

Die Blüten der Laubmoose.

Ein Beitrag zur Kenntnis ihrer äußeren und inneren Gestaltung.

Von P. Janzen.

(Mit 31 Abbildungen im Text.)

Quellenschriften.

- I. Joannis Hedwigii, Fundamentum historiae naturalis Muscorum frondosorum. Lipsiae. 1782.
- II. Karl Müller, Deutschlands Moose. Halle. 1853.
- III. Julius Sachs, Geschichte der Botanik. München. 1875.
- IV. W. Ph. Schimper, Synopsis Muscorum europaeorum. Stuttgart. 1876.
- V. K. G. Limpricht, Die Laubmoose Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. Leipzig. 1885—1904.
- VI. Carl Müller (Berlin), in Engler u. Prantl, Die natürlichen Pflanzenfamilien. Leipzig. 1909.
- VII. W. Ruhland, in Engler u. Prantl, Die natürlichen Pflanzenfamilien. Leipzig. 1909.
- VIII. A. Grimme, Über die Blütezeit deutscher Laubmoose. Hedwigia, Band XLII. 1903.
- IX. P. Janzen. Funaria hygrometrica. Naturforsch. Ges. Danzig. XII. Band. 3. Heft. 1909.
- X. —, Die Haube der Laubmoose. Hedwigia Band LVIII. 1916.
- XI. K. Goebel, Organographie der Pflanzen. Jena. I. Aufl. 1898. II. Aufl. 1915.

Unter den großen Verdiensten, welche sich Linné um die Förderung der Pflanzenkunde erwarb, werden ihm gewöhnlich zwei: die vorbildliche Form der Beschreibung und die im Zusammenhang mit seinem Sexualsystem eingeführte Bezeichnung jeder Pflanze durch einen Doppelnamen als etwas Neues zugeschrieben und besonders hoch angerechnet. Mit Unrecht; denn schon 100 Jahre vor ihm hatte Caspar Bauhin kurze, bestimmte Unterscheidungsmerkmale für Gattungen und Arten, sowie eigene Namen für beide aufgestellt und diese zweiteilige Benennung in seinem Pinax von 1623 durchgeführt; er ist mithin ihr eigentlicher Be-

gründer. Linné baute sein Fundamentum auf einem bereits vorhandenen und was seine „binäre Nomenclatur“ für die Wissenschaft bedeutet, lehrt ein Beispiel für viele aus dem Gebiet, welchem vorliegende Arbeit gewidmet ist: unser allbekanntes *Camptothecium nitens* stand in Dillens Gießener Catalog von 1718 unter der ebenso unbestimmten, wie weitschweifigen Bezeichnung „Hypnum palustre erectum trichodes, ramulis crebris, luteo et rufo-virentibus glabris“.

Ein überaus glücklicher Gedanke des schwedischen Forschers war die Zusammenfassung aller Gewächse, deren Blüten nicht mit bloßem Auge sichtbar sind, im Gegensatz zu den Phanerogamen. Der Begriff „Kryptogamen“ war so klar, seine Anwendung so zweckmäßig, daß er sich bis auf den heutigen Tag erhalten hat, obwohl auch bei den Sporenpflanzen Ausnahmen ebensowenig fehlen, wie in den übrigen 23 Klassen des Linnéschen Systems. Bei den Laubmoosen zumal gibt es so ansehnliche Blüten, daß sie dem Blick aufmerksamer Beobachter nicht gut entgehen können; hier waren auch die Bemühungen am ehesten von Erfolg gekrönt, aus den Forschungen des großen Schweden und seiner Vorgänger für die verborgenblütigen Nutzen zu ziehen, auch bei diesen eine Fortpflanzung auf geschlechtlichem Wege nachzuweisen.

Waren schon Dillen¹⁾ und Micheli in diesem Sinne tätig gewesen, ohne zu einem sicheren Ergebnis zu gelangen, so blieb auch Schmiedel²⁾ mangels ausreichender Vergrößerungsgläser noch auf Vermutungen angewiesen; glaubte er doch, im Innern der *Buxbaumia*-Kapsel deren Blütenorgane zu erkennen. Und als er bei *Tetraphis* wirklich die ersten Archegonien entdeckte, vermochte er sie nicht richtig zu deuten. Erst Hedwig war berufen, Licht über diese Verhältnisse zu verbreiten; mit ihm, dem „Linné der Mooskunde“ beginnt für sie eine neue Zeit und die Forderung, in Prioritätsfragen nicht über ihn hinaus zurückzugehen, ist durchaus berechtigt.

Johannes Hedwig war 1730 zu Kronstadt in Siebenbürgen geboren; er wirkte anfangs als Arzt, seit 1786 als Professor der Medizin in Leipzig, von 1789 ab als Ordinarius der Botanik und starb 1799.

In einer noch zu schreibenden Geschichte der Bryologie wird der Name dieses Bahnbrechers jederzeit an erster Stelle stehen;

¹⁾ Joh. Jac. Dillenius, geb. 1687 in Darmstadt, war Professor der Botanik in Oxford. Gest. 1747.

²⁾ Casimir Christoph Schmiedel, geb. 1718, gest. 1792, Professor in Erlangen, beschrieb zuerst die Sexualorgane von Lebermoosen.

nennt ihn doch Julius Sachs (III) den „Begründer der wissenschaftlichen Mooskunde“ und rühmt ihm besonders nach, entgegen der Gepflogenheit jener Zeit seine Werke mit eigenhändigen Zeichnungen, die besser seien, als alle früheren, ausgestattet und dadurch „das geschulte Auge zu einem wachsamem Ratgeber des forschenden Verstandes“ gemacht zu haben.

Ausgerüstet mit dem durch Leeuwenhoek in hohem Maße vervollkommneten Mikroskop, das er als Erster in den Dienst der bryologischen Forschung stellte, ging Hedwig mit der sprichwörtlichen Gründlichkeit des deutschen Gelehrten an die Untersuchung der einzelnen Teile der Moospflanze, er gestaltete sein Fundamentum (I) zu einer festen Grundlage und zu einem zuverlässigen Wegweiser für alle späteren Arbeiten auf dem so schwierigen Gebiet; daß er auf diesem die gleichen Verhältnisse voraussetzte, wie bei den Phanerogamen, von Staubgefäßen und Stempeln in den Blüten der Laubmoose spricht, beweist doch nur, daß er sich noch im Banne der Linné'schen Auffassung befand. Wir werden bei Besprechung der einzelnen Blütenteile immer wieder an die Errungenschaften dieses Größten unter den Moosvätern anknüpfen, um sie nach Gebühr zu würdigen.

Hatte Hedwig über die Geschlechtsverhältnisse der Laubmoose Klarheit gebracht, Nees von Esenbeck später (1822) die Spermatozoiden der Sphagna entdeckt, Unger sie auch bei den Laubmoosen gesehen und als männliche Werkzeuge erkannt (1837), so lüftete endlich Wilhelm Hofmeister um die Mitte des vorigen Jahrhunderts vollends den Schleier, der immer noch die Vorgänge unmittelbar vor und nach der Befruchtung verhüllt hatte. Er verfolgte die Entstehung des Keimlings aus der befruchteten Eizelle und seine weitere Entwicklung; nachdem es ihm geglückt war, durch unmittelbare Beobachtung das Eindringen der Samenfäden in diese bei den Farnkräutern festzustellen, konnte er dasselbe später auch bei den Muscineen bestätigen und in seinen berühmten „Vergleichenden Untersuchungen“ von 1849 und 1851 veröffentlichten, über deren Bedeutung Sachs (III. S. 214—218 und S. 475—477) ausführlich berichtet.

Von späteren Forschern berücksichtigte J. W. P. Hübener in seiner Muscologia Germanica von 1833 die Größe und Stellung der Blütenknospen, wie die abweichenden Formen der Hüllblätter für die Systematik. Karl Müller Hal. beschreibt in der Einleitung zu seinem bekannten Werk „Deutschlands Moose“ von 1853 (II) die Bestandteile der Blüte ganz allgemein, erwähnt die Verschiedenheit zwischen Perichätial- und Stengelblättern nur an

einer Stelle in Bestimmungsschlüssel (bei *Diphyscium*), beschränkt sich im beschreibenden Teil aber auf Angaben über die Verteilung der Geschlechter; in wenigen Fällen macht er auf Eigentümlichkeiten der männlichen Blüte oder der Antheridien aufmerksam.

Betrachteten diese älteren Systematiker das Perichätium immer noch nach Hedwigs Vorgang als ein *involucrum florum commune*, bezeichnete der Letztgenannte demnach die Perichätialblätter als die „Kelchblätter der weiblichen Blume“, so brach W. Ph. Schimper mit dieser Anschauung; er sah in dem nach der Befruchtung aus der weiblichen Blüte hervorgehenden Gebilde einen Bestandteil des Sporogons und bezeichnete das Perichätium als *fructus involucrum*, Fruchthülle (IV).

Auf also vorbereitetem Grunde, geleitet von P. G. Lorentz' „Grundlinien“, baute im Laufe der letzten Jahrzehnte K. G. Limpricht sein an Ausführlichkeit kaum noch zu überbietendes Lebenswerk auf (V). Er bringt einleitend alles für den angehenden Moosforscher Wissenswerte, auch über die Blütenverhältnisse, dies freilich in sehr gedrängter Kürze, gedenkt z. B. der Perichätialblätter nur zweimal in je zwei unbedeutenden Zeilen, begnügt sich auch in den Einzelbeschreibungen, abgesehen von wenigen Ausnahmen — beim Perigon von *Philonotis fontana*, dem Perichätium von *Hypnum pallescens* z. B. wird auf den Rippenbau hingewiesen —, mit Äußerlichkeiten, so daß man es als einen entschiedenen Mangel empfindet, solch' wichtige Organe weniger sorgfältig behandelt zu sehen, wie die Stammbblätter und übrigen Teile der Moospflanze; er hat den Wert ihres inneren Baues für die Systematik ebenso unterschätzt, wie den der Haube (X), und eine Lücke gelassen, die auszufüllen in der vorliegenden Abhandlung versucht werden soll.

Während Limpricht die bisherige, durch Anlage der weiblichen Blüten an Haupt- oder Nebensprossen bedingte Einteilung in Gipfelfrüchtler und Seitenfrüchtler beibehielt, wird sie in neuerer Zeit unter anderen von C. Warnstorff aufgegeben. Er gründet in seinem Werk über die Laubmoose der Mark Brandenburg von 1906 den systematischen Aufbau nur auf die Bildung des Peristoms, schenkt dagegen den Blüten und Blütenständen größere Beachtung, wie seine Vorgänger, bespricht Proterandrie und Proterogynie, gibt Form und Größe der Perichätialblätter, hier und da selbst die Zahl der Antheridien näher an, erwähnt aber die Zellenform auch nur in besonderen Fällen, wie bei *Hedwigia* und *Diphyscium*. Durch ungewimperte Perigynialblätter unterscheidet sich sein *Thuidium dubiosum* von *Th. delicatulum*.

Bei einer größeren Zahl von Laubmoosen werden entwicklungs-fähige Blüten nur unter besonders günstigen Standortverhältnissen gebildet, so bei *Leucobryum*, *Hookeria*, *Amphidium Mougeotii*; dazu kommt die Winzigkeit und der meist versteckte Sitz dieser Organe, um ihr Auffinden zu einem von Anfängern schwer zu überwindenden Übelstand zu machen. „Ein großes Stück Arbeit“ nennt es *Limpricht*, während schon *Bridel* mit dem leidigen Trost darüber hinwegzuhelfen suchte: „Ne mirum illa organa observatorum vel sagacissimorum acumen tandin effugisse.“ Einen nicht zu unterschätzenden Anhalt bietet *Grimmes* Liste der Blütezeiten (VIII); nur darf man nicht erwarten, mit diesem Verzeichnis in der Hand jederzeit erfolgreich zu suchen. Mit großer Wahrscheinlichkeit wird der Sammler Blütenpflanzen einheimen, wenn er Rasen mit reifen Kapseln wählt, deren Entwicklungsdauer etwa ein Jahr beträgt.

Dies ist, wie schon *Hedwig* erkannte und *Grimme* bestätigt, bei zahlreichen Laubmoosen der Fall; unter den 207 von diesem untersuchten Arten brauchen 104, also genau die Hälfte, 11 bis 12 Monate zur völligen Ausbildung des Sporogons, während 50 dazu nur 4 bis 10, 53 aber 12 bis 23 Monate benötigen, bei denen es mithin nur einem glücklichen Zufall zu verdanken sein wird, wenn man zur Zeit, wo ihre Kapsel den Deckel wirft, noch Blüten in gutem Zustande antrifft.

Wenn neuerdings maßgebende Forscher die „Blüten“ der Bryophyten als Überbleibsel aus *Hedwigs* Zeit ausmerzen und in ihren Werken durch „Gametangienstände“ ersetzen (XI), so dürfte die Bevorzugung der altgewohnten Bezeichnung vor dem schwerfälligen Fremdwort aus sprachlichen Gründen die Billigung des Lesers vorliegender Arbeit finden. Der Laubmoosblüte in der Systematik größere Beachtung zu verschaffen, war der leitende Gedanke bei allen zu diesem Zweck ausgeführten Untersuchungen. Als Ergänzung der *Limprichtschen* Flora folgen die Beschreibungen deren Anordnung; ihnen sind, zum besseren Verständnis anatomischer Verhältnisse, Abbildungen in möglichst großer Zahl beigelegt, während entwicklungsgeschichtliche Erörterungen nur dort gestreift werden, wo sie wesentlich zur Erklärung des inneren Aufbaues dienen können. Einige dieser Figuren wurden ursprünglich für die *Iconographia bryologica* gezeichnet und sind dieser mit Zustimmung des Herausgebers entnommen.

1. Was versteht man unter einer Moosblüte?

Kurz und bündig antwortet *Hedwig* auf diese Frage: „In *Muscis cujusvis formae pars, qua stamen vel stigma continetur,*

eorum flos est“, um dann ausführlich auf nicht weniger als 46 Quartseiten die Kapitel De staminibus, de pistillis, de filis succulentis, de involucris florum communibus seu de Perichaetio Muscorum frondosorum folgen zu lassen. Die von Schimper und anderen aufgestellte, von Limpricht übernommene Formel lautet: „Komplexe von Geschlechtsorganen samt den diese unmittelbar umgebenden, mehr oder minder metamorphosierten Blattbildungen, heißen eine Blüte“; sie unterscheidet sich eigentlich nur darin, daß in ihrem Wortlaut auf die Mannigfaltigkeit der Gestaltung und auf die Entwicklungsmöglichkeiten der Hülle hingedeutet wird; dem Sinne nach stimmt sie mit der älteren Erklärung so überein, daß man annehmen könnte, die Ansichten über die Moosblüte seien nunmehr geklärt und Meinungsverschiedenheiten ausgeschlossen, soweit sie die Bewertung der einzelnen Teile betreffen. Das ist indessen nicht der Fall. Entwicklungsgeschichtliche Erwägungen, räumlich und zeitlich in die Erscheinung tretende Ungleichmäßigkeiten, die Verteilung der Geschlechter und ihr Verhältnis zur Achse lassen hier persönlicher Auffassung einen gewissen Spielraum. Während manche Forscher mit Lindberg schon in dem nackten Antheridium oder Archegonium eine Einzelblüte sehen, betrachten andere das, was wir gewöhnlich so nennen, als Blütenstand. Warnstorff will diese Bezeichnung schon auf die endständige männliche Blütenknospe angewendet wissen und Ruhland stellt sogar das Vorkommen echter Zwitterblüten in Frage (VI). Daß die männlichen Scheibenblüten von *Philonotis* z. B., morphologisch von den knospenförmigen verschieden sind, lehrt der Augenschein; daß die Rosettenblüten der *Polytrichaceen* mit ihren Durchwachsungen sich aus Gruppen von Antheridien und Saftfäden, die in den Achseln abweichend geformter Hüllblätter stehen, zusammensetzen und als ein aus Systemen von Seitensprossen gebildeter Blütenstand gelten müssen, ist seit langer Zeit bekannt; sind sie doch das Vollkommenste ihrer Art im Reiche der Moose, ein Seitenstück zu den Blütenkörbchen der Kompositen.

Über die verschiedenen Blütenstände und ihre mannigfachen Zusammenstellungen bringt Limpricht in dem Abschnitt über „Die Infloreszenz“ alles Wissenswerte; sie sollen weiterhin an einzelnen Beispielen erläutert werden. Es bliebe noch die Frage zu erörtern, ob das Hineinziehen des Perichätiums in den Kreis unserer Betrachtungen berechtigt ist. Ohne späteren Ausführungen hierüber vorgreifen zu wollen — siehe unter *Hookeria* —, muß doch auf den außerordentlichen Wert dieses Organs für die Systematik, sowohl was äußere Gestaltung als inneren Bau betrifft, hingewiesen werden,

so daß wir ihm als einer Entwicklungsform der befruchteten Blüte, schon aus Zweckmäßigkeitgründen, eingehende Berücksichtigung schuldig sind, zumal es auch gegenwärtig noch Bryologen gibt, die im Gegensatz zu Schimper unter *Perichätium* die Hülle der weiblichen und Zwitterblüten, auch vor der Befruchtung, verstehen (VII).

2. Die Verteilung der Geschlechter.

War die Mooskunde noch zur Zeit *Hedwigs* ein so gut wie unbekanntes, selbst Universitätsprofessoren völlig fremdes Gebiet — durfte sich doch der jugendliche, nachmals als Arzt berühmte *Ernst Ludwig Heim* nach kurzer Beschäftigung mit *Dillens* hinterlassener Moossammlung (Oxford 1774) rühmen, „jedem Kenner überlegen zu sein“¹⁾ —, so begann, wie vorhin ausgeführt, für diesen Zweig der Botanik mit *Hedwigs* Forschungen ein Aufschwung, dessen Folgen sich in seiner ganzen weiteren Entwicklung bis auf die Gegenwart bemerkbar machen. Sein scharfer Blick, unterstützt durch optische Geräte von bisher unerreichter Vollkommenheit — es standen ihm Linsen von 6-, 10-, 20-, 30-, 62-, 170- bis 290 facher Linearvergrößerung zu Gebote —, ließen ihn die Schwierigkeiten überwinden, welche sich dazumal der Kryptogamenforschung entgegenstellten; galt es doch, außer diesen auch Vorurteile zu bekämpfen, die einer richtigen Deutung der Geschlechtsverhältnisse hinderlich waren, woran noch heute die *Linné* schen Namen zweier Farne: *Polypodium Filix mas* und *P. Filix femina* erinnern.

Es würde zu weit führen, auf alle Einzelheiten näher einzugehen, welche *Cap. VI* des *Fundamentum* über die Blütenverhältnisse der Laubmoose enthält. Die Anordnung der ♂ und ♀ Organe am Stengel, ihre äußere Ähnlichkeit, bei den *Hypnids* z. B., oder die Verschiedenheit als Köpfchen-, Scheiben- oder Rosettenblüten, die Blütezeit, Befruchtung und die ihr folgende Entwicklung des *Perichätiums* — dies alles wird darin in so anschaulicher Form geschildert, daß wir wenigstens aus dem Abschnitt über die Verteilung der Geschlechter das wesentliche hier wiedergeben möchten.

Nach *Hedwig* sind die meisten Moose „diphytisch oder diöcisch“, wenige „monophytisch“, die wenigsten hermaphroditisch. Als zweihäusig bezeichnet er, mit einigen Ausnahmen, sämtliche *Hypna* Dill. et Linn., *Fontinalis*, *Polytricha* L., *Mnia* L., mehrere

¹⁾ Nach: *Georg Wilhelm Kehler* „Der alte Heim“. Leipzig. F. A. Brockhaus. 1879.

Brya, *Buxbaumia*, *Splachna*, beide *Sphagna*¹⁾; als einhäusig *Phasca*, einige *Brya*; echte Zwitterblüten sind ihm nur bei *Bryum pomiformum*²⁾, *trichodes*³⁾ und *Halleri*⁴⁾ bekannt, polygame Blüten bei *Mnium palustre* L. = *Aulacomnium palustre* Schwägr. und *Mnium annotinum* L. = *Webera annotina* Bruch.

Dank der emsigen Tätigkeit späterer Bryologen sind wir über die Blütenverhältnisse der zur Zeit bekannten Moose so genau unterrichtet, daß wir auch Angaben der älteren Systematiker auf ihre Richtigkeit nachzuprüfen vermögen, soweit dies bei der Unzulänglichkeit ihrer hinterlassenen Sammlungen und der verwickelten Nomenklatur möglich ist. Danach dürfte z. B. die Bezeichnung der soeben erwähnten beiden *Mnium*-Arten als polygam auf einen Beobachtungsfehler zurückzuführen sein. Von solch einzelnen Fällen abgesehen, können aber die sonstigen Ergebnisse Hedwig'scher Forschung es an Zuverlässigkeit mit denen der Folgezeit gut aufnehmen; ja, sie finden sogar eine überraschende Bestätigung in dem zahlenmäßigen Nachweis über die Verteilung der Geschlechter, sobald man Limpricht's großes, nahezu 1000 Moosarten umfassendes Werk zugrunde legt. Es sind darin bezeichnet als

| | | |
|-------------------|-------------------------|---------------|
| zweihäusig . . . | 532 Arten, also rund 54 | v. H., |
| einhäusig . . . | 377 | „ „ „ 38 „ „ |
| zwitterblütig . . | 54 | „ „ „ 5,5 „ „ |
| polygamisch . . | 25 | „ „ „ 2,5 „ „ |

Die innerhalb dieser vier Arten von Blütenständen vorkommenden Abweichungen und Schwankungen sollen hier nicht weiter berücksichtigt werden; es sind dafür umständliche Bezeichnungen notwendig, wie beispielsweise für *Funaria hygrometrica*: „Proterandrisch; autöcisch, seltener heteröcisch (und zwar synöcisch — paröcisch) (IX). Übrigens sind auch sonst Ausnahmen nicht selten; bei *Bryum pendulum* kommen z. B. neben Zwitterblüten rein ♂ vor, ferner solche, in denen sich unter zahlreichen — bis 40 — Antheridien nur ein Archegon befindet, und andere mit vielen Archegonien und einem oder zwei Antheridien.

¹⁾ Es heißt dort „*Sphagnum utrumque*“. Im II. Bande stehen aber 3 *Sphagna* verzeichnet und zwar: *Sph. palustre* Dill. = *Sph. cymbifolium* Ehrh., *Sph. alpinum* Dill. = *Hypnum alpinum* Necker (?), *Sph. arboreum* Dill. = *Hypnum polycephalum* Necker = *Cryphaea heteromalla* Mohr. Davon ist nur die erste Art zweihäusig, die dritte einhäusig; die zweite fehlt in Limpricht's Synonymenverzeichnis.

²⁾ *Bryum pomiforme* L. = *Bartramia pomiformis* Hedw. ist einhäusig (paröcisch); vielleicht liegt eine Verwechslung mit dem zwitterblütigen *Leptobryum piriforme* Sch. vor.

³⁾ = *Meesea trichodes* Spruce.

⁴⁾ = *Diphyscium sessile* Lindb.

Daß von der Verteilung der Geschlechter das Maß der Fruchtbildung abhängt, war schon Hedwig bekannt; als Ergänzung zu obigen Zahlenangaben ließe sich leicht der Beweis führen, daß bei zwittrblütigen Moosen Unfruchtbarkeit selten ist, häufiger bei einhäusigen; sie herrscht vor bei zweihäusigen und unter ihnen sind auch diejenigen Formen zu suchen, deren Sporogone man noch nicht kennt, sowie ganze Gattungen, deren Arten sich durch Neigung zur Sterilität auszeichnen, wie *Campylopus*, *Leucobryum*, *Ditrichum*, *Didymodon* und das Heer der *Harpidien*.

Wenn aber die Entwicklung des Sporogons bei zweihäusigen Moosen öfter unterbleibt, als bei einhäusigen oder zwittrblütigen, ohne daß dadurch, wie die Erfahrung lehrt, der Fortbestand der Art gefährdet wird, dieser in solchem Falle vielmehr durch kräftigere Ausbildung des vegetativen Mooskörpers gesichert und dadurch ein nur vorteilhafter Ausgleich geschaffen wird, so sind wir zu dem Schlusse berechtigt, daß für die Erhaltung der Spezies beide Generationen gleichwertig sind, daß also nicht dem Sporophyten oder dem Gametophyten eine größere Bedeutung zukommt; und wenn ferner, wie einzelne Forscher meinen, das sporenbildende Organ nur der Auffrischung der Art dient, so ist die Zweihäusigkeit das Natürlichere; sie wird deshalb bei der Auslese auch bevorzugt.

Eine weitere Frage, die allerdings nur durch beweisende Versuche beantwortet werden kann, wird durch jenes Zahlenverhältnis angeregt: ob nicht das auffallende Überwiegen der diöcischen Moose in dem gleichen Gesetze begründet sein könnte, das für die Blütenpflanzen hinsichtlich der Kreuzung gilt, daß „eine durch Fremdbestäubung vermittelte Kreuzung zweier Blüten die größte Anzahl keimfähiger Samen liefert, während Selbstbestäubung weniger oder keine keimfähigen Samen hervorbringt“.¹⁾

Keimversuche, die ich vor Jahren mit den Sporen von Laubmoosen anstellte²⁾, lieferten freilich, gerade bei zweihäusigen Arten, wie *Leucobryum*, *Diphyscium*, *Schistostega*, ein wenig günstiges Ergebnis — womit indessen für das Befruchtungsvermögen ihrer Geschlechtswerkzeuge nichts bewiesen ist.

3. Die Blütenteile und ihre Aufgaben.

Was für die Blüten der Phanerogamen Staubgefäße und Fruchtknoten als wesentliche, Kelche und Blumenkronen als untergeordnete,

¹⁾ Nach Behrens' Method. Lehrbuch der Allgem. Botanik. Braunschweig. 1880.

²⁾ P. Janzen, Die Jugendformen der Laubmoose und ihre Kultur. Danzig. 1912.

doch nicht überflüssige Teile bedeuten, das sind Antheridien und Archegonien als innere, unentbehrliche, die sie umschließenden Hüllen als nebensächliche Organe für die Blüten der Laubmoose. Dies im Auge behaltend, werden wir in der Verteilung der Geschlechter, in der äußeren Gestaltung wie im inneren Aufbau der Hülle, in den die Übertragung der Samenfäden vermittelnden Vorrichtungen Lebensäußerungen erkennen, welche, den einfacheren Verhältnissen, den anders gearteten Entwicklungsbedingungen und morphologischen Zuständen bei den Bryophyten entsprechend, innerhalb engerer Grenzen Anlaß zu Vergleichen bieten mit den überaus mannigfaltigen Anpassungen und sinnreichen Maßnahmen zur Erhaltung der Art, die bei den offenblütigen Gewächsen mit der Form der Blütenteile, mit dem Verstäuben der Antheren und der Übertragung des Blütenstaubes auf die Narbe verknüpft sind. Wir betrachten zunächst die äußeren Teile der Moosblüte:

A. Die Hülle.

W. P. h. S c h i m p e r hat für die, je nach der Anordnung der Geschlechter verschiedenen Hüllen besondere Bezeichnungen eingeführt; er nennt die der männlichen Blüte Perigonium, die der weiblichen Perigynium, die der Zwitterblüte Perigamium; unter Perichätium versteht er, wie bereits erwähnt, die Blattkreise, welche sich nach vollzogener Befruchtung gleichzeitig mit dem Sporogon ausbilden, also eigentlich der Moosfrucht angehören. Da eine solche indessen nicht unter allen Umständen zur Entwicklung gelangt, die Perichätien aber auch beim Veröden der Archegonien von großem Wert für die Systematik bleiben, so werden sie gewöhnlich im Anschluß an die Beschreibung der Blütenhülle behandelt und dieser Gewohnheit wollen wir auch im folgenden treu bleiben.

