

BOTANISCHES INSTITUT
der k.k. Universität.

J. N^o 17580

B

C 283/2

P. Hauptfleisch.
Zellmembran u. Hüllgallerte
der Desmidiaceen.



**Zellmembran und Hüllgallerte
der Desmidiaceen.**

Inaugural - Dissertation

der

hohen philosophischen Fakultät der Universität Greifswald

zur

Erlangung der Doktorwürde,

vorgelegt

und nebst den beigefügten Thesen

am

am 23. Juni 1888, Nachmittags 2 Uhr

öffentlich verteidigt

von

Paul Hauptfleisch

aus Landsberg a. W.

Opponenten:

R. Krüger, cand. prob.

O. Zerlang, cand. rer. nat.

Greifswald.

Druck von F. W. Kunike.

1888.

Dr. J. Brückemüller

k. k. Primararzt

Die vorliegende Abhandlung erscheint demnächst in den „Mittheilungen aus dem Naturwissenschaftlichen Vereine für Neuvorpommern und Rügen“: Jahrgang 1888.

Dr. J. Lütkenmiller

k. k. Primararzt

Wien IV, Favoritenstr. 4

Sprechstunde 2-3 Uhr.

—1881—

Seinen teuren Eltern.

Seinen hohen Eltern

Seitdem durch die Arbeiten Nägelis¹⁾ und de Barys²⁾ der Zellbau der Desmidiaceen genauer aufgeklärt worden war, hat die Kenntniss dieser Algengruppe zumeist nur nach der Seite der Systematik Fortschritte gemacht. In zahlreichen grösseren und kleineren Publikationen sind neue Formen dieser zierlich gestalteten Organismen beschrieben worden; mit der feineren Organisation der einzelnen Zellen jedoch haben nur ganz vereinzelte Arbeiten sich näher beschäftigt.

Abgesehen von einigen gelegentlichen, hie und da zerstreuten Bemerkungen über die Gestaltung der Zellhaut und des Zelleibes der Desmidieen sind aus neuerer Zeit nur die Abhandlungen von Fischer³⁾ und Klebs⁴⁾ zu nennen. Durch die erstere Arbeit ward die Gestaltung der Zellhaut der Closterien und ihr Verhalten bei der Theilung genauer geschildert. Durch die letzteren Untersuchungen aber wurden über die Organisation der Hüllgallerte der verschiedensten Desmidieen nähere Angaben gemacht.

Noch vor dem Erscheinen der letzterwähnten Abhandlung hatte ich selbst begonnen, mich eingehender mit der Organisation der Zellhaut der Desmidieen zu beschäftigen. Herr Professor Schmitz hatte bei seinen Studien über den feineren Bau der Algenzellen eine Reihe von Thatsachen bei

1) Nägeli, Gattungen einzelliger Algen, Zürich 1849.

2) De Bary, Untersuchungen über die Familie der Conjugaten, Leipzig 1858.

3) Fischer, Über die Zelltheilung der Closterien. Botanische Zeitung, Jahrg. 1883, No. 14—17.

4) Klebs, Über die Organisation der Gallerte bei einigen Algen und Flagellaten. Untersuchungen aus dem botanischen Institut zu Tübingen. III. Band, 2. Heft.

den Desmidieen beobachtet, die mit den bisherigen Kenntnissen in Widerspruch standen, und hatte im Anschlusse daran mich veranlasst, diese Beobachtungen weiter zu verfolgen. Ich hatte daher zu Pfingsten 1886 begonnen, die genaue Ausbildung der Zellhaut der Desmidieen näher zu untersuchen. Diese Untersuchungen hatten bereits eine Reihe von Ergebnissen geliefert, als mir im Dezember 1886 die Klebs'sche Abhandlung bekannt wurde. Wie sich sofort zeigte, hatten die Angaben von Klebs mehrfach das tatsächliche Verhältnis nicht ganz richtig geschildert. Ich habe daher damals die begonnenen Untersuchungen fortgesetzt und beabsichtige nun, die hierbei erzielten Resultate im folgenden zusammenzustellen.

Bei dieser Darstellung soll zunächst die Gestaltung der Zellhaut der ausgewachsenen Desmidieenzelle genauer geschildert werden. Ein zweiter Abschnitt soll die Ausbildung der Membran bei der Zellteilung ausführlicher behandeln. Zum Schlusse aber sollen einige Folgerungen aus den beobachteten Thatsachen zusammengestellt werden.

I. Die Membran der ausgewachsenen Zelle.

Es dürfte zweckmässig sein, der Schilderung meiner eigenen Beobachtungen über die Gestaltung der Zellhaut ausgewachsener Desmidieenzellen eine kurze Darstellung des bisher Bekannten voranzusenden.

Seit Focke¹⁾, der mit Ehrenberg die Desmidieen zu den einschaligen Bacillarien rechnete, wird — namentlich auch von Nägeli²⁾ — als charakteristische Eigentümlichkeit der Desmidieen die Paarigkeit derselben, das heisst die Zusammensetzung der Zelle aus zwei symmetrisch ausgebildeten Hälften, hervorgehoben. Nach der Teilung der Mutterzelle vervollständigt sich jede Hälfte dadurch, dass sie sich eine neue gleichgestaltete Hälfte hinzubildet, so dass zuletzt jede Tochterzelle wieder, ebenso wie die Mutterzelle, aus zwei symme-

1) Focke, Physiologische Studien, I. Heft, Bremen 1847.

2) l. c. p. 101.

trischen Hälften besteht.¹⁾ — Über die Art und Weise jedoch, wie bei dieser Neubildung der zweiten Hälfte die Zellmembran sich verhält, wie an der ausgebildeten Zelle die Membranen der beiden Hälften zusammenhängen, liegen bisher in der Litteratur keine spezielleren Angaben vor.

Was die Aussenfläche der Membran der ausgewachsenen Desmidiaceen-Zelle betrifft, so wurde dieselbe beschrieben als glatt oder mit derben, soliden Warzen und Stacheln versehen; diese letzteren sollen nach de Bary²⁾ als zartwandige Ausstülpungen der Oberfläche entstehen und nach und nach durch Cellulose ausgefüllt werden; nur die Klammern von *Sphaerosoma vertebratum* sollen von Anfang an als solide Körper ausgebildet werden.

Ausser den Warzen und Stacheln wurden schon von Nägeli³⁾ „zuweilen Poren (verdünnte Stellen) zwischen den Warzen oder an der ganzen Oberfläche“ bemerkt; Nägeli beschreibt solche Poren indessen nur bei einigen Cosmarien, Euastren und Staurastren (*Stenactinium*). Schon bei bedeutend mehr Desmidiaceen führt dann späterhin Kirchner⁴⁾ an, dass die Zellhaut granulirt oder punktirt sei; er sagt indessen nirgends ausdrücklich, dass diese Granulirung oder Punktirung auf Poren zurückzuführen sei. Neuerdings findet Klebs⁵⁾ bei zahlreichen Desmidiaceen an der Zellhaut punktförmige Erhabenheiten; doch lässt er es unentschieden, ob die Körnchen der Membran „kleine Verdickungen oder Ausbuchtungen oder eigentlich zarte Verdünnungen sind“, und hält es für wahrscheinlich, dass alle diese Fälle vorkommen möchten. Nur in einem einzigen Falle, bei der Beschreibung der Zellen von *Closterium*, spricht er geradezu von Porenkanälen. Während er indessen in einer früheren Arbeit⁶⁾ beschreibt, dass

1) de Bary l. c. p. 44.

2) l. c. p. 44.

3) l. c. p. 102.

4) Kirchner, Kryptogamen-Flora von Schlesien, II. Band, 1. Hälfte; Algen.

5) l. c. p. 379, 386, 387.

6) Klebs, Über Bewegung und Schleimbildung der Desmidiaceen. Biologisches Centralblatt, V. Band, No. 12 p. 365.

die Enden von *Closterium didymotocum*, *Cl. Ralfsii*, *Cl. angustatum* u. s. w. von deutlichen Porenkanälen durchsetzt erscheinen, entscheidet er in der erwähnten neueren Arbeit die Frage, ob wirkliche Poren vorhanden sind, in welchen Plasmafäden fast bis nach aussen gehen, nicht mit Bestimmtheit.¹⁾

Nach de Bary²⁾ ist ferner die Zellhaut aller Desmidiaceen von mehr oder weniger leicht nachweisbarer Gallerte umgeben, während Nägeli³⁾ nur für einzelne Fälle eine Hüllmembran, die seiner Ansicht nach von den Poren abgesondert wird, beschrieben hatte. Auch Klebs⁴⁾ sagt, dass es, wenigstens bei den einzeln lebenden Desmidieen, eine relativ kleine Anzahl Formen ist, welche beständig von einer Gallertscheide umgeben sind.

Von dieser Gallerte wies Klebs nach, dass derselben eine ziemlich complicirte Struktur eigen sei. Nach seinen Untersuchungen nämlich zeigt die Gallerte eine deutliche Stäbchenstruktur. Sie besteht aus einer äusserst schwach lichtbrechenden Grundsubstanz, die sich Farbstoffen und Reagentien gegenüber sehr indifferent verhält, und einem in Form von Stäbchen oder Körnern eingelagerten, dichteren Bestandteil, der, abgesehen von einigen anderen Reaktionen, einige Farbstoffe, wie Methylviolett, Methylenblau, Vesuvin, energisch anzieht und sich bei der Einlagerung dieser Farbstoffe stark contrahirt, der ferner aus einer Lösung von Glykose-Pepton⁵⁾ lebhaft eine stickstoffhaltige Substanz einlagert.

Dieser letztere, dichtere Bestandteil soll durch Ausscheidung aus dem Protoplasma der Zelle durch die Membran hindurch erzeugt werden.⁶⁾ Zuweilen auch soll diese Ausscheidung an besonderen Stellen der Zellhaut stattfinden; doch gelang es Klebs nie, mit Sicherheit in der Membran Poren, durch welche die Sekretion erfolgen könnte, nachzuweisen.

1) l. c. p. 386.

2) l. c. p. 38.

3) l. c. p. 102.

4) l. c. p. 380.

5) Lösung von 1% Glykose und 0,5% Pepton; vergl. p. 359.

6) l. c. p. 387.

Bei der nachfolgenden Darstellung meiner eigenen Untersuchungsergebnisse seien nun zunächst die fadenbildenden Desmidiaceen, bei denen die Struktur der Membran etwas einfacher, die Organisation der Gallerte durchsichtiger ist, berücksichtigt. An diese mögen sich dann die einzeln lebenden Arten anschliessen.

Hyalotheca Ehrenb.

Nach de Barys Beschreibung besteht diese Gattung aus Fäden mit dicker Gallertscheide; die einzelnen Zellen sind cylindrisch, mit seichter, breiter Mitteleinschnürung oder erhabenen, ringförmigen Querriefen nahe den Enden. In jeder Zellhälfte liegt ein einzelner, strahliger Chlorophyllkörper, zusammengesetzt aus 6 bis 10 um einen Amylonherd vereinigten Platten. Je nachdem die Zellen seicht eingeschnürt oder mit Querriefen versehen sind, unterscheidet de Bary *Hyalotheca dissiliens* R. und *H. mucosa* Ehrenb.

Die Membran der einzelnen Zelle von *Hyalotheca mucosa*¹⁾ besteht stets aus zwei vollständig gesonderten, gebogenen Schalen, deren Ränder fein zugeschärft sind; diese zugeschärften Ränder greifen über einander ähnlich wie der Deckel über eine Schachtel, so dass — wie bei den Zellen der Diatomaceen — die Membran der Einzelzelle durch festen Zusammenschluss zweier getrennter Membranstücke, die fest aneinander haften, zu Stande kommt. (Taf. I. Fig. 1.)

Nahe dem äusseren Ende einer jeden Zellhälfte finden sich zwei Reihen Warzen, welche einander ungefähr parallel ringförmig die Zelle umkreisen. (I. 2.) Jede dieser Warzen besitzt in der Mitte einen Porus, der als enger Kanal die ganze Dicke der Zellhaut durchsetzt. — Dieser Kanal ist jedoch erst bei Anwendung färbender Reagentien deutlich sichtbar. Nach Färbung mit Nigrosin ist er in der Aufsicht der Zelle als schwarzer Punkt in der sonst ungefärbten Membran erkennbar; nach Färbung mit Kongorot hebt er sich in der Flächenansicht von der gleichfalls gefärbten Membran als feiner Punkt ab, in der Durchsichtsansicht aber tritt er als dunkle, feine Linie deutlich hervor.

Das Zusammenhalten zweier benachbarter Zellen wird anscheinend einfach durch das Aneinanderhaften der glatten

1) R a l f s, The British Desmidiaceae, London 1848. p. 53 T. I. fig. 2.

Endflächen der beiden Zellen bewirkt; besondere Vorrichtungen, welche die Verbindung zweier Zellen begünstigen könnten (wie solche auch bei anderen Fäden vorkommen und weiter unten beschrieben werden), lassen sich nicht erkennen. Dagegen zeigen die Zellmembranen an den Endflächen nach Anwendung färbender Reagentien eine grosse Zahl feiner, ziemlich gleichmässig angeordneter Poren.

Die Gallerte, welche in Gestalt einer breiten Scheide den Faden umgiebt, ist aus einzelnen ringförmigen Abschnitten zusammengesetzt, und zwar entspricht jeder einzelnen Zellehälfte ein solcher Abschnitt. Dies zeigt sich deutlich, wenn man Farbelösung den lebenden oder getöteten Zellfäden zusetzt, während an ungefärbten Fäden diese Zusammensetzung der Gallerthülle zumeist nicht zu erkennen ist.¹⁾ Setzt man dann den einzelnen Fäden concentrirtere Farbelösung zu, so zieht sich die Gallerte etwas zusammen, und gleichzeitig werden auch Lücken auf der Innenseite der Gallerte längs der Zellmembran, den Enden und der Mitte der einzelnen Zelle entsprechend, deutlich: jeder Gallertabschnitt löst sich sowol in der Mitte als an den Enden der Zelle von der Membran los und

1) Zum Färben der Gallerte eigneten sich besonders gut Saffranin, Fuchsin, Gentianaviolett, Methylenblau, Methylviolett. Diese Farben lagern sich unter Wasserentziehung in die Gallerte ein und wirken auf dieselbe contrahirend, bei genügender Concentration sogar stärker contrahirend als Alkohol.

Es wurden die Zellen zur Aufklärung der Struktur der Gallerte resp. der Membran in Wasser, dem Farbe zugesetzt war, untersucht; die Untersuchung in gefärbtem Glycerin liess die Einzelheiten nur sehr undeutlich oder gar nicht erkennen.

Da während der Einlagerung der Farbe sich das Aussehen der Gallerte veränderte, so wurde in der Weise operirt, dass zunächst ein Tropfen einer schwachen Farbelösung an den Rand des Deckglases gesetzt und, während derselbe sich langsam mit der farblosen Flüssigkeit unter dem Deckglase mischte, das Verhalten der Gallerte beobachtet wurde. Es wurde dann ein Tropfen concentrirterer Lösung zugesetzt und hierbei in derselben Weise verfahren, und zwar so lange, bis der Farbenton der umgebenden Flüssigkeit dieselbe Intensität wie die Färbung der Gallerte erreicht hatte. Bei vorsichtigem Auswaschen mittelst Wasser wurden dann die Veränderungen an der Gallerthülle rückwärts noch einmal verfolgt.

bleibt nur an den Warzen und in deren unmittelbarer Nähe der Membran anhaften. — Ferner sieht man bei genügendem Farbezusatz, dass ausser den trennenden Spaltflächen zwischen den besprochenen einzelnen Abschnitten der Gallerte (welche sich in der Profileinstellung des Zellfadens als dunkle Linien darbieten) noch von jeder Zelhälfte aus je eine dunkle Linie durch die Gallerte hindurchläuft (I. 6). Diese Linie nimmt zwischen den beiden Warzen ihren Ursprung und durchsetzt von hier aus die Gallerte nach aussen.

In der Aufsicht der Gallerte ist gleichzeitig deutlich eine netzförmige Felderung zu erkennen, so zwar, dass jeder einzelne Gallertabschnitt zwei Querreihen kleiner Felder erkennen lässt.

Ein genauer Vergleich der beiden beschriebenen Ansichten aber zeigt, dass jedes Feld der Aufsicht die Grundfläche eines Gallertprismas darstellt, welches sich von aussen nach innen zu etwas verschmälert und an der Membran einer einzelnen Warze aufsitzt.

Dass die einzelnen Gallertabschnitte sich in der That aus Prismen zusammensetzen, dafür lieferte eine sichere Bestätigung die von einem Faden abgequetschte Gallerte, die durch das Quetschen in die einzelnen Prismen zerfallen war.¹⁾ Die abgequetschten Gallertstücke dieses (nicht zu intensiv gefärbten) Fadens zeigten die schmalen Stellen, mit denen die Prismen den Warzen aufsassen, dunkler gefärbt.

Lagert sich die Farbe in zu grosser Concentration in der

1) Zur Klarstellung der Struktur der Gallerte that häufig Quetschen sehr gute Dienste, doch war dies gewöhnlich mit einigen Schwierigkeiten verknüpft. Häufig gelang es durch einen kurzen, nicht zu starken Stoss in senkrechter Richtung auf das Deckglass, oder durch schnelles, plötzliches Abwärtsdrehen der Mikrometerschraube die gewünschte Loslösung der Gallerte von der Membran zu erzielen. Am günstigsten waren die Resultate in dieser Richtung bei Individuen, die schon einige Zeit in Alkohol gehärtet waren. Mitunter gelang es jedoch selbst nicht durch starkes Zusammenpressen zweier Objektträger, von den dazwischen gelegten, frischen Desmidiaceen die Gallerte loszuquetschen: entweder blieb die Gallerte scheinbar unversehrt an den infolge des Druckes aufgeplätzten und entleerten Zellen, oder die Gallerte wurde zu einem völlig strukturlosen Brei zerquetscht.

Gallerte eines Fadens ab, so schrumpft diese mehr und mehr zusammen und lässt die Prismenstruktur weniger und weniger erkennen; letztere wird schliesslich ganz undeutlich, da sich die Prismen verkrümmen und schräg in die Richtung des Fadens legen.

Die Gallerte von *H. mucosa* erschien weicher und von weniger fester Consistenz als die Gallerte anderer Desmidiaceen-fäden.

***Hyalotheca dissiliens* R. β *bidentula* Nordstedt.**¹⁾ An jeder der leicht tailenförmig eingeschnürten Zellen besteht die Membran aus zwei Hälften, die auch hier mit ihren zugeschärften Rändern übereinandergreifen; indessen stecken die beiden Schalen dieser Species nicht so tief in einander, wie dies bei *H. mucosa* der Fall ist.

Nahe dem freien Rande zeigt jede Schale zwei kleine Ausstülpungen der Membran, die genau einander gegenüberliegen. Diese Ausstülpungen machen sich in der Endansicht der Zelle als zwei kleine einander gegenüberliegende Hervorwölbungen an der sonst kreisförmigen Contour geltend.

Die untersuchten Fäden dieser Art waren nicht nur in der Grösse der einzelnen Zellen, sondern auch in der Struktur ihrer Membran und der Gallerte constant verschieden, so dass zwei Formen unterschieden und als *f. minor* und *major* bezeichnet werden können.

Bei beiderlei Formen ist an den einzelnen Fäden leicht eine Torsion zu beobachten. Bei der *f. minor* ist diese Torsion sehr unregelmässig ausgebildet; oft ist eine Drehung um 180° schon nach 4 Zellen vollendet, häufig ist eine solche nach 16 bis 20 Zellen noch nicht beendet.

Die Verbindung der einzelnen Zellen eines jeden Fadens kommt durch Aneinanderhaften nicht der ganzen Endflächen, sondern eines nur ringförmigen, äusseren Theiles derselben zu stande, so dass zwischen je zwei Nachbarzellen ein flach linsenförmiger Hohlraum übrig bleibt.

f. minor. Der optische Durschnitt der einzelnen Zelle lässt sich ungefähr durch ein Quadrat umschreiben (I. 5, 10).

1) Nordstedt, Bidrag till Kännedomen om sydligare Norges Desmidiaceer; Acta Universitatis Lundensis, Tom IX, 1872. p. 48 Nr. 1 fig. 22.

Jede der beiden Schalen ist an der Seitenfläche mit Poren versehen, welche mit einer gewissen Regelmässigkeit angeordnet sind. Parallel der Endfläche der Zelle befindet sich nahe dem oberen und dem unteren (freien) Rande der einzelnen Schale je eine Reihe von Poren; der Raum zwischen diesen beiden parallelen Porenreihen ist ebenfalls mit Poren angefüllt, doch lassen diese in ihrer Stellung keine Regelmässigkeit erkennen. Diese Poren sind von feinen Protoplasmafädchen ausgefüllt, welche im Innern der Zelle von dem Protoplasmaschlauch entspringen und am äusseren Ende der Poren in ein kleines Knöpfchen endigen. — Bei geringem Farbezusatz zeigen sich die Poren und ihr Inhalt in der Aufsicht als dunkle Punkte (I. 9). In der Profilansicht dagegen treten sie bei scharfer Einstellung als dunkle, durch die Membran laufende Linien, die nach aussen zu in ein dunkles, gefärbtes Knöpfchen endigen, hervor, während die angrenzende Gallerte gar nicht oder nur ganz schwach gefärbt erscheint.

Ebenso treten auch auf den Endflächen der Membran nach Zusatz von Färbungsmitteln ziemlich zahlreiche unregelmässig angeordnete Poren deutlich hervor, jedoch ist die ringförmige Zone, in welcher das Aneinanderhaften je zweier Zellen statt hat, frei von Poren (I. 17); eigentümlich ist es hierbei, dass sich dieser Berührungsring bedeutend intensiver als die übrige Membran färbt.

Der ganze Zellfaden ist von einer breiten Gallertscheide umgeben, die aus ringförmigen Abschnitten zusammengesetzt ist (I. 15); jeder dieser ringförmigen Abschnitte umhüllt eine Zellhälfte. Diese Ringe stossen auch hier nicht lückenlos aneinander; sie weichen am Ende und in der Mitte der Zelle von der Membran ein wenig ab und haften nur an dem von Poren durchbohrten Teil derselben fest an. Diese Lücken in der Gallerte sind hier sehr häufig schon an ungefärbtem, lebendem wie totem Material sichtbar; deutlicher treten sie jedoch erst nach Färbung der Gallerte hervor. — Bei solcher Färbung werden dann auch noch weitere dunkle Linien sichtbar (I. 11), welche von den zwischen den Poren liegenden Stellen der Membran aus durch die Gallerte hindurchlaufen und an der Membran etwas breiter sind als an der Aussen- seite der Gallerte. Diese Linien bezeichnen auch hier, wie

bei *H. mucosa*, die Grenzflächen von Gallertprismen, welche einzeln den Poren aufsitzen und seitlich dicht zusammenschliessend den ringförmigen Gallertabschnitt herstellen. Ein jeder Gallertabschnitt setzt sich aus drei bis vier Reihen solcher Prismen zusammen. Von jeder Zellhälfte strahlen daher in der Profileinstellung je zwei bis drei dunkel gefärbte Linien aus; doch schimmern gewöhnlich auch noch die dicht darüber oder darunter befindlichen Spaltflächen durch die Gallerte hindurch oder werden doch bei geringem Hin- und Herdrehen der Mikrometerschraube sichtbar.

Der letzte Gallertabschnitt am Ende des Fadens greift etwas hinüber auf die Endfläche der Zelle, die ihrerseits von einer besonderen Gallertkappe bedeckt ist. Diese Gallertkappe aber ist aus vielen Gallertprismen zusammengesetzt, deren Spaltflächen in der Profileinstellung viele feine Linien entsprechen (I. 16).

Bei Zusatz von concentrirter Farbelösung schrumpft die Gallerte und zwar zunächst so, dass jeder Gallertring im Profil undulirt erscheint (I. 12). Die Aufsicht zeigt nun eine netzförmige Felderung in der Gallerte in der Weise, dass über jedem Porus ein Feld gelegen ist; die über den Endflächen und über der Mitte der Zelle zusammenstossenden Felder sind dabei etwas breiter als die dazwischen liegenden (I. 13.) Bei noch stärkerer Concentration der Farbe zieht sich die Gallerte noch mehr zusammen, bis sie der Membran ganz dicht aufliegt und kaum als dünne Schicht noch zu unterscheiden ist.

f. major. Während sich die Zellen der eben beschriebenen Form in ihrem Durchschnitt mehr dem Quadrat nähern, passt der optische Längsschnitt einer Zelle der *f. major* in den Rahmen eines länglichen Rechteckes, dessen kleine Seite ungefähr $\frac{2}{3}$ der Länge der grossen beträgt (I. 28).

Auch hier ist an der Berührungsfläche zweier benachbarter Zellen zwischen den trennenden Wänden ein schmaler, linsenförmiger Hohlraum gelassen. Die Wände selbst sind gleichfalls von vielen feinen Poren durchbohrt (I. 29), welche über den Teil der Membran, der den Hohlraum begrenzt, verteilt sind. Der beiden Nachbarzellen gemeinsame ring-

förmige Teil der Wandmembran ist frei von Poren und färbt sich intensiver als der übrige Teil der Membran.

Die Aufsicht der Zelle zeigt an dem cylindrischen Abschnitt der Schale bedeutend mehr Poren als bei der *f. minor*. Die erste und letzte Reihe dieser Poren sind der Endfläche der Zelle parallel, der Raum zwischen diesen beiden Reihen ist mit sehr zahlreichen, unregelmässig angeordneten Poren angefüllt, so zwar, dass eine der Längsachse des Fadens parallele Linie ungefähr 6 bis 8 Poren trifft. Die Poren sind von feinen Protoplasmafädchen ausgefüllt, die nach aussen in ein mehr oder weniger dickes Knöpfchen enden.

Ganz schwache Färbung der Gallerte, die übrigens bei dieser Art ziemlich weich ist, zeigt die Zusammensetzung derselben aus einzelnen ringförmigen Abschnitten (I. 27). Stärkere Färbung lässt die Grenzlinien dieser Abschnitte am Ende und in der Mitte der Zelle undeutlich werden. Dagegen treten jetzt andre Linien oder besser Streifen auf, die von den Poren ausgehen, aus feinen Fädchen zusammengesetzt erscheinen und sich nach aussen hin büschelartig verbreitern (I. 26). Auf dem optischen Längsschnitt eines Fadens sieht man an jeder Zellhälfte jederseits je 5 oder 6 solcher büschelförmigen Streifen ansitzen; jedoch liegen diese Streifen nicht alle ganz genau in derselben Ebene. Indessen die Poren sind bei dieser Species so dicht über die Membran verteilt, dass bei scharfer Profileinstellung die von den nächstbenachbarten Poren ausstrahlenden Büschel ebenfalls noch deutlich sichtbar sind.

