

Anatomische Untersuchungen über die Gattung Lemanea

von

Carl Friedrich Ketel.

(Mit einer Tafel.)

Die Gattung Lemanea Bory., die aus einer kleinen Zahl von Süßwasseralgen sich zusammensetzt, ist seit längerer Zeit der Gegenstand sehr verschiedener Ansichten sowohl seitens der Systematiker, als auch seitens der Pflanzenanatomie gewesen.

Die älteren Systematiker¹⁾ stellten Lemanea mit Conferva Chantransia etc. zusammen. Später rechnete man wohl Lemanea zu den braunen Algen; von anderer Seite) wurde noch neuerdings die Gruppe der Lemaneaceen als eine Gruppe aufgefasst, die den Uebergang von den braunen zu den rothen Algen vermittele. Erst in neuester Zeit hat man angefangen, Lemanea als zweifellos zu den Florideen gehörig zu betrachten.

Ebenso auch hat der anatomische Bau der Lemanea-Arten, der von dem Bau aller anderen Süßwasseralgen in den meisten Punkten abzuweichen schien, seit längerer Zeit die Botaniker veranlasst, sich eingehender mit dieser Gattung Lemanea zu beschäftigen.

Die älteren Autoren bringen in ihren Werken wenig Brauchbares über die Anatomie dieser Pflanzen.

Erst Kützing macht einige genauere Angaben über den anatomischen Bau von Lemanea torulosa. Er unterscheidet die verschiedenen Schichten des hohlcylindrischen Thallus und

1) Vergl. die historische Darstellung der Kenntnisse über Lemanea bei A. Piccone, Note sul genere Lemanea. Genova 1867.

2) Oersted's System der Pilze, Lichenen und Algen. Deutsch von Grisebach und Reinke. 1873. p. 183.

sagt dabei¹⁾: „Man bemerkt auch, dass die äussern Zellen in einer solchen Ordnung sich auf die innern, grössern legen, dass die einzelnen Gruppen jener genau der Grösse der unter ihnen befindlichen innern Zellen entsprechen.“ — Neben dieser durchaus richtigen Beobachtung finden sich aber bei Kützling betreffs der Anatomie der Lemaneaceen noch manche unrichtige Angaben. Kützling kennt weder die Centralachse, noch die Stützzellen, noch die wandständigen Zellreihen. Die Sporenhäufchen lässt er durch Auswachsen der Zellen der innersten Schicht des hohlylindrischen Thallus entstehen.

Einen bedeutenden Fortschritt in anatomischer Hinsicht zeigt die Arbeit von Wartmann: „Beiträge zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Algengattung *Lemanea*. St. Gallen 1854.“

Irrthümlich hat Wartmann zwar eine Art, die zur Untergattung *Lemanea* gehört, als *Lemanea* (*Sacheria* Srdt.) *fluviatilis* beschrieben; immerhin aber ist in der Abhandlung eine genaue und fast durchweg richtige Darstellung der Anatomie und des Spitzenwachsthums gegeben worden.

Durch Wartmann wurde zuerst die Existenz einer Centralachse im Thallus zweifellos nachgewiesen. Vor ihm war eine solche Centralachse bald behauptet, bald wieder geleugnet worden. Ferner erkannte Wartmann die vier Stützzellen und die Zahl und Anordnung der wandständigen Zellreihen bei der Untergattung *Lemanea*. Demgemäss giebt er in seiner Darstellung ein vollkommen richtiges Bild von dem Bau des fertigen Thallus. Dagegen ist seine Schilderung des Spitzenwachsthums nicht in allen Punkten zutreffend; auch behandelt er nur eine Species genauer, während er über eine andere (zur Untergattung *Sacheria* gehörige) Art nur einige kurze Notizen mittheilt.

Die Entstehung der Sporenhäufchen deutet Wartmann noch völlig falsch, da auch er sie durch Auswachsen einer Zelle der innersten Schicht entstehen lässt. —

Wenig Neues bringt dann die Arbeit von Antonio Piccone: „Note sul genere *Lemanea*.“ (Genova 1867).

1) Kützling, *Phycologia generalis*. Leipzig 1843. pag. 323.

Nachdem der Autor eine kurze Uebersicht über den Inhalt der älteren einschlägigen Schriften gegeben hat, referirt er über die Wartmann'sche Arbeit ziemlich ausführlich. Trotzdem vernachlässigt er in seiner eigenen Darstellung die neuen Beobachtungen Wartmann's gänzlich.

Vor Allem beschäftigt er sich mit dem Hohlcylinder und seinen Zellschichten. Im Innern dieses Hohlcylinders beschreibt er „fibre“ (Rhizoiden), „cellule allungate“ (Zellen der wandständigen Zellreihen) und „spore“ (Sporen). Ueber das Spitzenwachsthum sagt er garnichts. —

Die neueste Arbeit über die Lemaneaceen ist die Abhandlung von Sirodot: „Étude anatomique, organogénique et physiologique sur les algues d'eau douce de la famille des Lémanéacées“. (Annales des sciences naturelles. Série V tome XVI. (1872.))

Alle Autoren vor Sirodot hatten die Behauptung ausgesprochen, dass die Sporen durch Auswachsen einer inneren Zelle des hohlcylindrischen Thallus entständen. Sirodot zeigt dagegen, dass im Innern des hohlen Schlauches eigenthümliche (weibliche) Zellen angelegt werden, welche die Sporenfäden hervorsprossen lassen. Ferner weist Sirodot nach, dass die Papillen auf der Aussenfläche des Thallus, deren Bedeutung bis dahin noch völlig unaufgeklärt geblieben war, die männlichen Geschlechtsorgane darstellen, und dass erst durch Copulation einer männlichen Zelle mit der aus dem Gewebe des Hohlcylinders hervorragenden Spitze der weiblichen Zelle die Bedingung für das Hervorsprossen der Sporenfäden gegeben wird. Damit war von Sirodot der Nachweis geführt, dass die Fortpflanzung der Lemaneaceen eine geschlechtliche ist. Einige Irrthümer in Einzelheiten finden sich zwar in seiner Darstellung, im Grossen und Ganzen aber sind seine Beobachtungen über die Geschlechtsorgane und die Entwicklung der Sporenfrucht richtig.

Dagegen enthält Sirodots Darstellung des Spitzenwachsthums und des Baues des entwickelten Thallus mehrere Ungenauigkeiten. —

Auf Sirodot's Arbeit fussen die heutigen Kenntnisse von dem anatomischen Bau und der Fruchtbildung der Lemaneaceen. Die Angaben, die Sirodot's Abhandlung bringt,

stehen jedoch mehrfach im Widerspruch mit den Resultaten der neuesten Untersuchungen über den Bau und die Fruchtbildung der Florideen.¹⁾ Daher war eine erneute Untersuchung dieser Algen wünschenswerth. Auf Veranlassung des Herrn Prof. Schmitz unternahm ich es daher, den anatomischen Bau und die Fruchtbildung der Gattung *Lemanea* nochmals genauer zu untersuchen. In der nachfolgenden Darstellung sind die Resultate meiner Untersuchungen zusammengestellt

I. Vegetationsorgane.

Zunächst sei hier der speciellen Darstellung eine kurze Skizze des anatomischen Baues der Gattung *Lemanea* vorausgeschickt.

Der Thallus²⁾ der Lemaneaceen entspringt aus einem Vorkeim, der, aus einem System dünner verzweigter Zellfäden bestehend, dem Vorkeim der Moose sehr ähnlich ist. Dieser Thallus stellt einen Hohlcylinder dar, welcher aus mehreren Zellschichten aufgebaut ist. Die Mitte dieses Hohlcylinders wird von einer centralen Zellreihe eingenommen, deren einzelne Zellen eine langgestreckte Gestalt besitzen. Jede Zelle dieser „Centralachse“ ist mit dem Hohlcylinder durch vier Zellen verbunden, denen ich im weiteren Verlauf der Arbeit den Namen „Stützzellen“ beilegen will. Von diesen verlaufen gegen den Grund und die Spitze des Thallus hin längs der Wände des Hohlcylinders besondere Zellreihen; die einzelnen Zellen dieser Zellreihen sind, ebenso wie die Stützzellen, an

1) Schmitz „Untersuchungen über die Befruchtung der Florideen.“ Sitzungsberichte der Königlich Akademie der Wissenschaften zu Berlin im Jahre 1883.

2) Sirodot nennt in seiner Abhandlung nur den vorkeimartigen Theil der Pflanze „thalle,“ während er die dickeren, aus einem Zellkörper bestehenden Sprosse, die aus jenen feinen Fäden entspringen, „inflorescence“ oder „appareil fructifère“ nennt. Mit demselben Rechte wie auf die Lemaneaceen würde Sirodot seine Bezeichnungen auch auf andere Algen, z. B. die Characeen, anwenden können und, wenn er consequent verfahren wollte, anwenden müssen. Diese Aenderung der bisherigen Bezeichnung dürfte jedoch sehr überflüssig und unzweckmässig sein. Es sei deshalb hier die Bezeichnung „Vorkeim“ für den „Thallus“ Sirodots beibehalten.

dem Hohlcyylinder durch 2–3 besondere Verbindungszellen befestigt.

Im Folgenden soll nun der anatomische Bau des entwickelten Thallus¹⁾ und das Spitzenwachsthum der beiden Abtheilungen der Gattung Lemanea²⁾ ausführlicher geschildert werden.

Anatomie des Thallus bei der Untergattung Sacheria.

Aus der Untergattung Sacheria habe ich untersucht:

1. Sacheria fluviatilis Srdt. Spiritusmaterial (aus der Elster bei Greiz) und getrocknete Exemplare (von verschiedenen Standorten).
2. Sacheria rigida Srdt.³⁾ Spiritusmaterial (aus der Nähe von Allerheiligen im Schwarzwald).
3. Sacheria fucina Srdt. Getrocknetes Material (aus Nordfrankreich).
4. Sacheria spec. Getrocknetes Material (von Tharand in Sachsen).

Im anatomischen Bau zeigen diese vier Arten mit Ausnahme einiger Abweichungen in der Zellform keine bemerkenswerthen Unterschiede. Das Folgende gilt daher für alle in gleicher Weise.

1) Den Vorkeim der Lemanea-Arten habe ich nicht untersuchen können, da lebendes Material mir nicht zur Verfügung stand, das Spiritusmaterial aber und ebenso die getrockneten Exemplare von dem Vorkeim nichts mehr enthielten.

2) Sirodot nimmt in seiner systematischen Bearbeitung der Lemnaceen eine Trennung der alten Gattung Lemanea in zwei neue Genera, Lemanea und Sacheria, vor. Es liegen allerdings einige gute Unterscheidungsmerkmale vor, die eine Trennung in zwei Gruppen ermöglichen. Diese Merkmale sind jedoch so geringfügig, dass es mir nicht zweckmässig erscheint, auf Grund derselben den beiden Gruppen den Werth zweier Gattungen beizulegen. Als Untergattungen haben diese Gruppen jedoch ihre Berechtigung und sollen dementsprechend auch im Verlaufe meiner Arbeit als Untergattungen betrachtet werden.

3) Die mir vorliegenden Pflanzen stimmen insofern nicht genau mit der Sirodot'schen Diagnose von *S. rigida* überein, als der Thallus derselben sehr feinfädig ist. Vielleicht aber ist das Material noch zu jung gewesen, als es in Spiritus eingesetzt wurde. Hierfür spricht der Umstand, dass ich an dem Materiale keine befruchteten Carpogonien auffinden konnte.

Acusserlich stellt sich der Thallus dar als ein dicker Faden, der in regelmässigen Abständen durch knotenförmige Anschwellungen gegliedert ist. Gegen die Basis und die Spitze hin verjüngt er sich allmählich.

Dieser fadenförmige Thallus erscheint seiner Hauptmasse nach gebildet aus einem hohlcylindrischen Schlauche, der aus mehreren Zellschichten aufgebaut ist. Die Mitte dieses Hohlcyllinders durchläuft eine centrale Zellreihe, die Centralachse, die vermittelt eigenthümlich gestalteter Zellen, der Stützzellen, mit der inneren Wand des Hohlcylinders verbunden ist.

Um die Einzelheiten des inneren Baues genauer zu studieren, ist es am zweckmässigsten, ein Stück des Thallus mittelst eines Längsschnittes so zu zertheilen, dass ein dickerer und ein dünnerer Abschnitt entsteht. Man hellt diese beiden Abschnitte mittelst verdünnter Kalilauge auf und bringt dieselben dann auf den Objectträger.¹⁾

Die centrale Zellreihe besteht aus langgestreckten, cylindrischen Zellen, die gewöhnlich an ihrem obern Ende etwas keulig verdickt, an ihrem untern ein wenig verdünnt sind.