Wie unsere einheimischen Bäume und Sträucher im Herbst die jungen Blütenanlagen im Grunde derber, schuppenblättriger Knospen bergen, wo sie gegen Frost gesichert, der Frühlingssonne harren, so wählt auch die überwiegende Zahl der Laubmoose die bewährte Form der geschlossenen Knospe für die Hülle ihrer zarten, inneren Fortpflanzungswerkzeuge; in einer solchen finden sie den denkbar größten Schutz vor den Unbilden der Witterung, so daß viele Arten, aus den Familien der *Sphagnaceen*, *Grimmiaceen* und *Orthotrichaceen* z. B., ohne Nachteil ihre Blütezeit in die Wintermonate verlegen (VIII).

Als eine nur spärlich mit Hüllblättern ausgestattete Knospe begegnet uns die männliche Blüte zuerst bei den im System L i m -

prichts am tiefsten stehenden, durch die Zwerghaftigkeit ihrer einfachen Pflänzchen ausgezeichneten Kleistokarpen. Bei *Microbryum* fehlt ein eigentliches Perigon noch ganz; bei den nahe verwandten *Phascaceen*, bei *Archidium* (s. Abb. 7 a), *Bruchia* stehen die Antheridien nackt, nur von 1 bis 2 Blättchen gedeckt, meist ohne Saftfäden in den Achseln der Schopfbblätter. Die gleiche Zahl erhält sich selbst noch bei den *Fissidentaceen*, so bei *F. incurvus* und *F. Arnoldi*, während sie bei *F. bryoides* und andern Arten auf 3 bis 5 steigt, bei *F. gymnandrus* aber wieder nackte Antheridien die Regel bilden. Weiterhin sind dürftig bedacht die ♂ Blütenknospen von *Desmatodon*, *Barbula* u. a. Gattungen; sie bleiben hier 1 bis 2 bis 4blättrig. Je weiter wir aber in der systematischen Reihe vorschreiten, um so reicher entfaltet sich die Hülle, so bei vielen Pleurokarpen zu dicht dachziegelig gefügten Gebilden, wie sie besonders schön *Climacium* und *Amblystegium* (s. Figg. 30a, 31a) aufweisen. Zur üppigsten Ausgestaltung erhebt sich das Perigon in der Familie der *Polytrichaceen*; zwischen ihrer Scheibe und der Knospe, bald dieser, bald jener genähert, fehlt es nicht an Zwischenformen. Schimper unterscheidet folgende fünf Arten der endständigen ♂ Blüte (die achselständige ist stets knospenförmig):

Knospenförmige, kopfförmige, köpfchenförmige, scheibenförmige, blütenförmige.

- a) *Perigonium gemmaceum*. Diese, wie bemerkt, häufigste Form ist den meisten Familien der Akrokarpen sowie sämtlichen seitenfrüchtigen Moosen eigen, bei manchen derselben oft in dichter Folge am Stengel aneinander gereiht (s. S. 269, 278). Die Hüllblätter dieser gedrungenen Knöspchen nehmen von außen nach innen an Größe zu, decken einander dachziegelig und schließen sich mit dem bisweilen in ein zurückgebogenes Spitzchen verjüngten oberen Ende über den in mäßiger Anzahl vorhandenen Antheridien zusammen. Treten die inneren Organe in größerer Menge auf, so entsteht das
- b) *Perigonium capitatum*, das kopfförmige, fast kugelige, an der Spitze nicht ganz geschlossene Perigon. Ein Beispiel dafür ist in der ganzen Synopsis nicht angegeben — auch Limpricht beschreibt unter seinen zahlreichen diöcischen *Eubryum*-Arten verschiedene „fast köpfchenförmige“ Blüten, aber nicht eine kopfförmige —, wohl aber für das
- c) *Perigonium capituliforme*, das köpfchenförmige (Karl Müller verdeutscht knopfförmig!), auf kürzerem oder längerem Stiel erhobene, dessen äußere Hüllblätter sich von

der Mitte aus zurückkrümmen, so daß die Antheridien sichtbar werden, den Übergang zur folgenden Form bildend, nämlich das von *Splachnum* (s. Fig. 15 a, b) und das „fast kopfförmige“ von *Voitia nivalis*.

- d) *Perigonium discoideum*, ein scheibenförmiges Perigon, wird für die ♂ Blüte von *Bryaceen*, *Meeseaceen*, *Mnium*, *Philonotis* angegeben.
- e) *Perigonium anthoideum*, blütenförmiges Perigon endlich nennt Schimper den Blütenstand der *Polytrichaceen*.

Scheibenförmige und anthoideische Blüten sind bisher nur bei den zweihäusigen Arten beobachtet worden, die zugleich zu den stattlichsten Wuchsformen der einheimischen Mooswelt gehören. Als Zwischenformen sind zu erwähnen die scheiben-knospenförmige von *Angstroemia*, die offen-knospenförmige von *Barbula Brébissoni*, die rosetten-scheibenförmige von *Cinclidium* und *Breutelia*, schließlich die Blütenkätzchen der Torfmoose, die einer Verlängerung der Spindel ihre Entstehung verdanken, während es sich bei den Scheibenblüten um eine flächenartige Verbreiterung des Sproßsheitels handelt. Streckungen der Achse finden aber auch bei paröcischen Blütenständen statt, bei *Webera* z. B. Offene, arm- und lockerblättrige Knöspchen bilden die Zwergmännchen der *Fissidentaceen*. Das seltsamste Perigon ist der *Buxbaumia* eigen: ein fast kugeliges, muschelförmiges Hüllblatt mit klaffendem Längsspalt, durch dessen Wand das einzige, große Antheridium durchschimmert (Fig. 25 a—c). Im Stengelfilz nistende Zwergmännchen sind bei *Dicranum*, *Leucobryum* und *Camptothecium* bekannt (Fig. 9 a).

Dem Wechsel der äußeren Gestalt der Hülle, in der ♂ Blüte mannigfaltiger und reicher, als in der ♀, entspricht die Flächenbildung der einzelnen Blätter. Das schlanke, geschlossene, knospenförmige Perigon setzt sich aus schmäleren, flach gewölbten Blättern zusammen, das dickere aus kahnförmig hohlen; mit der Zahl der Antheridien und Saftfäden wächst die Wölbung, öffnet sich die Spitze und läßt den Inhalt mehr und mehr zutage treten. Einen flachen Trichter bilden die sanft auswärts gebogenen, der ganzen Länge nach rinnig hohlen Perigonblätter der *Funaria*, ein dickes, kugeliges Köpfchen mit zurückgekrümmten Spitzen die tief ausgehöhlten von *Splachnum* (Abb. 15 a), ein lockerer beblättertes mit geschlängelten Pfriemen das der Zwitterblüte von *Leptobryum* (Abb. 17 a). Tellerförmig breitet sich die auffallende Blüte von *Philonotis* aus; wo der scheidige, nach Art der Flügelzellen auf-

geblasene Grund in die gestreifte Spreite übergeht, durchquert ein scharfer Knick die ganze Breite der Hüllblätter (Fig. 22 e, f). Weniger deutlich ist der scheidige Blattgrund in den Perigonblättern von *Polytrichum* abgegrenzt; sie entfernen sich dem Zuschnitt nach erheblich von den Stengelblättern, von denen nur noch der Scheidentheil übrig geblieben ist, die Spreite aber verkümmert und als solche durch niedrige Lamellen sich kennzeichnet.

Ähnlich verhält es sich mit dem äußeren und inneren Bau der Rippe. Sie fehlt in knospenförmigen Perigonen entweder ganz oder sie ist nur zart angedeutet, meist dünner und undeutlicher begrenzt, wie in den Stamtblättern, was ihrem einfacheren inneren Gefüge entspricht. Auch in köpfchen- und scheibenförmigen Blüten sind bisweilen nur quantitative Unterschiede bemerkbar, bei *Splachnum* z. B., während die Rippe der Perigonblätter von *Funaria* ganz mit der der Stengelblätter übereinstimmt. Die oben erwähnten Streifen bei *Philonotis* bieten ein schönes Beispiel dafür, wie durch Einschließen doppelschichtiger Zellreihen die Brücke von einer kräftigen, scharf begrenzten Rippe zu einer flachen, stark verbreiterten geschlagen wird (Fig. 22 p—u). Die vielen Perichätien eigentümlichen Längsfalten habe ich bei Perigonen in keinem Falle wahrgenommen.

Über den Formenwechsel im Zellnetz soll weiterhin von Fall zu Fall berichtet werden; hier sei noch erwähnt, daß das Blattgrün in den Hüllblättern meist spärlich vorhanden ist; dafür treten zarte Farben in goldgelb, bräunlich, orange, violett auf und überhauchen diese Gebilde mit prächtigen Abtönungen. Braun herrscht bei *Buxbaumia* vor; mit hyalinen Säumen geziert fallen ihre ♀ Pflänzchen neben den heller gefärbten Muschelperigonen besonders ins Auge (Figg. 25 a, d); die *Polytrichaceen* wiederum übertreffen alle übrigen Moose durch das schmucke Gewand der ♂ Blüten: zu reizenden Rosengärtchen kleinsten Maßstabes geschart erfreuen ihre in leuchtenden Purpur getauchten Rosetten im Frühling das Auge des Moosfreundes.

Im Gegensatz zu dem vielgestaltigen Perigon ist die gleichfalls knospenförmige, doch stets schlankere ♀ Blüte einfacher gebaut, ja, oft so kümmerlich entwickelt, daß Lürssen¹⁾ bei ihrer Beschreibung nur von einer „sogenannten Blütezeit“ spricht und Limpricht darüber nichts weiter zu bemerken für nötig hält, als daß die Perigynblätter in einem oder mehreren Kreisen stehen, sich nur wenig von den Stengelblättern unterscheiden und von

¹⁾ Handbuch der systematischen Botanik. I. Band. Leipzig. 1879.

außen nach innen an Größe abnehmen. Der zweite Satz ist in dieser allgemeinen Fassung nicht zutreffend; von den zu Vergleichen benutzten Moosen zeigt das eine oder andere, *Fissidens* z. B. (Fig. 12a, 13 e) nahezu völlige Übereinstimmung zwischen Perigynial- und Stengelblatt, ebenso *Buxbaumia* (Fig. 25 i, k); sieht man sich aber die Verhältnisse bei *Hedwigia* an (Fig. 14 e, g), ferner bei *Splachnum* (Fig. 15 h), *Diphyscium* (Fig. 26 c, d), *Fontinalis* (Fig. 27 b), *Dichelyma* (Fig. 28 b), *Pterygophyllum* (Fig. 29 f), *Climacium* (Fig. 30 d), *Amblystegium* (Fig. 31 c), so wird man alsbald Abweichungen bemerken und nicht fehl gehen, wenn man in all diesen Fällen aus der äußeren Formverschiedenheit auf Unterschiede im Zellnetz und anders gearteten Bau der etwa vorhandenen Rippe schließt. Bestätigt sich diese Voraussetzung schon zu einem Zeitpunkt, wo die Archegonien noch der Befruchtung harren, so beginnt mit ihrem Vollzug die Entwicklung des zum Teil erst in der Anlage vorhandenen Perichätiums; seine Blätter zeichnen sich zwar bei vielen gipfel-früchtigen Moosen schon durch Größe und mehr oder weniger scheidigen Grund vor den Schopfbältern aus, weichen aber außerdem bei den Mohrenmoosen, Torfmoosen, *Archidium* u. a. durch ihren Umriß ganz erheblich ab; vielfach sind sie schon in derselben Hülle verschieden, so z. B. bei *Dicranum* (Fig. 10 d, e), in andern Fällen schmücken sie sich mit zierlichen Wimpersäumen (bei *Hedwigia*, Fig. 14 g) oder lösen sich an der Spitze in Cilien auf, wie bei *Diphyscium* (Fig. 26 g); bei *Dichelyma* wickeln sie sich schneckenartig übereinander (Fig. 28 f) und bei *Amblystegium* (Fig. 31 e, f) schmiegen sie sich in tiefen Faltungen um den Fuß der Seta; eine unter den Pleurokarpen häufig wiederkehrende Erscheinungsform, welche der Systematiker sehr zu schätzen weiß.

Mit der Mannigfaltigkeit der äußeren Gestaltung hängt, wie gesagt, ein abweichendes, meist zarteres Gefüge des Zellnetzes zusammen. Es gibt sich bald in dünnwandigen, gestreckteren Maschen zu erkennen, wie bei den *Campylopus*-Arten, bald in rhomboidischen, wie bei *Grimmia tergestina*, oder derbwandigen, bei *Diphyscium* (Fig. 26 h, i), wobei durch Schwinden des grünen Zellinhalts hyalin gesäumte oder durchweg häutige Spreiten entstehen und ausgezeichnete Artmerkmale bilden, wofür *Polytrichum perigoniale* ein ausgezeichnetes Beispiel bietet. Bei Moosen, deren Stengelblätter differenzierte Flügelzellen besitzen, finden solche sich nicht selten auch am Grunde der Perichätialblätter schwächer oder deutlicher ausgeprägt, in scharfer Abgrenzung u. a. bei *Campylopus flexuosus* (Fig. 11 d), wogegen sie bei *Amblystegium filicinum* gänzlich fehlen (Fig. 31 g, h).

Die Rippe ist im allgemeinen in den ♀ Hüllblättern, verglichen mit der der Stengelblätter, einfacher gebaut; das zeigt besonders klar die Abb. 10 a, so daß sie keiner weiteren Erklärung bedarf. Während in diesem Falle die verdickten Elemente im Perichätialblatte bis zum Verschwinden zurücktreten, entwickeln sie sich umgekehrt in diesem bedeutend üppiger bei *Diphyscium* (Fig. 26 l—o); bei *Dicranum majus* gelangt die zweite Reihe der medianen Deuter nicht zur Ausbildung (Fig. 9 i—n).

Daß die Blätter der Fruchthülle anders beschaffen sind, als die des Stammes, war schon Dillenius bei Moosen, wie *Fontinalis* und *Hypnum* aufgefallen und je nach ihrem Zustande machte er einen Unterschied zwischen Calyx und Perichaetium. Hedwig bediente sich der Bezeichnung „Kelch oder äußeres Perianth“ für die Hülle beider Geschlechter; er erkannte auch zuerst die ganze Bedeutung des Perichätiums, seinen Nutzen für Blüte und Frucht; und wenn er darin eine Vorrichtung zum Schutz dieser Organe gegen Trocknis und Frost sah, die der „Summus Opifex“ nebst der widerstandsfähigeren Haube geschaffen, so huldigte er damit bereits Anschauungen, die unsern heutigen Begriffen von Zweckmäßigkeit und Anpassung nicht zu fern standen.

B. Die Antheridien.

Ihrer äußern Gestalt nach beschränken sich die ♂ Geschlechtswerkzeuge im wesentlichen auf die zwischen Kugel und Walze liegenden Formen, in deren Bild die Längenverhältnisse des Stieles noch einige Abwechslung bringen; um so erheblicher sind die Größenunterschiede. Anschaulicher, als ausführliche Beschreibungen, werden dies die Abbildungen lehren, welche auf beigefügter Tafel, in gleichem Maßstabe vergrößert, auf den ersten Blick die Gegensätze in Form, Größe und Zellenbau der Antheridien erkennen lassen. (1.)

Drücken wir diese Verhältnisse in Zahlen aus, so ergibt sich für die Schläuche dieser Organe als Durchschnittswert bei:

| | Dicke | Länge | Verhältnis |
|--|----------|---------|------------|
| A. <i>Buxbaumia aphylla</i> | 0,072 mm | 0,1 mm | 1 : 1,3 |
| B. <i>Funaria hygrometrica</i> | 0,063 „ | 0,25 „ | 1 : 3,9 |
| C. <i>Sphagnum fimbriatum</i> | 0,16 „ | 0,25 „ | 1 : 1,5 |
| D. <i>Dicranum undulatum</i> | 0,16 „ | 0,31 „ | 1 : 1,94 |
| E. <i>Orthotrichum Sturmii</i> | 0,125 „ | 0,5 „ | 1 : 4,0 |
| F. <i>Hookeria lucens</i> | 0,08 „ | 0,36 „ | 1 : 4,5 |
| G. <i>Andreaea Rothii</i> | 0,1 „ | 0,36 „ | 1 : 3,6 |
| H. <i>Timmia Megapolitana</i> | 0,1 „ | 0,475 „ | 1 : 4,7 |
| J. <i>Pogonatum urnigerum</i> | 0,175 „ | 1,56 „ | 1 : 9,0 |

Ähnliche Abstufungen ergaben Messungen der Antheridien von

| | Dicke | Länge | Verhältnis |
|---------------------------------------|---------|---------|------------|
| <i>Neckera pennata</i> | 0,21 mm | 0,56 mm | 1 : 2,7 |
| <i>Bryum capillare</i> | 0,18 „ | 0,6 „ | 1 : 3,3 |
| <i>Cinclidium stygium</i> | 0,18 „ | 0,72 „ | 1 : 4,0 |
| <i>Paludella squarrosa</i> | 0,1 „ | 0,5 „ | 1 : 5,0 |
| <i>Webera cruda</i> | 0,1 „ | 0,55 „ | 1 : 5,5 |
| <i>Bartramia pomiformis</i> | 0,06 „ | 0,45 „ | 1 : 7,5 |

Wie man sieht, schwanken die Größen ganz bedeutend; das gilt selbst für engere Formenkreise, beispielsweise für die Gattung *Fissidens*: das Antheridium von *F. Mildeanus* mißt 0,5 mm in der Länge, das von *F. exilis* nur $\frac{1}{5}$ davon.

Zu diesen Unterschieden in Größe und äußerer Form kommt ein entsprechender Wechsel im Bau des Gerüsts, nach Umriß und Aneinanderfügung der Wandzellen. Unabhängig von der Ausdehnung ihrer Schläuche sind die Maschen des Gewebes enger oder lockerer geknüpft; hier reihen sie sich palisadenartig zu gleichmäßigen Gurtbändern, deren Zickzackgrenzen noch die ursprünglichen Segmente erkennen lassen (J), dort sind, zumal nach der Entleerung, die Wände verbogen und verzerrt (F); einmal erscheinen die Zellen als längliche Rechtecke, ein andermal vieleckig, quadratisch oder auch querebreiter. Je nach der Zahl der Stockwerke können wir die Antheridien einteilen in armstockige, wozu die von *Funaria*, *Schistostega*, *Archidium* mit 5 bis 6 Querreihen gehören, und in reichstockige, die sich aus 25 bis 30 Stockwerken aufbauen und ihr Vorbild bei *Andreaea* finden (G). Setzen wir Stockwerkzahl und Zellenhöhe in Beziehung zueinander, so erhalten wir folgende Durchschnittswerte für die erstgenannten Arten:

| | Stockwerke | Zellenhöhe im Mittel |
|----------------------------------|------------|----------------------|
| A. <i>Buxbaumia</i> | 4 | 0,018 mm |
| B. <i>Funaria</i> | 5 | 0,05 „ |
| C. <i>Sphagnum</i> | 10 | 0,025 „ |
| D. <i>Dicranum</i> | 10 | 0,031 „ |
| E. <i>Orthotrichum</i> | 10 | 0,05 „ |
| F. <i>Hookeria</i> | 15 | 0,024 „ |
| G. <i>Timmia</i> | 18 | 0,026 „ |
| H. <i>Andreaea</i> | 28 | 0,012 „ |
| J. <i>Pogonatum</i> | 30 | 0,052 „ |

Fig. K stellt ein Doppelantheridium dar, das bei *Diphyscium* beobachtet wurde; eine ähnliche Mißbildung sah Warnstorff bei *Fontinalis*.

Hedwig spricht in Kap. VIII nur von den „Antheren“ der Laubmoose; er bildet sie auch mit der hellen Öffnungskappe ebenso

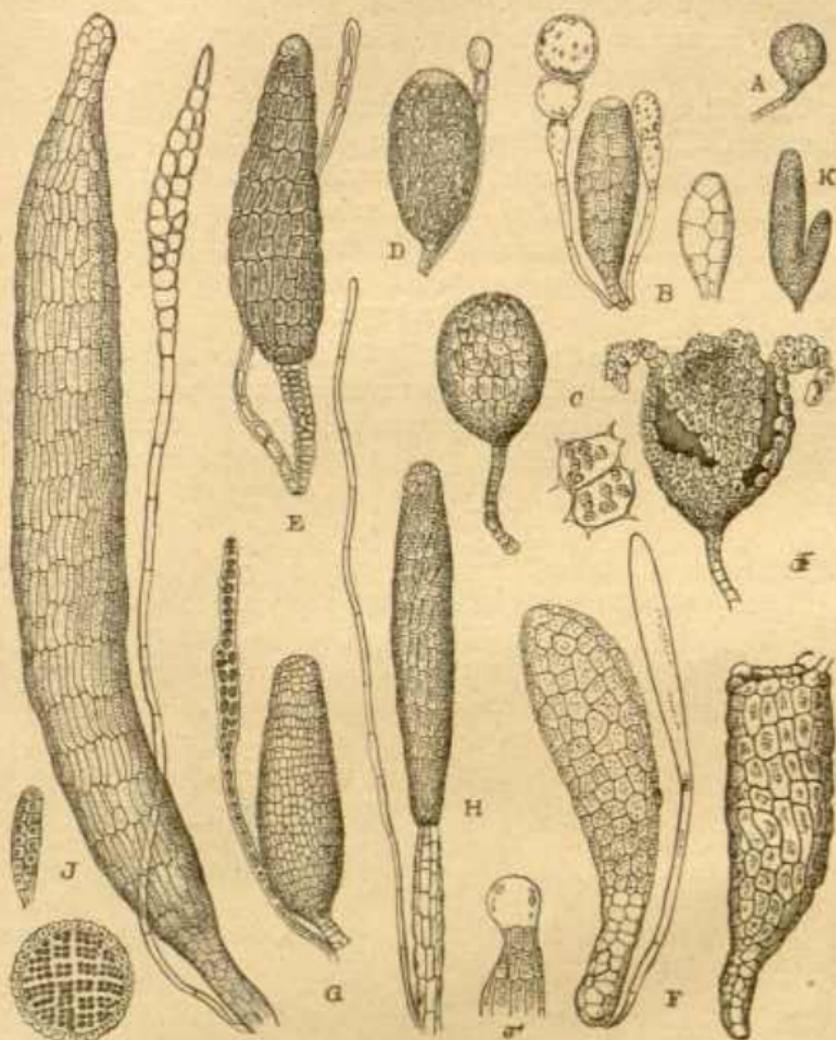


Abb. 1. Antheridien.

A *Buxbaumia aphylla*. B *Funaria hygrometrica*. C *Sphagnum fimbriatum*. D *Dicranum undulatum*. E *Orthotrichum Sturmii*. F *Hookeria lucens*. G *Andreaea Rothii*. H *Timmia Meyopolitana*. J *Pogonatum urnigerum*. K *Diphyscium sessile*. Bei B ein junges, bei C ein entleertes Anth. nebst Wandzellen. Bei F ein entleertes, bei J Spitze eines Anth. $\frac{1}{2}$ Stunde vor der Entleerung. J junges Anth. und Querschnitt eines fertigen. K Zwillingantheridium. Alle Figg. 120/1, B¹ und C¹ 300/1. K 50/1.

richtig ab, wie das Ausströmen der Spermatozoiden; bei Wiedergabe der Torfmoosantheridien ist ihm aber ein Beobachtungsfehler unterlaufen: in der am Rande durchscheinenden Wandschicht sah er

einen „die Anthere umfassenden Saftfaden“. Die Brutkörper auf dem Pseudopodium von *Aulacomnium androgynum* waren für ihn die männlichen Samenzellen.

(Vgl. zu diesem Abschnitt die Figg. 5 b, 6 a², 8 a, 14 a, 15 g, 17 b, 20 a.)

Über Entstehung der Antheridien, Ausschwärmen der Spermatozoiden, Bildung der Archegonien findet sich Näheres in IX. Von dem dort für *Funaria* und *Pogonatum* auf Seite 20 beschriebenen Öffnungsvorgang weicht, wie wir sehen werden, der bei *Sphagnum* und *Andreaea* zu beobachtende durch Aufspringen in vier Klappen ab.

C. Die Archegonien.

Die von Hedwig als Pistille beschriebenen weiblichen Geschlechtswerkzeuge der Laubmoose erscheinen zumeist in der Gestalt bauchiger Flaschen mit mäßig langem Halse, wie sie den bekannten, strohumflochtenen „Fiaschi“ eigen und in dieser Normalform am

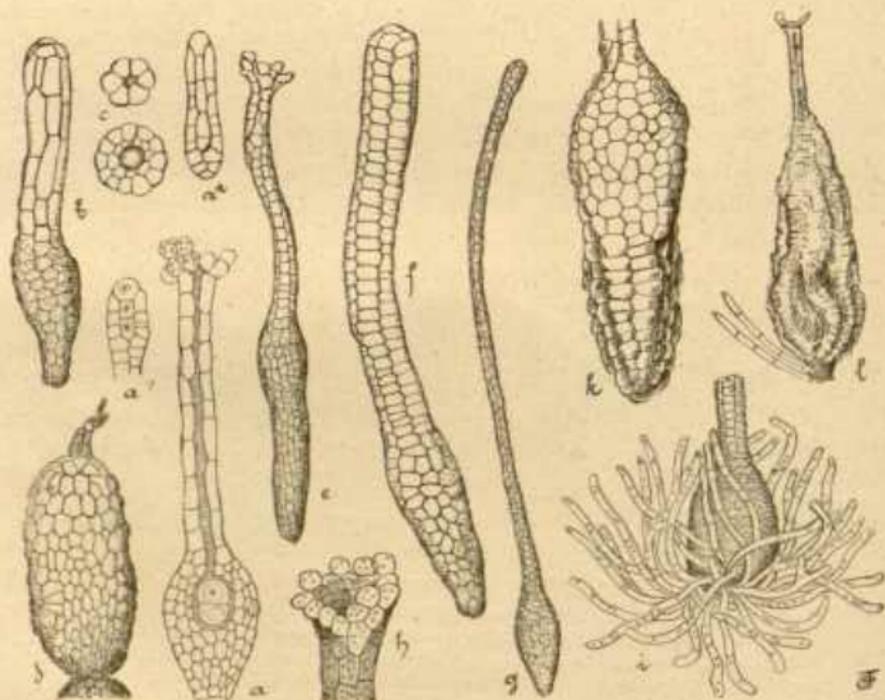


Abb. 2. Archegonien.

a *Funaria hygrometrica*. a¹, a² jüngere Zustände. b—d *Hookeria lucens*. c Querschnitte von b, d Zustand bald nach der Befruchtung. e *Bryum pseudotriquetrum*. f jüngeres. g fertiges. h geöffnetes Anth. i befruchtetes mit beginnender Haubenbildung. f—i *Polytrichum piliferum*. k *Orthotrichum diaphanum* kurz nach der Befruchtung. l dasselbe etwas später. a 150/1. b. c 120/1. d 35/1. e 120/1. f, h 200/1. g 45/1. i 70/1. k 200/1. l 70/1.

schönsten bei *Funaria hygrometrica* ausgebildet ist; Abb. 2 Fig. *a* stellt eins im optischen Längsschnitt dar, daneben Jugendformen mit Kappen-, Hals- und Bauchkanalzelle, an denen die gesetzmäßigen Teilungen deutlich zu erkennen sind. Das fertige Gebilde, von außen betrachtet, gliedert sich in einen etwa 12 Zellen hohen, aus schmalen Grunde allmählich verdickten Bauchteil und einen gewöhnlich etwas gedrehten Hals, der sich aus 10 bis 12 Stockwerken länglich rechteckiger, in sechs schräg nach links aufsteigenden Reihen, den durchschimmernden Halskanal umschließender Zellen mit stark gewölbter Außenwand, aufbaut. In der Zentralhöhle des dreischichtigen Bauches wird bei mittlerer Einstellung des Rohres, nötigenfalls nach Aufhellen mittels Chloralhydrat, die Eizelle mit der ersten Teilungswand sichtbar; die Befruchtung hat also, worauf auch die auseinander gewichenen Kappenzellen hindeuten, im abgebildeten Falle bereits stattgefunden. Der Fußteil des Archegons besteht zu dieser Zeit aus meristematischem, mit Reservestoffen gefülltem Gewebe, die zur Ernährung des Embryo verbraucht werden.

