltenes, dass es kaum als normal angesehen werden kann. Es schien mir deshalb wahrscheinlich, dass die *Triceratium*-Membran anderweitige Durchbrechungen besitzen müsse, doch suchte ich vergeblich nach Leistenporenkanälen. Endlich entdeckte ich bei den grossen fossilen, zum Formenkreise von *Triceratium Favus* gehörenden Triceratien von St. Peter an der Umbiegungskante der Grundmembran eine Reihe von Poren, Taf. XXIX Fig. 3. Die Verfolgung ihres Verlaufes führte zu einem überraschenden Ergebniss.

Aus meiner früheren perspectivischen Zeichnung der Structur von *Triceratium Favus* ³⁾ und dem Transversalschnitt, Taf. XXIX Fig. 1, ist ersichtlich, dass die äusserste, an der Umbiegungskante gelegene Wandung der Tüpfel-Kammern sich hoch über die anderen Wände erhebt. Diese Wandung bildet einen die ganze Schale umfassenden Grat, der von grossen ovalen Löchern durchbrochen wird, Taf. XXIX Fig. 2. Ich konnte nun feststellen, dass die Poren an der Umbiegungskante zunächst schief nach aussen verlaufen, dann mit leichter Biegung den Grad als lange Kanäle durchsetzen und an dessen oberer Kante frei münden. Das Aussehen der Poren an der Umbiegungskante der Grundmembran, von der inneren Fläche gesehen, zeigt Taf. XXIX Fig. 3; der Porus ist von einer kleinen Area umgeben, welche von den Poroiden freigelassen wird. Das Bild der Poren auf der äusseren Fläche der Grundmembran stellt

1) O. MÜLLER, Modell einer *Pinnularia*, S. 294.

2) Kammern u. Poren, S. 387.

3) FR. SCHÜTT, Bacillariales. ENGLER und PRANTL, I. Th. Abth b. S. 40.

Fig. 4 dar und Fig. 2 ein Fragment der Zellwand, welches um 90° gegen die vorige Lage gedreht ist. Der Verlauf der Kanäle wird aus der Combination dieser drei Bilder und dem Transversalschnitt Fig. 1 ersichtlich.

Auch die jetzt lebenden Formen von *Triceratium Favus* besitzen die gleichen Durchbrechungen in genau derselben Anordnung; nur sind die Poren wesentlich kleiner, wie Fig. 5 nach einem Präparat von Cuxhaven zeigt. Die Auffindung ist deshalb schwierig; sie gelingt aber bei sorgfältiger Untersuchung mit homogenen Systemen an jeder Schale.

Obgleich die Kanäle die Schale von allen drei Seiten umgeben, ist ihre Zahl doch im Verhältniss zur Zahl der Tüpfelkammern eine sehr geringe. Ein nennenswerther Antheil an der Osmose ist von diesen Kanälen daher nicht zu erwarten. Sicherlich befördern sie Plasma von innen nach aussen; aber die Function desselben bleibt ebenso dunkel, wie diejenige der Leistenporenkanäle und Nadelstichporen der *Coscinodiscen*.

Im Gegensatze zu den nach aussen geschlossenen, nach dem Zellinnern geöffneten Tüpfelkammern von *Coscinodiscus*, *Isthmia*, *Pinnularia*, sind die *Triceratium*-Kammern nach aussen offen, nach dem Zellinnern geschlossen. Die nach aussen offenen Kammern enthalten selbstverständlich Wasser, die nach aussen geschlossenen dagegen Plasma. Bei *Triceratium* tritt das den poroiden Schliesshäuten jeweilig anliegende Cytoplasma nur mit den kleinen, in den Kammern enthaltenen Wassertheilen in osmotische Wechselwirkung, bei *Coscinodiscus*, *Isthmia*, *Pinnularia* der in den Kammern enthaltene Theil des Plasmas mit dem gesammten, die Zelle umgebenden Wasser. — Auch die *Eupodiscus*-Kammern¹⁾ sind nach aussen geöffnet; nach dem Zellinnern aber werden sie nicht durch eine zarte Membran abgeschlossen, sondern sie besitzen einen starken, von mehrfachen Porenkanälen durchbrochenen Boden. Osmotische Vorgänge durch diesen starken Boden hindurch sind nicht denkbar; der gesammte Stoffwechsel muss vielmehr durch Diffusion, in unmittelbarer Berührung des in den Kammern befindlichen Wassers mit dem durch die Porenkanäle eintretenden Plasma, erfolgen. — Sollen die osmotischen Functionen nicht in's Stocken gerathen, so muss ein steter Wechsel von Plasma und Wasser vorausgesetzt werden. Der Wechsel des Plasmas geschieht durch dessen Eigenbewegung, wobei denn im Falle von *Eupodiscus* ein Theil der Poren als ausführende, ein anderer Theil als rückführende functioniren müssen, wenn der Austritt und Rücktritt des Plasmas nicht etwa rhythmisch geschieht. Da

1) Kammern u. Poren, S. 396.

aber weder bei *Triceratium*, noch bei *Eupodiscus* besondere Einrichtungen vorhanden sind, um den Wechsel des Wassers in den Kammern zu bewirken, so muss derselbe durch die abgegebenen Stoffwechselproducte selbst erfolgen.

Gallertporen.

Bisher wurden nur wenige Untersuchungen über Durchbrechungen der Zellwand in ihren Beziehungen zur Stielbildung und zu den Gallertpolstern veröffentlicht, und nur in einzelnen Fällen gelang es die Durchbrechungen wirklich nachzuweisen. Der vielfachen Stielbildung von *Melosira undulata* durch Vermittelung von Porenkanälen habe ich schon vorher gedacht. G. KARSTEN¹⁾ fand bei *Brebissonia*, *Achnanthes*, *Rhoicosphenia* einen Porus, von dem die Bildung der Stiele ausging. Nachstehend theile ich einige Untersuchungen an Bacillarien mit, welche, durch kleine Gallertpolster zusammengehalten, zickzackförmige Ketten bilden. Solche Kettenbildungen finden sich u. a. in den Gattungen *Diatoma*, *Tabellaria*, *Grammatophora*. Hieran schliesse ich die Büschel-bildenden Sinedren, Licmophoreen und die in geschlossenen Bändern lebenden Fragilarien. Die Ketten und Bänder wenden dem Beobachter stets die Pleuraseite ihrer Glieder zu; wenn daher das Polster oder die Kittsubstanz durch einen Porus ausgeschieden wird, so muss derselbe auf der Schalenfläche gesucht werden.

Diatoma.

In der Gattung *Diatoma* ist die Erkennung des Gallertporus mit homogenen Systemen verhältnissmässig leicht. Er befindet sich aber nicht unmittelbar am Apex, wie zu vermuthen wäre, sondern in einiger Entfernung vor demselben; auch liegt er nicht in der Apicalaxe der Schale, sondern seitlich von derselben. Bei *Diatoma vulgare* Bory ist der Porus langoval, von einem schmalen verdickten Hofe umgeben; seine längere Axe ist transapical gerichtet. Er liegt zwischen zwei Rippen, die in seiner Nähe auseinanderweichen und ihn umfassen. Tafel XXX, Fig. 1. — Der Porus von *Diatoma grande* W. Sm. ist ebenso orientirt. Die in seiner Nähe befindlichen Rippen umfassen ihn aber häufig nicht, sondern enden vor demselben, einen freien Raum um den Porus lassend, Tafel XXX, Fig. 2. Oft aber auch durchquert die hinter dem Porus nach dem Apex zu gelegene Rippe die Schalenfläche ganz.

In der Gattung *Diatoma* ist der Porus nur an einem Pole vor-

1) Diatomeen der Kieler Bucht 1899. S. 146 ff.

handen und fehlt an dem anderen. W. SMITH¹⁾ und VAN HEURCK²⁾ geben Abbildungen von Ketten; aus dem Sitze der Gallertpolster ist ersichtlich, dass die Poren der alten und der jungen Schale einer Zelle in der Regel sich diagonal gegenüber liegen. Indessen erleidet diese Regel auch Ausnahmen. Die Abbildung von W. SMITH, Fig. 309, lässt an zwei Gliedern der Kette erkennen, dass die Poren der alten und der jungen Schale auch gerade gegenüber liegen können und dann die Regelmässigkeit des Zickzackverbandes stören. Der Connex zwischen zwei benachbarten Zellen, auf den FR. SCHÜTT bei *Tabellaria* hinweist³⁾, erklärt sich bei *Diatoma* aus der Unipolarität des Porus. Der regelmässige oder unregelmässige Verband der Kette ist von der diagonalen oder geraden Gegenüberstellung der beiden Poren einer Zelle abhängig. Auch die weitere Beobachtung SCHÜTT's, wonach die Kuppen der Gallertpolster bald einen einfachen Meniscus bilden, bald eine Einschnürung zeigen, wird durch die Unipolarität der Poren bedingt. Je nach der diagonalen oder der geraden Gegenüberstellung der Poren einer Zelle, kommen dieselben neben dem porenfreien Pole oder neben einem Porus der Nachbarzelle zu liegen. Im ersteren Falle wird das Polster daher nur von einer Zelle gebildet, im letzteren liefern, wie FR. SCHÜTT die Zweischichtigkeit bereits erklärt hat, zwei Zellen zu gleichen Theilen das Material für die Polster.