Bei ganz starker Concentration der Farbelösung zieht sich die Gallerte bis dicht an die Membran zusammen. Dabei werden die büschelförmigen Streifen wieder unkenntlich, während andere Linien, die, zwischen den Poren ihren Ursprung nehmend, die Gallerte durchsetzen, sichtbar hervortreten. In diesem Zustande lässt die Aufsicht der Gallerte eine regelmässige Felderung erkennen (I. 18), so zwar, dass über jedem einzelnen Porus der Membran ein einzelnes Gallertfeld gelegen ist. — Ein Vergleich beider Ansichten zeigt, dass die dunkleren Linien in der dunklen Gallerte die Grenzflächen besonderer, den Poren aufsitzender Gallertprismen, die hier jetzt zu kurzen Kappen kontrahirt sind, darstellen.

Quetscht man die nur wenig stark geschrumpfte Gallerte eines Fadens ab, so zeigt dieselbe die Felderung ebenfalls deutlich, doch erscheinen dann häufig die Felder nicht homogen; vielmehr ragen aus der Fläche dieser Felder zahlreiche kleine Stifftchen oder Körnchen, die Spitzen der feinen Fädchen, welche die beschriebenen büschelförmigen Streifen zusammensetzen, hervor.

An der Endzelle eines Fadens biegt der letzte Gallertring ein wenig auf die Endfläche hinüber. Die Endfläche selbst wird von einer besonderen Gallertscheibe, die von vielen dunklen Linien durchzogen ist, bedeckt.

Auch Klebs hat bei seinen Untersuchungen des genauern eine *Hyalotheca dissiliens*¹⁾ beobachtet. Nach seinen Angaben ist es höchst wahrscheinlich dieselbe Form, welche von mir hier als *f. major* bezeichnet worden ist. Die Membran jeder Zellhälfte ist nach seiner Darstellung mit 5 bis 6 regelmässigen Reihen von Körnchen besetzt, die er als lokale Verdickungen der Zellmembran deutet. Die Gallerte, die an der Aussenfläche den Zellgrenzen entsprechend regelmässig undulirt erscheint, ist im normalen Zustande ganz homogen und nimmt nach Zusatz von Methylblau, Methylviolett eine ausserordentlich scharfe Stäbchenstruktur an. Die Stäbchen sitzen im optischen Längsschnitt der Zelle zu 5 bis 6 in regelmässigen Gruppen, je eine an jeder Zellhälfte, und sind den Körnchen der Zellhaut angeheftet. Die Aufsicht zeigt, dass die Strukturelemente nicht einfache Stäbchen, sondern umgekehrte vierseitige Pyramiden sind, die mit ihrer Spitze der Zellwand aufsitzen, sich gegen die Peripherie der Gallerte verbreitern und hier mit den benachbarten Pyramiden zusammen eine regelmässige, polygonale Felderung der Aussenfläche der Gallerte veranlassen. Noch deutlicher als durch Färbung wird diese Struktur durch längeres Einlegen der Zellfäden in Glykose-Pepton; die Aufsicht zeigt dann, dass die Netzfelder aus zahlreichen kleinen Körnchen bestehen.

Klebs beschreibt und zeichnet in der Gallerte von *Hyalotheca* eigentlich nur Stäbchen; eine Grundsubstanz der Gallerte, die er an anderer Stelle (p. 413) allgemein den Desmidiaceen zuschreibt, erwähnt er hier gar nicht. In der That habe ich selbst eine solche Grundsubstanz niemals gefunden. Klebs kommt zu dem Begriff einer Grundsubstanz der Desmidiaceen-Gallerte offenbar dadurch, dass er seine Anschauungen von der Struktur der — allerdings durchaus ähnlich gebauten — Zygomeen-gallerte auf die Gallerte der Desmidiaceen überträgt. Bei jener glaubt er durch das Verhalten einigen Farbstoffen und gewissen Reagentien gegenüber nachgewiesen zu haben, dass die Gallerte aus zwei Bestandteilen

1) l. c. p. 379.

zusammengesetzt sei.¹⁾ Mir scheint jedoch, dass die scheinbar verschiedenartige Einwirkung jener Farbstoffe und Reagentien auf die Gallerte auch in ganz anderer Weise erklärt werden kann. Jedenfalls aber sind durch direkte Beobachtung weder in der Zygnemeengallerte, noch in der Desmidiengallerte zwei verschiedene Bestandteile nachzuweisen. Die Gallerte von *Hyalotheca* speziell besteht aus ringförmigen, den Zellhälften entsprechenden Abschnitten, die ihrerseits aus einzelnen Gallertprismen zusammengesetzt sind; diese Gallertprismen stossen seitlich lückenlos aneinander, ohne dass eine Gallert-Grundsubstanz dazwischen nachzuweisen wäre; die Spaltflächen aber, die zwischen je zwei Prismen vorhanden sind, heben sich in der gefärbten Gallerte als scheinbar dunkler gefärbte Flächen deutlich ab.

Die büschelförmigen, feinen Streifen, die bei gewisser Intensität der Färbung von den Poren ausstrahlen, hat Klebs gar nicht bemerkt, wenigstens nicht in der Profilansicht des Fadens. Die körnige Aufsicht der Gallerte eines mit Glykose-Pepton behandelten Fadens, die er T. IV. fig. 1 d zeichnet, lässt indessen darauf schliessen, dass ihm solche Fäden, bei denen in der Gallerte Fädchenbüschel sichtbar sind, thatsächlich vorgelegen haben.

Auch die Poren in der Membran scheint Klebs nicht richtig erkannt zu haben. Die 5 bis 6 Reihen Körnchen an jeder Zellhälfte, die Klebs beobachtet hat, stellen nicht kleine punktförmige Erhebungen der Zellmembran dar, wie er annimmt, sondern bilden die knöpfchenförmigen Enden der in den Poren steckenden Plasmafädchen.

Die Figuren, die Klebs zeichnet, geben zum Teil die thatsächlichen Verhältnisse insofern richtig wieder, als sie im allgemeinen das Bild, wie es sich beim oberflächlichen Betrachten darbietet, veranschaulichen; doch ist nicht in allen Fällen genau ersichtlich, welche Bedeutung den in der Gallerte gezeichneten Linien thatsächlich zukommt, ob sie die Trennungsspalten zwischen je zwei Gallertpyramiden oder auch diese Gallertpyramiden selbst darstellen. Einzelne Figuren sind auch wohl etwas ungenau gezeichnet, z. B. fig. 1 c, bei welcher die Gallerte gleichmässig, auch der Mitte der Zelle entsprechend, von Linien durchsetzt ist, und fig. 1 e, bei welcher die Pyramiden nicht scharf abgegrenzt erscheinen.

Bambusina Kg.

B. Brebissonii Kg. (de Bary l. c. p. 44 T. IV, fig. 28, 29; *Didymoprium Borreri* Ralfs l. c. p. 58 Nr. 1 T. III).

Die Membran der tonnenförmigen Zellen (I. 20), welche zu gedrehten, gallertumscheideten Fäden verbunden sind, besteht aus zwei Schalen, die mit ihren freien, zugespitzten

1) l. c. p. 411.

Rändern über einander greifen. Diese Schalen sind in je vier ungleich grosse Abschnitte geteilt (I. 21). Kurz vor dem offenen Ende ist jede Schale nach zwei einander gegenüberliegenden Seiten hin etwas ausgestülpt (I. 25), welche Ausstülpungen sich in der sonst kreisförmigen Scheitelansicht als zwei kleine Hervorwölbungen kenntlich machen. An diesen am weitesten ausgedehnten, mit einer Reihe von Poren versehenen Abschnitt der Schale stösst mit einer scharfen Kante ein schmalerer, etwa halb so breiter, sich etwas verjüngender Abschnitt an. Derselbe ist von zwei parallelen Reihen Poren durchbohrt, die an Zahl und Grösse denen des ersten Teiles gleich sind. Der nächste sich ebenfalls verschmälernde Abschnitt der Membran stösst wieder mit einer scharfen Kante an den eben beschriebenen an; derselbe ist ungefähr von der doppelten Breite der beiden ersten Abschnitte und mit vielen, aber ganz feinen Poren versehen, die ziemlich unregelmässig angeordnet sind. Der letzte gleichfalls verjüngte Abschnitt der Schale ist von der Breite des vorigen und ist von diesem durch eine ganz geringe Einknickung und eine hierdurch gebildete seichte Falte getrennt. Dieser Abschnitt ist nicht ganz glatt, sondern etwas wellig, übrigens von zahlreichen Poren durchbohrt. Die erste Reihe dieser Poren, die ziemlich derb sind, ist der Falte parallel, die übrigen Poren sind in ungefähr rechtwinklig hiervon abspreitzende Reihen angeordnet, so zwar, dass jede dieser Reihen 3 oder meistens 4 Poren enthält. — Die Membran der ganzen Zelle erscheint somit zusammengesetzt aus einem Cylindermantel und 3 Kegelstumpfmänteln, die sich dem ersteren nach beiden Seiten hin anschliessen.

Die Verbindung der Zellen wird dadurch hergestellt, dass sich die beiden Nachbarzellen mit einem ringförmigen Streifen berühren, einen linsenförmigen Hohlraum zwischen sich lassend. Ausserdem aber springt noch an jeder der beiden Zellen unmittelbar ausserhalb der ringförmigen Berührungsfläche eine schmale, scharfe Kante der Membran schräg auswärts soweit vor, dass die beiden benachbarten Kanten einander berühren.

Die Gallertscheide dieser Fäden ist ziemlich schmal und ist erst zu erkennen, wenn nach Anwendung färbender

Reagentien die Gallerte Farbe aufgenommen hat. Dieselbe schnürt sich alsdann so ein, dass ein gemeinsamer Gallertkranz die beiden zusammenstossenden letzten Membranabschnitte umhüllt, während ein zweiter Gallertkranz von hier bis zur Mitte der Zelle reicht (I. 24). Bei vermehrtem Zusatz von Farbelösung und bei stärkerer Concentration der letzteren schnürt sich der erstere Gallertkranz an der gemeinsamen Zellwand ein, während der andere Gallertkranz von der Falte aus nach der Mitte hin sich etwas zusammenzieht und nun das feinporige Membranstück nur noch etwa zur Hälfte bedeckt (I. 31). Gleichzeitig hiermit tritt auch Streifung in der Gallerte hervor. Von den Poren auslaufend werden auswärts gereckte Büschel ganz feiner Fädchen sichtbar. Die scharfe Profileinstellung zeigt in der Gallerte, die den Endabschnitt der Zelle umhüllt, meistens drei derartige Büschel; der andere Gallertkranz, welcher von der Lücke bis zur Zellmitte reicht, besitzt dagegen nur einen Kranz von Büscheln, welche von dem Ringe von Poren, die auf dem Cylinderstücke vorhanden sind, ausgehen, und zwei Kränze solcher Büschel, die den Poren auf dem daran anschliessenden Kegelstumpfe aufsitzen. — Bei weiterem Zusatz von Farbelösung treten dann in der Gallerte neben den Büscheln die trennenden Spaltflächen hervor; letztere werden immer deutlicher, während die Büschel zuletzt ganz unkenntlich werden (I. 19). Dabei werden in dem Gallertkranze zunächst dem Zellende und ebenso in dem Gallertkranze zunächst der Mitte der Zelle meist zwei trennende Spaltflächen als dunkle Linien deutlich sichtbar. — Weiterhin schnürt sich dann der Gallertkranz am Ende der Zelle zweimal, jenen zwei Spaltflächen entsprechend, von aussen her ein; in dem andern Gallertkranze nächst der Zellmitte tritt nur eine derartige Einschnürung schärfer hervor, eine zweite Einschnürung erscheint nur leicht angedeutet.

Die Aufsicht lässt in diesem letzteren Stadium eine entsprechende Felderung der Gallerte in der Mitte und am Ende der Zelle erkennen (I. 32): die einzelnen Felder sind die Aussenflächen der die Poren bedeckenden Gallertprismen oder Gallertkappen, welche seitlich dicht zusammenschliessend die beiden Gallertkränze der einzelnen Zellhälfte zusammen-

setzen. In jedem dieser Gallertkränze sind ungefähr drei Querreihen solcher Gallertprismen vereinigt.

Nach Klebs¹⁾ erscheint die nur wenig ausgebildete Gallertscheide von *Bambusina* nach Färbung in der Weise contrahirt, dass sich an jeder Zellhälfte auf der Aussenseite der Zellwand zwei Gruppen von je 3 Reihen Gallertkörperchen vorfinden, während eine fast schleimfreie Zone diese Gruppen trennt. Indessen stimmt mit diesen Angaben die Figur (T. IV, fig. 3) nicht ganz überein; denn während die Zelle von oben gesehen allerdings schleimfrei sich darstellt, hängt die Gallerte in der Profilansicht vollständig zusammen. Ausserdem sind die Linien, welche in dieser Figur die Gallerte durchsetzen, mit den Gallertkörperchen der Flächenansicht nicht in genaue Uebereinstimmung zu bringen.

Didymoprium. Kg.

Didymoprium Grevillii Kg. (Ralfs l. c. p. 57 T. II; *Desmidium cylindricum* Grév; *Desmidium Grevillii* dBy l. c. p. 42, 76 T. IV, fig 30, 31).

Die Übereinstimmung der Chromatophoren der Gattung *Didymoprium* mit denen der Gattung *Desmidium* Ag. erschien mir doch nicht so gross, um die Vereinigung der beiden Gattungen, die de Bary vorgenommen hatte, zu rechtfertigen.

Die Chromatophoren haben bei *Didymoprium* eine birnförmige, oben geweihartig ausgezackte, gleichsam blumenkohlartige Gestalt; in der Mitte liegt der Amylumherd. Die Stiele der einzelnen Chromatophoren, von denen in jeder Zellhälfte vier oder auch, was sehr häufig der Fall ist, fünf vorhanden sind, convergiren gegen einander und hängen in der Mitte der Zelle zusammen (I. 41, 43).

Besitzt jede Zellhälfte 4 Chromatophoren, so sind dieselben gewöhnlich so gelagert, dass sich den Ausstülpungen der Membran gegenüber eine Lücke befindet; öfters jedoch sind die Farbstoffträger aus dieser Lage um 45° gedreht, so dass sich nun die Chromatophoren den Ausstülpungen der Membran gegenüber befinden.

Die Membran einer jeden Zelle besteht auch hier aus zwei Schalen, die mit ihren zugeschärften Rändern einander umfassen.

An jeder Zellhälfte besteht die Membran aus einem Cylindermantel, der an zwei gegenüberliegenden Stellen etwas ausgestülpt ist, und einem Kegelstumpfmantel von ungefähr derselben Breite. Beide Teile der Membran stossen in einer

¹⁾ l. c. p. 380.

scharfen Kante zusammen (I. 39, 40). Der Cylindermantel ist mit drei parallelen Reihen Warzen besetzt; jede Warze ist von einem Porus durchbohrt. Die Mitte der Zelle ist porenfrei. Die Kegelstümpfmäntel dagegen sind von ganz feinen Poren, die ungefähr gleichmässig angeordnet sind, durchbohrt (I. 46).

Dass in den Poren, wenigstens in denen der Warzen, Protoplasmafädchen stecken, dafür lieferten häufig einen deutlichen Beweis einzelne Zellen, deren Protoplasma durch Glycerin oder Spiritus contrahirt war, die aber trotzdem einen Zusammenhang der in diesen Poren sitzenden, durch Zusatz von Farbelösungen dunkler gefärbten Protoplasmafädchen mit dem contrahirten Plasma der Zelle erkennen liessen (I. 45).

Je zwei Nachbarzellen schliessen in einer ringförmigen Zone an einander an; unmittelbar ausserhalb dieser Zone springt dann ausserdem noch an beiden Zellen die Membran mit einer scharfen, schmalen Kante schräg auswärts bis zur Berührung der Kante der Nachbarzelle vor. In der Mitte ist zwischen den Nachbarwänden ein linsenförmiger Hohlraum gelassen. Die diesen Hohlraum begrenzenden Flächen weisen feine Poren auf, während der Berührungsring frei von Poren ist (I. 42); dieser Berührungsring färbt sich auch intensiver als der übrige, mit den feinen Poren versehene Teil der Membran.

Die zu einem gedrehten Faden vereinigten Zellen sind von einer breiten Gallertscheide umgeben. Diese Scheide ist aus einzelnen ringförmigen Abschnitten zusammengesetzt. Sie liegt nicht überall der Membran unmittelbar an, ist vielmehr nur an den cylindrischen von Poren durchborten Teilen der Zellen der Membran fest angeschmiegt, an den übrigen Teilen ein wenig von der Membran losgetrennt. Die auf diese Weise entstehenden Lücken zwischen der Gallerte und den Enden resp. der Mitte der Zellen, sowie die Spalten, welche zu diesen Lücken führen, sind sehr häufig auch an lebenden Algenfäden durch die eingelagerten Bakterien zu erkennen (I. 48); deutlich werden sie jedoch stets nach Zusatz von Alkohol oder Farbelösung. Alkohol bewirkt Contraction der Gallerte, doch bleibt dieselbe an der Aussenseite der einzelnen Zellen meist zusammenhängend (I. 52). Zusatz von concentrirter Farbelösung aber hebt den Zusammenhang der

Gallerte zweier Nachbarzellen entweder vollständig auf oder trennt diese Abschnitte der Gallerte doch soweit, dass dieselben nur durch einzelne Gallertfädchen an ihrer Oberfläche in Verbindung bleiben (I. 47).

Die Zusammensetzung der Gallerte aus ringförmigen Abschnitten ist, wie bereits gesagt, entweder schon an ungefärbtem Material oder doch nach Zusatz von ganz schwachen Farbelösungen zu erkennen. Nach Zusatz von nur wenig concentrirterer Farbelösung zeigen sich dann bei scharfer Profileinstellung an jeder Zellhälfte jederseits zwei durch die gefärbte Gallerte verlaufende dunklere Linien (I. 53); auch in der Scheitelansicht der einzelnen Zellen treten zahlreiche strahlenförmig durch die Gallerte laufende, dunkler gefärbte Linien hervor (I. 51, 49). Diese Linien gehen von den zwischen den Warzen und Poren liegenden Stellen der Membran aus und sind die optischen Durchschnitte der Spaltflächen der den einzelnen Poren aufsitzenden Gallertprismen, aus welchen sich die ringförmigen Abschnitte der Gallerte zusammensetzen.

Bei weiterem Farbezusatz treten ausser diesen Linien noch Streifen auf, welche von den Poren ausgehen und nach aussen zu Büscheln ganz feiner Fädchen sich verbreitern (I. 50).

Durch noch reichlicher eingelagerte Farbe werden die Fädchenbüschel jedoch bald wieder undeutlich, sodass nur ihre Spitzen zu erkennen sind; schliesslich verschwinden auch diese. Die Gallerte erscheint nun homogen, an jeder Zellhälfte im Profil zweimal eingebuchtet (I. 56); nach den Einbuchtungen aber verlaufen von der Membran aus derbe Linien, welche die optischen Durchschnitte der Grenzflächen der Gallertprismen darstellen. — In diesem Stadium lässt die Aufsicht der Gallerte eine regelmässige Felderung erkennen, doch sind die über der Mitte und dem Ende der Zelle liegenden Felder länger als die Felder der Mittelreihe (I. 54); unter jedem Feld liegt die Warze, auf welcher das betreffende Gallertprisma aufsitzt.

Abgequetschte Gallerte zeigt ebenfalls eine deutliche Felderung; häufig sind dabei die Felder durch das Quetschen ganz bedeutend vergrössert (I. 60). Solche stark gezerzten

Felder zeigen sich gewöhnlich homogen, wohingegen die nicht oder nur wenig gezerrten Felder stachelig erscheinen, indem aus ihnen viele feine Spitzen, die Enden der einzelnen Büschelfäden, herausragen (I. 44).

Desmidium Ag.

Zellen in der Mitte wenig eingeschnürt, mit 2- bis 4-eckiger Scheitelansicht, zu gedrehten Fäden verbunden. Die Chlorophyllkörper bestehen aus 2 bogigen Platten, die in der Mitte zusammenstossen.

Desmidium Swartzii Ag. (Ralfs l. c. p. 61 No. 1. T. IV; Nägeli l. c. p. 130 T VIII D; de Bary l. c. p. 42 T. VI fig. 57). Die Zellen, deren Scheitelansicht dreieckig mit abgerundeten Ecken und etwas ovalen Kanten sich darstellt, sind zu gedrehten Fäden vereinigt. Die Zellmembran besteht aus zwei Schalen mit zugeschärften Rändern. Jede Schale ist aus dem Mantel eines dreiseitigen Prismas, dessen Längskanten nach der einen Grundfläche hin abgeschrägt sind, und aus einer gewölbten Kappe von ungefähr der gleichen Höhe zusammengesetzt; die Kappe stösst unter einer scharfen Kante an das Prisma. Auf letzterem befinden sich parallel der Kante zwei Reihen ziemlich dicht gestellter Poren (II. 1); die Kappe dagegen ist ungefähr gleichmässig von weiter geordneten Poren durchbohrt (II. 3). Die Wölbung dieser Kappe ist keine ganz gleichmässige. In der Mitte zeigt sie eine kreisförmige Fläche, deren Durchmesser ungefähr gleich der doppelten Höhe der Kappe ist; diese Fläche ist porenfrei. Ausserdem ist die Kappe an den drei abgerundeten Ecken nach der Nachbarzelle hin etwas ausgestülpt, wodurch drei Aussackungen gebildet werden, die wie die Füße eines Dreifusses vorspringen. Die Grundfläche dieser Füße, wie sie sich in der Scheitelansicht der Zellen darbietet, ist ungefähr elliptisch, nach den Ecken dieser Scheitelansicht hin spitzig, ihr Längsdurchmesser ungefähr gleich dem der porenfreien, ebenen Mittelfläche; auch die elliptischen Grundflächen der Füße besitzen keine Poren. Das spitze, äussere Ende der Ellipse biegt sich nach aussen zu ein klein wenig um und bildet hier eine vorspringende Nase; die entgegengesetzte Seite des Fusses verläuft allmählich in die Membran der Kappe, ohne einen nasenförmigen Vorsprung zu bilden. — An der Endfläche einer Zelle finden sich somit vier Vorsprünge, von

denen drei die Ecken, der vierte die Mitte der Endfläche einnimmt. Mit diesen vier Vorsprüngen hängen die Zellen im Faden zusammen. Eine Eckenaufsicht zeigt den Zusammenhang an drei Stellen, an den beiden Ecken und in der Mitte; ein optischer Durchschnitt zweier Zellen durch eine Ecke und die Mitte der gegenüberliegenden Seitenfläche zeigt den Zusammenhang am Mittel- und Eckfuss (II. 2).

Die Gallertscheide dieser Fäden ist ausserordentlich schmal, jedoch umgibt die Gallerte hier nicht nur die Seiten der Zellen, sondern ist auch an den Endflächen in den Lücken zwischen den zusammenstossenden Füßen vorhanden. Nach Farbezusatz schrumpft die Gallerte ein wenig, während zugleich büschelförmige Streifen gefärbt hervortreten, die von den Poren aus die Gallerte durchsetzen (II. 5). Solcher Büschel finden sich in der Profilansicht der einzelnen Zelle jederseits 4 an dem prismatischen Membranabschnitte, je 2 bis 3 an den beiden daran stossenden Kappen. Zusatz einer stärkeren Farbelösung lässt die Struktur verschwinden. Die Gallerte schnürt sich dann an den Enden der Zelle ein, ebenso auch, wenn auch nur wenig, über der Mitte der Zelle; auch contrahirt sie sich soweit, dass die vorspringenden Ecken der Zellen meistens nicht mehr von Gallerte bedeckt sind. — Es gelang nicht, eine noch weiter gehende Contraction der Gallerte zu erzielen.

Die Scheitelansicht der Zelle zeigt Gallerte nicht nur an den drei Seitenflächen, sondern, abgesehen von den Füßen, auch auf der Oberfläche. In der Gallerte an den Seiten treten zahlreiche, regelmässig angeordnete, aber sehr undeutliche, dunklere Linien auf, die ihren Ursprung nicht von den Poren zu nehmen schienen (II. 4).

Desmidium aptogonium Bréb. (de Bary l. c. p. 76 T. VI, fig. 55, 56; *Aptogonium Desmidium* Ralfs l. c. p. 64 T. XXXII, fig. 1 a–h). Die Nachbarzellen hängen durch je drei oder je zwei vorspringende Füße zusammen; die Scheitelansicht der dreifüssigen ist fast genau der der vorigen Species gleich, die der zweifüssigen zeigt ungefähr elliptischen Umriss. Die Membran jeder Zellhälfte besteht aus einem prismatischen Abschnitt, dessen 3 resp. 2 Längskanten nach der einen Grundfläche hin abgeschrägt sind (II. 10). An diesen Teil

der Membran stösst unter einer scharfen Kante eine gewölbte Kappe an, die an den Ecken ausgestülpt ist (II. 6). Die Füsse zweier benachbarter Zellen berühren sich nur mit ihrem mittleren Teile; nasenförmige Vorsprünge der Membran sind hier nicht ausgebildet.

Längs der freien Kante ist der erste Membranabschnitt von zwei parallelen Reihen ziemlich derber Poren durchbohrt. Auch die Kappe ist mit ebensolchen Poren versehen, so zwar, dass zunächst eine Reihe von Poren der Kante parallel geordnet ist, die übrigen Poren dann in gewisser Regelmässigkeit mit ungefähr gleichen Abständen unter einander sich anschliessen. Die Füsse sind gleichfalls mit Poren besetzt, nur ihre Berührungsflächen sind frei davon.

Die Gallerte umgiebt nicht nur die ganze Seitenfläche der einzelnen Zelle, sondern füllt auch die Lücken zwischen zwei Nachbarzellen vollständig aus; erst wenn nach Zusatz von Farbelösung die Gallerte sich zu contrahiren beginnt, entstehen an den Berührungsflächen zweier Nachbarzellen Spalten in der bisher gemeinsamen Gallerte. Genügende Färbung lässt erkennen, dass von jedem Porus ein Büschel feiner Fädchen auswärts ausstrahlt (II. 11). Jeder Zellhälfte sitzen in der Profilsansicht 5 bis 6 solcher Büschel an. Nach Zusatz einer stärker concentrirten Farbelösung schrumpfen diese Büschel mit der sie umgebenden Gallerte zu ebensoviele, den Poren aufsitzenden Gallertkappen zusammen (II. 13). Abgequetschte, gefärbte Gallerte zeigt die Felderung und die körnig-spitzige Struktur der Felder wie bei *Didymoprium*.

Sphaerozosma Corda.

Seitlich stark zusammengedrückte, tief eingeschnürte Zellen mit einem 4-strahligen Chlorophyllkörper (mit centralem Amylumherd) in jeder Hälfte.