Abweichungen von dieser *Funaria*-Grundform geben sich eigentlich nur in Größenunterschieden des Ganzen oder einzelner Teile kund; sinkt z. B. die Zahl der Stockwerke des Halses auf 4 bis 5 herab, wie bei *Hookeria* oder *Schistostega*, so entsteht die Stauchform (Fig. *b*); verlängert er sich zugleich mit dem Fuße auf 18 bis 20 Stockwerke, so ist ein schlankes Gebilde, wie Fig. *e*, das Endergebnis; wächst der Hals unverhältnismäßig in die Länge, wie beispielsweise bei *Campylopus*, so nähert sich die Form mehr oder weniger der für die *Polytrichaceen* bezeichnenden (Figg. *f*, *g*), die hier in diesem Organ das Höchstmaß an Schlankheit erreicht.

Aus räumlichen Gründen war es nicht möglich, diese Verhältnisse in Bilde, wie bei den Antheridien, durch Vergrößerungen gleichen Maßstabes anschaulich zu machen; innerhalb welcher Grenzen sie sich halten, ist aus folgender Übersicht zu entnehmen. Die Länge der ausgewachsenen Archegonien betrug bei

| | mm | davon auf den Bauch mm |
|--|-----------|---------------------------|
| <i>Amblystegium Sprucei</i> | 0,21 | — |
| <i>Schistostega osmundacea</i> | 0,25—0,31 | — |
| <i>Plagiothecium latebricola</i> | 0,28 | 0,087 |
| <i>Archidium phascoides</i> | 0,31 | 0,12 |
| <i>Amblystegium serpens</i> | 0,31 | 0,18 |
| <i>Amblystegium filicinum</i> | 0,37 | 0,12 |
| <i>Hedwigia ciliata</i> | 0,37—0,56 | 0,2—0,25 |
| <i>Hookeria lucens</i> | 0,5 | 0,25 |

| | mm | davon auf den Bauch mm |
|--|-----------|---------------------------|
| <i>Mnium punctatum</i> | 0,52—0,75 | — |
| <i>Bartramia pomiformis</i> | 0,56 | — |
| <i>Bryum pseudotriquetrum</i> | 0,62 | 0,3 |
| <i>Cinclidium stygium</i> | 0,91 | 0,35 |
| <i>Mnium hornum</i> | 1,0 | 0,5 |
| <i>Polytrichum juniperinum</i> | 2,0 | 0,2 |

Keulenförmig sollen nach Hy die Archegonien von *Conomitrium* und andern Wassermoosen sein; in der Tat verdickt sich der Hals bei *Hookeria* und *Sphagnum* nach oben zu merklich.

Die Figuren *d*, *k*, *l* und *i* unsrer Tafel können als Schulbeispiele eigenartiger Ausgestaltung des Archegoniums bald nach der Befruchtung dienen. Bei *Hookeria* entwickelt es sich zu einem eiförmigen Körper mit aufgeblasenen Wandzellen (*d*), in dem wir alsbald die Spitze der späteren Haube erkennen. Das Archegon von *Orthotrichum diaphanum* gleicht in ausgewachsenem Zustande dem von *Funaria*; aus seinem Epigon entstehen Wülste, die sich scharf von dem übrigen Gewebe des Bauchs abheben und nichts anderes sind, als die Anfänge der Längsfalten der späteren Kalyptra; sie ermöglichen schon in diesem Zustande die Unterscheidung der Gattung von andern ohne Faltenhaube (*k*, *l*). Noch auffallender verhält sich das befruchtete Archegon von *Polytrichum* (*i*). Vom kurzen Stumpf des brüchigen Halses gekrönt, läßt es aus dem Epigonalgewebe zahlreiche, paraphysenartige Fäden so üppig hervorsprossen, daß sie das sich streckende junge Sporogon ganz umweben: es ist das allbekannte Filzmützchen.

Was Hedwig von Archegonien bei schwacher Vergrößerung gezeichnet hat, entspricht der Wirklichkeit; bei den stärker, 170 bis 290 mal vergrößerten sind ihm optische Täuschungen widerfahren, so daß ganz unmögliche Bilder — 3 bis 4 verzweigte Halskanäle z. B. — entstanden. Sein Versprechen: „Ego vero ostensurus sum, omnes Muscos pistillo pollere“ löste er glänzend ein und bekundete durch Einführung der Bezeichnung „Pistille“, die später von Bischof durch das noch heute gebräuchliche „Archegonium“ ersetzt wurde, daß er die Bedeutung dieser Organe richtig erkannt hatte. Um so mehr muß es befremden, um die Mitte des vorigen Jahrhunderts bei einem Bryologen wie Karl Müller noch ganz unklaren Vorstellungen über die Befruchtung zweihäusiger Arten z. B. zu begegnen; für ihn war das Archegonium wohl der „Fruchtknoten“, die Antheridien schienen ihm aber für die Befruchtung entbehrlich zu sein.

D. Die Saftfäden.

In den ♂ Scheibenblüten der *Polytrichaceen*, bei *Mnium*- und *Philonotis*-Arten waren schon von Micheli und Anderen fadenförmige Gebilde bemerkt worden, die man wegen ihres „flüssigen“ Inhalts *Fila succulenta* nannte. Schmiedel fand solche auch in den ♀ Blüten von *Pleuridium* und *Tetraphis* und Hedwig nahm sie für beide Geschlechter ganz allgemein, mit Ausnahme der „nackten

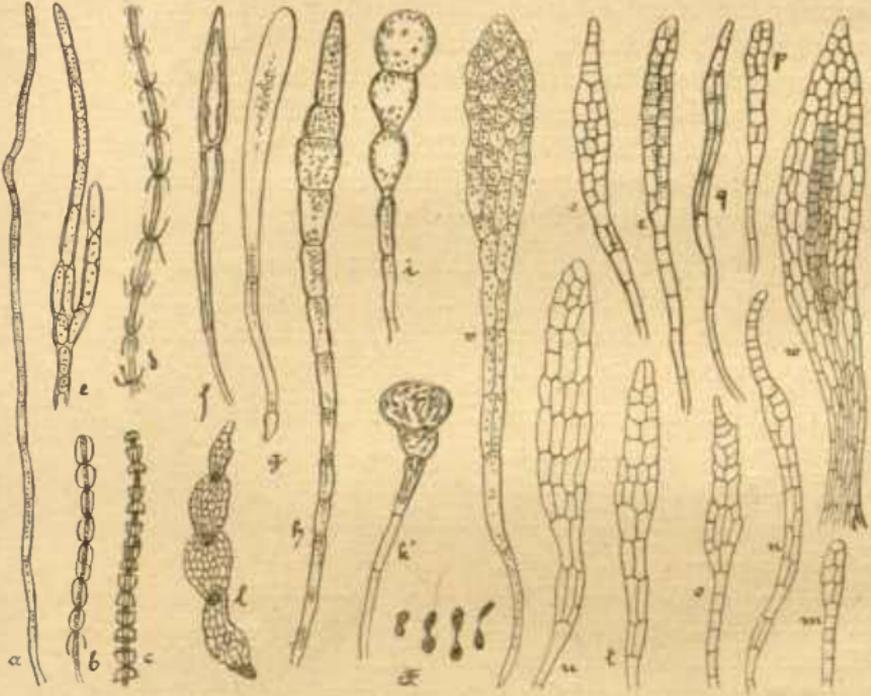


Abb. 3. Paraphysen.

a *Polytrichum juniperinum* ♀. b—d *Diphygium sessile* ♂. e *Bryum pseudo-triquetrum* ♀. f *Leptobryum pyriforme*. g *Hookeria lucens* ♂. h *Splachnum sphaerium* ♂. i, k *Funaria hygrometrica* ♂; daneben Chlorophyllkörner in Teilung begriffen. l *Scoparia dentata*. m, n, o *Polytrichum piliferum*, jüngere P. p—v *Pol. juniperinum* Entwicklungsreihe. w *Pogonatum aloides*, innerstes Hüllblatt. Alle Figg. 120/1.

♂ Blütenköpfchen“ in Anspruch. Ging er hierin auch zu weit, so gehören diese Organe immerhin zu den selten fehlenden Einrichtungen. Aus seinem Fundamentum ist ersichtlich, daß er die Paraphysen, in denen seine Vorgänger feste, knotige Gebilde erblickten, als röhriige, mehrzellige Fäden erkannte; auch entging ihm nicht, daß sie oft bei derselben Pflanze, je nach dem Geschlecht, verschieden gebaut sind. Ihm waren es Schutzvorrichtungen gegen Trockenis. Daß er sich durch die im vorletzten Abschnitt erwähnten „ringförmigen Saftfäden“ der Torfmoose täuschen ließ, wird man ihm gerne nachsehen.

Die Paraphysen der ♀ Blüten sind in der Regel ihrer ganzen Länge nach aus einer Reihe einfacher, linealischer, bis länglich rechteckiger Gliederzellen gebildete Fäden, die zartwandig und meist unverzweigt bleiben. Die der ♂ Blüten zeichnen sich dagegen durch einen größeren Formenwechsel aus; man kennt faden-, keulen- und bandförmige, solche, die aus einer Reihe gleichartiger Gliederzellen bestehen oder aus fädenigem Grunde sich nach oben hin keulig verdicken und mit kopf- oder kegelförmiger Endzelle abschließen; geradwandige, unterbrochen doppelschichtige oder geschwollene Formen sind bezeichnend für ganze Gattungen, am auffallendsten aber die blattartig zu schmäleren oder breiteren, vielzelligen Flächen entwickelten. Sinkt die Zahl der Gliederzellen, wie bei *Hookeria*, bis auf drei herab, so glaubt man Keulenhaare zu sehen, ähnlich den in den Blattachsen der *Splachnaceen* stehenden.

Bemerkenswert ist das Verhalten der *Mniaceen*; hier gruppieren sich die für die beiden Geschlechter verschieden gestalteten Paraphysen in den Zwitterblüten um die Antheridien und Archegonien in den den ♂ und ♀ Blüten eigentümlichen Formen.

In Abb. 3 ist eine Auswahl der am häufigsten wiederkehrenden Formen von Saftfäden zusammengestellt. Wir sahen solche, aus einer einfachen Zellenreihe bestehend, schon auf Abb. 1, daneben auch bei *Andreaea*, als Begleiter der Antheridien, einen mit der Neigung, durch Längsteilungen einzelner Gliederzellen oder ganzer Reihen diese zu verdoppeln. Zu Zellenflächen in Bandform verbreiterte Paraphysen kommen bei *Leptodon* vor; als spatelförmige Blätter bilden sie ein Familienmerkmal der *Polytrichaceen*, treten hier büschelweise in großer Zahl und verschiedenen Entwicklungsstufen auf, so daß man bequem ihre Entstehung verfolgen kann. Sie beginnt bei *Pogonatum aloides*, sobald die im Herbst angelegten, während des Winters zur vollen Größe ausgewachsenen Antheridien sich der Reife nähern. Das dichte Lager, worin diese eingebettet sind, besteht aus gleichlangen, geraden oder geschlängelten, einzellreihigen, zarten Fäden, deren 0,008 bis 0,012 mm dicke, linealische oder länglich rechteckige Zellen spärlich Blattgrün führen und auch im Frühjahr noch so wenig verändert sind, daß sie nur 0,024 bis 0,028 mm Durchmesser besitzen; erst im April zeigten sich die Anfänge der Blattparaphysen.

Ihr Werden und Wachsen in lückenlosen Entwicklungsreihen zu beobachten, gibt der im Maimonat gleich einem Füllhorn überquellende Blütenbecher von *Polytrichum juniperinum* seinen Inhalt her. Vom einfachen, einzellreihigen Faden, der sich in keiner Weise

von denen der ♀ Blüte unterscheidet (*a*), finden wir hier bis zur fertigen, maschenreichen Spatelform (*v*) die verschiedenen Zwischenstufen; wie aus den Figg. *p—u* ersichtlich ist, vollzieht sich diese Entwicklung nicht nach einem einheitlichen Schema, sondern entweder durch Einsetzen medianer Längswände in den der Endzelle benachbarten Gliederzellen, Querteilung der entstandenen Tochterzellen und nochmalige Längsteilungen, so daß ein vier Zellen breites Band entsteht, oder es tritt eine prismatische Scheitelzelle in Tätigkeit, stellt sie aber schon nach Abspaltung weniger Segmente ein, so daß deren Grenzen beim weiteren Wachstum verschoben werden und nicht die regelmäßige Folge erkennen lassen, wie sonst das Zellnetz an der Spitze junger Blätter. Besonders deutlich sprechen sich diese Gegensätze in den Figg. *m, n, o* aus und weisen auf ähnliche Teilungsvorgänge bei *Andreaea* hin (Fig. 6 *l* und *q*).

Die Breite von 4 bis 6 Zellen erreicht nur ein Teil dieser Organe; viele treten schon früher unter Verdickung ihrer Wände in den Ruhezustand, wobei sie sich in gleicher Weise färben wie die inneren Hüllblätter, zu denen sie Übergänge darstellen, von ihnen sofort durch einzellreihigen Fuß zu unterscheiden. Die schmal lanzettlichen Perigonblättchen sind stets mit mehrzellreihigem, ganz unten oft noch verbreitertem Grunde angeheftet und durch Lamellenanfänge gekennzeichnet (*w*), auch ist ihre Scheitelzelle mit den letzten Segmenten meist besser erhalten. Auf eine Kutikularisierung dürfte die Erscheinung zurückzuführen sein, daß die Blattparaphysen Metylenblau nicht oder doch sehr langsam aufnehmen, während die Fadenparaphysen dadurch sogleich tiefblau gefärbt werden.

Blattparaphysen eigener Art hat man auch in den Blüten der Lebermoose gefunden (s. Fig. 3 *l*).

Gleich den Lamellen auf den Blättern von *Pterygoneuron* und *Polytrichaceen* sind die Saftfäden durch ihre Form und Anhäufung durchaus geeignet, als Schutzvorrichtungen gegen Trockenheit auf kapillarem Wege zuzuleiten und festzuhalten. Daß sie aber auch durch Verschleimung den Austritt der Spermatozoiden begünstigen, kann man an den ganz eigentümlich gestalteten von *Diphyscium* unmittelbar beobachten. Die fadenförmigen Paraphysen sind hier mit dicht perlschnurartig gestellten, ovalen Auftreibungen der Kutikula ausgestattet, Schleimbeulen, die beim Quellen in Wasser durch einen Rundriß gesprengt werden, ihren Inhalt entleeren und deren Reste in X-form an der sich dehrenden Achse zurückbleiben; nach dem Färben erscheinen sie deutlich in ihrer wahren Gestalt: als halbkugelige Glöckchen (3 *b, c, d*).

E. Das Perichätium.

Im Gegensatz zu den höheren *Phanerogamen*, bei denen sich mit Eintritt der Befruchtung im Welken der Krone das Dichterwort erfüllt „Die Blume verblüht“, hebt in der Blüte der Laubmoose mit diesem Vorgang eine Neubildung von Blattkreisen an, die dem sich entwickelnden Sporogon einen stärkeren Schutz zu bieten vermögen, als die zarte Knospe des Perigyns.

Obleich schon Dillen, wie erwähnt, bei *Fontinalis* und *Hypnum* zwischen Calyx und Perichätium¹⁾ einen Unterschied gemacht hatte, behielt Hedwig das zweite als Bezeichnung für die gemeinsame Blütenhülle beider Geschlechter bei, deren Verschiedenheit im äußeren ihm natürlich ebenso bekannt war, wie ihre Dauerhaftigkeit, die jeder bestätigen wird, der sich viel mit dem Bestimmen von Laubmoosen beschäftigt. In der Tat erhalten sich die Blütenstände trotz der Zartheit ihrer einzelnen Teile weit über die Zeit der Befruchtung hinaus, die Antheridien in entleertem Zustande bleich oder braun mit eingefallenen Zellwänden, die geöffneten Archegonien gebräunt, einerlei ob eins oder wenige oder kein einziges befruchtet worden ist, und wenn auch im letzten Falle Perichätien gebildet werden, so geht daraus hervor, daß zu ihrer Entstehung nicht unbedingt die aus der Verschmelzung der Geschlechtszellen sich ergebende Sporogontwicklung erforderlich ist, sondern schon der von der Spermamasse ausgehende Reiz genügt²⁾. Dem Systematiker sind auch solche fehlgeschlagenen Blüten mit verödeten Archegonien willkommen, sobald sie sonst normale Ausbildung zeigen; daß dies nicht immer zutrifft, deutet W. P. H. S c h i m p e r an, wenn er von einem Perichaetium rite efformatum spricht; ein solches kennzeichnet er (IV) in Kürze folgendermaßen:

Die bei den gipfelfrüchtigen Moosen wenig, bei den Seitenfrüchtlern erheblich von den Stengelblättern abweichenden Perichätialblätter schließen sich in Knospen-, Walzen- oder Scheidenform mehr oder weniger dicht übereinander und umhüllen das wachsende Sporogon bald nur anfangs (bei *Andreaea*, *Sphagnum*), bald ganz und dauernd (bei *Schistidium*, *Hedwigia*), bald teilweise (bei *Fontinalis*, *Cryphaea*), bisweilen nur den Fuß des Stieles, so einzig in seiner Art bei *Dichelyma*. Ihrer Zahl nach zwischen 2 bis 3 und 20 bis 30 schwankend, zeichnen sie sich von Schopf- und Stammblättern durch die Form, weichere Beschaffenheit, lockeres, dünnwandiges Gewebe, durch die von außen nach innen zuneh-

1) Von περιχέω = circumfundere, darüber ausbreiten.

2) Bei dem Lebermoose *Gymnocolea inflata* bilden sterile Perianthien die Regel.

men die Größe — im Gegensatz zum Perigyn — aus. Ist eine Rippe vorhanden, so verzüngt sie sich nach oben, erscheint in den äußeren, derberen Blättern am stärksten und nimmt in den inneren nach und nach bis zum Verschwinden ab. Infolge spärlichen Gehalts an Blattgrün sind diese besonders bleich, saftlos und häutig oder papierartig (also dem Gewebe der Haube ähnlich), im übrigen die Blätter bisweilen in derselben Hülle untereinander ganz verschieden (Abb. 10 *d*, *e*). Da es sich bei jüngeren Perichätien um Organe handelt, die, aus dem Perigynium entstehend, noch in der Bildung begriffen sind und ihren Zweck erfüllt haben, sobald das Sporogon keines Schutzes mehr bedarf, so wird bei ihrer Beschreibung in gewissen Fällen ein Hinweis auf den jeweiligen Entwicklungszustand nicht zu umgehen sein.

Das gilt für Zellnetz, Säumung und Rand der Spreite, zunächst aber für abweichende, über die Stengelblätter hinausragende Formen und Größen. Sie lassen sich bei Mohren- und Torfmoosen schon mit bloßem Auge wahrnehmen; ebenso das hochscheidige, weißglänzende Perichätium von *Diphyscium*; sparrig beblätterte oder sonstwie auffallende Gestaltungen finden wir bei vielen *Hypnaceen*, spiralig gewundene z. B. bei *Dichelyma*; zierlich gewimperte Säume sind *Hedwigia* eigen und als wichtige Unterscheidungsmerkmale dienen die tiefen Längsfalten der Pleurokarpen, sobald sie sich, wie bei *Orthothecium*, *Climacium*, *Hylocomium* an den Stammblättern finden, den Perichätien aber fehlen oder umgekehrt, bei *Acrocladium* z. B. die langen Hüllblätter kennzeichnen, während die viel kürzeren Stengelblätter glatt sind; bisweilen treten sie auch nur, wie bei *Camptothecium* und *Homalothecium*, als seichte Furchen auf, wogegen *Rhytidium rugosum*, das seine Sonderstellung unter den *Hylocomien* den Runzeln und Querwellen der rauhen, mit Rippe versehenen Stammblätter verdankt, seine Hülle aus tief gefalteten Blättern bildet, deren innerste der Rippe entbehren. Ähnliche Gegensätze wiederholen sich bei den prachtvoll bogig-querwelligen *Neckeraceen*.

Die Rippe bietet in ihrem Vorhandensein oder Fehlen, wie in dem inneren Bau nicht weniger wertvolle Unterschiede. Manchen *Eurhynchium*-Arten mit kräftigem Mittelnerv im Stengelblatt, wie *E. Tommasinii*, *cirrosum*, *Stokesii*, *Rhynchostegium murale* und *ruscifforme*, *Hyocomium* und *Thamnium* fehlt dieser im Perichätium; dünnrippig sind die Hüllen von *Calliargon*; ähnliche Abstufungen machen sich bei den *Mniaceen* im Saume und in der Bezaehlung geltend, indem Saumzellen und Zähne nach innen zu abnehmen und schließlich verschwinden. Aus Querschnitten ersieht man, daß das

innere Gefüge diesen Verhältnissen hinsichtlich der Säume, der Spreite wie der Rippe entspricht: sie sind fast ohne Ausnahme einfacher gebaut, wie bei den Stengelblättern; zu diesen Ausnahmen gehört *Diphyscium* mit seinen reich differenzierten Perichätialblättern (s. Abb. 26 *m—o*), ferner *Leptobryum* (Abb. 17 *f—k*).

Besondere Flügelzellen sind in solchen nur selten deutlich entwickelt, selbst bei Arten mit scharf ausgeprägten Gruppen in den Stengelblättern, wie *Dicranum longifolium*, *Amblystegium filicinum*, *Acrocladium cuspidatum* sucht man entsprechende Bildungen am Grunde der ♀ Hüllblätter vergebens, wogegen hier oft eine ausgesprochene Neigung zur Verdoppelung der Zellschichten nachzuweisen ist, die als Anpassung in einem Schutzorgan ohne weiteres verständlich wird. (Vergl. Abb. 28, Fig. *m, n*, 30 Fig. *i*.)

4. Zahlen- und Stellungsverhältnisse.

Wie bekannt, vollzieht sich das Wachstum des Laubmoosstammes durch gesetzmäßige Teilungen einer dreischneidigen Scheitelle, aus deren Segmenten je ein Blatt und ein Stengelteil hervorgeht. Indem dieser Vorgang sich weiterhin in der Weise wiederholt, daß durch das erste Blatt das vierte und siebente, durch Blatt 2 das fünfte und achte, durch Blatt 3 das sechste und neunte usw. gedeckt wird, entsteht die von drei Geradzeilen gebildete Blattstellung, wie sie *Leitgeb* in dem klassischen Vorbild von *Fontinalis antipyretica* (VI Fig. 92) aufgezeichnet hat, eine Stellung, die sich in der einheimischen Mooswelt u. a. bei *Gymnostomum*, *Catoscopium*, *Tetraphis* findet, anderen, wie *Seligeria tristicha*, *Meesen tristicha* ihren ausgezeichneten Habitus verleiht. Unverändert hält sich diese $\frac{1}{3}$ -Blattstellung nur bei wenigen Arten; meist tritt schon nach Abspaltung der ersten Segmente eine Verschiebung ein, die zu einer „Scheiteltorsion“ und damit zur Überführung der Geradzeilen in Schrägzeilen Anlaß gibt; sie kommt zunächst in der $\frac{2}{5}$ -Divergenz zum Ausdruck und ist mit am schönsten in den zierlich gereihten Parastichen des *Sphagnum quinquefarium* und ♂ Blütenkätzchen anderer Torfmoose entwickelt, weniger deutlich bei *Conostomum*, *Bartramia*, *Paludella*, *Aulaacomnium*, *Barbula*, *Didymodon*. Die $\frac{3}{8}$ -Stellung ist den Mohrenmoosen eigentümlich, ferner den *Funariaceen*, *Grimmiaceen*, *Ceratodon*-, *Bryum*- und *Mnium*-Arten. Die größte Mannigfaltigkeit herrscht unter den *Polytrichaceen*; hier haben wir Arten mit $\frac{5}{13}$ -, $\frac{8}{21}$ -, sogar mit $\frac{13}{34}$ -Divergenz.

Diese Schwankungen der Blattstellung sind, wie *Hofmeister* vermutete und *Goebel* durch Kulturversuche bewiesen hat, auf

Lichtwirkungen zurückzuführen. Der Letztgenannte weist darauf hin, daß bei dichter Beblätterung — wie sie in Blütenknospen die Regel ist — durch die Scheiteldrehung eine der Assimilation günstigere Belichtung geschaffen wird.

Da die Gametangienstände der Akrokarpn das Scheitelwachstum der Hauptachse abschließen, die der Pleurokarpn als verkürzte Seitensprosse zu betrachten sind, so wird in der Regel bei beiden die Blattstellung mit der des Stammes übereinstimmen, wo sie aber davon abweicht, sind Übergänge zu erwarten. Der Feststellung dieser Verhältnisse bieten die Blüten infolge ihrer dicht gedrängten, dachziegelig sich deckenden oder scheidig übereinander gewickelten Beblätterung ein dankbares Feld; die meisten lassen sich in Querschnitte zerlegen, zu deren Herstellung man auf das umständliche Verfahren der Einbettung in Paraffin verzichten kann.

