Beiträge zur Kenntniss der Vegetationsorgane der Lebermoose

von

Georg Ruge.

Die Lebermoose sind Gewächse, welche mit wenigen Ausnahmen (Haplomitrium Hookeri und Calobryum Blumii N. wachsen in Form eines beblätterten Stengels aufrecht, und Riella ist eine nur im Wasser lebende Form) einen dem Substrat angeschmiegten, kriechenden Wuchs besitzen. Schon dieser Umstand, noch mehr aber der Standort derselben, meist feuchte, schattige Orte, feuchte Steine, Mauern, Bäume etc. machen es erklärlich, dass ihr anatomischer Bau ein verhältnissmässig einfacher ist, ähnlich wie dies ja auch z. B. bei den Hymenophyllaceen und den typischen Wasserpflanzen der Fall ist. Immerhin ist aber eine gewisse Gliederung des Gewebes auch bei diesen niederen Pflanzen noch vorhanden.

Es sind vor allem drei Gewebearten, welche sich bei den Lebermoosen mehr oder minder scharf differenzirt vorfinden: das Assimilationsgewebe, das darunterliegende interstitienlose Gewebe, welches der Aufspeicherung und Fortleitung der Nährstoffe dient, welches man kurz als Speichergewebe bezeichnen kann, und endlich das Schleimgewebe. Bei einigen Formen, bei denen der Thallus eine grössere Dicke einnimmt, oder auch die Lamina eine ungewöhnliche Entwickelung zeigt, begegnen wir dann noch einem sogenannten Festigungsgewebe, dessen stark verdickte Zellen der Pflanze einen grösseren Halt zu geben imstande sind.

Für den einfachsten Bau des Thallus bietet uns Aneura ein gutes Beispiel. Bei dieser frondosen Jungermanniee kann von einer Differenzirung in Assimilations- und Speichergewebe überhaupt nicht gesprochen werden. Das Chlorophyll findet sich durch die ganze Dicke des Thallus in allen Zellen vertheilt. Bei Aneura pinguis Dumort. beobachtete ich allerdings, dass die oberste Zellschicht eine grössere Zahl von Chlorophyllkörnern enthielt, als die tiefer gelegenen Zellen,

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00283-9

und diese Beobachtung mag auch für die anderen Aneuren zutreffen. Immerhin aber findet man in allen Zellschichten so reichlich Chlorophyll, dass ein Unterschied zwischen den beiden genannten Geweben füglich nicht gemacht werden kann. Während nun andererseits bei Aneura pinguis auch ein Unterschied in der Grösse der central gelegenen Zellen gegenüber denen der Ober- und Unterseite nicht wesentlich hervortrat, diese Zellen sich von jenen auch in der Form nicht unterschieden, trat ein solcher Unterschied bei einer anderen, ausländischen Aneura, welche von Herrn Professor Goebel in Tovar gesammelt mir zur Untersuchung vorlag, und auf welche ich gelegentlich der Besprechung der Brutknospen zurückkommen werde, schon mehr hervor. Die centralen Zellen zeigten hier meist ein grösseres Lumen, als die peripherisch gelegenen, welch' letztere auf dem Querschnitt auch eine mehr regelmässig viereckige Gestalt hatten. Aber auch hier enthielten die Zellen das Chlorophyll in annähernd gleicher Menge. Einer ganz ähnlichen Erscheinung begegnen wir auch bei anderen Lebermoosen. So erwähnt schon Bischoff[1]) in seinem Aufsatz: „Ueber Sphaerocarpus terrestris", dass das Laub dieser Pflanze schon eine Andeutung in Oberhaut und Parenchym erkennen lasse, indem die Zellen von der Mitte des Laubes aus nach dem Rande zu immer kleiner werden; und Leitgeb[2]) sagt über Androcryphia, dass das Gewebe des Stengels aus durchwegs grossen weiten Zellen bestehe, die nach der Dorsalseite successive kleiner werden, während hier die peripherische Schicht der Sprossrückenseite aus sehr kleinen Zellen besteht und sich dadurch von dem inneren Gewebe scharf abhebt. Das Gleiche habe ich an dem Thallus von Anthoceros glandulosus L. et Ldbg. gefunden, wo vor Allem die ventral gelegenen Zellen von dem übrigen Gewebe durch ihre viereckige Gestalt sich als Rindenschicht deutlich abhoben, während der Uebergang zu kleineren Zellen an der Dorsalseite ein allmählicher ist (Fig 1). Bei anderen Lebermoosen findet man den entgegengesetzten Fall, dass nämlich die peripherischen Zellen gegenüber den inneren ein grösseres Lumen besitzen, was ebenfalls als eine Andeutung der Differenzirung in Rinden- und Parenchymschicht betrachtet werden muss. Dieses Verhältniss beobachtete ich z. B. bei verschiedenen Lejeunia-Arten, welche mir aus dem hiesigen Königl. Herbar zu Gebote standen.

Für eine scharfe Differenzirung zwischen Assimilations- und Speichergewebe bietet uns das kleine, der Familie der Marchantieen angehörige

1) Nova acta L. C. Tom. XIII. P. II.

2) Untersuchungen über die Lebermoose Heft III, pag. 121.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00284-5

Cyathodium den einfachsten Fall. Dieses zierliche Lebermoos besteht, wie schon Leitgeb[1]) hervorhebt, eigentlich nur aus zwei Zellschichten, einer einschichtigen Oberhaut und einer ebensolchen Ventralschicht, beide getrennt durch die weiten Luftkammern, deren seitliche Abgrenzungen durch die aufrechten etwa drei Zelllagen hohen und eine Zelle dicken Scheidewände die für die Marchantieen so charakteristische

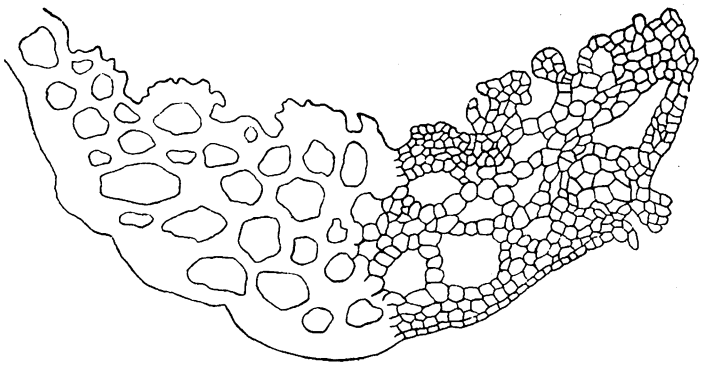


Fig. 1. Querschnitt durch den Thallus von Anthoceros glandulosus L. et Ldbg.

Areolation der Oberfläche verursachen. Bei dieser Pflanze nun führen allein die Zellen der Dorsalseite, welche meist papillös in die Luftkammern hineinragen, das Chlorophyll, während die Ventralschicht reichlich Stärke enthält. Dass die Oberflächenschicht über jeder Luftkammer von einer sehr einfach gebauten Spaltöffnung durchbrochen ist, wurde schon von Leitgeb (a. a. O.) gesagt; dasselbe habe ich an dem mir zur Verfügung stehenden Material, welches Herr Professor Goebel an einer Mauer im Victoriagarten zu Bombay gesammelt hatte, beobachten können, und stimmte der Bau der Zellen und Spaltöffnungen in allen Punkten mit den Beschreibungen und Zeichnungen Leitgeb's überein. Gelegentlich der Besprechung dieses Pflänzchens möchte ich nur noch einschaltend bemerken, dass es mir einige wenige Male gelang, junge Antheridienstände zu Gesicht zu bekommen, deren Antheridien noch nicht entleert waren. Ich kann darnach nur alle Angaben Leitgeb's hierüber bestätigen. Leider ist mir aber der einzige gute Schnitt, den ich durch einen solchen Antheridienstand erhielt, beim Versuch ihn auf die andere Seite zu legen, unter den Fingern entschwunden, und alle Mühe, später noch

1) a. a. O. VI, pag. 136.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00285-1

weitere junge Stände aufzufinden, war ohne Erfolg. Ich muss daher die wichtigste Frage, ob die Antheridien nur eine einzige Zelle darstellen, vor der Hand unentschieden lassen, wenngleich nach dem, was ich gesehen habe, thatsächlich ein so einfacher Bau vorzuliegen scheint. So viel ist sicher, dass die von Leitgeb beschriebenen Organe wirklich die Antheridienstände sind, und dass auch die in seinen Figuren mit x bezeichneten kleinen gebräunten Zellen die Stielzellen der einzelnen Antheridien darstellen.

Ausser der eben behandelten typischen Form einer strengen Differenzirung des Thallus in Assimilations- und Speichergewebe finden wir schon unter den frondosen Lebermoosen diesen Unterschied bei den meisten mehr oder minder scharf ausgeprägt. Bei sehr vielen macht sich der Unterschied nur dadurch geltend, dass die obere Zellschicht gegenüber dem inneren Gewebe aus kürzern und engern, auf dem Schnitt meist rechteckigen Zellen zusammengesetzt ist, welche dann das Chlorophyll enthalten, das in den darunter gelegenen Zellen entweder gar nicht, oder nur in sehr geringer Menge sich findet. Beispiele dieser Art sind sehr zahlreich. Ich möchte hier nur auf eines zu sprechen kommen, auf Monoclea Forsteri, aus dem Grunde weil mir von dieser Pflanze ein reiches Material zu Gebote stand, welches von Herrn Professor Goebel auf seiner Forschungsreise in Venezuela im Winter 1890/91 gesammelt worden war. Und da diese Pflanze bisher nur in sehr unvollkommenem Maasse bekannt ist, so werde ich hier auf dieselbe ausführlicher eingehen, als es eigentlich in den Rahmen meines Themas passt, und alle von mir gemachten Beobachtungen an dieser Stelle mittheilen.

Was zunächst die Litteratur über diese Pflanze angeht, so besitzen wir von dem bekannten Lebermoosforscher, dem kürzlich verstorbenen Dr. C. M. Gottsche in Altona, eine Abhandlung, betitelt „Ueber das Genus Monoclea“, welche im 16. Jahrgang der Botanischen Zeitung No. 38 und 39 (1858) veröffentlicht worden ist. Vor dieser Zeit war, wie Gottsche anführt, eigentlich nur das bekannt, was W. J. Hooker in seinen Musci exotici (London 1820) Vol. II, Tab. 174 gezeichnet und gesagt hat, Angaben, die derselbe Forscher in seinen Botanical Miscellany Vol. I (1830) p. 117 zum Theil selbst wieder verdächtigt. Hooker lag eine Zeichnung und ein einziges Exemplar aus Lambert's Herbarium vor, welches als Anthoceros univalvis bezeichnet war und von dem berühmten John Reynold Forster auf der Cook'schen Reise gesammelt worden sein soll. Als Fundort wird in den Musci exotici „Insulae australes“ angegeben

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00286-7

Gottsche's Untersuchungen wurden an einem in den Bergen um Callao gesammelten weiblichen Exemplare angestellt. Leitgeb hat Monoclea in seinen bereits citirten „Untersuchungen über die Lebermoose“ im 3. Heft p. 62 ff. behandelt und die Resultate Gottsche's in mancher Hinsicht verbessert und erweitert. Das ihm zur Verfügung stehende Material war den Sammlungen Gottsche's, Grönland's und denen des Wiener Museums entnommen und enthielt ebenfalls nur weibliche Exemplare, die sämmtlich im Stadium der Fruchtreife sich befanden.

Monoclea Forsteri wurde in Venezuela an sehr feuchten Standorten gesammelt. Das Laub der getrockneten Pflanze hat nach Gottsche (a. a. O.) eine schwärzlich grüne Färbung, die an der Unterseite nur durch den seidenartigen Glanz der gelblich grauen Wurzelhaare eine hellere Nuance erhält. Sie stellt einen dichotomisch verzweigten, flachen Thallus dar, dessen Grössenverhältnisse etwa denen der Marchantia polymorpha gleichkommen. Eine Mittelrippe ist nicht vorhanden, sondern der in der Mitte am stärksten entwickelte Thallus wird ganz allmählich nach den Rändern hin schmäler. Der Rand ist kleinwellig gebuchtet.