Mit dem Nachweis des Porus und der Eigenthümlichkeit seiner Lage wird die Entstehung der Polster, deren Ein- und Zweischichtigkeit und die Kettenbildung befriedigend erklärt. Ich halte für zweifellos, dass das durch den Porus hindurchtretende Plasma unmittelbar vor der äusseren Mündung des Porus die Gallerte abscheidet. Anderweitige Durchbrechungen der Zellwand sind bei *Diatoma* nicht nachweisbar.

Tabellaria.

Die Auffindung des Gallertporus bei *Tabellaria* ist sehr schwierig; sie gelang mir nur bei der grösseren *Tabellaria fenestrata* Kütz. Auf der Valvarseite liegende Schalen lassen in der Nähe der Pole keinen Porus erkennen. Erst bei einer abgetrennten, halb nach der Pleuraseite gewendeten Schale, fand ich den winzigen Porus, Taf. XXX, Fig. 5. Dieser liegt auf der kugelförmig gewölbten Polfläche, seitlich von der Apicalaxe, etwas unterhalb der Region, welche auf der Valvarseite als Pollinie erscheint. Die Lage dieses Porus ist daher für die Beobachtung die möglichst ungünstige; nachdem ich sie aber einmal kennen gelernt hatte, sah ich auch auf der Pleuraseite an

1) W. SMITH, Britische Diatomeen. Tab. XL.

2) VAN HEURCK, Synopsis. Tab. 50.

3) Dickenwachsthum. S. 662, 663. Tab. VII, Fig. 36 B.

der entsprechenden Stelle eine kleine Linie, welche die Durchbrechung der Zellwand und ein geringes Hervortreten des Porenrandes nach aussen andeutet, Tafel XXX, Fig. 6. Diese kleine Hervorragung fand ich bei einigen Schalen an beiden Polen, bei anderen bemerkte ich sie nur an einem. Ich lasse dahingestellt, ob der Porus regelmässig an beiden Polen vorhanden ist; FR. SCHÜTT's Beobachtung einschichtiger Polster bei *Tabellaria fenestrata* (s. unter *Diatoma*) spricht dagegen.

W. SMITH¹⁾ bildet eine Kette von *Tabellaria fenestrata* ab, welche dieselbe Anordnung zeigt wie die Ketten von *Diatoma*. Nur scheint die Neigung der Glieder durch die gerade gegenüberliegenden Poren verbunden zu werden, bei *Tabellaria* grösser zu sein als bei *Diatoma*. Wiederholt sich diese Form der Verbindung bei mehreren Zellen hinter einander, so entstehen sternförmige Colonien, welche GRUNOW als *Tabellaria fenestrata* var. *asterionelloides* abgebildet hat²⁾.

Sehr bemerkenswerth ist das regelmässige Vorkommen eines zweiten, grösseren Porus in der bauschig aufgetriebenen Schalenmitte und zwar bei *Tabellaria fenestrata* und *flocculosa*, Taf. XXX. Fig. 7. Derselbe liegt nicht im Centrum, sondern seitlich von der valvaren Apicalaxe und zugleich seitlich von der Transapicalaxe. Dieser Porus kann keinesfalls mit der Gallertabscheidung an den Polen in Verbindung gebracht werden; wahrscheinlich aber scheidet er die Kittsubstanz aus, welche die Zellen für längere Zeit mit den Schalenflächen verbunden hält. SMITH bildet eine Kette von *Tabellaria flocculosa* ab³⁾, in der mehrere Glieder aus 2—4, mit den Schalenflächen zusammenhängenden, Zellen bestehen. Die Beobachtung lebenden Materials, welches mir augenblicklich nicht zur Verfügung steht, wird über die Häufigkeit und den zeitigen oder dauernden Bestand mehrzelliger Glieder der Kette Auskunft geben. — Der Vermuthung FR. SCHÜTT's, dass die Pseudorhaphie der Tabellarieen an der Bildung der Polster betheiligte sein könnte⁴⁾, kann ich nicht beistimmen. Die Pseudorhaphie der Tabellarieen ist keine Durchbrechung, wie diejenige der Epithemien⁵⁾, welche letztere sich dadurch als echte Rhaphie erweist.

Grammatophora.

Die Pleuraseite von *Grammatophora serpentina* Kütz. lässt an der apicalen Umbiegungskante der Schale einen Dorn erkennen, Taf. XXX,

1) Britische Diatomeen. Tab. XLIII, Fig. 317.

2) VAN HEURCK, Synopsis. Tab. 52, Fig. 9.

3) l. c. Tab. XLIII, Fig. 316.

4) Dickenwachsthum. S. 663.

5) O. MÜLLER, Kammern und Poren. S. 399 u. Tab. 26, Fig. 1.

Fig. 3; derselbe geht von derjenigen Stelle aus, an welcher das zwei Zellen verbindende Gallertpolster sich befindet. Ich vermuthete deshalb, dass dieser Dorn von einem feinen Kanal durchbrochen sei, indessen gelang es nicht den Kanal nachzuweisen; der Dorn erwies sich als solide. In einiger Entfernung, nach dem Centrum zu, fand ich einen zweiten Dorn, der aber nicht aus der Zellwandfläche nach aussen hervortritt, sondern in das Zellinnere hineinragt. Dieser Dorn ist von einem sehr feinen, schwer sichtbaren, Kanal durchbrochen und somit der gesuchte Porus. Auf der Valvarseite stellt er sich als eine wenig excentrisch gelegene und schief zur Apicalaxe gerichtete, schmale Spalte dar, die von einem leicht verdickten Hofe umgeben wird. Der dicht am Pole befindliche solide Dorn steht ebenfalls etwas excentrisch und hat eine ovale Basis, Taf. XXX, Fig. 4. Diese Stellung spricht dafür, dass er für die Function der Gallertabscheidung nicht ohne Bedeutung ist, der Gallerte vielleicht als ein Stütz- und Sammelpunkt dient. W. SMITH¹⁾ bildet Ketten von *Gramm. serpentina* ab, wonach die Polster zwischen Porus und Dorn liegen müssen. Während der Gallertporus stets an beiden Polen der Schale und zwar nach derselben Seite excentrisch, sich vorfindet, ist der Dorn nur an einem vorhanden und fehlt an dem anderen. Bei *Gramm. serpentina* ist auf der Valvarseite ein den Schalenumriss paralleler Kranz von kleinen Wärzchen bemerkbar. — Aehnliche Verhältnisse bestehen bei *Grammatophora marina* Kütz. und ihrer Varietät *oceanica* Grun. Je ein Porus befindet sich an den Polen und an einem Pole meistens ein solider Dorn. Der durchbrochene Dorn dringt bei *Grammatophora marina* weniger in das Innere vor als bei *Grammatophora serpentina* — *Grammatophora marina* var. *tropica* Grun. und var. *macilenta* W. Sm. besitzen ebenfalls den Porus an beiden Polen, aber nur Andeutungen eines soliden Dornes an einem Pole.

Vielleicht hängt die Bipolarität des Gallertporus der Grammatophoren mit dem Vorkommen mehrzelliger Glieder in den Zickzackketten zusammen, deren Schalenflächen dann mit einander verkittet sind. W. SMITH bildet solche Glieder bei *Grammatophora marina* und *Grammatophora serpentina* ab und auch G. KARSTEN²⁾ erwähnt dieses Verhalten der *Grammatophora*-Zellen. Auch die Unipolarität des soliden Dornes würde hierdurch erklärlich. Der Dorn befände sich dann an demjenigen Pole, welcher von vornherein zur Abscheidung des Gallertpolsters bestimmt ist, dem er als Stütze dient. Der Porus am entgegengesetzten Pole aber würde die Kittsubstanz zum Zusammenhalt der Schalen absondern und deshalb des Dornes

1) British Diatoms. Tab. XLII.