Sphaerozosma vertebratum Ralfs. (l. c. p. 65 T. VI fig. 1; de Bary l. c. p. 45 T. IV fig. 32 bis 34). Die Zellen sind tief und eng eingeschnürt; jede Zellhälfte lässt eine elliptische (II. 16) und eine kreisrunde (II. 20) Seitenansicht unterscheiden. Die gewölbten Endflächen je zweier benachbarter Zellen sind durch Klammern verbunden, welche je zu zweien der einzelnen Endfläche, schräg seitlich inserirt, auf-

sitzen, und unter einander divergirend auswärts vorragen. An den beiden Endflächen kreuzen sich die beiden Paare von Klammern, so dass die vorgestreckten Spitzen der Klammern der einen Zelle nicht mit den Spitzen der Klammern der anderen Zelle zusammenstossen, sondern direkt an die Membran dieser anderen Zelle sich anheften und dadurch die Verbindung der beiden Nachbarzellen bewerkstelligen. Dabei sind im ganzen Faden die in gleichem Sinne divergirenden Klammern unter einander parallel. Die Klammern selbst haben eine kegelförmige Gestalt, enden jedoch nicht spitz, sondern verbreitern sich am Ende knöpfchenförmig; sie sind nicht massiv (wie de Bary¹) angegeben hatte) sondern innen hohl.

Die Membran der Zelle ist von Poren durchbohrt, die jedoch nicht genau regelmässig angeordnet sind. Sie stehen an jeder Zellhälfte in zwei unregelmässigen, rings um die Zelle herumlaufenden Kreisen, nicht zu dicht angeordnet, und sind ziemlich derb; der Kreis am geschlossenen Ende der einzelnen Schale enthält mehr Poren als der Kreis, der dem offenen Ende der Schale genähert ist. In den meisten Fällen füllt, selbst noch an toten Fäden, das Protoplasma nicht allein den Porus aus, sondern ragt auch noch etwas über denselben hinaus; es breitet sich dann auf der Membran-Oberfläche in Form eines kleinen Knöpfchens aus.

Der gedrehte Zellfaden ist von einer ziemlich breiten Gallerte umgeben. Nach Zusatz von Gentianaviolett schnürte sich die Gallerte den Zellenden entsprechend ein; in der gefärbten Gallerte aber zeigten sich von den Poren auslaufende, dunkler gefärbte Bänder (II. 17). Vermehrte Concentration der Farbelösung bewirkte keine weitere Veränderung. Die dunklen Bänder kommen dadurch zu Stande, dass sich die von jedem Porus ausstrahlenden Büschel feiner Fädchen stärker als die übrige Gallerte färben, und dass diejenigen Büschel, welche von drei oder vier nahezu in der Profileinstellung über einander liegenden Poren ausstrahlen, in der Aufsicht sich decken und so den Eindruck eines Bandes hervorrufen. — Methylviolett färbt diese Büschel bedeutend intensiver, die Gallerte

1) l. c. p. 45.

contrahirt sich dabei sehr stark, so dass jede Zelle von zwei Gallertringen, von denen jeder wieder in der Mitte eingeschnürt erscheint, umgeben ist (II. 18). — Fuchsinlösung isolirte die einzelnen Büschel mit der sie umgebenden Gallerte, so dass in der Aufsicht auf jedem Porus eine körnig-spitzige Gallertkappe sass, während die daran grenzende Membran von Gallerte frei war (II. 19).

Sphaerosma pygmaeum Archer¹⁾ bildet sehr wenig gedrehte, lange Fäden — 140 und mehr Zellen waren mitunter in einem Faden zu zählen —, in denen die Zellverbindung nicht durch Klammern hergestellt wird. Die Nachbarzellen stossen mit ihrer ganzen Endfläche, an der sich je zwei kurze Vorsprünge befinden, an einander (II. 24). Die Einschnürung zwischen den Zellhälften ist ziemlich breit und tief. Jede Zellhälfte erscheint im optischen Längsschnitt der Zelle ungefähr rechteckig; die kurzen Seiten dieses Rechteckes sind nach aussen etwas ausgestülpt. Die Membran der beiden Zellhälften ist mit Poren versehen, die jedoch keine Regelmässigkeit in ihrer Anordnung erkennen lassen; häufig stecken, auch bei totem Material, in diesen Poren noch deutliche Protoplasmafädchen.

Die Zellfäden sind von einer Gallertscheide umgeben, welche sich mit Fuchsin homogen färbte (II. 30); eine stärkere Concentration der Farbelösung bewirkte in dieser Scheide keine weitere Veränderung mehr. Nach Färbung mit Gentianaviolett contrahirte sich die Scheide stark und zwar so weit, dass nur einzelne Büschel, an jeder Zellhälfte in der Profilansicht zwei oder drei, den Poren aufsitzend übrig blieben, die Membran sonst von Gallerte frei war (II. 25).

Pleurotaenium de By.

Einzellebende, gerade, cylindrische, an den Enden abgestutzte oder abgerundete, in der Mitte eingeschnürte Zellen mit wandständigen Chlorophyllplatten.

Pleurotaenium nodulosum dBy. (*Docidium nodulosum* Ralfs l. c. p. 155 Nr. 1 T. XXVI, fig. 1; *Pl. crenulatum*

1) Archer, Micr. Journ. 1864 p. 174 T. XVI fig. 45—49.

Rabenh.)¹⁾ Die Zellhälften sind hier vor der Mitteleinschnürung mehrmals leicht eingeschnürt und daher mit welligem Seitenrande versehen; die Mitteleinschnürung ist von einer vorspringenden, braunen Leiste umgeben. Die Zellmembran ist von zahlreichen, ziemlich derben Poren durchbohrt, die über die ganze Fläche regelmässig verteilt sind, jedoch in der ersten, dem freien Rande parallelen Reihe etwas dichter stehen. In der Profileinstellung der Zelle sind die Poren namentlich am Ende der Zelle deutlich als Kanäle, welche die Membran durchsetzen, zu erkennen (II. 28).

Die Zelle ist von einer schmalen, schwach lichtbrechenden Gallerthülle umgeben. Nach ganz schwacher Färbung, bei der die Poren mit ihrem Inhalt und den hier den Poren aufsitzenden Knöpfchen deutlich zu erkennen sind, erscheint die Gallerte vollständig homogen (II. 29). Bei Zusatz einer concentrirteren Farbelösung schnürt sich die Gallerte zwischen den Poren ein, die Flächen, mit denen die über jedem Porus sitzenden Gallerthöcker zusammenstossen, werden als dunkle Linien in der Profileinstellung sichtbar, die Aufsicht der Zelle aber zeigt eine mehr oder weniger regelmässige Felderung; in der Mitte eines jeden Feldes ist das dem Porus aufsitzende Plasmaknöpfchen zu erkennen.

Pleurotaenium Trabecula Näg. (*Docidium Ehrenbergii* Ralfs l. c. p. 157 Nr. 4 T. XXVI fig. 4; Nägeli l. c. p. 104 T. VII A). Die langcylindrischen beiden Schalen, welche mit ihren freien Rändern einander umfassen, zeigen oberhalb der Basalanschwellung oft noch eine leichte Einschnürung. Die Membran ist mit vielen Poren gleichmässig bedeckt; die in den Poren steckenden Protoplasmafädchen endigen aussen in derbe Knöpfchen.

Die schwach lichtbrechende Gallerthülle ist je nach den Individuen breiter oder schmaler, bietet sich aber fast stets als ununterbrochene, homogene Masse dar. Nach Zusatz von Farbelösungen schrumpft diese Gallerthülle ein wenig und erhält eine wellige Aussencontour; die Spaltflächen zwischen

1) Rabenhorst, Flora Europaea Algarum Aquae Dulcis et Submarinae; Sectio III. p. 142.

den die Poren bedeckenden Gallertkappen färben sich dabei intensiv (II. 34). Diese letzteren contrahiren sich bei Individuen mit schmaler Gallerte zu mehr oder weniger isolirten Gallertkappen, bei Individuen mit breiter Scheide dagegen bleiben sie zusammenhängend. Die Aufsicht zeigt im contrahirten Zustande der Gallerte entweder eine netzförmige Zeichnung oder isolirte Kreise mit einem dunkleren Punkt, dem Plasmaknöpfchen, in der Mitte (II. 31).

Pleurotaenium Baculum dBy. (*Docidium Baculum* Ralfs l. c. p. 158 Nr. 5 T. XXXIII fig. 56). Die Zellhälften sind hier lang cylindrisch mit geradlinigem Seitenrande, vor der Einschnürung ziemlich stark angeschwollen. Die Membran ist mit vielen gleichmässig verteilten Poren bedeckt.

Die Gallerte umgiebt als schmale, schwach lichtbrechende Scheide die ganze Zelle und erscheint bei Zusatz von ganz verdünnter Farbelösung homogen. Nach Einlagerung von concentrirterer Farbelösung contrahirt sich die Gallerte in der Weise, dass jeder Porus von einer isolirten Gallertkappe bedeckt ist (II. 40, 41). — Auch bei dieser Species sind die den Poren aufsitzenden Protoplasmaknöpfchen ziemlich dick und leicht zu erkennen.

Pleurotaenium turgidum dBy. (l. c. p. 75 T. 5 fig. 31; *Cosmarium turgidum* Bréb. in Ralfs l. c. p. 110 Nr. 33 T. XXXII fig. 8; *Calocylindrus turgidus* Kirchner l. c. p. 142 Nr. 283). Die einzelne Zelle ist oblong, in der Mitte durch eine stumpfwinklige Furche eingeschnürt, an den Enden breit abgerundet; im Innern der Zelle fehlen Bläschen mit tanzenden Körnchen, die bei den vorigen Arten stets deutlich ausgebildet sind, vollständig.

An den beiden Hälften der Zellmembran, die mit ihren freien Rändern einander umfassen, finden sich nahe dem freien Rande, noch in der Furche gelegen, je zwei Reihen ziemlich derber Poren. An diese Poren schliessen sich zahlreiche, dichtstehende, gleichmässig über die ganze Membran verteilte Warzen an; welche sämmtlich von einem feinen Porus durchsetzt sind. Die Membran zwischen den Warzen erscheint fein granulirt (II. 42); die Innencontour der Zellmembran aber ist durchaus geradlinig.

Die einzelne Zelle ist von einer ausserordentlich schmalen Gallerthülle umgeben. Dieselbe färbte sich bei Zusatz von Farbelösungen nur äusserst matt; eine Struktur war in ihr nicht nachzuweisen (II. 47).

Klebs giebt an¹⁾, dass die Membran der von ihm untersuchten *Pleurotaenium*-Arten (*Pl. Trabecula*, *Pl. truncatum*) mit Körnchen versehen ist; die Poren, welche als kleine Kanäle die Membran durchsetzen, hat er als solche nicht erkannt. Die Körnchen selbst aber, welche er beschreibt, gehören nicht der Zellwand an, wie Klebs annimmt, sondern stellen die knöpfchenförmigen Endverdickungen der die Poren ausfüllenden Plasmafädchen dar.

Die Gallertscheide von *Pleurotaenium Trabecula* beschreibt Klebs als zart lichtbrechende, homogene Scheide, welche nach Anwendung von Methylviolett, Methylenblau „zusammengesetzt erscheint aus neben einander stehenden stark gefärbten Gallerthöckern, die je nach den Individuen bald enger bald weiter gestellt und durch eine Grundsubstanz zu einer einheitlichen Schicht vereinigt sind. In Glykose-Pepton tritt eine Verdickung und Verbreiterung der Höcker ein, so dass sie an einander stossen und polygonale Form annehmen. Man erkennt an jedem Höcker eine hellere Mitte, welcher an der Zellwandoberfläche eine kleine punktförmige Erhebung entspricht, und eine dichte Peripherie.“

Hier spricht Klebs ausdrücklich von einer Grundsubstanz, die beigegebenen Figuren aber (T. IV, fig. 10, 11) lassen von einer solchen nichts erkennen. Thatsächlich habe ich selbst niemals eine solche Grundsubstanz aufgefunden: die Gallerthöcker stossen entweder ohne jede verbindende Zwischensubstanz an einander, oder dieselben sind durch kleine Lücken seitlich von einander getrennt. Es ist auch aus den Angaben von Klebs nicht recht ersichtlich, wo in den Fällen, in welchen die Gallerthöcker durch Glykose-Pepton bis zum Aneinanderstossen verdickt und verbreitert wurden, die Grundsubstanz geblieben sei. — Einen Unterschied in der Färbung und in der Dichtigkeit des Randes und der Mitte der Höcker konnte ich bei der Gallerte der von mir untersuchten Individuen nicht wahrnehmen.

Tetmemorus Ralfs.

Die einzeln lebenden Zellen von *Tetmemorus* sind cylindrisch oder spindelförmig, in der Mitte eingeschnürt, an den Enden abgerundet und mit einer spaltenförmigen Einstülpung versehen. Die Chromatophoren bilden strahlig gestellte Längsplatten, die sich zu einem axilen Mittelstück vereinigen.

Tetmemorus granulatus Breb. (Ralfs l. c. p. 147 Nr. 3 T. XXIV fig. 2). Die Membran der spindelförmigen Zellen ist von ziemlich derben, nicht zu dicht geordneten Poren durchbohrt; die erste Porenreihe zunächst dem freien Rande der einzelnen Schale ist diesem Rande parallel, die übrigen Poren schliessen sich in gleichmässigem Abstände an; zwischen den Poren ist die Membran nicht glatt, sondern mit vielen kleinen Dellen versehen. An der Einschnürungsstelle der Zelle jedoch ist die Membran ganz glatt und auch frei von Poren.

An der Spitze der Zelle spaltet sich die Membran, ehe sie die Einstülpung bildet, in zwei Lamellencomplexe, zwischen denen sich ein hohler Raum befindet; im Grunde der Einstülpung schmelzen die beiden Lamellen wieder zusammen (II. 37, 43). Im Innern der Zelle sind in der Mitte der von den Membranlamellen gebildeten Falte mehrere, in ein Knöpfchen endigende Stiftchen befestigt, und zwar stehen vier längere, auseinander strahlende Stiftchen auf der Kante der Falte, zwei kürzere ungefähr auf der halben Höhe derselben (II. 44, 45). Die Lamellen, in welche sich die Zellhaut an der Spitze spaltet, haben häufig die gleiche Dicke — die halbe Dicke der Zellmembran — häufig aber verdickt sich auch die innere Lamelle bis auf das 3- oder 4-fache der äusseren Lamelle, so dass von derselben fast der ganze Hohlraum ausgefüllt wird.

Tetmemorus Brebissonii Menegh. (Ralfs l. c. p. 145, Nr. 1 T. XXIV fig. 1). Die Poren der cylindrischen Zellen stehen in Längsreihen; von einem Porus zum andern läuft in der Längsrichtung der Zellen eine seichte Furche. Die Falten, welche durch die Einstülpung der Membranen am Ende der Zelle entstehen, tragen bei dieser Species keine Stiftchen.

Sowohl diese wie die vorige Species wurden stets ohne Gallerte beobachtet.¹⁾

1) Es gelang mir nicht, *Tetmemorus granulatus* durch die von Klebs mit Erfolg angewendete Behandlung — längeren Aufenthalt in lauwarmem Wasser — zur Gallertausscheidung zu bewegen. Da indessen die untersuchten Individuen aus älteren Kulturen stammten, so darf dieser Umstand wohl als Grund für das Ausbleiben der Gallertbildung angesehen werden, zumal da ich öfter in älteren Kulturen ein Schwinden der Gallerte lebender Desmidiën beobachtet habe.

Cosmarium Corda.

Die gewöhnlich einzeln lebenden, in der Mitte tief eingeschnürten Zellen sind im Umfange oblong oder rundlich, an den Enden abgestutzt und ganzrandig.

Cosmarium Botrytis Menegh. (Ralfs l. c. p. 99 Nr. 13 T. XVI fig. 1). Die mediane Einschnürung der einzelnen Zelle ist schmal linealisch; die einzelnen Zellhälften, mit gerader Basis versehen, sind nach oben verschmälert und am Scheitel flach abgestutzt. Die Zellmembran ist überall gleichmässig mit warzenförmigen Ausbuchtungen besetzt, die nach dem Scheitel zu häufig an Grösse abnehmen. Zwischen den Warzen ist die Membran von vielen Poren durchbohrt und zwar so, dass zwischen je 4 Poren eine Warze sich befindet; die Warzen selbst sind porenfrei (II. 56). Mitunter findet man jedoch auch Zellen, bei denen die eine Hälfte der Zellmembran Warzen und Poren, die andere Hälfte jedoch nur Warzen, keine Poren oder umgekehrt nur Poren, keine Warzen besitzt. Die Poren sind in den meisten Fällen so fein, dass es gewöhnlich nicht möglich ist, die in ihnen steckenden Plasmafädchen und deren knöpfchenförmige Ausbreitungen auf der Aussenseite der Membran zu erkennen; deutlich wahrgenommen habe ich sie nur in einzelnen wenigen Fällen.

Bei allen untersuchten Individuen war eine äusserst schmale, sehr schwach lichtbrechende Gallerte vorhanden (II. 46). Dieselbe färbte sich mit schwachen Farbelösungen gar nicht, mit concentrirten auch nur äusserst matt und schrumpfte dabei ein wenig ein. Eine Struktur liess sich auch jetzt in dieser Gallerte in der Mehrzahl der Fälle nicht erkennen. Doch wurden eingemalte durch Quetschen Gallertkappen isolirt, denen zuweilen auch noch die in den Poren steckenden Protoplasmafädchen mit ihren Endknöpfchen anhafteten. In einem Falle gelang es, an einer Zellhälfte ohne Warzen nach Anwendung von concentrirter Fuchsinlösung einzelne, den Poren aufsitzende Gallerthöcker zu constatiren (II. 51). Bei einem andern Individuum wurden solche Höcker durch die einfache Einwirkung der Fuchsinlösung ohne Zuhilfenahme von Quetschen abgesprengt (ein Vorgang, den Klebs¹⁾ auch bei *Pleurotaenium* beobachtet hat).

1) l. c. p. 381.

Cosmarium Phaseolus Bréb. (*Euastrum* [*Tetracanthium*] *depressum* Näg. l. c. p. 113 T. VII C fig. 2). Die einzelne Zelle ist ungefähr so lang wie breit, die mittlere Einschnürung linealisch. Die beiden Zellhälften erscheinen nierenförmig, am Scheitel etwas abgeflacht. Die Zellhaut ist mit sehr zahlreichen Poren versehen.

Die einzelne Zelle ist fast regelmässig mit einer Gallerte bekleidet, deren Breite häufig dem halben Zellendurchmesser gleichkommt (II. 48). Diese Gallerte ist ohne Anwendung von Färbemitteln gewöhnlich nicht zu erkennen, wenn sich nicht, was allerdings häufig genug vorkommt, Bakterien auf ihr eingenistet haben. Durch Zusatz von Fuchsinlösung wird diese Gallerte deutlich erkennbar, und zugleich tritt in derselben unter mässig starkem Einschrumpfen radiale Streifung deutlich hervor: es färben sich die Spaltflächen zwischen den zahlreichen schmalen Gallertprismen intensiver als diese letzteren selbst (II. 49). Die Aufsicht der Gallerte lässt in diesem Zustande ziemlich undeutlich eine Felderung erkennen (II. 50). Diese Felderung aber wird deutlicher, wenn es gelingt, die Gallerte abzuquetschen; alsdann sieht man auch gewöhnlich in der Mitte der einzelnen Felder ein kleines, dunkleres Knöpfchen, welches vorher dem Porus aufgesessen hatte (II. 52).

Ich darf übrigens nicht unterlassen, zu erwähnen, dass die eben beschriebene Struktur der Gallerte in einem Falle nicht nachgewiesen werden konnte, dass vielmehr der Bau der die Zelle umgebenden Gallerthülle ein ganz anderer war. Nach Färbung des betreffenden Individuums mit Fuchsin zeigte die Hülle eine radiale Streifung, welche von dünnen gefärbten Fädchen herrührte. Einige dieser Fädchen waren an ihrem oberen Ende nagelkopfförmig verbreitert. Gallerte war zwischen diesen Fädchen nicht nachzuweisen. Anscheinend nahmen diese Fädchen von den Knöpfchen auf den Poren ihren Ursprung, doch konnte dies nicht mit völliger Sicherheit constatirt werden. — In wieweit diese Ausbildung der Gallerte mit der gewöhnlichen in Uebereinstimmung gebracht werden kann, muss dahingestellt bleiben, da der eben beschriebene Fall nicht vollständig aufgeklärt werden konnte und auch nur ein einziges Mal zur Beobachtung gelangte.

An Individuen mit normal ausgebildeter Gallerte war

sehr häufig ausserhalb der Gallerthülle noch eine abgestreifte Haut erkennbar (II. 54, 63); diese Haut war gewöhnlich ziemlich stark gequollen; dieselbe schrumpfte schon bei geringem Farbezusatz sehr schnell ein und zog sich bis an die Gallerte zusammen. Dass hier eine gequollene Membran und keine desorganisirte, abgeworfene Gallerte vorlag, ward durch die Poren, die häufig noch in dieser Hüllhaut constatirt werden konnten, höchst wahrscheinlich gemacht; ja, in einem Falle besass sogar die Hüllhaut ihrerseits noch eine Gallerthülle, in der sich allerdings eine Struktur nicht mehr nachweisen liess (II. 53).

Gar nicht selten fanden sich andererseits bei dieser Species auch zwei Gallertschichten übereinander (II. 57, 55). Die ältere, äussere Gallerthülle war dann in Desorganisation begriffen. Dieselbe war deutlich weniger dicht als die innere, jüngere Gallerthülle, die ihrerseits stets zuerst und, wenigstens im Anfange, intensiver sich zu färben pflegte. (Die Gallertprismen der älteren Schicht sassen denen der jüngeren genau auf, so dass sich die Spaltflächen der letzteren genau in die der älteren Schicht fortsetzten. In vielen Fällen war allerdings die Desorganisation der älteren Gallerte schon zu weit vorgeschritten, als dass man in ihr noch eine Struktur erkennen konnte; so zeigte beispielsweise an einem Individuum die äussere Gallertscheide der einen Zelhälfte eine sehr schöne, deutliche, radiale Streifung, während an der andern Zelhälfte nur sehr schwach und ganz vorübergehend eine Streifung sichtbar wurde. (II. 62).

Übrigens ist die Gallerte der vorliegenden Art mitunter sehr weich und klebt dann sowol an dem Objekträger, als an dem Deckglase leicht fest. Wirken dann Farbelösungen contrahirend auf die Gallerte ein, so wird die festklebende Gallerte sehr häufig in feine Fädchen ausgezogen.¹⁾

1) Einzelne der von Klebs gezeichneten Figuren, T. III fig. 2d, 4a, T. IV fig. 16 und besonders fig. 17a, haben mit den oben erwähnten Vorgängen eine so grosse Aehnlichkeit, dass sich mir unwillkürlich der Gedanke aufdrängte, jene Figuren möchten vielleicht von Objekten mit sehr weicher Gallerte, die an den Gläsern festgeklebt war, entnommen sein.

Arthrodesmus Ehrb.

Die einzelnen Zellen sind den Zellen von *Cosmarium* sehr ähnlich; nur sind die Zellhälften beiderseits mit je einem derben Stachel ausgerüstet.

Arthrodesmus convergens Ehrb. (Ralfs l. c. p. 118 Nr. 1 T. XX fig. 3; *Euastrum* [*Tetracanthium*] *convergens* Näg. l. c. p. 113 T. VII C fig. 1). Die einzelnen Zellen gleichen sehr den Zellen der zuletzt beschriebenen Species *Cosmarium Phaseolus*; die mediane Einschnürung ist nach aussen allmählich verbreitert; die beiden Zellhälften sind elliptisch, an jeder Seite mit einem nach der Einschnürung gerichteten Stachel besetzt; die Stacheln selbst sind hohl. Die Membran ist von sehr zahlreichen Poren durchbohrt; die in den Poren steckenden Fädchen enden aussen in ein deutliches Knöpfchen.

Die ziemlich breite Gallerthülle der einzelnen Zelle schrumpft bei Zusatz von Fuchsinlösung etwas ein und zeigt hierbei genau dieselbe streifige Zeichnung wie bei *Cosmarium Phaseolus*; Gentianaviolett färbt die Gallerte vollständig gleichmässig und lässt die Spaltflächen zwischen den Gallertprismen nicht dunkler gefärbt hervortreten. Durch Quetschen werden die Gallertprismen häufig abgelöst und zugleich durch den Druck etwas zusammengepresst; sie zeigen sich dann als kurze Cylinder, deren Grundfläche gewöhnlich noch das dem Porus aufsitzende Plasmaknöpfchen anhaftet.

Xanthidium Ehrb.

Die Einzelzellen sind in der Mitte tief eingeschnürt, im Umfange rundlich, oder vieleckig; die Scheitelansicht zeigt häufig die Mitte der Zelle bauchig angeschwollen. Die Zellmembran ist mit Stacheln besetzt. Die Chromatophoren zeigen die Gestalt wandständiger Scheiben.

Xanthidium fasciculatum Ehrb. (Ralfs l. c. p. 114 Nr. 4x T. XX fig. 16.) Die mittlere Einschnürung der Zelle ist linealisch, die beiden Zellhälften sind meist sechseckig, in der Mitte leicht ausgebuchtet. An den vier äusseren Ecken dieser Sechsecke befinden sich je zwei hohle Stacheln. Die Membran ist von zahlreichen feinen Poren durchbohrt; diese Poren sind von Plasmafädchen durchsetzt, die aussen in ein kleines Knöpfchen endigen. Die Stacheln selbst sind frei von Poren (II. 72).

Die bald nach dem Einsammeln untersuchten Individuen waren von einer breiten Gallerte umgeben, die noch über die Stacheln hinausragte (II. 73). Bei Zusatz von Färbungsmitteln traten zunächst die den Poren aufsitzenden Knöpfchen deutlich hervor, dann färbte sich unter allmählichem Schrumpfen die Gallerte, wobei die Spaltflächen zwischen den auf den Poren sitzenden Gallertprismen als dunkle, radiär gestellte Streifen sichtbar wurden. Durch Quetschen wurde die Gallerte von der Membran abgelöst und etwas zusammengepresst; sie zeigte dann ziemlich regelmässige Felderung. In der Mitte der Felder waren dann meistens noch die Plasmaknöpfchen vorhanden (II. 71).

Als nach einigen Wochen die Kultur im Absterben begriffen war, zeigte sich bei einer erneuten Untersuchung, dass bei sämtlichen noch lebenden Individuen die Gallerte vollständig oder zum grösseren Teile zu Grunde gegangen war (II. 60). Die aus den Poren hervorragenden Knöpfchen hatten sich bedeutend vergrössert, die umgebenden Gallertprismen aber waren entweder vollständig geschwunden (II. 61) oder waren so mit einander verschmolzen, dass die Spaltflächen zwischen denselben nach Zusatz färbender Reagentien sich fast gar nicht mehr intensiver färbten und daher häufig gar nicht zu erkennen waren (II. 59).