Die Membran dieser Zellen wird gegen das untere Ende des Thallus allmählich stärker, sodass schliesslich das Zelllumen nur noch als dünner Streif erscheint. In der zwei Zellen gemeinsamen Membran ist ein Tüpfel — der genetische Tüpfel²⁾ — deutlich erkennbar, wie auch Wartmann l. c. Taf. II. Fig. 1 richtig angiebt. (Sirodot erwähnt diesen Tüpfel gar nicht).

Am oberen Theile jeder Zelle der centralen Reihe inseriren vier kreuzförmig angeordnete Zellen, die Stützzellen (Fig. 1 b, b', b'', b'''). Sie stehen genau in der Mitte von je zwei knotenförmigen Anschwellungen des fadenförmigen Thallus. Zunächst verlaufen sie von der Centralachse direct auswärts gegen die Wand des Hohlcylinders hin; dann aber

1) Die Ränder der Präparate rollen sich leicht ein. Man muss sie daher soviel, wie möglich, mit der Präparirnadel wieder in die richtige Lage bringen und durch Druck auf das Deckglas in dieser zu erhalten suchen.

2) Vergl. Schmitz, Untersuchungen über die Befruchtung der Florideen, pag. 6

gabeln sie sich in zwei Aeste¹⁾. Diese Aeste setzen sich nach oben und unten fort in Zellreihen (Fig. 1 c), welche längs der inneren Wand des hohlen Schlauches, parallel der centralen Zellreihe, bis zu den Knoten des Thallus verlaufen. Die Länge der Zellen dieser Zellreihen nimmt in demselben Verhältniss ab, wie sie sich den Knoten nähern.

An zwei einander gegenüberstehenden Stützzellen (Fig. 1 b' und b'') setzen sich nach oben zwei Zellreihen, nach unten eine Zellreihe an. Die beiden andern Stützzellen (Fig. 1 b und b'') entsenden nach der Basis und der Spitze des Thallus nur je eine Zellreihe.

Die Anzahl und die Länge der Zellen einer jeden Zellreihe hängt übrigens ab von dem rascheren oder langsameren Wachsthum des Thallus.

Wartmann²⁾ hat diese Verhältnisse bei seiner *Lemanea spec.* (die sicher zur Untergattung *Sacheria* Srdt. gehört) richtig erkannt. Die Angaben von Sirodot dagegen sind nicht ganz zutreffend. Letzterer ist der Meinung, dass die Anzahl der erwähnten Zellreihen keinem bestimmten Gesetze gehorche. Er sagt nämlich pag. 15 seiner Abhandlung: „... au dessus de la ramification cruciforme, les tubes latéraux³⁾ restent très-fréquemment simples. La bifurcation apparaissant à des hauteurs variables, une coupe transverse peut, suivant sa position, donner quatre, cinq ou six tubes latéraux.“

Es erfolgt jedoch die „bifurcation“, wie ich oben erwähnt habe, nicht in verschiedener Höhe, sondern unmittelbar über zwei bestimmten, einander gegenüberstehenden Stützzellen.⁴⁾

Die Stützzellen und die Zellen der aufwärts und abwärts

1) Als Ausnahme fand ich bei *Sacheria rigida* Srdt. in einem Falle die Stützzelle nur nach unten mit einem Arm versehen (Fig 1 b.); der bei regelmässiger Ausbildung nach oben verlaufende Arm fehlte.

2) loc. cit. pag 8.

3) Sirodot versteht unter „tubes latéraux“ die von den Stützzellen ausgehenden Zellreihen.

4) l. c. p. 16 sagt Sirodot weiter: „Au niveau de chaque verticille se terminent dix à douze tubes latéraux, six pour l'intervalle supérieur, quatre à six pour l'inférieur.“ Aus dieser und der oben citirten Bemerkung folgt, dass Sirodot auch unterhalb der Stützzellen häufig zwei Zellreihen beobachtet hat. Dieser Angabe gegenüber muss ich hervorheben, dass mir unter meinen zahlreichen Präparaten nur ein einziges Mal der Fall vorgekommen ist, dass von einer Stützzelle aus sowohl aufwärts als abwärts zwei Zellreihen verliefen.

gerichteten Zellfäden — ich will sie „wandständige Zellreihen“ nennen — sind vermittelt zweier oder dreier Zellen an dem Gewebe des Hohlcyinders befestigt. Diese Zellen (Fig. 4 v) werde ich in Zukunft mit „Verbindungszellen“ bezeichnen, weil sie die Verbindung der wandständigen Zellreihen mit dem Gewebe des Hohlcyinders herstellen.

Wartmann sowohl wie Sirodot geben an, dass nur zwei solcher Verbindungszellen an jeder Zelle der wandständigen Zellreihen befestigt sind. Häufig jedoch sind diese Zellen in Dreizahl vorhanden. (Vergl. Fig. 4, in der an der oberen Zelle c drei Verbindungszellen v befestigt sind). Dieser Umstand findet in der Entwicklungsgeschichte des Thallus seine Erklärung.

Die Verbindungszellen sind an dem Ende, mit dem sie die Zellen der wandständigen Zellreihen berühren, papillenförmig ausgezogen. An dieser eigenthümlichen Gestalt sind sie stets leicht zu erkennen. —

Der Hohlcyinder besteht aus mehreren Zellschichten: einer inneren Schicht, von Wartmann „merenchymatisches Gewebe“ genannt, einer äusseren, kleinzelligen Rindenschicht und mehreren zwischen beiden gelegenen mittleren Schichten. Die Zellen der innersten Schicht sind gross und lassen bedeutende Intercellularräume zwischen sich; die Zellen der mittleren Schichten werden nach aussen allmählich kleiner und schliessen enger an einander mit nur sehr engen Intercellularräumen. Die Zellen der Rindenschicht endlich sind sehr klein und schliessen lückenlos zusammen. Die Zellen der innersten Schicht besitzen nur wenig Inhalt. Dagegen werden die äusseren inhaltreicher, so zwar, dass die Zellen der Rindenschicht stets die inhaltreichsten sind.

Uebrigens ist über den anatomischen Bau dieses Hohlcyinders von den älteren Autoren zur Genüge berichtet worden. Nur die oben citirte Bemerkung von Kützing ward bisher nicht eingehend genug berücksichtigt. Dass thatsächlich „die äussern Zellen sich in einer solchen Ordnung auf die innern, grössern legen, dass die einzelnen Gruppen jener genau der Grösse der unter ihnen befindlichen innern entsprechen,“ das kann schon bei einigermaßen aufmerksamer Beobachtung ohne weitere Präparation erkannt werden, wenn das Material nur genügend aufgehell ist. Einen noch deutlicheren Beweis für die Richtigkeit jener Angabe erhält man

aber, wenn man den Thallus mehrere Tage hindurch in Wasser kocht oder denselben der Einwirkung kalten Chlorwassers überlässt. Durch eine solche Behandlung wird der Thallus so weich, dass er durch einen leichten Stoss auf das Deckglas ohne Mühe zerquetscht werden kann. In Präparaten, die auf diese Weise hergestellt sind, findet man dann leicht Bruchstücke des Thallus, auf deren grösseren Zellen je 2—3 kleinere Zellen aufsitzen, wie dies in Fig. 3 dargestellt ist.

Die Zellen der innersten Schicht des Hohlcylinders wachsen häufig zu einfachen oder verzweigten Zellfäden aus, die als Rhizoiden den Hohlraum nach allen Richtungen durchziehen. Dabei legen sie sich gelegentlich eng an benachbarte Zellen der innersten Schicht oder auch an die centrale Zellreihe an. Sie unterscheiden sich von den wandständigen Zellreihen ausser durch ihre Ursprungsstelle auch durch die regelmässige, cylindrische Gestalt der Zellen, die bei den wandständigen Zellreihen mehr verbogen erscheinen und ausserdem an dem einen oder an beiden Enden bedeutend sich erweitern. (Vergl. Fig. 1.) —

Der Thallus von *Sacheria fluviatilis* und *S. rigida* stellt in der typischen Ausbildung einen einfachen unverzweigten Faden dar; nur ausnahmsweise tritt Verzweigung des Fadens ein. Eine solche Verzweigung ist aber eine spezifische Eigenthümlichkeit von *Sacheria fucina*. — Bei solcher Verzweigung bildet die Centralachse des Zweiges eine directe Verlängerung einer wandständigen Zellreihe des Hauptstammes (Fig. 2).

Spitzenwachsthum bei der Untergattung *Sacheria* Srdt.

Um den Aufbau des soeben beschriebenen Thallus besser zu verstehen, ist es nöthig, das Spitzenwachsthum genauer zu verfolgen.

In dem mir zu Gebote stehenden Materiale waren junge Fäden, die soeben erst aus dem Vorkeim hervorgesprosst waren, nur in geringer Anzahl vorhanden; dagegen fanden sich ältere Fäden mit fortwachsender Spitze in grösserer Menge bei den drei oben erwähnten Arten *S. fluviatilis*, *rigida* und *fucina*. Alle zeigten dasselbe Verhalten, sodass das Folgende für sämtliche untersuchte Arten Gültigkeit hat.

An einer noch unversehrten Spitze des Thallus erkennt man in der obersten Zelle die Scheitelzelle (Fig. 5 a). Von dieser werden durch horizontale Scheidewände Zellen abgegliedert (Fig. 5 b). Jede Gliederzelle wird dann durch vier annähernd parallel der Längsachse gerichtete, etwas gebogene Wände in eine centrale und 4 peripherische Zellen getheilt.

Diese vier Wände werden ungleichzeitig angelegt. Zunächst nämlich entstehen zwei Wände, welche von der Mutterzelle zwei einander gegenüberstehende, sich gegenseitig nicht berührende Tochterzellen abschneiden (Fig. 7 A c und c'). Sodann legen sich die beiden andern Wände an die beiden zuerst entstandenen Wände an, berühren also ihrerseits die Aussenwandung der Mutterzelle garnicht.

Die centrale Zelle theilt sich späterhin nicht mehr, wächst aber rasch in die Länge, und zwar bedeutend mehr in ihrem basalen Theile als an der Spitze (Fig. 9). Sie wird zu einer Gliederzelle der Centralachse des Thallus.

Die vier peripherischen Zellen sind von ungleicher Grösse. Zwei derselben, einander gegenüberstehend, sind grösser als die beiden andern; ausserdem sind die beiden grösseren am oberen Ende breiter als am unteren, während die kleineren das umgekehrte Verhalten zeigen.

Diese Darstellung steht in vollständigem Widerspruch mit den Angaben und Abbildungen von Sirodot. Sirodot sagt nämlich¹⁾: „on reconnaîtra — que les divisions sont périphériques, — qu'elles sont limitées par une surface courbe embrassant, sur la périphérie, le quart de la circonférence, et, en profondeur, la moitié du rayon; — que la cellule primitive, après s'être divisée dans son pourtour en quatre cellules, offre au centre un espace prismatique limité latéralement par quatre faces concaves; — que les dièdres aigus de cet espace prismatique s'étendent entre les cellules périphériques de manière à les rendre indépendantes les unes des autres, en les rattachant exclusivement à la région central.“ — Nach Sirodot's Ansicht werden also vier vollständig gleich grosse und einander nicht berührende, peripherische Zellen abgeschnitten, während die vier Kanten der prismatischen centralen Zelle noch die Aussenfläche berühren.

Sirodot giebt an, dass er dies Verhalten an einem dünnen Querschnitte des Thallus beobachtet habe, der ihm zwar nicht bei *L.*

1) l. c. pag. 56.

ciliata, wohl aber bei der hierin ganz analogen *L. catenata* geglückt sei. Ich muss jedoch sowohl für die untersuchten Arten der Untergattung *Sacheria*, als auch für die Untergattung *Lemanea* diese Darstellung in Abrede stellen.

Dass Sirodot sich geirrt hat, das beweist zunächst z. B. Fig. 6 A, in der über einer grossen peripherischen Zelle einer primären Gliederzelle eine kleine peripherische Zelle der nächst oberen Gliederzelle gelegen ist: hier zeigt sich deutlich, dass die vier peripherischen Zellen unter einander durchaus nicht an Grösse übereinstimmen. Einen noch mehr überzeugenden Beweis von der Richtigkeit meiner eigenen Darstellung aber giebt Fig. 7. Es ist mir nämlich durch Kochen (in verdünnter Kalilauge) gelungen, die Spitze eines Thallus so zu erweichen, dass sich dieselbe durch einen kurzen Stoss auf das Deckglas zerquetschen liess. Auf diese Weise wurden mehrere primäre Gliederzellen isolirt. Durch einen glücklichen Zufall kamen zwei derselben in die Lage eines Querschnittes. An diesen ist nun der Unterschied in der Grösse zwischen je zwei benachbarten peripherischen Zellen (z. B. b und c) leicht ersichtlich. Zugleich auch sieht man deutlich, dass nach der Abgliederung der vier Randzellen die centrale Zelle nirgends mehr die Aussenwandung berührt. Ebenso zeigen die Abbildungen (Fig. 7 A und B), dass der Thallus an seiner Spitze nicht genau cylindrisch ist, sondern eine etwas zusammengedrückte Gestalt besitzt.