2) Diatomeen der Kieler Bucht. S. 35.

nicht bedürfen. In diesem Lichte erschien der längere Zusammenhang einzelner Zellen mit den Schalenflächen, die Mehrzelligkeit mancher Glieder, nicht mehr zufällig, sondern als eine biologische Eigenschaft, deren Bestimmung im Leben der Colonie noch dunkel ist. Die gleiche Schlussfolgerung würde, des Mittelporus wegen, für *Tabellaria* gelten; doch ist nicht zu übersehen, dass auch bei *Diatoma* mehrzellige Glieder vorkommen, obgleich ein zweiter Porus für die Abscheidung der Kittsubstanz fehlt.

Die Zellhaut der *Grammatophoren* ist mit zarten Tüpfeln bedeckt. Die Pseudorhaphie ist nicht durchbrochen, ebensowenig habe ich, ausser den Gallertporen, anderweitige Durchbrechungen der Zellwand auffinden können.

Synedra.

Die Gallertporen der Synedren aus den GRUNOW'schen Gruppen *Ulnaria* und *Tabularia* sind, wie diejenige von *Diatoma*, mit homogenen Systemen leicht zu erkennen. Der gehöfte Porus von *Synedra Ulna* Kütz. var. *splendens* findet sich etwas entfernt vom Pole, seitlich von der Apicalaxe, Tafel XXX, Fig. 8. Derselbe ist länglich oval und seine längere Axe schiefwinklig gegen die Apicalaxe gerichtet. Jeder der beiden Pole einer Schale besitzt einen Porus. *Synedra Ulna* var. *splendens* bildet reichliche Büschel¹⁾, während die typische *Synedra Ulna* nach GRUNOW²⁾ meistens frei lebt und nur selten grössere Büschel bildet. — *Synedra capitata* Ehr. besitzt einen kleineren Porus an beiden Polen, unmittelbar vor der Spitze, der deshalb etwas schwieriger sichtbar ist. — *Synedra Gaillonii* Ehr. besitzt an beiden Polen jeder Schale einen runden gehöften Porus, Tafel XXX, Fig. 9. Dieser liegt zwischen dem letzten Riefenpaare, seitlich von der Apicalaxe und in einiger Entfernung vom Pole. Die Zellen sind nach GRUNOW³⁾ zu grösseren fächerförmigen Büscheln auf convexen Gallertpolstern vereinigt. — *Synedra pulchella* Kütz. hat je einen rundlichen Porus an jedem Pole der Schale. Sie bildet fächerförmige Büschel auf kurzen Gallertpolstern⁴⁾

Bei den Synedren der GRUNOW'schen Gruppe *Grallatoria* habe ich Gallertporen bisher nicht auffinden können. *Synedra robusta* Ralfs, *crystallina* Kütz., *formosa* Hantzsch, *fulgens* W. Sm., leben auf längeren oder kürzeren Stielen⁵⁾, deren Abscheidung nicht durch

1) SMITH, British Diatoms. Tab. XI, 89, als *Syn. radians* bezeichnet. — KÜTZING, Bacill. Tab. 14. Fig. VII, 3.

2) GRUNOW, Oesterr. Diat. 1862. S. 397.

3) l. c. S. 401.

4) SMITH, l. c. Tab. XI. Fig. 84.

5) SMITH, l. c. Tab. XI. Fig. 103. *Syn. fulgens*. — KÜTZING, l. c. Tab. 15. Fig. V, 1—3. *Licm. fulgens*; Tab. 15, Fig. XIII. *Syn. superba*; Tab. 16, Fig. 1. *Syn. crystallina*.

einen einzelnen Porus, wie bei den vorher besprochenen Arten erfolgt.

Das Vorhandensein je eines Porus an beiden Polen jeder Schale bei mehreren Gruppen der Sinedren ist auffallend, weil diese Sinedren, meines Wissens, kaum in geschlossenen Bändern vorkommen und zur Büschelbildung ein Porus an einem Pole genügt.

Licmophora.

Der Gallertporus der Licmophoren ist dem der Grammatophoren ähnlich, insofern er als durchbrochener Dorn in das Zellinnere hineinragt. Der Dorn ist aber kleiner und bei manchen Arten schwer zu finden; auch ist derselbe nur am Fusspole einer der beiden Schalen vorhanden, die zweite besitzt keinen Porus. Verhältnissmässig gross ist der Porus bei *Licmophora Ehrenbergii* Grun., Tafel XXX, Fig. 11; von der Pleuraseite gesehen, ragt er am Fusspol in etwas schiefer Richtung in das Innere der einen (in der Abbildung rechts gelegenen) Schale hinein. Auf der Valvarseite bildet er bei *Licmophora Jürgensii* Ag. vor dem Fusspole einen kleinen gehöftten Kreis, der von der Apicalaxe nur wenig seitlich abweicht, Taf. XXX, Fig. 12. Bei *Licmophora flabellata* Ag. hat der Porus die Gestalt eines länglichen Ovals, welches schiefwinklig gegen die Apicalaxe gerichtet ist. — Aehnlich verhalten sich *Licmophora Lyngbyei* (Kütz.) Grun., *Licmophora Oedipus* Kütz.

Am Kopfpole habe ich Durchbrechungen bisher nur bei *Licmophora Oedipus* Kütz. und *Licmophora capensis* Grun. sicher nachweisen können. Diejenige der beiden Schalen, welche am Fusspole keinen Porus besitzt, zeigt auf der Pleuraseite an der Umbiegungskante des Kopfpoles einen kleinen, nach innen gerichteten Fortsatz, Taf. XXX, Fig. 13. Dieser kleine, schwer sichtbare Fortsatz liegt also dem grösseren Porus des Fusspoles diagonal gegenüber; er ist ausnahmslos in jeder Zelle von *Licmophora Oedipus* und *capensis* vorhanden. Die Lage und Feinheit des Porus erschwert die Beobachtung ausserordentlich, doch glaube ich, er wird bei allen Arten nachgewiesen werden können, welche Fächer mit geschlossenen Gliedern zu bilden pflegen¹⁾.

Die Bestimmung dieses zweiten Porus am Kopfpole der Licmophoreen dürfte mit noch grösserer Wahrscheinlichkeit wie bei den Grammatophoren, die Absonderung der Kittsubstanz sein, welche die Glieder der Fächer zusammenhält.

Fragilaria.

Die Mehrzahl der Eufragilarien lebt in geschlossenen Bändern; nur von *Fragilaria virescens* Ralfs ist bekannt, dass sie bisweilen in

1) SMITH, British Diat. Tab. XXV, XXVI. — KÜTZING, Bacill. Taf. 8—12.

Zickzackketten aufgelöst vorkommt. Bei dieser Art fand ich auch in der That einen Gallertporus, während ich bei anderen bisher vergeblich danach gesucht habe. Der Porus ist dem Pole genähert und liegt, wie fast alle Gallertporen, etwas seitlich von der Apicalaxe, Taf. XXX, Fig. 10. Auf der Pleuraseite bemerkt man an der Stelle des Porus eine kleine, nach innen gerichtete, durchbrochene Hervorragung. — Nur ein Pol der Schale besitzt einen Porus, der zweite nicht. Die Poren einer Zelle liegen meistens diagonal gegenüber, wodurch die Vorbedingung der Auflösung des Bandes in eine Zickzackkette gegeben ist; es kommen aber auch gerade gegenüberliegende vor. — *Fragilaria virescens* ist daher in Bezug auf die Gallertabscheidung *Diatoma* völlig gleich ausgestattet; weshalb sie der Regel nach in geschlossenen Bändern lebt, während *Diatoma* ebenso regelmässig Zickzackketten bildet, ist nicht ersichtlich.

Extramembranöses Plasma und centrifugale Verdickung.

An den vorstehenden Beispielen habe ich die thatsächlichen Verhältnisse der porösen Membrandurchbrechung geschildert und zugleich deren muthmassliche Functionen in Betracht gezogen. Die Poren und Porenkanäle befördern sehr wahrscheinlich Plasma von innen nach aussen; wie weit dasselbe aber heraustritt, sich auf der Oberfläche verbreitet und daher mit Recht „extramembranöses Plasma“ genannt werden darf, ist fraglich. Ebenso ungewiss ist die Function dieses Plasmas bei den genannten Arten von *Isthmia*, *Epithemia*, *Coscinodiscus*, *Triceratium*. — FR. SCHÜTT fasst als die oberste Aufgabe des extramembranösen Plasmas die Vermittelung des centrifugalen Dickenwachstums der Membran auf. Nach den vorstehenden Ausführungen trifft dies für die besprochenen Arten von *Melosira*, *Eupodiscus*, *Pleurosigma*, *Diatoma*, *Tabellaria*, *Grammatophora*, *Synedra*, *Licmophora*, *Fragilaria* nicht zu; die oberste Aufgabe des durch ihre Poren tretenden Plasmas besteht offenbar in der Vermittelung der Diffusion oder der Gallertbildung. Aber auch die unbekannt Function der Poren von *Isthmia*, *Coscinodiscus*, *Epithemia* kann nicht in dem Sinne von FR. SCHÜTT gedeutet werden, weil centrifugale Membranverdickungen (immer die untersuchten und genannten Arten vorausgesetzt) bei ihnen nicht vorhanden sind; ihre Oberfläche ist glatt und die Kammern sind, meines Erachtens, centripetale Bildungen. Die FR. SCHÜTT'sche Auffassung könnte daher nur für *Triceratium Favus* und Verwandte in Frage kommen.