Xanthidium cristatum Bréb. (Raf's l. c. p. 115 No. 5 α , β T. XIX fig. 3 a, d). Die beiden Zellhälften haben die Gestalt eines Trapezoides mit abgerundeten äusseren Ecken, an denen je ein hohler stets gerader Stachel ansitzt. Ausser diesen Stacheln besitzt jede Zellhälfte noch vier Paare ebenfalls hohler, gerader oder etwas gekrümmter Stacheln. In der Mitte der beiden abgeflachten Seitenflächen ist die Membran buckelig ausgestülpt; diese Ausstülpungen haben die Form einer Rosette, welche aus ungefähr 8 porenfreien, kreisförmig um eine grössere Warze gelagerten Wärcchen gebildet wird. Die Membran ist gleichmässig mit zahlreichen Poren versehen.

Die Gallerte umgiebt die ganze Zelle und ist, wie man nach Zusatz färbender Reagentien erkennt, aus einzelnen Prismen zusammengesetzt, welche den Poren und den daraus hervorragenden Plasmaknöpfchen aufsitzen (II. 70). — Ausser dieser Gallerte war bei einem einzelnen Individuum noch

eine unregelmässig begrenzte, sich ebenfalls färbende, schleimige Masse vorhanden, die wahrscheinlich von einer abgestossenen älteren Gallerthülle herrührte. In dieser äusseren Gallerte waren dunkle Knöpfchen ziemlich regelmässig verteilt. Nach Zusatz einer concentrirten Farbelösung färbten sich über den einzelnen Knöpfchen homogen erscheinende Gallertkappen, deren halbkugelige Form besonders an einigen Stellen am Rande der Schleimzone deutlich zu erkennen war; zuweilen war an den Knöpfchen am Grunde der Gallertkappen auch noch ein ein feines Stielchen, wahrscheinlich der Inhalt des Porus, wahrzunehmen. Zahlreiche dieser Gallertkappen waren noch durch gallertartige Fädchen mit einander verbunden.

Micrasterias Ag.

Flachgedrückte, scharfrandige, tief eingeschnürte, im Umfange kreisförmige oder längliche Zellen. Die Zellhäften sind tief dreilappig, die paarigen Seitenlappen sind entweder ein bis mehreremal geteilt oder ungeteilt; der anders gestaltete Mittellappen ist ungeteilt oder ausgerandet. Die axile Chlorophyllplatte hat die Form der Zelle und trägt bisweilen auf jeder Seite zwei den Rändern des Mittellappens senkrecht aufgesetzte parallele Leisten; zahlreiche Amylonherde sind derselben ordnungslos eingelagert.

Micrasterias truncata Bréb. (Ralfs l. c. p. 75 Nr. 9 T. X fig. 5, 6). Jeder Seitenlappen ist durch einen — am inneren Ende abgerundeten — Einschnitt in zwei Lappen, die wieder mit einer Einkerbung versehen sind, geteilt (II. 58). Der Scheitel des nach aussen stark verbreiterten Mittellappens ist ganzrandig, an den Ecken spitzig, in der Mitte ein wenig eingebogen. Zahlreiche Poren sind gleichmässig über die ganze Fläche der Zell-Membran verteilt.

Die Gallerte bildet eine am Rande fast stets zusammenhängende, mehr oder weniger schmale Schicht. In dieser Gallerte färben sich bei Zusatz von Fuchsinlösung Büschel feiner Fädchen, die auch hier von kleinen Knöpfchen auf den Poren auswärts ausstrahlen, dunkler als die Gallertmasse selbst (II. 64, 65, 66). Gentianaviolett färbte gewöhnlich die Büschel sehr intensiv, die umgebende Gallerte dagegen äusserst matt. — Während die Gallerte am Rande der Zelle zusammenhängt, ist sie auf den beiden Flachseiten fast niemals zusammenhängend, wenigstens erscheint sie nach Zusatz von

Farbe stets unterbrochen; es sitzt dann jedem Porus eine kleine Gallertkappe auf. Diese Gallertkappen sind zumeist isolirt, zuweilen jedoch stossen zwei oder auch drei derselben seitlich zusammen oder verschmelzen mit einander (III. 1). — In einem Falle, in dem eine verhältnismässig breite Gallertscheide am Rande zu erkennen war, zeigte sich, selbst bei Zusatz einer concentrirten Fuchsinlösung, keine Struktur der Gallerte, nur die Knöpfchen auf den Poren erschienen dicker als gewöhnlich (II. 67, 68); auch diese wurden dann unsichtbar, als bei Zusatz einer Spiritus-Fuchsinlösung die Gallerte noch weiter schrumpfte (II. 69). In einem andern Falle waren die Knöpfchen ebenfalls ziemlich dick, die aufsitzenden Fadenbüschel waren in Fuchsinlösung nur als auswärts verbreiterte Streifen, die sich ein wenig dunkler als die Gallerte färbten, erkennbar (III. 2). Dieselbe Stelle zeigte bei Zusatz einer Lösung von Methylenblau völlig ungefärbte, sehr wenig contrahirte Gallerte — die Grenze derselben war nur durch herangespülte ungelöste Farbepartikelchen kenntlich —, während von den Poren dunkel gefärbte Streifen ausliefen (III. 3); auch die Knöpfchen auf den Poren waren bei Anwendung dieser Farbe nicht zu erkennen.

In einer älteren Kultur war die Gallerte der einzelnen Individuen in Desorganisation begriffen und fehlte dann an einzelnen Stellen der Zelloberfläche gänzlich, oder es waren nur Fadenbüschel, keine Gallertkappen, vorhanden; an anderen Stellen waren die Poren von ganz unversehrten Gallertkappen bedeckt. Solche Individuen waren dann auch stets mehr oder weniger von Bakterien befallen, die sowohl der Membran als auch den Poren aufsassen; einzelne Individuen waren so dicht mit Bakterien besät, dass die Zelle fast filzig behaart erschien.

Micrasterias pinnatifida Kg. (*Euastrum didymacanthum* Näg., l. c. p. 123 T. VI H. fig. 1; Ralfs l. c. p. 76 Nr. 13 T. X fig. 3). Die Membran der einzelnen Zelle besteht aus zwei Schalen, die mit den freien Kanten übereinander greifen; jede Zellhälfte ist durch zwei tiefe Ausbuchtungen in 3 Lappen geteilt, an deren Enden je zwei innen hohle Stacheln ansitzen. (III. 14). Die auswärts etwas verschmälerten Seitenlappen der einen Zellhälfte stossen mit denen der andern dicht am Isthmus, durch welchen die beiden Zellhälften zu-

sammenhängen, und divergiren dann. Diese Poren werden durchsetzt von Protoplasmafädchen, welche aussen in ein kleines Knöpfchen endigen (III. 7).

Die einzelne Zelle ist stets von einer schmalen Gallert-hülle umkleidet. Die Breite dieser Gallert-hülle ist ungefähr gleich der Länge der Stacheln, so dass deren Spitzen noch eben von der Gallerte bedeckt werden. Nach Zusatz färbender Reagentien erscheint die Gallerte zunächst homogen; darauf färben sich in derselben feine Fädchen, welche von den Knöpfchen auf den Poren auslaufen, während gleichzeitig die Gallerte mehr und mehr schrumpft, so dass die Stacheln aus derselben herausragen (III. 8); schliesslich zieht sich nach Zusatz von concentrirter Farbelösung die Gallerte so weit zusammen, dass nur einzelne gesonderte Gallertstifte, den Poren einzeln aufsitzend, zurückbleiben, während die Membran sonst von Gallerte frei ist (III. 9). — Bei Zusatz von Farben, die in Alkohol gelöst sind, erscheint die stark schrumpfende Gallerte ganz homogen; eine Struktur ist in derselben dann nicht zu erkennen.

Micrasterias Crux Melitensis Ralfs (l. c. p. 73 Nr. 7 T. IX fig. 3). Die Mitteleinschnürung sowol wie die Einschnürungen zwischen den einzelnen Lappen verbreitern sich nach aussen. Der Mittellappen ist breiter wie die Seitenlappen und in zwei am Ende spitzige Fortsätze verlängert; die Seitenlappen sind in je zwei gleichfalls spitzige Segmente geteilt. Zahlreiche, ziemlich derbe Poren sind gleichmässig über die ganze Membran verteilt (III. 25). In den Poren stecken Protoplasmafädchen.

Eine schmale Gallertschicht umhüllt die ganze Zelle. Zusatz einer Lösung von Gentianaviolett zeigte bei ganz matter Lösung zuerst eine homogene Gallerte. Bei weiterem Zusatz von Farbelösung wurden in der matt gefärbten Gallert-masse Büschel feiner Fädchen, welche den einzelnen Poren aufsasssen, sichtbar (III. 26). Schliesslich, nachdem sich während weiterer Farbeinlagerung die Gallerte immer mehr contrahirt hatte, war jeder Porus von einer Gallertkappe bedeckt.

In älteren Kulturen war häufig Gallerte gar nicht mehr vorhanden oder fand sich doch nur an einzelnen Individuen und an solchen auch nur an einzelnen Stellen.

Micrasterias rotata Ralfs (l. c. p. 71 Nr. 2 T. VIII fig. 1; *Euastrum rota* Ehrb. in Nägeli l. c. p. 123 T. VI H. fig. 4; *M. furcata* Ag. in Rabenhorst l. c. p. 191). Die Zellhälften sind fünfrippig, der Mittellappen, der häufig über die oberen Seitenlappen hervorragt, ist schmaler als diese, am Scheitel wellig ausgerandet und an jeder Ecke mit zwei Zähnen versehen. Die Seitenlappen sind durch enge, innen abgerundete Einschnitte in je zwei Segmente geteilt, die bei den oberen breiteren Seitenlappen wiederum in zwei Untersegmente zerfallen; die Segmente letzter Ordnung sind zweizählig. Die unteren Seitenlappen sind ungefähr halb so breit als die oberen (III. 19). Die Zellmembran ist von ziemlich derben Poren, die zahlreich und gleichmässig über die ganze Fläche verteilt sind, durchbohrt (III. 15). Die Poren sind durch feine Protoplasmafädchen ausgefüllt, eine knöpfchenförmige Verbreiterung der Fädchen auf der Aussen-
seite der Membran wurde jedoch nicht beobachtet.

Gallerte wurde bei dieser und den beiden folgenden Species niemals beobachtet.

Micrasterias denticulata Bréb. (Ralfs l. c. p. 70 Nr. 1 T. VII fig. 1; *M. furcata* b. *denticulata* Rabenhorst l. c. p. 192). Der Mittellappen ist schmaler als die Seitenlappen, an den Ecken ohne Zähne und am Scheitel ausgerandet oder flach eingeschnitten. Die Seitenlappen sind ungefähr gleich breit und beide in gleicher Weise eingeschnitten; die Segmente letzter Ordnung sind abgestutzt oder ausgerandet (III. 22). Die Membran ist mit zahlreichen, gleichmässig verteilten Poren versehen. Die in diesen Poren steckenden Protoplasmafädchen besitzen auch hier auf der Aussenseite keine knöpfchenförmige Anschwellung.

Micrasterias furcata c. *capitulifera* Hantzsch. Diese Art besitzt genau die Gestalt der vorigen Species; ausserdem aber sitzen auf der Membran am Rande und in der Nähe des Randes kleine, in ein rundliches Köpfchen endigende Stielchen, eigentümliche, vollständig massiv erscheinende Verdickungen der Membran (III. 23).

Staurastrum Meyen.

Die einzelnen Zellen sind durch eine tiefe, meist nach aussen verbreiterte Einschnürung in zwei Hälften geteilt. Die Scheitelansicht zeigt

eine zwei- bis sechseckige Gestalt, bisweilen mit ausgezogenen Ecken. Die Chromatophoren bestehen aus einem axilen, das Pyrenoid einschliessenden Teil, von dem so viele Plattenpaare auslaufen, als die Zelle Ecken hat.

Staurastrum bicornе n. sp. (?) Die Mitteleinschnürung der Zelle erscheint nach aussen sehr stark erweitert, innen ausgeschweift. Die Zellhälften sind trapezoidisch, in der Scheitelansicht länglich-elliptisch und in zwei zweispitzige, hornartige Fortsätze ausgezogen (III. 21, 24, 27). Die Membran ist an diesen Hörnern mit spitzigen Warzen, lokalen, nicht durchbohrten Ausbuchtungen der Membran, versehen, die in Querreihen angeordnet sind. Nach der Scheitelfläche zu gehen diese spitzigen Vorsprünge in zwei- und dreispitzige Ausstülpungen über, die längs der beiden Kanten in je zwei parallelen Reihen hinlaufen. Ausser diesen ornamentalen Verzierungen ist die ganze Membran gleichmässig von Poren durchbohrt, die zunächst dem offenen Ende der einzelnen Schale etwas dichter gedrängt stehen. Die Poren sind von Fädchen durchsetzt, welche aussen in ein Knöpfchen endigen.

Die einzelnen Zellen sind stets, wenigstens in frischen Kulturen, von einer Gallertschicht umgeben. Nach Zusatz von Fuchsinlösung wurde an verschiedenen Individuen beobachtet, dass sich Büschel feiner Fädchen färbten, welche von den Poren und ihren Knöpfchen ausliefen, während von Gallerte sonst nichts zu erkennen war; erst nach Zusatz von Alkohol wurde eine zusammenhängende Gallertschicht mit eingelagerten, dunkleren Büscheln kenntlich. — Gentianaviolett lieferte beim Färben bessere Resultate. Es waren dann fast stets den Poren aufsitzende Gallertprismen deutlich zu erkennen, indem nicht nur die Knöpfchen auf den Poren, sondern auch die Spaltflächen zwischen den einzelnen Gallertprismen durch dunklere Färbung hervortraten (III. 30). Dabei war es auffällig, dass an einem und demselben Individuum die Form der Knöpfchen eine sehr ungleiche sein konnte. Denn während an einzelnen Poren der Membran die Knöpfchen ganz dicht aufsassen, waren dieselben an andern Stellen auf einem dünnen Stielchen verhältnissmässig weit vorgestreckt (III. 31). Bei grösserer Concentration der Farbelösung, die auch eine stärkere Contraction der Gallerte bewirkte, färbten

sich schliesslich auch die von den Knöpfchen ausgehenden Büschel (III. 33, 32). Nach Auswaschen der Farbe nahm dann die Gallerte allmählich wieder die ursprüngliche Form und Gestalt an.

Closterium Nitzsch.

Spindelförmige, mehr oder weniger sichelförmig gekrümmte Zellen ohne Einschnürung in der Mitte und ohne Ausrandung an den Enden Querschnitt der Zelle kreisrund.

Die aus zwei gleichen Hälften bestehende Membran der Zelle ist glatt oder der Länge nach gestreift. Diese Streifen sind, wie schon N ä g e l i¹⁾ angiebt, riefenförmige Verdickungen der Membran, die indessen dadurch noch deutlicher erkennbar werden, dass die Membran zwischen den Riefen eine eigentümliche dichte Punktirung aufweist. Concentrirte Schwefelsäure löst diese gestreifte und punktirte Schicht der Membran auf, ebenso bewirkt Jod und Schwefelsäure nicht die für die Cuticula charakteristische Gelb- oder Braunfärbung; wir haben es daher in dieser gestreiften Membranschicht nicht mit einer echten Cuticula zu thun (wie Kirchner²⁾ angenommen hatte).

N ä g e l i sprach die Vermutung aus, dass die Membran sämmtlicher Closterien gestreift sein möchte, da auch bei den glatten Arten Zustände vorkämen — wenn an abgestorbenen Zellen die Membran sich färbt —, welche die Streifung deutlich erkennen liessen.³⁾ In der That aber tritt nach meinen Erfahrungen an den Membranen abgestorbener Zellen, die von Closterien mit farbloser, ungestreifter Membran herühren, weder Gelbfärbung noch Längsstreifung auf; die Zellmembranen, welche solche Zeichnung zeigen, rühren vielmehr stets von anderen Arten von *Closterium* her.

Die gelbe Färbung der Zellmembran ist nach Klebs⁴⁾ der Einlagerung von Eisenoxydhydrat zuzuschreiben. Diese Färbung ist bei den verschiedenen Spezies von *Closterium* eine sehr verschieden intensive, erscheint übrigens auch bei einer und derselben Spezies sehr wechselnd. Die verschie-

1) N ä g e l i, Gattungen einzelliger Algen, p. 106.

2) Kirchner, Kryptogamen-Flora von Schlesien, II. Band, p. 20.

3) l. c. p. 106.

4) l. c. p. 383.

denen Individuen einer und derselben Art sind bald dunkler, bald heller gefärbt, oder sind vollständig farblos. Je intensiver aber die Färbung der Membran ist, um so deutlicher tritt die Streifung derselben hervor.

Diese Streifung kommt, wie schon erwähnt, dadurch zu Stande, dass feine Rippen mit mehr oder weniger breiten Furchen abwechseln. In diesen Furchen ist bei zahlreichen Arten die Oberfläche der Membran nicht glatt, sondern mehr oder weniger fein punktiert: zahllose kleine dellenförmige Vertiefungen sind dicht zusammengedrängt und erscheinen in der Flächenansicht der Membran als kleine dunkle (resp. bei anderer Einstellung des Mikroskopes helle) Punkte.

Ausser dieser Punktirung lässt die Flächenansicht der Membran noch wirkliche Poren, welche die ganze Dicke der Membran durchsetzen, deutlich erkennen. Nahe dem freien Rande der einzelnen Zellhauthälften (oder Schalen) sind derartige, ziemlich derbe Poren in den Furchen verteilt, in einen Kranz geordnet; und ebenso finden sich häufig an den stets dunkler gefärbten, abgerundeten Enden der Schalen zahlreiche feine Poren verteilt.

Häufig lassen diese abgerundeten Enden der Zellen auch Schichtung der Membran erkennen; die äussere, einwärts scharf abgegrenzte Schicht ist dann stets dunkler gefärbt als die innere Membranlamelle (III. 37).

Ausser der Längsstreifung findet man ferner bei sehr vielen Arten auch noch Streifen, welche zur Längsachse der Zelle senkrecht stehen. Solche Querstreifen finden sich bei zahlreichen Arten an ausgewachsenen Individuen in wechselnder Anzahl in der Mitte der Zelle; bei einzelnen Arten aber treten derartige Querstreifen ausserdem auch noch in der Mitte jeder Zellhälfte in Einzahl auf. Diese Querstreifen verleihen in ihrer verschiedenartigen Ausbildung in Verbindung mit den etwa vorhandenen Längsstreifen der Membran der Zelle ein sehr charakteristisches Aussehen und sind bei den einzelnen Arten von *Closterium* in ihrer Anordnung von einer solchen Constanz, dass sie bei der systematischen Einteilung der Gattung *Closterium* sehr gut verwertet werden können.

Zunächst nämlich stellen sich die Arten mit farbloser,

meist sehr zarter und weicher Membran, die weder Längs- noch Querstreifen besitzt, den Arten mit quer- und längsgestreifter, derber, stets mehr oder weniger gefärbter Membran gegenüber. Die letzteren Arten aber verteilen sich wieder auf zwei Gruppen, von denen die eine die Formen umfasst mit Querstreifen in der Mitte der Zelle, die andre dagegen diejenigen Arten enthält, welche ausser jenen Querstreifen auch noch auf jeder Zellhälfte eine Querlinie besitzen.

Die Arten dieser letzteren Gruppe erinnern in dem Bau der Zellmembran ausserordentlich an die Diatomeen. Bei ihnen besteht nämlich, wie weiterhin noch genauer gezeigt werden soll, jede Zellhälfte oder Schale aus Schalstück und Gürtelband; die Querlinie in der Mitte der Zellhauthälfte zeigt eben die Stelle an, wo Schalstück und Gürtelband an einander stossen. Das Gürtelband ist mit zugeschärftem, untergreifendem Rande an das zugehörige Schalstück befestigt, wie dies namentlich bei einigen in Kali gequollenen und dann zerquetschten Individuen deutlich zu erkennen war (III. 38, 39, 40). Die beiden Schalen aber schliessen auch hier wie bei anderen Desmidiaceen durch Uebereinandergreifen der zugeschärften, freien Ränder fest an einander an.

Eine Gallerthülle der einzelnen Zelle habe ich bei keiner einzigen Art von *Closterium* nachweisen können. —

Dieser zusammenfassenden Darstellung seien nun noch einige Einzelheiten über einzelne untersuchte Arten angeeignet.

Closterium Lunula Ehrb. (Ralfs l. c. p. 169 Nr. 1 T. XXVII fig. 1). Die Zellmembran ist farblos, ziemlich weich und anscheinend ganz glatt. Die beiden Zellhauthälften greifen mit ziemlich langen, zugeschärften Rändern übereinander.

Closterium moniliferum Ehrb. (Ralfs l. c. p. 166 Nr. 6 T. XXVIII fig. 3; *Cl. moniliferum a. typicum* Klebs¹⁾). Die Membran ist farblos und anscheinend ganz glatt; die Zusammensetzung der Membran aus zwei Hälften ist erst nach Quetschen oder nach Anwendung von Quellungsmitteln und Zusatz von Farbelösungen zu erkennen.

1) Klebs, Über die Formen einiger Gattungen der Desmidiaceen Ostpreussens. Strassburger Dissertation 1875. p. 9 T. I fig. 4c, d.

Closterium didymotocum Corda (Ralfs l. c. p. 168 Nr. 10 T. XXVIII fig. 7c, d; *Cl. turgidum* b. *didymotocum* Klebs l. c. p. 20 T. II fig. 9a). Die deutlich aus zwei Schalen bestehende Membran der Zelle ist gelb gefärbt und mit zahlreichen ganz dicht stehenden Riefen versehen, welche kurz vor der Spitze endigen; zwischen je zwei Riefen befindet sich eine Reihe kleiner Vertiefungen oder Dellen (III. 29). Die Zellenden sind abgestutzt, die Zellmembran ist hier deutlich geschichtet und mit vielen feinen Poren versehen; ausserdem findet sich im Innern der Zellspitze eine knöpfchenförmige Verdickung der Membran, welcher eine ganz flache äussere Einbuchtung entspricht.

Closterium costatum Corda (Ralfs l. c. p. 170 Nr. 12 T. XXIX fig. 1a, b; *Cl. striolatum* b. *costatum* Klebs l. c. p. 14 β T. II fig. 11). Die Zellmembran ist deutlich aus zwei Schalen zusammengesetzt und intensiv gelb gefärbt (III. 36). Zwischen je zweien der 12 bis 14 längslaufenden Riefen befinden sich am freien Rande der Schale ungefähr vier derbe Poren; weiterhin sind die Furchen mit ziemlich dicht stehenden, derben Dellen versehen; an der abgerundeten Spitze der Zelle ist die Membran deutlich geschichtet und zeigt zahlreiche, die Membran durchsetzende Poren (III. 34).

Closterium striolatum Ehrb. (Ralfs l. c. p. 170 Nr. 13 T. XXIX fig. 2a, b, c; *Cl. striolatum* c. *erectum* Klebs l. c. p. 15 T. II fig. 3, 10). Jede Zellhauthälfte besteht aus Schalstück und Gürtelband (III. 28); die Membran ist stark gelb gefärbt. Von oben gesehen lässt die einzelne Zelle 18 bis 20 Riefen deutlich unterscheiden, zwischen denen sich zumeist zwei bis drei Reihen Dellen vorfinden. Die regelmässige Reihenordnung dieser Dellen führt leicht zu der Annahme, dass zwischen je zwei Riefen noch feine Zwischenriefen, den Leisten zwischen den gereihten Dellen entsprechend, eingeschaltet seien. Am freien Ende der Schale durchsetzen zwischen je zwei Rippen ein bis zwei Poren die Membran.

Closterium Jenneri Ralfs (l. c. p. 167 Nr. 7 T. XXVIII fig. 6a; *Cl. Archerianum* b. *compressum* Klebs l. c. T. I fig. 11a, c. *Cynthia* p. 13 T. I fig. 12a). Jede Zellhauthälfte besteht aus Schalstück und Gürtelband; die Membran ist matt gefärbt (III. 35). Die Riefen sind in grosser Anzahl (unge-

fähr 40) ausgebildet. Zwischen den Riefen sind Dellen hier nicht zu unterscheiden.

Analoge dellenlose Furchen zwischen den Riefen besitzen unter anderen Arten auch noch *Cl. Ehrenbergii* Menegh. und *Cl. Dianae* Ehrb.; bei beiden Arten ist auch die Membran nur ganz matt gefärbt.

Penium Bréb.

Gerade, cylindrische oder spindelförmige, in der Mitte nicht eingeschnürte Zellen; die Chromatophoren zusammengesetzt aus Platten, welche radial strahlend angeordnet, in der Mittellinie der Zelle mit einer Längskante zusammenstossen und verschmelzen.

Die gesammte Ausbildung der Zellhaut zeigt bei der Gattung *Penium* eine ziemlich weitgehende Übereinstimmung mit der zuletzt besprochenen Gattung *Closterium*. Die beiden Zellhauthälften oder Schalen weisen bei den Arten von *Penium* ähnliche Differenzen auf wie bei *Closterium*. Bei einigen Arten sind die Schalen glatt, meist ungefärbt, gürtelbandlos. Andere Arten besitzen eine gekörnelte, meist stark gefärbte, eisenhaltige Zellhaut, die deutlich aus mehreren, in ihrer Anzahl beliebig wechselnden Schaltheilen zusammengesetzt ist.

Die beiden Schalen der glatten Arten von *Penium* umfassen auch hier, wie bei anderen Desmidiën, einander mit den zugeschärften freien Rändern. In derselben Weise haften auch die einzelnen Schaltheile bei den gekörnelten Arten zusammen, jedoch ist zu bemerken, dass hier die freien Ränder nicht fein zugeschärft, sondern nur schräg abgestutzt sind; demgemäss erstrecken sich auch die untergreifenden Schaltheile nicht so weit unter die übergreifende, ältere Schale, wie dies bei den mit Gürtelband versehenen Arten von *Closterium* der Fall ist.

Eine Gallerthülle der Einzelindividuen wurde bei den Arten von *Penium* ebensowenig wahrgenommen wie bei *Closterium*. —

Über einzelne Arten der Gattung *Penium* seien dann noch einige spezielle Angaben hinzugefügt.

Penium Cylindrus Bréb. (Ralfs l. c. p. 150 Nr. 2 T. XXV fig. 2 c). Jede der beiden Schalen, aus denen die Zellmembran besteht, ist gewöhnlich aus mehreren Teilen zusammengesetzt, deren Anzahl keineswegs constant ist; selbst die Teilstücke

der beiden Schalen eines und desselben Individuums sind häufig in ungleicher Anzahl ausgebildet (III. 49). Die Membran ist mit zahlreichen Körnchen — lokalen Membran-Verdickungen — besetzt, welche gleichmässig über die ganze Fläche sich verteilen (III. 57); sie ist gelb gefärbt durch Einlagerung einer Eisenverbindung, welche nach Zusatz von Salzsäure in Lösung geht.