Die oberste Zellschicht auf der Dorsalseite bildet auf der Oberflächenansicht ein aus vier-, fünf- oder sechseckigen Zellen gleichmässig zusammengesetztes Gewebe, welches keine Spaltöffnungen besitzt. Ein Schnitt durch den Thallus zeigt die äusserste Zellschicht sowohl auf der Dorsal-, als auf der Ventralseite als eine Reihe ziemlich gleichmässig viereckiger Zellen von geringerer Grösse als das Innengewebe, sodass die Pflanze auf beiden Seiten von einer Art Epidermis umkleidet ist. Die äussere Haut dieser beiden Schichten ist stark verdickt, nur ganz in der Nähe der Vegetationspunkte geht sie in eine zarte Membran über. Das Chlorophyll findet sich vorzüglich in der Oberhautschicht der Dorsalseite, es fehlt indess auch nicht ganz in den darunter gelegenen Zellschichten.

Dieses unmittelbar auf die Oberhautschicht folgende Parenchymgewebe setzt sich aus polyëdrischen Zellen zusammen, deren Ränder vielfach gebuchtet sind und ohne Intercellularräume aneinander schliessen. Dieses Gewebe, welches in der Mediane etwa aus sechs bis acht, nach den Rändern zu aus drei bis vier Zelllagen besteht, während es in der Nähe der Fructificationsorgane seine grösste Dicke von etwa fünfzehn Zelllagen erreicht, lässt keinerlei Differenzirung erkennen, auch besitzt es keine Schleimgänge oder Zellen mit starker Wandverdickung. Die Wandungen der Zellen sind mit zahlreichen Tüpfeln

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00287-3

versehen, welche besonders deutlich nach dem Aufhellen des Gewebes und Färben mit Congoroth hervortreten. Ausser den wenigen darin enthaltenen Chlorophyllkörnern zeigen sich die Zellen des Gewebes mit zahlreichen Stärkekörnchen besetzt, welche eine rundliche Gestalt haben und meist in charakteristischer Weise zu vieren und mehr aneinandergeheftet sind. Besonders reichlich tritt die Stärke in der Nähe der Vegetationspunkte auf, dort aber, wo ein Archegonium befruchtet und ein Embryo angelegt ist, sieht man in dem benachbarten Gewebe alle Stärke bis auf sehr wenige, ganz kleine Körnchen aufgebraucht. Dieses parenchymatische Gewebe dient also vornehmlich zur Aufspeicherung der Nährstoffe und deren Fortleitung.

Sehr interessant war mir noch das Vorkommen winzig kleiner Krystalldrusen von etwa 0,01 mm Durchmesser, von denen ich fast in jeder Zelle des Innengewebes einen gewahrte. Diese Krystalle waren unlöslich in Wasser, Alkohol, Kalilauge und Essigsäure, leicht löslich dagegen in Salzsäure. Unter dem Polarisationsmikroskop betrachtet geben sie sich durch ihr starkes Aufleuchten bei gekreuzten Nicols sicher als Krystalle zu erkennen. Es gelang mir freilich nicht durch Zusatz von verdünnter Schwefelsäure die Bildung von Gypskrystallen zu beobachten. Indessen dürfte das Ausbleiben dieser Reaction durch die ungemein winzige Grösse der Kryställchen bedingt sein. Ich stehe trotzdem nicht an, sie nach dem angegebenen Verhalten als aus oxalsaurem Kalk bestehend anzusprechen, und das Vorkommen dieses Salzes ist insofern von besonderem Interesse, als dasselbe bisher weder bei Laub- noch bei Lebermoosen je beobachtet worden ist.

Aus der ventral gelegenen Zellschicht gehen die Wurzelhaare hervor, von denen man zwei Systeme unterscheiden muss. Die einen entstehen vorwiegend aus Zellen des Laubrandes, spärlicher auch aus denen der Ventralseite. Sie bilden lange, dünne, einzellige Schläuche, welche infolge ihrer zarten Wand weich und biegsam sind und in ihrem Verlauf innig dem Thallus sich anschmiegen.

Die zweite Art von Wurzelhaaren, die eigentlichen Rhizoïden, entspringen immer aus der Mediane des Laubes, und ihr Vorkommen bewirkt es vornehmlich, dass die Pflanze dem unbewaffneten Auge als mit einer Mittelrippe versehen erscheint. Sie strahlen in geringen Abständen, besonders reichlich unter den Fructificationsstellen, senkrecht vom Thallus ab; sie sind, wie die vorher beschriebenen, einzellig, kürzer als jene, aber dicker, ihre Wand ist stark verdickt und gebräunt, aber ohne Zapfen im Innern.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00288-9

Bei der Beschreibung der Wurzelhaare ist Leitgeb [1]) eine eigenthümliche Verwechselung untergelaufen, indem er angibt, dass die erstere Art von Wurzelhaaren sich durch ihre starke Wandverdickung vor der letzteren auszeichnet, während das Entgegengesetzte der Fall ist. Wohl habe ich ganz vereinzelt die eigentlichen Rhizoïden neben dickwandigen mit einer sehr zarten Wand und beträchtlicherem Innenraum, niemals aber die dem Thallus anliegenden mit einer auffallenden Wandverdickung angetroffen.

Das Wachsthum des Laubes von Monoclea, die Segmentbildung durch Theilung einer „keilförmigen" Scheitelzelle, ist durch Leitgeb [2]) bereits klar gelegt worden. Der Vegetationspunkt liegt in einer Einbuchtung des Vorderrandes am Ende der Mediane und erscheint durch das überwiegende Dickenwachsthum an der Rückenseite etwas nach der Bauchseite verschoben. Er wird von den beiderseitigen Lappen, welche oft weit über einander greifen, überragt. Bei eintretender Verzweigung wird der Scheitel breiter und die Lappen rücken etwas auseinander. Hat die Auszweigung stattgefunden, so zeigt sich zwischen den beiden Vegetationspunkten ein kleiner Mittellappen.

Nahe unter dem Vegetationspunkte entspringen aus den ventralen Segmenten (nicht selten zu zweien aus einer Zelle) grosse einzellige Keulenhaare, welche auf eine kurze Strecke dem Thallus parallel verlaufen, dann aber sich aufwärts krümmen und so den Vegetationspunkt vollständig einhüllen. Diese Keulenhaare finden sich ohne Unterschied sowohl an den rein vegetativen Sprossen, als auch am vorderen Ende der Antheridien- und Archegonienstände. Sie besitzen die verhältnissmässig grosse Länge von 0,15—0,3 mm; ihre Haut ist äusserst zart, nach oben hin schwellen sie allmählich an. Sie sondern einen wasserhellen Schleim ab, welcher den Vegetationspunkt sammt dem umliegenden Gewebe vollständig umhüllt.

Leitgeb [3]) gibt an, dass eigentliche Keulenhaare am Scheitel steriler Sprosse, wie sie bei allen übrigen frondosen Jungermannieen gefunden werden, bei Monoclea nicht gebildet zu werden scheinen. Diese Aussage erklärt sich vielleicht daraus, dass das Material, welches Leitgeb zur Verfügung stand, getrocknetes Herbarmaterial war, an welchem diese thatsächlich sehr grossen und an allen Vegetationsstellen von mir gefundenen Keulenhaare mechanisch entfernt waren. Mög-

1) a. a. O. p. 63.
2) a. a. O. p. 62.
3) a. a. O. p. 63.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00289-6

licherweise waren die von Leitgeb kurz vorher erwähnten heterogenen Gegenstände aller Art, welche in dem den Scheitel umgebenden „gebräunten Schleim“ sich vorfanden, zum Theil eben Rudimente dieser Keulenhaare. Es ist desswegen nach meinen Beobachtungen auch nicht zutreffend, wenn Leitgeb[1]) an einer späteren Stelle seiner Abhandlung das Auftreten der keulenförmigen Haare als ein Merkmal ansieht, dass ein Archegonienstand angelegt werden soll. Und wenn er hier sagt: „Mit dem Beginne der Archegonienbildung aus Oberflächenzellen würden zahlreiche (schleimbildende) Haare auftreten und zu gleicher Zeit würde sich vom Rücken her der Thallus darüber wölben und das Haarstroma sammt den jungen Archegonien überwallen und in eine Höhlung versenken“, so bemerke ich schon an dieser Stelle, dass diese Ansicht auch desshalb nicht richtig sein kann, weil die äusseren Keulenhaare in Form, Grösse und Entstehung verschieden sind von denen, welche wir im Innern der Archegonienstände antreffen.

Monoclea Forsteri ist, wie schon Gottsche vermuthet, diöcisch. Es ist auffallend, dass die männliche Pflanze bisher nie beobachtet worden ist, denn an meinem Material waren die Exemplare der männlichen Pflanze häufig derart mit den weiblichen durch die Rhizoïden verflochten, dass man sich genau überzeugen musste, ob nicht derselbe Thallus beiderlei Geschlechtsorgane trug. Eine einzige schon von Leitgeb citirte kurze Angabe über die männliche Pflanze von Monoclea Forsteri findet sich in Gottsche, Mexikanske Levermosser, p. 539 (Antheridiorum torus versus apicem frondis elevatus marginatus, plerumque ovalis). Leitgeb[2]) beschreibt in einer Anmerkung die Antheridienstände der bisher als Dumortiera dilatata bezeichneten Pflanze, und vermuthet auf Grund seiner Untersuchungen, dass diese Pflanze keine Dumortiera, sondern eine Monoclea sei, die er wegen mehrfacher Verschiedenheiten von Monoclea Forsteri als Monoclea dilatata bezeichnet wissen will. Seine Beschreibung sowohl, als die begleitenden Figuren[3]) stimmen mit meinen Untersuchungsresultaten derart überein, dass die dort ausgesprochene Vermuthung dadurch wohl zur Gewissheit wird.

Die männliche Pflanze von Monoclea Forsteri gleicht in ihrem äusseren Habitus vollkommen der weiblichen, was aus einer Vergleichung meiner Figuren (Tab. Fig. 1 u. 2) mit den von Gottsche[4])

1) pag. 67.
2) a. a. O. Heft 6 p. 131.
3) Heft VI, Tab. VIII.
4) a. a. O. Tab. VII, Fig. 1 und 2.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00290-0

ür die weibliche Pflanze gegebenen unmittelbar hervorgeht. Auch ler anatomische Bau des Thallus weist keinerlei Verschiedenheiten ıuf. Die Antheridienstände werden am Scheitel angelegt und liegen n der Mediane des Laubes. Während aber bei der weiblichen Pflanze nit der Anlegung eines Archegonienstandes das Weiterwachsen des Scheitels aufhört, ist das bei der männlichen keineswegs der Fall, sondern der Scheitel setzt sein Wachsthum ungehindert fort, und nach einer späteren Gabelung des Vegetationspunktes wird nicht selten an einem oder beiden Gabelungsästen ein zweiter und dritter Antheridienstand angelegt. Die ältesten Stände werden daher mitten im Laube ıngetroffen. Bei einigen Exemplaren waren sogar an mehreren Gabelungsästen sofort nach der Theilung zwei neue Antheridienstände ıngelegt, so dass dieselben am basiskopen Ende vollständig verwachsen waren und nur an der Spitze gabelig verzweigt erschienen.

Die ausgewachsenen Antheridienstände haben auf der Flächenansicht eine breit ovale Form, deren grosse Achse in der Mediane des Laubes liegt. Ihre Länge beträgt etwa 3—4, die Breite 2—3 mm. In einzelnen Fällen erreichen sie eine Länge von 1 cm, verlaufen aber dann vom hintern, abgerundeten Ende in annähernd gleicher Breite von ca. 2 mm bis zur halben Länge, werden allmählich doppelt so breit, und endigen mit einer stumpfen Spitze am vorderen Rande des Thallus (Fig. 2, Tab.). Auf der Ventralseite tritt der Antheridienstand als gleichmässig bauchige Ausbuchtung aus dem Laube hervor und ist hier, wie bei der weiblichen Pflanze, mit den schon beschriebenen, senkrecht vom Thallus in die Erde dringenden Rhizoïden dicht besetzt. Auf der Dorsalseite erhebt er sich am hinteren Ende etwas mehr über das Laub und bildet eine ziemlich harte, runzelige, schwach convex gewölbte Scheibe, welche nach vorn etwas geneigt ist, und deren Rand allseitig ein wenig über das Thallusgewebe hinausragt. An den ganz langen Antheridienständen macht sich diese Ueberwallung des Randes durch eine dunkle Linie leicht bemerkbar, welche besonders deutlich am hinteren schmalen Ende hervortritt (Fig. 2, Tab.).