In allen mir bekannten Fällen von Zelltheilung bei den Bacillariaceen trennen sich die Tochterzellen erst nachdem die Schalenmembran vollständig ausgebildet ist, nur die Zwischen- und

die Gürtelbänder der jungen Zellhälften pflegen nach der Trennung zu entstehen. *Triceratium Favus* wird hiervon keine Ausnahme machen, da auch andere Biddulphieen mit ihren centrifugalen Anhängen sich ebenso verhalten¹⁾. Die centrifugalen Wandverdickungen werden daher, gleich wie die centripetalen, noch innerhalb der Mutterzelle fertig ausgebildet; erst mit ihrer Vollendung ist der Theilungsact beendet. Von der Thätigkeit eines extramembranösen Plasmas in dem Sinne, dass es auf die Oberfläche der freien Zelle tritt, um dort die centrifugalen Verdickungen aufzubauen, kann bei den Bacillariaceen keine Rede sein. Wenn extramembranöses Plasma die centrifugalen Verdickungen hervorbringt, müssen sie vor der Trennung der Tochterzellen vollendet sein; die dahin gerichtete Function der Poren hört mit der Trennung auf.

Bei *Triceratium Favus* würde man sich den Vorgang so vorzustellen haben, dass durch die Randporen der soeben ausgeschiedenen Zellhäute jederseits lebendes Plasma tritt, die jungen Zellhäute trennt und in dem so entstehenden Intercellularraume den Aufbau der centrifugalen Verdickungen vollzieht. Eine solche Bethätigung des, in diesem Sinne, extramembranösen Plasmas wäre von der Bildung der centripetalen Membranverdickungen innerhalb des Zellraumes der Tochterzellen nicht verschieden; hier wie dort würden die Verdickungen in einem plasmaerfüllten Raume entstehen.

Die Möglichkeit einer derartigen Entstehung der centrifugalen Wandverdickungen der Bacillariaceen lässt sich nicht in Abrede stellen und würde in der That eine ungezwungene Erklärung dieser eigenartigen Wachsthumerscheinungen abgeben. FR. SCHÜTT gebührt das Verdienst, den Gedanken einer Thätigkeit des extramembranösen Plasmas zur Erklärung des centrifugalen Dickenwachstums herangezogen zu haben, und es ist erst in zweiter Linie von Bedeutung, ob das Plasma diese Function auf der Oberfläche der allseitig freien Zelle oder innerhalb eines Raumes der Mutterzelle ausübt, wodurch der Vorgang freilich erst verständlich wird. Damit würde aber auch die weitere Folgerung FR. SCHÜTT's entfallen, nach der die Zellwand nicht mehr als eine nach aussen ausgeschiedene todte Haut erscheine, sondern den Rang eines intracellulären Skeletts in einer Zelle erhielte.

Ich wies vorher bereits darauf hin, dass die Function der Poren mit der Trennung der Tochterzellen aufhören müsse. Das Aufhören der einen, würde nicht nothwendig das Eintreten einer anderen Function ausschliessen. Den Coscinodiscen, und *Isthmia* fehlen centrifugale Verdickungen; dennoch besitzen sie Poren. Wenn nun die Rand-

1) VAN HEURCK, Syn. Tab. 58, Fig. 4 und 9.

poren der Triceratien wirklich zunächst die centrifugale Verdickung der Membran vermitteln sollten, so erscheint es unwahrscheinlich, dass sie nach dem Auswachsen zu den langen Kanälen des Grates und nach der Trennung der Tochterzellen, im ferneren Leben der Zelle nicht ebenfalls eine Rolle spielen sollten, wie die Poren der Coscinodiscen und Isthmien. — Die Pleurosigmenkammern können, ihrem Bau zufolge, ebensowohl als centrifugale, wie als centripetale Wandverdickungen aufgefasst werden. Würden sie nach dem Schema von *Triceratium* als centrifugale Bildungen entstehen, so würde nach der Trennung der Tochterzellen nothwendig ein Functionswechsel stattfinden, da alsdann die Vermittelung der Diffusion in den Vordergrund tritt. Aehnliche Betrachtungen gelten für die Porenkanäle von *Eupodiscus*. — Die porösen Durchbrechungen aller anderen vorher besprochenen Bacillariaceen haben, weil centrifugale Verdickungen fehlen, von vornherein eine andere Bestimmung. Das Vorkommen centrifugaler Verdickungen bei den Bacillariaceen ist überhaupt viel seltener als FR. SCHÜTT anzunehmen scheint¹⁾.

Ich gebe daher die Möglichkeit einer Bildung der centrifugalen Membranverdickung durch extramembranöses Plasma zu, mit der Einschränkung jedoch, dass dieser Vorgang innerhalb der Mutterzelle erfolgen müsste. Sicherlich aber ist die centrifugale Membranverdickung nicht die oberste Aufgabe des extramembranösen Plasmas. Vermittelung der Diffusion, Gallert- bzw. Stielbildung sind in einer weit grösseren Zahl von Fällen die den Poren zufallenden Aufgaben; eine der allerwichtigsten Functionen des extramembranösen Plasmas aber ist, wie ich bereits 1889 ausführlich begründet habe, die Ortsbewegung²⁾.

Extramembranöses Plasma und Ortsbewegung.

FR. SCHÜTT zieht auch diese in den Kreis seiner Betrachtung³⁾. Soweit er aber meine Bewegungstheorie für seine Schlüsse verwendet, geht er von einer missverstandenen Auffassung aus und gelangt nothwendig zu einem im wesentlichen ablehnenden Verhalten. Ich habe mich in meinen Arbeiten über die Ortsbewegung immer wieder so unzweideutig über das meiner Maschine zu Grunde liegende Princip der Reibung ausgesprochen und in meiner letzten Arbeit⁴⁾ sogar ausdrücklich den Unterschied zwischen einer auf Reibung und einer auf den Rückstoss basirten Maschine (RUTHVENS Reactionschiff) hervorgehoben, dass ich diese wichtigste Grundlage meiner

1) Dickenwachsthum. S. 688.

2) Durchbrechungen. Ber. d. D. Bot. Ges. Bd. VII, S. 169 ff.

3) Dickenwachsthum. S. 667 ff.

4) Ortsbewegung V. Ber. d. D. Bot. Ges. 1897. Bd. XV. S. 79.

Theorie wenigstens vor Missverständnissen gesichert glaubte. Die BÜTSCHLI-LAUTERBORN'schen Gallertfäden würden durch Rückstoss wirken, wenn sie vorhanden wären, was aber nicht der Fall ist. Nicht der „Rückstoss des Wassers, das durch das in der Rhaphe strömende Plasma in ähnlicher Weise wie das Wasser hinter einer Schiffsschraube fortgeschleudert wird“ setzt, wie FR. SCHÜTT glaubt, die Zelle nach meiner Theorie in Bewegung, sondern die Reibung der, von dem jeweilig vorderen Pole centralwärts fliessenden, extramembranösen Plasmaströme an dem umgebenden Wasser. Von einem heftigen Strömen des Plasmas in der Rhaphe und von einer heftigen Wasserbewegung in deren Umgebung, welche nach FR. SCHÜTT's Meinung meine Theorie fordert, ist gar keine Rede. Ich habe im Gegentheil ausdrücklich und wiederholt ausgesprochen und durch Rechnung begründet, dass eine „überraschend geringe Stromgeschwindigkeit“ des Plasmas genügt um den Effect der Ortsbewegung durch die Reibung hervorzubringen¹⁾. Die bei der Pinnularienrhaphe, nicht aber bei der Kanalrhaphe, vorhandene Propellereinrichtung innerhalb der Zelle tordirt nur den Strom; bei dessen Austritt aus der schraubenförmigen Polspalte entsteht allerdings ein kleiner Wirbel, der sich durch das Heranziehen von Tuschekörnchen aus der Nachbarschaft kundgiebt²⁾. Die Fortbewegung geschieht durch die in den langen Strombändern lebenden Plasmas frei werdenden Kräfte, welche an der Oberfläche bei Berührung mit dem umgebenden Wasser sich in mechanische Kräfte umsetzen. Wie dem Fische, bietet das Wasser dem Plasma die Stützpunkte dar, deren es zum Fortschieben seiner Theile, wie jedes Object, das die bewegende Kraft in sich selbst entwickelt, bedarf³⁾. Diese Arbeitsleistung des Plasmastromes bedingt durchaus keine heftige Wasserbewegung, sondern gestattet ein ruhiges Dahingleiten der Zelle.