Fig. 21 *g* zeigt einen Querschnitt durch den Stammgipfel von *Mnium punctatum* dicht unterhalb der ♀ Blüte, die am Grunde mit dem Stengelgewebe noch verbundenen Perigynialblätter genau in der dreizeiligen Stellung. Auf dem ein wenig darüber, in der Höhe der Archegonienbäuche geführten Schnitt *h* sehen wir die freien Blätter bereits in die $\frac{2}{5}$ -Stellung verschoben, Blatt 1 und 6 nach 2 Umläufen einander deckend. Noch übersichtlicher ist diese Anordnung bei *Mnium hornum*, Abb. 19, erkennbar, wo man sie in Fig. *i* vom 1. bis zum 11. Blatt deutlich nachweisen kann. Der Übergang von der $\frac{2}{5}$ - zur $\frac{3}{8}$ -Stellung wurde an der ♂ Blüte von *Funaria* beobachtet und im Bilde festgehalten. Fig. 16 *e* bringt den Grund des scheibenförmig ausgebreiteten Perigons zur Anschauung, dessen 6. Blatt nach dem zweiten Umlauf genau über dem ersten steht, während in einem anderen, Fig. *a* und *b*, die $\frac{3}{8}$ -Divergenz unverkennbar ist. Am Schnitt *g* wurde durch punktierte Linien die Gipfeltorsion angedeutet, die sich nicht weniger scharf auch in Schnitten durch die Perichätialblätter der Pflanze ausprägt (Fig. *e*, *f*).

Eine Verminderung des Abstandes, durch Verschiebung der $\frac{1}{3}$ - in die $\frac{1}{2}$ -Stellung, also eine Re torsion, hat das Zustandekommen einer zweizeiligen Beblätterung zur Folge, wodurch sich die sterilen Sprosse von *Fissidens* und *Schistostega* auszeichnen, was von I. e i t g e b in schönen Querschnittsbildern (VI. Fig. 96 C—F) dargestellt worden ist. Abweichend davon sind an den Blü t e n sprossen des Leuchtmoses die Blätter nach der $\frac{2}{5}$ -Divergenz angefügt und ebensowenig richten sich die Hüllblätter der ♂ Blütenknospen von *Fissidens* nach der Anordnung der reitenden Stengelblätter, in deren Achseln sie sitzen (Abb. 13 *a*).

Können diese Beispiele auch nur dazu dienen, die den Forschungen Schimpers, Hofmeisters, Leitgebs u. a. zu verdankende Erkenntnis zu bestätigen, daß für die Blattstellung bei Phanerogamen und Laubmoosen¹⁾ das gleiche Gesetz gilt, so legen sie doch die Frage nahe, ob eine in Zahl und Stellung erkennbare Gesetzmäßigkeit auch in den Blüten der Laubmoose, und zwar in den Beziehungen der einzelnen Teile zueinander, waltet. Wir dürfen nicht in den verzeihlichen Irrtum der älteren Bryologen verfallen, hier einer Wiederholung jener vollkommeneren Einrichtungen zu begegnen, deren sich die höheren Blütenpflanzen erfreuen, müssen uns vielmehr vergegenwärtigen, daß in den Blütenständen der Bryophyten nicht der Kreis maßgebend ist, sondern die Schraubenlinie; daß ihre Hüllblätter nicht in Wirteln der Achse angeheftet sind, sondern in Spiralen; daß eine Gruppierung der inneren, eigentlichen Geschlechtsorgane um einen gemeinsamen Mittelpunkt nicht nachzuweisen ist; die Gebundenheit an bestimmte Zahlen und symmetrische Stellungen geht nur soweit, als sie mit den Blattstellungsgesetzen vereinbar ist, der Entwicklung bleibt mithin ein größerer Spielraum. Wenn das Zwergmännchen von *Buxbaumia* mit dem einzigen Antheridium an die im Linnéschen System an erster Stelle stehende einmännige *Hippuris*-Blüte erinnert, der antheridienreiche Gametangienstand der *Polytrichaceen* an die Scheibenblüte der Kompositen; wenn in den paröcischen Ständen der *Webera*-Arten die 2-Zahl für die Antheridien als Regel gilt, so genügen diese wenigen Beispiele nicht, der Zahl eine ausschlaggebende Bedeutung für systematische Zwecke einzuräumen.

Damit sind der Aufgabe, diese Verhältnisse für die Laubmoose in ähnlicher Weise übersichtlich zur Anschauung zu bringen, wie sie für Phanerogamen durch Blütendiagramme in unübertrefflicher Art gelöst wurde, enge Grenzen gezogen. Obwohl schon Göbel in der 1. Auflage seiner Organographie (1898) an einem schönen Querschnittsbilde von *Mnium undulatum*, später in der 2. Auflage an Blütenquerschnitten von *Dawsonia*, *Polytrichum commune* und *Mnium cuspidatum* gezeigt hat, daß deren Bilder sich für die diagrammatische Darstellung sehr wohl eignen, ist doch selbst in größeren systematischen Werken davon kein Gebrauch gemacht worden. Es soll nun hier zum ersten Male versucht werden, einige Blüten und Blütenstände durch solche Grundrisse zu erläutern, und zwar

¹⁾ Die Organographie (XI, S. 352) erklärt die Stellungsverhältnisse bei diesen als Anpassungen an das Lichtbedürfnis und kleidet das in den Satz: „Die Schwen-
denersche mechanische Blattstellungstheorie findet keine Anwendung auf die
Laubmoose.“

in den am häufigsten wiederkehrenden Typen. Der üblichen Weise gemäß sind auf der beigefügten Tafel die einzelnen Teile ihrer wirklichen Form möglichst entsprechend gezeichnet, die äußeren Hüllblätter durch gestrichelte Doppelrisse, die inneren durch stärkere, die innersten durch schwächere schwarze Bogenlinien wiedergegeben; Antheridien und Archegonien erscheinen im Querschnittsbilde ihrer Schläuche und Hälse, dazwischen die Saftfäden als kleine Kreise. Schematisiert wurde so wenig als möglich.

Diagramme.

A. *Distichium capillaceum* Br. eur. Grundriß eines paröcischen Blütenstandes, dessen zweizählige, nach $\frac{1}{2}$ -Divergenz geordnete Hülle eine ovale Achse mit der endständigen ♀ Blüte umgibt, die aus 1—4 Archegonien mit wenigen Paraphysen besteht. Die Antheridien sitzen ohne Hüllblatt in der Achsel eines der obersten Schopfblätter, deren Zweizeilenstellung sich einfach in der Blüte fortsetzt; die Blätter greifen mit ihren Rändern in regelmäßigem Wechsel übereinander.

B. *Distichium inclinatum* Br. eur. Bei dieser Art ist die Zweizeiligkeit im Perichätium nicht streng durchgeführt, die dicht darunter stehende Antheridiengruppe etwas aus der Symmetrieebene seitwärts gerückt, von zwei Hüllblättchen umgeben: das Beispiel eines autöcischen Blütenstandes. Wie aus zahlreichen Querschnitten hervorgeht, sind die inneren Perichätialblätter meist nach der $\frac{1}{3}$ -Stellung geordnet, derart, daß Blatt 1 und 4 sich decken und ihrerseits vom obersten Schopfblatt dieser Seite gestützt werden, das dem aufwärts nächsten in der Richtung des größeren Stengeldurchmessers genau gegenüberliegt; etwas seitwärts, der Schmalseite des Stammes genähert, schmiegt sich ihm die ♂ Blüte an; ein äußeres, kahnförmig hohles Hüllblatt mit dünner, breiter Rippe umfaßt das innere, noch zartere, das von oben her mit bogig eingeschlagenen Rändern, im Querschnitt etwa herznierenförmig, die Antheridiengruppe ganz einschließt. Diese Verhältnisse schwanken; es wurde ein Fall beobachtet, in dem das Perigon genau in der Linie des längeren Durchmessers lag, während die 4 Perichätialblätter in $\frac{1}{2}$ -Divergenz rechtwinklig dazu, vom obersten Schopfblatt umhüllt, standen, das mit dem gegenüberliegenden in die regelmäßige $\frac{1}{2}$ -Stellung hinüberleitete.

C. *Fontinalis antipyretica* L. Eine dreizählige, genau nach $\frac{1}{3}$ -Divergenz gefügte Stellung der weit übereinander gewickelten Hüllblätter finden wir hier in den Blüten beiderlei Geschlechts. Die Zeichnung macht eine besondere Erklärung überflüssig.

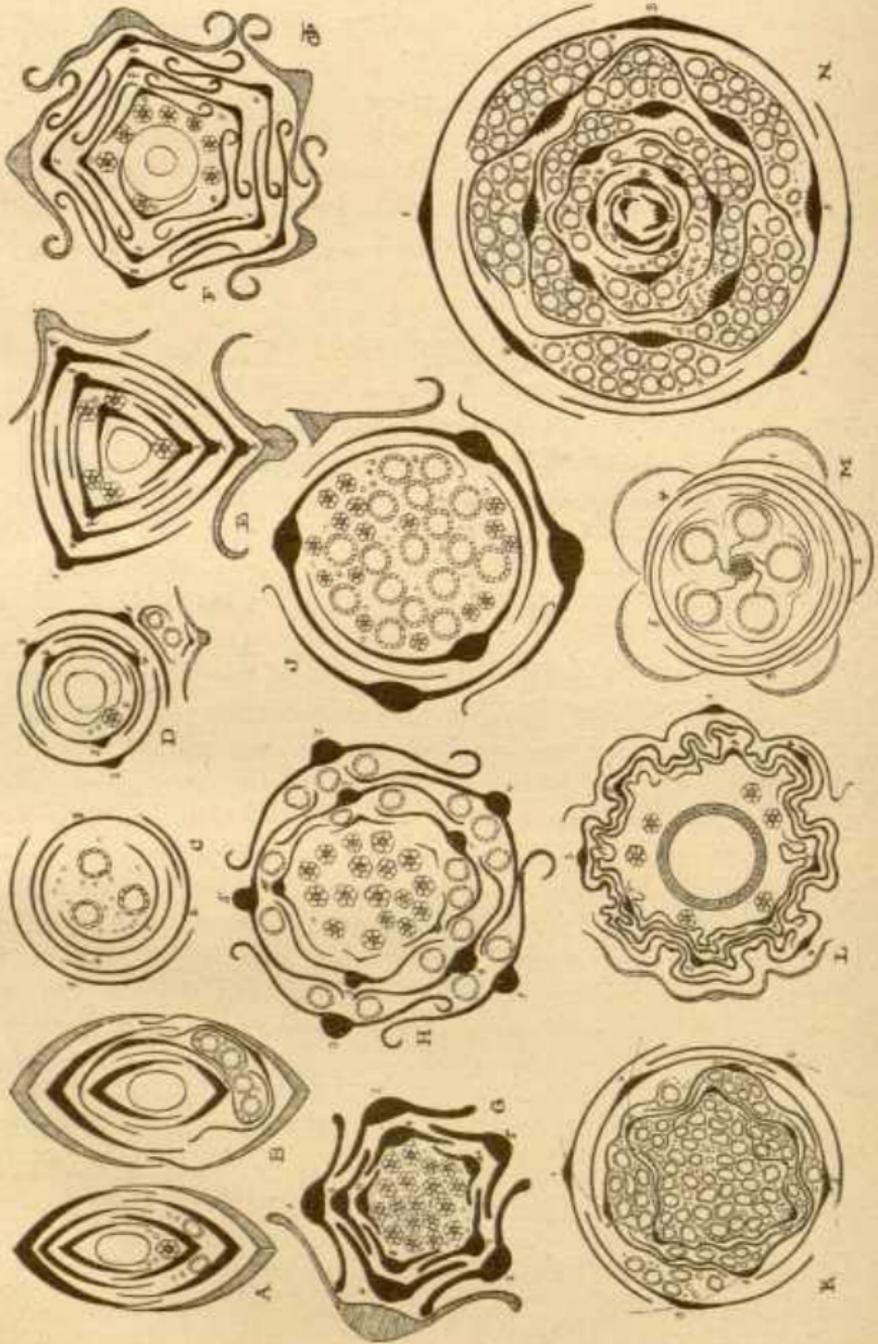


Abb. 4. Blütendiagramme.

A *Distichium capillaceum*. Paröischer Blütenstand, $\frac{1}{2}$ Divergenz. B *Distichium inclinatum*. Autöischer Blütenstand. Mitte $\frac{1}{3}$, außen $\frac{1}{2}$ Divergenz. C *Fontinalis antipyretica*. ♂ Blüte. $\frac{1}{2}$ Divergenz. Gedrehte Deckung. D *Archidium phascooides*. Autöischer Blütenstand. $\frac{1}{2}$ Stellung mit schwacher Torsion. E *Georgia pellucida*. ♀ Blüte. $\frac{1}{3}$ Stellung. Umfassende Deckung. F *Pal-*

D. *Archidium phascoides* Brid. Aus zwei Umläufen von je drei Hüllblättern, die nach $\frac{1}{3}$ -Divergenz in umfassender Deckung übereinander gerollt sind, besteht dieses Perichätium. Die an seinem Grunde stehende, von einem kleinen Blättchen seitlich gedeckte Antheridiengruppe kennzeichnet den autöcischen Blütenstand.

E. *Georgia pellucida* Rab. Die dreizeilige Anheftung, welche die Stengelblätter von *Tetraphis* auszeichnet, wird in ♂ und ♀ Blüten streng innegehalten und fällt hier durch die Regelmäßigkeit, mit der ihre kielig gefalteten, in umfassender Deckung übereinander greifenden Blätter sich zu ausgeprägten Geradzeilen reihen, eindrucksvoll ins Auge. Doch wurden auch Fälle mit gedrehter Deckung beobachtet. Ersetzt man in der Fig. E die Archegonien des paraphysenfreien Mittelfeldes durch 10 bis 15 Antheridien und eine größere Zahl von Fadenparaphysen, so erhält man einen Grundriß der ♂ Blüte; er stimmt im übrigen mit dem des Perichätiums überein.

F. *Paludella squarrosa* Brid. Eine deutlich ausgeprägte $\frac{2}{5}$ -Stellung finden wir im Perichätium dieses Sumpfbewohners, wie sie schon die gleichmäßig fünfzeilige Beblätterung des Stengels erwarten läßt (Fig. F), wie auch im Perigon; sie fällt aber im ♂ Blütenbecher, der im unteren Teil von acht, den Stengelblättern an Größe und Sparrenform gleichenden Hüllblättern, am oberen Rande von fünf größeren, breiteren, in eine Rosette gestellten, gebildet wird, insofern weniger ins Auge, als diese Perigonblätter die zu 30 und mehr vorhandenen, von zahlreichen keulenförmigen Saffäden mit geschwollenen Endzellen begleiteten Antheridien zunächst in gleichläufiger, gedrehter Deckung umgeben — wenigstens war dies bei den drei innersten die Regel —, um weiterhin in die umfassende überzugehen. Um so deutlicher tritt die Fünfzeiligkeit in der ♀ Blüte durch die kielige Faltung und zurückgerollten Ränder der Hüllblätter hervor. Die Archegonien umsäumen die Vaginula in ziemlich gleichen Abständen voneinander.

G. *Mnium hornum* L. Noch weniger läßt in der ♀ Blüte dieser zweihäusigen Art die $\frac{2}{5}$ -Stellung ihrer Hüllblätter an Deutlichkeit

della squarrosa. ♀ Blüte. $\frac{2}{5}$ Stellung. Umfassende Deckung. G *Mnium hornum*. ♀ Blüte. $\frac{2}{5}$ Stellung. Umfassende Deckung. H *Webera elongata*. Paröcischer Blütenstand. $\frac{2}{5}$ Stellung. Umfassende Deckung. J *Cinclidium stygium*. Zwitterblüte. Übergang von $\frac{1}{2}$ zu $\frac{2}{5}$ Divergenz, von umfassender Deckung zur gedrehten. K *Aulacomnium palustre*. ♂ Blüte. $\frac{2}{5}$ Stellung mit Scheiteltorsion (punktiert). Gedrehte Deckung. L *Amblystegium filicinum*. Junges Perichätium. $\frac{2}{5}$ Divergenz. Gedrehte, faltige Deckung. M *Sphagnum fimbriatum*. ♂ Blütenstand. $\frac{2}{5}$ Stellung. Gedrehte Deckung. N *Pogonatum urnigerum*. ♂ Blütenstand. $\frac{2}{5}$ Stellung. Gedrehte Deckung.

zu wünschen übrig. Sie decken sich im Rahmen eines regelmäßigen Fünfecks mit ihren Rändern so, daß dazwischen nur die kräftigen, stark gewölbten Rippen frei liegen.

H. *Webera elongata* Hedw. Beispiele von paröcischen, von zweihäusigen und zwitterigen Blütenständen bietet die Gattung *Webera*; ihre Antheridien stehen nach Limpriecht „stets paarweise in den Blattachsen“. Bei *W. elongata* und ihren Verwandten finden wir den ♀ Blütenteil auf dem Stengelgipfel, im Grundriß also im Mittelfelde; dicht darunter, in den Achseln der nach $\frac{2}{5}$ angehefteten Subperichätialblätter, die sich umfassend decken, die Antheridien zu zwei oder drei ohne Saftfäden.

J. *Cinclidium stygium* Sw. Diese Zwitterblüte wird von Hüllblättern umschlossen, deren innerster Kreis nach $\frac{1}{3}$ -Divergenz in umfassender Deckung geordnet ist; die folgenden gehen durch Drehung in die $\frac{2}{5}$ -Stellung über. Antheridien und Archegonien füllen etwa in gleicher Anzahl den Blütenboden aus; in ihrer Anordnung ist nur soviel festzustellen, daß die ♂ Organe sich gleichmäßig über die Fläche verteilen, die ♀ in Gruppen zu 2 bis 5 vorwiegend dem Rande genähert eingefügt sind. In einem Falle zählte ich im äußeren Kreise 10 Archegonien, dazwischen 6 Antheridien.

K. *Aulacomnium palustre* Schwägr. Die ♂ Blüte wird von etwa 16 scheibenförmig ausstrahlenden Hüllblättern umschlossen, die sich sonst von den Stengelblättern nicht unterscheiden, gleich diesen in $\frac{2}{5}$ -Divergenz mit deutlicher Torsion angeheftet sind. Die 3 bis 4 innersten sind kleiner, verbogen oder längsrinnig und umgeben die in großer Zahl, begleitet von zahlreichen längeren, keulenförmigen Paraphysen, dicht gedrängt stehenden Antheridien, von denen kleinere Gruppen außerhalb, zwischen inneren und mittleren Perigonialblättern, einzelne auch noch in den Achseln der äußeren, untergebracht sind.

L. *Amblystegium filicinum* De Not. Die in Fig. 31 e im Perigynialzustande dargestellten Hüllblätter erscheinen in Fig. L als fertiges Perichätium, in $\frac{3}{8}$ -Stellung faltig ineinandergeschachtelt und so eng mit ihren Windungen verschränkt, daß sie quer durchschnitten einen aus drei bis fünf Lagen geschlängelter Bänder zusammengesetzten Ring bilden; durch breite Rippen und gleichlaufende Wellenlinien wird die Achtzeiligkeit in gefälliger Form hervorgehoben. Unbefruchtet gebliebene Archegonien umgeben die im Entstehen begriffene Haube. Die Scheiteldrehung ist, wie aus der Stellung von Blatt 1 : 9 und 2 : 10 hervorgeht, unbedeutend.

M. *Sphagnum fimbriatum* Wils. Nicht ganz so regelmäßig wie bei *Sphagnum quinquefarium*, doch immerhin deutlich genug für ein klares, diagrammatisches Bild ist die fünfzeilige Blattstellung in den ♂ Blütenkätzchen von *Sph. fimbriatum* ausgebildet (Fig. 5 a.) Die in dicht dachziegeliger Deckung angehefteten Hüllblätter sind ungleich hohl, die des äußeren Kreises, beim Schneiden im abstehenden Spitzenteil getroffen, stärker als die des mittleren. Die Wölbung der inneren entspricht ihrer Bestimmung, die großen, kugeligen Antheridien aufzunehmen. Diese erscheinen im Grundriß ebenfalls zu je fünf; da sie aber auf langem Stiele seitlich des zugehörigen Stützblattes entspringen (vergl. Fig. 5 e), so wurde dies dementsprechend schematisch angedeutet.

N. *Pogonatum urnigerum* P. B. Verwickelter als in den bisher besprochenen Fällen liegen die Stellungsverhältnisse in den ♂ Gametangienständen der unter den Moosen mit höheren Divergenzen obenanstehenden *Polytrichaceen*. Wir finden bei *Pogonatum*-Arten $\frac{3}{8}$ -Stellung, bei *Polytrichum commune* und *juniperinum* $\frac{5}{13}$, bei *Pol. piliferum* $\frac{8}{21}$, bei *Pol. formosum* gar $\frac{13}{34}$, werden aber aus eigener Beobachtung bestätigen müssen, daß Schwankungen nicht selten sind und sich am meisten in den Blütenständen bemerkbar machen, in denen sich ja der Übergang aus der $\frac{1}{3}$ -Stellung zur höheren, in den Stengelblättern herrschenden, vollzieht. Ein solcher wurde z. B. an einer ♀ Blüte von *Polytrichum formosum* festgestellt, in der die Perichätialblätter noch unter schwacher Scheiteltorsion nach $\frac{3}{8}$ geordnet waren. Auch in der Deckungsart kommen Unregelmäßigkeiten und Abweichungen vor.

Mit am übersichtlichsten liegen diese Zustände bei den kleineren *Pogonatum*-Arten. Die Fig. N zeigt in sehr deutlich ausgesprochener $\frac{3}{8}$ -Divergenz einen ♂ Blütenstand von *P. urnigerum*, dessen Hüllblattstellung sich vom 1. bis zum 22. st. einwandfrei verfolgen läßt.

Je größer der Unterschied zwischen der ursprünglichen Blattfolge am Sproßscheitel und der am Stengel ist, um so auffallender wird sich der durch Torsion bewirkte Wechsel in den Blütenständen äußern.

Können Grundrisse, wie sie diesem Abschnitt auf Tafel 4 beigegeben sind, wesentlich zur Klärung beitragen, soweit Stellungs- und Deckungsverhältnisse der äußeren Blütenteile in Frage kommen, so lassen sie leider viel zu wünschen übrig, sobald die eigentlichen Geschlechtswerkzeuge diagrammatisch zur Anschauung gebracht werden sollen, weil ihre Zahl und Anordnung großen Schwankungen unterliegt. Ist doch schon die Zweizahl in den Blütenständen von *Archidium* und *Webera* im „Antheridien p a r“ keineswegs fest-

stehend; auch wiederholen sich in den Beschreibungen systematischer Werke unbestimmte Angaben, wie „wenige, zahlreiche Antheridien oder Archegonien“ nur zu oft.

Der Entwicklungsgeschichte steht hier noch ein dankbares Feld offen, da sie selbst von den Blütenständen der gut durchforschten Familie der *Mniaceen* noch unbekannt ist. (XI. 1. S. 370.) Alle Laubmoose sind nach Goebel akrandisch oder akrogyn; ihre Blüten, der Anlage nach endständig auf Haupt- oder Nebenachsen, werden später vielfach durch Seitensprosse übergipfelt und damit seitenständig. „Das erste Antheridium geht aus der Scheitelzelle hervor, die folgenden aus den Segmenten.“ Vollzögen sich diese Vorgänge nach den für die Entstehung der Stengelblätter geltenden Regeln, so müßten wir für die Antheridien eine spiralförmige Anordnung annehmen, in welcher die ältesten im äußeren Kreise ständen. Da indessen selbst bei der von Leitgeb als Musterbeispiel benutzten *Fontinalis* „den Antheridien drei verschiedene morphologische Wertstufen zukommen“ (VI), so muß dieserhalb schon auf die Urschrift verwiesen werden.

Noch weniger geklärt als die Stellung der Antheridien ist die der Archegonien in der ♀ Blüte, sobald ihrer, was meistens der Fall ist, mehrere vorhanden sind, wie auch in Zwitterblüten.

Bei einem vergleichenden Blick auf die Diagramme K und N muß es auffallen, daß die Antheridiengruppen bei *Polytrichum* nicht wie bei *Aulacomnium*, in den Achseln der Hüllblätter stehen, sondern außerhalb derselben in 2 bis 3 der Blattspreite angepaßten Reihen. Man hat diese Erscheinung so gedeutet, daß „jede Antheridiengruppe einen kaum irgend in die Länge entwickelten Seitenzweig darstellt, dessen Scheitel sich zur ersten Antheridie entwickelt“, und damit das eigenartige Verhalten der Polytrichaceen „in Übereinstimmung mit dem der übrigen Laubmoose zu bringen versucht, ohne den entwicklungsgeschichtlichen Nachweis der Richtigkeit zu bringen“ (XI. 1.). Welche Entwicklungsmöglichkeiten diesem ersten Antheridium innewohnen, lehren die für die Familie bekannten Durchwachsungen der ♂ Blüte.

5. Tierleben in der Mooswelt.

Schutzvorrichtungen und Anpassungen.

Es gibt unter den einheimischen Laubmoosen einige wenige, z. B. mehrere *Campylopus*-, *Didymodon*- und *Trichostomum*-Arten, deren Sporogone man bis auf den heutigen Tag noch gar nicht kennt; andere, wie *Pachyissidens*, bei denen sie nur von fremdländischen

Pflanzen bekannt sind; wieder andere, wie *Tortella fragilis*, *Amphidium Mougeotii*, bei denen sie so selten vorkommen, daß der glückliche Finder ihren Anblick mit Jubel begrüßt, ihr Standort in systematischen Werken namentlich erwähnt wird; endlich solche, die man jederzeit reichlich fruchtend antreffen kann. Der sterile *Didymodon giganteus* gehört zu den stattlichsten Gestalten des Moosgebiets überhaupt; das genannte *Amphidium* überzieht in ausgedehnten, bis 10 cm hohen Polstern, in denen man umsonst nach einer Kapsel späht, nasse Felswände auf weite Strecken; die gleiche Höhe kann *Ceratodon purpureus* in unfruchtbarem Zustande erreichen; dagegen treten in üppig fruchtenden Rasen dieses Allbewohners, mehr noch in denen mancher *Amblystegien*, die beblätterten Pflanzen unter der Fülle der Seten und Sporogone oft in dem Maße zurück, daß von ihnen nur noch unansehnliche Reste übrig bleiben.

Wenn dem so ist, wenn also die geschlechtliche Generation offenbar zur Erhaltung der Art genügt, der Sporophyt aber entbehrlich ist und, wie manche meinen, nur mehr zu ihrer Auffrischung dient, wozu dann, mit R. H. Francé zu sprechen¹⁾, „der verwickelte, teuer herzustellende, mühsam zu erhaltende Fortpflanzungsapparat?“

Seit Sprengel²⁾ im Jahre 1793 „Das neuentdeckte Geheimnis der Natur in Bau und Befruchtung der Blumen“ veröffentlichte, ist die von diesem genialen Forscher, der nach Sachs „Die Entstehung organischer Formen aus bestimmten Beziehungen zu ihrer Umgebung“ zu erklären versuchte, begründete Blütenbiologie zu einem der anziehendsten Gebiete der Pflanzenkunde geworden. Die von ihm zuerst beobachtete Übertragung des Blütenstaubes durch Tiere, die gegenseitigen Anpassungen und Vorrichtungen zum Zwecke einer erfolgreichen Bestäubung sind inzwischen zu einem Gemeingut aller Gebildeten geworden. Was diese Vorgänge für die offenkblütigen Gewächse bedeuten, das ist für die Sporenpflanzen die durch das Eindringen der Spermatozoiden ins Archegon eingeleitete Befruchtung.