Auf dem Längsschnitt (Fig. 3, Tab.) sieht man die Antheridien nach ihrem Alter in streng akropetaler Reihenfolge angeordnet. Die jüngsten stehen gemäss ihrer Anlage an der Lauboberfläche etwas höher, als die nächst älteren, da der Vorderrand des Antheridienstandes etwas nach aufwärts gebogen ist. An diesem vorderen Ende sitzen die schon beschriebenen langen, Schleim absondernden Keulenhaare, welche infolge der Aufrichtung des vorderen Randes zurückgebogen erscheinen, und so dem jüngsten Theil des Antheridienstandes aufliegen.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00291-6

Dicht unter den Keulenhaaren und von deren Schleim bedeckt findet man demgemäss die jüngsten Anlagen der Antheridien. Dieselben entstehen an der Lauboberfläche an dessen Dorsalseite. Sie sind schon bei ihrer Anlage in eine Höhlung eingesenkt, die sie anfangs als einzelne Zelle vollständig ausfüllen (Fig. 2). Sehr bald erweitert sich diese Höhlung, und durch fortgesetztes Dickenwachsthum des Thallusgewebes wird das Antheridium in das Innere des den ganzen Stand umgebenden Gehäuses versenkt. Das das Antheridium überragende Zellgewebe bildet eine festgefügte, im ausgebildeten Zustande, wie schon erwähnt, schwach convex gewölbte Platte, deren Zellen sehr klein und in der Richtung der Mediane länger erscheinen, so dass ihr Verlauf scheinbar in dieser Richtung erfolgt, trotz ihrer das Dickenwachsthum bedingenden Entstehung durch Quertheilung. An der Spitze jeder ein Antheridium enthaltenden Kammer verläuft in senkrechter Richtung ein in der Jugend verhältnissmässig weiter, später sehr enger Kanal durch dieses Gewebe hindurch nach der Oberfläche. Auf der Oberflächenansicht ist die Oeffnung dieses Kanals an ausgebildeten Ständen an einem von sieben bis acht zugespitzten Zellen begrenzten Loche zu sehen. Diese Zellen erheben sich ein wenig über das übrige Gewebe und bilden die schon erwähnten Höcker auf demselben (Fig. 3). Nach unten erweitert sich der Kanal zu einer weiten Höhlung, an deren Grund das Antheridium steht. Die einzelnen Antheridien werden durch ein Gewebe von einander getrennt, dessen Zellverlauf von unten nach oben gerichtet ist, und welches im Alter ein sehr lockeres Gefüge hat. Die Wand des Hohlraumes ist ausgekleidet mit langen, schlauchförmigen Schleimhaaren. Diese entspringen meist einzeln, selten zu zweien aus einer Zelle des Innengewebes. Sie sind einzellig und nur durch eine zarte Membran von ihrer Mutterzelle abgegrenzt. Ihr Verlauf im Innern des Hohlraumes erfolgt nach jeder beliebigen Richtung, wo sie Platz finden, meist von

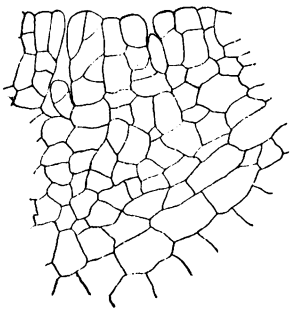


Fig. 2. Jüngste Anlagen der Antheridien von Monoclea Forsteri, Längsschnitt. (200/1.)

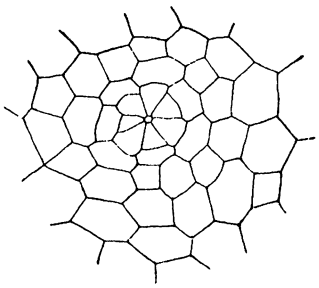


Fig. 3. Stück aus der Oberhaut eines Antheridienstandes von Monoclea Forsteri. (200/1.)

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00292-2

oben nach unten, oder umgekehrt. Meine Fig. 4, Tab., zeigt einen solchen mit Schleimhaaren besetzten Raum nebst einem schon ziemlich weit entwickelten Antheridium.

Das junge Antheridium füllt — wie gesagt — zuerst als einzelne Zelle den ganzen Hohlraum aus und erstreckt sich fast bis zur Oberfläche des Laubes. Es sitzt mit seinem unteren Ende der nach dem Scheitelpunkt zu gelegenen Zelle auf, wie man das schon an dem nächst älteren Entwickelungsstadium (Fig. 2) sieht, wo der Hohlraum bereits beträchtlich sich erweitert hat. Das Antheridium theilt sich zunächst durch mehrere Querwände, und dann erst treten neben diesen Längsteilungen (Fig. 4 u. 5) auf. Erst im weitern Verlauf der Entwickelung erkennt man die deutliche Differenzirung in das kurze dicke Fussende (im ausgewachsenen Zustande ca. 4 Zellen hoch) und den der Erzeugung der Spermatozoïden dienenden Theil. Die äussere Zellschicht dieses letzteren bildet sich zu der den Innenraum umschliessenden Hülle aus, während das Innengewebe in bekannter Weise jene viereckigen Spermatozoïdenmutterzellen erzeugt. Im ausgewachsenen Zustande hat das Antheridium eine länglich ovale Gestalt, nach oben ist es meist etwas zugespitzt. Die Entleerung der Spermatozoïden erfolgt zweifelsohne auch hier nach Sprengung der Antheridienwand vermittelst des den Hohlraum erfüllenden Schleimes durch die enge Kanalöffnung hindurch.

Fig. 4. (200/1.)

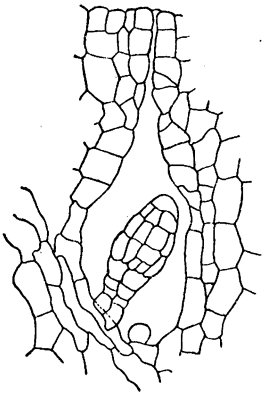


Fig. 5. (200/1.)

Die weibliche Pflanze und die Lagerung ihrer Fruchtstände wird durch Gottsche's [1]) Abbildungen naturgetreu dargestellt. Leitgeb [2]) beschreibt sie folgendermaassen: „Sie sind an der Rückenseite der Sprosse als langgestreckte, oft kaum bemerkbare Auftreibungen des Laubes, an der Bauchseite durch die reichliche Haarbildung erkennbar. Ihr basiskopes Ende liegt wohl immer in der Mediane des betreffenden Thallussprosses, sie verlaufen aber von da entweder schief gegen den Rand hin, oder treffen, wo sie unter Gabelungsstellen entspringen, denselben genau im Gabelungswinkel, hören aber immer etwas vor dem Rande

1) a. a. O. Tab. VII Fig. 1 und 2.
2) a. a. O. pag. 63.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00293-8

auf". Auf dem Längsschnitt findet man bei der ersten Anlage des Archegoniums den Scheitel etwas von dem umliegenden Gewebe überwachsen, sodass derselbe in eine Einbuchtung des Thallus zu liegen kommt. An der Ventralseite entspringen hier, wie bei den sterilen Sprossen, zahlreiche grosse Keulenhaare, welche den ganzen Scheitel

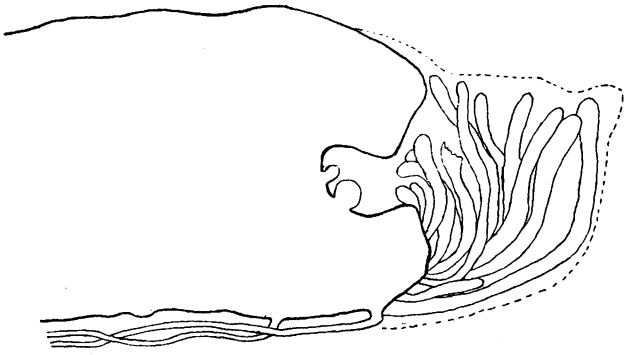


Fig. 6. Längsschnitt durch einen jungen Archegonienstand von Monoclea Forsteri. (100/1.)

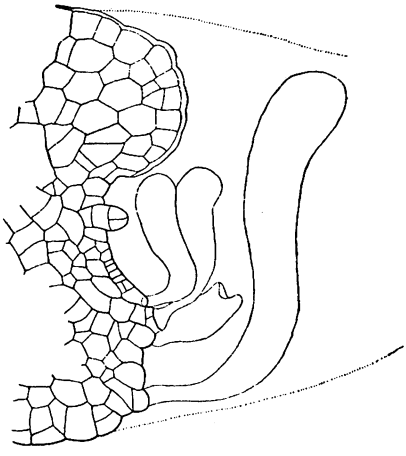


Fig. 7. Dasselbe wie Fig. 6, nur jünger. (200/1.)

einhüllen, der sammt den Haargebilden in Schleim eingebettet ist (Fig. 6 u. 7). Während nun die Scheitelregion ihr Längenwachsthum einstellt, wächst das umgebende Gewebe weiter und bildet schliesslich eine ca. 15 mm lange Fruchthöhle von etwa 3 mm lichter Weite, deren basiskopes Ende abgerundet ist, während vorne ein enger Kanal nach aussen führt.

An dem abgerundeten Ende dieser Höhlung, also nahe dem Scheitel, stehen die Archegonien (Fig. 8), von denen in jeder Höhlung eine ganze Reihe (zehn und mehr) ausgebildet wird, gewöhnlich aber nur eines zur Fruchtreife gelangt, in Ausnahmefällen auch wohl mehrere, da Hooker's Exemplar drei vollständig entwickelte Kapseln in einer Fruchthöhle zeigte. Ausserdem ist der Grund des Archegonienstandes mit einem dichten Rasen langer und schmaler Schleimhaare angefüllt, welche aber von den vorher beschriebenen schon da-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00294-4

durch sich unterscheiden, dass sie kleiner sind als jene. Auch verlaufen sie meist ihrer ganzen Länge nach in annähernd gleicher Breite und zeigen keine bemerkenswerthe Anschwellung am oberen Ende. Diese Schleimhaare, von welchen man nicht selten einzelne auch an

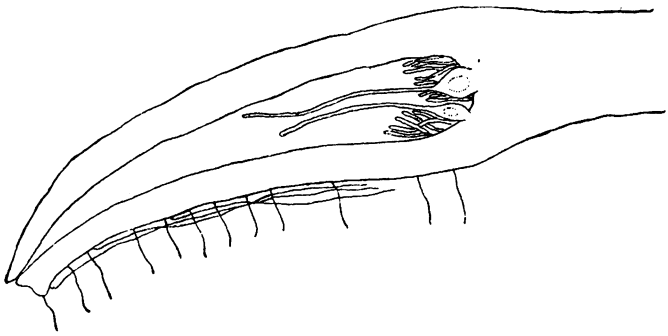


Fig. 8. Längsschnitt durch einen Archegonienstand von Monoclea Forsteri, von mittlerer Ausbildung. (18/1.)

höher gelegenen Stellen der Fruchthöhle antrifft, sitzen zu je vier bis sechs und mehreren büschelförmig auf einer höckerartigen, aus wenigen Zellen bestehenden Hervorragung des Gewebes (Fig. 9). Jedes einzelne Schleimhaar ist durch eine zarte Querwand von dem Fusstheile abgegrenzt, welche manchmal etwas höher hinaufgerückt auftritt. Im Uebrigen sind die Haare einzellig. Ihre Länge beträgt im Mittel 0,15 mm, so dass sie gerade den Bauchtheil des Archegoniums einhüllen, während der Halstheil frei aus ihnen herausragt (Fig. 8).

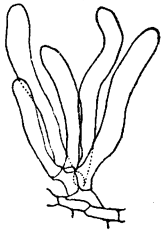


Fig. 9. (200/1.)

Die Anlage des Archegoniums erfolgt an der Lauboberfläche, unmittelbar nachdem der Scheitel eben sein Längenwachsthum eingestellt hat. Es tritt zuerst als einzelne Zelle papillös über das Gewebe hervor und theilt sich zunächst durch mehrere Querwände. Zwei junge Entwickelungsstadien des Archegoniums geben meine Figuren 10 a und b wieder. Vgl. dazu Fig. 7.

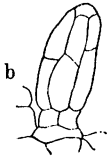


Fig. 10. (200/1.)

Der Bauchtheil des ausgebildeten Archegoniums, welches auf einem sehr kurzen Fussende aufsitzt, hat eine in den meisten Fällen von einer einzigen Zelllage gebildete Wand. Häufig beobachtete ich aber auch Archegonien mit einer Wand von drei bis vier Zellschichten. Meine anfängliche Vermuthung, dass diese Wandverdickung eine Folge der Befruchtung sei, wurde mir durch die Beobachtung nicht bestätigt.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00295-0

Nur einige Male fand ich einen Embryo in denselben angelegt, während die meisten Archegonien, welche einen mehr oder minder weit entwickelten Embryo in ihrem Innern bargen, eine nur aus einer Zellschicht bestehende Wand besassen.