Das nachweisbare Vorhandensein dieses Stromes, und sein Rücktritt durch die vordere Centralknotenöffnung, schliesst aber das Hervorschiessen der LAUTERBORN'schen Fäden aus dieser Oeffnung aus; und ich glaube auch andere, bisher unwiderlegte Gründe gegen die Realität dieser Fäden als Gallert- oder Plasmafäden beigebracht zu haben. — Fliessen die Ströme in der nachgewiesenen Richtung, Breite und Geschwindigkeit, dann **muss** die Reibung an dem umgebenden Wasser die Ortsbewegung nach den Gesetzen der Mechanik zur Folge haben, ohne dass „mächtige Strudel“ entstehen. Einwände würden daher in erster Linie die Unrichtigkeit

1) Ortsbewegung IV. Ber. d. D. Bot. Ges. 1896. Bd. XIV. S. 128. — Ortsbewegung V. S. 75.

2) Ortsbewegung IV. S. 116, 127.

3) NÄGELI und SCHWENDENER, Mikroskop. 2. Aufl., 1877. S. 393, 394.

dieser Factoren zu erweisen haben. — Nebenbei bemerke ich, dass meine Theorie zunächst nur für die in meinen Arbeiten genannten Arten gilt, wenngleich ich die Ueberzeugung habe, dass sie auch auf andere anwendbar ist, wofür nachher ein Beleg folgen wird.

Die Bewegung der Zellen innerhalb der Schläuche einer *Schizonema*-Colonie würde ohne sichtbare Wasserbewegung erfolgen, die einzelnen Zellen müssen glatt und ruhig aneinander vorbeigleiten, wie dies in der Wirklichkeit der Fall ist.

Auch die Bewegung einer Colonie von *Nitzschia* (*Bacillaria*) *paradoxa* (Gmel.) Grun., auf welche FR. SCHÜTT näher eingeht¹⁾, stimmt mit den Voraussetzungen meiner Theorie durchaus überein. Die Erscheinungen der Verschiebung der Glieder werden von FR. SCHÜTT selbst in meinem Sinne gedeutet, indem er extramembranöses Plasma als bewegende Ursache annimmt²⁾; er übersieht aber diese Uebereinstimmung mit meiner Bewegungstheorie, weil er in dieser immer wieder eine „Rückstosshypothese“ erblickt. — FR. SCHÜTT vermuthet richtig, dass die sogenannte Pseudorhaphie von *Bacillaria paradoxa* durchbrochen, also eine echte Rhaphie ist. Bau und Lage auf dem Kiele der Zelle stimmen genau mit der von mir bei *Nitzschia sigmoidea* (Ehr.) W. Sm. beschriebenen Kanalrhaphie überein³⁾. Die einzelnen Glieder eines colonialen Bandes liegen mit ihren Kielen unmittelbar an einander und werden durch das aus der Rhaphie hervortretende Plasma verbunden, bleiben aber in der Richtung der Apicalaxe verschiebbar. Da ein Centranknoten fehlt, so strömt das Plasma in voller Länge der Zelle von dem jeweilig vorderen Pole bis zum hinteren. Tritt eine der Rhaphen einer Zelle in Thätigkeit, während die ihr anliegende der Nachbarzelle ruht, so wird die ruhende Zelle mit der Geschwindigkeit des Plasmastromes, wie ein Fremdkörper, an der thätigen verschoben. Die Verschiebung erreicht an dem in der Stromrichtung gelegenen Pole der thätigen Zelle ihr Ende, die beiden Zellen hängen nur noch mit ihren ursprünglich gegenüberliegenden Polen zusammen⁴⁾. Von einem dieser Pole geht alsdann ein Strom in entgegengesetzter Richtung aus und veranlasst die umgekehrte Verschiebung; dabei ist es gleich, ob die bisher active Rhaphie thätig bleibt, oder ob die ruhende activ wird. Strömt das Plasma in beiden nachbarlich verbundenen Rhaphen gleichzeitig und gleichsinnig, so könnte eine Verschiebung der Zellen gegen einander nur eintreten, wenn die Geschwindigkeit der Plasmaströme eine verschiedene ist; die Ge-

1) Dickenwachsthum, S. 669 ff.

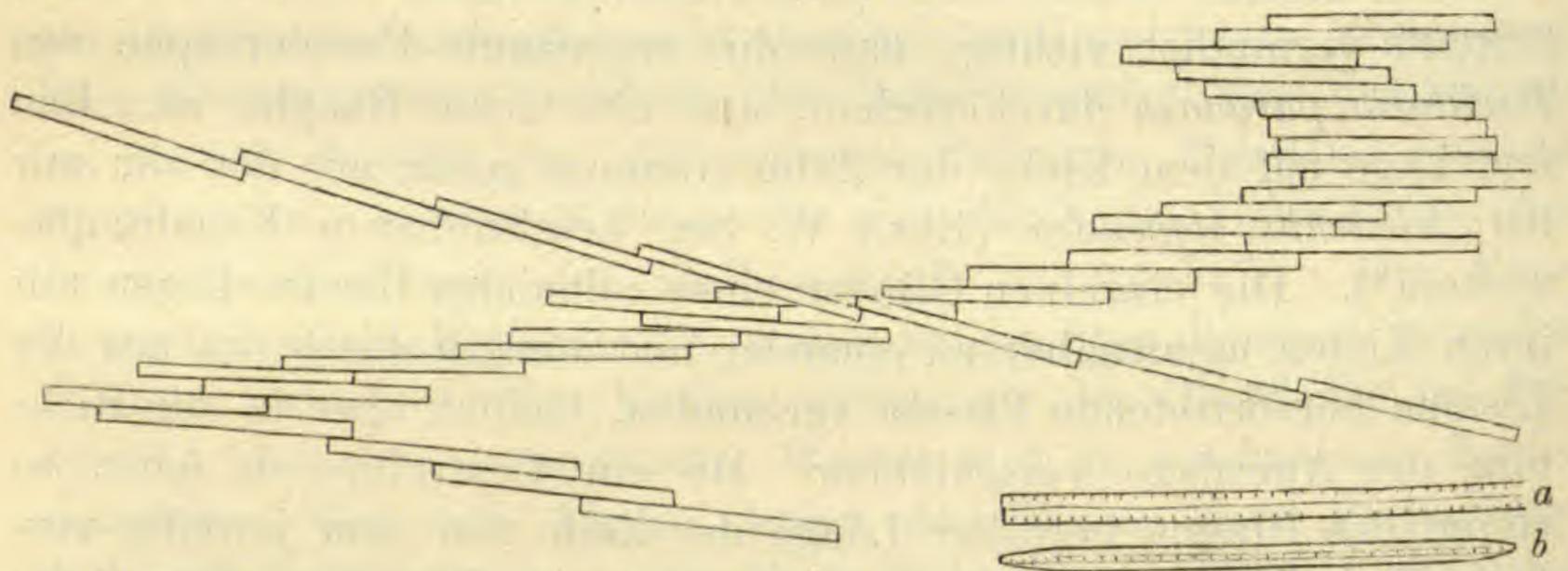
2) Dickenwachsthum, S. 671 ff.

3) Ortsbewegung III, S. 56. Ber. d. D. Bot. Ges. 1896. Bd. XIV, Taf. III, Fig. 4—5.

4) W. SMITH, Synopsis. Tab. XXXII, Fig. 279.

schwindigkeit der Verschiebung ist dann gleich der Differenz der ungleichen Geschwindigkeiten. Strömt das Plasma aber in den beiden Rhaphen in entgegengesetzter Richtung, dann ist die Geschwindigkeit der Verschiebung gleich der Summe der beiden Geschwindigkeiten; daher die den Beobachtern auffallende Energie der Verschiebung.