Die vier peripherischen Zellen repräsentiren die vier Stützzellen des ausgebildeten Thallus. Wie entstehen nun aber die wandständigen Zellreihen des Hohlcyinders?

Sirodot löst diese Frage einfach dadurch, dass er sagt (l. c. p. 56): „ces tubes latéraux vont se constituer immédiatement par divisions transversales complètes des cellules périphériques.“ — Den Umstand, dass am ausgebildeten Thallus häufig von einer Stützzelle mehr als eine wandständige Zellreihe aufwärts und abwärts ausläuft, erklärt er dagegen auf folgende Weise (l. c. p. 56): . . . „les cellules constituant la couche externe, sont disposées sur quatre séries linéaires ordinairement portées à six par le dédoublement de deux d'entre elles.“

So einfach verhält sich die Sache jedoch nicht, wie die genaue Untersuchung des ferneren Verhaltens der peripherischen Zellen zeigt.

Von den vier peripherischen Zellen oder Randzellen theilen sich bei fortschreitendem Wachsthum die beiden grösseren in ganz anderer Weise, als die beiden kleineren. Dieser Umstand kann durchaus nicht befremden, da ja, wie oben auseinandergesetzt ward, die beiderlei Randzellen auch schon in verschiedener Weise angelegt werden.

Die kleinere Randzelle theilt sich zunächst durch eine von der Aussenfläche nach innen und schräg nach oben verlaufende Querwand in eine kleinere obere und eine grössere untere Zelle. Letztere theilt sich dann ihrerseits durch eine ebenfalls nach innen, aber schräg nach unten verlaufende Wand in zwei Zellen von ungefähr gleicher Grösse. Auf diese Weise entstehen drei Zellen, von denen die obere und untere eine breitere Aussenfläche besitzen, während ihre Innenfläche, die an die centrale Zelle grenzt, schmaler ist. Dagegen ist die mittlere Zelle nach aussen schmaler als nach innen. (Vergl. Fig. 8.)

Während diese mittlere Zelle sich nun vorläufig nicht mehr theilt, wachsen die obere und die untere Zelle in der Richtung der Längsachse des Thallus weiter und gliedern durch Querwände Theilzellen ab, verhalten sich also wie Scheitelzellen wachsender Zellfäden. —

In einer grösseren Randzelle (Fig. 5 d) dagegen wird zunächst eine Wand angelegt, die an der Aussenfläche der Randzelle so ansetzt, dass sie ungefähr von der Mitte der oberen Querwand gekrümmt nach der Mitte einer Längswand, gewöhnlich der links gelegenen (vom Beschauer aus gerechnet), verläuft; von hier geht diese Wand, etwas schräg nach oben gerichtet, in das Innere der Randzelle hinein und setzt an die Innenwand der Randzelle an (Fig. 6 B a). An diese Wand legt sich eine zweite Wand an, welche zu der andern Längswand sich hinbiegt und ebenfalls nach innen und ein wenig schräg nach oben verläuft (Fig. 6 B b). Eine dritte Wand setzt sich (in der Aussenansicht der Randzelle) an die beiden Längswände der Randzelle unterhalb der eben neugebildeten Wände an und verläuft, mit der untern Querwand der Randzelle schwach convergirend, nach innen (Fig. 6 B c). So entstehen vier Zellen, eine, die mit breiterer Fläche an die Innenwand der Randzelle anstösst, mit dem schmaleren Ende die Aussenwand berührt, und drei Zellen, deren breiterer Theil an die Aussenwand angrenzt. Von den letzteren Zellen sind zwei nach der Spitze und eine nach der Basis des Thallus gerichtet.

Diese Theilungsweise der grösseren Randzellen ist die bei weitem am häufigsten vorkommende, mithin kann sie als

die typische bezeichnet werden. Zuweilen aber finden sich kleinere Abweichungen, die jedoch das Resultat der Theilungen in keiner Weise beeinträchtigen.

Als eine derartige Abweichung beobachtete ich, dass die beiden oberen Zellen schon begonnen hatten, weitere Theilungen einzugehen, bevor die untere Querscheidewand (Fig. 6 B c) angelegt war. Oder diese Querscheidewand legte sich nicht an die beiden Längswände der Randzelle an, sondern an die beiden zuerst entstandenen, gebogenen Wände (Fig. 6 D) oder an eine derselben und die gegenüberliegende Längswand an (Fig. 6 C), sodass die Aussenfläche der mittleren Zelle drei- oder viereckig erschien, während sie in der typischen Form fünfeckig ist. Immerhin aber entstehen auch in diesen Fällen je eine mittlere, eine abwärts und zwei aufwärts gerichtete Zellen.

Als durchaus von der Regel abweichend ist aber die Theilungsweise zu bezeichnen, die ich einmal bei *S. fluvialis* beobachtet habe (Vergl. Fig. 12). Hier waren um die mittlere Zelle vier andere Zellen (die schon weitere Theilungen eingegangen waren) so gelagert, dass 2 nach der Spitze und 2 nach der Basis des Thallus gerichtet waren. — Ein anderer Fall endlich stimmte fast vollständig mit der Theilungsweise, die unten bei der Untergattung *Lemanea* zu schildern sein wird, überein.

Wie aber auch im Einzelnen der beschriebene Theilungsvorgang verlaufen mag, die nach innen breitere mittlere Zelle theilt sich vorläufig nicht weiter; die übrigen Zellen aber wachsen in der Richtung der Längsachse des Fadens fort und schneiden durch Querwände, die mit den ursprünglichen Querwänden der Randzellen mehr oder weniger parallel verlaufen, wiederholt Gliederzellen ab (Fig. 9). Sie verhalten sich also ebenfalls wie Scheitelzellen wachsender Zellfäden. —

In jeder der vier Randzellen findet sich somit eine Zelle, die mit dem breiteren Ende der Mitte des Thallus zugewandt ist. Diese Zellen werden zu den vier Stützzellen, die an der centralen Zelle befestigt bleiben. Zwei Stützzellen, die einander gegenüberstehen, senden nach oben und unten nur je eine Zellreihe aus — die beiden kleineren Randzellen —; von den beiden andern Zellen dagegen geht nach unten eben-

falls je eine Zellreihe aus, nach oben jedoch je zwei Reihen von Zellen — die grösseren Randzellen —.

Wird auf diesem Stadium der Entwicklung ein Querschnitt durch den Thallus geführt, so wird man, falls dieser Schnitt durch die Region der Stützzellen oder unterhalb derselben verläuft, die Centralzelle von vier peripherischen Zellen umgeben finden; ein Schnitt, durch die Region oberhalb der Stützzellen geführt, muss dagegen die Centralzelle von sechs peripherischen Zellen umgeben zeigen.

Die vier Randzellen einer jeden Gliederzelle des jungen Thallus wachsen eine geraume Zeit an ihrem oberen und unteren Ende fort. Zunächst hält dabei das Wachstum der Centralzelle mit dem der Randzellen gleichen Schritt; bald aber wird das Wachstum der Centralzelle weniger ausgiebig, als das der Randzellen. Daher können diese an der Grenze zweier Gliederzellen nicht mehr in der Richtung der Längsachse des Thallus fortwachsen, sondern sind gezwungen, die fortwachsenden Spitzen ein wenig nach aussen umzubiegen. Dadurch wird dann eine Erscheinung hervorgerufen, die weiter unten bei der Besprechung der Fortpflanzungsorgane noch näher berührt werden soll.

Während nun in den Randzellen an dem fortwachsenden oberen und unteren Rande noch neue Zellen abgegliedert werden, beginnen die erstgebildeten Zellen in anderer Richtung sich zu theilen. Den Anfang macht fast immer die Stützzelle. In älteren „grösseren Randzellen“ ist diese durch ihre Lage und Gestalt unverkennbar characterisirt (Fig. 5 und 9); in älteren „kleineren Randzellen“ lässt sie sich durch die correspondirende Lage in gleicher Höhe mit der Stützzelle einer grösseren Randzelle stets auffinden, obwohl sie sich von den übrigen Zellen einer kleineren Randzelle durchaus nicht unterscheidet. Die Stützzelle und darauf, nach oben und unten fortschreitend, die übrigen Zellen theilen sich in eine innere und zwei äussere Zellen durch zwei Wände, von denen die eine, an die eine Längswand der Zelle (oder an die innere Wand derselben) ansetzend, gebogen nach der Aussenfläche verläuft, während die zweite Wand, an der gegenüberliegenden Längswand der Zelle ansetzend, die Aussenwand nicht erreicht, sondern sich an die soeben neu gebildete Wand an-

legt (Fig. 10 A und B). Diese Wände verlaufen aber nicht immer in der Richtung der Längsachse der Mutterzelle, sondern häufig von dieser Richtung mehr oder weniger abweichend¹⁾.

Sehr häufig tritt auch der Fall ein, dass nicht zwei, sondern drei äussere Zellen und eine innere gebildet werden. Es geschieht dies durch drei Scheidewände, die sich in der verschiedensten Weise an einander anlegen können. Stets aber werden hierbei von der Mutterzelle die Tochterzellen so abgeschnitten, dass der Rest der Mutterzelle an die Aussenfläche des Thallus überhaupt nicht mehr heranreicht.

Die auf solche Weise entstandenen inneren Zellen theilen sich nun (ebenso wie die Centralzelle einer jeden primären Gliederzelle) nicht mehr. Sie dehnen sich jedoch noch bedeutend in die Länge aus. Die Stützzelle streckt sich in radialer Richtung in die Länge und weitet sich an dem äussern Ende nach oben und unten in zwei Arme aus; die übrigen inneren Zellen aber dehnen sich in der Längsrichtung des Thallus in die Länge und werden so zu den langgestreckten Zellen der wandständigen Zellreihen, deren Zahl und Anordnung somit in den ersten Theilungen der Randzellen ihre Erklärung findet.

Die zwei resp. drei äusseren Zellen der letztbeschriebenen Zelltheilung wiederholen dann dieselbe Theilungsweise. Sie theilen sich ebenfalls je in zwei (resp. drei) äussere und eine innere Zelle. Die dadurch entstandenen inneren Zellen werden zu den Verbindungszellen, die in dem erwachsenen Thallus die wandständigen Zellreihen an der Innenseite des Hohlcyinders befestigen.

Weiterhin wiederholen dann die zuletzt entstandenen Aussenzellen denselben Theilungsvorgang und theilen sich ebenfalls in eine innere und 2—3 äussere Zellen. Aus den inneren Zellen entsteht die innerste Zellschicht des hohlen Schlauches. Aus den äusseren Zellen aber gehen unter mehr-

1) Im letzteren Falle erscheint eine solche Wand in der Aussenansicht des Thallus dann nicht als eine Linie, die in der Richtung der Längsachse des Thallus verläuft, sondern als eine solche, die um irgend eine Winkelgrösse von der Längsrichtung des Thallus abweicht.

maliger Wiederholung desselben Theilungsvorgangs schliesslich die übrigen Zellenlagen des Hohlcylinders hervor. —

Inzwischen löst sich der junge Hohlcylinder von der centralen Zellreihe ab. Der dadurch entstehende Hohlraum ist zunächst mit einer weichen Gallerte angefüllt; jedoch verschwindet diese bald. — Weiterhin beginnen auch die Zellen der innersten Schicht der hohlcylindrischen Wandung zu Rhizoiden auszuwachsen, die bald einfach bleiben, bald durch seitliche Ausstülpungen Verzweigungen hervorbringen. Die Zellen der innersten Schicht selbst aber runden sich kugelförmig ab, und zwischen ihnen bilden sich vielfach Inter-cellularräume aus. —

Anatomic des Thallus bei der Untergattung *Lemanea*.

Aus der Untergattung *Lemanea* stand mir für genauere mikroskopische Untersuchung nur Spiritusmaterial einer einzigen Art, *Lemanea catenata* Kütz. (aus der Elster bei Greiz), zur Verfügung. In getrockneten Exemplaren konnte ich ausserdem noch untersuchen *Lemanea annulata* Kütz. (aus Nordfrankreich), *nodosa* Kütz. (aus Sardinien), *torulosa* Srdt. (aus Sardinien) und *sudetica* Kütz. (aus dem Kochel in Schlesien).