Wie schon Leitgeb beobachtet hat, besitzt das ausgebildete Archegonium einen im Verhältniss zu andern Lebermoosen sehr langen Halstheil, welcher bei einer mittleren Länge des ganzen Archegoniums von 0,75 mm vier Fünftel desselben in Anspruch nimmt. In einigen Fällen hat Leitgeb [1]) bemerkt, dass die den Halstheil zusammensetzenden Zellreihen in Spirallinien gewunden waren, so dass jede einer Längsreihe entsprechende Spirale in der ganzen Längserstreckung des Halses mehrere Umgänge zeigte. An den von mir untersuchten Pflanzen habe ich nun gefunden, dass diese Eigenthümlichkeit der Zellreihen des Halstheiles nicht eine Ausnahme, sondern die Regel bildet, wenn auch die Spiralwindungen in manchen Fällen nicht ganz bis zum Bauchtheil des Archegoniums herunterreichten. Soweit ich das an zahlreichen Objecten beobachtet habe, erfolgen diese Windungen immer in Rechtsdrehung, wie das in der Figur von Leitgeb der Fall ist. Die Frage, in welchem Zeitpunkte die Archegonien empfängnissreif werden, dürfte nach meinen Untersuchungen vorläufig dahin zu beantworten sein, dass dies jedenfalls nicht geschieht, so lange sie noch an der Oberfläche des Laubes stehen, sondern erst dann, wenn sie schon in die Fruchthöhle eingesenkt sind. Ob die Empfängnissfähigkeit eintritt, bevor die Höhle die grösste Tiefe erreicht hat, oder erst mit oder nach diesem Zeitpunkte, das will ich dahingestellt sein lassen. Immerhin lässt die Thatsache, dass die Fruchthöhle nicht, wie Gottsche [2]) annahm, völlig geschlossen wird, ferner der lange Hals des Archegoniums und der Schleim, mit welchem die ganze Fruchthöhle angefüllt ist, zweifelsohne die letztere Möglichkeit sehr wohl zu. Andererseits spricht die von mir wiederholt gemachte Beobachtung, dass bei halb entwickelter Fruchthöhle die Hälse mehrerer vollkommen entwickelter Archegonien aus der Mündung hervorragten, für die Annahme, dass schon in diesem Zeitpunkte die Archegonien für die Aufnahme der Spermatozoïden reif sind.

Kehren wir nach dieser Abschweifung zum Thema zurück. Während also bei Monoclea und anderen Lebermoosen ein Unterschied zwischen Assimilations- und Speichergewebe sich mehr oder weniger

---

1) a. a. O. pag. 67 und Tab. III, Fig. 23.

2) a. a. O. pag. 283.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00296-6

ausgesprochen findet, dieser Unterschied der Hauptsache nach aber im Gehalt von Chlorophyllkörnern sich kennzeichnet, finden wir bei weiteren das Chlorophyll führende Gewebe in anderer Weise ausgebildet als das Speichergewebe. So ist bei vielen frondosen Jungermannieen das letztere zu einer an der Unterseite stark vorspringenden Mittelrippe entwickelt, welche sich scharf von der einschichtigen grünen Lamina abhebt. Pellia, Symphyogyna, Blyttia, Pseudoneura, Umbraculum, Podomitrium u. a. geben hierfür gute und hinreichend bekannte Beispiele. Das Gleiche finden wir unter den Anthoceroteen bei Dendroceros. Bei diesem, wie bei mehreren anderen Lebermoosen, z. B. Mörkia und Anthoceros glandulosus ist der Rand äusserst reich gefaltet, eine Einrichtung, die unzweifelhaft dazu bestimmt erscheint, Wasser zur Ernährung der Pflanze festzuhalten. Die foliosen Jungermannieen haben das Assimilationsgewebe als einzelne Blätter entwickelt, die meist schief an der Mittelrippe inserirt sind, unter- oder oberschlächtig.

Die höchste Ausbildung des Assimilationsgewebes finden wir bei den Angehörigen der Riccieen und Marchantieen, die in dieser, wie in mancher anderen Beziehung derart miteinander übereinstimmen, dass sie, wie Leitgeb nachgewiesen hat, eigentlich nicht als zwei gesonderte Familien, sondern als eine, die der Marchantiaceen, betrachtet werden müssen. Bei diesen Lebermoosen finden wir, wie bekannt, das Chlorophyll führende Gewebe durchsetzt mit weiten, Luft führenden Zwischenräumen, deren Gestalt und Ausbildung bei den einzelnen Gattungen eine verschiedenartige sein kann, die aber bei allen ohne Ausnahme vorhanden ist. Für Dumortiera (irrigua und hirsuta), für welche Gattung von älteren Autoren das Fehlen einer Luftkammerschicht und der Spaltöffnungen stets betont worden ist, wurde von Leitgeb [1]) in einem Aufsatze: „Ueber die Marchantiaceengattung Dumortiera“ das Vorhandensein derselben an jüngeren Thallustheilen nachgewiesen. Diese Schicht geht sehr früh zu Grunde und kann man daher an älteren Thallustheilen nur noch spärliche Reste der Seitenwände finden. Das Abwerfen der Lufthöhlenschicht ist als eine Rückbildung infolge der veränderten Lebensweise aufzufassen, wie kürzlich Goebel, der diese Verhältnisse an mehreren von ihm gesammelten Dumortiera-Arten untersuchte, in den pflanzenbiologischen Schilderungen (II. pag. 222) erläutert hat.

Ein interessantes Seitenstück zu Dumortiera boten mir einige

1) Flora 1880 pag. 307 ff.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00297-2

Exemplare von Marchantia polymorpha, welche im Wasser untergetaucht gewachsen waren. Herr Professor Goebel hatte dieselben bei einer Excursion in der Umgegend von München (bei Starnberg) jüngst gesammelt und mir zur Untersuchung gütigst überlassen. Durch die abnorme Lebensweise war bei dieser Pflanze die Luftkammerschicht in ganz eigenartiger Weise abgeändert. An manchen Stellen des Thallus waren Luftkammern überhaupt nicht ausgebildet, sondern die chlorophyllführende Epidermis schloss unmittelbar an das unterliegende Speichergewebe an. An andern Stellen waren Luftkammern vorhanden, aber diese waren flacher als bei der normal entwickelten Pflanze. Auch das in dieselben hineinragende Assimilationsgewebe zeigte eine viel weniger üppige Entwickelung, im Uebrigen aber keinen abweichenden Bau. Dagegen beobachtete ich mehrfach, dass aus der Oberseite der Epidermis ganz ähnliche converfenartige Sprossungen hervorgingen, wie aus dem Boden der Luftkammern. Diese übernehmen hier jedenfalls zum Theil die Assimilation und sind für diese Function dem Leben im Wasser in ihren innern Eigenschaften angepasst. Der Thallus der Pflanze besass eine sehr dunkelgrüne Färbung und liess, mit blossem Auge oder mit der Lupe betrachtet, im durchscheinenden Licht nur wenige mit Luft gefüllte Kammern erkennen, die besonders am vorderen Ende gelegen waren. An diesen jüngeren Thallustheilen waren die Athemöffnungen ganz wie bei der normal entwickelten Pflanze noch geschlossen. Bei den ausgebildeten Athemöffnungen waren die Zellen des innersten Kreises papillenartig ausgewachsen, und zwar so, dass diese Papillen (4—5), welche am vorderen Ende angeschwollen waren, sich übereinanderlegten und die Luftkammern nahezu vollständig nach aussen abschlossen (Fig. 11), wodurch das Eindringen von Wasser verhindert wird.

Fig. 11. (200/1.)

Der Entstehung der Luftkammern bei den Riccieen, dem Bau des Chlorophyll führenden Gewebes und der Anlage und Ausbildung der Athemöffnungen hat Leitgeb[1]) in seinen Untersuchungen eine eingehende Behandlung zutheil werden lassen. Nach ihm entstehen die Luftkammern aus der obersten Zellschicht, deren Aussenwände zunächst durch geringeres Wachsthum in den Kanten eine Grube bilden, die sich mehr und mehr vertieft, und bei den verschiedenen Arten in verschiedener Weise sich zur Luftkammer entwickelt. Es können dann auch noch secundäre und selbst tertiäre

1) a. a. O. Heft IV.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00298-8

Luftkammern entstehen, wie bei Corsinia und Oxymitra, und entweder durch diese Bildung oder durch die nachträgliche Entstehung von Scheidewänden in den primären Luftkammern (Ricciocarpus natans) kommt nach Leitgeb die Erscheinung zustande, dass bei vielen Riccieen oft mehrere (2—3) Etagen von Luftkammern sich übereinander befinden. Das interstitienlose an der Ventralseite liegende Speichergewebe ist von der Luftkammerschicht scharf getrennt.

Bei den Marchantieen sind die Luftkammern, soweit mir bekannt, nur primär angelegt. Das einfach gebaute Cyathodium wurde schon oben erwähnt. Bei diesem sind keine converfenartige Sprossungen entwickelt, welche bei den meisten übrigen Marchantieen in die Luftkammern hineinragen und sich auch hin und wieder bei den Riccieen finden (Boschia und bisweilen Corsinia). Der Bau der Luftkammern ist hinreichend bekannt, ebenso der der Athemöffnungen. Letztere sind häufig am vegetativen Thallus und an den die Geschlechtsorgane tragenden Sprossen verschieden ausgebildet. So beobachtete ich bei Plagiochasma, dass die Athemöffnungen an den vegetativen Theilen nicht die tonnenförmige Form besassen, sondern einfach durch einen einzigen Ring von Zellen gebildet waren, etwa wie bei Cyathodium, während an weiblichen Hüten drei bis vier Zellringe in die Luftkammer hineinragten. Diese Einrichtung hängt wohl damit zusammen, dass der dem Boden anliegende Thallus nicht so sehr der Austrocknung ausgesetzt ist, wie der auf einem Stiele stehende Hut, zu dem die Feuchtigkeit einen längeren Weg zu machen hat. Ein tonnenförmig ausgebildeter Athemapparat wird die Feuchtigkeit längere Zeit zurückhalten.

Ausser dem Assimilations- und Speichergewebe sehen wir bei manchen Lebermoosen ein besonders differenzirtes Gewebe, welches mit Schleim angefüllt ist.

Eine Absonderung von Schleim erfolgt wohl bei allen Lebermoosen ohne Ausnahme. In den weitaus meisten Fällen finden wir am Scheitel des fortwachsenden Thallus an den Enden keulig angeschwollene Papillen, die einen wasserhellen Schleim absondern, welcher um den Vegetationspunkt eine gegen Austrocknung schützende Hülle bildet, gleichzeitig aber auch die entgegengesetzte Function übernimmt, indem der das Wasser sehr festhaltende Schleim das Eindringen zu grosser Wassermengen zu den Vegetationsstellen verhindert[1]). An anderen (z. B. Blyttia, Umbraculum) sind Keulenhaare

1) Vergl. Goebel, Pflanzenbiol. Schilderungen II. pag. 235.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00299-5

an der Mittelrippe inserirt. Des weiteren finden sich diese Organe an den Brutknospenbehältern zwischen den Brutknospen verteilt bei Blasia, Marchantia, Lunularia, wo der aus ihnen hervorquellende Schleim die Aufgabe hat, die Brutknospen aus ihren Behältern herauszupressen, ähnlich wie bei manchen Wasserpflanzen die Samen durch Verschleimung der Placenta oder der Samenschale frei werden[1].— Endlich begegnen wir diesen Keulenpapillen vielfach im Innern der Antheridien- und Archegonienstände, bei welch ersteren sie wiederum die Function übernehmen, die Spermatozoïden aus dem Gehäuse herauszubefördern. Bei Riccia werden bekanntlich die Spermatozoïden als Brei herausgespritzt. Die Keulenhaare sind in den meisten Fällen einzellig, in anderen zweizellig (z. B. Pellia, Symphyogyna u. a.); bei einigen Lebermoosen stellen sie dreizellige Gebilde mit keulenförmiger Endzelle vor (z. B. Sphaerocarpus, Mörkia).