In dem Masse aber, als die Verschiebung der Zellen gegen einander fortschreitet, werden die Rhaphen der Zellen von den sie bedeckenden Nachbarzellen frei und der frei gewordene Theil des Plasmastromes richtet seine Arbeit nun gegen den Reibungswiderstand des umgebenden Wassers. — Die Colonie wird, je nach dem Stande der Verschiebung ihrer Glieder, mehr oder weniger freie Strecken thätiger Rhaphen, d. h. strömendes Plasma, aufzuweisen haben; von der Summe ihrer Arbeitsleistung hängt dann zunächst die Ueberwindung des Reibungswiderstandes ab.



Colonie von *Bacillaria paradoxa*, nach W. SMITH.
a Valvarseite mit Kanalrhaphis. *b* Pleuraseite.

Bei dem Colonieverbande aber kommt, ungleich mehr als bei der Bewegung von Einzelzellen, noch ein anderer Widerstand in Betracht¹⁾: der hydraulische Druck, der aus der Trägheit des Wassers und der Kraft entspringt, mit welcher die Colonie die zusammenhängenden Theile des Wassers trennt. Sobald die von den Plasmaströmen geleistete Arbeit grösser ist, als die Widerstände aus Reibung und Druck, muss die Ortsbewegung der gesamten Colonie erfolgen.

Ist die Colonie, nach Art der Wildentenzüge, zu einem langgezogenen Streifen aufgelöst (siehe d. Holzschnitt), wobei die einzelnen Glieder nur noch mit den Polen zusammenhängen, so ist die Gesamtlänge der freien Plasmabahnen, und daher auch die Summe der Energie, am grössten, der hydraulische Druck vor der Tête des Streifens dagegen am geringsten. In diesem Zustande muss sich die

1) Ortsbewegung, IV. S. 125.

Colonie mit der grössten erreichbaren Geschwindigkeit wie ein Pfeil durch das Wasser bewegen, sie hat als Bewegungsmaschine geradezu ideale Eigenschaften; Schrittmacher voraus und zu beiden Seiten des schmalen Streifens, vom ersten bis zum letzten Pole, strömendes Plasma. Die Colonie ist daher einem langen Zuge hinter einander gekoppelter Locomotiven vergleichbar, kein Wunder, wenn sie eine überraschende Energie entwickelt. —

Je mehr sie sich aber dem Zustande eines geschlossenen Bandes nähert, desto geringer wird nicht nur die Länge der freien Plasma-bahnen, sondern desto grösser der hydraulische Druck und um so langsamer ihre Ortsbewegung. Falls endlich die motorischen Kräfte den Reibungswiderstand und den hydraulischen Druck nicht mehr zu überwinden vermögen, erfolgt Stillstand, bei dem aber die Verschiebung der Glieder ungestört ihren Fortgang zu nehmen vermag. Ich kann an diesem Orte auf die vielfachen Combinationen und Möglichkeiten, welche durch ein- und zweiseitige, durch gleichsinnige oder entgegengesetzt gerichtete Plasmaströme nothwendig hervorgerufen werden müssen, nicht näher eingehen; ich wollte nur zeigen, dass meine Bewegungstheorie zur Erklärung auch dieser paradoxen Erscheinungen beizutragen vermag, indem sie die gegenseitige Verschiebung der Glieder, sowie die Ortsbewegung der gesamten Colonie begreifen lässt.

Die Gleichsinnigkeit der Stromrichtung aller Glieder, der Synchronismus ihrer Thätigkeit, welche gewisse Zustände der Colonie, z. B. die Form des Wildentenzuges, voraussetzen, lässt auf Beziehungen der Zellen untereinander schliessen, welche wohl durch den Zusammenhang des Plasmas vermittelt werden können, wie FR. SCHÜTT annimmt. Zur Umkehr der Bewegungsrichtung aber bedarf es keines äusseren Reizes, wenn auch ein solcher die Umkehr und deren Uebertragung von Zelle zu Zelle zur Folge haben kann. Die Regelung der Stromrichtung, die temporäre Thätigkeit der Rhaphen beruht, wie bei den Pinnularien, auf inneren Ursachen, auf der Lebensthätigkeit des Plasmas.

Die Bewegung von Einzelzellen anlangend, glaubt FR. SCHÜTT den Schlüssel zur Erklärung noch immer in der alten Hypothese von MAX SCHULZE suchen zu müssen, wonach das in der Rhaphe bewegte Plasma direct durch Adhäsion an der Unterlage die Zelle fortschiebt. Ich habe bei *Pinnularia*, *Stauroneis* und *Nitzschia* nachgewiesen, dass die Rhaphe in der Gürtelbandlage unmöglich mit dem Substrat in Berührung kommen kann¹⁾; trotzdem bewegen sich die Zellen mit derselben Leichtigkeit und Geschwindigkeit wie in der Schalenlage. Diese Thatsache steht fest, und damit entfällt die Basis

1) Ortsbewegung III, S. 111.

der MAX SCHULZE'schen Hypothese. Wenngleich das in der Rhapsodie fließende Plasma nicht auf die Berührung mit dem Substrat angewiesen ist, so findet es selbstverständlich seine Stützpunkte ebenso gut und unter Umständen vielleicht besser an einem festen Substrat, wie an einem flüssigen Medium. Es kann daher nicht auffallen, dass fast jede Species ihre bevorzugte Lage hat, worauf G. KARSTEN mit Recht aufmerksam macht¹⁾. G. KARSTEN erklärt diese Bevorzugung einleuchtend dadurch, dass bei dieser Lage stets eine der grösseren Flächen unterstützt wird.

FR. SCHÜTT bespricht endlich auch die Möglichkeit, dass die einfachen Poren als Bewegungsvermittler dienen und hält das Hindurchtreten von Pseudopodialplasma bei den centrischen Bacillariaceen für wahrscheinlich²⁾. Hierauf gründet er die Vermuthung, dass die Rhapsodie der pennaten Bacillariaceen phylogenetisch als Umwandlung eines einfachen Porus aufzufassen sein möchte und schlägt für dieselbe den Namen „Bewegungsporus“ vor. Die Gründe, welche er aus den Anheftungsstellen der jungen Zellen in *Isthmia*-Colonien schöpft, fordern zu einer eingehenden Prüfung dieser Frage auf. Wenn Pseudopodien durch die Porenkanäle von *Isthmia* und anderer centrischen Bacillariaceen treten sollten, könnte deren Beobachtung an lebenden Zellen kaum schwierig sein, da die Bedingungen der Sichtbarkeit von fadenförmigen Plasmafortsätzen durchaus günstige sind. Der Nachweis von Pseudopodialplasma dagegen, welches durch Amöboidalbewegung auf der Schale die Zelle verschiebt, dürfte mit grösseren Schwierigkeiten verbunden sein und könnte nur durch die Anheftung und Verschiebung von Fremdkörpern oder durch die Bewegung von Tuschekörnchen über der Schale erschlossen werden. Die Lage der Kanäle bei *Triceratium* und deren Mündung hoch über der Schalenfläche, sowie die Structur der letzteren, schliessen aber eine Verschiebung durch Amöboidalbewegung von vornherein aus. Im Falle von *Triceratium Favus* könnte daher nur die Thätigkeit von Pseudopodien in Betracht kommen, auf deren Vorhandensein daher in erster Linie zu achten wäre.

Die Möglichkeit, dass die bisher unbekannte Bestimmung der Poren und Porenkanäle von *Isthmia*, *Coscinodiscus*, *Triceratium*, die Vermittelung einer beschränkten Ortsbewegung sein möchte, ist daher nicht abzuweisen. Es muss indessen ferneren Untersuchungen überlassen bleiben, den Nachweis dieser Organe, vor allem aber der wirklich stattfindenden Ortsbewegung dieser Zellen zu führen, bevor die Hypothese einfacher Bewegungsporen einigermaßen begründet erscheint.

1) Diatomeen der Kieler Bucht, S. 169.

2) Dickenwachsthum, S. 675 ff.

Erklärung der Abbildungen.

Die Figuren sind mit dem ABBE'schen Zeichenapparat entworfen. Ich benutzte den ZEISS'schen 2 mm - Apochromaten und das Compensationsocular 12 (Vergrößerung 2200). Die Figuren 1—5 der Tafel XXIX wurden nachträglich auf 1500 reducirt.

Tafel XXIX.