Von den letztgenannten Arten wies nur *L. annulata* noch einige wohl erhaltene junge Spitzen auf, von denen ich eine einzelne untersucht und in ihrem Verhalten mit den Spitzen der *L. catenata* übereinstimmend gefunden habe. Bei den übrigen genannten Arten fand ich am erwachsenen Thallus keine wesentliche Abweichung von dem Bau des Thallus der *L. catenata*. Ich glaube daher mit grosser Wahrscheinlichkeit schliessen zu dürfen, dass auch das Spitzenwachsthum bei diesen Arten dasselbe ist wie bei *L. catenata* und *annulata*.

Der Thallus der zur Untergattung *Lemanea* Srdt. gehörigen Arten ist im Grossen und Ganzen dem der *Sacheria*-Arten durchaus analog. Er besteht ebenfalls aus einem Hohlcylinder, der aus mehreren Zellschichten aufgebaut ist, und einer die Mitte des Hohlcylinders durchlaufenden centralen Zellreihe nebst Stützzellen, wandständigen Zellreihen und Verbindungszellen. Im Einzelnen finden sich jedoch Abweichungen.

Die Centralachse (Fig. 13 a) ist zunächst oft bis zur

Unkenntlichkeit von einer Menge von Rhizoiden eingehüllt¹⁾. Sie entspringen einzeln oder zu zwei von der unteren Fläche der Stützzellen. Sie verzweigen sich vielfach und wachsen durch mehrere Abschnitte des Thallus hindurch abwärts. Dadurch entsteht eine Menge feiner, gegliederter Fädchen, die im erwachsenen Thallus in schwach spiraliger Drehung um die centrale Zellreihe sich herumwinden.

Die Stützzellen (Fig. 13 b und b') entspringen ferner bedeutend mehr dem oberen Ende einer Zelle der Centralachse genähert, als dies bei den Arten der Gruppe *Sacheria* der Fall ist. Auch sind die Stützzellen an ihrem äusseren Ende nicht in zwei Aeste ausgezogen, sondern sind einfach keulenförmig gestaltet. Ihr äusseres Ende erreicht das Gewebe des Hohleylinders nicht; vielmehr sind zwei dieser vier Stützzellen, einander gegenüberstehend, an dem Hohleylinder mittelst einer besonderen Verbindungszelle befestigt (Fig. 13 v), während die beiden anderen einer solchen Verbindungszelle gewöhnlich entbehren. Nur zuweilen findet sich auch an diesen letzteren Stützzellen eine Verbindungszelle (z. B. in Fig. 13 v').²⁾

Von denjenigen Stützzellen, die stets mit einer Verbindungszelle versehen sind, verlaufen nach der Spitze des Thallus zwei Fäden (Fig. 13 f und g), von denen der eine aus einer einfachen Reihe von Zellen besteht, der andere dagegen von der Spitze seiner ersten Zelle noch einen Seitenfaden aussendet (Fig. 13 g'). Nach unten verlaufen von diesen Stützzellen ebenfalls je zwei Reihen langgestreckter Zellen (Fig. 13 h und i). Die beiden letzteren wandständigen Zellreihen bleiben jedoch stets unverzweigt.

Von den Stützzellen, die gewöhnlich der Verbindungs-

1) Diese Rhizoiden sind in Fig. 13 der Deutlichkeit wegen weggelassen.

2) Wartmann erwähnt gar nicht, dass die Verbindungszelle an ganz bestimmten Stützzellen gewöhnlich fehlt. Sirodot scheint es bemerkt zu haben, da er pag. 17 sagt: Chacune des branches de la croix est formée par une cellule cylindrique dont l'extrémité périphérique, distante de la paroi intérieure, s'y trouve ordinairement rattachée par une cellule longuement piriforme.

zelle entbehren, verläuft nach oben je eine stets unverzweigte wandständige Zellreihe (Fig. 13 c); nach unten entsenden diese Stützzellen je zwei ebenfalls unverzweigte Zellreihen (Fig. 13 d und e).¹⁾

Die Zellen sämtlicher wandständigen Zellreihen werden gegen die knotigen Anschwellungen des Thallus hin kürzer und sind schliesslich von den Zellen der innersten Schicht der hohlcylindrischen Wandung nicht mehr zu unterscheiden. Die einzelnen Zellen sind an dem Gewebe des Hohlcylinders durch zwei oder drei Verbindungszellen befestigt, die, wie bei der Gruppe *Sacheria* (nur bedeutend stärker als dort) papillenförmig ausgezogen sind.

Diese eigenthümliche Gestaltung der Verbindungszellen dürfte wohl sicher durch das ungleichmässige Wachstum der einzelnen Zellschichten des Thallus und durch die hierdurch verursachte Dehnung zu erklären sein. Letztere scheint übrigens zuweilen sehr beträchtlich zu sein, da nicht selten auch die Zellen der innersten Schicht des Hohlcylinders papillenförmig ausgezogen sind. —

Die hohlcylindrische Wandung des Thallus der zur Untergattung *Lemanea* gehörigen Arten zeigt in ihrem anatomischen Bau wenig Unterschiede von dem Hohlcylinder der zur Untergattung *Sacheria* gehörigen Arten. Zu bemerken ist nur, dass die Anzahl der Zellschichten in dem Hohlcylinder bei den ersteren Arten eine geringere ist als bei den Arten der letzteren Untergattung. —

Die Zellen der innersten Schicht des Hohlcylinders wachsen, wie bei der Untergattung *Sacheria*, zu Rhizoiden aus. Sie sind jedoch bei der Untergattung *Lemanea* nicht so zahlreich, wie bei *Sacheria*. Von den Rhizoiden der Stützzellen unterscheiden sie sich dadurch, dass ihre Zellen bedeutend grösser sind als bei jenen. —

1) Dieses Verhalten ist bereits von *Wartmann* richtig dargestellt worden. Dagegen sind die Angaben von *Sirodot* ziemlich ungenau: „Dans cette section le nombre des tubes latéraux varie donc de six à neuf . . . dans la région moyenne de chaque segment le nombre normal est . . . six — huit . . .“ (pag. 18.)

Spitzenwachsthum bei der Untergattung *Lemanea*.

Das Spitzenwachsthum einer Art der Untergattung *Lemanea* ist von Wartmann mit grosser Genauigkeit untersucht worden; jedoch beschränkt sich diese Untersuchung zum grossen Theil auf die Oberfläche der Spitzen, sodass einige Irrthümer untergelaufen sind. Auch ist aus Wartmann's Darstellung nicht zu entnehmen, in welcher Weise die Stützzellen in den kleineren Randzellen angelegt werden.

Sirodot behandelt das Spitzenwachsthum zu allgemein, zu wenig in die Einzelheiten eingehend. Auch entsprechen die Abbildungen, die er von dem Bau der Spitze von *L. catenata* giebt, keineswegs genau den thatsächlichen Verhältnissen.

Meine eigenen Untersuchungen über das Spitzenwachsthum von *Lemanea catenata* ergaben folgende Resultate.

Eine stetig fortwachsende Scheitelzelle (Fig. 14 a) lässt durch horizontal angelegte Scheidewände Gliederzellen (Fig. 14 b) entstehen. Nachdem eine Reihe derartiger Zellen abgeschnitten ist, fangen die älteren derselben an, weitere Theilungen einzugehen. Zunächst wird jede Gliederzelle, genau so, wie bei den *Sacheria*-Arten¹⁾, durch vier annähernd der Längsachse des Thallus parallel gerichtete, etwas gekrümmte Wände in 5 Zellen zerlegt, eine centrale und vier periphere Zellen. Von den letzteren sind zwei, einander gegenüberstehend, grösser als die beiden anderen; zugleich sind diese beiden peripherischen Zellen am oberen Ende etwas breiter als am unteren, während die beiden anderen peripherischen Zellen ein umgekehrtes Verhalten zeigen.

Die einzelnen peripherischen Zellen wollen wir von jetzt ab, wie bei der Untergattung *Sacheria*, mit dem Namen „Randzellen“ bezeichnen.

1) Dass die ersten Theilungen in den einzelnen Gliederzellen bei beiden Untergattungen in gleicher Weise verlaufen, giebt auch Sirodot an. (l. c. pag. 59 ff.) Thatsächlich werden aber, wie schon oben erwähnt, die vier ersten Wände in etwas anderer Weise angelegt als Sirodot beschreibt. — Ueber die weiteren Theilungsschritte in den einzelnen peripherischen Zellen berichtet Sirodot nichts genaueres, sodass hier auf seine Angaben nicht mehr zurückzukommen brauche.

Die kleineren Randzellen können sich nun in verschiedener Weise theilen.

In dem einen Falle (Fig. 15) wird durch eine Wand, die den Querwänden der primären Gliederzelle annähernd parallel verläuft, jedoch ein wenig mit der oberen Querwand convergirt, eine obere Zelle abgeschnitten. Die Aussenfläche dieser Zelle ist etwas höher als ihre der centralen Zelle zugekehrte Innenfläche. Dann theilt sich die untere Zelle wiederum in zwei Zellen ungleicher Grösse durch eine Wand, die von der Mitte der soeben neu gebildeten Wand zur Mitte der unteren Querwand verläuft, dann aber nach innen mit einer Längsseitenwand der Randzelle convergirt (und zwar an ihrem oberen Ende bedeutend mehr als am unteren). In der Aussenansicht erscheint diese Wand als eine gerade Linie, die in der Richtung der Längsachse des Thallus verläuft; in der Innenansicht aber tritt sie als gekrümmte Linie hervor. — Weiterhin setzt an diese Wand eine zweite an, die mit der anderen Längsseitenwand der Randzelle in ganz analoger Weise convergirt.

Durch diese Theilungsschritte entstehen aus der kleineren Randzelle drei äussere und eine innere Zelle. Letztere theilt sich fernerhin nicht mehr; dagegen wachsen die drei anderen Zellen in der Richtung der Längsachse des Thallus weiter und schneiden durch mehr oder weniger vollkommen horizontale Wände Gliederzellen ab. Sie verhalten sich also wie die Scheitelzellen wachsender Zellfäden. Die innere Zelle dagegen wird zur Stützzelle. Dieselbe kann in dem vorliegenden Falle eine Verbindungszelle nicht besitzen; denn sie berührt sofort nach ihrer Bildung die Aussenfläche des Thallus nicht mehr, kann also auf dieser Seite Zellen auch nicht mehr abgliedern.

Im zweiten Falle dagegen (Fig. 16.) wird in einer kleineren Randzelle zunächst ebenfalls eine Wand angelegt, die mit der oberen Querwand der Randzelle ein wenig convergirt. Die dadurch entstandene untere Zelle theilt sich dann ihrerseits in zwei Zellen durch eine verticale Wand, die, in der Mitte der soeben gebildeten Scheidewand ansetzend, ungefähr zur Mitte der unteren Querwand und zur Mitte der inneren, an der centralen Zelle anliegenden Wand der Randzelle verläuft.

Von den beiden so entstandenen Tochterzellen wird darauf die eine durch eine horizontale Wand in zwei Zellen getheilt. Und endlich zerfällt die obere dieser beiden Tochterzellen durch eine tangentielle Wand in eine äussere und eine innere Zelle. Diese letztere wird dann zur Stützzelle, wogegen die äussere Zelle (nachdem sie ihrerseits wieder zwei oder drei äussere Zellen abgegliedert hat) zur Verbindungszelle sich entwickelt.

Aus den Wartmann'schen Angaben ist gar nicht zu ersehen, welche Zelle einer kleineren Randzelle zur Stützzelle wird. Auch bin ich selbst ebenfalls sehr lange in Zweifel gewesen, bis schliesslich ein günstiges Präparat (Fig. 16.) mir Aufklärung verschaffte.

Die Stützzelle theilt sich nun ferner nicht mehr; die drei anderen Zellen dagegen, von denen eine oberhalb, eine unterhalb und eine seitlich (aber ebenfalls nach unten sich vorstreckend) von der Stützzelle liegt, wachsen nun in der Richtung der Längsachse des Thallus weiter und schneiden durch Querwände Gliederzellen ab, genau so, wie im ersteren Falle.