Während die Schleim absondernden Keulenhaare bei den meisten Lebermoosen an der einen oder anderen Stelle angetroffen werden, und nur bei wenigen ganz fehlen, findet man ein besonders entwickeltes Schleimgewebe im Thallus nur bei den Angehörigen der Anthoceroteen und der Marchantieen. Schon seit lange bekannt sind die bei den Anthoceroteen an der Unterseite, bei Dendroceros, auch an der Oberseite des Thallus vorkommenden Schleimhöhlen, welche durch eine den Athemöffnungen ähnliche Schleimspalte nach aussen münden. Ganz ähnliche Schleimhöhlen finden sich bei Blasia, wo sie Leitgeb[2]) als „Blattohren“ bezeichnet, an der Uebergangsstelle des Stengels in die freien Lappen der seitlichen Blätter in zwei Längsreihen angeordnet. Man hatte diese „dunkelgrünen Kügelchen“, welche sich bei Dendroceros, Notothylas und einigen Arten der Gattung Anthoceros in Form grosser Warzen über die Thallusfläche hervorheben, früher für die männlichen Organe, später für Brutknospen gehalten, bis Jancsewski[3]) nachwies, dass sie schon in der Jugend mit wasserhellem Schleim erfüllte Höhlungen seien, in denen Nostoc sich angesiedelt hatte. Diese Gebilde sind später Gegenstand mehrfacher Untersuchungen gewesen, und verweise ich diesbezüglich auf die Arbeiten Leitgeb's[4]) (die Nostoccolonien im Thallus der Anthoceroteen), F. Szymanski's[5]) (Ueber einige para-

1) Vergl. hierzu Goebel a. a. O. II, pag. 234 ff.
2) Unters. Heft I, pag. 7.
3) Zur parasitischen Lebensweise des Nostoc lichenoïdes. Bot. Ztg. 1872, Nr. 5.
4) Sitz.-Ber. d. Wien. Akad. d. Wissensch. Bd. LXXVII, Abth. 1 (1878) pag. 411—418.
5) Inaug.-Dissert. d. philos. Facult. zu Breslau 1878.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00300-1

sitische Algen), M. Waldner's[1]) (Die Entstehung der Schläuche in den Nostoccolonien bei Blasia) und endlich auf Leitgeb's Untersuchungen über die Lebermoose Heft I und V.

Die Schleimhöhlen erleiden durch die Ansiedelung des Nostoc mehrfache Veränderungen. Die Spalte wird durch Turgescenz und Wachsthum der Schliesszellen vollkommen geschlossen, bei Notothylas dagegen bedeutend erweitert. Der Innenraum vergrössert sich nach der Einwanderung ungemein, und die ihn umgrenzenden Zellen wachsen in denselben hinein zu Papillen und später zu kürzeren oder längeren Schläuchen aus, die sich reichlich verzweigen und durch Querwände in Zellen gliedern, so dass ältere Nostoccolonien den Anschein erwecken, als sei die Höhlung von einem parenchymatischen Gewebe erfüllt, in dessen Zwischenräumen der Nostoc lebe. So ist das bei den Anthoceroteen der Fall, ebenso bei Blasia, hier nur mit dem Unterschiede, dass sämmtliche in eine Colonie eindringende Fäden Verzweigungen eines einzigen Schlauches sind. Erfolgt keine Einwanderung des Nostoc, so werden die Höhlungen bei den Anthoceroteen im Alter flacher und schliesslich ganz undeutlich, bei Blasia fallen die Blattohren in diesem Falle ab. Bisweilen findet man in diesen Schleimhöhlen auch andere Organismen angesiedelt. So fand Leitgeb[2]) bei Notothylas häufig die ganze Höhlung mit Diatomeen angefüllt und bei Anthoceros Vicentianus beobachtete derselbe häufiger als die Nostoccolonien eine Grammatophora, oder, wiewohl seltener, einen uhrfederartig aufgerollten Oscillaria-Faden. In allen diesen Fällen erleidet indess die Schleimhöhle nicht jene charakteristischen Veränderungen, welche also wohl nur durch Nostoc hervorgerufen werden.

Die Schleimspalten und -höhlen entstehen immer schon ganz in der Nähe des Scheitels und sind schon von Anfang an mit Schleim angefüllt.

Ich habe dieselben Organe an dem schon mehrfach erwähnten Anthoceros glandulosus L. et. Ldbg. zu beobachten Gelegenheit gehabt. Sie stehen hier ebenfalls an der Unterseite des Thallus und werden schon ganz nahe am Scheitel angelegt. Ausserdem werden an den später zu erwähnenden Brutknospen bereits zwei solcher Schleimhöhlen rechts und links vom Stiel angelegt, und mehrfach habe ich gesehen, wie schon in diese ein Nostocfaden einzudringen

1) Sitz.-Ber. d. Wiener Akad. d. W. Bd. LXXVIII, 2. Heft (1878) pag. 294—300.

2) Die Nostockolonien im Thallus der Anthoceroteen a. a. O.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00301-7

im Begriffe war. Die Schleimspalten am Thallus erfahren hier eine sehr eigenartige Umwandlung. Während sie anfangs wulstartig etwas hervortreten, geht aus ihnen später ein einschichtiges Gewebe hervor, welches nach aussen sich entfaltet. (Fig. 1). Leider war es mir nicht möglich, über die Form dieses Gewebes vollständig ins Reine zu kommen, ob es nämlich einzelne Lappen, oder eine ringsum zusammenhängende trichterförmige Erweiterung darstellt.

Ein ganz anderes ebenfalls mit Schleim angefülltes Gewebe sind die Schleimzellen und Schleimschläuche, welche im Thallus mehrerer Marchantieen bisher beobachtet worden sind. Früher hielt man diese für luftführende Intercellularräume, bis Goebel[1]) in seiner Arbeit: „Zur vergleichenden Anatomie der Marchantieen" deren wahre Natur erkannte. Besonders deutlich treten diese Schleimgänge im Thallus von Fegatella conica auf und wurden auch von Goebel an dieser Pflanze beobachtet und beschrieben. Sie zeichnen sich vor den übrigen Zellen auf dem Querschnitt durch ihre bedeutendere Weite, auf dem Längsschnitt im jugendlichen Zustande durch geringere Länge sowie durch den feinkörnigen plasmatischen Inhalt aus, während ihnen die in den angrenzenden Zellen meist reichlich vorhandene Stärke fehlt. Es sind theils einzelne Schleimzellen, theils Schleimgänge. Letztere durchziehen nach Goebel continuirlich die Mittelregion des Thallus in grösserer Anzahl; sie sind an Alkoholmaterial schon mit blossem Auge als weissliche Streifen bemerkbar. Sie bilden durch Querwände getrennte Längsreihen von Zellen, die schon sehr nahe am Scheitel angelegt werden; einzeln treten auch Längswände in den Zellen auf. Die Wandungen unterscheiden sich in jugendlichem Zustande in nichts von denen der übrigen Zellen, mit zunehmendem Alter werden sie stark quellbar und erfüllen schliesslich mit Ausnahme des geringen Plasmainhaltes die ganze Zelle mit einem wasserhellen, durch Alkohol oft bräunlich werdenden Schleim, der häufig eine deutliche Schichtung zeigt. Diese Schichten lassen bei Wasserzusatz eine verschiedene Quellbarkeit erkennen. Die stärker lichtbrechenden quellen weniger rasch, am langsamsten die primäre Zellwand. In älteren Thallustheilen findet man die Schleimgänge leer und desorganisirt.

Nach dem Erscheinen der Arbeit Goebel's hat ein Schüler Leitgeb's, R. Prescher[2]), das Vorkommen einzelner Schleim-

1) Arb. d. bot. Inst. zu Würzburg II, pag. 529 ff.

2) Die Schleimorgane der Marchantieen in Sitz.-Ber. d. Wiener Ak. d. W. Bd. LXXXVI Abth. 1. (1882).

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00302-3

zellen bei einer grösseren Anzahl von Marchantieen nachgewiesen und den Ausführungen Goebel's einiges Neue hinzugefügt. Die Schleimzellen treten nach ihm sowohl im Thallus als auch in den männlichen und weiblichen Receptakeln auf (vergl. hierzu: Sachs, Lehrb. d. Bot., IV. Auflage, S. 355, Fig. B, die mit g bezeichneten Zellen), vorzugsweise im interstitienlosen Gewebe und in besonders grosser Anzahl unmittelbar unter der Luftkammerschicht. In selteneren Fällen finden sie sich auch in der Epidermis (March. cartilaginea, M. chenopoda) und in den Scheidewänden der Luftkammerschicht (Clevea hyalina, Plagiochasma Rousselianum, Marchantia chenopoda). Die Schleimschläuche von Fegatella kommen ausschliesslich im interstitienlosen Gewebe der Mittelrippe des Thallus vor. Aus dem Verhalten des Schleimes gegen Jod und Schwefelsäure (intensive Gelbfärbung) schliesst Prescher, dass derselbe als Pflanzengummi anzusehen sei.

Ausser bei Marchantieen ist das Vorkommen von Schleimzellen und Schleimgängen bislang nicht beobachtet worden. Sie kommen indess auch bei den Anthoceroteen vor, wo ich sie bei dem schon wiederholt genannten Anthoceros glandulosus zu studiren Gelegenheit hatte. Dieses Lebermoos, welches gleich den übrigen Anthoceroteen auf dem Querschnitt einen an der Ventralseite etwa halbkreisförmig gebogenen Thallus zeigt, ist hier von einer aus sehr kleinen regelmässig rechteckigen Zellen zusammengesetzten Rindenschicht begrenzt. Das übrige Gewebe besteht aus grösseren, ganz gleichartigen, rundlichen oder polyedrischen Zellen, die nach der Oberseite zu kleiner werden. Die convex ausgehöhlte Oberseite ist durch sehr unregelmässig gestaltete, in der Richtung der Mediane verlaufende Auftreibungen vielfach gebuchtet. Das ganze Innengewebe ist durchsetzt mit grossen Schleimhöhlen, deren Durchmeser etwa das Dreifache der übrigen Zellen misst, und zwar sind die Schleimhöhlen in so grosser Anzahl vorhanden, dass zwischen je zweien gewöhnlich nur eine einzige Zellschicht des Parenchymgewebes liegt (Fig. 1 pag. 281). Diese Schleimzellen zeigen einen farblosen, wasserhellen Schleim. Einen feinkörnigen plasmatischen Inhalt konnte ich auch in den jüngeren Schleimzellen nicht wahrnehmen, und erklärt sich wohl das daraus, dass dieselben hier, wie Fig. 12 zeigt, intercellular entstehen. Diese Figur stellt einen Längsschnitt durch den Scheitel dar, welcher ausser einigen schon ziemlich weit entwickelten Schleimräumen zwei ganz junge erkennen lässt. Ferner zeigt Fig. 13 eine in unmittelbarer Nähe des Scheitels befindliche, schon ziemlich grosse Schleimhöhle,

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00303-9

die sich über den Rand hervorwölbt. Die an dieser Pflanze beobachteten Brutknospen werde ich noch an anderer Stelle besprechen, erwähnen will ich hier nur, dass auch diese in ihrem Innenraum bereits einen grossen intercellular entstandenen Schleimbehälter bergen (vergl. Fig. 9, Tab.).

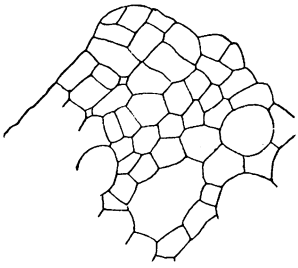


Fig. 12. Längsschnitt durch den Thallus von Anthoceros glandulosus mit jungen Schleimhöhlen. (200/1.)

Es wurde schon Anfangs erwähnt, dass bei einigen Lebermoosen die Ausbildung eines Gewebes vorkommt, welches dazu bestimmt erscheint, dem Thallus eine grössere Festigkeit zu verleihen.

So wurde in der vorhin citirten Arbeit (Zur vergleichenden Anatomie der Marchantieen) von Goebel das Vorkommen von stark verdickten Zellen bei Preissia commutata nachgewiesen. Diese finden sich im chlorophyllfreien Gewebe der dickeren Mittelparthie über den ganzen Querschnitt zerstreut. Man findet hier einzelne, zuweilen auch zwei, selten drei nebeneinander liegende Zellen, deren Wände auffallend stark verdickt, tief gebräunt und ohne Tüpfel sind, während ihr Lumen sehr gering ist. Sie stellen meist langgestreckte, an den Enden zugespitzte Zellen dar, die nach Art der Bastzellen aneinanderschliessende Faserzüge bilden, welche den Thallus in der Längslinie continuirlich durchsetzen. Der Inhalt besteht nach Goebel in einem feinkörnigen Plasmabelag, während die in den Parenchymzellen sonst reichlich vorhandene Stärke in ihnen niemals vorkommt.

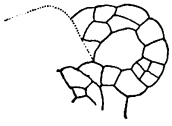


Fig. 13. Schleimhöhle am Rande des Thallus von Anthoceros glandulosus (die punktirte Linie ist der Scheitel). (200/1.)

Bekannt ist auch das Vorhandensein eines centralen Stranges im Thallus von Blyttia, Umbraculum und Symphyogyna.