Penium margaritaceum Ehrb. (Ralfs l. c. p. 149 Nr. 1 β T. XXV fig. 1 e; *P. m. b. elongatum* Klebs l. c. p. 21, β T. II fig. 18 a, b). Die Zelle ist in der Mitte etwas verengt. Die Zahl der Teilstücke der einzelnen Schalen ist auch hier eine wechselnde, und häufig auch ist diese Zahl an den beiden Schalen des einzelnen Individuums ungleich (III. 60). Die Membran ist gelb gefärbt und feingekörnelt durch kleine lokale Verdickungen. Diese Verdickungen bilden längslaufende Rippen, welche häufig, namentlich nach der Spitze zu, durch querlaufende Verdickungsleisten unter einander verbunden sind (III. 63).

Penium Digitus Bréb. (Ralfs l. c. p. 150 Nr. 3 T. XXV fig. 3 a, b, c). Die Membran der beiderseits allmählich verschmälerten, länglich cylindrischen Zelle besteht aus zwei Schalen, deren Trennungslinie jedoch erst nach dem Zerquetschen oder nach Behandlung mit Quellungsmiteln und Zusatz von Farbelösungen kenntlich wird. Die anscheinend ganz glatte Membran zeigt häufig eine schwach gelbliche Färbung.

Penium closterioides Ralfs (l. c. p. 152 Nr. 5 T. XXXIV fig. 4 a, b; *P. cl. a. typicum* Klebs l. c. p. 24 T. III fig. 1 f). Die Membran der schmal spindelförmigen, nicht eingeschnürten Zelle ist farblos und anscheinend ganz glatt. Der Chlorophyllkörper jeder Zelle ist aus zwei Teilen zusammengesetzt, die durch Druck von einander getrennt werden können.

Penium interruptum Bréb. (Ralfs l. c. p. 151 Nr. 4 T. XXV fig. 4 a, b; de Bary l. c. p. 41, 42, 43, 46; T. V fig. 1—4) Die anscheinend ganz glatte Zellmembran ist auch hier aus zwei Hälften zusammengesetzt. Die Zusammenschlussstelle der beiden Schalen wird meist erst nach Quetschen oder nach Anwendung von Quellungs- und Färbemitteln kenntlich.

II. Die Zellmembran während der Zellteilung.

Die Teilung der Desmidiaceen-Zellen und die Vorgänge bei dem Wachstum der neugebildeten Tochterzellen sind der Gegenstand mehrerer genauer Untersuchungen gewesen.¹⁾ Ausser Nägeli war es besonders de Bary, welcher diese Vorgänge ziemlich erschöpfend behandelt hat.

Die Teilung erfolgt stets nach einer und derselben Richtung; die zu Familien vereinigten Individuen bilden daher einfache, unverzweigte Fäden.

Die Teilung selbst beschreibt de Bary in folgender Weise:²⁾

Vor der Teilung reisst in der Mitte der Zelle, der mittleren Einschnürung entsprechend, die derbe äussere Schicht der Membran ringförmig auf, die dünnere innere Schicht der Membran dagegen dehnt sich aus, sodass zwischen die beiden Zellhälften ein kurzes, meist cylindrisches Mittelstück sich einschaltet. Die sehr zarte Membran dieses Mittelstückes setzt sich daher beiderseits in die innere Schicht der Membran der beiden Zellhälften fort. Bald darauf wird in der Mitte des Mittelstückes eine zarte Querwand sichtbar, welche die ganze Zelle in zwei Tochterzellen zerteilt. Jede dieser Tochterzellen stellt die eine Hälfte der Mutterzelle dar. Darauf spaltet sich die anfangs nur als zarte Linie angedeutete Querwand in zwei Lamellen, und diese wölben sich sofort gegen einander vor. Der hierdurch gebildete kleine Auswuchs der einzelnen Tochterzellen vergrössert sich dann allmählich und wächst nach und nach zu einer neuen Zellhälfte heran, sodass schliesslich jede Tochterzelle in gleicher Weise wie die Mutterzelle aus zwei symmetrischen Hälften besteht.

Hierzu fügt de Bary³⁾ dann noch einige speziellere Angaben. So giebt er an, dass bei manchen Gattungen (*Penium*, *Closterium*) die Bildung der Querwand dem Aufreissen der äusseren Hautschichten der Mutterzelle vorhergeht, dass bei *Hyalotheca* die Querwand stets eben bleibt, dass bei *Bambusina*, *Desmidium* die zunächst ebenfalls ebenen Lamellen der Quer-

1) Siehe Nägeli, Ralfs, Focke, de Bary.

2) l. c. p. 43.

3) l. c. p. 44.

wand in Folge stärkeren Flächenwachstums in der Mitte auseinander weichen und sich innerhalb des Randes ringförmig einfalten. Desgleichen soll nach de Barys Angaben bei *Penium interruptum* die Querwand sich nur zu der Form eines kurz konischen Zellendes hervorwölben, während ein beträchtliches Flächenwachstum der älteren Zellhaut stattfindet.

Die Trennung der Schwesterzellen kommt nach de Bary¹⁾ bei den einzeln lebenden Individuen grösstenteils schon durch die Formveränderungen der jungen Zellhälften zustande. Diese Trennung wird dann vollendet durch Gallertausscheidung an den Berührungsflächen der beiden Schwesterzellen: die beiden neugebildeten, noch aneinander haftenden Zellhälften umgeben sich mit neuen, den alten vollkommen ähnlichen, nur zarteren Membranen; an jeder der beiden Schwesterzellen wird zwischen diesen beiderlei Membranen in immer reichlicherer Menge Gallerte ausgeschieden; dann reisst die äussere Membran der jüngeren Zellhälfte in der Mitte ringförmig auf, und nun wird durch die immer reichlichere Anhäufung von Gallerte die ganze Zelle aus der älteren, äusseren Membran der jüngeren Zellhälfte hinausgetrieben. Die beiden Schwesterzellen schlüpfen dabei nach entgegengesetzten Seiten aus den noch zusammenhängenden, abgeworfenen Häuten hinaus und werden dadurch vollständig isolirt.

Dies Verhalten findet sich nach de Bary constant bei den Arten von *Pleurotaenium*, bei *Cosmarium Botrytis* und Verwandten; desgleichen ward dasselbe constatirt auch bei mehreren Arten von *Staurastrum* und bei *Penium Ralfsii*. —

Von diesen Angaben de Bary's weicht in einigen Punkten die Beschreibung der Zellteilung der *Closterium*-Arten ab, welche neuerdings Fischer gegeben hat. Nach der Darstellung von Fischer²⁾ schnürt sich nämlich bei *Closterium* die einzelne Zelle noch vor dem Beginn der Querwandbildung und der Kernteilung in der Mitte leicht ein. Dann weichen rechts und links von der Einschnürungsstelle nicht die äusseren Schichten der Membran allein auseinander, sondern es öffnet sich die ganze *Closterium*-

1) l. c. p. 45.

2) l. c. p. 229.

Membran durch je einen ringförmigen Riss. Gleichzeitig mit oder kurz vor diesem Aufreißen der gesammten Zellmembran erhebt sich die Querwand als Ringleiste und zwar genau an der eingeschnürten Stelle der Membran. Durch den beiderseits dieser Einschnürungsfurche erfolgenden Riss der Membran wird ein niedriger Membranring mit der an ihn ansetzenden Querwand isolirt, und die Zellhälfte für einen Moment vollständig geöffnet. Der Verschluss wird dann schnell dadurch herbeigeführt, dass sich die freien Ränder des kleinen convex nach der Querwand zu gekrümmten Membranringes über die übrige *Closterium*-Membran hinweglegen, welche ihrerseits vielleicht sich noch etwas in die so entstehende Kappe hineinschiebt. — Den weiteren Verlauf der Teilungsvorgänge beschreibt dann Fischer in ganz analoger Weise, wie de Bary.

Die Angaben Fischers über die Zellteilung der Closterien werden dann von Gay¹⁾ wieder eingeschränkt und nur für die Arten mit dicker, „kieselhaltiger“, längs- und quergestreifter Membran aufrecht erhalten; die *Closterium*-Arten mit dünner und ungeteilter Membran dagegen sollen nach Gay bei der Zellteilung den gewöhnlichen Regeln folgen.

Die Volumen-Zunahme der Gallerte während des Wachstums der Zellen erfolgt nach den Angaben von Klebs²⁾ in der Weise, dass bei jeder Zellteilung neue Gallerte ausgeschieden wird. Dies geschieht bei den fadenbildenden Desmidiaceen in der Weise, dass sich die schwach färbbare Grundsubstanz rings um das eingeschaltete Mittelstück her dehnt und dass hierauf in diese Grundsubstanz hinein neue Gallertstäbchen ausgeschieden werden. —

Im Folgenden seien nun meine eigenen Beobachtungen über das Verhalten der Zellmembran und der Gallerte während der Zellteilung mitgeteilt.

Hyalotheca.

Hyalotheca mucosa. Beim Beginn der Teilung schieben sich die beiden, einander umfassenden Schalen langsam aus-

1) Essai d'une monographie locale des Conjugées, Montpellier 1884. p. 24.

2) Organisation der Gallerte p. 387.

einander, und gleichzeitig wird an der Berührungsstelle der beiden Schalen ein kurzes cylindrisches Membranstück, welches mit den beiden zugeschärften Rändern unter die beiden Schalen untergreift, ausgeschieden (I. 3). Hierauf wird, an dieses cylindrische Membranstück in der Mitte ansetzend, eine schmale, ringförmige Membranleiste sichtbar, welche sich verbreiternd immer weiter in das Innere der Zelle hinein vordringt (I. 4). Zuletzt schliesst dieser diaphragmaähnliche Ring in der Mitte zusammen; und damit ist dann zugleich die neue Querwand hergestellt (I. 7).

Schon während der Ausbildung dieser Querwand, noch mehr aber nach der Vollendung derselben wächst auch das eingeschaltete Cylinderstück an den freien Rändern mehr und mehr in die Länge. Gleichzeitig damit dehnen sich die beiden neugebildeten Schwesterzellen in der Richtung der Längsachse der Mutterzelle aus, so dass das heranwachsende cylindrische Membranstück immer weiter aus den beiden alten Schalen hervortritt und stets nur an den fortwachsenden Rändern von den Rändern der alten Schalen umfasst wird.

An der neugebildeten Querwand, die inzwischen durch weitere aufgelagerte Lamellen sich verstärkt hat, beginnt nun an dem äussersten Rande (infolge lokaler Vergallertung der Cellulose?) eine schmale ringsumlaufende Spalte sichtbar zu werden. Diese Spalte dringt jedoch zunächst nicht nach aussen vor, sodass, zunächst wenigstens, das neu eingeschaltete cylindrische Membranstück in seiner ganzen Dicke erhalten bleibt und damit auch die beiden neugebildeten Schwesterzellen noch in festem Zusammenhange erhält (I. 8).

Allmählich aber erweitert sich die erwähnte ringförmige Spalte nach aussen, indem über derselben das cylindrische Membranstück immer dünner wird und schliesslich ganz schwindet. Durch dieses Vergallerten wird das cylindrische Membranstück, dessen Ränder inzwischen sehr stark ausgewachsen sind, in zwei Hälften geteilt. Diese beiden Hälften aber bilden nun in Verbindung mit der anstossenden inneren Schicht der nun deutlich verdickten neugebildeten Querwand die neuen Schalen der beiden Schwesterzellen und lassen immer deutlicher die charakteristische Ausbildung dieser

Schalen erkennen. Sehr bald treten an diesen neuen Schalen, die mehr und mehr die definitive Grösse und Form angenommen haben, die charakteristischen Membranwarzen auf; und zuletzt werden auch in diesen Warzen die durchgehenden Poren sichtbar, wodurch die Ausbildung der neuen Schalen vollendet ist.

Nach Vollendung dieser neuen Schalen bleiben die beiden Schwesterzellen an den Endflächen fest zusammenhaften. Die neugebildete Querwand hatte sich allmählich stark verdickt durch Auflagerung neuer Membranlamellen. Die beiderseits neugebildeten Verdickungsschichten bilden den endständigen Abschnitt der neugebildeten Schalen, die Mittelschicht dieser Querwand aber bleibt erhalten und verklebt auch fernerhin die beiden Schwesterzellen. — Auf diese Weise wird in den Zellfäden von *Hyalotheca mucosa* das dauernde Zusammenhalten der Einzelzellen erzielt.

Während der Zellteilung erfährt auch die Gallerthülle der einzelnen Zelle eine weitgehende Veränderung. Zunächst, während die beiden alten Schalen der sich teilenden Zelle langsam auseinanderrücken, werden auch die beiden anhaftenden Gallertringe auseinandergeschoben; doch kleben diese Gallertringe an der Aussenkante fest zusammen. Demgemäss entsteht über dem neueingeschalteten, cylindrischen Membranstück eine ringförmige Lücke, die auswärts durch die weiche hervorquellende Substanz der beiden benachbarten Gallertringe überwölbt wird.

Allmählich bilden sich nun die beiden neuen Schalen aus. Sind diese vollständig fertig entwickelt und sind in denselben auch die Poren schon ausgebildet, dann treten an der Aussenseite dieser neuen Schalen über den Porenreihen neue Gallertringe auf, die, zuerst schmal, allmählich an Breite und Dicke zunehmen und schliesslich die vorhandene Lücke ganz ausfüllen. Die beiden bisher zusammenhängenden alten Gallertringe werden nun auseinandergedrängt, in den Zwischenraum zwischen denselben drängen sich die neuen Gallertringe und füllen denselben schliesslich vollständig aus.

Hyalotheca dissiliens. Die Teilung geht genau in derselben Weise vor sich wie bei *H. mucosa*, nur wird hier die Querwand an das eingeschaltete cylindrische Membranstück erst

dann angesetzt, wenn letzteres schon eine ziemlich beträchtliche Länge erreicht hat (III. 22). Dieses cylindrische Membranstück wächst auch hier an beiden freien Rändern mehr und mehr in die Länge, doch bilden sich hier während des Heranwachsens an je zwei gegenüberliegenden Stellen der freien Ränder kleine Ausstülpungen der Membran aus.

Auch in Bezug auf die Ausbildung der Querwand findet eine kleine Abweichung von *Hyalotheca mucosa* statt; diese Querwand spaltet sich nemlich in ihrem mittleren Teile, ein Vorgang, der höchst wahrscheinlich durch lokales Vergallerten der zuerst angelegten Querwandlamellen bedingt wird.

Über den heranwachsenden neuen Schalen bleibt die alte Gallerte zunächst im Zusammenhang, indem die beiden Gallertringe der beiden alten Schalen an ihrer Aussenkante fest zusammenhaften; einwärts dagegen rücken sie auseinander und führen dadurch die Entstehung einer Lücke herbei (I. 22). Nachdem dann in den jungen Schalen die Poren ausgebildet sind und eine genügende Weite erlangt haben — durch die eben angelegten, noch sehr feinen Poren ist das Protoplasma nicht im Stande, Gallerte auszusecheiden —, beginnt an den jungen Schalen die Bildung der Gallertprismen (I. 14). In dem Masse, wie die junge Gallerte an Breite zunimmt, werden dann die beiden Gallertringe der alten Schalen auseinander gedrängt, und schliesslich wird der Zwischenraum zwischen denselben ganz ausgefüllt (I. 23).

Zum Beginne der Teilung findet ein Aufreissen der Membran, wie es bisher überall beschrieben ist, hier ebenso wenig wie bei den anderen Desmidiaceen statt; es ist ein solches Aufreissen der Membran auch gar nicht nötig, da die Zellmembran, wie oben gezeigt ward, überall aus zwei gesonderten Stücken besteht, die nur mit zugespitzten, freien Rändern einander umfassen. Hier an dieser Stelle wird dann ein kurzes, cylindrisches Membranstück eingeschaltet, und dieses, an beiden freien Rändern fortwachsend, leitet dann die Bildung der beiden neuen Schalen ein.

Die Neubildung der Gallerte an den jungen Zellhälften hat Klebs speziell für *Hyalotheca dissiliens* beschrieben.¹⁾ Nach dieser seiner Beschreibung wird bei lebhaft sich teilenden Zellen die vorhandene Gallerte gestreckt, so dass keine Unterbrechung derselben sichtbar wird. Diese Streckung trifft speziell die sich weniger färbende Grundsubstanz. In diese gedehnte Grundsubstanz hinein wird dann erst von der neuen Zell-

1) l. c. p. 387.

hätte aus die sich stark färbende, in Gestalt von Stäbchen ausgeformte Gallerte ausgeschieden.

Eine Streckung findet nun allerdings scheinbar statt; doch ist es nicht die sogenannte Grundsubstanz, welche einer solchen Streckung unterliegt, sondern es sind die Gallertprismen, welche durch das Auseinanderweichen der beiden alten Zellhälften auseinandergerückt werden und, am äusseren Ende fester zusammenklebend, über die entstehende Lücke hin sich ausbreiten. Dabei mag es dann auch wol vorkommen, dass besonders weiche Gallertprismen sich der jungen Membran ziemlich dicht anschmiegen. Ich selbst habe indessen eine ununterbrochene Gallerte an sich teilenden Fäden niemals beobachtet und glaube auch, dass eine solche an Fäden, deren Gallerte (z. B. durch Alkohol) gehärtet ist, überhaupt niemals sichtbar sein wird. Jedenfalls aber werden die von der jungen Membran ausgeschiedenen Gallertprismen nicht in die vorhandene Gallertmasse, welche die Lücken überwölbt und dieselben vielleicht (?) auch gelegentlich einmal ausfüllt, hineingestreckt, sondern diese Prismen schieben, je mehr sie an Grösse zunehmen, die nach der Lücke hin vorgequollenen Gallertprismen der alten Zellhälften weiter und weiter bei Seite und füllen schliesslich den Raum rings um die beiden neuen Zellhälften vollständig aus.

Bambusina.

Bambusina Brebissonii. Die Vorgänge der Zellteilung erleiden hier insofern eine Veränderung, als nach Anlage der primären Querwand, die an das eingeschaltete Cylinderstück ansetzt (I. 34, 33), diese Querwand durch weitere Lamellen verdickt wird, welche eine ringförmig vorspringende Falte bilden (I. 35); der Durchmesser des durch die Falte eingeschlossenen Kreises ist gleich dem Durchmesser der Scheitelfwand der einzelnen Zelle. Nachdem dann die Querwand durch die aufgelagerten Lamellen die definitive Dicke erreicht hat, spaltet sie sich in der Mitte und beginnt zugleich in der Peripherie, von der Mitte der Falte aus nach aussen fortschreitend, aufzuspringen (I. 36). Schliesslich stülpt sich das eingeschlagene Membranstück, auf dem die Poren schon fertig ausgebildet sind, langsam nach aussen (I. 37, 38).

Didymoprium.

Didymoprium Grevillii. Die Teilung der einzelnen Zelle verläuft im Ganzen genau so wie bei *Bambusina* (I. 55, 61, 57, 58).

Die Ausbildung der neuen Gallerte beginnt hier schon vor dem Aufspringen des peripherischen Abschnittes der Querwand (I. 59); mit dem ersten Beginn der Gallertbildung ist auch die charakteristische Struktur derselben durch Färbungsmittel sichtbar zu machen.

Desmidium.

Desmidium Swartzii. Die Vorgänge der Zellteilung weichen in nichts von *Bambusina* und *Didymoprium* ab (II. 7, 8, 9).

Desmidium aptogonium. Bei dieser Art findet eine Abweichung in der Weise statt, dass die der primären Querwand aufgelagerten Lamellen drei beziehungsweise zwei kleine, anscheinend kreisförmige Falten bilden. Durch Ausstülpung dieser Falten entstehen dann die Füße (II. 14, 15).

Sphaerozosma.

Sphaerozosma vertebratum. Das eingeschaltete, cylindrische Membranstück nimmt hier während seines Längenwachstums allmählich tonnenförmige bis fast kugelige Gestalt an (II. 21, 22). In der Mitte dieser kugeligen Anschwellung wird dann die neue Querwand angesetzt (II. 27).

Darauf beginnt die Ausbildung der Klammern, die als hohle Ausstülpungen, im optischen Längsschnitt dreieckig und spitz, angelegt werden (II. 23.) Mit fortschreitendem Wachstum werden immer neue Lamellen der Innenseite der Membran dieser Ausstülpungen angelagert, und dadurch werden die Lumina derselben verengert.

Zwischen den Klammern bleiben die primären Querwandlamellen noch längere Zeit sichtbar, bis sie nach und nach — wahrscheinlich durch Vergallerten — vollständig verschwinden.

Pleurotaenium.

Bei der Zellteilung wird die neue Querwand gewöhnlich sehr frühzeitig, noch bevor die beiden alten Schalen merkbar auseinander gerückt sind, angelegt (II. 35, 36). Dass dieser Querwandbildung jedoch auch hier das Einschalten eines cylindrischen Membranstücks vorhergeht, war z. B. an einem zerquetschten Individuum, bei dem das ziemlich weit untergreifende Cylinderstück sich aus der einen Schale herausgelöst hatte, deutlich zu erkennen (II. 38).

Nachdem die neugebildete Querwand durch aufgelagerte Lamellen genügend verdickt ist, spaltet sie sich am Rande in zwei Blätter, und diese wölben sich sofort gegen einander vor. Das (nunmehr in der Mitte durch einen Querriss halbirte) Cylinderstück aber wächst an den beiden freien Rändern noch längere Zeit fort, während die beiden alten Zellhälften immer weiter auseinander rücken (II. 39).

Die Poren sind an der Membran der jungen Zellhälfte schon ziemlich frühzeitig vorhanden, wenn auch zunächst nur schwer sichtbar zu machen. Sie werden zuerst an den Spitzen der jungen Zellhälften sichtbar, sind im Anfange sehr fein und scheiden zunächst auch noch keine Gallerte aus. Eine Gallertausscheidung beginnt erst, nachdem die Poren erweitert sind.

Häufig werden bei dieser Gattung, wie schon de Bary¹⁾ angiebt, die Membranen der neugebildeten, jungen Zellhälften durch neue Membranen ersetzt und dann abgestreift. Dieses Abstreifen wird indessen nicht, wie de Bary annimmt, dadurch erzielt, dass Gallerte zwischen den beiderlei Membranen sich anhäuft und dann aufquillt. In keinem der Fälle, die ich untersuchen konnte, war durch irgend eines der Färbungsmittel, die sonst Gallerte regelmässig färben, zwischen den beiderlei Häuten Gallerte nachzuweisen.

In einem besonderen Falle wurde ein *Pleurotaenium nodulosum* mit zwei Hüllhäuten beobachtet (II. 32,33). Die äussere Haut schien die vor der Teilung des Mutterindividuums abgeworfene Membran der ganzen Zelle zu sein; sie liess an einzelnen Stellen noch Poren erkennen. Die inneren Hüllhäute waren die porenlosen abgestreiften, äusseren Membranen der jungen Zellhälften. Im Innern dieser inneren Hüllhäute war ebensowenig Gallerte vorhanden wie zwischen denselben und der äusseren Hüllhaut, wie auch daraus hervorging, dass sich beim Verschieben die verschiedenen Häute zusammen und dicht an einander legten. — Die an den jungen Zellhälften ansitzende Gallerte zeigte die gewöhnliche Breite und Struktur.

Cosmarium.

Die Teilung der Arten von *Cosmarium* vollzieht sich im allgemeinen genau in der oben beschriebenen Weise: es wird ein kurzes cylindrisches Membranstück an der mittleren Ein-

1) l. c. p. 45.

schnürungsstelle der Zelle eingeschaltet; an dieses setzt sich dann die neue Querwand an, nachdem die beiden alten Schalen ein wenig auseinander gerückt sind; die Querwand spaltet sich darauf (wahrscheinlich durch Vergallerten der primären mittleren Lamellen), und schliesslich wächst die junge Zellhälfte zu einer der älteren Zellhälfte ganz analogen Gestaltung heran.

Auch hier kommt es bei einigen Species z. B. *Cosmarium Botrytis* vor, dass gegen Ende der Zellteilung an den jungen Zellhälften die neugebildeten Schalen resp. die gewölbten Abschnitte dieser Schalen abgeworfen und durch neue Membranen ersetzt werden; doch konnte auch hier niemals Gallerte zwischen den beiderlei Membranen nachgewiesen werden. Es wurde dagegen zuweilen beobachtet, dass sich die abgeworfenen Membranen bis zur unmittelbaren Berührung an die neuen Membranen anlegten, was doch bei Anwesenheit von Gallerte nicht hätte geschehen können. — An diesen abgestreiften Häuten waren niemals Poren und daher auch niemals äussere Hüllgallerte nachzuweisen.

Bei *Cosmarium Phaseolus* wurden wiederholt Zellen beobachtet, welche nur an der einen Zellhälfte von Gallerte umhüllt waren; die andere Zellhälfte zeigte allerdings schon Poren, doch waren dieselben äusserst fein und demgemäss noch nicht zur Gallertabscheidung geeignet.

Micrasterias.

Die Vorgänge der Zellteilung bieten nichts besonders abweichendes: nachdem ein kurzes cylindrisches Membranstück eingeschaltet ist (III. 4), wird eine Querwand an dasselbe angesetzt (III. 5, 6); später spaltet sich diese Querwand von dem Aussenrande her allmählich (III. 13). Das eingeschaltete Membranstück, jetzt durch einen Querriss in zwei Hälften geteilt, wächst dabei an den freien Rändern fort und fort nach. Die beiden jungen Zellhälften nehmen langsam halbkugelige Gestalt an (III. 12), um später allmählich zu der charakteristischen Form der betreffenden Species sich auszubilden (III. 11, 16, 17, 18).

Der Zusammenhang zwischen den beiden Tochterzellen bleibt, wenn nicht äussere Einwirkungen hindernd dazwischen

treten, bestehen, bis die neuen Zellhälften ihre definitive Ausbildung erlangt haben, und dauert häufig sogar auch dann noch längere Zeit fort. Dies zähe Festhalten wird dadurch erleichtert, dass der centrale Teil der primären Querwandlamellen erst sehr spät vergallertet (III. 10); letztere waren beispielsweise sehr oft zwischen zwei völlig ausgebildeten Individuen von *Micrasterias rotata* noch vorhanden (III. 20). — Diese letztgenannte Species bietet auch ein instruktives Beispiel für die allgemein gültige Regel, dass zwei Desmidiencellen niemals in genau paralleler Stellung, sondern stets etwas verschränkt aneinander stossen.

Closterium.

Bei der Beschreibung der Zellteilung von *Closterium* sind die Arten mit Querstreifen von den Arten ohne Querstreifen zunächst zu trennen, da der Beginn der Teilung bei beiden Arten verschieden ist.