Demnach setzen sich an die Stützzelle einer kleineren Randzelle in beiden Fällen nach oben eine Reihe, nach unten zwei Reihen von Zellen an; es sind dies die späteren wandständigen Zellreihen. Jede Zelle der oberen Reihe theilt sich gewöhnlich in drei äussere und eine innere Zelle (Fig. 16). Die Zellen der beiden unteren Reihen theilen sich ebenfalls in eine innere und drei äussere, häufig aber auch in eine innere und zwei äussere Zellen. Die äusseren Zellen werden zu den Verbindungszellen, nachdem sie ihrerseits ebenfalls zwei oder drei äussere Zellen abgeschnitten haben. — Dadurch, dass sich dann derselbe Vorgang der Drei- resp. Viertheilung in den jeweiligen Aussenzellen noch mehrfach wiederholt, wird der aus den kleineren Randzellen hervorgehende Theil des Hohlcyinders gebildet. —

Eine grössere Randzelle theilt sich zunächst durch vier Wände, welche die vier Ecken abschneiden in eine mittlere und vier Eckzellen (Fig. 17 b). Sämmtliche Zellen berühren die Aussenfläche der Randzelle, jedoch nähern sich die vier Scheidewände, ins Innere gehend, ein wenig den vier inneren Ecken der Randzelle, sodass die mittlere Zelle sich nach innen

zu verbreitert. Nachdem die vier Eckzellen abgeschnitten sind, wird die mittlere Zelle durch eine tangentielle Wand in eine äussere und eine innere zertheilt (Fig. 18 a). Die letztere Zelle, die nunmehr die Aussenfläche des Thallus gar nicht mehr berührt, wird zur Stützzelle der grösseren Randzelle.

In der zuerst abgeschnittenen Eckzelle, gewöhnlich der links oben gelegenen (vom Beobachter aus gerechnet), wird zunächst eine Wand parallel der zuerst gebildeten Wand angelegt (Fig. 14 x). Sodann werden in den beiden Tochterzellen dieser letzteren Zelltheilung und in den drei übrigen Eckzellen wiederholt durch horizontale Wände in akropetaler Folge Gliederzellen abgeschnitten, die Gliederzellen der späteren wandständigen Zellreihen.

Einmal habe ich übrigens beobachtet, dass die Anlage der fünften Wand, die parallel der zuerst entstandenen verläuft, unterblieben war (Fig. 19). Demgemäss liefen von der Stützzelle nur vier Reihen von Zellen aus, zwei nach oben und zwei nach unten. — Vielleicht mag auch hin und wieder noch eine andere Theilungsweise vorkommen; jedenfalls aber ist die soeben beschriebene Theilungsweise die Regel. Aus ihr erklärt sich die Thatsache, dass im fertigen Thallus der ersten Gliederzelle zweier aufwärts verlaufenden wandständigen Zellreihen eine zweite Zellreihe aufsitzt. —

Die weitere Ausbildung des Zellgewebes der hohlcyllindrischen Wandung des Thallus geht bei den grösseren Randzellen in derselben Weise vor sich, wie bei den kleineren Randzellen: durch zwei oder drei Wände wird jede Zelle der letzterwähnten Zellreihen in eine innere und zwei resp. drei äussere Zellen zertheilt. Die letzteren wiederholen denselben Vorgang u. s. f. —

Wie soeben erwähnt, theilt sich die durch die ersten vier Wände der Randzelle abgeschnittene mittlere Zelle in eine äussere und eine innere Zelle. Die letztere wird zur Stützzelle, während die äussere Zelle (Fig. 18 v) zu der Verbindungszelle wird, welche die Stützzelle an dem späteren Hohlcyllinder befestigt. Aus dieser Theilungsweise der grösseren Randzellen geht hervor, dass die Stützzellen, die aus einer solchen grösseren Randzelle entstehen, stets eine Verbindungs-

zelle besitzen müssen, während eine solche bei den Stützzellen der kleineren Randzellen zuweilen fehlen kann.

Fassen wir nun die angegebenen Thatsachen über die Entwicklung der wandständigen Zellreihen, die durch die ersten Zelltheilungen in den vier Randzellen einer einzelnen Gliederzelle angelegt werden, zusammen, so finden wir, dass in jedem Thallusgliede, das aus einer einzelnen Gliederzelle hervorgeht, vier Stützzellen vorhanden sind, und dass von diesen vier Stützzellen sechs Zellreihen nach oben verlaufen, $2 + 2$ aus den grösseren Randzellen hervorgehend, und $1 + 1$ aus den kleineren Randzellen. Zwei der Zellreihen jedoch, die aus den grösseren Randzellen hervorgegangen sind, besitzen an ihrer ersten Zelle — von der Stützzelle aus gerechnet — noch je eine Nebenzellreihe, sodass in jedem Thallusgliede im Ganzen acht Zellreihen aufwärts verlaufen. Diese entsprechen in Zahl und Anordnung den acht aufwärts verlaufenden wandständigen Zellreihen des fertigen Thallus. — Nach unten entsendet jede der vier Stützzellen zwei unverzweigte Zellreihen, und diese acht Zellreihen entsprechen den acht abwärts verlaufenden wandständigen Zellreihen des fertigen Thallus.

Sobald die hohlcylindrische Wandung des Thallus aus mehreren Zellschichten gebildet ist, beginnt dieselbe sich von der centralen Zellreihe abzulösen. Nur die Stützzellen bleiben eng mit letzterer verbunden.

Zu derselben Zeit beginnen auch die Stützzellen, Rhizoiden hervorsprossen zu lassen. Zugleich wachsen aus einzelnen Zellen der innersten Schicht des Hohlcylinders analoge Rhizoiden hervor, die den Hohlraum des Thallus oft in grosser Menge durchziehen.

Jede Stützzelle treibt an ihrer unteren, der Basis des Thallus zugekehrten Seite eine Ausstülpung, die sich durch eine Querwand abgliedert (Fig. 20 r). Die neugebildete kleine Zelle wächst nun, dicht an der Centralzelle anliegend, an dieser hinunter durch mehrere Thallusglieder hindurch, indem sie fortwährend durch neue Querwände Zellen abgliedert und durch seitliche Ausstülpungen eine reichliche Verzweigung hervorbringt. Der Hauptfaden sammt seinen Zweigen legt sich dabei in spiraliger Drehung um die centrale Zellreihe

herum und schliesst dieselbe oft in so dichter Masse ein, dass sie kaum noch erkennbar bleibt.

In ganz analoger Weise entstehen die Rhizoiden, die den Zellen der innersten Schicht des Hohlcyinders entsprossen. Diese Rhizoiden sind aber bedeutend dicker als die Rhizoiden der Stützzellen. Sie durchziehen den Hohlraum ohne bestimmte Anordnung. Ihre Anzahl ist bei der vorliegenden Untergattung *Lemanea* verhältnissmässig gering; dagegen werden sie, wie oben erwähnt, bei der Untergattung *Sacheria* oft in solcher Menge gebildet, dass die Centralachse und die wandständigen Zellreihen gänzlich verdeckt werden.

II. Fortpflanzungsorgane.

Die Fortpflanzung der Lemaneaceen geht, so weit bekannt, ¹⁾ ausschliesslich auf geschlechtlichem Wege vor sich. Eine männliche Zelle vereinigt sich mit der weiblichen Eizelle. Diese lässt nach der Befruchtung verzweigte Fäden hervorsprossen, deren Zellen zum grössten Theile zu Sporen sich ausbilden.

Antheridien.

Die männlichen Zellen, die Spermation, werden bei den beiden Untergattungen *Sacheria* und *Lemanea* in gleicher Weise angelegt, sodass wir bei der Besprechung der männlichen Geschlechtsorgane beide Untergattungen zusammenfassen können.

Wie oben erwähnt, besteht eine *Lemanea* aus einem fadenförmigen Thallus, der in regelmässigen Abständen Anschwellungen mit papillenartigen Höckern zeigt. Diese letzteren können entweder zu einem rings um den Thallus laufenden Bande verbunden sein (*L. catenata*, *annulata*) oder aus einzelnen getrennten Höckern bestehen (*Sacheria fluviatilis*, *rigida*). Sie stellen die Antheridien dar, aus denen die männlichen Zellen hervorgehen.

Die Entstehung dieser Höcker wird leicht verständlich,

1) In der Litteratur habe ich keine Angaben über etwaige Tetrasporen gefunden; ebensowenig habe ich bei meinen eigenen Untersuchungen dergleichen Gebilde gesehen.

wenn wir uns die Art und Weise, wie der Hohlcyylinder wächst, noch einmal vergegenwärtigen.

Wie oben gesagt ist, hält die Centralzelle eines Gliedes des Lemanea-Thallus in der Intensität des Wachstums zunächst gleichen Schritt mit dem Wachstum des Hohlcyinders. Bald jedoch erlahmt das Wachstum der ersteren, und die an den Spitzen der wandständigen Zellreihen neu entstehenden Zellen nebst Tochterzellen werden durch die wandständigen Zellreihen des nächst oberen resp. unteren Gliedes gezwungen, nach aussen oder innen auszuweichen. Da nach innen zu dieser Zeit noch kein Raum vorhanden ist, die hohlcylindrische Wandung vielmehr der Centralzelle noch eng anliegt, so ist es natürlich, dass die Spitzen der Zellreihen sich nach aussen biegen und hier in Gestalt von Höckern sich vorwölben. Bei der Untergattung *Sacheria* bleiben sie nun als gesonderte Höcker bestehen, bei der Untergattung *Lemanea* dagegen schliessen sie seitlich zu einem mehr oder weniger regelmässig begrenzten Ringe zusammen. Dies letztere aber erklärt sich einfach aus der grösseren Anzahl der wandständigen Zellreihen bei *Lemanea*.

An der Aussenfläche dieser Höcker entstehen nun die männlichen Zellen. Die äusseren Zellen der jungen Höcker dehnen sich in radialer Richtung zu langgestreckter Gestalt. Dann gliedern dieselben an ihrer Spitze je eine kleine Zelle (Fig. 21 a) ab, und diese wird nun zur Mutterzelle eines einzelnen Spermiums. Ist das letztere reif, so zerreisst (nach den Angaben Sirodots) die äussere Membran und der Inhalt tritt als membranloses Kügelchen heraus, um durch die Bewegung des Wassers¹⁾ zu der weiblichen Sexualzelle hingeführt zu werden. Die zurückbleibende Membran haftet noch während einiger Zeit auf der Trägerzelle und geht dann zu Grunde.

Zuweilen findet man auf den Trägerzellen statt der kleinen Mutterzellen der Spermien sehr feine haarförmige Zellen. Sirodot bezeichnet sie als „cils“ und erklärt sie für sterile männliche Zellen.²⁾ Ihrer Entstehung nach entsprechen sie allerdings vollständig den Mutterzellen der Spermien.

1) Vergl. dagegen Schmitz, l. c. p. 10.

2) Vergl. Sirodot, l. c. pl. 7. Fig. 63.

Carpogonien.

Die weiblichen Zellen entstehen erst nach der Ausbildung des grössten Theiles des ganzen Thallus an besonderen kurzen Zellreihen. Schon in der ersten Anlage dieser Zellreihen treten Unterschiede der beiden Untergattungen hervor. Deshalb sollen diese gesondert behandelt werden.

Bei der Untergattung *Sacheria* (Fig. 22) entsprosst der Carpogonast¹⁾, dessen Endzelle das „Carpogonium“, die weibliche Sexualzelle, darstellt, gewöhnlich einer Verbindungszelle (Fig. 22 b), selten einer Zelle einer wandständigen Zellreihe²⁾. Von dieser Ansatzstelle aus wächst derselbe durch die hohlcylindrische Wandung des Thallus hindurch nach aussen, indem er durch die Zwischenräume der Zellen dieser Wandung sich hindurch windet. Der einzelne Carpogonast stellt eine Zellreihe dar, die in der Regel unverzweigt bleibt; nur bei *S. rigida* habe ich in einigen Fällen kurze 1--3zellige Seitenäste beobachtet.³⁾

Die Zahl der Zellen, die den Carpogonast zusammensetzen, variirt zwischen 3 und 7; die Zahl, die am häufigsten vorkommt, ist 4. Die Zellen sind bedeutend kleiner als die des umgebenden Gewebes, namentlich ist die Differenz zwischen den unteren Zellen des Carpogonastes und den Zellen der innersten Schicht des Hohlcylinders, in dem der Carpogonast eingebettet liegt, eine grosse (Vergl. Fig. 23), und daher der Carpogonast als solcher sehr leicht zu erkennen.

Die oberste Zelle dieses kurzen Astes wird zum Carpogonium (Fig. 22 c). Sie sendet einen langen dünnen Fortsatz, das Trichogyn (Fig. 22 t), durch die letzten, sehr eng an einander schliessenden Zellen des Hohlcylinders an die

1) Vergl. Schmitz, l. c. pag. 12.

2) Sirodot behauptet l. c. pag. 23, das Entgegengesetzte beobachtet zu haben: „c'est sur la face pariétale de ces tubes latéraux, et, exceptionnellement, sur les cellules qui les relient à la paroi, que sont fixés des ramuscules très-courts etc.“

3) Sirodot giebt auf Taf. 3 Fig. 21 seiner Abhandlung die Abbildung eines Carpogonastes von *S. fluviatilis*, der, wie er pag. 23 seiner Abhandlung sagt, nicht eine, sondern zwei Grundzellen besitzt. Ich halte diesen Fall, wenn die Abbildung richtig ist, für eine beginnende Verzweigung.