Bei einer ausländischen Blyttia, welche mir zur Verfügung stand, setzte sich dieser Strang aus langgestreckten, bastfaserartig zusammenschliessenden Zellen von starker Wandverdickung, aber geringem Lumen zusammen. Auch hier habe ich in denselben Stärke nicht beobachtet. Bei sehr starker Vergrösserung bemerkt man in den Wandungen der Zellen des Stranges kleine längliche Tüpfel, welche eine spiralige Anordnung erkennen lassen. Diese Tüpfel dürften auch in andern (vielleicht allen) Blyttia-Species vorhanden sein, da sie schon früher von Herrn Prof. Goebel bemerkt, meines Wissens aber noch nicht von anderer Seite in der Litteratur erwähnt sind.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00304-4

Einer Ausbildung des Zellgewebes, welche ebenfalls der Festigung des Thallus dient, begegnen wir bei dem von Herrn Dr. Karsten, Amboïna, gesammelten Physiotium majus. Dieses Lebermoos erreicht eine ungemein grosse Längenentwickelung, es wird etwa 2 dm lang. Der auf dem Querschnitt fast kreisrunde Stamm besteht aus Zellen, deren Wände stark verdickt sind. Die äusseren Zellschichten sind besonders an älteren Thallustheilen tief gebräunt. Mehr in der Nähe des Scheitels sind die inneren Zellwände nur an den Ecken stark verdickt und stehen mit den Nachbarzellen durch verhältnissmässig grosse Tüpfel in Verbindung. Desgleichen zeigen die Zellen der Blätter in den Ecken starke Verdickung. Bei Zusatz von Kalilauge werden die Zellwände intensiv gelb gefärbt, während sie mit Chlorzinkjod keine Blaufärbung geben. Diese Reaction tritt erst ein, wenn man die in Kalilauge liegenden Schnitte längere Zeit erwärmt. Dann verschwindet allmählich die Gelbfärbung, und jetzt gibt Chlorzinkjod eine deutliche Cellulosereaction. Es muss also der Zellmembran ein Stoff eingelagert sein, welcher das Eintreten der Cellulosereaction verhindert. Da die Schnitte nach dem Einlegen in eine Lösung von Eisensulfat nach längerem Stehen an der Luft eine intensiv blauschwarze Färbung annehmen, so ist jedenfalls ein Gerbstoff in reichlicher Menge eingelagert, und da auch dieser mit Kalilauge Gelbfärbung hervorrufen kann, so ist es möglich, dass derselbe der fragliche Körper ist. Es bleibe aber dahingestellt, ob nicht neben einem Gerbstoff noch ein anderer Körper in der Zellenmembran vorhanden ist. Reactionen auf verholzte oder verkorkte Membranen ergaben negative Resultate. Ausser bei dem genannten Physiotium beobachtete ich eine ähnliche Verdickung der Zellmembran noch bei Frullania dilatata N. ab Es. und Mastigobryum tribolatum N. ab Es. Auch hier trat auf Zusatz von Kalilauge intensive Gelbfärbung ein und verhielt sich die Membran chemisch genau so, wie soeben für Physiotium angegeben wurde. Die Einlagerung von Gerbstoff scheint demgemäss nicht so selten bei den Lebermoosen vorzukommen und dürfte auch noch bei anderen nachzuweisen sein.

Die Vermehrung der Lebermoose auf ungeschlechtlichem Wege findet in sehr ausgedehntem Maasse statt. Es ist wohl nicht zweifelhaft, dass ein jedes Lebermoos die Fähigkeit besitzt, sich ungeschlechtlich fortzupflanzen, und geschehe dies auch nur in der allereinfachsten Weise dadurch, dass durch Absterben des Thallus von hinten her die seitlichen Auszweigungen von einander getrennt werden und gesondert in derselben Weise, wie der Mutterspross, ihr vegetatives Leben fort-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00305-0

zusetzen befähigt sind, oder dadurch, dass beliebige nicht näher differenzirte Thallustheile, oder gar einzelne Zellen sich zu einem neuen Pflänzchen auszubilden vermögen. Bei den meisten Lebermoosen finden wir indess besondere Organe angelegt, welche eigens zum Zweck der ungeschlechtlichen Fortpflanzung gebildet erscheinen und entweder direct oder nach einer Ruhepause ein der Mutterpflanze gleiches Individuum zu erzeugen imstande sind.

Als solche Bildungen kommen einerseits die Adventivsprosse, andererseits die Brutknospen in Betracht.

Unter Adventivsprossen versteht man im Gegensatz zu den durch Endverzweigung entstehenden seitlichen Auszweigungen der Lebermoose solche, die intercalar sich bilden, d. h. aus Zellen älterer Gewebepartien vom Scheitel entfernt. Diese Sprosse werden entweder in streng akropetaler Reihenfolge oder an morphologisch nicht näher bestimmten Punkten angelegt. Sie können ebensowohl exogen als endogen entstehen, ohne dass sich ein durchgreifender Unterschied in der Function derselben nachweisen liesse. In den weitaus meisten Fällen nehmen die Adventiväste ihren Ursprung aus Zellen der Ventralseite und tragen dann nicht selten die Geschlechtsorgane der Pflanze. Häufig aber entspringen sie auch aus Zellen des Laubrandes und besitzen dann meist den Charakter von wahren Adventivästen, wiewohl auch die erstere Art solche darstellen kann. Weit seltener ist das Entstehen von intercalaren Auszweigungen aus Zellen der Dorsalseite.

Die Bildung von Adventivsprossen der einen oder anderen Art ist bei sehr vielen Lebermoosen beobachtet worden. So wurde bei Pellia bereits von Hofmeister die Bildung von Adventivsprossen aus einzelnen oberflächlichen Zellen der Dorsalseite erwähnt. Nach Leitgeb[1]) entspringen diese Sprosse nicht nur aus der Mittelrippe, sondern auch aus der einschichtigen Laubfläche und an der Ventralseite. Ebenso findet man bei fast allen übrigen frondosen Jungermannieen solche Adventiväste häufig. Ich erinnere nur an Symphyogyna, Blyttia, Umbraculum, Podomitrium, bei welch letzteren drei der Charakter als Adventivsprosse noch dadurch besonders deutlich hervortritt, dass der Mittelnerv derselben mit dem der Muttersprosse nicht in Verbindung steht, ferner auch an Androcryphia und Petalophyllum.

Viele foliose Jungermannieen (Lophocolea etc.) können aus den Blattflächen direct neue Pflänzchen entwickeln.

---

1) a. a. O. III, pag. 55.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00306-6

Dessgleichen vermehren sich auch sämmtliche Riccieen sehr häufig durch Adventivsprosse, welche an der Ventralseite in der Nähe der Mediane entspringen. Ebenso beobachtete Leitgeb[1]) bei Sphaerocarpus die Bildung zahlreicher Adventiväste aus Zellen der einschichtigen Laubfläche und denen der Mittelrippe, welche ebenso, wie die keimenden Sporen, sehr bald zur Bildung von Geschlechtsorganen übergehen. Die Sprosse entwickeln sich, wie Leitgeb nachweist, aus einer Zelle, die zu einem cylindrischen Fortsatz auswächst, dessen Spitze allmählich sich verbreitert und flächenartig wird.

Auch bei den Marchantieen begegnen wir, wie wohl seltener, diesen einfachen Adventivästen. Ich beobachtete das Vorkommen derselben bei dem schon mehrfach erwähnten Cyathodium. Sie gehen hier aus einzelnen Zellen der Ventralseite nahe dem Rande hervor, entwickeln sich zu ziemlich bedeutenden Zellgebilden und werden wohl durch Absterben der hinteren Thallustheile frei.

Eine sehr ausgiebige Entwickelung von Adventivsprossen finden wir bei Metzgeria. Diese Pflanze zeigt ausser den theils exogen theils endogen entspringenden Auszweigungen solche, die sich aus Randzellen der Laubachse entwickeln, und zwar, da eine jede Randzelle zur Bildung eines Adventivsprosses befähigt ist, oft in so reichem Maasse, dass der Laubrand durch die zahlreichen an ihm haftenden Sprosse wie gefranst erscheint. Da diese Adventiväste nur sehr lose mit dem Muttersprosse in Verbindung stehen, so lösen sie sich sehr bald ab, um selbständig zu einem neuen Pflänzchen heranzuwachsen.

Eine ganz ähnliche Vermehrungsart fand Leitgeb[2]) bei Blasia pusilla, wo die betreffenden Sprosse indess zunächst der Mittellinie an der Ventralseite entspringen, sich aber auch hier leicht vom Tragsprosse ablösen und so als Vermehrungsorgane dienen.

Diese Gebilde bei Metzgeria und Blasia stellen einen gewissen Uebergang dar von den Adventivsprossen zu den einfacheren Formen der Brutknospen. Die einzelnen Zellen, aus denen sie hervorgehen, welche zu vielzelligen Zellflächen am Thallus auswachsen und sich leicht von demselben loslösen, finden ihr Analogon in den Brutknospen, welchen wir bei verschiedenen Radula-Arten und anderen Lebermoosen begegnen. Auch diese Sprosse gehen aus einzelnen Zellen hervor, welche noch im Zusammenhang mit dem Thallus ihre ersten Keimungsstadien durchmachen.

---

1) a. a. O. Heft IV, pag. 64 u. 74.
2) a. a. O. I, pag. 34.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00307-2

Seit lange bekannt sind diese Brutknospen bei Radula complanata. Ganz ähnlich ausgebildete beschreibt Goebel[1]) bei mehreren javanischen Radula- und Lejeunia-Arten (auch bei der europäischen L. minutissima und inconspicua). Bei den a. a. O. erwähnten Radula-Arten gehen sie ebenfalls aus Zellen des Laubrandes, bei den Lejeunien und auch bei Radula Hedingeri aus denen der Blattfläche hervor. Diese Zellscheiben sitzen auf einem kurzen einzelligen Stiel, auf dem sie bei den Lejeunien parallel zur Blattfläche, bei den Radula-Arten senkrecht dazu orientirt sind. Die fertigen Brutknospen haben nahezu kreisförmigen oder elliptischen Umriss, besitzen bei den Lejeunien an jedem der beiden Enden eine zweischneidige Scheitelzelle und können auch noch nach dem Abfallen von der Mutterpflanze weitere Zelltheilungen erleiden. Die Keimung dieser Gebilde ist von Goebel a. a. O. beschrieben worden. Bemerkenswerth ist bei denselben noch das Auswachsen einzelner Zellen zu am Ende lappig verzweigten Haftorganen.

Eine etwas complicirtere Art der Anlage ähnlicher Brutknospen beobachtete ich bei einer von Herrn Dr. Lagerheim in Quito gesammelten Metzgeria (n. sp.). Dieses Pflänzchen wächst an Bäumen. Aus der Dorsalseite der Mittelrippe entspringen stielrunde Aeste, welche vom Thallus senkrecht aufsteigen. Aus den Oberflächenzellen dieser Aestchen gehen rund herum zahlreiche Brutknospen hervor, welche, wie die Fig. 5, Tab. zeigt, an einer einzelnen Zelle festsitzen und im ausgebildeten Zustande flach scheibenförmige Zellgebilde darstellen, die am untern festsitzenden Ende spitz, nach oben hin breiter sind, so dass sie einen annähernd eiförmigen Umriss haben. Die ganze Oberfläche der Stielchen ist übersät mit Brutknospen, die wegen ihres ungemein losen Zusammenhanges mit dem Muttersprosse sehr leicht abbrechen.

Während — wie gesagt — bei den Riccieen eine Vermehrung durch Adventivsprosse häufig stattfindet, sind bei ihnen bislang keine eigentlichen Brutknospen aufgefunden worden. Dass die bei Sphaerocarpus von Bischoff[2]) als „dunkelgrüne Kügelchen“ beschriebenen Brutkörnerhäufchen, die zwischen den Früchten in der Laubsubstanz sich vorfinden, und welche derselbe Verfasser später[3]) für die männlichen Organe hält, keine Brutkörner sind, wurde von Leitgeb[4])

1) Morphol. u. biol. Studien, Annales du jardin botanique de Buitenzorg, Vol. VII.
2) Nova Acta L. C. Vol. XIII, P. II, pag. 834.
3) a. a. O. Vol. XVII, P. II, pag. 931.
4) a. a. O. Heft IV, pag. 64, Anm. 3.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00308-8

schon angegeben. Dieser erklärt sie für die in der Laubsubstanz zurückgebliebenen knopfförmigen Anschwellungen des Sporogonstieles. Die von Nees v. Esenbeck[1]) erwähnten, „im Innern der Zellen sich bildenden Keimknötchen oder Brutkörnchenconglomerate, die auch bei den Marchantieen und Anthoceroteen nicht selten vorhanden seien", dürften sich wohl als Nostoccolonien deuten lassen. Nach Reinsch[2]) soll auch in Riccia-Species eine Chroococcaceengattung in ähnlicher Weise wie Nostoc in Anthoceros leben.