Bei den Arten ohne Querstreifen rücken die beiden Schalen etwas auseinander, und zugleich wird an dieser Stelle ein kurzes, unter beide Schalenränder untergreifendes, cylindrisches Membranstück eingeschaltet. Dieses Einschalten des cylindrischen Membranstückes erfolgt, bevor die Kernteilung eingeleitet ist. An dieses eingeschaltete Membranstück setzt sich dann die Querwand an, die zunächst als schmale Ringleiste sichtbar wird (III. 41, 42), dann allmählich nach der Mitte hin sich verbreitert und endlich in der Mitte vollständig zusammenschliesst. — Etwas anders ist der Beginn der Zellteilung bei den Closterien mit Querstreifen. Hier erfolgt nicht ein Auseinanderrücken der beiden Schalen von der Zusammenschlussstelle aus, sondern es wird hier die untergreifende jüngere Schale dicht neben der Anschlussstelle durch einen ringförmigen Riss geöffnet, sodass ein schmaler, ringförmiger Abschnitt derselben mit der älteren Schale in Verbindung bleibt; gleichzeitig (resp. kurz vorher) wird an dieser Rissstelle ein kurzes, cylindrisches Membranstück eingeschaltet, und an dieses Cylinderstück setzt dann die neugebildete Querwand an.

Weiterhin zeigen die beiderlei Arten von *Closterium* dann wieder Übereinstimmung.

Nachdem nemlich die primäre Querwand durch neue aufgelagerte Membranlamellen verstärkt worden ist, beginnt dieselbe, sich an der Peripherie zu spalten, während das kurze, cylindrische Membranstück an dieser Stelle (anscheinend durch Verquellen) sich öffnet. Die Spaltung der Querwand schreitet dann von aussen nach der Mitte zu gleichmässig fort, wobei die beiden auseinanderweichenden Hälften sich gegen einander vorwölben, so dass jede der beiden Zellhälften durch eine flachgewölbte Kappe abgegrenzt wird.

Nach vollendeter Teilung findet an diesem flachgewölbten Ende der Zelle zunächst ein lebhaftes Spitzenwachstum statt, inolge dessen die zuwachsende neue Zellhälfte eine konisch verjüngte Gestalt annimmt. Bald aber hört dieses Spitzenwachstum auf, und nun wird — wenigstens bei den Closterien mit gestreifter Zellhaut — an der Membran dieser jungen Zellhälfte das Auftreten der charakteristischen Längsstreifung erkennbar.

Diese Streifung der Membran wird zuerst an der verjüngten Spitze der jungen Zellhälfte sichtbar, während die junge Zellhälfte selbst noch an Länge zunimmt. Von der Spitze aus dehnt sich dann diese Streifung nach und nach bis an die Anschlussstelle der jungen Zellhälfte aus, wo sie zuletzt sichtbar wird. — Hieraus ergibt sich, dass nach Ausbildung jener konisch verjüngten Spitze die weitere Vergrösserung der Membran nur noch zunächst der Anschlussstelle durch Fortwachsen des untergreifenden freien Randes erfolgt, bis schliesslich die junge Zellhälfte ihre endgiltige Gestalt erreicht hat.

Ziemlich gleichzeitig mit der eben erwähnten Streifung tritt gewöhnlich auch eine Färbung der betreffenden Membranabschnitte ein. Auch diese Färbung zeigt sich zuerst an der Spitze der Schalen; dann verbreitet sie sich über die ganze Schale hin, um mit zunehmendem Alter auch an Intensität zuzunehmen. —

Zu diesen Vorgängen kommt dann noch bei den Gürtelband-Closterien die Ausbildung des Gürtelbandes der jungen Schale hinzu.

In gleicher Weise, wie soeben für die Zellteilung beschrieben worden ist, löst sich durch einen ringförmigen Riss das neue Schalstück unter Zurücklassung eines

schmalen Membranringes von dem Gürtelbande der alten Schale los, während ein kurzes cylindrisches Membranstück an dieser Rissstelle eingeschaltet wird. Dieses Cylinderstück greift mit zugeschärften Rändern nach beiden Seiten hin unter das junge Schalstück und unter den genannten Membranring unter. Dieses Cylinderstück dehnt sich dann mehr und mehr in die Länge aus und wächst so allmählich zu dem Gürtelband der neuen Schale heran, wobei sich zu gleicher Zeit auch die charakteristische Färbung und Streifung auf demselben ausbreitet. Die Membran des ausgewachsenen Individuums besteht dann wieder aus zwei Schalstücken nebst den dazu gehörigen beiden Gürtelbändern. —

Bei der soeben behandelten Gruppe der *Closterium*-Arten mit Querstreifen, sowol bei den mit Gürtelband versehenen als auch bei den gürtelbandlosen Arten, findet zu Beginn der Zellteilung, wie beschrieben, nicht ein Auseinanderrücken der beiden Schalen — wie dies bei den glatten Arten von *Closterium* der Fall ist — sondern ein Aufreissen der Membran der untergreifenden Schale statt. Dieses Durchreissen der Zellmembran wird dadurch wesentlich erleichtert, dass an der Stelle, an welcher das Aufreissen vor sich geht, die Membran von einer Reihe mehr oder weniger dicht stehender Poren durchbohrt ist (III. 45). Diese Poren laufen rings um die ganze Zelle und sind wahrscheinlich schon in der neugebildeten jungen Membran in ihrer ersten Anlage vorhanden, ganz deutlich erkennbar werden sie jedoch erst beim Älterwerden der betreffenden Schalteile (III. 43, 54). — Zuweilen gelingt es, aus der älteren Schale die jüngere in der Weise herauszuquetschen, dass der schmale, durch den Porenkranz bereits deutlich abgegliederte Membranring der jüngeren Schale noch anhäftet (III. 44); gewöhnlich wird allerdings beim Quetschen die Membran der jüngeren Schale in dem Porenringe zerrissen. —

Bei den quergestreiften Arten von *Closterium* zerreisst also, wie gezeigt, im Beginne der Zellteilung die Membran der untergreifenden Schale dicht neben der Zusammenschlussstelle der beiden Zellhälften. Es schliesst daher nach beendeter Teilung bei dem einen der beiden Tochter-Individuen die neugebildete Schale nicht direkt an die ursprüngliche,

alte, übergreifende Schale an, sondern ist von dieser durch einen schmalen Membranring getrennt, welcher vor der Teilung der betreffenden untergreifenden Schale zugehörte. Dieser Membranring oder diese Querbinde, deren Breite ungefähr der Länge eines Kerndurchmessers gleichkommt, stellt nun einen jener Querstreifen dar, welche den betreffenden *Closterium*-Arten das so charakteristische Aussehen verleihen. Die Zahl dieser Querstreifen oder Querbinden ist bei den einzelnen Individuen wechselnd. Nach jeder einzelnen Zellteilung erscheint diese Zahl bei dem einen Tochter-Individuum um eins grösser als bei dem Mutter-Individuum; war dieses Mutter-Individuum ein vollständig bindeloses Individuum, so tritt nach der Teilung an dem einen Tochter-Individuum die erste Querbinde auf. — Das zweite aus derselben Teilung hervorgehende Tochter-Individuum besitzt keine Querbinden, da bei diesem die Membran der neugebildeten Zellhälfte direkt unter jene Schale greift, welche sich unter Zurücklassung der Querbinde von dem Mutter-Individuum getrennt hatte.

In genau derselben Weise wie bei der Zellteilung wird bei den mit Gürtelband versehenen Arten von *Closterium* durch die Einschiebung des Gürtelbandes die Zahl der Querbinden um eine weitere vermehrt, indem sich hierbei die junge Schale ebenfalls unter Zurücklassung einer Querbinde von der alten Schale löst.

Aus der vorstehenden Darstellung ergibt sich, dass die Anzahl der Querbinden bei den verschiedenen Individuen einer einzelnen Species eine wechselnde sein muss. Es wird dies noch deutlicher hervortreten, wenn wir noch etwas genauer eingehen auf die Verschiedenheiten, die in dieser Beziehung zwischen den Abkömmlingen einer Mutterzelle nach mehreren Zellteilungen vorhanden sind.

Nehmen wir zunächst von einer gürtelbandlosen Art von *Closterium* ein Individuum, welches keine Querbinde besitzt, zum Ausgang der Besprechung. Nach einmaliger Zellteilung liegen dann zwei Tochterzellen vor, von denen, wie oben gezeigt, die eine keine, die andre eine Querbinde besitzt. Um die Breite dieses untergreifenden Membranringes hat die am Mutterindividuum übergreifende Schale sich verlängert, während die vorher untergreifende Schale sich um ebensoviel verkürzt hat. — Bei der nun folgenden Zellteilung unterziehen sich zwei Zellen derselben. Nach Beendigung dieser Teilung sind vier Individuen vorhanden, von denen zwei keine Querbinden besitzen, eins mit einer und eins mit

zwei Querbinden versehen ist. Aus diesen vier Individuen gehen nach beendeter nächster Teilung acht Tochterzellen der 3. Generation hervor. Von diesen acht Individuen sind vier querbindenlos; die andere Hälfte der Nachkommen besitzt Querbinden, und zwar haben zwei Zellen eine Querbinde, während von den beiden andern die eine zwei, die andre drei Querbinden besitzt. — In dieser gesetzmässigen Weise schreitet dann bei weiteren Teilungen die Vermehrung der Querbinden fort.

Die Anzahl der in einer Generation entstandenen Individuen ergibt die Potenz von 2, deren Exponent die Zahl der ausgeführten Teilungen ist. Die Hälfte derselben ist stets querbindelos, der vierte Teil der Nachkommenschaft besitzt eine Querbinde, der achte Teil der Zellen ist mit zwei Querbinden versehen u. s. f.; ein Individuum jeder Generation besitzt genau so viel Querbinden als Teilungen vollzogen worden sind, ein andres besitzt eine Querbinde weniger. —

Etwas anders stellen sich die Verhältnisse für die *Closterium*-Arten mit Gürtelband.

Aus einem ausgewachsenen einbindigen Individuum entstehen durch Teilung zunächst zwei Individuen, deren Membran aus je zwei Schalstücken und einem Gürtelband zusammengesetzt ist; von diesen Individuen besitzt das eine keine, das andre zwei Querbinden. Wird hierauf das zweite Gürtelband eingeschoben, so entstehen dabei wiederum Querbinden und von den ausgewachsenen beiden Individuen der ersten Generation trägt nun eins eine, das andre drei Querbinden. — Von den bei dem nächsten Teilungsschritt aus diesen Zellen entstehenden Tochterindividuen, die zunächst nur erst ein Gürtelband besitzen, werden zwei keine Querbinden haben, die beiden andern je eine Querbinde mehr als das Mutterindividuum, also eins wird zwei, das andre vier Querbinden besitzen; nach der dann darauf folgenden Einfügung des Gürtelbandes wird an jedem Individuum die Zahl der Querbinden um eine vermehrt: Zwei Closterien besitzen je eine Querbinde, eins trägt drei und das andre fünf Querbinden. — Unter den ausgewachsenen acht Nachkommen dieser Generation sind dann vier mit einer Querbinde versehen, zwei besitzen drei, eins besitzt 5 und eines 7 Querbinden. Auch hier ist die Vermehrung eine regelmässige: die Hälfte der Nachkommen besitzt eine Querbinde, der vierte Teil derselben trägt drei, der achte Teil fünf Querbinden u. s. w.; ein Individuum endlich besitzt eine Querbinde mehr, ein anderes eine Querbinde weniger, als die doppelte Anzahl der vorausgegangenen Teilungen beträgt.

So findet, wie wir gesehen haben, die Querbindenbildung bei jeder Teilung und ebenso bei jeder Einschiebung eines Gürtelbandes statt, sofern überhaupt die betreffenden Closterien Querbinden besitzen. Keineswegs aber so regelmässig wie das Auftreten ist die Länge der Querbinden. In der Regel von der Länge eines Kerndurchmessers zeigt die einzelne

Querbinde mitunter auch die Länge eines ganzen Gürtelbandes.

Solche infolge irgend welcher Zufälligkeiten entstandene, abnorm lange Querbinden geben vielfach auch Anlass zu Missbildungen oder Zwillingsbildungen verschiedenster Art. Aussergewöhnlich breite Binden finden sich sowol am Ende einer Reihe von Querbinden (III. 47), als auch eingeschaltet zwischen Querbinden von gewöhnlicher Länge (III. 46, 52). Ist die letztgebildete Querbinde von besonderer Länge, so entstehen Individuen, die scheinbar drei Gürtelbänder besitzen (III. 51). Solche sehr lang gereckten Querbinden haben fast regelmässig auch die Neigung, sich in der Mitte zu spalten (III. 50) und hier ein neues Membranstück einzufügen (III. 55), in welchen Fällen dann gewöhnlich die übereinstimmende Farbe der betreffenden Schaltheile auf das gleiche Alter schliessen lässt.

Fast ebenso häufig wie die Querbinden sind übrigens auch die bei der Teilung eingeschalteten, cylindrischen Membranabschnitte die Veranlassung zu Missbildungen; diese übermässig verlängerten Membranringe sind dann gewöhnlich durch die hellere Färbung, mit welcher sie zwischen dunkler gefärbte Schalstücke eingeschaltet sind (III. 58) leicht kenntlich. Die Teilung der Zelle erscheint in solchen Fällen verhindert, dafür aber scheint durch irgend welche Umstände das Flächenwachstum der Membran besonders begünstigt zu sein. Solche überlangen Membranringe krümmen sich auch mitunter in der Mitte (III. 56), an der sie zugleich etwas verengert sind, mehr oder weniger ein. Sie gewähren dann den Anschein von zusammengewachsenen jungen Schalen zweier verwachsener Individuen. Ja in gewisser Hinsicht nehmen sie häufig ganz den Charakter von Schalen an: sie lösen sich nemlich von den Gürtelbändern der alten Zellhälften unter Zurücklassung einer Querbinde los, während neue Gürtelbänder an der Rissstelle sich einschalten (III. 59).

Die angeführten Unregelmässigkeiten des Wachstums und die Zwillingsbildungen kommen zumeist nur bei Gürtelband-Closterien vor; bei den gürtelbandlosen Arten weisen die seltener vorkommenden Missbildungen gewöhnlich nur Verdrehungen oder Verkrüppelungen der neu hinzuwachsenden Zellhälfte auf; indessen auch hier wächst bei verhinderter

Teilung der eingeschaltete kurze, cylindrische Membranring zu einem breiten Streifen aus; eine derartige Missbildung trat z. B. bei einem auf dem Objektträger cultivirten *Closterium moniliferum* auf (III. 48).

In mehreren Punkten abweichend von obiger Darstellung lauten Fischers Angaben über die Zellteilung der Closterien. Fischer schildert das Verhalten der Membran bei der Zellteilung bis zur Isolirung der Tochterzellen in folgender Weise.¹⁾

Noch vor dem Beginn der Querwandbildung schnürt sich die Membran der *Closterium*-Zelle in der Mitte, da, wo der Zellkern liegt, leicht ein; bald darauf reißt dieselbe in zwei ringsumlaufenden Rissen, rechts und links von der Einschnürungsstelle, auseinander. Kurz vor diesem Aufreißen oder gleichzeitig damit entsteht die erste Anlage der Querwand in Gestalt einer einwärts vorspringenden Ringleiste, welche genau an die eingeschnürte Stelle der Membran ansetzt. — Der durch die beiden ringsumlaufenden Risse isolirte, in der Mitte etwas eingeschnürte Membranring biegt sich mit seinen freien Rändern etwas nach aussen und bildet dadurch zwei ringförmige Leisten (von Fischer als Querbinden bezeichnet), die über die Oberfläche der Zelle und speziell über die anstossenden, durch die Querrisse freigelegten Ränder der beiden anderen grösseren Abschnitte der Zellmembran ein wenig hervorragen. Diese beiden grösseren Abschnitte der Zellmembran werden dann an den Rissstellen etwas näher an das ausgegliederte Mittelstück herangeschoben, so dass sie mit den freien Rändern unter die vorspringenden Ränder des Mittelstückes untergreifen und hierdurch den für einen Moment unterbrochenen Zusammenhang der Zellmembran (unter allmählichem Verwachsen der Rissränder) wieder herstellen.

Die Teilung der Zelle in zwei Tochterzellen wird dann durch allmähliche Vollendung der Querwand zum Abschluss gebracht. Hierauf erfolgt die Isolirung der beiden Tochterzellen durch Spaltung der neugebildeten Querwand. Dieser Vorgang beginnt damit, dass sich der bei Beginn der Teilung ausgegliederte Membranring an der Einschnürungsstelle in einem ringsumlaufenden Risse öffnet und dadurch in zwei gleiche Ringe teilt. Hierauf spaltet sich die Querwand von aussen nach innen fortschreitend in zwei Lamellen. Jede dieser Lamellen wächst dann zu der Membran der neu zuwachsenden Zellhälfte heran. An beiden Tochterzellen aber schliesst diese Membran an ihrem Aussenrande an den eben erwähnten schmalen Ring, die Hälfte des ursprünglich ausgegliederten Membranringes, an.

In dieser Weise beschreibt Fischer für sämtliche *Closterium*-Arten den Beginn der Zellteilung. Demgegenüber ist zunächst hervorzuheben (was auch schon Gay betont hat), dass thatsächlich ein eingreifender Unterschied vorhanden ist zwischen den *Closterium*-Arten mit Querstreifen

1) l. c. p. 229 ff.

und den Arten ohne solche. Bei den letzteren Arten bieten die Teilungsvorgänge eigentlich nichts abweichendes von der Teilung der bisher beschriebenen Desmidiën: die beiden Schalen der Zelle rücken auseinander, während ein untergreifender cylindrischer Membranring eingeschaltet wird, und darauf wird eine Querwand an den eingeschalteten Membranring angesetzt.

Etwas anders verlaufen die Teilungsvorgänge bei den Arten von *Closterium*, welche mit Querbinden versehen sind, und offenbar beziehen sich die Beobachtungen Fischers nur auf *Closterium*-Arten dieser Gruppe. Eine Einschnürung der Zellmembran vor Beginn der Teilung, wie es Fischer beschreibt, habe ich jedoch bei diesen Arten nie wahrgenommen. Ein Aufreißen der *Closterium*-Membran, welches nach Fischers Beobachtung bald nach dem Einschnüren erfolgen soll, findet allerdings statt, doch habe ich stets nur einen Riss beobachtet, niemals eine Ausgliederung eines kurzen Membranringes durch Aufreißen an zwei benachbarten Stellen. Der Ort dieses Aufreisens der Zellmembran ist überall bereits vorgezeichnet durch die Anlage eines Porenringes, was Fischer vollständig entgangen ist. Auch entspricht es nicht dem thatsächlichen Verhalten, dass durch den Riss der Membran die Zelle vollständig geöffnet wird: ein schmaler, dünner, cylindrischer Membranring, der mit den freien, zugeschärften Rändern unter die alten Schalenteile untergreift, ist an der Rissstelle auf der Innenseite der Membran ausgebildet worden, bevor der Durchriss der Zellmembran ganz perfekt geworden ist. An diesen neu eingeschalteten, cylindrischen Membranring setzt dann die Querwand an, nicht, wie Fischer beschreibt, an die Mitte eines momentan ausgegliederten Membranringes, welcher mit den vorspringenden, freien Rändern zwei „Querbinden“ bildet.

Ebensowenig kann ich die weiteren Angaben Fischers bestätigen, dass der ausgegliederte schmale Membranring in zwei Hälften sich teile und dass jeder Tochterzelle eine dieser beiden Hälften in Gestalt eines ganz schmalen Ringes mit vorspringendem Rande („Querbinde“ Fischers) zufalle. Der schmale Membranring, der zu Beginn der Zellteilung von der jüngeren Schale der Mutterzelle durch einen Querriss sich lostrennt, fällt vielmehr nur dem einen der beiden Tochterindividuen als Querbinde zu; die andere Tochterzelle erhält keine Querbinde. —

Durch die Spaltung der Querwand werden die beiden Tochterzellen isolirt. Danach (zum Teil schon vor Vollendung der Spaltung beginnend) erfolgt an beiden Tochter-Individuen das Heranwachsen der neuen Zellhälften und damit zugleich ein Ergänzungswachstum der Zellmembran dieser Tochter-Individuen. Für dieses Ergänzungswachstum stellt Fischer drei Typen auf: das normale, das beiderseitige und das periodische Ergänzungswachstum.

Bei dem normalen Ergänzungswachstum ¹⁾ erfährt die Membran der alten Zellhälfte keine Grössenzunahme, während die Membran der jungen

1) l. c. p. 245.

Hälfte wächst, bis die Tochterzelle die Gestalt der Mutterzelle erlangt hat. Diese Art des Wachstums habe auch ich für alle gürtelbandlosen *Closterium*-Arten constatiren können. Bei den Arten mit gestreifter und gefärbter Membran trat Streifung und Färbung der Membran zuerst an der Spitze der noch wachsenden, jungen Schale auf und verbreitete sich dann allmählich nach der alten Schale „zu“; das Wachstum der jungen Zellhaut ist also bereits an der Spitze beendet, während es an den freien Rändern noch fort dauert.

Das beiderseitige Ergänzungswachstum der Zellmembran unterscheidet sich von dem normalen nach Fischers Angabe dadurch, dass nach beendeter Teilung nicht nur die junge Zellmembran, sondern auch die alte an Länge sowol als an Breite zunimmt. — Ich selbst habe eine Grössenzunahme der alten Schalen bei keiner der mir zu Gebote stehenden *Closterium*-Arten beobachten können.

Der dritte der von Fischer für die Zellteilung der Closterien aufgestellten Typen des Ergänzungswachstums, das periodische Ergänzungswachstum, zeichnet sich dadurch aus, dass die neugebildete Tochterzelle in zwei Wachstumsperioden, welche durch eine Ruhepause geschieden sind, zur normalen Gestalt heranwächst.¹⁾ Nach der Isolirung der beiden Zellhälften führt die erste Periode des Ergänzungswachstums zur Ausbildung „einer halben neuen Zellhälfte.“ Nachdem die Membran dieser neuen Zellhälfte dann während einer Ruhepause Färbung und Streifung der Membran der alten Zellhälfte angenommen hat, „beginnt, von der Mitte der Zelle ausgehend, nach einer Seite hin die Einschiebung eines mehr oder minder breiten Membrangürtels.“²⁾ Eingeleitet wird diese zweite Periode „durch einen Kreisriss in der neugebildeten Membran und zwar an ihrer Übergangsstelle in die Membran der alten Zellhälfte, also dicht hinter der bei der Isolirung der Zellhälfte entstandenen Querbinde.“³⁾ „An der Rissstelle wird neue Membran eingeschaltet, welche von den als Querbinden erscheinenden Enden der zerrissenen alten Membran überragt wird.“⁴⁾

Es ist dieser von Fischer als periodisches Ergänzungswachstum bezeichnete Typus derjenige, nach welchem sich das Wachstum aller mit Gürtelbändern versehenen Arten von *Closterium* vollzieht: unter Zurücklassung einer schmalen Querbinde trennt sich bei Beginn der Zellteilung die jüngere Schale von der älteren los, nachdem ein untergreifender, cylindrischer Membranring, an den die Querwand ansetzt, eingeschaltet worden war; nach der Isolirung der beiden Tochterzellen wächst die junge Membran zu dem Schalstück der neuen Zellhälfte aus und nimmt allmählich die charakteristische Streifung und Färbung der betreffenden Spezies an; darauf löst sich das junge, untergreifende Schalstück von

1) l. c. p. 262 ff.

2) l. c. p. 262.

3) l. c. p. 265.

4) l. c. p. 264.

dem Gürtelband der alten Schale durch einen ringsumlaufenden Riss, dessen Stelle durch einen Porenkranz bereits vorbereitet war, los, nachdem auf der Innenseite dieser Rissstelle ein cylindrischer, unter die benachbarten Schalenteile mit zugeschärften Rändern sich fortsetzender Membranring ausgebildet worden war. Dieser jetzt blossgelegte Membranring wächst dann allmählich zum Gürtelband der neuen Zellhälfte aus und nimmt nach und nach Streifung und Färbung in charakteristischer Ausbildung an.

In dieser Weise muss ich meinerseits die Angaben Fischers über das Verhalten der Zellmembran bei dem sogenannten periodischen Ergänzungswachstum berichtigen. —

So ergeben meine Untersuchungen über die Zellteilung der Closterien zahlreiche Abweichungen von den Beobachtungen Fischers. Namentlich gehen die beiderseitigen Resultate in Bezug auf das Auftreten der Querbinden (die freilich für Fischer nur vorspringende Kanten bilden, nach meiner Bezeichnungsweise dagegen schmale Membranringe darstellen) wesentlich auseinander. Ich unterlasse es jedoch hier noch ausführlicher auf diese Differenzen im Einzelnen einzugehen.

Penium.

Die ersten Schritte der Zellteilung vollziehen sich bei den Arten von *Penium* in ganz ähnlicher Weise wie bei den querbindelosen Arten von *Closterium*. Es verhalten sich dabei die *Penium*-arten mit mehrfach zusammengesetzter, gekörnelter Schale genau ebenso wie die Arten mit glatter Membran. Die untereinander greifenden Schalen rücken ein wenig auseinander, während zugleich ein unter beide Schalen mehr oder weniger weit untergreifender, cylindrischer Membranring eingeschaltet wird. An diesen Ring setzt dann in der Mitte die als Ringleiste auftretende Querwand an (III. 61 a, b) häufig bevor noch die Kernteilung beendet ist. Die Querwand schliesst dann allmählich in der Mitte zusammen und spaltet sich hierauf von der Peripherie her in zwei Lamellen, welche über den beiden alten Zellhälften sich schwach hervorbölen (III. 62). Nach und nach wachsen dann diese hervorbölen Lamellen zu den jungen Schalen der beiden Tochterindividuen heran.

Soll bei den *Penium*-Arten mit mehrfach zusammengesetzter Schale ein neuer Schalenteil eingeschoben werden, so reisst die Membran ringförmig durch. Dass auch hier, wie bei den correspondirenden Arten von *Closterium* das Aufreißen der Zellmembran durch die Ausbildung eines Poren-

kranzes vorbereitet werde, konnte ich jedoch nicht direkt nachweisen. Doch war sicher zu constatiren, dass auch hier vor dem Aufreissen an der Rissstelle ein beiderseits untergreifender, cylindrischer Membranring eingeschaltet wird, welcher allmählich zu dem neuen Schalteile auswächst. —

Einige Male wurde auch beobachtet, z. B. bei *Penium interruptum*, dass eine ganze Kolonie von Individuen in Gallerte eingebettet war. In dieser Gallerte liess sich jedoch eine bestimmte Struktur nicht nachweisen; diese Gallerte dürfte wahrscheinlich von einer abgeworfenen, vergallerteten Membran hergerührt haben.

De Bary¹⁾ beobachtete seiner Zeit bei *Penium interruptum*, dass nach der Teilung noch ein Wachstum der alten Membran stattfand. Dies zu constatiren gelang ihm dadurch, dass der Übergang der alten Hälfte der Zellmembran in die junge Kappe als scharf abgesetzte Kante deutlich kenntlich war (T. V fig. 4). Ich habe bei *Penium interruptum* nach Vollendung der Zellteilung nur ein Wachstum der jungen Kappe, niemals eine Grössenzunahme der alten Membran bemerken können; auch war es mir unmöglich, die erwähnte scharfe Kante, sei es bei den mehrfach von mir beobachteten Teilungsstadien, sei es bei den ziemlich zahlreichen ausgewachsenen Individuen, die ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, zu erkennen.