Aussenwelt, um so den im Wasser treibenden Spermarien die Möglichkeit zur Copulation zu geben. —

Aus der Untergattung *Lemanea* konnte ich rücksichtlich der Sexualorgane nur *L. catenata* untersuchen.

Bei dieser Art entspringen die Carpogonäste von einer Zelle der wandständigen Zellreihen (Fig. 24 z). Niemals habe ich hier beobachtet, dass sich ein Carpogonast auf eine Verbindungszelle zurückführen liess; doch ist die Möglichkeit, dass dies hin und wieder vorkommt, natürlich nicht ausgeschlossen.

Der einzelne Carpogonast wächst bei der Untergattung *Lemanea* zu sehr wechselnder Länge heran. Die Zahl seiner Gliederzellen schwankt zwischen 5 und 9. An diesem Carpogonast aber tritt gewöhnlich sehr reichliche Verzweigung auf. Sehr frühzeitig, schon wenn der junge Carpogonast erst 2—3 Zellen lang geworden ist, beginnen einzelne seiner Zellen, kurze Seitensprosse auszutreiben (Fig. 24 s). Unmittelbar unterhalb der oberen Querwand treibt die betreffende Zelle eine Ausstülpung, die sich, nachdem sie eine bestimmte Länge erreicht hat, durch eine Wand von der Mutterzelle abtrennt und dann zu einem gegliederten Zellfaden heranwächst. Letzterer kann seinerseits wiederum secundäre Sprosse treiben.

Solche Verzweigungen können an sämtlichen Zellen des Carpogonastes, mit Ausnahme des Carpogoniums selbst, auftreten. Sie bilden an dem ausgebildeten Carpogonaste zu der Zeit, wenn das Trichogyn die Aussenfläche des Thallus erreicht hat, ein dichtes monopodial verzweigtes Fadensystem.

Unverzweigt bleibt stets das Trichogyn; höchstens zeigt es gelegentlich kurze, seitliche Ausstülpungen. Solche Ausstülpungen aber erklären sich einfach dadurch, dass das fortwachsende Ende des Trichogyns sich nicht zwischen den äusseren Zellen des Hohlcylinders hindurchzwängen konnte und nun auf anderem Wege versuchen musste, an die Aussenwelt zu gelangen.

Zuweilen sind auch einige untere Zellen des Carpogonastes unverzweigt, während die oberen Zellen zahlreiche Aeste entsenden. Einige Male habe ich auch das umgekehrte Verhalten beobachtet: die unterste Zelle hatte einen aus langen Zellen gebildeten Faden entsandt, während im Uebrigen der

Carpogonast unverzweigt geblieben war. Auch gänzlich unverzweigte Carpogonäste kommen hin und wieder vor, sodass die Verästelung zwar Regel, aber nicht ausnahmslose Regel ist. —

Die Zahl der Carpogonien, die einem einzelnen verzweigten Carpogonaste angehören, ist sehr wechselnd. In den meisten Fällen ist nur ein einziges endständiges Carpogonium vorhanden; häufig jedoch finden sich ausserdem noch mehrere seitenständige Carpogonien (Fig. 26 c). Namentlich wenn der Carpogonast reich verzweigt ist, stehen häufig an den Spitzen einiger Seitenäste noch einzelne Carpogonien. Ich habe bis zu fünf Carpogonien an einem derartigen Carpogonast aufgefunden. Einige Male war es mir auch möglich, den Fall zu constatiren, dass auf der vorletzten Zelle des Carpogonastes zwei Carpogonien sasssen, von denen das eine der Endzelle, das andere einer Astzelle der obersten Gliederzelle entsprach.

Wie viele Carpogonien eines einzelnen Carpogonastes, der mehr als ein Carpogonium trägt, befruchtet werden können, muss ich übrigens unentschieden lassen. Ich habe bei meinen Untersuchungen niemals mehr als ein Carpogonium an einem einzelnen Carpogonaste befruchtet gefunden; ja ich habe sogar trotz der grossen Anzahl junger Fruchtanlagen, die ich gesehen habe, niemals ein befruchtetes Carpogonium neben einem oder mehreren unbefruchteten an demselben Carpogonaste bemerkt.

Sehr häufig bleiben einzelne Carpogonäste steril, auch in dem Falle, dass nur ein Carpogonium an dem betreffenden Aste vorhanden ist. Auch gehört es nicht zu den Seltenheiten, dass die oberste Zelle eines Carpogonastes überhaupt kein Trichogyn ausbildet, der ganze Carpogonast somit rudimentär bleibt.

Fruchtbildung.

Die weibliche Sexualzelle, das Carpogonium, wird, wie soeben ausführlich beschrieben worden ist, bei beiden Untergattungen von *Lemanea* durch die Endzelle eines einfachen oder mit kurzen Seitenzweigen besetzten Astes dargestellt.¹⁾

1) Vergl. Schmitz, l. c. pag. 15.

Sie sendet, um sich mit der männlichen Zelle vereinigen zu können, einen längeren, sehr feinen (*Sacheria fluviatilis* und *rigida*) oder kürzeren, dickeren (*Lemanea catenata*) Fortsatz, das Trichogyn, durch das trennende Gewebe des Hohleylinders nach aussen. Hier bildet dann das Trichogyn eine oder mehrere wulstartige Verbreiterungen (Fig. 23 d), an denen die Spermastien sich festsetzen.

Mir selbst ist es leider nicht gelungen, ein Trichogyn aufzufinden, an dem noch Spermastien festhafteten. Daher muss ich mich hier auf die Beobachtungen Sirodots berufen, der den Befruchtungsvorgang ausführlich beschrieben¹⁾ und ein Trichogyn mit daran haftenden Spermastien in seiner mehrfach angeführten Abhandlung abgebildet (Pl. 4. Fig. 27) hat.

Ist die Befruchtung vollendet, so finden wir die weibliche Zelle bedeutend verändert. Die Basis derselben ist angeschwollen (vergl. Fig. 25) und gegen das Trichogyn durch einen Membranpfropf (Fig. 25 m) abgeschlossen. Während dann das Trichogyn im Laufe der Zeit zu Grunde geht, nimmt der Bauchtheil der befruchteten Eizelle an Umfang zu. Er wird inhaltreicher als die übrigen Zellen des Carpogonastes und beginnt bald Ausstülpungen zu treiben, die sich von der Mutterzelle durch Querwände absondern und zu Zellfäden, den Ooblastemfäden (Fig. 23 und 25 o), auswachsen. Diese dringen in den Hohlraum des Thallus ein und verzweigen sich hier subdichotomisch (Fig. 27).

Dieses Büschel auseinander spreizender, verzweigter Zellfäden bildet den Fruchtkern des Cystokarps von *Lemanea*. An den einzelnen Zweigen der Ooblastemfäden bilden sich die oberen Zellen allmählich zu Sporen aus. Diese lösen sich bei der Reife einzeln oder in kurzen Ketten zusammenhängend ab und werden infolge äusserer Verletzungen des Thallus oder durch Verwesung desselben frei.

Die Sporenketten sind von einer gallertartigen Substanz eingehüllt, die vielleicht bei der Entleerung wesentliche Dienste leistet. —

Sirodot hat die Vorgänge der Fruchtbildung ganz richtig beobachtet bei der Untergattung *Sacheria*; denn er sagt pag. 28: „A la suite

1) pag. 26 und 27.

des phénomènes de la fécondation, la cellule qui sert de base au trichogyne¹⁾, ne tarde pas à produire sur la surface libre plusieurs tubercules etc.“ Dagegen hat er bei der Untergattung *Lemanea* sich geirrt. Er sagt nämlich pag. 30: „C'est toujours de la cellule qui sert de base au trichogyne que naissent, par bourgeonnement, les premiers rudiments des organes sporifères, mais ce n'est pas exclusivement la seule qui concourt à leur production. J'ai assez fréquemment observé les bourgeons, non plus seulement sur la cellule basilaire du trichogyne, mais aussi sur la cellule immédiatement voisine, c'est à dire la seconde à partir du trichogyne et même exceptionnellement sur la troisième.“

Diese Angaben Sirodots werden erklärlich durch die oben erwähnten Verzweigungen des unbefruchteten *Carpogonastes* (Fig. 25 s). Sirodot muss diese Verzweigungen für Ooblastenfäden gehalten haben. Anderenfalls hätte er dieselben an irgend einer Stelle seiner Abhandlung erwähnt. Diese Vermuthung wird zur Gewissheit, wenn man die Angaben Sirodots auf pag. 26 vergleicht: „Dans ces circonstances le rameau gynégène atteint une certaine longueur qui en rendrait l'observation plus facile, s'il n'était promptement recouvert par les filaments sporifères etc.“

Der Unterschied zwischen den sterilen und fertilen Zweigen eines *Carpogonastes* ist allerdings kein bedeutender; immerhin aber hätte Sirodot bemerken können, dass schon ein Ast mit unbefruchtetem *Carpogonium* reichliche Verzweigungen aufweist. Bei Beachtung dieses Umstandes aber würde Sirodot sicher zu einem anderen Resultate als dem eben citirten gekommen sein.

Da aber thatsächlich der Unterschied der sterilen Zweige eines *Carpogonastes* und der Ooblastenfäden, die wie fertile Zweige des *Carpogonastes* erscheinen, ein ziemlich geringer ist, sei hier noch besonders auf die bemerkenswerthesten Unterscheidungsmerkmale aufmerksam gemacht.

Die Zellen der fertilen Zweige des *Carpogoniums* sind etwas tonnenförmig aufgetrieben, namentlich gegen die Spitzen der Zweige hin; dagegen sind die Zellen der sterilen Zweige meist einfach cylindrisch. Ferner sind die ersteren Zellen gewöhnlich bedeutend grösser als die letzteren; die letzte Zelle eines fertilen Zweiges zeigt, namentlich bei älteren Fäden, fast stets eine citronen- oder spindelförmige Gestalt. — Hat man Thallusabschnitte längere Zeit in Wasser gekocht, sodann mittelst Nigrosin gefärbt, so nehmen die sterilen Zweige des *Carpogonastes* die Farbe leicht an, die fertilen dagegen setzen derselben grossen Widerstand entgegen.²⁾ ---

1) Sirodot versteht unter dieser Zelle die *Carpogonzelle*, deren Fortsatz das *Trichogyn* ist.

2) Es geschieht dies vielleicht deshalb, weil durch das Kochen die Florideenstärke, die in den Zellen der fertilen Zweige reichlicher angehäuft ist als in den Zellen der sterilen Zweige, aufquillt.

Die Ooblastenfäden sprossen sehr bald zu reich verzweigten Fadenbüscheln aus. In diesem Stadium ist es dann ganz unmöglich, den Verlauf sämtlicher einzelnen Fäden genau festzustellen. Es war daher nöthig, die entscheidenden Beobachtungen an jüngerem Material zu machen.

Ausserdem war es für die Untersuchung von grosser Wichtigkeit, die einzelnen Carpogonäste möglichst unverletzt von dem umgebenden Gewebe zu isoliren. Dies aber wurde mit Hülfe der schon oben erwähnten Methode, den Thallus der Alge durch 3—5 tages Kochen in destillirtem Wasser oder durch Behandlung mit kaltem Chlorwasser zu erweichen, glücklich erreicht. Durch diese Behandlung wird das Gewebe so sehr aufgelockert, dass ein leichter, etwas schräg geführter Stoss auf das Deckglas genügt, um den ganzen Thallus zu zerquetschen. Nur die genetisch zusammengehörigen Zellen bleiben hierbei mehr oder weniger in ihrem ursprünglichen Verbands. So gelang es denn auch mehrmals, einzelne Carpogonäste vollständig isolirt zu erhalten.

Zum Schlusse meiner Arbeit sei es mir erlaubt, noch einige Folgerungen aus den mitgetheilten Beobachtungen zu ziehen.

Der Thallus der Lemnaceen erscheint in seiner Hauptmasse, dem Hohlcylinder, als ein parenchymatischer Zellkörper. Verfolgen wir diesen Thallus aber in seiner Entwicklung, so lässt derselbe sich auffassen als ein System verzweigter Zellfäden, die grossen Theiles durch eine zähe Intercellularsubstanz fest mit einander verkittet sind.¹⁾

Die Hauptachse des ganzen Systems wird dargestellt durch die Centralachse des Thallus. Jede Zelle derselben trägt 4 wirtelig gestellte Tochterzellen, die Stützzellen. Jede der Tochterzellen trägt — verschieden bei den beiden Untergattungen — ihrerseits wieder 3—5 Tochterzellen: die ersten Zellen der wandständigen Zellreihen und die Verbindungszellen der Stützzellen. Jede von diesen Zellen trägt wiederum 2—4 Tochterzellen u. s. f. Die Gesammtheit dieser Zellen, durch Intercellularsubstanz fest mit einander zu einem (innen aufgelockerten Zellkörper) verbunden, stellt den Thallus der Lemnaceen dar.