Während Lindenberg angibt, dass einige Arten sich durch „Wurzelsprossen" vermehren können, gelang es Leitgeb nicht, derartige Bildungen aufzufinden, und dieser erklärt die für Riccia purpurascens abgebildeten, ringsum mit Rhizoïden besetzten cylindrischen Zellkörper für Adventivsprosse. Dagegen wurde von Fellner beobachtet, dass sich an der Spitze von Rhizoïden Pflänzchen entwickeln können. Die Erscheinung stimmt möglicher Weise mit einer anderen von der Synopsis Hepaticarum erwähnten überein, nämlich der Bildung von Knollen, die die Synopsis bei Anthoceros tuberosus, Petalophyllum Preissii, Riccia vesicata und Riccia tuberosa anführt.

Diese Knollen sind bisher einer Untersuchung nicht unterzogen worden und ausser den kurzen Bemerkungen in der Synopsis werden sie in der Litteratur nirgend erwähnt. Leider sind die genannten Pflanzen im hiesigen kgl. Herbar nicht vorhanden und meine Bitte, einiges Material zur Untersuchung aus dem in Berlin befindlichen Herbarium Gottsche's zu erhalten, wurde mir abschlägig beschieden.

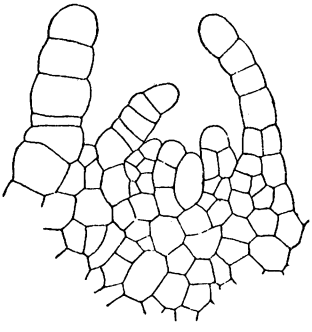


Fig. 14. (115/1.)

Es lag mir nun eine von Herrn Professor Goebel in Tovar gesammelte Fossombronia (n. sp.) vor, welche ebenfalls Knollen bildete. Diese Pflanze zeigte die Eigenthümlichkeit, dass die Sprossspitze nicht — wie das bei den anderen Fossombronien häufig ist — nach oben, sondern im rechten Winkel nach dem Boden zu sich richtete. Wie auf Schnitten sehr schön zu sehen war, wuchs die Spitze mit deutlicher ziemlich grosser Scheitelzelle (Fig. 14). Die an der stielrunden Mittelrippe schräg inserirten, unterschlächtigen, einschichtigen Laubblätter wurden nach der Spitze zu

1) Naturgesch. der Lebermoose Bd. IV, pag. 354.

2) Linn. Soc. Journ. Bot. vol. XVI Contributiones ad floram Algarum aquae dulcis promontorii bonae spei.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00309-6

immer rudimentärer. An dem abwärts wachsenden Ende beobachtete man hin und wieder ein auf der Mittelrippe frei stehendes Archegonium, einmal sah ich auch ganz nahe dem Scheitel ein Antheridium angelegt. Der in den Erdboden eindringende Scheitel verdickt sich hier knollenartig und füllt sich mit reichlichem Inhalt von Reservestoffen. Leider fand ich zwischen dem mir zur Verfügung stehenden Materiale nur sehr wenige ausgebildete Knollen, sodass ich über die Natur dieser Reservestoffe nur so viel sagen kann, dass jedenfalls Stärke in Menge aufgespeichert ist. Nach einer gütigen mündlichen Mittheilung des Herrn Professor Goebel hatten mehrere von ihm beobachtete Knollen dieser Pflanze durch seitliche Sprossung zu jungen Pflänzchen sich entwickelt, während mir diese Beobachtung an meinem Material leider nicht glückte. Dagegen gelang es mir einige Male eine deutliche Segmentirung und das Vorhandensein einer Scheitelzelle seitlich an diesen Knollen wahrzunehmen. Ich habe einen abwärts wachsenden Spross, der bereits die Länge von 3 mm erreicht hatte, aber noch keine knollige Anschwellung zeigt, in Fig. 6 Tab. abgebildet.

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass die in der Synopsis angeführten Knollen bei Lebermoosen den soeben behandelten völlig gleichwerthige Gebilde sind, dass sie auch mit Reservestoffen angefüllte Vermehrungsorgane darstellen. Die Thatsache, dass diese Knollen nur bei tropischen Lebermoosen gefunden wurden — die vier Pflanzen der Synopis stammen sämmtlich aus Neuholland — lässt den Schluss als berechtigt erscheinen, dass die Propagation durch Knollenbildung hier eine periodischer Austrocknung gegenüber zweckmässige Anpassungserscheinung ist.

Während nun die oben erwähnten Brutknospen alle die Eigenthümlichkeit zeigen, dass sie noch im Zusammenhang mit der Mutterpflanze eine Ausbildung in mehr oder minder entwickelte Zellflächen durchmachen, begegnen wir bei anderen Lebermoosen der Bildung von ein- oder zweizelligen Brutkörnchen, welche erst nach Loslösung vom Muttersprosse unter günstigen Bedingungen zu neuen Pflänzchen sich zu entwickeln vermögen, indem sie nach Art der keimenden Sporen auswachsen.

Ein besonderes Interesse beanspruchen hier die Brutkörnchen, welche wir bei mehreren Aneura-Arten antreffen. Die endogene Entstehung innerhalb der Oberhautzellen erinnert noch mehr an die Schwärmsporenbildung mancher Algen. Von Leitgeb[1]) freilich wird

1) a. a. O., III, pag. 43.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00310-7

der Vorgang ihrer Bildung anders dargestellt und behauptet, dass sie nicht innerhalb der Oberhautzellen entstehen, sondern dass „Zellen des Randes und ebenso der Oberfläche der Dorsalseite des Laubes aus ihrem Verbande sich loslösen, abrunden und nun zweigetheilt werden“. Dieser Ansicht ist Goebel[1]) bereits früher entgegengetreten, und durch meine Untersuchungen an der schon anfangs erwähnten von Herrn Professor Goebel in Tovar gesammelten Aneura (n. sp.) finde ich dessen Beschreibung vollkommen bestätigt.

Bei diesem Pflänzchen beobachtet man auf der Oberfläche des Laubes eine ungemein reiche Brutzellenbildung, und zwar liegt an jüngeren Thallustheilen innerhalb fast jeder Oberflächenzelle ein im ausgebildeten Zustande kugelig sphäroïdales Brutkörnchen, das mit einer ziemlich derben Membran umgeben und durch eine Querwand getheilt ist. Dasselbe schlüpft nach Sprengung der Oberhaut der Mutterzelle wohl infolge der Quellung der inneren Schichten heraus, und man sieht daher die Oberflächenzellen auf Schnitten vielfach leer, mit durchbrochener Oberhaut, sonst aber intacten Wänden. An den weiter nach dem Scheitel zu gelegenen Stellen erkennt man unschwer die zu Reihen angeordneten Zellen, welche in der Brutkörnchenentwickelung begriffen sind, an ihrem plasmareichen Inhalt. Ich habe in Fig. 7 Tab. einen Theil des Thallus in Oberflächenansicht dargestellt, welcher die überaus reiche Brutkörnchenentwickelung vor Augen zu führen geeignet ist; Fig. 15 zeigt ein eben im Ausschlüpfen begriffenes Brutkörnchen. Diese haben eine mittlere Länge von 0,03 mm, ihr Inhalt besteht aus einem körnigen Protoplasma.

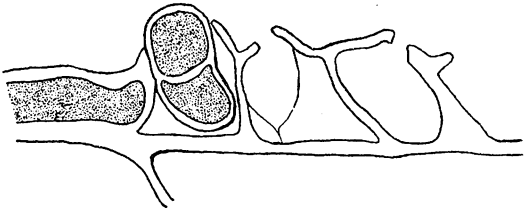


Fig. 15. (Vergr.: Zeiss, Comp. Ocul. 12; Apochr. Object. Hom. Imm.: Num. Ap. 1,30, Aequiv. Brennw. 3,0. Tubuslänge 170 mm).

Ein- oder zweizellige Brutknospen finden wir ferner häufig bei den foliosen Jungermannieen, wo sie immer aus Randzellen der Blätter und vorzüglich aus den Blattspitzen entspringen. Dieselben theilen sich durch hefeartige Sprossung oder in der Weise, dass im Innern der als Brutknospe ausgebildeten Zelle eine Querwand entsteht, und an dieser Stelle dann eine Einschnürung stattfindet, sodass aus dem einen zwei Brutkörnchen

1) Die Muscineen, in Schenk's Handb. d. Bot., Bd. II, pag. 337.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00311-3

hervorgehen. Beide Theilungsweisen können gleichzeitig nebeneinander hergehen. In vielen Fällen sieht man die Randzellen oder auch Flächenzellen zunächst zu zwei- oder mehrgliedrigen Haaren auswachsen, die dann an der Spitze die Keimkörner hervorbringen. Bau und Entwickelung dieser Brutkörnchen bei den foliosen Jungermannieen ist von Berggren[1]) in einer Arbeit: „Beobachtungen über die ungeschlechtliche Fortpflanzung der Moose und mit diesen analogen Bildungen" genau beschrieben worden, welchen Beobachtungen E. V. Eckstrand[2]) später einige neue hinzufügte. Die Bildung derselben bei Jungermannia (Scapania) undulata wurde von Reinsch[3]) eingehend studirt und behandelt. An dieser Pflanze bilden sie (nach Reinsch) an der Spitze eine Art Knospe. Die einzelnen Körnchen haben elliptische Form von durchschnittlich 5 μ Länge und $2^1/_2$ μ Breite. Aehnlich wie hier findet man sie bei Scapania nemorosa, Jungermannia bicuspidata, Calypogeia Trichomanis u. v. a. In anderen Fällen haben die Brutkörnchen eine eckige Form mit vorspringenden Ecken, deren Wand verdickt ist. So beobachtete ich sie bei einer einheimischen (nicht näher bestimmten) Jungermannia, wo sie ebenfalls an den Blattspitzen zu einer Art Knospe angehäuft standen (Tab., Fig. 8). Die einzelnen Brutkörnchen haften mit den verdickten Wänden reihenweise aneinander. Legt man Blätter, welche reife Brutknospen tragen, zunächst in Alkohol oder Glyerin und fügt dann, indem man unter dem Mikroskop beobachtet, Wasser zu, so werden die einzelnen Brutkörnchen oft ruckweise abgetrennt. Offenbar erfolgt das Abwerfen durch Quellung der zwischen je zwei Brutkörnchen befindlichen Membranen.

In der Regel tritt die Brutkörnchenbildung nur an sterilen Sprossen auf, doch beobachtete Leitgeb solche bei Scapania nemorosa auch an den Blattspitzen in männlichen Blüthenständen, und ebenso fand N. v. Esenbeck[4]) Jungermannia Sphagni zugleich mit Früchten und Keimkörnern. Das letztere war auch bei der von mir untersuchten Pflanze der Fall.

Als eine höher stehende Entwickelung von Brutknospen, als die bisher behandelten, dürfen wir diejenigen Formen ansehen, welche aus keuligen Papillen hervorgehen und sich aus diesen zu meist vielzelligen, vielfach auch schon weit differenzirten Zellgebilden entwickeln.

---

1) Lund's Årsskrift, 1865.

2) Botaniska Notiser af Nordstedt 1879, No. 2.

3) Linnaea Bd. XXIX, pag. 664 ff.

4) Naturgesch. d. Lebermoose I, pag. 205.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00312-8

Die Entwickelung bleibt aber auf einem ganz bestimmten Stadium, dem der fertigen Brutknospe, stehen, und erst nach ihrer Ablösung vom Muttersprosse vermögen sich dieselben unter günstigen Bedingungen zu einer neuen Pflanze herauszubilden. Bei den höchst entwickelten Formen dieser Art finden wir bereits eine oder zwei Scheitelzellen angelegt, welche die Stellen bezeichnen, von welchen aus die Keimung erfolgt. Ein Unterschied von Ober- und Unterseite ist bei ihnen noch nicht ausgeprägt und hängt die Bestimmung hierüber, wie durch Experiment nachgewiesen ist, lediglich vom Einfluss des Lichtes ab.