Spirotaenia Bréb.

Die spindelförmigen, geraden, in der Mitte nicht eingeschnürten Zellen besitzen spiralig gewundene, wandständige Chlorophyllbänder.

In der gesammten vorstehenden Darstellung ist die Desmidiaceen-Gattung *Spirotaenia* bisher unerwähnt geblieben. Diese Gattung nimmt in der That eine ganz entschiedene Ausnahmestellung unter den Desmidiaceen ein. Denn während die Zellhaut der übrigen Desmidiaceen durchweg aus zwei gleichartigen, getrennten, oder doch mehr oder weniger leicht trennbaren Hälften zusammengesetzt ist, besteht bei *Spirotaenia* die ganze Zellmembran aus einem einzigen zusammenhängenden Stücke.

Diese Zellmembran ist in ihrer ganzen Ausdehnung zusammengesetzt aus mehreren, successive ausgebildeten Hautlamellen, welche dicht zusammenschliessen, und ist auswärts umgeben von mehreren, gallertig aufgequollenen Häuten. Während die Zelle von Zeit zu Zeit immer wieder eine neue Hautlamelle der Membran anfügt, quellen die älteren Lamellen

1) l. c. p. 44.

mehr und mehr, mitunter recht bedeutend, gallertig auf und bewirken so die Ausbildung einer Hülle, welche bei den übrigen Desmidiaceen keine Analogie findet.

Ebenso auch sind bei *Spirotaenia* die Vorgänge der Zellteilung, über die mir jedoch leider keine lückenlosen Beobachtungen vorliegen, mit den entsprechenden Vorgängen der übrigen Desmidiaceen keineswegs übereinstimmend.

Nach diesen Angaben möchte es zweckmässiger erscheinen, die Gattung *Spirotaenia* (vielleicht in Verbindung mit *Cylindrocystis* Menegh. und *Mesotaenium* Näg., die mir allerdings nur aus Abbildungen bekannt sind) von den echten Desmidiaceen zu trennen und im Systeme als besondere Gruppe zwischen Zygnemaceen und Desmidiaceen einzuschalten.

Einige speziellere Angaben über *Spirotaenia* mögen sich noch anschliessen.

Spirotaenia condensata Bréb. (de Bary l. c. p. 75 T. V fig. 12). Die Zellen sind cylindrisch mit abgerundeten Enden; jede Zelle besitzt ein einziges, 8 bis 12 mal gewundenes Chlorophyllband.

Die meisten der beobachteten Individuen zeigten nach Zusatz von färbenden Reagentien ausser der direkt an das Protoplasma anschliessenden, ziemlich derben Zellmembran noch verschiedene mehr oder weniger aufgequollene Hüllhäute; der Grad der Verquellung der einzelnen Hautlamelle nimmt von der Zellmembran nach den äusseren Hüllhäuten hin zu. Diese Hüllhäute sind in wechselnder Zahl an den einzelnen Zellen vorhanden; an einem Individuum wurden beispielsweise sechs gezählt (III. 64). Bei Zusatz stärkerer Farbelösung schrumpfen diese Häute und legen sich bei genügender Concentration der Farbelösung sämmtlich dicht an einander an; bei Wasserzusatz quellen sie dann wieder auf.

Das Aufquellen der einzelnen Hüllhäute hat eine Vergrösserung der Flächenausdehnung derselben zur Folge. Die Fähigkeit zu solcher Flächenausdehnung ist jedoch in den einzelnen Hüllhäuten eine begrenzte, so dass die älteren äussersten Hüllhäute sich nicht weiter auszudehnen vermögen. Die nächstinneren, noch in Dehnung begriffenen Häute lehnen sich daher schliesslich den äussersten Häuten auf der Innenseite dicht an und üben einen immer stärkeren

Druck auf dieselben aus. Diese vermögen endlich diesem Druck nicht mehr Widerstand zu leisten und platzen und zwar gewöhnlich an dem einen Ende der langgestreckten Zelle, ziehen sich dann nach dem andern Ende hin zusammen und werden schliesslich abgestreift. Bei diesem Vorgange kann man sich dann auch deutlich davon überzeugen, dass der Raum zwischen je zwei auf einander folgenden Hüllhäuten nicht mit Gallerte ausgefüllt ist.

Nach beendeter Teilung besitzt jedes Tochter-Individuum eine eigene Zellmembran; ausserdem aber sind beide Tochterzellen noch von den Hüllhäuten umgeben, die vorher die ungeteilte Mutterzelle umhüllten hatten (III. 65).

Hüllgallerte derselben Art wie bei den echten Desmidiaceen wurde bei *Spirotaenia* niemals beobachtet. Wenn eine solche mitunter anderwärts beschrieben wurde, so sind zweifellos die verquellenden Hüllhäute, wie sie auch ähnlich bei *Chroococcus*¹⁾ oder *Gloeocapsa*²⁾ vorkommen, dafür angesehen worden. Aus dieser Natur der *Spirotaenia*-Gallerte aber erklärt sich auch einfach der Umstand, dass sich in dieser Gallerte durch Anwendung färbender Reagentien eine Struktur, ähnlich der Struktur der *Hyalotheca*-Gallerte, nirgends nachweisen lässt³⁾.

Schluss.

Zum Schlusse der ganzen Darstellung sei es mir gestattet, einige Resultate der mitgetheilten Beobachtungen noch einmal in Kürze zusammenzustellen.

1. Die Zellen der Desmidiaceen bestehen, wie bekannt, aus zwei Hälften. Diese beiden Hälften sind jedoch nicht genau symmetrisch, sondern sind stets ein wenig gegen einander verschränkt: die Symmetrieebene der einen Zelhälfte fällt nicht mit derjenigen der andern Hälfte zusammen, sondern schneidet dieselbe stets unter einem spitzen Winkel.

Dieses für die Desmidiaceen charakteristische Verhalten

1) Nägeli l. c. T. I A. fig. 1.

2) *ibid.* F. fig. 1.

3) vgl. die Angaben von Klebs (l. c. p. 381), der vergebens versucht hatte, in der Hüllgallerte von *Spirotaenia* Struktur nachzuweisen.

zeigt bei genauerer Prüfung jede Zelle, deren Form eine Untersuchung dieser Frage überhaupt zulässt. Die nach der Teilung gelegentlich noch zusammenhängenden Zellen der einzeln lebenden Arten lassen daher ebensowol wie die zu Fäden verbundenen Individuen anderer Arten stets deutlich eine Drehung der ganzen Zellreihe erkennen.

2. Die Zellhaut der Desmidienezellen besteht stets aus zwei gleichwertigen, getrennten Stücken, welche mit ihren zugeschärften Rändern einander fest umfassen. Diese beiden Schalen können mehr oder weniger leicht durch Druck isolirt werden.

Eine Ausnahme von dieser Regel macht nur die Gattung *Spirotaenia*, bei welcher die ganze Zellhaut aus einem einzigen zusammenhängenden Stücke besteht. Diese Gattung ist daher besser von den echten Desmidiéen zu trennen und mit *Mesotaenium* und *Cylindrocystis* zu einer besonderen Gruppe, die im Systeme zwischen den Zygnemeen und Desmidiéen einzuschalten ist, zu vereinigen.

Bei manchen Arten von *Penium* und *Closterium* ist die Zellmembran sogar aus mehr als zwei Stücken zusammengesetzt. Bei zahlreichen Arten der letzteren Gattung besteht die Zellmembran aus je 4 Stücken, indem jede der beiden Schalen noch mit einem nachträglich ausgebildeten Gürtelbande versehen ist.

Diese letztere Ausbildung der Zellmembran ist vollständig übereinstimmend mit der Gestaltung der Membran, die den Zellen der Diatomaceen eigen ist und die vielfach als ein charakteristisches und unterscheidendes Merkmal dieser letzteren Algengruppe angesehen wird. Dieses letztere Moment verliert jedoch sehr viel an seiner Bedeutung dadurch, dass es gelungen ist, eine ganz analoge Gestaltung der Zellhaut auch bei den Zellen der Desmidiéen nachzuweisen, einer Algengruppe, die auch sonst in der Gestaltung der Zellen und in der Form der geschlechtlichen Fortpflanzung so sehr viel Übereinstimmung mit den Diatomeen aufweist. Es dürften die obigen Angaben über den Bau der Zellmembran der Desmidiéen sehr wesentlich dazu beitragen, die nahe systematische Verwandtschaft zwischen Desmidiéen und Diatomeen allgemein deutlich zu machen.

3. Bei der Teilung der einzelnen Zelle wird zunächst an der Berührungskante der beiden Schalen auf der Innenseite der Membran ein kurzes, cylindrisches Membranstück eingeschaltet, welches mit seinen zugeschärften Rändern unter die Ränder der beiden Schalen untergreift. Dann rücken die beiden Schalen mit ihren Rändern ein wenig auseinander und legen dadurch das eingeschaltete Membranstück bloß. — Nur bei denjenigen Arten von *Closterium*, welche mit Querbinden versehen sind, findet ein solches Auseinanderweichen der beiden Schalen nicht statt; vielmehr öffnet sich hier die Membran durch einen Querriss (der nahe dem Rande der untergreifenden Schale auftritt), und das cylindrische Membranstück wird an dieser Rissstelle eingeschaltet.

Nachdem dann das eingeschaltete, cylindrische Membranstück mehr oder weniger an Breite zugenommen hat, setzt sich eine schmale Ringleiste auf der Innenseite an dasselbe an und bildet sich, allmählich nach der Mitte hin sich verbreiternd, schliesslich zur vollständigen Querwand aus.

Die beiden Tochterzellen, die durch die Vollendung dieser Querwand gesondert sind, wachsen dann allmählich zu vollständigen Einzelindividuen heran, indem auf der Seite der neugebildeten Querwand eine neue Zellhälfte hervorsprosst. Zur Bildung der Membran dieser neuen Zellhälfte spaltet sich die Querwand in zwei Lamellen und ebenso zerlegt sich jenes eingeschaltete, cylindrische Membranstück in zwei Hälften, die je mit der angrenzenden Querwandlamelle seitlich dicht zusammenschliessen. Diese Vorgänge zeigen im Einzelnen bei den verschiedenen Arten zwar mancherlei Verschiedenheiten, in den allgemeinen Zügen aber verlaufen sie übereinstimmend und führen überall zu dem Resultat hin, dass die beiden neugebildeten Tochterzellen nach der Trennungsfäche hin durch ein einheitliches Membranstück abgegrenzt werden, welches mit seinem freien Rande unter den Rand der alten, von der Mutterzelle überkommenen Schale untergreift. Dieses neugebildete Membranstück wächst dann zugleich mit dem Hervorsprossen der neuen Zellhälfte mehr und mehr heran und bildet sich zu der zweiten jüngeren Schale der ausgewachsenen Tochterzelle aus.

Bei einigen Arten der Desmidiaceen werden nach der

Teilung die neugebildeten jungen Schalen der eben ausgewachsenen Tochter-Individuen sofort, sei es ganz (*Pleurotaenium*), sei es zum grösseren Teile (*Cosmarium Botrytis*), durch neue, analog gestaltete Schalen ersetzt und dann abgestreift.

4. Die Membran der ausgewachsenen Desmidieen-Zelle ist vielfach mit Warzen, Stacheln u. s. w. versehen, wie dies längst bekannt ist. Es zeigte sich aber ferner, dass die Membran in den allermeisten Fällen von bestimmt angeordneten Porenkanälen durchsetzt ist.

Bei den *Closterium*-Arten mit eisenhaltiger Zellmembran sind solche Poren anscheinend nur an den beiderseitigen Endabschnitten der Schalen vorhanden; bei den *Penium*-Arten mit eisenhaltiger Membran konnten sie überhaupt nicht nachgewiesen werden.

Auch bei den *Closterium*- und *Penium*-Arten mit glatter Membran (*Cl. Lunula*, *Cl. moniliferum*, *P. Digitus*, *P. closterioides*, *P. interruptum* u. a.) war das Vorhandensein von Poren nicht mit völliger Sicherheit festzustellen. Allerdings erschien mir die Zellmembran dieser Arten bei Anwendung der stärksten optischen Hilfsmittel fein punktiert, als ob auch hier die Membran vielfach perforirt wäre. Allein diese Punktirung war doch zu fein und zu schwierig erkennbar, als dass ich es wagen möchte, mit Bestimmtheit das Vorhandensein zahlreicher feiner, durchgehender Porenkanäle auch bei den vorgenannten Arten der Desmidieen zu behaupten.

In allen übrigen Fällen aber sind die Poren der Desmidieen-Membran bei Anwendung stärkerer Vergrösserungen deutlich und leicht zu erkennen.

Diese Poren sind durchsetzt von feinen Fädchen, welche einerseits vom Protoplasmaschlauch der Zelle ausgehen, andererseits an der Aussenseite der Poren in kleinere oder grössere Knöpfchen endigen. Diese Fädchen und Knöpfchen stehen, wie gesagt, mit dem Protoplasmakörper der Zelle in direkter Verbindung, verhalten sich auch färbenden Reagentien gegenüber im Allgemeinen ebenso wie das Protoplasma, wenn auch die Intensität ihrer Färbung meist grösser zu sein pflegt als diejenige des Protoplasmakörpers selbst. Diese knöpfchentragenden Fädchen sind daher anzusehen als fadenförmige, cilienartige Fortsätze des Protoplasmakörpers, welche durch

die ganze Dicke der Zellmembran hindurch reichen und ihre knöpfchenartig verdickte Spitze nach aussen vorstrecken.

Die Warzen, Stacheln und Klammern der Zellmembran, die ich in allen untersuchten Fällen stets hohl, niemals massiv fand, sind gewöhnlich ganz frei von Porenkanälen.

5. Die Mehrzahl der Desmidiaceen ist von einer Gallert-hülle umgeben, nur wenige Arten entbehren stets einer solchen Gallerte (*Micrasterias rotata*, *Closterium moniliferum* u. a.). Zuweilen ist diese Gallert-hülle leicht sichtbar (*Didymoprium*), zuweilen ganz durchsichtig und dann nur durch Färbung nachzuweisen (*Cosmarium Phaseolus* u. a.); in manchen Fällen ist diese Gallert-hülle sehr breit (*Hyalotheca*), in anderen Fällen dagegen sehr schmal (*Pleurotaenium turgidum*).

Diese Gallert-hülle ist in allen Fällen aus Kappen oder Prismen zusammengesetzt. Diese Kappen und Prismen sitzen einzeln den einzelnen Poren der Zellmembran auf und schliessen zumeist mit den benachbarten Kappen und Prismen seitlich dicht zusammen zu einer zusammenhängenden Gallert-schicht; seltener erscheinen die einzelnen Kappen und Prismen deutlich isolirt.

Diese Gallertprismen sind häufig durchsetzt von Büscheln feiner Fädchen (*Didymoprium* u. a.), welche von den Porenknöpfchen auslaufen. Diese feinen Fädchen oder Fibrillen sind sehr schwer sichtbar zu machen und ohne Anwendung von Färbungsmitteln überhaupt nicht zu erkennen. Dieselben erstrecken sich von den Porenknöpfchen aus durch die Gallerte hindurch nach aussen bis zur äusseren Oberfläche des Gallertprismas und endigen hier in ganz feine, zuweilen deutlich hervorstehende Spitzchen. — In vielen Fällen freilich sind diese Büschel feiner Fädchen nur undeutlich sichtbar.

Im allgemeinen ist die Struktur der Gallerte von grosser Constanz bei der einzelnen Spezies; doch kommen zuweilen auch Abweichungen von dem gewöhnlichen Verhalten vor. Die Porenknöpfchen werden z. B. mitunter aussergewöhnlich dick (*Xanthidium fasciculatum*), oder erscheinen sogar auf langen Stielchen aus dem Porus auswärts hervorgestreckt (*Staurastrum bicorne*).

Zuweilen auch werden die Gallert-hüllen der einzelnen

Zellen abgeworfen. Gleichzeitig damit aber wird auch von der betreffenden Zelle neue Gallerte ausgeschieden.

Diejenigen Arten der Desmidiëen, an denen deutliche Poren nicht zu erkennen waren, liessen auch keine Gallert-hülle wahrnehmen. Doch fanden sich andererseits einige Arten mit derben Poren (*Micrasterias rotata* u. a.), welche trotzdem constant der Gallert-hülle ermangelten.

6. Was die Funktion der beschriebenen Bildungen betrifft, so dürfte zunächst unzweifelhaft sein, dass die Porenkanäle, die Porenfädchen und die Endknöpfchen derselben zu der Ausbildung der Gallertkappen und Gallertprismen in Beziehung stehen. Die Gallertprismen finden sich ganz allgemein bei den Desmidiëen nur an solchen Stellen der Zellmembran, welche von Poren durchbohrt sind. Es dürfte daher keinem Zweifel unterliegen, dass die Substanz dieser Gallertprismen durch die Poren hindurch aus dem Innern der Zelle ausgeschieden wird. Die Porenfädchen und ihre Endknöpfchen und auch die Büschel feinsten Fibrillen im Innern der Gallertprismen dürften wohl auch mit dieser Gallertausscheidung im Zusammenhange stehen.

Allein es steht dahin, ob diese letzteren Bildungen nicht auch noch anderen Zwecken zu dienen haben. Der ganze Apparat der Porenfädchen, Knöpfchen und Fibrillen ist eigentlich zu complizirt, um nicht die Vermutung zu erwecken, dass derselbe noch ganz andere Funktionen zu verrichten habe. Es liegt der Gedanke nahe, dass die Gallerte hier überhaupt nur den Zweck habe, das Endknöpfchen der Porenfädchen und namentlich jenes Büschel feinsten Fibrillen schützend zu umschliessen, dass diese letzteren Gebilde den wesentlichsten Teil der ganzen Bildung darstellen.

Welche spezielle Funktionen dann aber diesem eigentümlichen Organe zukommen, ob dasselbe als Organ für die Stoff-Aufnahme bez. -Ausscheidung, oder etwa als ein Organ zur Aufnahme und Fortleitung von Reizen anzusehen ist, darüber lässt sich zur Zeit noch nichts Bestimmtes feststellen.

7. Bei den zu Fäden vereinigten Desmidiëenzellen zeigen die Membranen der Endflächen ebenfalls Poren, jedoch keine nachweisbare Gallerte; nur bei *Sphaerosoma* fanden sich die einzelnen Zellen ringsum von Gallerte umgeben und anderer-

seits fand sich bei *Desmidium* in den Querwandlücken stets Gallerte ausgebildet.

Die Endflächen dieser fadenbildenden Desmidieen sind entweder in ihrer ganzen Ausdehnung (*Hyalotheca mucosa*) oder nur an bestimmten Stellen unmittelbar zusammenhängend (*Desmidium*, *Didymoprium*). Porenfädchen waren an diesen Berührungsstellen nicht sicher nachzuweisen; doch ist es sehr wahrscheinlich, dass dieselben auch hier vorhanden sind, da sofort nach Zerreißen des Fadens auch an diesen Berührungsflächen Gallertausscheidung stattfindet. Sind wirklich solche Protoplasma-Fortsätze auch in diesen Poren vorhanden, so steht (z. B. bei *Hyalotheca mucosa*) das Protoplasma der sämtlichen Zellen des ganzen Fadens in Zusammenhang.

Einem solchen Zusammenhange des gesammten Protoplasmas eines Algenfadens dürften wohl auch die eigenartigen Berührungsringe, die bei *Didymoprium*, *Hyalotheca dissiliens* u. a. A. ausgebildet sind, dienen. Allerdings konnten an diesen Ringen Membranporen nicht aufgefunden werden.

8. An den jungen Schalen, welche bei der Zellteilung neu entstehen, beginnt die Ausbildung von Hüllgallerte allgemein erst nach vollständiger Vollendung dieser Schalen. Bis zu diesem Zeitpunkte wird bei den fadenbildenden Desmidieen während der Zellteilung der Raum der heranwachsenden neuen Schalen überwölbt und geschützt durch die Hüllgallerte der beiden anstossenden alten Schalen.

In den neuentstehenden Schalen sind Poren anfangs gewöhnlich nicht nachweisbar, sondern werden erst später deutlich sichtbar; die Poren werden danach also erst in dem bereits fertiggestellten Teil der Membran nachträglich angelegt. Damit steht in gewisser Weise auch die Thatsache in Einklang, dass diejenigen neugebildeten Schalen, welche nach der Vollendung sofort ersetzt und abgeworfen werden, stets ohne Poren sind.

Bei ihrem ersten Sichtbarwerden fanden sich die Poren stets sehr fein; erst allmählich werden sie mehr und mehr erweitert. Nachdem sie dann derb genug geworden sind, beginnt das Plasma durch die Poren hindurch die neuen Gallertprismen zu secerniren.

In der vorliegenden Abhandlung ist die Gallerte der Zygnemeen vorläufig ganz unberücksichtigt gelassen, während Klebs in seiner Arbeit die Gallerte der Desmidieen und Zygnemeen neben einander gestellt hat. Allerdings scheint bei beiden Algen-Gruppen der Bau der Gallerte ganz analog zu sein. Auch bei den Zygnemeen scheint die deutlich erkennbare feine Streifung der Gallerte durch die Spaltflächen von Gallertprismen verursacht zu werden. Doch sind hier bei den Zygnemeen die Verhältnisse viel schwieriger im Einzelnen zu erkennen. Vor allem wollte es mir bis jetzt noch nicht gelingen, mit Sicherheit nachzuweisen, dass auch bei den Zygnemeen die Zellmembran von zahlreichen feinen Poren durchsetzt sei. Ich habe es daher vorgezogen, von der Ausbildung der Hüllgallerte der Zygnemeen hier vorläufig ganz abzusehen. Es wird die Aufgabe weiterer Untersuchungen sein, festzustellen, ob, wie mir scheint, bei den Zygnemeen ganz analoge Verhältnisse vorliegen wie bei den Desmidieen.

Vorliegende Arbeit wurde im botanischen Institut der Universität Greifswald unter der Leitung des Herrn Prof. Dr. Schmitz ausgeführt. Es ist mir eine angenehme Pflicht, demselben an dieser Stelle meinen wärmsten Dank abzustatten für die freundliche Unterstützung, die er mir bei meinen Untersuchungen hat zu Teil werden lassen.

Das Material wurde zum grössten Teil aus den Torfmooren in der Umgegend Greifswalds gesammelt. Ich möchte nicht verfehlen, auch hier den Herren cand. min. B. Stümer und cand. med. O. Plathe, die mir beim Einsammeln der Desmidieen gern behilflich waren, meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Erklärung der Abbildungen.

Sämmtliche Figuren sind mit dem Zeichenapparat gezeichnet und sodann aus freier Hand genauer ausgeführt. Die Vergrößerung der Zeichnung ist durch die eingeklammerten Zahlen angegeben.

Taf. I.

Alle Figuren mit Ausnahme von Fig. 6 sind beim Litographiren auf die Hälfte der linearen Grösse der Zeichnung, Fig. 6 auf ein Drittel derselben reducirt worden.

Fig. 1—4, 6—8 (950.) *Hyalotheca mucosa*. 1 Zelle im optischen Längsschnitt, 2 von aussen gesehen. 6 Gallertscheide im optischen Längsschnitt nach Färbung mit Gentianaviolett. 3 Zelle mit dem beim Beginn der Teilung eingeschalteten, cylindrischen Membranringe; 4 als Ringleiste angesetzte, 7 durchgebildete, 8 ausgewachsene Querwand.

Fig 5, 9—13 (950), 15 (460), 16, 17 (950). *Hyalotheca dissiliens f. minor*. 5, 10 Zelle im optischen Längsschnitt, 9 Zelle von aussen gesehen, 17 Scheitelansicht. 15 Gallerte ungefärbt 11, 16 nach Färbung mit verdünnter, 12 mit concentrirter Lösung von Methylenblau; 13 Aufsicht der Gallerte nach Zusatz einer Lösung von Gentianaviolett.

Fig. 14, 18, 22, 23, 26—29 (950), 30 (305). *Hyalotheca dissiliens f. major*. 28 Zelle von aussen, 29 vom Scheitel aus gesehen. 27 Gallerte nach Färbung mit sehr verdünntem, 26 mit concentrirtem Gentianaviolett; 18 Aufsicht der Gallerte nach Färbung; 30 ungefärbter, von Bakterien befallener Faden. 22 Zelle mit dem beim Beginn der Teilung eingeschalteten, cylindrischen Membranringe; 14 durchgebildete Wand und Beginn der Gallertausscheidung, 23 Gallertausscheidung fast beendet.

Fig. 19—21, 24, 25, 31—38 (950). *Bambusina Brebissonii*. 21, 25 Zellen im optischen Längsschnitt, 20 Zelle von aussen gesehen. 24, 19, 31 Gallerte gefärbt mit einer Lösung von Gentianaviolett, deren Concentration verschieden war; 32 Aufsicht der gefärbten Gallerte an der einen Hälfte der Zelle. 34 Optischer Längsschnitt der Zelle im Beginn der Teilung, 33 durchgehende ebene Wand, 35 Wand mit Falten; 36 Aufspringen, 37, 38 Ausstülpung derselben.

Fig. 39—60 (460). *Didymoprium Grevillii*. 39, 40, 45 Zellen im optischen Längsschnitt, in 45 ist der Protoplasmaschlauch mit den Porenfädchen durch Plasmafäden in Verbindung, 42 Scheitelansicht, 46 Aussenansicht der Zelle; 41 Scheitelansicht von fünf, 43 Mittelstück von vier Chromatophoren. 48 ungefärbte Gallerte mit Bakterien in den Spalten, 47 Gallerte stark durch Methylenblau, 52 durch Alkohol contrahirt; 53 Gallerte nach Färbung mit verdünntem, 50 etwas concentrirterem, 56 stark concentrirtem Gentianaviolett; 54 Aufsicht der Gallerte, 60 abgequetschte Gallerte, 44 körnige, abgequetschte Gallerte sämtlich nach Färbung mit verschiedenen concentrirten Lösungen von Gentianaviolett; 51 Scheitelansicht der Gallerte nach Färbung mit verdünntem, 49 mit concentrirtem Gentianaviolett. 55 Optischer Längsschnitt der Zelle mit dem bei Beginn der Teilung eingeschalteten, cylindrischen Membranringe, 61 angesetzte, 57 durchgebildete Wand; 58 Wand mit eben aufgesetzten Falten. 59 Aufspringen der Falten und Gallertausscheidung.

Taf. II.

Die Figuren 2—19, 21—25, 27, 28, 30, 32, 33, 37, 43—45, 48, 53, 54, 56—58, 62, 70—73 sind auf die Hälfte der Lineargrösse reducirt worden.