- Fig. 1. Transversalschnitt durch die Schale eines *Triceratium Favus*. Vergr. 1500. Construiert.
- „ 2. *Triceratium grande*, fossil von St. Peter. Der Grat des Schalenrandes mit seinen Porenkanälen. Vergr. 1500.
- „ 3. *Triceratium grande*, fossil von St. Peter. Porenkanäle am Schalenrande; innere Membranfläche. Vergr. 1500.
- „ 4. *Triceratium grande*, fossil von St. Peter. Porenkanäle am Schalenrande; äussere Membranfläche, beim Uebergang in die Porenkanäle des Grates. Vergr. 1500.
- „ 5. *Triceratium Favus*, lebend von Cuxhaven. Porenkanäle am Schalenrande; innere Membranfläche. Vergr. 1500.
- „ 6. *Coscinodiscus asteromphalus* von Maranham. Membranstück mit Schliesshautporen. Theilweis Einstellung auf die poroiden Schliesshäute, theils auf die innern Kammeröffnungen. Vergr. 2200.
- „ 7. *Coscinodiscus radiatus* von Maranham. Membranstück mit Schliesshautporen. Theilweis Einstellung auf die Kammeröffnungen. Vergr. 2200.
- „ 8. *Coscinodiscus Oculus Iridis* von Maranham. Membranstück mit Schliesshautporen. Theilweis Einstellung auf die Kammeröffnungen. Vergr. 2200.
- „ 9. *Coscinodiscus Oculus Iridis* von Bordeaux. Membranstück mit Schliesshautporen und Leistenporenkanälen. Vergr. 2200.
- „ 10. *Coscinodiscus Oculus Iridis* von Cuxhaven. Membranstück mit Leistenporenkanälen. Theilweis Einstellung auf die Kammeröffnungen. Vergr. 2200.
- „ 11. Transversalschnitt von *Coscinodiscus Oculus Iridis*. Mit Leistenporenkanälen und Schliesshautporen. Vergr. 2200. Construiert.

Tafel XXX.

- Fig. 1. *Diatoma vulgare*. Pol mit Gallertporus. Vergr. 2200.
- „ 2. *Diatoma grande*. Pol mit Gallertporus. Vergr. 2200.
- „ 3. *Grammatophora serpentina*. Pleuraseite. Pol mit apicalem Dorn und Gallertporus. Vergr. 2200.
- „ 4. *Grammatophora serpentina*. Valvarseite. Pol mit apicalem Dorn und Gallertporus. Vergr. 2200.
- „ 5. *Tabellaria fenestrata*. Halbgewendete Zelle. Pol mit Gallertporus. Vergr. 2200.
- „ 6. *Tabellaria fenestrata*. Pleuraseite. Pol mit Gallertporus, als feiner Strich an der Umbiegungskante erscheinend. Vergr. 2200.
- „ 7. *Tabellaria fenestrata*. Valvarseite. Porus in dem Mitteltheile der Schale. Vergr. 2200.
- „ 8. *Synedra Ulna* var. *splendens*. Pol mit Gallertporus. Vergr. 2200.
- „ 9. *Synedra Gaillonii*. Pol mit Gallertporus. Vergr. 2200.
- „ 10. *Fragilaria virescens*. Pol mit Gallertporus. Vergr. 2200.
- „ 11. *Licmophora Ehrenbergii*. Pleuraseite. Fusspol mit Gallertporus in der rechten Schale. Vergr. 2200.
- „ 12. *Licmophora Jürgensii*. Valvarseite. Pol mit Gallertporus. Vergr. 2200.

- Fig. 13. *Licmophora Oedipus*. Pleuraseite. Kopfpol mit Porus, als feiner Strich an der Umbiegungskante erscheinend. Vergr. 2200.
- „ 14. *Coscinodiscus robustus* (?), fossil von Sa. Monica. Membranstück mit Leistenporenkanälen. Mündung derselben auf der inneren Membranfläche. Vergr. 2200.
- „ 15. *Coscinodiscus robustus* (?). Mündung der Leistenporenkanäle auf der äusseren Membranfläche. Vergr. 2200.
- „ 16. *Coscinodiscus omphalanthus*, fossil von Nottingham. Membranstück mit Leistenporenkanälen. Innere Mündungen. Vergr. 2200.

53. Douglas H. Campbell: Die Entwicklung des Embryosackes von *Peperomia pellucida* Kunth.

Eingegangen am 29. December 1899.

Während des letzten Jahres bin ich damit beschäftigt gewesen, die Entwicklungsvorgänge bei verschiedenen niedrigeren Monocotylen zu untersuchen, mit der Absicht, wenn möglich, Uebergangsformen zwischen diesen und anderen Pflanzen zu finden.

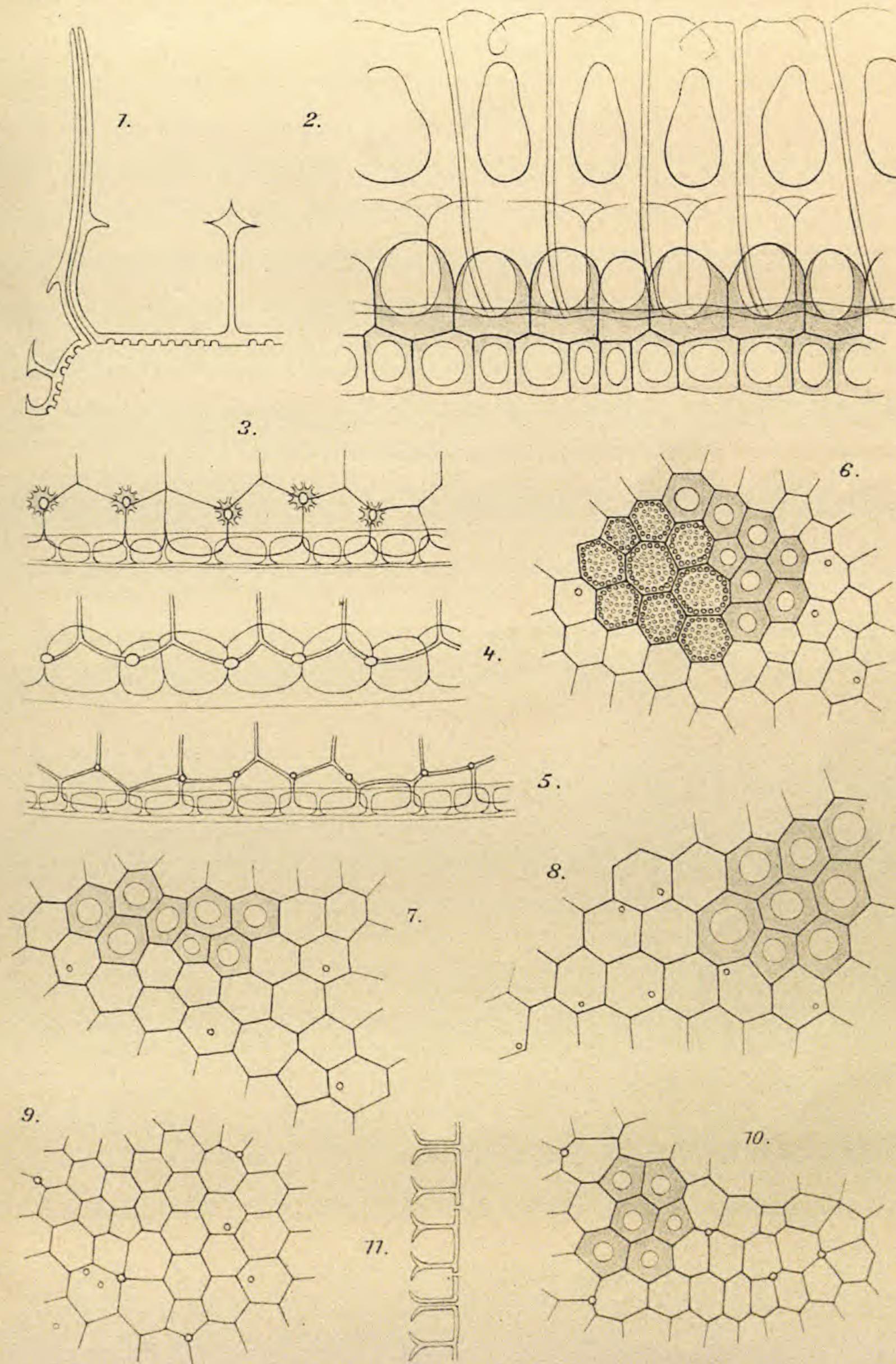
Um meine Studien fortsetzen zu können, machte ich im letzten Sommer Sammlungen im königlichen botanischen Garten zu Kew. Durch die Güte seines Directors, Sir W. J. THISTLETON DYER, standen die dortigen reichen Pflanzenschätze zu meiner Verfügung, und so gelang es mir, ausserordentlich schönes und reichliches Material zu weiteren Untersuchungen zu bekommen.