Naturgemäss finden wir auch hier Uebergangsstufen von den früher besprochenen zu diesen. So beobachtete Leitgeb[1]) bei mehreren foliosen Jungermannieen, bei welchen ebenso wie bei Metzgeria endogen und exogen abzweigende Adventivsprosse häufig sind, dass „an ältern Sprossen mit reichlicher Astbildung da und dort Zellen (oft zu vier und mehr in einer Längsreihe neben einander) zu weiten Schläuchen auswuchsen, die an ihrer Spitze eine Knospe entwickelt hatten. Bei Jungermannia bicuspidata entsprangen diese Schläuche meistens aus Zellen ventraler Segmente, seltener aus seitenständigen, während bei Lophocolea bidentata diese Sprosse mit oder ohne Schlauch aus Randzellen alter Blätter hervorgingen. (Leitgeb erinnert hier an die Aehnlichkeit dieser Sprossbildung mit der von ihm bei Fissidens[2]) beschriebenen.)

Bei den Anthoceroteen sind bislang nur sehr vereinzelt Brutknospen beobachtet worden, sie kommen indess auch hier vor. Nees v. Esenbeck[3]) betont freilich, dass Brutkörnerbildung fehle, auch scheine kein Sprossen aus den Enden und keine selbständige äussere Keimknospenentwickelung stattzufinden. Er erwähnt nur bei Anthoceros dichotomus starke, ein wenig zusammengedrückte, kahle, am Ende oft etwas verdickte und dann wieder in eine Spitze auslaufende „nackte Wurzelsprosse“, in deren Anschwellung Raddi ein weisses, fast kugelrundes Körperchen fand, das er für eine Keimknospe hält. Leitgeb[4]) fand bei einigen Dendroceros-Arten eine Vermehrung durch Brutknospen. Bei Dendroceros cichoraceus und D. javanicus sah er einzelne Zellen der einschichtigen Lamina zu einem Zellkörper umgewandelt.

---

1) a. a. O. II, pag. 38.
2) Sitz.-Ber. d. Wiener Ak. d. W. Bd. LXIX, Abth. I.
3) a. a. O. III, pag. 321.
4) a. a. O. V, pag. 39.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00313-4

Ich hatte nun Gelegenheit die Anlage von eigenartigen Brutknospen bei dem schon wiederholt erwähnten Anthoceros glandulosus zu beobachten. An dieser Pflanze entstehen seitlich am Rande und immer nicht weit vom Scheitel entfernt aus oberflächlich gelegenen Zellen des Laubrandes zuerst keulig angeschwollene Papillen, welche sich bald durch eine Querwand theilen. Die untere Zelle theilt sich später noch mehrfach quer, auch tritt bisweilen eine Längswand auf, und wächst so zu dem die Brutknospe tragenden Stiel heran, der im ausgewachsenen Zustande etwa dieselbe Länge erreicht wie die Brutknospe. Die obere abgerundete Zelle der Papille schwillt knopfförmig an und theilt sich dabei durch eine Längswand und mehrere Querwände. Die Längswand spaltet sich schon in sehr jugendlichem Zustande und es erscheint hier der schon erwähnte mit Schleim erfüllte Intercellularraum, welcher sich mehr und mehr erweitert und an der erwachsenen Brutknospe eine grosse kugelförmige Schleimhöhle darstellt. Die ihn umgebenden Zellen theilen sich noch mehrfach, auch in Längsrichtung. Zwischen der ersten und zweiten Zelle links und rechts vom Stiel treten sehr bald zwei Intercellularräume auf, welche die schon erwähnten ebenfalls mit Schleim erfüllten Wohnungen des Nostoc darstellen. Die genannten Zellen schwellen an, krümmen sich und bilden so die Schliesszellen für die nach aussen mündenden Schleimspalten. Im ausgewachsenen Zustande bilden diese Brutknospen nahezu runde Körperchen von etwa $^3/_4$ mm Durchmesser, an denen auf der einen Seite die Schliesszellen der beiden Schleimhöhlen sich wulstartig erheben. Fig. 9e Tab. stellt eine derartige Brutknospe dar, a, b, c und d sind jüngere Entwickelungsstadien derselben.

Bei Blasia wurde neben der Vermehrung durch Adventivsprosse schon von verschiedenen Forschern eine solche durch Brutknospen beobachtet und beschrieben. Leitgeb[1]) hat diese Organe einer sehr eingehenden Untersuchung unterzogen und gelangt dabei zu folgenden Resultaten.

Er unterscheidet bei Blasia zwei verschiedene Arten von Brutknospen. Die einen, welche er als Brutschuppen oder externe Brutknospen bezeichnet, finden sich an Sprossen jeglicher Art, besonders aber an solchen, die weder Geschlechtsorgane noch Brutknospenbehälter tragen, sehr zahlreich auch am Vorderrande des Sprosses der weiblichen Pflanze. Sie wurden von Schmiedel und später von Nees v. Esenbeck für die ersten Entwickelungsstadien der sogleich zu

1) a. a. O. I, pag. 59 ff.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00314-0

beschreibenden Gemmen gehalten. Sie entstehen aus keulenförmigen Papillen, die nach vorne über die Lauboberfläche geneigt sind. Die Entwickelung dieser Brutschuppen ist von Leitgeb[1]) sehr ausführlich beschrieben worden und kann ich hier auf dessen Schilderung und Zeichnungen verweisen.

Die zweite Art von Brutknospen, die Gemmen, stehen untermischt mit einer grossen Zahl keulenförmiger, Schleim absondernder Haarpapillen am Grunde der flaschenförmigen Brutknospenbehälter, welche auf der Rückenseite und am Vorderende flacher Sprosse sich finden. Auch trifft man diese Brutknospenbehälter fast ausnahmslos an der Spitze jedes Antheridien tragenden Sprosses, dagegen höchst selten mit Archegonien an demselben Individuum. An weiblichen Pflanzen mit zahlreichen Archegonien, aber ohne Fruchtanlage, wurden von Leitgeb Anfänge der Bildung von Gemmenbehältern in der Vegetationsspitze beobachtet.

Der Bau dieser Gebilde wurde schon von Schmiedel und später von Nees v. Esenbeck beschrieben. Die von Hofmeister[2]) studirte Entwickelung wurde von Leitgelb[3]) anders gefunden und von ihm sehr detaillirt geschildert. Die Gemmen entstehen ebenfalls aus keuligen Papillen, sind von polyëdrischer Form und besitzen einen Stiel, der im ausgewachsenen Zustande oft doppelt so lang ist, als die Gemme selbst.

Ganz analoge Bildungen wie die flaschenförmigen Brutknospenbehälter bei Blasia sind die bei Marchantia breit becherförmigen, bei Lunularia nach vorne offenen halbmondförmigen Gewebeauswüchse an der Oberseite des Thallus. Dieselben sind hinreichend bekannt, ebenso die aus dem Grunde derselben entspringenden Brutknospen, welche sich aus Haarpapillen entwickeln und im ausgewachsenen Zustande linsenförmige, auf einem Stiele aufsitzende Zellkörper darstellen mit zwei Einbuchtungen links und rechts am Rande, welche die Stellen bezeichnen, an denen die Brutknospen zu keimen beginnen.

Die Zeichnungen wurden mit einer Zeiss'schen Camera lucida angefertigt.

Die vorliegenden Untersuchungen wurden auf Veranlassung und unter Leitung des Herrn Professor Dr. K. Goebel im hiesigen pflanzenphysiologischen Jnstitut ausgeführt. Es ist mir eine angenehme

---

1) a. a. O. I, pag. 65.
2) Naturgesch. d. Leberm. III, pag. 395.
3) a. a. O. I, pag. 60.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00315-6

Pflicht, diesem, meinem hochverehrten Lehrer, auch an dieser Stelle für die vielfache Unterstützung und Anregung, sowie für die gütige Ueberlassung des grösstentheils von ihm selbst auf seinen Forschungsreisen gesammelten Materials meinen tiefgefühlten Dank auszusprechen.

Figuren-Erklärung.

Fig. 1 und 2. Monoclea Forsteri, Habitusbilder der männlichen Pflanze (nat. Gr.)

Fig. 3. Längsschnitt durch einen Antheridienstand von Monoclea Forsteri (8/1).

Fig. 4. Ein ziemlich weit entwickeltes Antheridium von Monoclea im Innern der Kammer, deren Wand mit Schleimhaaren besetzt ist. (115/1).

Fig. 5. Brutknospenbildung bei einer Metzgeria (n. sp) aus Quito. (115/1).

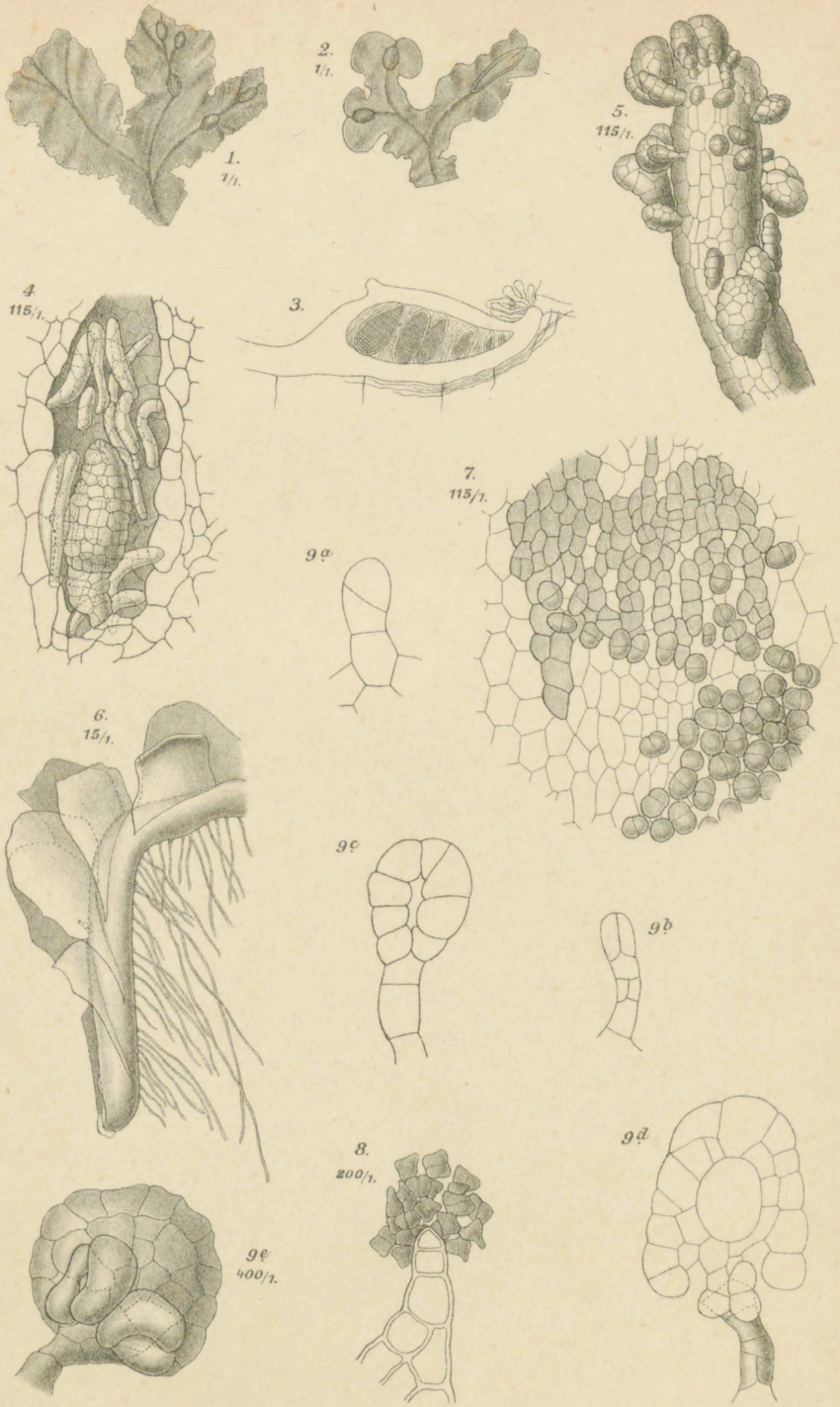
Fig. 6. Abwärts wachsender Spross einer Fossombronia (n. sp.) aus Tovar (15/1). vgl. Fig. 15 im Text.

Fig. 7. Brutknospenbildung auf der Oberfläche des Thallus einer Aneura (n. sp.) aus Tovar (115/1).

Fig. 8. Blattzipfel einer Jungermannia mit Brutknospen (200/1).

Fig. 9. Brutknospe von Anthoceros glandulosus; a bis d jüngere Entwickelungsstadien (400/1).

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00316-2



Georg Ruge del.

W.A. Meyn lith. Berlin.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05163-00500-2

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1893

Band/Volume: 77

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

Artikel/Article: Beiträge zur Kenntniss der Vegetationsorgane der Lebermoose 279-312