Wohl können die leichten Sporen aus den hochgestielten Streubüchsen der Polytrichaceen verweht, von den als Lockmittel wirkenden, anfliegenden Insekten zur Stütze dienenden Schirmen der

¹⁾ Das Pflanzenleben Deutschlands und seiner Nachbarländer, von R. H. Francé. Stuttgart. 1906. II. S. 469.

²⁾ Christian Conrad Sprengel, geb. 1750, gest. 1816, war Rektor in Spandau. Sein oben genanntes Werk fand so wenig Anklang, daß er nicht einmal ein Freixemplar erhielt; es wurde erst durch Darwin um die Mitte des vorigen Jahrhunderts wieder ans Licht gezogen.

Splachnaceen durch solche Boten weiter getragen werden; kleinere Tiere mögen sich an der Verbreitung der stacheligen oder warzigen Fortpflanzungszellen der *Pottiaceen*, Sumpfvögel an der von Wasser-
moosen beteiligen¹⁾ — Flugvorrichtungen, wie sie Früchte und Samen vieler Blütenpflanzen mit dem Winde zu segeln befähigen, fehlen den Moossporen gänzlich. Noch viel weniger besitzen solche die Samenzellen der Bryophyten; ein auf unmittelbare Beobachtung gestützter Beweis für deren Übertragung auf einem anderen, als dem bekannten Wege ist aber außerordentlich erschwert durch die Kürze ihrer Lebensdauer und mikroskopische Kleinheit²⁾. Indessen liegt die Betätigung der niederen Tierwelt bei dem Befruchtungsvorgang der Laubmoose im Bereiche der größten Wahrscheinlichkeit.

Dem vorhin erwähnten Werk von Francé (s. Fußnote auf S. 197) ist ein schönes Landschaftsbild (I. S. 529) beigegeben, das die häufigsten Laub- und Lebermoose des deutschen Waldes zeigt, dazwischen eine ihre Fühler ausstreckende Weinbergschnecke. Sie soll keinesfalls als schmückendes Beiwerk dienen, das geht aus dem Abschnitt hervor, worin der Verfasser die Rolle der Schnecken im Pflanzenleben behandelt. Anknüpfend an die Forschungsergebnisse von Friedrich Ludwig und Ernst Stahl weist er auf die argen Verwüstungen hin, welche diese Tiere anrichten, aber auch auf die äußerst wirksamen Schutzvorrichtungen der Pflanzen gegen solche Schädlinge; sie bestehen in Säuren, ätherischen Ölen, Bitterstoffen, Raphiden, die im Innern der Zellen oder in Drüsen abgelagert werden, dann in äußeren Abwehrmitteln, wie Haaren, Borsten, Warzen, Kalk- und Kieselpanzern. Die meisten dieser Schutzmittel sind auch bei den Bryophyten nachgewiesen. Durch einen scharfen Stoff verrät sich z. B. die *Madotheca levigata* beim Kauen³⁾, durch den auf flüchtiges Öl zurückzuführenden Geruch beim Zerreiben ein anderes Lebermoos, die *Lophozia bicrenata*⁴⁾. Ätherisches Öl, in den Lebermoosen bis zu 1,6 % vorhanden und hier von Stahl geradezu als Schutzmittel gegen Schnecken bezeichnet, führen auch die *Dicranaceen*; es strotzen davon die Zellen der Blätter, Hauben und inneren Gewebe von *Diphyscium*.

¹⁾ Wenn Darwin in $6\frac{3}{4}$ Unzen Schlamm die Samen von 537 Sumpfpflanzen feststellte, so werden darin sicher auch Sporen einiger Moose gewesen sein.

²⁾ Ein Ausspritzen des Antheridieninhalts hat man bei *Frullania* beobachtet (XI. 1.).

³⁾ Wem viele hierbei nicht der J. von Liebig zugeschriebene Ausspruch ein: „Die Zunge ist das schärfste Reagens?“

⁴⁾ K. Müller, Beitrag zur Kenntnis der äther. Öle der Lebermoose. 1905.

In den Gabelzahnmoosen wurde eine eigentümliche Dicanumberbsäure festgestellt, giftiges Sphagnol in Torfmoosen, *Fontinalis* und andere Hygrophyten. Ebenso wenig fehlen, wenn auch ziemlich harmlos und nicht immer wirksam, äußere auf die Kriechtiere abstoßend wirkende Vorrichtungen, wie sie in den rauhen Kapselstielen von *Buxbaumia* und vielen *Hypnaceen*, in glatten oder papillösen Blatthaaren bei *Racomitrien*, in den brüchigen Blattspitzen von *Dicranum fragilifolium*, *strictum* u. a., in den filzigen Hauben der Widerthonmoose bekannt sind.

Wer die Moose aufmerksam in der freien Natur beobachtet, wird sich bald überzeugen, daß sie von diesen gefräßigen Weichtieren gern besucht und benagt werden, aber auch bestätigen können, daß *F r a n c é* Recht hat mit der Bemerkung, im allgemeinen blieben die Blüten verschont, müßten also wohl kräftig wirkende Abschreckungsmittel besitzen. Die noch grünen, saftigen Moosfrüchte werden von den Schnecken nicht verschmäht; ich sah einmal eine kleine Nachtschnecke auf *Buxbaumia indusiata* beschäftigt, in die fleischige Kapselwand ein tiefes Loch zu fressen, ein andermal einen Fruchtrasen von *Brachythecium velutinum*, dessen Sporogone sämtlich bis auf die Stiele abgeissen waren — wofür leider der Täter nicht ermittelt werden konnte —; bevorzugte Leckerbissen sind aber doch die Gipfelknospen solcher Gattungen, in denen man Zucker, Fette und andere Nährstoffe in größerer Menge nachgewiesen hat, so besonders die der *Mniaceen* und *Bryaceen* mit ihrem hohen Stärkegehalt. In deren Rasen findet man häufig noch die Gehäuse kleiner Schnecken; die Spuren ihrer Gefräßigkeit an Blättern und Blüten konnte ich bei *Mnium stellare* wahrnehmen, wo nur die jüngeren Schopfbblätter und Perigonblätter glatt abgeissen, die oberen, geschwollenen Endzellen der Saftfäden wie mit einer Scheere gestutzt, die kürzeren Antheridien unbeschädigt geblieben waren. An den Fruchtrasen von *Mnium punctatum* hatten sie einen Schmaus veranstaltet durch Beknabbern des vegetativen Teils, dessen oberste Blätter in ihrem weicheren Gewebe völlig abgeraspelt waren (s. Fig. 21 k). Dagegen waren an den Perichätien und Archegonien kaum Beschädigungen wahrzunehmen; im Grunde des tiefen und engen Hüllblatttrichters durch die derben Rippen und Säume geschützt, hatten sie sich den Freßwerkzeugen der Nager unzugänglich erwiesen; die Sporogone waren in ausgezeichneter Entwicklung zahlreich vorhanden, hatten mithin unter dem Eingriff nicht im geringsten gelitten. Bei sterilen Pflanzen von *Mnium undulatum* findet man häufig die Sproßachsen oberhalb der Quirläste abgeissen; hier ist offenbar die Sterilität durch Schädigung der Fruchtanlage zu erklären.

Da sich außer Gehäuseträgern und Nacktschnecken im Moosteppich der Wiesen und Wälder auch Käfer, Ameisen, Grashüpfer, Mücken, Schlupfwespen, Milben und andere kleine Lebewesen in Unmenge tummeln, so werden auch diese, von Spinnen zu schweigen, bei Verbreitung der Spermatozoiden ungewollte Vermittlerdienste verrichten. Ringelwürmer nicht zu vergessen; sie sind nur selten fehlende Gäste in frischen Moosrasen, finden sich auch als Nematodonkolonien, in Knospen eingeschlossen, zwischen den Schopfbältern mancher *Dicranum*-Art, des *D. fuscescens* z. B.; an besonderen Ästen lebt in dicken Gipfelknospen der *Pseudoleskea atrovirens* var. *tenella* der *Tylenchus Davainii* Bast. Den Schnecken fällt aber sicher die Hauptrolle als Überträger zu; denn was uns über die von D e l p i n o beobachtete „Anpassung“ bei Bestäubung der *Rhodea japonica*¹⁾, über „Malakophilie“ bei *Lemna*, *Calla*, *Chrysosplenium* und anderen wasserliebenden Blütenpflanzen berichtet wird, dürfte sich bei planmäßiger Beobachtung dieser Tiere, die gerade bei nassem Wetter — der Vorbedingung für Austritt der Spermamassen — ihre Schlupfwinkel verlassen, mit ihren schleimigen Leibern über die Blütenrasen der hygrophilen Moose hinwegkriechen, die offenen, tellerförmigen Perigone der nährstoffreichen *Mnia*, *Aulacomnia*, der lamellosen *Polytricha* beknabbernd, mutatis mutandis für die Moose nachweisen und als Anpassung deuten lassen. Sicher schleppen sie nach jedem Regen unzählige Spermatozoiden auf ihrem Weidegang von Blüte zu Blüte.

Während man diesen Weichtieren feinere Empfindungen abspricht, traut man dem Volk der kleineren Insekten das Vermögen zu, die bei den Blütenpflanzen als Saftmale gedeuteten Zeichnungen der Blumenblätter, ihre Gerüche und prächtigen Färbungen als Lockmittel zu verstehen; F o r e l nimmt bei Ameisen gar einen dem Menschen abgehenden „topochemischen“ Sinn für zarte Riechstoffe an. Warum sollen wir nicht, als Seitenstücke zu diesen Saftmalen, die in den ♂ Blütenständen der obengenannten Schattenmoose auffallenden, sternförmig ausstrahlenden Rippen-, Falten- und Lamellenbildungen als Wegweiser bezeichnen, die nach Benetzung durch Wassertröpfchen in allen Farben des Regenbogens spielend, auf kleinere Kerbtiere ebenso anziehend wirken werden, wie die Drüsenhaare des Sönnentaus; sie gereichen diesen aber nicht zum Verderben, bieten ihnen vielmehr in dem von den massenhaften Saftfäden abgesonderten Schleim ähnliche Leckerbissen, wie *Phallus*, *Claviceps* und andere Pilze in ihren klebrigen Säften.

¹⁾ Francé I. S. 228.

Geheimnisvoller noch, wie bei den Landmoosen, vollzieht sich die Befruchtung bei den flutenden, zweihäusigen *Cinclidoteen* und *Fontinalaceen*, deren Spermatozoiden dem Spiel der Wellen preisgegeben sind. Auch hier gibt uns ein Vorbild aus dem Reiche der Blütenpflanzen in seinem Bestäubungsvorgange einen beachtenswerten Fingerzeig: die bekannte *Vallisneria spiralis*. Sie erinnert unwillkürlich an die winzig kleinen Glockentierchen, die man häufig an untergetauchten Teilen von Wasserpflanzen antrifft, ohne Rast ihre zarten Stiele in spiraligen Windungen zusammenziehend und streckend. In der Symbiose solcher *Vorticellen* mit wasserbewohnenden Moosen ist die Möglichkeit einer Übertragung der Samenzellen auf die ♀ Blüten geboten, indem die unermüdlichen Cilien Wirbel erzeugen und so den Zufall „korrigieren“.

Unter die klimatischen Anpassungen, deren Aufgabe darin besteht, Störungen der Fortpflanzung durch Witterungseinflüsse, besonders durch Trockenis, vorzubeugen, fällt die Verlegung der Blütezeit in die kältere Jahreshälfte; von den 207 Arten der Grimmeschen Liste blüht der dritte Teil in den Monaten Oktober bis April. Wenn sich im Herbst nach dem Blätterfall die übrige Natur zum langen Winterschlaf rüstet, beginnt in der Mooswelt, die einen solchen in ihrer Allgemeinheit nicht kennt, unter den für sie günstiger gewordenen Lichtverhältnissen¹⁾ ein Sprießen, Blühen und Fruchten — obwohl es auch, z. B. unter *Grimmiaceen* und *Orthotrichaceen* Arten gibt, die man das ganze Jahr hindurch mit Blüten antrifft —, ja, viele erreichen, gegen Kälte gefeit, mitten im Winter ihre höchste Entwicklung. Die glänzenden Flachrasen der *Hookeria* sah ich noch nie so üppig mit reifen Sporogonen bedeckt, wie zur Weihnachtszeit in der Landgrafenschlucht bei Eisenach.

Natürlich tritt auch bei den Moosen eine Entwicklungspause ein, sobald alles Leben unter Schnee und Eis erstarrt; dafür bieten die Torfmoose gute Beispiele. Das *Sphagnum fimbriatum* kann man schon im Herbst mit völlig fertigen ♂ Blütenständen antreffen; sie gehen dann in einen Ruhezustand über und kommen erst zur Geltung, sobald im zeitigen Frühjahr die ♀ Blüten erscheinen; eine dem nordischen Winter angepaßte Proterandria.

Als ökologische Anpassungen sind alle, durch örtliche Einflüsse zustandekommenden Erscheinungen zu bewerten, die einen erhöhten Schutz für die Blüten bedeuten und zum Teil den

¹⁾ Sachs nimmt besondere blütenbildende Stoffe an, die in den Laubblättern erzeugt werden, und zwar unter dem Einfluß des Lichtes (XI. I. S. 209) und Goebel bemerkt dazu, daß zur Blütenbildung eine höhere Lichtintensivität erforderlich ist, als zur Bildung der Vegetationsorgane.

Habitus bestimmen. Dazu gehören jene xerophilen Einrichtungen, wie sie Bewohnern trockner Heiden, besonnener Wege und Felsen eigen sind, in den am meisten gefährdeten ♀ Blüten besonders auffallend als oft zu Schöpfen vereinigte Haar- und Wimperbildungen, wodurch sich *Hedwigia*, *Grimmii* und *Rhacomitrien* auszeichnen; ferner häutige, aus abgestorbenen Zellen gewebte Blattflächen und Säume der Perichätialblätter, z. B. bei *Grimmia tergestina*, *Bryum argenteum*, den *Polytrichaceen*. An stark besonnten Klippen wappnen sich Mohrenmoose und Grimmiaceen mit Blättern, deren Zellen außer derben, buchtigen Innenwänden auf der Außenseite große Warzen tragen, die auf den Hüllblättern besonders stark entwickelt sind (Fig. 6 r, s). Derartige xerophytische Gewebe bewahren sich ihre Quellungsfähigkeit, auch wenn ihre Zellen infolge dauernder Bestrahlung absterben, eine für Blütenteile sehr wertvolle Eigenschaft. In schroffem Gegensatz dazu finden wir zartwandige Blattnetze bei den der Blatthaare, Papillen usw. entbehrenden Schattenmoosen (Fig. 29 b, c, m). Arten, die sich an zeitweise trocken liegenden Standorten durch Wassersäcke in Form von Flügelzellen schützen, fehlen diese in den Blütenknospen, so bei *Amblystegium filicinum* (Fig. 31 g, h), wo dichter Zusammenschluß und enge Längsfalten schon einen genügenden Schutz bieten. Eine förmliche Isoliervorrichtung gegen das Vertrocknen bilden die spiralg den Fuß der Seta umwickelnden Perichätialblätter von *Dichelyma*.

Den xerophilen Formen unsrer Breiten verdanken viele Felsformationen ihr buntes Mooskleid; welch' unbegrenzten Entwicklungsmöglichkeiten sich ihre Anpassungsfähigkeit im hohen Norden öffnet, zeigen u. a. zwei Landschaftsbilder in Aug. Hesselbos Schrift über die Bryophyten von Island: unüberschbare Felder von *Rhacomitrium canescens* und *lanuginosum*!

Färbungen, als Schutz gegen zu starke Belichtung schon dadurch gekennzeichnet, daß sie im Winter verblassen, im Sommer an Tiefe zunehmen, schaffen sich die Bewohner von Felsen und Mooren durch Einlagerung von Pigmenten in den Geweben der Stamm- und Hüllblätter. Wir kennen sie von den schwarzglänzenden Polstern der *Andreaeaceen* und *Grimmiaceen*, dem kupferfarbig gleißenden *Bryum alpinum* und *Mühlenbeckii*, dem rotschimmernden *Didymodon rubellus*, in größter Mannigfaltigkeit von den in allen Farbtönen spielenden Sphagnaceen der Hochmoore, für Systematiker ein Anlaß zur Aufstellung zahlreicher Farbenvarietäten. Die ♂ Blütenkätzchen tun sich darin noch besonders hervor und erleichtern dadurch ihr Auffinden. —

Nach diesen allgemeinen Betrachtungen gehen wir zur Besprechung einzelner Beispiele über.

1. *Sphagnum fimbriatum* Wils.

Die Blütenverhältnisse der Torfmoose sind so wenig beständig, daß selbst **W a r n s t o r f** bekennt: „Das Konstatieren ihres wirklichen Blütenstandes sei oft ganz unmöglich“ (VIII, S. 18). Zudem ist die Verteilung der Geschlechter sehr ungünstig; findet man doch

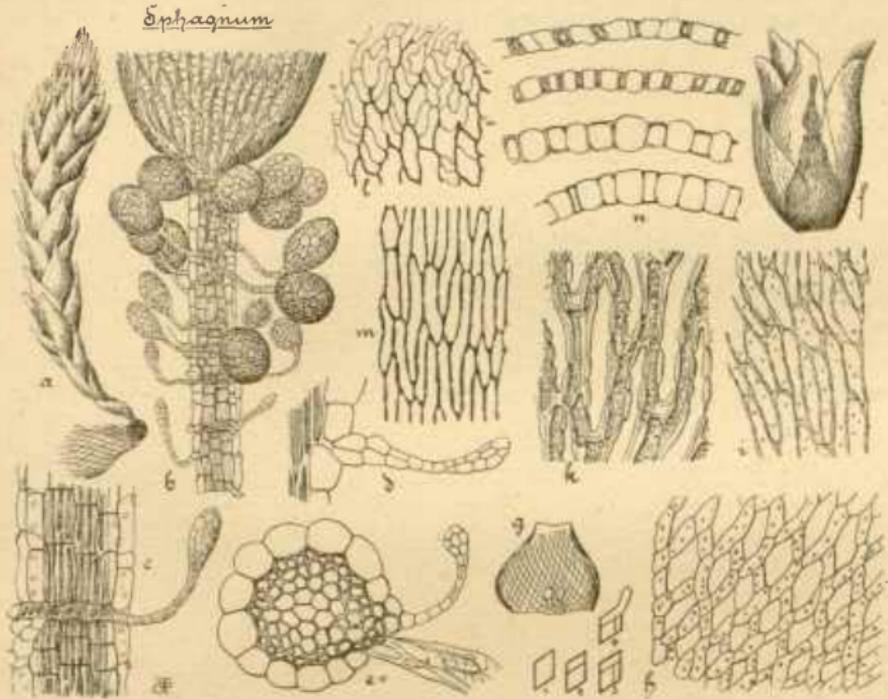


Abb. 5. *Sphagnum fimbriatum*.

a ♂ Blütenkätzchen 7,5/1. *b* Stück davon nach Entfernung der Stützblätter 45/1. *c* Stengelstück mit jungem Antheridium, *d* dessen Außenrinde mit Antheridium im optischen Längsschnitt, *e* Querschnitt durch die Spindel mit Antheridium und Blattgrund 120/1. *f* ♀ Blütenstand 30/1. Archegon, Perigyn und Pseudopodium schimmern durch die Hüllblätter hindurch. *g* inneres Archegonium 70/1. *h* dessen Flügelzellen 225/1, daneben Schema der Triadenbildung. *i* Grund eines äußeren Hüllblattes 225/1. *k* eines gleichen, älteren 300/1. *l* Zellnetz der Spitze, *m* der Mitte eines älteren Perichätialblattes, *n* Querschnitte durch ein solches von der Spitze bis zum Grunde. *l* 45/1. *m* 150/1. *n* 225/1.

unter den vierzig von **L i m p r i c h t** beschriebenen Arten nur acht einhäusige, die übrigen $\frac{4}{5}$ sind zweihäusig, wachsen in getrennten Rasen und werden aus diesem Grunde nur selten in fruchtendem Zustande angetroffen. Das in Thüringen nicht häufige *Sphagnum fimbriatum* ist in der Regel einhäusig, kommt aber auch in rein ♂ Pflanzen vor und muß als polyöcisch bezeichnet werden, da man bisweilen an fruchtenden Stämmchen vergeblich nach ♂ Ästen

sucht. Es gedeiht bei Eisenach in lockeren, bis 25 cm tiefen Polstern der var. *tenuis* Grav., wurde hier auch mit Sporogonen gesammelt und in lebendem Zustande zur Beobachtung benutzt.

Die Pflanze ist proterandrisch. Ihre Blütezeit fällt in den Vorfrühling, doch wurden schon Mitte September zahlreiche ♂ Blütenkätzchen festgestellt; ältere, entleerte Kapseln lagen spärlich in den hellgrünen Rasen. Im Gipfelschopf, worin sich auch bei dieser schwächtigen Varietät bis zu dreißig kurze Sprosse dicht aneinander drängen, wie am Grunde der zu drei bis vier vom Stengel ausgehenden oberen Büschelzweige, mit diesen und dem nächsten Stammlatte beim Abziehen gewöhnlich im Zusammenhang bleibend, sitzen die ♂ Blütenstände als stielrunde, leicht aufwärts gekrümmte, keulenförmige Äste von 3 bis 5 mm Länge und bräunlicher Farbe (Fig. a). Ihre 0,18 bis 0,25 mm dicke Spindel ist, zum Unterschied von der zwei- bis dreischichtigen Stengelrinde, mit einer, aus einer einzigen Schicht quadratischer bis länglich hexagonaler Zellen gebildeten Epidermis bedeckt, darunter viele in Retortenform mit einer runden Öffnung am oberen, nur wenig abstehenden Ende (Fig. b, c). Auf einem Querschnitt (Fig. e) erscheinen sie als „spongiöse Außenrinde“ in zwölf Reihen mit stark vorgewölbten Außenwänden, zwei- bis viermal breiter als die viel kleineren, derbwandigen, polygonalen Zellen des scharf abgesetzten Holzkörpers. Die Radialwände sind porös.

Während die Stammlätter der Torfmoose nach der $\frac{2}{5}$ -Stellung rechts- oder linksläufig angeordnet sind, bei den Büschelästen, zumal bei den herabhängenden, streckenweise $\frac{1}{3}$ -, $\frac{3}{8}$ -, $\frac{5}{13}$ - und $\frac{8}{21}$ -Divergenz vorkommt¹⁾, zeichnen sich ihre ♂ Gametangienstände durch schöne, regelmäßige Gerad- oder Schrägzeilen mit dicht dachiger Deckung nach $\frac{2}{5}$ aus. Bei der vorliegenden Art stehen die sehr hohlen, eiförmigen, rasch zugespitzten Deckblättchen in deutlich fünfzeiligen Parastichen; sie sind etwas kleiner, als die 1,5 mm langen Blätter der abstehenden Äste und gleich diesen in ihren Hyalinzellen mit vielen Ringfasern, an der Innenfläche mit großen Löchern, an der Außenseite mit halbmondförmigen Kommissuralporen ausgestattet.

Die in der Höhlung der Tragblätter verborgenen Antheridien — nur bei *Sph. rigidum* und *Lindbergii* sind sie infolge einer Achsenstreckung sichtbar¹⁾ — entstehen einzeln an deren Grund, und zwar seitlich, „am anodischen Rande“, gleich diesen die Außenwand durchbrechend (Fig. c, d, e); bald als einreihiger, bald als am ko-

¹⁾ Vgl. Lürssen, Handbuch der systematischen Botanik I. 1879.

nischen Grunde doppelschichtiger Zellfaden, der sich am oberen Ende mittels zweischneidiger Scheitelzelle (Fig. *b*, rechts und links unten) weiter entwickelt. Dies geschieht sehr ungleichmäßig und in basipetaler Folge; zur Zeit der ersten Untersuchung, im September, wurden im unteren Teil der Blütenkätzchen die jüngsten, im oberen die am weitesten vorgeschrittenen Zustände angetroffen; sieben Wochen später, Ende Oktober, befanden sich sämtliche Antheridien in gleicher, abgeschlossener Entwicklung, als zwar noch grüne, doch völlig ausgewachsene, kugelförmige, langgestielte Gebilde, deren in einzelnen Blütenkätzchen vierzig, in anderen über fünfzig gezählt wurden. Sie verharrten in diesem der Reife nahen Zustande, ohne sich zu verändern, bis über den Jahresschluß hinaus, ließen aber unter dem Deckglase beim leisesten Druck die Spermatozoiden austreten und deren lebhaftige Bewegungen im Wassertropfen verfolgen. Der Öffnungsvorgang fand in der den Torfmoosen eigentümlichen Weise, durch Aufreißen in vier unregelmäßigen Lappen mit sich nach außen rollenden Rändern statt, wie es in Abb. 1 Fig. *c* dargestellt ist. Mitte März waren sämtliche Antheridien entleert.

Viel später als diese beginnen die Archegonien ihren Entwicklungsgang. Im vorliegenden Fall wurden die ersten Anlagen Ende Dezember im Schopf zwischen den Gipfelsprossen entdeckt. Im Grunde eines blattreichen, meist etwas gekrümmten, nach oben verschmälerten Hüllkelchs von 1 bis 1,5 mm Länge (Fig. *f*) verborgen, schimmert durch dessen zarte Blätter die ♀ Blüte durch: das Perigyn als engmündiger, fast kugliger, winziger Becher mit geschweiftem Rand, aus sechs bis acht verkehrt-herzförmigen (Fig. *g*) bis halbkreisrunden, mikroskopisch kleinen Blättchen bestehend, umgibt ein einziges, plump geformtes Archegon, das mit dem Bauch und dem zehn bis zwölf Stockwerke hohen, nach oben keulig verdickten Halse den Blütenbecher überragt, mit seinem knolligen Fuße, dem späteren Pseudopodium, haustorienartig ins Stengelgewebe eindringt und sich nicht unversehrt aus der Vaginula herauslösen läßt. An Stelle der Paraphysen sind kurze, zwei- bis dreizellige Keulenhärchen in geringer Zahl vorhanden.

Die innersten, schuppenförmigen Perigynialblättchen befinden sich zu dieser Zeit noch ganz in meristematischem Zustande; sie erscheinen bei schwacher Vergrößerung aus rautenförmigen Zellen gewebt, deren Wände als regelmäßige, sich kreuzende Linien verlaufen; sie eignen sich wegen dieser Beschaffenheit vorzüglich dazu, das eigenartige Gewebe des Sphagnumblattes in seiner Entstehung zu verfolgen und in seinem fertigen Bau zu begreifen.