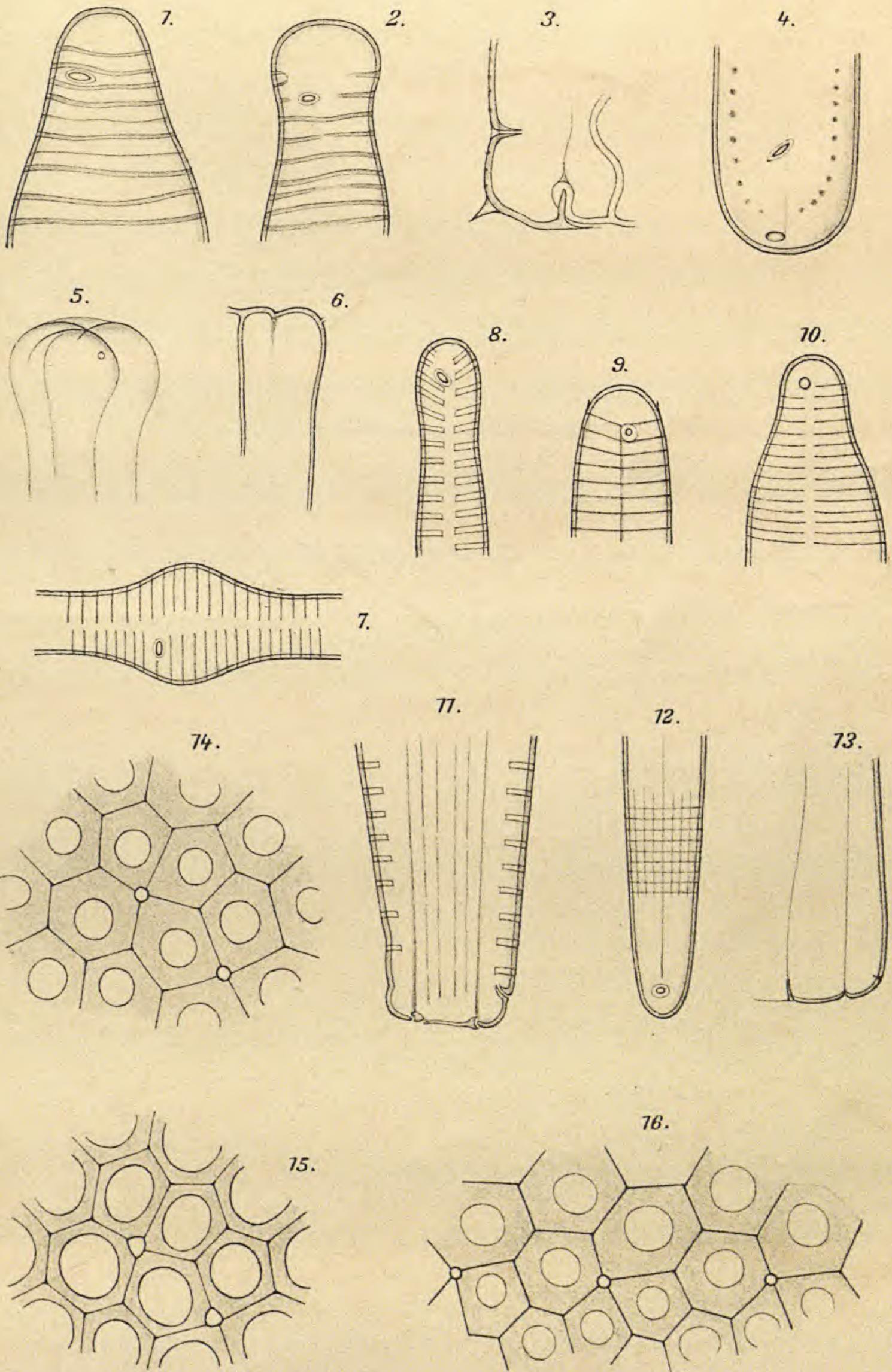
Peperomia pellucida Kunth scheint ein besonders günstiges Object zu sein, weshalb ich mit ihrer Darstellung beginne. — Die Resultate der an ihr angestellten Untersuchungen zeigen klar, dass die *Peperomia pellucida* ganz bedeutend von dem gewöhnlichen Angiospermentypus abweicht. Die anderen *Peperomia*-Arten, soweit dieselben zur Beobachtung gelangten, stimmen ganz mit ihr überein.

Das Material war mit einer concentrirten alkoholischen Sublimatlösung fixirt, in Paraffin eingebettet, und die Schnitte waren mit Anilin-Safranin tingirt. Nach dieser Behandlung waren die Kerne sehr schön gefärbt und in allen Stadien leicht zu erkennen.

Die Entwicklung der Blüthentheile ist von SCHMITZ richtig beschrieben worden; mit dem Embryosack hat er sich indess nicht beschäftigt.

1) HANSTEIN, Botanische Abhandlungen, II, 1. 1872.





- Heft 4 (S. 121—160) ausgegeben am 24. Mai 1899.
 Heft 5 (S. 161—184) ausgegeben am 26. Juni 1899.
 Heft 6 (S. 185—234) ausgegeben am 26. Juli 1899.
 Heft 7 (S. 235—306) ausgegeben am 27. August 1899.
 Heft 8 (S. 307—330) ausgegeben am 23. November 1899.
 Heft 9 (S. 331—384) ausgegeben am 23. December 1899.
 Heft 10 (S. 385—460) ausgegeben am 25. Januar 1900.
 Bericht der Florencommission für 1892—95, als Generalversammlungs-
 Heft, I. Theil [S. (1)—(158)], ausgegeben am 3. November 1899.
 Generalversammlungs-Heft, II. Theil [S. (159)—(252)], ausgegeben am
 22. März 1900.
 Verzeichniss der Pflanzennamen, Mitgliederliste und Register (Schluss-
 heft), [S. (253)—(294)], ausgegeben am 12. April 1900.

Berichtigungen.

- Seite 13, Zeile 10 des Textes von oben setze *Alcyonidium hirsutum* Flemming statt *Alcyonidium gelatinosum* L. Die gleiche Aenderung ist vorzunehmen auf Zeile 4 derselben Seite von unten, sowie auf S. 15, Zeile 4 und 19 von unten, auf S. 16, Zeile 9 von unten, und auf S. 17, Zeile 3 und 10 von unten. Die Bestimmung des *Alcyonidium* als *A. hirsutum* ist dem Autor des Aufsatzes erst später von befreundeter Seite zugegangen.
- „ 152 lies in Anm. 3 „bekamen“ statt „bekommen“.
- „ 153 setze über die mit 52,60 pCt. beginnende Columne in der Angabe für *Phaseolus multiflorus* die Angabe „7 Tage“, über die nächste, mit 68,22 pCt. beginnende Columne, „14 Tage“, und über die letzte, mit 73,60 pCt. beginnende Columne, „21 Tage“.
- „ 154, Zeile 5 des Textes von unten setze statt „(Glutamin)“ „(resp. Glutamins)“.
- „ 202, Zeile 9 von unten setze „Secundärspermatocyten“ an Stelle von „Secundärspermatozoiden“.
- „ 204, Zeile 16 von unten streiche die Worte „morphologische und“.
- „ 259, Zeile 21 von oben setze „oberseitigen“ statt „rückseitigen“.
- „ 267, Zeile 11 des Textes von unten ist zu streichen „(Fig. 7)“ hinter „*Marchantia*“.
- „ 269 muss die erste Zeile der noch zu S. 268 gehörigen Anmerkung mit oberen Anführungsstrichen enden.
- „ 271, Zeile 15 von unten lies „auswachsen“ statt „aufwachsen“.
- „ 272, Zeile 3 von oben setze „nicht“ hinter „natürlich“.
- „ 320, Zeile 10 des Textes von oben lies „mehr weniger“ statt „noch weniger“.
- „ 339, Zeile 5 von oben und Zeile 22 von oben setze „markständiges Mycel“ statt „markständiges Parenchym“.
- „ 341, Zeile 2 von unten lies „des Sterigmas“ statt „der Sterigmas“.
- „ 407, Zeile 19 von unten, S. 408, Zeile 9 von oben, sowie auf Zeile 8 von unten in der auf derselben Seite befindlichen Anmerkung, und auf S. 409, Zeile 6 von oben setze „Mesogerron“ statt „Mesogeron“.
- „ 446, Zeile 12 von oben lies „SCHÜTT“ statt „SCHUTT“.
- „ 448 sind im Holzschnitt rechts die Buchstaben *a* und *b* mit einander zu vertauschen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1899

Band/Volume: [17](#)

Autor(en)/Author(s): Müller Otto Georg Ferdinand

Artikel/Article: [Kammern und Poren In der Zellwand der Bacillariaceen. 423-452](#)