1) Vergl. Schmitz. l. c. p. 4.

Wird nun die Intercellularsubstanz des Thallus (in der oben beschriebenen Weise) vergallert, so wird jede Zelle von ihrer Schwesterzelle losgelöst und bleibt nur im Zusammenhang mit ihrer Mutterzelle (Fig. 3). Alsdann aber erscheint die centrale Zellreihe als die Hauptachse eines Systems verzweigter Zellfäden; jede Gliederzelle dieser Hauptachse trägt 4 wirtelig gestellte Büschel von (meist di- oder trichotomisch) verzweigten Zellreihen. —

Fassen wir nun den Thallus der Lemaneaceen in dieser letzten Weise auf, so verschwindet die Eigenartigkeit, welche man früher in dem anatomischen Bau des Thallus dieser Algengruppe zu finden glaubte. Denn von Florideen, deren Thallus aus einer Centralachse mit 4 wirtelig gestellten Büscheln von verzweigten Zellfäden an jeder Gliederzelle besteht, sind zahlreiche Formen bekannt, z. B. *Batrachospermum*, *Dudresnaya*, *Crouania* u. a.

Bei den eben genannten Florideen-Gattungen findet sich übrigens auch eine reichlich entwickelte Intercellularsubstanz, welcher das ganze Verzweigungssystem der Zellfäden eingelagert ist. Bei *Batrachospermum* liegen die verzweigten Zellfäden in einer sehr weichen, voluminösen Gallerte; bei *Dudresnaya* ist die entsprechende Gallerte schon bedeutend zäher; ein älterer Abschnitt vom Thallus der *Crouania annulata* aber zeigt die verzweigten Zellfäden durch die sehr zähe Intercellularsubstanz fest mit einander verkittet. Nehmen wir nun an, dass bei den genannten Algen der Zusammenhalt der einzelnen Zellfäden ein noch innigerer sei, und sehen wir von dem Unterschied in der Form der Einzelzellen ab, so wird sich uns die Verschiedenheit des Thallusbaues dieser Algen und desjenigen der Lemaneaceen als ganz unerheblich herausstellen.

Uebrigens bieten auch andere Florideen Vergleichungspunkte mit dem Bau von *Lemanea* dar, wenn auch ihr anatomischer Bau in Einzelheiten bedeutend von demjenigen der Lemaneaceen abweicht. Der Thallus der Ceramieen z. B. besteht gleichfalls aus einer Centralachse, die von einer Rindenschicht mehr oder weniger vollkommen bekleidet wird. Zum Unterschied von den Lemaneaceen liegt aber bei den Ceramieen die Rindenschicht der Centralachse unmittelbar auf. —

Wie jedoch Cramer¹⁾ nachgewiesen hat, besteht die Rindenschicht bei den Ceramieen gleichfalls aus verzweigten Zellfäden. —

Durch diese Ausführungen dürfte unzweifelhaft dargethan sein, dass der Thallus der Lemaneaceen in seinem anatomischen Bau nur in geringen Einzelheiten von dem Thallus anderer Florideen abweicht

Aber auch in der Fruchtbildung schliesst sich die Gruppe der Lemaneaceen den übrigen Florideen enge an. — Durch die Untersuchungen Sirodots ist zuerst nachgewiesen worden, dass die Lemaneaceen in der Ausbildung der Sexualorgane vollkommen mit den übrigen Florideen übereinstimmen.

Als männliche Organe fungiren hier wie dort die äussersten Zellen eines bestimmten Thallusabschnittes. Ihr Inhalt tritt als membranloses Plasmakügelchen hervor und wird durch das Wasser zu der weiblichen Zelle hingeführt. Diese, das Carpogonium, wird dargestellt durch die Endzelle eines kurzen Seitenastes. Das Carpogonium besitzt einen Fortsatz, das Trichogyn, das als Empfängnisorgan functionirt und die befruchtende Einwirkung der Spermastien zum Bauchtheil des Carpogoniums fortleitet. Das befruchtete Carpogonium endlich treibt Sprosse, an denen sich die Sporen entwickeln.

Hiernach ist ein Zweifel an der Zugehörigkeit der Lemaneaceen zu den Florideen nicht mehr zulässig. Es fragt sich jedoch, welcher Gruppe der Florideen die Lemaneaceen zunächst sich anschliessen.

Für die Beantwortung dieser Frage ist die Bildungsweise der Sporenfrucht entscheidend. Diese aber weist auf eine Verwandtschaft der Lemaneaceen mit den Batrachospermaceen und Helminthocladiaceen hin. Bei Batrachospermum sowohl als auch bei Nematium sprossen direct aus der befruchteten Eizelle die Ooblastemfäden hervor und entwickeln aus ihren (oberen) Gliederzellen die Sporen. Genau dasselbe Verhalten zeigt Lemanea. Ein Unterschied ist nur in sofern zu bemerken, als bei Batrachospermum und Nematium die Ooblasteme ein geschlossenes, kugelig abgerundetes Knäuel aus ver-

1) Naegeli und Cramer, Pflanzenphysiologische Untersuchungen, Heft 4. 1857.

zweigten, allseitig radial strahlenden Zellfäden bilden, während bei *Lemanea* die Ooblastenfäden lockerer verzweigt sind, frei aus einanderspreizen und sich in dem offenen Raume des hohleylindrischen Thallus ausbreiten. In beiden Fällen aber handelt es sich um ein Büschel von mehr oder weniger reich verzweigten Ooblastenfäden. — Die Hüllen steriler Zellfäden, welche bei *Batrachospermum* und *Nemalion* die Sporenfrüchte einschliessen, finden bei *Lemanea* ihr Analogon in den sterilen Seitenästen, mit welchen die Carpogonäste einiger *Lemanea*-Arten ausgestattet sind.

Thatsächlich stellen nun auch die meisten älteren Autoren die Lemaneaceen zu den Florideen.¹⁾ Diejenigen Autoren, welche in ihren Abhandlungen nur Süßwasser-Florideen zu erwähnen haben, zählen *Lemanea* natürlich einfach neben den übrigen, so wenig zahlreichen Gattungen der Süßwasserflorideen (*Chantransia*, *Batrachospermum* und *Hildenbrandtia*) auf. In denjenigen Werken aber, welche auch Meeresalgen in Betracht ziehen, ist die Stellung, welche den Lemaneaceen zugewiesen wird, noch keine ganz gesicherte. Lürssen²⁾ z. B. stellt die Lemaneaceen an den Anfang des ganzen Florideensystems zwischen *Porphyraceae* und *Nemalieae* (*Batrachospermeae*). Van Tieghem³⁾ stellt *Lemanea* mit *Batrachospermum*, *Chantransia* und *Thorea* zusammen als *Batrachospermeae* neben die *Helminthocladieae*; diese beiden Unterfamilien aber vereinigt er zu der Familie der *Nemalieae* und stellt diese dann zwischen *Bangieae* und *Gelidieae*.

Nach der vorstehenden Darstellung der Fruchtbildung dürfte die Frage der systematischen Stellung der Lemaneaceen dahin zu entscheiden sein, dass in dem natürlichen System der Florideen (welches, wie bekannt, speciell auf der Ausbildung der Frucht beruht) die Lemaneaceen neben die *Batrachospermaceen* und die *Helminthocladaceen* zu stellen sind. Den *Batrachospermaceen* nähern sich dabei die Lemaneaceen

1) J. A g a r d h , der Monograph der Florideen, hat sie dagegen auch in seinen neueren Werken noch nicht unter die Florideen aufgenommen.

2) L ü r s s e n , Handbuch der systematischen Botanik I. (1879.) p. 119.

3) V a n T i e g h e m , traité de botanique, p. 1187 ff. 1884.

am meisten, da sie, wie oben gezeigt wurde, auch im Aufbau des Thallus sehr viele Uebereinstimmung mit denselben besitzen. Doch sind immerhin die Differenzen noch ausreichend gross, um die drei genannten Gruppen von Florideen als selbstständige Familien neben einander bestehen zu lassen.

Die vorliegenden Untersuchungen wurden im botanischen Institut der Universität Greifswald unter der Leitung des Herrn Prof. Dr. Schmitz angestellt. Ich verfehle nicht, dem letzteren an dieser Stelle meinen wärmsten Dank abzustatten sowohl für die Ueberlassung des Materials als auch für den freundlichen Rath, den er mir bei meinen Untersuchungen hat zu Theil werden lassen.

Erklärung der Abbildungen.

Sämmtliche Figuren, bei denen nichts anderes bemerkt ist, sind mit dem Zeichenapparat entworfen und sodann aus freier Hand ausgeführt.

Fig. 1. (Vergrößerung c. 80.) Die inneren Organe eines Thallusabschnittes von *Sacheria rigida* Srdt. a a die Centralachse; b, b', b'', b''' die Stützzellen; c die ersten Zellen der wandständigen Zellreihen.

Fig. 2. (Vergr. c. 120.) Ein Abschnitt vom Hauptstamm des Thallus mit einem Seitenzweig von *S. rigida*. Die Zelle c, von der Stützzelle b getragen, tritt in den Seitenzweig als Centralachse ein; a Centralachse des Hauptstammes.

Fig. 3. (Vergr. 230.) Ein Stückchen der Thalluswand von *S. rigida*, in Chlorwasser erweicht. Jede ältere Zelle trägt 2--3 jüngere Zellen.

Fig. 4. (Vergr. 170.) Längsschnitt durch den Thallus von *S. rigida*. c Zellen der wandständigen Zellreihen; v Verbindungszellen, papillenförmig ausgezogen.

Fig. 5. (Vergr. 430.) Thallusspitze von *S. rigida*. (Aussenansicht.) a Scheitelzelle; b primäre Gliederzellen; c Randzellen; diese gehen in den weiter abwärts liegenden Gliedern schon weitere Theilungen ein.

Fig. 6 A. (Vergr. 430.) Ein Stück des Thallus von *S. rigida* unterhalb der Scheitelzelle. (Aussenansicht.) a eine kleinere, b eine grössere Randzelle.

Fig. 6 B. (Schema.) Die drei ersten Wände einer grösseren Randzelle. Die punktirten Linien zeigen den Verlauf der Wände auf der inneren Fläche der Randzelle. — Fig. 6 C und D. (Schema.) Wie Fig. 6 B; die dritte Wand c ist in aussergewöhnlicher Weise angelegt.

Fig. 7 A und B. (Vergr. 430.) Zwei primäre Gliederzellen (durch Kochen mit Kalilauge isolirt) in der Lage eines Querschnittes. a die centrale Zelle, b und b' die beiden kleineren, c und c' die beiden grösseren Randzellen. In B hat sich eine grössere Randzelle in 3 Zellen d, d', d'' und eine kleinere Randzelle in 2 Zellen e und e' getheilt.

Fig. 8. (Vergr. 430.) Die Centralzelle a und zwei bereits getheilte kleinere Randzellen einer primären Gliederzelle von *S. rigida* (durch Kochen mit Kalilauge isolirt). Die Stützzellen b sind an ihrer inneren, der centralen Zelle zugekehrten Seite breiter als an der äusseren Seite.

Fig. 9. (Vergr. 430.) Die Centralzelle a und zwei bereits getheilte Randzellen (eine kleinere und eine grössere Randzelle) einer primären Gliederzelle von *S. rigida*; b die Stützzelle der kleineren Randzelle, b' die Stützzelle der grösseren Randzelle (durch Kochen mit Kalilauge isolirt). Die centrale Zelle ist nach unten stärker in die Länge gewachsen als nach oben.

Fig. 10 A. (Vergr. 430.) Ausbildung der Stützzelle a und ihrer Verbindungszellen v in einer grösseren und in einer kleineren Randzelle von *S. rigida* (durch Kochen mit Kalilauge isolirt). (Innenansicht.)

Fig. 10 B. (Schema.) Bildung der Stützzellen a und der Verbindungszellen v im Querschnitt gesehen.

Fig. 11. (Vergr. 430.) *S. rigida*. Ausbildung der wandständigen Zellreihen b und b', welche an die Stützzelle a anschliessen; v die Verbindungszellen. Bei b' ist erst eine Verbindungszelle v abgeschnitten; bei b ist die eine Verbindungszelle v aus ihrer ursprünglichen Lage, rechts von b, verschoben. (Durch Kochen mit Kalilauge isolirt.) (Innenansicht.)

Fig. 12. (Vergr. 430.) Abnorme Ausbildung der wandständigen Zellreihen in einer grösseren Randzelle von *S. fluviatilis* Srdt.: nach oben und unten setzen je 2 Reihen von Zellen an. (Aussenansicht.)