Fig. 1—5 (460), 7—9 (950). *Desmidium Swartzii*. 1 Zellen von aussen gesehen, 2 optischer Mittelschnitt durch Eck- und Mittelfuss, 3 Scheitelansicht der Zelle, 4 dieselbe mit Gallerte nach Färbung mit Methylenblau; 5 Gallerte nach Färbung mit concentrirter Lösung von Methylenblau. 7 Beginn der Zellteilung durch Einschalten eines Membranringes, 8 an denselben ansetzende Wand, 9 aufspringende Falte.

Fig. 6, 10—15 (950). *Desmidium aptogonium*. 10 Zelle von aussen gesehen; 6 Scheitelansicht des dreifüssigen; 12 das zweifüssige von oben gesehen. 11 Gallerte nach Färbung mit verdünnter, 13 mit concentrirterer Lösung von Gentianaviolett. 14 Die nach der Zellteilung durchgebildete, ebene Wand, 15 Wand mit den Falten.

Fig. 16—23, 27 (950). *Sphaerosozoma vertebratum*. 16a Zellen von aussen gesehen, 16b Klammern auf der Unterseite, 20 Zelle von oben gesehen; 17 Gallerte nach Färbung mit Gentianaviolett, 18 mit Methylviolett, 19 mit Fuchsin. 21, 22 Beginn der Zellteilung, 27 Anlage der Klammern an der durchgehenden Wand, 23 gespaltene Wand.

Fig. 24—26, 30 (950). *Sphaerosozoma pygmaeum*. 24 Zelle von aussen gesehen, 26 von oben gesehen; 25 Gallerte nach Färbung mit Gentianaviolett, 30 nach Färbung mit Fuchsin.

Fig. 28, 29 (610), 32, 33 (305). *Pleurotaenium nodulosum*. 28 Poren, 29 Gallerte und Porenknöpfchen nach Färbung mit einer verdünnten Lösung von Gentianaviolett. 32, 33 Gallerte und abgestreifte Hüllmembran.

Fig. 31, 34 (950) 35, 36, 38, 39 (610). *Pleurotaenium Trabecula*. 31 Gallerte von oben gesehen, 34 in der Profilansicht nach

Färbung mit Fuchsin. 35 An den cylindrischen Membranring ansetzende Querwand, 36 Spaltung derselben; 38 herausgequetschter Membranring; 39 weiteres Spalten der Wand und Wachstum der jungen Schalen.

Fig. 40, 41 (950). *Pleurotaenium Baculum*. Gallerte nach Färbung mit Fuchsin 40 von oben gesehen, 41 in der Profilansicht.

Fig. 42, 47 (950). *Pleurotaenium turgidum*. 47 Membran und Gallerte nach Färbung mit Fuchsin in der Profilansicht, 42 Membran (Warzen und Poren) von aussen gesehen.

Fig. 37, 43—45 (950). *Tetmemorus granulatus*. Die Spitzen mit eingestülpten Falten.

Fig. 46, 51, 56 (950). *Cosmarium Botrytis*. 46, 51 Gallerte nach Färbung mit concentrirter Fuchsinlösung. 56 Membran (Warzen und Poren) von aussen gesehen.

Fig. 48, 53, 54, 57 (305), 49, 50, 52, 55, 62, 63 (950). *Cosmarium Phaseolus*. 48 Zelle mit Poren und Gallerte, 49 Gallerte contrahirt nach Färbung mit Fuchsin, 50 Aufsicht der Gallerte; 52 Gallerte nach Quetschen; 54 Zelle mit Gallerte und Hüllmembran, 63 dasselbe Objekt nach Zusatz einer concentrirten Fuchsinlösung; 53 Zelle, deren Hüllmembran auch noch Gallerte besitzt. 57 Zelle mit zwei Gallerthüllen, 55 dieselben nach Färbung mit concentrirter Fuchsinlösung. 62 Zelle mit zwei Gallerten und einer Hüllmembran.

Fig. 59—61 (950), 71 (460) 72, 73 (305). *Xanthidium fasciculatum*. 73 Zelle mit Gallerthülle, 72 Zelle mit Poren von oben gesehen; 71 abgequetschte Gallerte nach Färbung mit Gentianaviolett. Desorganisirte Gallerte 60 ungefärbt, 61, 59 mit Fuchsinlösung gefärbt.

Fig. 70 (460). *Xanthidium cristatum*. Zelle mit Gallerthülle nach Färbung mit Fuchsinlösung.

Fig. 58 (305) 64—69 (950). *Micrasterias truncata*. 58 Halbe Zelle mit Poren. 67 Gallerte ungefärbt, 68 nach Färbung mit Fuchsin; 66, 64 Gallerte nach Färbung mit verdünnter 65 nach Färbung mit concentrirter Fuchsinlösung; 69 Gallerte contrahirt durch eine Lösung von Fuchsin in Alkohol.

Taf. III.

Die Figuren 1, 10—12, 14—27, 34, 37—42, 49, 56, 57, 60—62, 64, 65 sind auf die Hälfte, die Figuren 43—48, 50, 52—55 auf zwei Drittel der Lineargrösse reducirt.

Fig. 1—3, 10 (950). *Micrasterias truncata*. 1 Desorganisirte Gallerte nach Färbung mit Fuchsin in der Profilansicht und von oben gesehen; 2 Gallerte nach Färbung mit Fuchsinlösung, 3 dieselbe Stelle nach Färbung mit einer concentrirten Lösung von Methylenblau. 10 Zwischen den Tochterzellen sind noch die primären Querwandlamellen vorhanden.

Fig. 4—6 (460), 7—9 (950), 11—13 (460), 14 (305), 16—18 (460). *Micrasterias pinnatifida*. 14 Zelle mit Gallerte nach Färbung mit

Methylenblau, 7 Porenknöpfchen mit sehr verdünntem Gentianaviolett gefärbt; 8 Gallerte nach Färbung mit einer Lösung von concentrirtem, 9 von sehr stark concentrirtem Gentianaviolett. 4 Beginn der Zellteilung durch Einschalten eines cylindrischen Membranringes, 5, 6 Membranring mit angesetzter Querwand; 13 beginnende Spaltung der Querwand; 12, 11, 16—18 weitere Entwicklungs-Stadien der jungen Zellhälften.

Fig. 15, (305) 19 (140), 20 (305). *Micrasterias rotata*. 19 optischer Durchschnitt einer Zellhälfte, 15 ein Teil derselben mit den Poren, 20 Zwischen den beiden ausgebildeten Tochterzellen sind noch die primären Querwandlamellen vorhanden.

Fig. 22 (140). *Micrasterias denticulata*. Optischer Durchschnitt einer Zellhälfte.

Fig. 23 (950). *Micrasterias capitulifera*. Ein Stück der Membran am Rande.

Fig. 25 (305), 26 (950). *Micrasterias Crux Melitensis*. 25 Ein missgebildetes Individuum; die obere Hälfte zeigt die Poren. 26 Gallerte nach Färbung mit Gentianaviolett.

Fig. 21, 24, 27 (460), 30—33 (950). *Staurastrum bicornis*. 21 Zellhälfte in der Breitenansicht, 24 von oben, 27 von unten gesehen. 30, 31 Gallertprismen und Porenknöpfe (zum Teil weit herausgereckt) nach Färbung mit Gentianaviolett; 32 Gallerte stark tingirt, 33 sehr stark tingirt.

Fig. 28 (140). *Closterium striolatum*.

Fig. 29 (140), 37 (460). *Closterium didymotocum*. 37 Spitze der Zelle mit Schichtung und Poren.

Fig. 34 (950), 35 (140). *Closterium costatum*. 34 Zellspitze mit Poren.

Fig. 35 (305). *Closterium Jenneri*.

Fig. 38—40 (305). Zugeschärfte Ränder der untergreifenden Schalen-teile verschiedener *Closterien*.

Fig. 41, 42 (305). *Closterium Lunula*. 41 Zellmitte bei Beginn der Teilung; 42 dasselbe Objekt zerquetscht.

Fig. 43, 45, 47, 52, 53, (460); 44, 46, 50, 54. (305); 51, 55 (140). Querbinden bei verschiedenen *Closterien*. 43, 44, 45, 53, 54. Auftreten des Porenkranzes vor dem Aufreißen der Membran; 46, 52 breite Querbinden zwischen normalen, 47, 51 breite Querbinden am Ende der Schale; 50 die breite Querbinde hat sich gespalten, und sodann ist 55 ein neues Membranstück eingeschaltet.

Fig. 48 (305). *Closterium moniliferum*. Der bei Beginn der Teilung gebildete cylindrische Membranring ist ungewöhnlich lang ausgewachsen.

Fig. 56 (305), 58, 59 (140). Missbildungen hervorgerufen durch abnormes Wachstum des bei der Teilung eingeschobenen, cylindrischen Membranringes. 58 Cylinderring langausgewachsen, 56, 59 in der

Mitte gebogen; 59 zwischen die alten Schalen und das gebogene Membranstück sind neue Schalenteile eingeschaltet worden.

Fig. 49, 57 (950). *Penium Cylindrus*.

Fig. 60 (305), 63 (950). *Penium margaritaceum*. 63 Schale von aussen gesehen.

Fig. 61a (305) b (950). *Penium interruptum*. Eingeschalteter cylindrischer Membranring mit ansetzender Querwand.

Fig. 62 (305). *Penium Digitus*. Spaltung der Querwand.

Fig. 64, 65 (305). *Spirotaenia condensata*. 64 Zelle mit gequollenen Hüllhäuten; 65 Zellen nach der Teilung, eine Hüllhaut ist schon abgestreift.

Lebenslauf.

Der Verfasser, Paul Hauptfleisch, Sohn des Maurermeisters Rudolf Hauptfleisch und seiner Ehefrau Julie, geb. Michaelis, evangelischer Confession, wurde geboren am 21. April 1861 zu Landsberg a. W. Seinen ersten Unterricht empfing er in der Bürgerschule zu Landsberg a. W. Sodann besuchte er die dortige Realschule I. Ordnung, welche er Ostern 1882 mit dem Zeugniß der Reife verließ, um Naturwissenschaften zu studiren.

Er bezog zunächst die Universität Halle-Wittenberg, die er Ostern 1883 mit Würzburg vertauschte. Von April 1885 bis Oktober 1887 war er an der Universität Greifswald immatrikulirt, wo er sich besonders dem Studium der Botanik widmete.

Während seiner Studienzeit besuchte er die Vorlesungen und Übungen folgender Herren Professoren und Docenten:

In Halle:

Erdmann, v. Fritsch, Haym, Knoblauch, Kraus, Lüdecke, Volhard.

In Würzburg:

Kohlrausch, Krazer, Prym, v. Sachs, Sandberger, Semper, Wislicenus.

In Greifswald:

Credner, Gerstäcker, Minnigerode, Möller, Range, Rehmke, Schmitz, Schuppe.

Allen diesen seinen hochverehrten Lehrern spricht der Verfasser an dieser Stelle seinen wärmsten Dank aus.

Lebenslauf

Thesen.

1. Die Gruppe der echten Zygneemen kann von den Desmidiaceen nicht scharf abgetrennt werden, da die zwischen beiden bestehenden Unterschiede eigentlich nur Habitusunterschiede sind.
2. Die Einteilung der Gewebeformen in die drei Systeme des Hautgewebes, der Fibrovasalstränge und des Grundgewebes ist vollständig ausreichend und zweckentsprechend.
3. Bei den Angiospermen sind die Antipodenzellen als rudimentäres Prothallium, der Eiapparat als rudimentäre Archegonienbildung anzusehen.
4. Die Myxomyceten sind besser vom Pflanzenreiche zu trennen und in das Thierreich einzureihen.

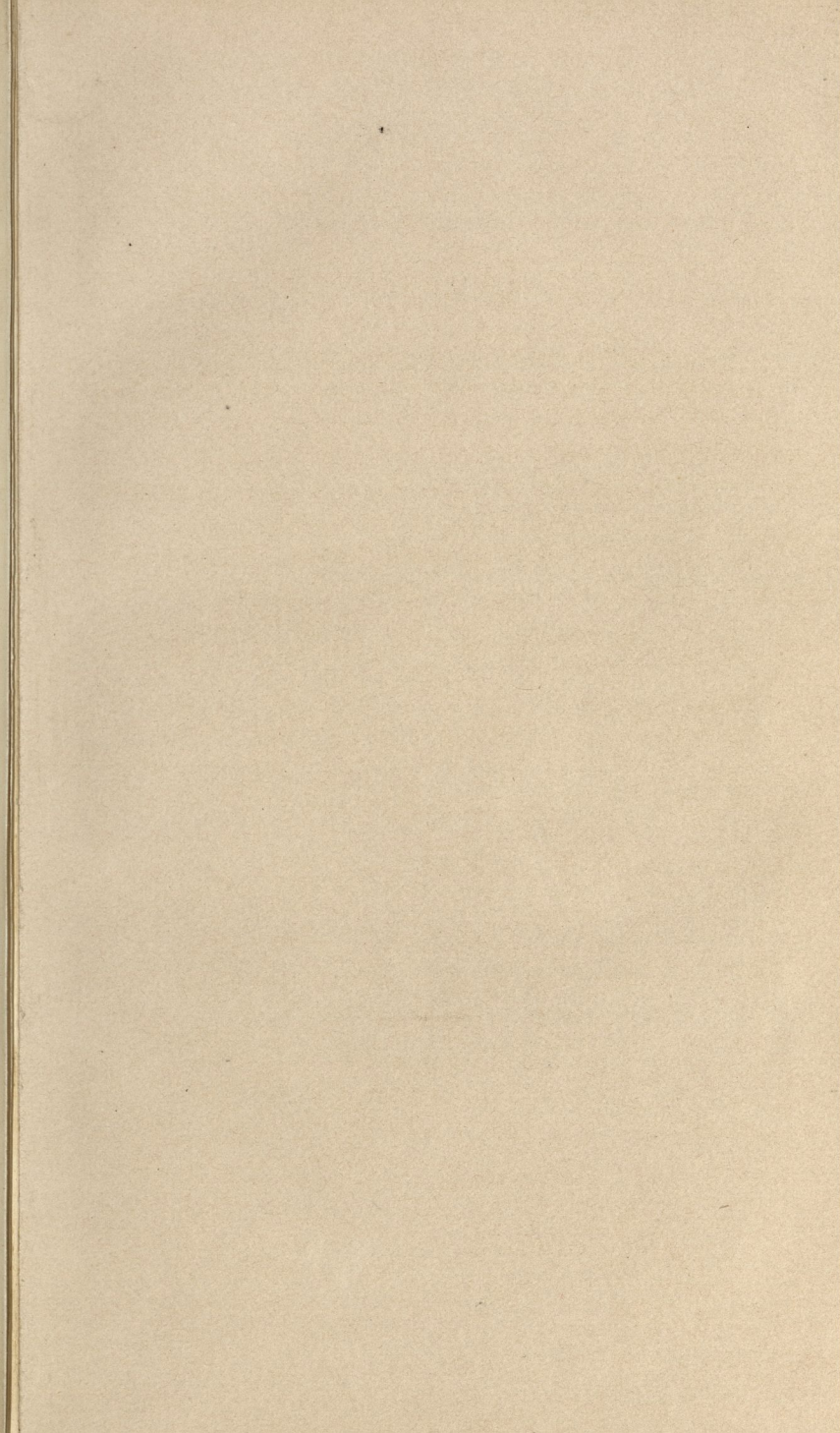
In Würzburg:

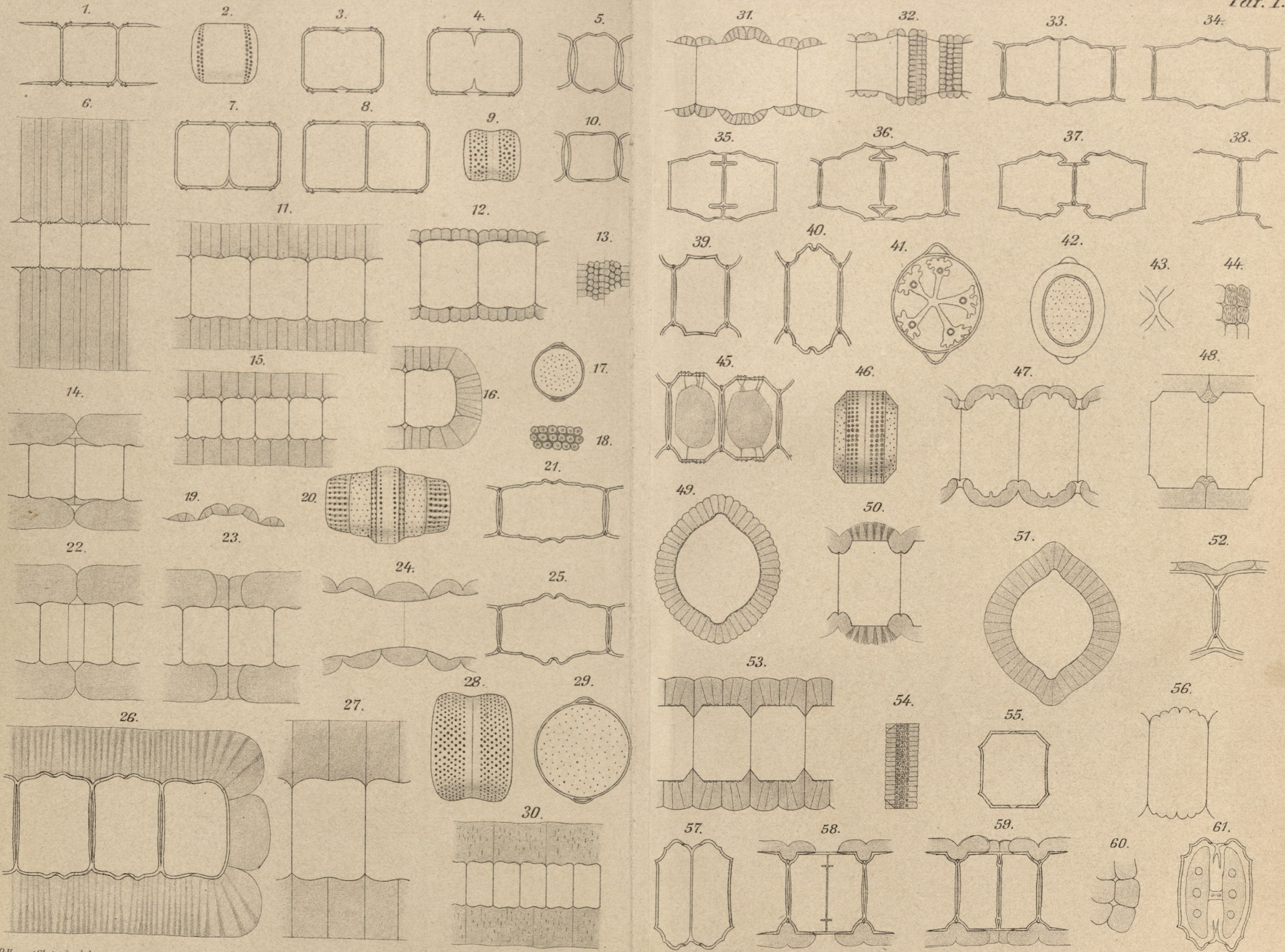
Kohlrausch, Krasser, Prym, v. Sachs, Sandberger,
Semper, Wislizenus.

In Greifswald:

Gredner, Gersbacher, Minninghede, Müller, Ranke,
Rehmknecht, Schmitz, Schnapp.

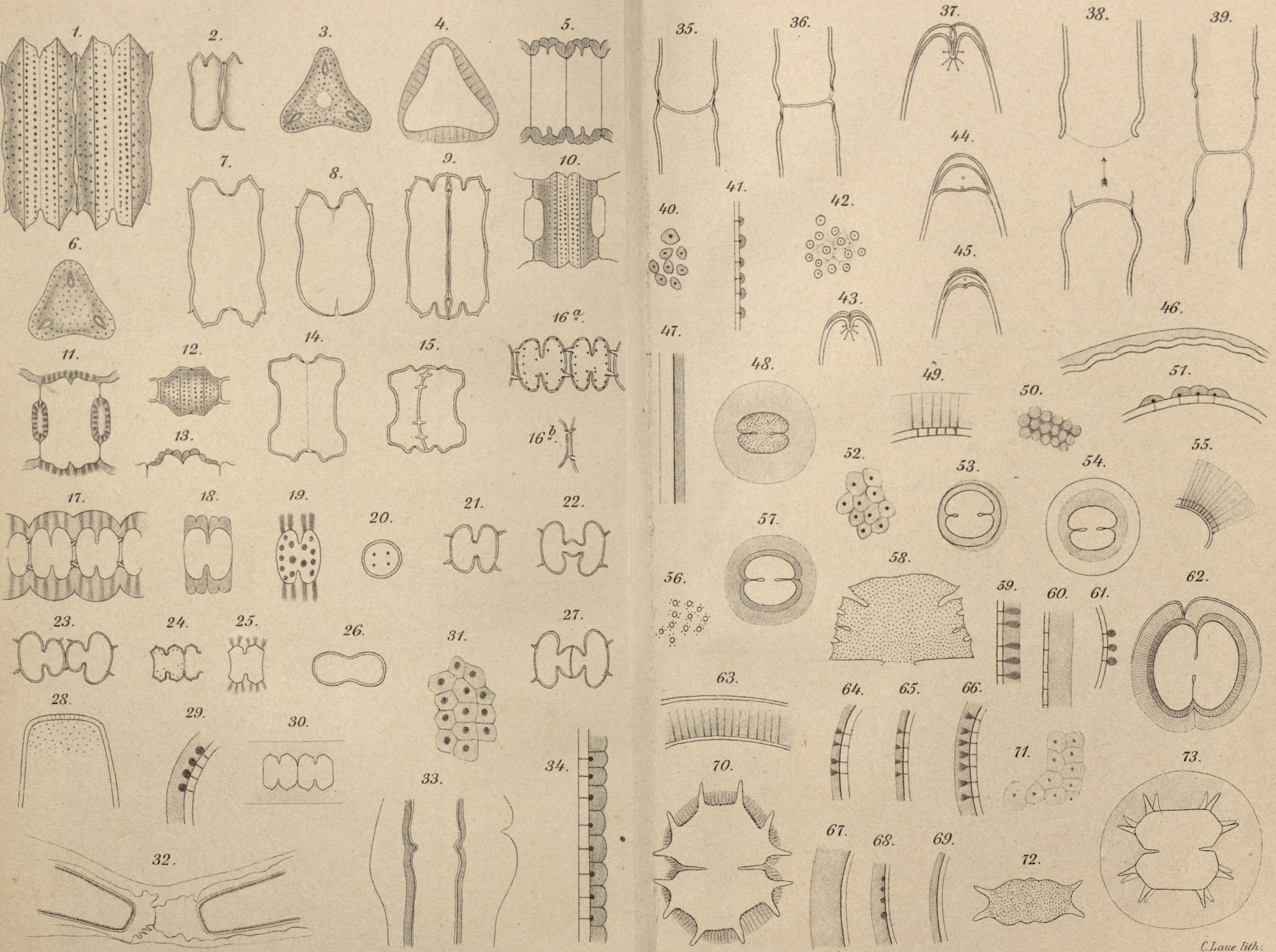
Allen diesen seinen hochverehrten Lehrern spricht der Verfasser an dieser Stelle seinen wärmsten Dank aus.

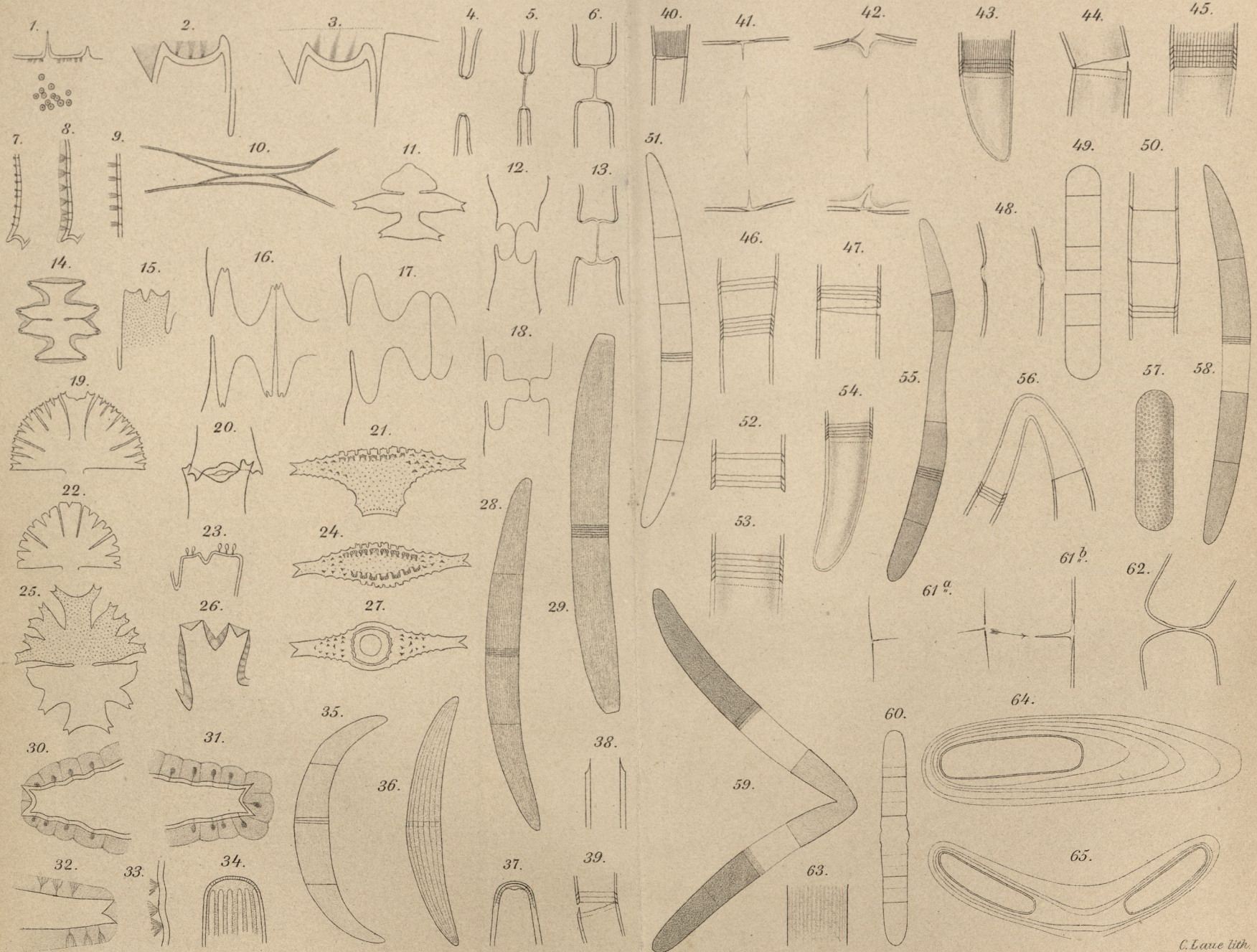




Plauftfleisch del.

C. Leue lith.





UB Wien



+AM50564020X