Aus dem Schema *g* 1—4 ist die Reihenfolge, in der sich antikline und perikline Teilungswände einsetzen, und damit die Art und Weise ersichtlich, wie aus einer rhombischen Zelle eine Trias, die Verbindung einer Raute mit zwei in T-Form aneinandergefügten, schmälere Zellen hervorgeht. Aus lauter solchen, mehr oder weniger deutlichen Triaden besteht das in *h* abgebildete Zellnetz; es erweist sich durch seine schräg nach rechts, dem Rande zu aufsteigenden Querbalken des T als zur rechtsseitigen Blatthälfte gehörig; in entgegengesetzter Richtung, schräg nach links aufsteigend, fügen sich die Querbalken in der linken Blattseite aneinander, werden also ein Spiegelbild von *h* ergeben, in der Blattmitte aber symmetrische Übergangsformen zwischen beiden zu finden sein. Wir erkennen sofort in den rhomboidischen leeren Maschen die späteren Hyalinzellen, in den chlorophyllhaltigen T-Formen die grünen Assimilationszellen; beim weiteren Wachstum geht die geometrische Regelmäßigkeit mehr oder weniger verloren. Schon in den äußeren Perigynialblättern und in den inneren Blättern der Außenhülle haben sich die basalen Zellen zu schmal rhomboidischen Maschen umgeformt (Fig. *i*), die kaum noch an das Sphagnumblattnetz erinnern; sie sind alle von gleicher Art, wenig verbogen und enthalten nur je zwei bis drei Chlorophyllkörner. Noch weiter geht, besonders in der Tüpfelbildung, das Netz in den zu unterst stehenden Blättern der äußeren Hülle (Fig. *k*).

Das fertige Perichätium, über welches sich die Kapsel auf dem Pseudopodium heraushebt, besteht aus etwa zwanzig locker gestellten Blättern, die unteren sehr klein, die oberen 2,5 bis 3,0 mm, also dreimal so lang als die Stengelblätter, sind zungenförmig, an der abgerundeten, faltig zusammengezogenen Spitze ganzrandig, entweder seicht ausgebuchtet oder kurz eingerissen. Das Blattnetz hat sich in der Weise entwickelt, daß es am Grunde im wesentlichen dem Bilde der Fig. *i* entspricht; am Rande geht es in linealische Formen über. Die Differenzierung beginnt erst oberhalb der Blattmitte, doch sind Chlorophyll- und Hyalinzellen hier noch gleichbreit. Erst im Spitzenteil ist die durch Umriß, Größe und Inhalt gekennzeichnete Eigenart beider erreicht und gibt sich nun als eine Wiederholung des Zellnetzes der Stengelblätter durch die häufige Fächerung der leeren Maschen zu erkennen (Fig. *l*). Wie die → anzeigen, endigen auch hier die grünen, derben Zellen nahe dem oberen Blattrande plötzlich und verschmelzen mit den zarten Teilungswänden, indem sie so eine Auflösung des Gewebes in zahlreiche Fasern vorbereiten; eine solche findet aber nicht oder doch nicht in dem Maße statt, wie in den Stengelblättern, der Rand der Perichätialblätter bleibt

im großen Ganzen unversehrt. Querschnitte durch ihren Spitzenteil zeigen die breiteren, leeren, septierten Zellen im Wechsel mit den dickwandigen, beiderseits freiliegenden Chlorophyllzellen (Fig. n), abwärts schwindet die Verschiedenheit nach und nach und zeigt schließlich, den Flächenbildern *i* und *m* gemäß, sämtliche Maschen nahezu in gleicher Beschaffenheit.

2. *Andreaea*.

Die Mohrenmoose bieten in der Anordnung der Blüten, in den äußeren Formen und dem inneren Bau ihrer Hüllblätter, ja sogar in deren Entstehungsweise Anhaltspunkte, die der Systematik als wertvolle Unterscheidungsmerkmale dienen; sie sondern sich danach in zwei deutlich abgegrenzte, nach Zahl der Arten ungleiche Gruppen. In der Verteilung der Geschlechter bilden unter den im mitteleuropäischen Florengebiet heimischen die einhäusigen die überwiegende Mehrheit; ihnen steht als einzige zweihäusige die *Andreaea nivalis* der Alpen mit in eigenen Rasen wachsenden ♂ Pflanzen gegenüber. Mit dieser Einteilung fällt die auf Gestalt und Größe der Perichätialblätter begründete Aufstellung der beiden L i n d b e r g schen Untergattungen *Euandreaea* und *Chasmocalyx* zusammen, was Limpricht durch eine Reihe guter Abbildungen klar zur Anschauung gebracht hat. Die mit der Entwicklung der Stamm- und Blütenblätter zusammenhängenden Vorgänge endlich, sowie das Vorhandensein oder Fehlen einer Blattrippe geben wiederum Unterlagen zur Gruppenbildung.

An zweien unserer häufigeren Arten, der *A. Rothii* und der *A. petrophila* lassen sich diese Erscheinungen ausgezeichnet verfolgen.

Andreaea Rothii Web. et Mohr. Die an den Porphyrklippen der Hohen Möst im Thüringer Walde, 890 m ü. M., in ausgedehnten, schwärzlichen Polstern wachsende var. *falcata* Lindb. diente zur Untersuchung. Kapseln waren im Juni 1917 nur spärlich vorhanden. Die gipfelständigen, sonst in der Regel auf besondere Sprosse verteilten Blüten beiderlei Geschlechts finden sich hier oft an derselben Scheinachse. Die ♂ stehen als winzige, höchstens 0,75 mm lange Knöspchen zwischen den viel größeren, nach $\frac{3}{8}$ -Stellung geordneten Schopfbältern, haben nur zwei bis drei eiförmige, sehr hohle, stumpflich zugespitzte Hüllblätter, die sieben bis neun schmal ovale Antheridien und etwa ebensoviel etwas längere Saftfäden umschließen, welche, aus einer einfachen Zellenreihe aufsteigend, sich vielfach streckenweise zu mehrreihigen Bän-

dem verbreitern (Abb. 1 G). Die Antheridienschläuche sind 0,37 mm lang, 0,08 bis 0,11 mm dick und aus äußerst kleinen, zarten Zellen gebildet, deren man 25 bis 30 Stockwerke zählen kann; sie stehen auf einem 0,06 mm langen, zweizellreihigen, am Grunde kegelförmigen Stiel und öffnen sich, in Ermangelung einer besonderen Kuppe,

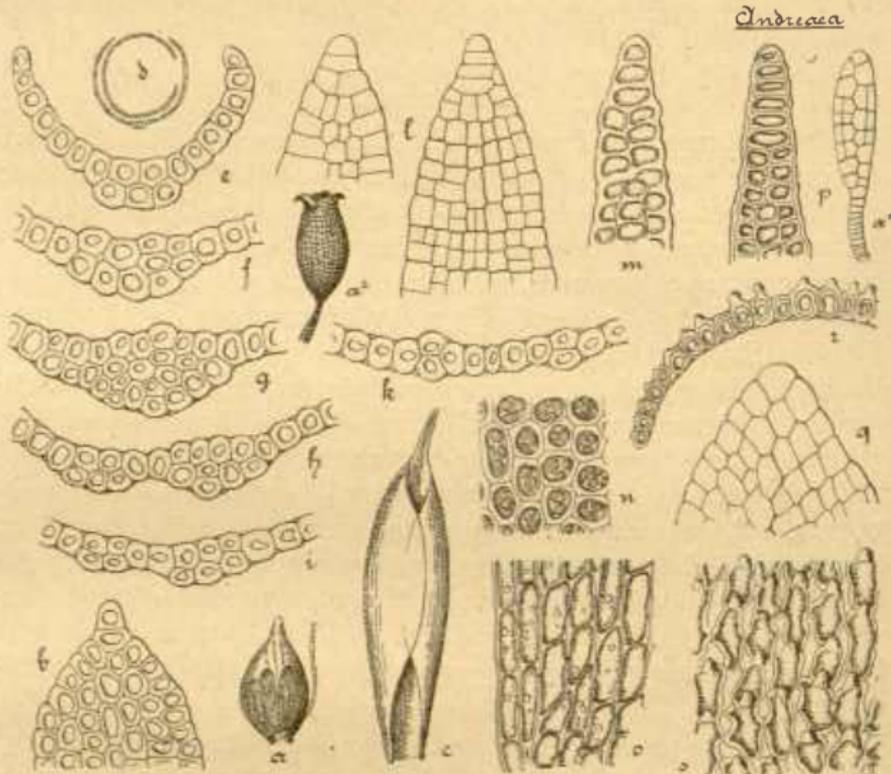


Abb. 6. *Andreaea*. a—p *A. Rothii*, q—s *A. petrophila*.

a Perigonblatt mit Antheridien. a¹ junges, a² altes, entleertes A. von *A. Blyttii*. a¹ 150/1. a² 45/1. b Spitze von a. Innenseite 300/1. c mittleres Perichätialblatt 20/1. d innere Perichätialblätter. Querschnitt 30/1. e—k Querschnitte durch äußere Perichätialblätter von der Spitze abwärts bis zum Grunde 225/1. l Perichätialblattanlagen 300/1. m Spitze einer nur wenig älteren Anlage als l. Unterseite 300/1. n Zellnetz der Mitte, o des Grundes von c. 300/1. p Spitze eines Schopfblattes 300/1. q Anlage eines Perichätialblattes 300/1. r Querschnitt durch ein fertiges Perichätialblatt 200/1. s Zellnetz aus dessen Mitte 300/1.

zur Reifezeit in kreuzförmig verlaufenden Rissen, erinnern darin also an die Torfmoose, doch rollen sich die vier Lappen nicht in dem Maße nach außen, wie dort. (Fig. 6 a².) Über die Ausdehnung des Stieles im allgemeinen lauten die Angaben verschieden. Als „auffällig lang, aus 2 Reihen niedriger Zellplatten bestehend“ bezeichnet ihn Rühl and; dieser Beschreibung entsprechende Abbildungen einer nicht genannten Art gibt Leitgeb (VI. Fig. 129

J K), während *Limpricht* von „kurzen Stielen“ spricht und solch einen auch in *Fig. 16 (V)* abbildet; sie stimmt mit unserer *Fig. 1 G* gut überein. Es empfiehlt sich, derartige Gebilde nur in bestimmten Zahlen oder in den Verhältnissen ihrer Teile zum Ganzen zu beschreiben. So ist z. B. bei der nordischen *A. Blyttii* der Stiel 12 bis 16 Stockwerke hoch, 0,12 mm lang, der Schlauch 0,37 mm, also dreimal so lang. Bei unserer *A. Rothii* wird der Stiel aus 8 bis 9 flachen Zellen gebildet, ist 0,06 mm, der Schlauch 0,37 mm, sechsmal so lang und bei *A. alpina* wurden 12 bis 15 Stielzellen gezählt, die zusammen 0,06 bis 0,12 mm maßen, $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{3}$ des 0,37 bis 0,43 mm langen, 0,16 mm dicken Schlauches. *Andreaea frigida* zeigt einen 7 bis 8 Zellen langen Stiel und das *Leitgeb*sche Bild deren 15, Schlauch und Stiel aber von gleicher Länge.

Das im Mittelfelde aus länglich rechteckigen, eine Rippe vertretenden Maschen gewebte Zellnetz der Perigonblätter geht gegen die Ränder in rhomboidische Formen über; die Spitze weist rundliche auf und hier trägt jede Zelle am oberen Ende auf der Außenseite eine grobe, vorwärtsgerichtete Papille.

Das Perichätium der *A. Rothii* besteht aus drei 2 mm langen, nahezu gleichgroßen, breit eiförmigen, rasch kurz und stumpf zugespitzten Blättern (*Fig. e*), die scheidig übereinander gewickelt, ausgebreitet bis 1 mm messen. Das innerste wird von einer zarten Rippe durchzogen, die auch ganz fehlen kann; in den äußeren nimmt sie an Breite und Dicke zu, ist hier in der Blattmitte am stärksten, um sich abwärts, immer dünner werdend, in 1—2—3 schmale Wülste aufzulösen, die sich im durchfallenden Licht als dunklere Streifen abheben. Das aus sehr derbwandigen Maschen gewebte Zellnetz zeigt im mittleren Teil des Blattes (*Fig. n*) ovale bis kreisrunde, in der Spitze fast bis zum Verschwinden verkleinerte Lumina, gegen den Grund nehmen sie rechteckige Formen an, mit stärker verdickten Längswänden, die sich weit hinauf zu gleichlaufenden Reihen fügen; im körnigen Inhalt glänzt Öl in lichtbrechenden Tropfen.

Auf Querschnitten durch das Perichätium erweisen sich die scheidig einander umfassenden Blätter (*Fig. d—k*) als einschichtige Spreiten, deren Rippe man in ihren Entwicklungsstufen von der Spitze bis zum Grunde verfolgen kann. Sie ist durchweg aus gleichartigen Zellen gebaut, beginnt mit 2 Bauch- und 3 Rückenzellen, verbreitert und verdickt sich nach und nach bis auf 8 obere und 10 untere, die mit zahlreichen Innenzellen einen vierschichtigen, plankonvexen Mittelnerv ergeben, um sich allmählich in 2 bis 3 Leisten zu teilen, die am untersten Grunde nur noch als doppelschichtige Einzelzellen, die vorhin erwähnten Streifen, erscheinen. In den

äußeren Blättern sind die Zellen des Randes nahe der Spitze und neben der hier bikonvexen Rippe doppelschichtig und vermitteln damit den Übergang zu den Stamtblättern, deren Pfriemenspitze ganz von der Rippe ausgefüllt wird. Die Außenwände der ganzen Lamina sind stark verdickt, doch weder papillös noch mamillös.

Der Werdegang des Blattes von *Andreaea* vollzieht sich, wie zuerst Berggren beobachtet und später andere bestätigt haben (VI, S. 174 u. figd.), in zweierlei Weise. Bei den Arten mit rippenlosen Stamtblättern wird er genau so, wie bei den übrigen Laubmoosen, durch eine zweiseidige Scheitelzelle bestimmt, bei den Arten, deren Blätter sich einer Mittelrippe erfreuen, gehen sie abweichend davon aus einer einschneidigen Endzelle hervor.

Um den Nachweis zu führen, ob und inwieweit diese Regel für die Hüllblätter der ♂ und ♀ Blüte gilt, wurde zunächst die mit Blattrippe ausgestattete *A. Rothii* untersucht. Pflanzen von der Hohen Möst zeigten an dem von den Schopfbältern befreiten Vegetationsscheitel neben jungen Archegonien die Perigynialblätter in verschiedenen Entwicklungsstufen; zwei der jüngsten sind in Fig. 1 abgebildet, woraus die Teilung der Scheitelzelle in der Querrichtung und die weitere Zerlegung der Tochterzellen durch rechtwinklig eingesetzte, antikline und perikline Wände deutlich zu ersehen ist. In der Spitze einer etwas älteren, bereits derbwandigen Anlage ist diese Richtung noch ebenso gut erkennbar, wie in der zum Vergleich daneben gestellten Spitze eines Stamtblattes (Fig. m, p). Daß die Hüllblätter der ♂ Blüte sich dem gleichen Gesetz unterordnen, sich ebenfalls aus einer einschneidigen Scheitelzelle entwickeln, bestätigt die in Fig. b dargestellte Spitze eines Perigonblattes.

Anders Entstehung und Wachstum der rippenlosen Perichätialblätter von *A. petrophila*; sie wurden an lebenden Pflanzen vom Eisenacher Standort verfolgt, und das Ergebnis war: die jüngsten, noch völlig embryonalen Blattanlagen der ♀ Blüte wachsen mit zweiseidiger Scheitelzelle, die in bekannter Weise, mittels schräg, im spitzen Winkel zur Mittellinie gestellter Wände ihre Segmente nach zwei Seiten abspaltet (Fig. q). In nur wenig weiter entwickelten Blättchen hat sie ihre Tätigkeit eingestellt, die Außenwand verdickt und im unteren Blattabschnitt nehmen nun die Teilungen ihren Fortgang, wobei sich die Zellreihen zunehmend rechtwinklig zur Längsachse stellen, so daß das fertige Gewebe aus mehr oder weniger rechteckigen Maschen besteht. Teilungen der Endzelle in der Querrichtung konnten aber niemals wahrgenommen werden, obwohl die Pflanze zu verschiedenen Jahreszeiten wiederholt untersucht wurde; es kommen indes nach C. Müller (VI. a. a. O.) beide Tei-

lungsarten bei *A. petrophila* vor und Goebel (XI) spricht von Blättern, die zuerst eine zweischneidige Scheitelzelle besitzen, dann aber zu einfacher Antiklinen- und Periklinenfächerung übergehen, wie sie bei *A. rupestris* von Anfang an auftritt. Im Flächenbilde des fertigen Blattnetzes unterscheidet sich *Andreaea petrophila* von dem der *A. Rothii* durch stark verdickte, reich getüpfelte und dadurch buchtige Zellen mit rückenseitig großen Papillen (vgl. die Figg. *s* und *n, o*).

Wie notwendig in kritischen Fällen die Beifügung des Autornamens zur Verhütung von Mißverständnissen sein kann, dafür bietet *Andreaea* ein schlagendes Beispiel. In dem die besprochenen Verhältnisse behandelnden Abschnitt des Engler-Prantl'schen Werkes ist kurz nacheinander von *Andreaea rupestris*, *A. petrophila* — ohne Nennung des Autors — und *A. alpina* Hedw. die Rede. Wer nicht gerade in der Synonymik gut bewandert ist, muß dabei an drei Arten denken, während doch (nach Limpricht)

Andreaea rupestris Hedw. sowohl, als

A. alpina Hedw. gleichbedeutend ist mit *A. petrophila* Ehrh.,

A. rupestris Roth aber = *A. Rothii* Web. et Mohr.

Dagegen sind *A. alpina* Hedw. und *A. alpina* Turner zwei ganz verschiedene Pflanzen. Die Gegenüberstellung von *A. petrophila* Ehrh. und *A. alpina* Hedw. in der Erklärung zu Fig. 94 muß also verwirrend wirken, während die Fig. *G, H, J* in Übereinstimmung mit der Beschreibung darstellen, wie bei *A. petrophila* das Wachstum mittels ein- und zweischneidiger Scheitelzelle nebeneinander zu beobachten ist.

Diese für letztgenannte Art nachgewiesene Unbeständigkeit findet sich auch sonst im Formenkreise der Gattung, wie aus folgenden Angaben hervorgeht, die sich auf Untersuchungen nordischer und alpiner Funde stützen, von denen Herbarproben aus der Hand Geheeb's (leg. Zetterstedt, Jörgensen) und in Norwegen von mir selbst gesammelte zur Untersuchung benutzt wurden.

a) Rippenlose Arten.

Andreaea alpina Turner. Wachstum nur mittels einschneidiger Scheitelzelle durch Querteilungen beobachtet.

A. sparsifolia Zett., *A. alpestris* Schimp., *A. obovata* Thed. zeigten in den Perichätialblättern nur zweischneidige Scheitelzellen und schief gestellte Teilungswände.

b) Arten mit Blattrippe.

A. Huntii Limpr. und *A. Blythii* Sch. weisen in Perigon- und Perichätialblättern durch quergeteilte Endzellen entschieden auf die einschneidige Scheitelzelle hin. Bei

A. frigida Hüb. wurde in ♂ Blüten eine zweischneidige Endzelle und schräge Segmentwände festgestellt, wogegen

A. nivalis Hook. anscheinend beide Wachstumsarten kennt

Die von den Mohrenmoosen jedem Sammler bekannte Tatsache, daß an gewissen Standorten nur sterile, unweit davon reich fruchtende Rasen angetroffen werden, ist auf ökologische Gründe zurückzuführen. Alle Arten dieser, in der Gestalt der Antheridien und ihrer Öffnungsweise zu den Torfmoosen, in dem klappig aufspringenden Sporogon zu den Lebermoosen eine Brücke bauenden Familie sind in ihrem Anpassungsvermögen auf längere Trockenzeiten eingestellt — nimmt doch die Entwicklung der Kapsel 18 bis 20 Monate in Anspruch —, während sie, dauernd feucht gehalten, bald zugrunde gehen.

3. *Archidium*.

Bridels „Urmoos“, von ihm als die niederste aller Moosgattungen betrachtet, von Karl Müller an die Spitze der Faulfrüchtler gestellt, von Limpricht zu einer eigenen Ordnung erhoben, gehört nach seinem Entwicklungsgange, nach der äußeren Gestalt und den Ausmaßen der einzelnen Organe zu den ungewöhnlichsten Erscheinungen der Mooswelt. So ein typischer Fruchtsproß von *Archidium phascoides* Brid. mißt nur 2 mm, trägt einen Blatterschopf von 3 mm und, von ihm verhüllt, ein kugeliges Sporogon von 0,5 mm Dicke: Verhältnisse, die bei der Winzigkeit des ganzen Gebildes erst auffallen, wenn man es mit Vertretern höher stehender Gattungen vergleicht. Denken wir es uns 200 mal vorgrößert, so sehen wir vor uns ein Gewächs in einer bei *Polytrichum commune* z. B. keineswegs seltenen Stammhöhe von 40 cm, gekrönt von einem 60 cm langen Perichätium, das eine Kapsel von 10 cm Durchmesser birgt; locker beblätterte Erneuerungssprosse würden die Pflanze um weitere 160 cm verlängern.

Die Blüten verteilen sich derart, daß die der Anlage nach endständigen ♂ später pseudolateral zwischen den Perichätialblättern stehen, daneben kommen auch Zwitter vor. Bei Rheine in Westfalen gesammelte Rasen sind monöcisch; drei oder wenig mehr bleiche, 5 bis 6 Stockwerke hohe Antheridien nebst einzelnen Saftfäden findet man, von einem zarten, 0,5 mm langen, fast rippen-

losen Perigonblättchen gedeckt, beim Loslösen der Perichätialblätter am Grunde der oberen (Abb. a; vgl. auch das Diagramm Abb. 4 D). Auch die ♀ Blüte enthält bisweilen nur 2 Archegonien und wenige Paraphysen; ihre Hüllblätter sind nur 1,0 bis 1,5 mm, also kaum halb so lang, als später in ausgewachsenem Zustande.

Gleich den Stammbältern sind die Perichätialblätter durchweg einschichtig, ihre Zellwände im oberen Teil derb und fast mamillös

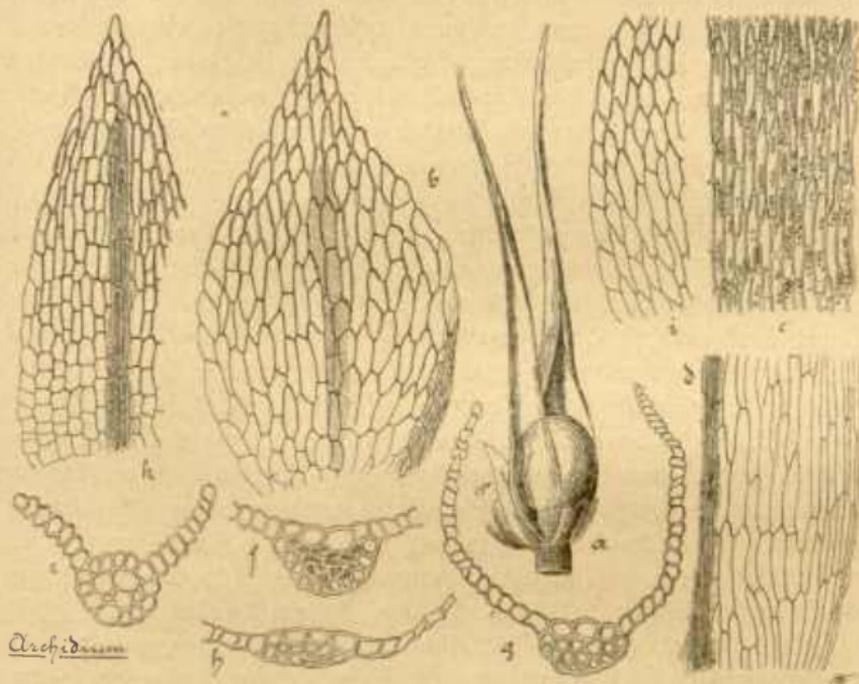


Abb. 7. *Archidium phascoides*.

a Fruchtstaud mit 2 inneren Perichätialblättern und ♂ Blüte 30/1. b Perigonblatt von a 150/1. c, d Zellnetz der Mitte und des Grundes eines inneren Perichätialblattes 150/1. e—h Querschnitte eines solchen von der Spitze bis zum Grunde 200/1. i Zellnetz des oberen Randes eines Perigynialblattes 150/1. k Zellnetz eines unteren Stengelblattes 150/1.

vorgewölbt; im Scheidenteil werden die Maschen gegen den Saum nach und nach kleiner, ihre Wände sehr zart und stark verbogen (Abb. g, h). Im inneren Bau der Rippe stimmen sie mit der der Stammbältern insofern überein, als diese aus derbwandigen, annähernd gleichgroßen Zellen besteht; der bikonvexe Querschnitt (Fig. e) zeigt zwei mediane Deuter, weiter abwärts vier basale Deuter, 8 bis 12 lockere Rückenzellen — gegen 5 bis 7 in den Stengelblättern — und eine Gruppe von kleinen Innenzellen mit sternförmigem Lumen. Einmal wurde eine Doppelrippe beobachtet.

Von grundlegender Bedeutung ist im vorliegenden Falle für uns die Struktur des Blattnetzes; sie weist bei diesem, auf der untersten Stufe stehen gebliebenen Moose schon eine Differenzierung auf, die für alle höher entwickelten als Vorbild gelten darf. So oft wir weiterhin Stengelblätter, Perigonblätter oder Perichätialblätter vergleichend betrachten: stets werden wir mehr oder weniger an die bei *Archidium* festgestellten Grundformen erinnert. Das in Fig. *k* abgebildete Blatt, dem unteren Teil eines fruchtenden Stengels entnommen, trägt in seiner ganzen Ausdehnung ein typisch parenchymatisches Gefüge aus derbwandigen, kurz rechteckigen, am Grunde quadratischen bis gleichseitig-sechseckigen Maschen; von gleicher Art sind die 0,8 mm langen Blättchen der sterilen Sprosse, deren Rippe am Grunde etwa $\frac{1}{4}$ der hier beiderseits nur acht Zellen breiten Spreite ausfüllt.

In schroffem Gegensatz dazu sind die inneren Perichätialblätter aus schmal linealischen Prosenchymzellen gewebt, die, im Spitzenteil derbwandig und blattgrünreich, am Grunde, zumal gegen den Rand hin, äußerst lang, zartwandig und wasserhell erscheinen: ein Blattnetz, wie es vorwiegend den Hüllblättern der Seitenfrüchtler eigen ist (Fig. *c*, *d*). Den Übergang von der einfachen, starrlinigen Gewebeform des Stammblasses zu dem Prosenchym des Perichätialblattes mit seinen feingeschweiften oder geschlängelten Maschen vermittelt das Perigonblatt (Fig. *b*); es ist aus lauter Rhomboiden gewirkt, die sich bald der einen, bald der anderen Grundform nähern und bildet hierin, wie auch in der schwach angedeuteten Mittelrippe, das Muster für die ♂ Hüllblätter der übrigen Laubmoose.