Fig. 13. (Vergr. c. 50.) Die inneren Organe des Thallus von *Lemanea catenata* Kütz. a a die Centralachse; b und b' Stützzellen, v und v' die Verbindungszellen der Stützzellen; c, d, e, f, g, g', h, i die wandständigen Zellreihen.

Fig. 14. (Vergr. 430.) Eine Thallusspitze von *L. catenata*. a Scheitelzelle, b primäre Gliederzellen. In der vierten Gliederzelle beginnt eine grössere Randzelle, sich in unregelmässiger Weise zu theilen. (Aussenansicht.)

Fig. 15. (Vergr. 430.) Eine kleinere Randzelle einer primären Gliederzelle von *L. catenata*. Die Stützzelle schimmert durch die darüber liegenden wandständigen Zellreihen

hindurch. Die Stützzelle in dem vorliegenden Falle ohne Verbindungszelle.

Fig. 16. (Vergr. 430.) Eine kleinere Randzelle einer primären Gliederzelle von *L. catenata*. Die Stützzelle *a* schimmert durch die auf ihr ruhende Verbindungszelle *v* hindurch. Die nächst obere Zelle hat sich bereits in eine innere (erste Zelle der oberen wandständigen Zellreihe) und 3 äussere (Verbindungszellen) getheilt.

Fig. 17. (Vergr. 430.) Eine kleinere (*a*) und eine grössere (*b*) Randzelle einer primären Gliederzelle von *L. catenata* unmittelbar nach den ersten Theilungen. Nach oben und unten liegen je 4 Zellen, die ersten Zellen der späteren wandständigen Zellreihen. (Aussenansicht.)

Fig. 18. (Vergr. 430.) Eine grössere Randzelle einer primären Gliederzelle von *L. catenata*. *a* Stützzelle, *v* ihre Verbindungszelle. Die 4 ersten Zellen von 4 wandständigen Zellreihen sind bereits nach innen abgeschnitten (durchschimmernd). Dieselben sind theils mit 2, theils mit 3 Verbindungszellen versehen.

Fig. 19. (Vergr. 430.) Eine grössere Randzelle einer primären Gliederzelle von *L. catenata*, in abnormer Weise getheilt: eine dritte obere Zelle, die zu einem dritten wandständigen Zellfaden auswachsen könnte, ist nicht angelegt (Vergl. Fig. 17 *b*). (Aussenansicht.)

Fig. 20. (Vergr. 430.) Ein Stück der Centralachse mit 2 jungen Stützzellen *a* und *b* von *L. catenata*. Aus der Stützzelle *a* sprosst ein Rhizoid *r* hervor.

Fig. 21. (Vergr. 430.) Ein Stückchen eines Antheridiums von *L. catenata*. *a* die Zellen, welche die Spermastien enthalten, *b* die Trägerzellen derselben.

Fig. 22. (Freihandzeichnung.) Carpogonast von *S. fluviatilis*. *a* Zelle einer wandständigen Zellreihe, *b* eine Verbindungszelle derselben; auf dieser letzteren sitzt der unbefruchtete Carpogonast. *c* Carpogonium, *b* Trichogyn. (Durch Chlorwasser isolirt.)

Fig. 23. (Vergr. 430.) Ein Carpogonast von *S. fluviatilis* mit befruchtetem Carpogonium *c*. Dieses beginnt in Ooblasteme *o* auszuwachsen. *d* wulstartige Verbreiterung des

Trichogyns an der Oberfläche des Thallus. (Durch Chlorwasser isolirt.)

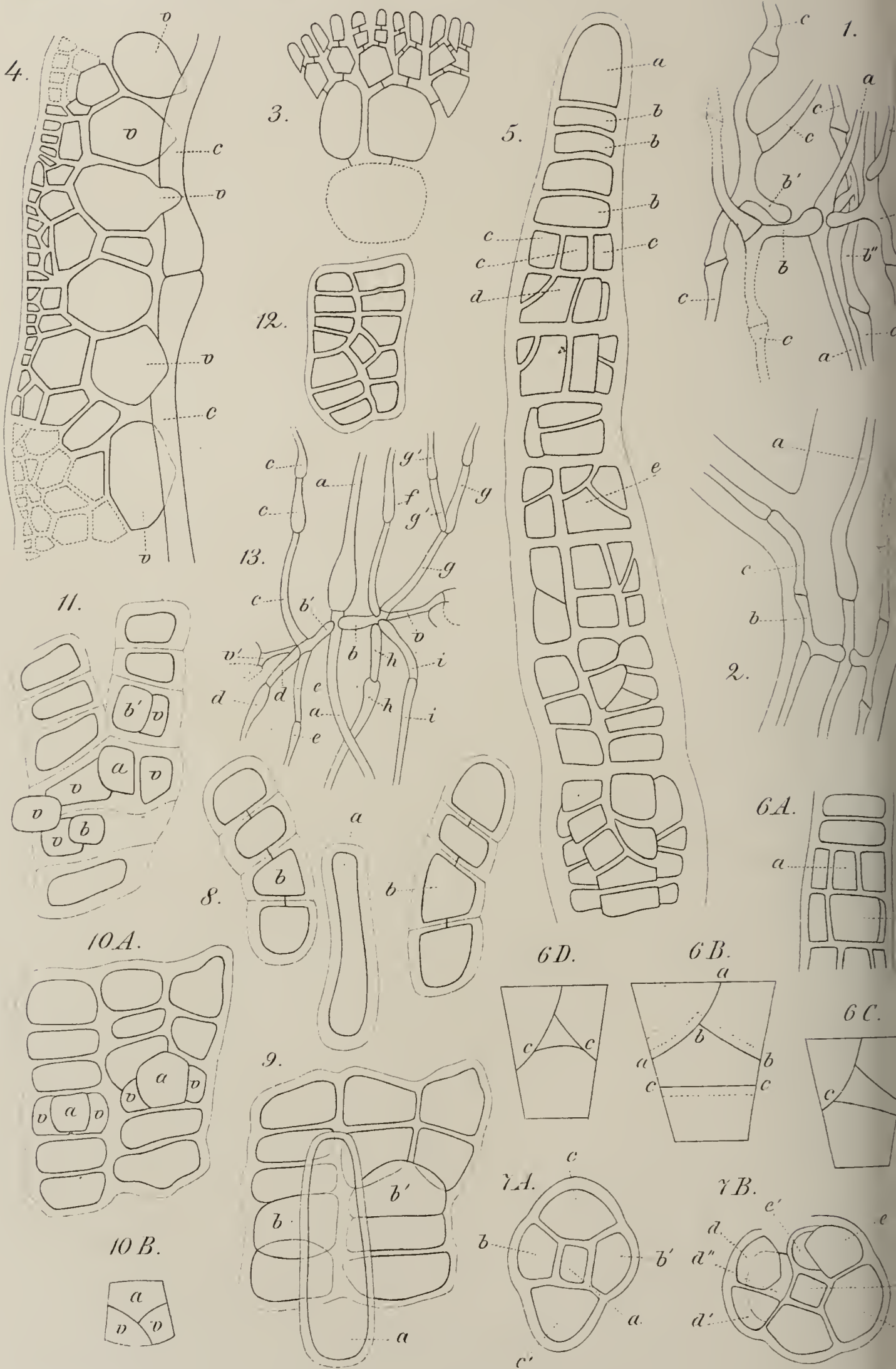
Fig. 24. (Vergr. 430.) Unbefruchteter Carpogonast von *L. catenata* (durch Chlorwasser isolirt). c Carpogonium, t Trichogyn, s sterile Verzweigungen des Carpogonastes. z Zelle der wandständigen Zellreihe, welcher der Carpogonast aufsitzt.

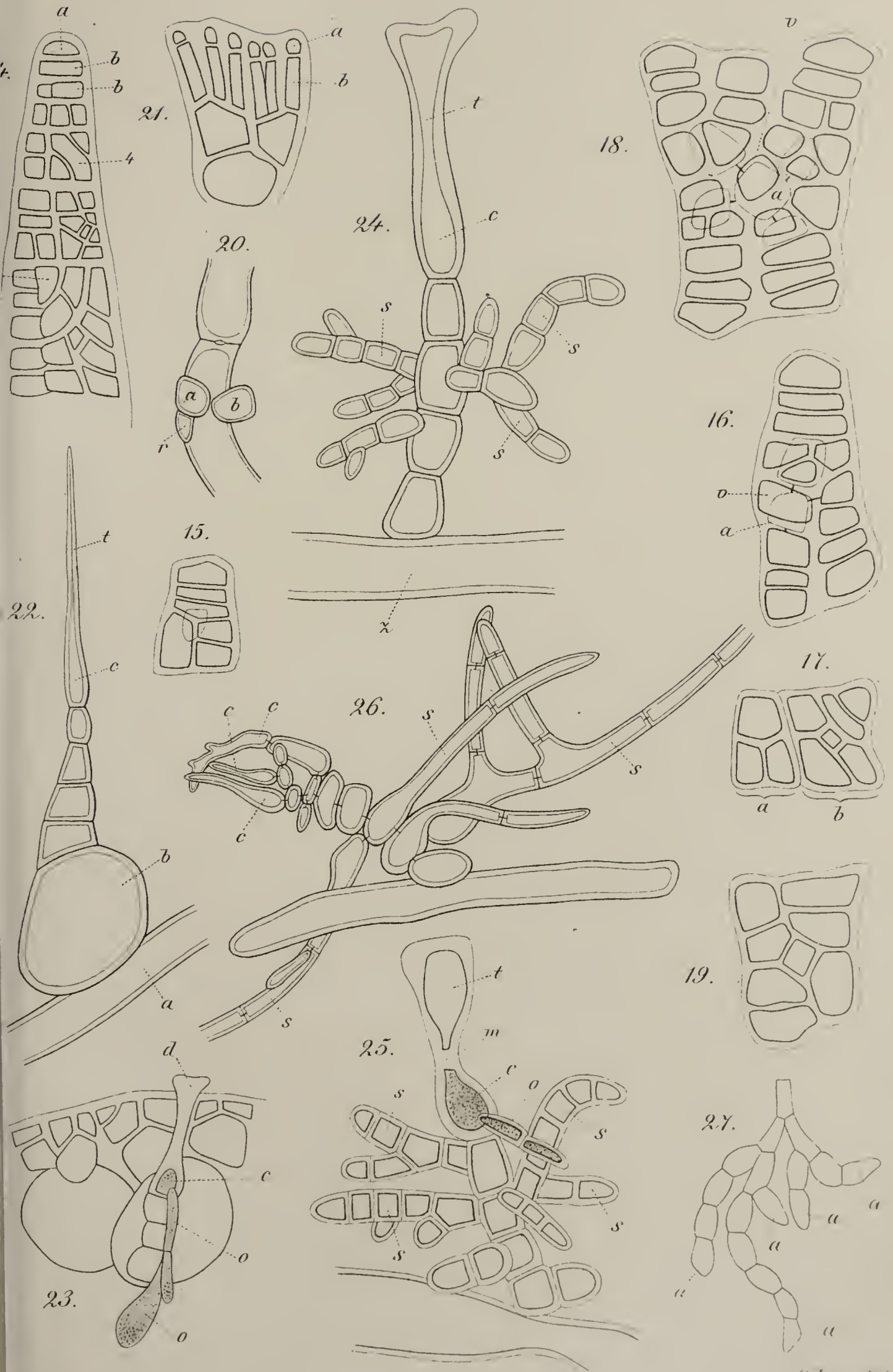
Fig. 25. (Vergr. 430.) Befruchteter Carpogonast von *L. catenata* (durch Chlorwasser isolirt). c Befruchtetes Carpogonium. Das Trichogyn t ist durch einen Membranpfropf m von dem Carpogonium abgeschlossen. Letzteres beginnt in Ooblasteme o auszuwachsen. s die sterilen Verzweigungen der übrigen Zellen des Carpogonastes.

Fig. 26. (Vergr. 230.) Ein abnorm ausgebildeter Carpogonast von *L. catenata* (durch Chlorwasser isolirt). c, c, c drei Carpogonzellen; die Zellen der sterilen Zweige s sind abnorm in die Länge gestreckt.

Fig. 27. (Vergr. 230.) Eine subdichotomisch verzweigte Sporenkette von *S. fluviatilis*. a die citronenförmigen Endzellen der einzelnen Reihen.

Mitth. a. d. naturw. Verein f. Neu-Vorpommern u. Rügen





ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mittheilungen aus dem naturwissenschaftlichen Vereine von Neu-Vorpommern und Rügen](#)

Jahr/Year: 1886

Band/Volume: [18](#)

Autor(en)/Author(s): Ketel Carl Friedrich

Artikel/Article: [Anatomische Untersuchungen über die Gattung Lemanea 11-49](#)