Die Textur der Perichätialblätter gibt zu einer weiteren Betrachtung Anlaß. Verfolgt man die Entwicklung der unscheinbaren ♀ Hülle zum doppelt so langen Perichätium an blühenden und fruchtenden *Archidium*sprossen, so ersieht man aus einem Vergleich der beiden Zellnetze (Fig. *i* und *c*), daß bei diesem Vorgange interkalaren Wachstums, wo ein Meristem nicht mehr vorhanden und die Scheitelzelle in den Ruhezustand übergegangen ist, die Verlängerung der Blätter nicht durch Teilung, sondern durch Streckung der Zellen erreicht wird: eine durch innere Kräfte erzielte Anpassung und ein Seitenstück zu der durch außerhalb der Pflanze liegende, so z. B. durch Strömung flutender Gewässer, wodurch ebenfalls eine Streckung der Blätter samt ihrer Zellverbände herbeigeführt wird.

4. *Dicranum grönlandicum* Brid.

Limpricht nimmt die Zweihäusigkeit dieser Art vorweg, ohne die ♂ Pflanze zu kennen (1886). Mir ist es mit vieler Mühe

gelungen, aus den dicht verfilzten, bis 8,5 cm hohen Rasen, die ich im Juli 1894 in Kongsvold (Dovrefjeld) sammelte, eine solche freizulegen; sie war viel zarter, als die ♀ Pflanzen, knapp 1 cm hoch und spärlicher beblättert. Zwischen den Schopfblättern verborgen fanden sich drei knospenförmige ♂ Blüten. Ein armlätteriges Perigon umschließt hier wenige, 12 bis 15 Stockwerke hohe Antheridien von orangegelber Farbe (Fig. a) und zahlreiche, ebenso ge-

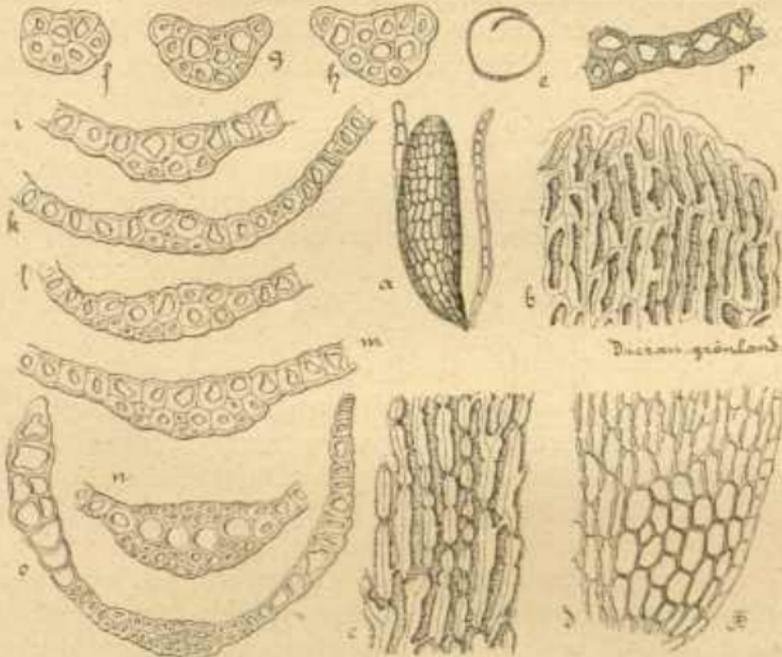


Abb. 8. *Dicranum grönlandicum*.

a Antheridium mit Saftfäden 70/1. b, c Zellnetz der Spitze und der Mitte eines inneren. d des Flügels eines äußeren Perichætialblattes. b, c 300/1. d 200/1. e Querschnitt eines solchen 30/1. f—h Querschnitte durch die Pfrieme. i—m durch den Scheidenteil von Perichætialblättern 300/1. n, o Querschnitt durch Rippe und Grund eines Stammblattes 300/1. p Stück eines Blattquerschnitts mit getroffenen Tüpfeln 300/1.

färbte Saftfäden von gleicher Länge. Die hohlen, breit eilanzettförmigen, rasch kurz und stumpflich zugespitzten Perigonblätter sind ganzrandig, die äußeren mit breiter, deutlicher Rippe, die bei den mittleren schwächer wird und den innersten, zungenförmigen fehlt.

Das endständige Perichætium setzt sich aus 4 bis 6 scheidig übereinander gerollten Blättern zusammen, die sich in ihrer Form auffallend von den schmallanzettlichen Stammblättern unterscheiden. Die Spreite der äußeren ist breit eiförmig, an der Spitze gestutzt oder auch schwach ausgerandet, die der inneren viel länger, breit

spatel- bis zungenförmig und bei allen verjüngt sie sich plötzlich in eine haarfeine, leicht abbrechende Pfrieme von Blattlänge und darüber. Die Rippe, die beim innersten Blatt sehr zart ist oder ganz fehlt, nimmt in den äußeren nur wenig an Breite zu, tritt in das Haar ein und füllt es nach oben hin ganz aus (Fig. *f—h*). Bei den Stengelblättern ist die Lamina im Pfriementeil röhrig und bis zur Spitze durchgeführt.

Diese Unterschiede machen sich schon auf schwach vergrößerten Querschnitten deutlich bemerkbar. Während die Stengelblätter durch die stark vortretende Rippe gekielt erscheinen, bilden die Perichätialblätter Kreisbögen mit übereinander greifenden Rändern; ihre Rippen heben sich als flache Wülste nur unmerklich heraus (Fig. *e, i—m*). Bei starker Vergrößerung fällt dann sofort der einfache Bau der Hüllblätter ins Auge; ihre der Anlage nach zweischichtige Rippe besteht in den inneren aus nur zwei Bauch- und drei Rückenzellen, in der äußeren aus der doppelten Zahl und wird hier auch infolge von Querteilungen einzelner Zellen dreischichtig (Fig. *m*); daß aber alle gleichartig sind, erkennt man aus Schnitten durch die bi- bis plankonvexe Pfrieme. Nur ganz vereinzelt sind Zellen von Stereidenart eingestreut, doch nie zu zusammenhängenden Bändern vereinigt, wie sie in der Stengelblattrippe auftreten; um deren Differenzierung in Deutergruppen und Stereidenbänder zu zeigen, wurden die Fig. *n* und *o* beigelegt.

Im Zellnetz stimmen die verschiedenen Blätter insofern überein, als sich in allen Wandverdickungen in dem Maße bemerkbar machen, daß sie die für die *Dicranaceen* bezeichnenden mikroskopischen Flächenbilder bestimmen. Am lockersten ist das Gewebe der Perigonalblätter; die am Grunde länglich rechteckigen Maschen gehen nach oben hin in kürzere, rhomboidische über, ordnen sich in Schrägereihen und umsäumen den Rand mehr oder weniger deutlich. In den Perichätialblättern webt sich das Netz aus länglich rechteckigen bis linealischen Zellen von sehr verschiedener, oft beträchtlicher Länge; ihre Wände sind dicht, hier und da rosenkranzartig, getüpfelt und dermaßen verdickt, daß sie die auf einen schmalen Schlitz verschmälerte Zellhöhle meist an Breite übertreffen (Fig. *b, c*). Am oberen Rande werden die Formen unregelmäßig oder verzerrt und fließen an den innersten Blättern zu einem gekerbten, hyalinen Saum zusammen; in deren Grund ist eine Verschiedenheit der Zellen nicht vorhanden — doch treten sie hier auch in der Spreite zerstreut doppelschichtig auf —, während die äußeren eine deutlich abgegrenzte Gruppe quadratischer bis länglich sechseckiger Flügellzellen mit derben, gebräunten, nicht getüpfelten Wänden haben (Fig. *d*), die vier Stockwerke hoch, nicht entfernt die Rippe erreicht.

5. *Dicranum majus* Smith.

Im Formenkreise der Untergattung *Eudicranum* kommen neben den zarteren ♂ Pflanzen Zwergmännchen vor, die klein und knospenförmig im Stengelfilz nisten. Fig. a stellt ein solches von *Dicranum undulatum* vor; das aus 5 bis 8 hohlen, breit eiförmigen und rasch zugespitzten, am oberen Rande gezähnten Blättern bestehende Perigon umschließt 1 bis 5 dick eiförmige, etwa 10 Stock hohe Anthe-

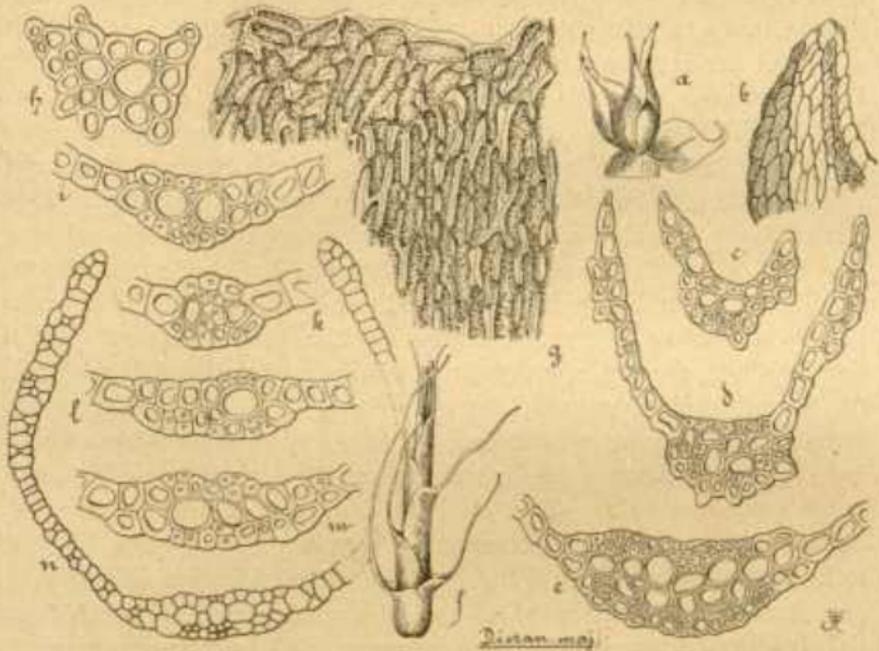


Abb. 9. *Dicranum majus*.

a Zwergmännchen 10/1. b Spitze von dessen innerstem Blatt 45/1 (von *D. undulatum*). c—e Stammblattquerschnitte 225/1. f Perichætium 5/1. g Zellnetz der Spitze des innersten Perichætialblattes, neben der Rippe 225/1. h—n Querschnitte durch die Perichætialblätter. h Prieme. i—m Rippe 300/1. n Grund 120/1.

ridien; die gelbgrünen Saftfäden sind wenig länger, spärlich vorhanden oder fehlen. Eine feine, durch 1 bis 2 engere Zellreihen angedeutete Rippe haben die äußeren Hüllblätter — die inneren sind rippenlos —, deren Zellnetz sich vorwiegend aus länglich rechteckigen Formen zusammensetzt, die gegen den oberen Rand in lockere, kürzer oder länger rautenförmige bis rhomboidische übergehen; die Wände sind nur in der Spitze derb, sonst überall dünnwandig und nirgend getüpfelt, was auch für das Netz der inneren gilt (Fig. b).

Das in Fig. *f* dargestellte Perichätium von *D. majus* ist bis achtblättrig, in seinen Formen ganz wie bei *D. grönlandicum* gestaltet, doch in allen Teilen weit größer und kräftiger. Die Spreite der äußeren Blätter ist hier 1,5 mm lang, ebenso breit, ihre Granne 3,5 mm lang; beim innersten erreicht die Lamina eine Länge von 6,0 mm, bei 3,0 mm Breite; die Granne ist nur 2,0 mm lang, sonst aber auch im unteren Teil glatt, in der oberen Hälfte dicht und scharf gezähnt. Die in den äußeren Hüllblättern kräftige Rippe wird in den innersten sehr schmal, zeigt bisweilen Ansätze zu Gabelungen und geht dann bis auf 2 Zellen Breite zurück, um sich abwärts wieder zu verstärken, nach oben hin bis zur Ausfüllung des Pfriemenhaares (Fig. *h*), während sich sonst gerade in den äußeren Perichätialblättern die gegen die Ränder zwei- bis dreischichtige Lamina beiderseits in wenigen Zellreihen bis zur Spitze emporzieht.

Das für die Familie der Gabelzähne typische Blattnetz ist im Perichätium von *D. majus* nicht entfernt so dickwandig ausgebildet, wie bei *D. grönlandicum*. In fast noch größerem Gleichmaß, wie in den derberen Stengelblättern, webt es sich dicranoid aus linealischen, gegen die Seitenränder allmählich zarter und länger werdenden Maschen, die mit reich und regelmäßig getüpfelten Längswänden die Spreite in ihrer ganzen Länge, stets mit der Rippe gleichlaufend, durchziehen und nur am oberen, meist etwas welligen Rande einem befestigenden Saume aus querbreiteren Zellen mit großen Eckverdickungen weichen (Fig. *g*). Am untersten Grunde finden wir auch hier eine undeutlich begrenzte, mehr durch ihre gelbe Färbung auffallende Gruppe von Flügelzellen mit tüpfelfreien Wänden.

Anlaß zu Vergleichen bieten die anatomischen Verhältnisse der beiden *Dicranum*-Arten noch genug. Wenn der ganzrandigen Stammblattpfrieme von *D. grönlandicum* ein glatter Haarfortsatz der Perichätialblätter entspricht, so dürfen wir bei *D. majus* mit seinen scharf gesägten Stengelblättern nur rauh endende Hüllblätter erwarten. Tatsächlich laufen sie in Haargebilde aus, die im oberen Teil mit spitzen Zähnen dicht bewehrt sind, zeigen also auf Querschnitten (Fig. *h*) mamillöse Auftreibungen einzelner Wandzellen. Ferner: Querschnitte durch die Stengelblätter, von der Spitze bis zum Grunde geführt (Fig. *c—e*), geben Kunde von der Doppelschichtigkeit der Randzellen, der Deuter, von den fünf- bis sechsschichtigen Flügelzellen bei *D. majus*, von Merkmalen, die eine höhere Entwicklungsstufe dieser Art, anderen gegenüber, bedeuten; einen Fortschritt, der schon im Bau der Perichätialblätter erkennbar ist, wenn wir sie mit denen von *D. grönlandicum* vergleichen: in einer deutlichen Differenzierung der Rippenzellen in Deuter und Stereiden

(Fig. *i—m*). Ist diese Trennung auch nicht in dem Maße durchgeführt, wie in den Stammblättern, sind die Deuter vielmehr nur in geringerer Zahl und nur in einer Schicht vorhanden, so entspricht dies ganz dem im allgemeinen einfacheren Bau der Perichätialblätter; daß die Neigung zu tangentialen Teilungen in ihnen nicht erloschen ist, ersieht man aus Fig. *n* ohne nähere Erklärung.

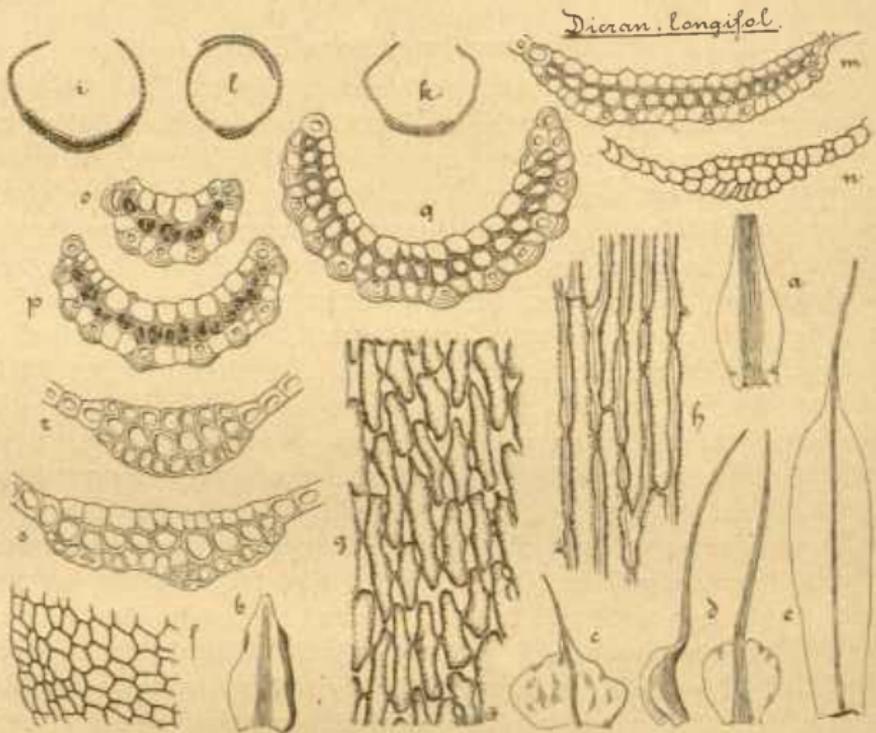
6. *Dicranum longifolium* Ehrh.

Die Pflanze ist zweihäusig, seltener einhäusig. Ihre teils endständigen, teils pseudolateralen ♂ Blüten sind dick knospenförmig; die Hüllblätter sehr hohl, die inneren (Fig. *b*) eiförmig, kurz und stumpf zugespitzt, die äußeren (Fig. *c*) breiter als hoch, quer oval; sie gehen plötzlich in eine gleichlange, rinnige, nach auswärts gebogene Pfrieme über, die im oberen Teil von der flachen Rippe ganz ausgefüllt wird, am Rücken durch leistenartig vortretende Zellreihen streifig erscheint und bis zum Grunde durch vorspringende Zellecken schwach gezähnt ist. Das Zellnetz der Perigonblätter besteht in der an der Pfrieme sich schmal emporziehenden Spreite aus sehr kleinen, kurz rechteckigen bis rundlich quadratischen, reich getüpfelten Maschen; im oberen Teil der Lamina sind sie locker, länglich sechseckig, gegen die Ränder mehr breit rhomboidisch und schwach getüpfelt (Fig. *f*); am Grunde länglich hexagonal bis linealisch, dünnwandig. Der Querschnitt *n* zeigt neben einer breiten, aus drei Lagen lockerer Zellen gebauten Rippe die einschichtige Spreite mit stark verbogenen Wänden. Antheridien, 12 bis 15 Stock hoch auf 4 bis 6 Zellen hohem Stiel, sind zu 20 und mehr vorhanden, von zahlreichen, gelben, um die Hälfte längeren Saftfäden umgeben.

Die Perichätialblätter gleichen in der Form denen von *Dicranum majus*, unterscheiden sich von ihnen aber sofort durch die verhältnismäßig viel breitere Rippe (Fig. *d, e*). Während diese bei den Stengelblättern von *D. longifolium* (Fig. *a*) an ihrer breitesten Stelle mit je 15 Zellreihen beiderseits ein Drittel der Spreite ausfüllt — an einem Stammblatt von 0,5 mm Breite maß sie sogar 0,25 mm —, erreicht sie in den äußeren Hüllblättern der ♀ Blüte am Grunde etwa $\frac{1}{2}$, weiter nach oben etwa $\frac{1}{5}$ der Lamina und verschmälert sich in den innersten, 1,0 mm breiten zu einem immer noch recht kräftigen Nerv von 0,075 bis 0,1 mm, also annähernd $\frac{1}{10}$ Blattbreite. Will man diese Unterschiede noch anschaulicher machen, so bieten dazu die Zellreihen zu beiden Seiten der Rippe am breitesten Blattdurchmesser guten Anhalt; in den Stammblättern sind es nur 15 oder wenig mehr, in den äußern Perichätialblättern durchschnittlich 30, und an den innersten kann man 50 und darüber zählen.

Die Granne ist bald schwach gezähntelt oder fast glatt, bald mit Ausnahme des unteren Teils mit scharfen feinen Sägezähnen an Seite und Rücken bewehrt und deutlich gestreift.

Das Zellnetz ist das der Gattung eigentümliche mit einzelnen Besonderheiten. In den inneren Perichätialblättern (Fig. *e, h*) zeichnet es sich durch auffallend lange, linealische Maschen aus, deren



Abt. 10. *Dicranum longifolium*.

a Grund eines Stengelblattes 10/1. *b* inneres 30/1. *c* äußeres Perigonblatt 10/1. *d* äußeres. *e* innerstes Perichätialblatt 10/1. *f*—*h* Zellnetze: *f* des mittleren Randes von *c* 150/1. *g* der Mitte von *d* 300/1. *h* der Mitte von *e* 300/1. *i* Querschnitt durch den breitesten Teil eines Stengelblattes, *k* eines inneren Perigonalblattes, *l* eines Perichätialblattes 45/1. *m*—*s* Blatt- und Rippenquerschnitte 225/1. *m* eines Blattes zwischen oberstem Schopf- und unterstem Perigonalblatt. *n* eines Perigonalblattes. *o*—*q* des Pfriementells eines Perichätialblattes. *r* eines inneren Perichätialblattes. *s* des Grundes eines solchen. (Der grüne Inhalt der Mittelschicht nur bei *o* und *p* eingezeichnet.)

stark und gleichmäßig verdickte Längswände mit spärlicher Tüpfelung in regelmäßigen Parallelen verlaufen; in den äußeren sind die Zellen, zumal im Spitzenteil, an ihren Enden in ungewöhnlichem Maße kollenchymatisch verdickt, so daß für die ausgezeichneten Tüpfel wenig Spielraum übrig bleibt und Wandstücke von länglich dreieckigen Formen entstehen, in denen eine Mittellamelle nicht sichtbar ist (Fig. *g*). Flügelzellen oder als solche zu deutende Zellengruppen sind nicht vorhanden.

Querschnitte lassen schon bei schwacher Vergrößerung die Unterschiede zwischen den rinnenförmigen Stengelblättern (*i*), den hohlen Perigonial- (*k*) und den scheidigen Perichätialblättern (*l*) erkennen; die letzten, von der Spitze bis zum Grunde in Querschnitte zerlegt, bieten in der Rippe die für die Untergattung *Paraleucobryum* bezeichnenden Bilder (vergl. *Limpricht's* Fig. 121 mit Fig. *o, p, q*). Über einer Mittelschicht großer, dickwandiger, rundlicher, mit grünen, geballten Massen angefüllter Zellen — wofür also nach der *Lorentz'schen* Erklärung die Bezeichnung „*Deuter*“ als „inhaltsleere Charakterzellen“ nicht statthaft ist, während

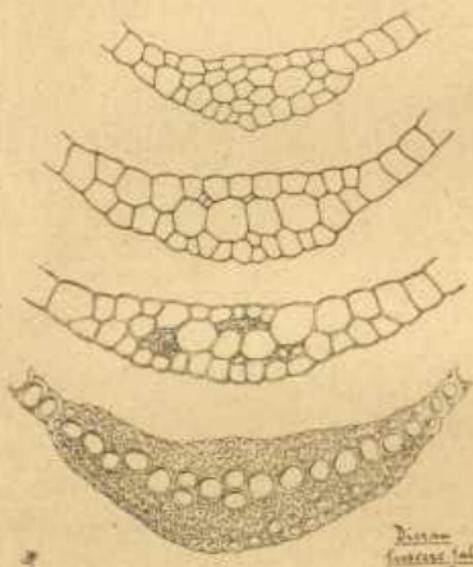


Abb. 10a. *Dicranum fuscescens* var. *falciifolium*.

Oben 3 Querschnitte durch die Rippe eines inneren, mittleren, äußeren Perichätialblattes, unten durch die Rippe eines Stengelblattes. Ein Schulbeispiel, das keiner Erklärung bedarf.

Warnstorff einen Gehalt an Chlorophyll zuläßt —, welche die ganze Pflanze durchquert, liegen ober- und unterseits in gleicher Zahl einschichtige, blattgrünfreie Zellen mit dünnen Außenwänden; auf dem Rücken wechseln sie in gleichmäßigen Abständen mit trapezförmigen, deren sehr enge Höhle durch die äußerst stark verdickte, über die dünnwandigen Nachbarmaschen hinweggreifende Außenwand nach innen verschoben ist. Infolge dieses Wechsels erscheint die Rippe auf der Unterseite gestreift, doch treten hier die Leisten wenig hervor. Am Grunde, wie in den schwächeren Rippen der inneren Hüllblätter (Fig. *s, r*) verwischen sich diese Differenzierungen oder schwinden bis auf vereinzelte, englichtige Rücken-zellen, die auch bei den Zwischenblättern spärlicher werden (Fig. *m*).

7. *Campylopus flexuosus* Brid.

In einem früheren Abschnitt (S. 171) finden wir die Gattung *Campylopus* unter den selten fruchtenden Moosen. Die Richtigkeit der dafür dort angegebenen Erklärung durch ungünstige Verteilung der Geschlechter stützt sich auf die Feststellung, daß von den in *Limpricht's* Werk beschriebenen 12 Arten drei nur mit ♂ Blüten bekannt sind, daß man von anderen drei die Gametangienstände

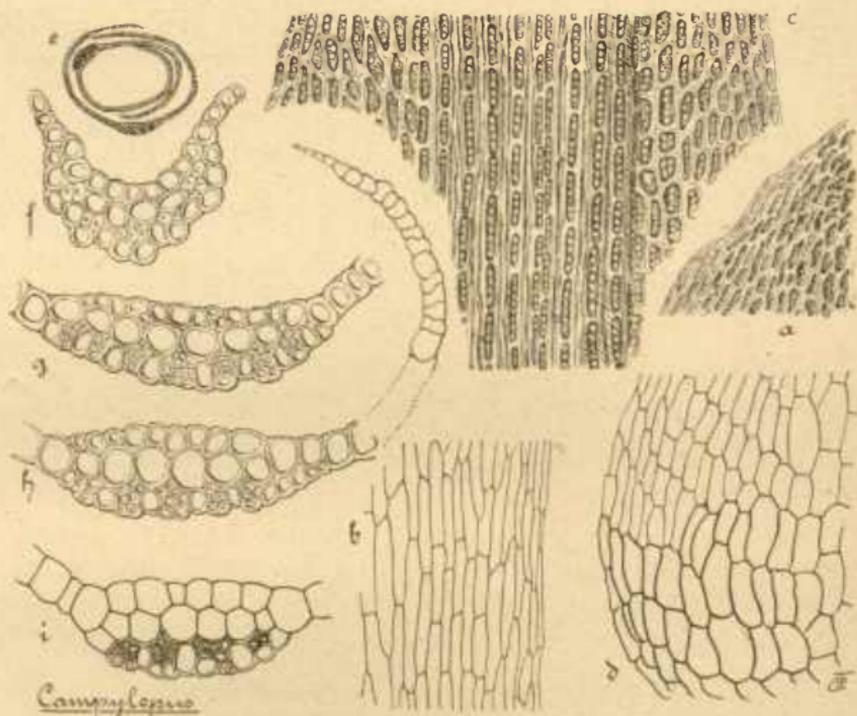


Abb. 11. *Campylopus flexuosus*.

a—d Blattnetze, *a* vom oberen Rande eines innersten Perichätialblattes, *b* von dessen unterem Rande, *c* der Pflümmelmitte (Rückseite), *d* des Flügels eines äußeren Perichätialblattes 200/1. *e* Querschnitt durch 2 Perichätialblätter 45/1. *f—i* Teilquerschnitte durch solche von der Pflümmel bis zum Grunde 300/1. Dem Schnitt *g* entspricht das Flächenbild *c*.

überhaupt noch nicht gesehen hat, dementsprechend nur fünf fertile Arten kennt, von sieben aber die Sporogone noch erst suchen muß. Sämtliche Arten sind zweihäusig; es ist ein noch zu lösendes Rätsel, daß es mir nicht möglich war, weder unter den zu verschiedenen Jahreszeiten und an zahlreichen Standorten, auch cfr. gesammelten Vorräten meines Herbars, noch an lebenden, sterilen wie fruchtenden Rasen aus Eisenachs Umgebung eine einzige ♂ Blütenpflanze zu entdecken. Stillschweigend geht *Limpricht* über jede Be-

schreibung der ♂ Blüte hinweg; in einem Falle, bei *C. polytrichoides*, erwähnt er ihre Gipfelstellung. Auch Grimme (VIII) gedenkt nur der ♀ Blüte des von ihm untersuchten *C. turfaceus* und Brothertus (in Engler-Prantl) sagt unter *Campylopus* kurz: diöcisch, meist steril. Unter solchen Umständen müssen wir uns mit den Blütenständen der ♀ Pflanze von *C. flexuosus* begnügen.

Die gipfelständigen, in der Regel gehäuften Perichätien bestehen in fertigem Zustande aus 6 bis 8 scheidig übereinander gewickelten Blättern. Die äußeren unterscheiden sich von den am Grunde gehörten, schmaler oder breiter lanzettlichen, allmählich in eine rinnige Pfrieme verjüngten Stengelblättern weniger durch ihre Größe, als durch die raschere Verschmälerung aus breit eiförmigem Grunde; sie werden ums doppelte überragt von den inneren, welche die Seta als enger Hohlzylinder umschließen. Alle laufen in eine gegen die Spitze scharf gesägte Granne von gleicher bis doppelter Länge aus. Deutlicher wird die Verschiedenheit zwischen ihnen und den Stengelblättern durch Angabe von Zahlen.

Ein Drittel der Spreite füllt in den 4,0 mm langen Stamtblättern die unterseits durch 15 und mehr vorspringende Leisten auffallend gestreifte Rippe aus, nach oben ganz allmählich verschmälert, zu beiden Seiten von 1 bis 3 Reihen größerer, länglich rechteckiger Maschen begleitet. Scharf sind die derbwandigen Flügelzellen abgesetzt, während die eigentliche Lamina von 12 bis 20, in kräftigeren Blättern bis 25 Reihen viel kleinerer, rundlich-quadratischer bis länglich-rechteckiger Zellen gebildet wird, die unmerklich in einen 3 bis 5, weiter abwärts 8 reihigen Saum aus schmal linealischen, meist schief bis prosenchymatisch zugespitzten Formen übergehen. Gegen den oberen Rand werden sie mehr abgerundet rhombisch; in dem bis zur Spitze durchgeführten, schmalen Blattstreifen herrscht, besonders im Saume, die schräge Anordnung. Die Zellwände sind durchweg derb, entbehren aber der Tüpfel.

Erreichen schon die äußeren Perichätialblätter eine Breite von 20 bis 25 Zellen, so steigt diese Zahl in der Spreite der inneren auf 50 und mehr; zugleich werden ihre Wände zusehends zarter und in den hochscheidigen, innersten, bis 4,5 mm langen und 1,5 mm breiten nimmt der hyaline Saum, oben aus sehr winzigen, kurzen, unten aus äußerst schmalen und langen Maschen gebildet (Fig. a, b), abwärts bisweilen $\frac{1}{3}$ des Blattgrundes ein, während ihnen differenzierte Flügelzellen gänzlich fehlen; sie sind aber in den äußeren Hüllblättern in größeren, derbwandigen, länglich sechseckigen Maschen deutlich entwickelt und bilden eine scharf abgesetzte Gruppe, von der aus die zarten Nachbarzellen in regelmäßigen

Schrägzeilen nach außen aufsteigen (Fig. *d*). Und diese schräge Anordnung setzt sich bis in die Pflanze fort, wo rhomboidische Formen mit dicken Wänden das Flächenbild bestimmen und die abgerundeten Zellen sich mit Blattgrün in großen Körnern füllen (Fig. *e*). Von der Rückseite bei durchfallendem Licht betrachtet, zeigt die Perichätialblattrippe in ihrer ganzen Länge gleichmäßig wechselnde Reihen von schmalen, Chlorophyll führenden Parenchymzellen, gleichlaufend damit stark lichtbrechende, bastfaserähnliche Prosenchymzellen mit sehr engem Lumen; entsprechende Querschnitte (Figg. *g*, *h*, *i*) klären alsbald die Verhältnisse: unter einem Bande großer, medianer Deuter und mit ihnen in gleicher Anzahl sehen wir weitlichtige, lockere Außenzellen, dazwischen Gruppen von Stereiden, von je 1 bis 2 derbwandigen Maschen bedeckt: diese bilden die hellen, jene die grünen Streifen. Auf der Oberseite liegen weitlumige Außenzellen; in der Regel in doppelter Zahl, wie die Deuter, einzelne davon sind noch tangential geteilt. Gegen den Grund des Blattes werden alle Wände schwächer, die Stereiden bilden Gruppen von braunen, englumigen Maschen (*i*). Ein wesentlicher Unterschied im inneren Bau der Stengelblätter und Perichätialblätter besteht nach diesem Befunde nicht; er ist mehr quantitativer Art, indem in diesen die schwächere Rippe eine Deuterreihe von 6 bis 8 Zellen aufweist, während in jenen deren bis 18 festgestellt werden konnten.

8. *Fissidens taxifolius* Hedw.

Das Auffinden der Gametangienstände dieses schönen Spaltzahnmooses wird ungemein erschwert durch den Umstand, daß sie am Grunde dicht miteinander verfilzter Stengel sitzen und diese ihre lehmige Unterlage hartnäckig festhalten. Es ist mir nicht gelungen, weder an fruchtenden Rasen, noch an solchen im Blütenmonat Juni (VIII) aufgenommenen, die ♂ Blütenknospen zu entdecken; auch L. Prichard fügt der Angabe „einhäusig“ ein Fragezeichen hinzu und begründet es mit der Bemerkung, daß er unter den zahlreichen ♀ Blüten der fruchtbaren Pflanze nie eine ♂ angetroffen habe.

Das im Schlamm wurzelnde Perichätium der durch Unbeständigkeit der ♀ Blütenverhältnisse ausgezeichneten Art (vergl. V 1, S. 453) haftet meist am unteren Teile der Wedel und zeigt bei einer Länge von 3 mm sechs Blätter, deren äußere, sehr kleine, in der Form den untersten Stengelblättern gleichen, während die mittleren aus halbscheidigem Grunde rasch verschmälert sind, die beiden innersten an der Spitze der reitenden Fläche fast wie eingeschnürt,

um sich nach oben hin wieder in ein lanzettlich verbreitertes Anhängsel zu verlängern (Fig. a). Von einem Rückenflügel ist am äußersten Perichätialblatt kaum eine Andeutung vorhanden, am zweiten und dritten ist er als kurzer, ein- bis zweireihiger Streifen entwickelt und am innersten zieht er sich in dieser schmalen Lamellenform fast bis zum Grunde hinab. Dementsprechend bieten Querschnitte durch die ♀ Hülle wechselreiche Bilder, sowohl im

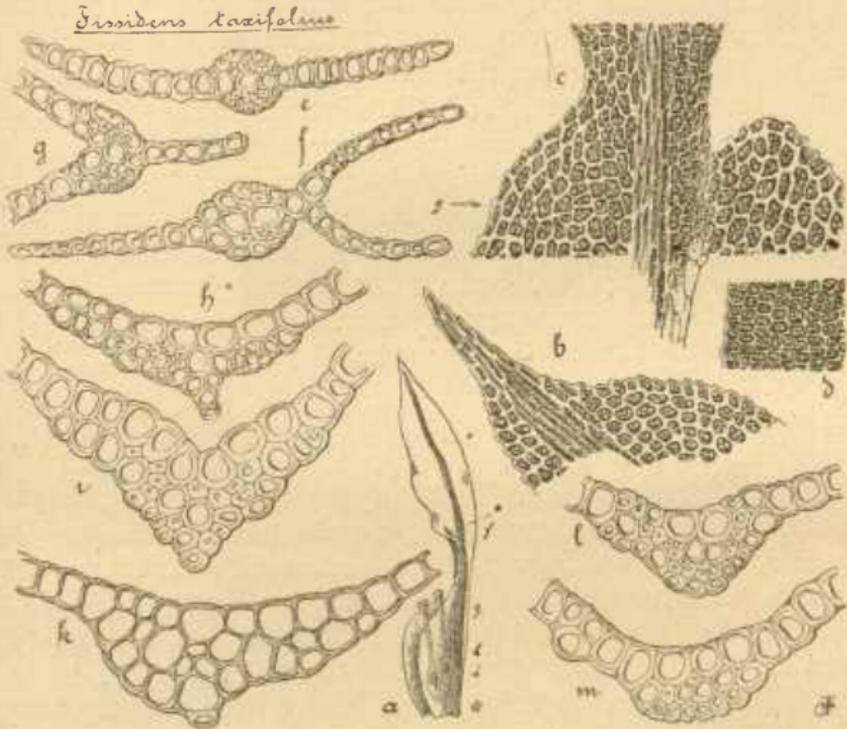


Abb. 12. *Fissidens taxifolius*.

a Innerstes Perichätialblatt 30/1. b dessen Spitze. c dessen Zellnetz bei a g, d bei a e 150/1. e—k Querschnitte durch a von der Spitze bis zum Grunde in der Höhe der gleichen Buchstaben. 225/1. l, m Querschnitte durch Rippen äußerer Perichätialblätter 225/1.

äußeren Umriß, wie im inneren Gefüge und beim Betrachten der Figg. e—m wird man kaum vermuten, daß sie Zustände eines Perichätiums darstellen, die Figg. e—k gar solche eines und desselben innersten Blattes; sie entstammen aber den Zonen, die in a mit übereinstimmenden Buchstaben bezeichnet sind.

Obwohl in vielen Fällen schon der Augenschein lehrt, daß die Blätter und ihre Rippe nur selten ihrer ganzen Länge nach gleichartig beschaffen sind, ist es vielleicht nicht überflüssig, bei dieser Gelegenheit darauf hinzuweisen, daß es bei Anfertigung von Blatt-

querschnitten keineswegs gleichgültig ist, aus welchem Stengelteil man sie nimmt, ob man sie dann im Spitzenteil oder am Grunde schneidet. Ebenso wie bei den Torfmoosen, kommt es bei den übrigen Laubmoosen auf die richtige Auswahl an, dafür gibt das vorliegende Beispiel von *Fissidens* den besten Beweis. In systematischen Werken wird hierauf wohl zu wenig Wert gelegt.

Das Zellnetz der Perichätialblätter unseres Mooses (Fig. *b, c, d*) ist durchweg aus kleinen, derbwandigen Maschen gewebt, unter denen als Grundform das gleichseitige Sechseck vorherrscht; sie bilden mit ihrer Fülle von Blattgrün ein annähernd gleichartiges Wabenmuster, wie in den Stengelblättern, sind häufig bald in die Quere, bald in die Länge verzerrt und entbehren gänzlich der getüpfelten Wände. Ein Saum aus besonders geformten Zellen ist nicht vorhanden; dafür sind die Randzellen durch vorspringende Außenwände zu zierlichen Kerbzähnen entwickelt und viel kleiner, als die nahe der Rippe gelegenen. In dem das eigentliche Blatt mit dem Fortsatz verbindenden Zwischenstück (Fig. *a*, zwischen *f* und *g*) bleibt von der Lamina bisweilen nur ein schmaler Streifen von 1 bis 2 Zellreihen übrig.

Aus Querschnitten ergibt sich, daß die Perichätialblätter durchweg einschichtig sind, auch am Rande, doch kommen zerstreut Doppelschichten vor, auch ist die Rippe gewöhnlich im unteren, stärkeren Teil durch subcostale Lagen verbreitert. Die Außenwände der Blattzellen sind stark verdickt, im Spitzenteil mehr oder weniger mamillös aufgetrieben. Der den *Fissidentaceen* eigentümliche innere Bau der Stengelblattrippe wiederholt sich typisch in den inneren Perichätialblättern. Zerlegt man sie in 6 Schnittreihen, indem man das Messer nacheinander durch die im Bilde *a* mit *e—k* bezeichneten Zonen führt, so erhält man ebenso viel verschiedene Figuren, deren Umriß ohne weiteres verständlich ist; nur bei *f* wird es auffallen, daß die in *e* noch stielrunde, zweiflügelige Rippe, hier oval und dreiflügelig, getrennt vom Scheidenteil liegt. Der Schnitt hat die Lötstelle zwischen Spreite und Flügel bei * getroffen, an der Stelle, wo der Nerv in den Fortsatz eintritt und die kleinere Laminahälfte sich verliert.

Die Eigenart des *Fissidens*blattes, die ehemals zu verschiedenen Deutungen Anlaß gab, bedingt merkwürdige, an der Hand der beigefügten Zeichnungen leicht zu verfolgende Gruppierungen im inneren Bau der Rippe. In den äußeren Perichätialblättern wie am Grunde des inneren plankonvex, zeigt sie (Fig. *k, l, m*) 3 bis 8 basale Deuter ungleicher Größe, einzelne davon doppelschichtig, darunter ein mehrschichtiges Stereidenband (Fig. *l*). Wo sich aufwärts

der Rückenflügel ansetzt und zur Kielform der Rippe beiträgt (*h, i*), treten 1 bis 2 Reihen größerer Innenzellen auf, die sie halbieren und als *radiale Deuter* bezeichnet werden können; sie bilden mit den basalen Deutern die Figur eines T, stellen eine Brücke zwischen diesen und den Flügelzellen dar und werden beiderseits von einer ansehnlichen Stereidengruppe begleitet (Fig. *h*). Weiter aufwärts wird die Rippe zuerst rundlich dreieckig (Fig. *g*), dann oval (Fig. *f*); sie hat nun für basale Deuter keinen Raum mehr übrig; doch rücken sie nicht etwa, wie man erwarten sollte, der Quere nach in die Mitte, sondern schwinden ganz aus dem Bilde und von dem T bleibt nur der Stützbalken übrig als einfache oder doppelte Zellenreihe. In dieser Form, als mediane Deuterreihe durchlaufen sie die stielrunde Rippe des Fortsatzes (Fig. *e*), deren Querschnitt lebhaft an den des Blattes von *Dichodontium pellucidum* erinnert. Wir haben hier das treffliche Beispiel einer den veränderten Bedingungen angepaßten „Neuorientierung“.

Ganz ähnliche Verhältnisse zeigt *Fissidens adiantoides*, doch ist hier der Fortsatz der inneren Perichätialblätter kürzer als der Scheidenteil, am Rande scharf gesägt und aus mehr rundlichen Zellen gebildet.

9. *Fissidens bryoides* Hedw.

Die für die Familie der *Fissidentaceen* bezeichnende, durch die Verteilung der Geschlechter bedingte Mannigfaltigkeit der Blütenverhältnisse — es gibt Arten mit einhäusigen, pseudomonöcischen, zweihäusigen, zwitterigen, polygamen Gametangienständen — kommt in reichem Maße bei *F. bryoides* zur Geltung; neben der einhäusigen Hauptform sind Abarten bekannt mit bald monöcischen, bald diöcischen Blüten; die ♀ sind hier endständig, dort seiten- oder grundständig; die ♂, entweder als Knospen oder als nackte Antheridien vorhanden, finden sich zahlreich in den Achseln der Stammblätter und werden in denen der unteren Region durch einen Protonemafaden ersetzt.

Wir wählen die Stammform mit in den Achseln der Stengelblätter auf kurzen Stielchen stehenden ♂ Blüten; herausgelöst erscheinen sie als meist dreiblättrige Knöspchen mit wenigen Antheridien. Saftfäden fehlen. Eigentlich ist das Perigon nur eine äußerst winzige Nachbildung des Perichätiums, wie wir es bei *Fissidens taxifolius* kennen lernten; seine äußeren Blättchen sind breit eilanzettlich, kreisrund bis queroval, plötzlich in ein kurzes Spitzchen zusammengezogen, die inneren bis zur Spitze kaum 0,25 mm lang, am oberen Rande gestutzt oder unregelmäßig ausgebuchtet, alle

sehr hohl und bald rippenlos, bald mit einer schwachen, durch 2 bis 3 Zellreihen derberer Art angedeuteten Rippe, die aber auch als kurzer, kräftiger Stachel austreten kann. Von einem Rückenflügel ist oft keine Spur vorhanden oder er ist verkümmert (Fig. b). Das durchscheinende Zellnetz webt sich aus derbwandigen, rhomboidischen, abwärts aus länglich sechseckigen Maschen mit dünnen Wänden; an der breitesten Stelle zählt man bis 40 rundlich quadra-

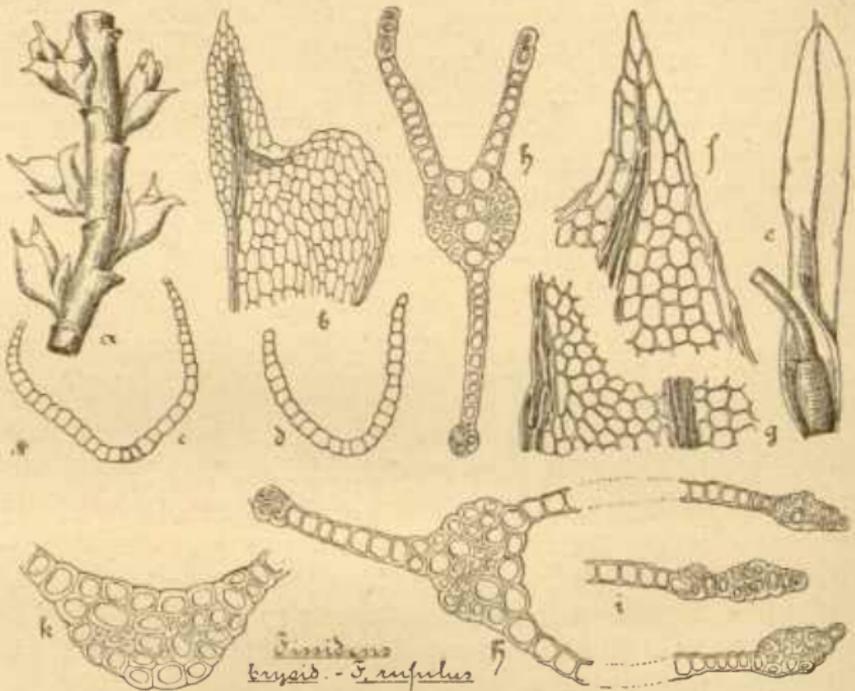


Abb. 13. *Fissidens bryoides* a—h und *rufulus*, h*—k.

a Stück des unteren Stengels von *F. bryoides* mit ♂ Blüten nach Entfernung der Stützblätter 30/1. b inneres Perigonblatt 150/1. c, d Querschnitte eines solchen 225/1. e Perichätialblatt 30/1. f dessen Spitze 300/1. g Zellnetz aus dessen Scheidenteil 200/1. h dessen Querschnitt 225/1. —h*, i, k Querschnitte durch ein Perichätialblatt, dessen Saum und basale Rippe von *F. rufulus* 225/1. (Richtige Bestimmung der Aargauer Pflanze durch Limpriicht bestätigt.)

tische Zellen. Die Saumzellen unterscheiden sich kaum von den übrigen. Die Figg. c und d zeigen die Blättchen im Querschnitt; sie sind einschichtig, in c ist die Rippe nur durch stärkere Wände verschieden, ein Dorsalflügel nicht ausgebildet.

Die Archegonien stehen bei dieser Art auf dem Sproßgipfel, die Sporogone kommen aus dem Scheidenteil des obersten Stammblattes hervor, das also, da eine mehrblättrige Hülle nicht zustande kommt, als einziges Perichätialblatt aufzufassen ist (bisweilen findet

sich daneben noch ein viel kleineres Blättchen). Es mißt 0,3 bis 0,4 mm in der Breite, 1,5 bis 2,0 mm in der Länge, umfaßt mit seinem Grunde die Vaginula, unterscheidet sich von den nächstfolgenden Stengelblättern nur durch schmälere Form und geringerer Größe, ist mithin (Fig. e) schmal lanzettlich, am Rande längs eng gesäumt und durchweg (Fig. f, g) aus dünnwandigen, regelmäßig sechsseitigen Maschen gewebt, beim Übergang in den Fortsatz nicht verschmälert. Der Querschnitt zeigt das für die Gattung typische Bild; als Artmerkmal kommen verdickte Randzellen hinzu, die in der Spitze beginnen und besonders gegen den Grund als mehrreihiger, ein- bis doppelschichtiger Saum hervortreten (Fig. h).

In einer Arbeit über die Haube der Laubmoose (X, S. 253 bis 260) habe ich nachgewiesen, daß bei den *Fissidentaceen* das Zellnetz der Kalyptra für die Systematik wichtige Artmerkmale bietet. Den gleichen Wert dürfen für einzelne Arten die Blütenteile beanspruchen. Nur zwei Beispiele dafür, wie das Gewebe der Perigon- und Perichätialblätter, ihre Rippen und Säume mehr beachtet zu werden verdienen, als es bisher geschah.

Fissidens incurvus. Hat Pflanzen mit ♂ gipfelständigen und seitenständigen Blüten, deren Hüllblätter kräftige Rippen und mehrreihigen Saum besitzen, sowie knospenförmige Zwergmännchen.

Fissidens rufulus. Der Blattsaum der Perichätialblätter verbreitert und verdickt sich am Grunde außerordentlich; der Querschnitt (Fig. h*, i) zeigt, daß 8 bis 10 Zellreihen an seiner Bildung teilnehmen und in 3- bis 4facher Schicht, bisweilen unterbrochen durch einschichtige Zwischenlagen, einen derben Wulst bilden. In der Rippe ist hier und da die senkrechte (radiale) Deuterreihe unvollkommen entwickelt, im flügellosen, unteren Teil aber doch deutlich zu erkennen (Fig. k).

10. *Hedwigia albicans* Lindb.

In dem Moosverein xerophiler *Grimmien* und *Rhacomitrien*, der über stark besonnte Felswände seine grauschimmernden Polster ausbreitet, pflügt die *Hedwigia* nicht zu fehlen. Ihre Perichätien fallen schon früh als längere, weißglänzende Schöpfe ins Auge, selbst wenn keine befruchteten Archegonien darin zu finden sind; nach reifen Sporogonen sucht man oft vergebens im „zeitigen Frühling“, auch an Standorten, wo die einhäusige Pflanze häufig auftritt.

Die ♂ Blüten sitzen als winzige, nur 0,75 mm lange und bei der dichten Beblätterung leicht zu übersehende Knöspchen in den Achseln der Laubblätter unterhalb der ♀, ursprünglich gipfelstän-

digen, also nahe den Gabelungen des sympodial verzweigten Stammes. Sie bestehen aus 4 bis 7 eilanzettlichen, stumpfen, selten hyalin zugespitzten, orangefarbenen Perigonblättern mit 5 bis 8 Antheridien auf dickem Stiel von etwa halber Länge des Schlauches (Fig. a) und 2 bis 15 gelben, fast doppelt so langen Saftfäden. Eine Rippe fehlt; statt ihrer setzen sich, wie in den Stengelblättern, die länglich

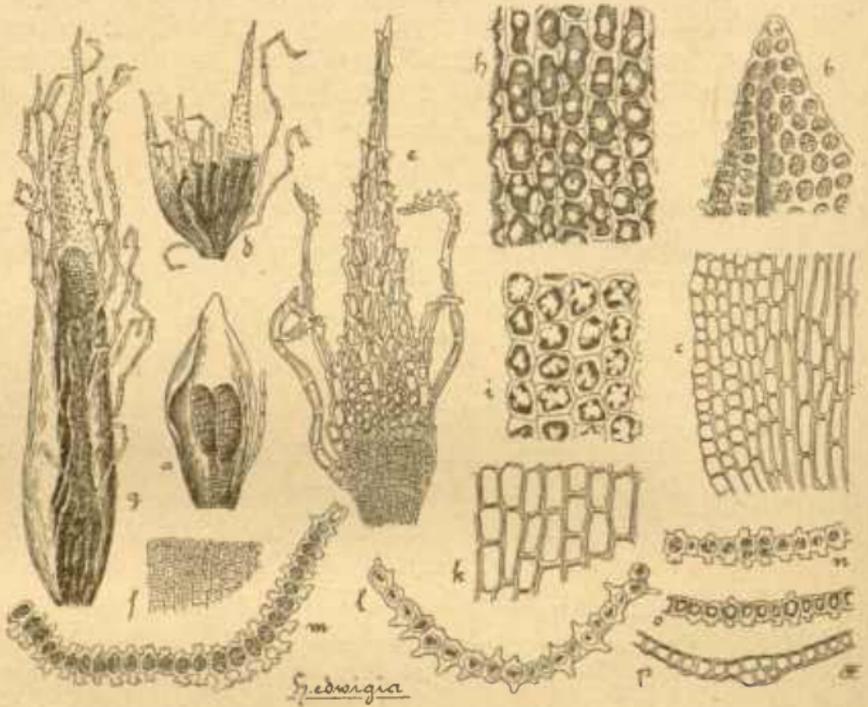


Abb. 14. *Hedwigia albicans*.

a Perigonblatt mit Antheridien und Paraphysen 30/1. b, c dessen Spitze und Flügel 200/1 d ♀ Blüte mit verödeten Archegonien 30/1. e jüngeres Hüllblatt daraus im Zustande der Wimperbildung 120/1. f Bildungsgewebe aus dem Grunde eines noch jüngeren Blattes wie e 300/1. g inneres Perichätialblatt 30/1. h, i, k dessen Zellnetz von der Grenze zwischen hyalinem und grünem Gewebe, Mitte und Grund. 300/1. l—p Querschnitte durch g : l durch den hyalinen Spitzenteil. m—p abwärts bis zum Grunde (p) 200/1.

rechteckigen, ungetüpfelten, derben Zellen des Blattgrundes in den älteren, äußeren Perigonblättern bis über die Mitte in einem breiten Streifen fort (Fig. c), der, auch dunkler gefärbt, sich von dem Leitergewebe des Randes mehr oder weniger scharf abhebt. Die Spitze ist aus ovalen, schwach getüpfelten, innenseits glatten Maschen gewebt; auf dem Rücken sind entweder alle Blätter, oder nur die äußeren, diese hauptsächlich im Spitzenteil (Fig. b), dicht mit zwei- bis dreispitzigen Papillen bedeckt. Die Perigone von der Hohen Möst

waren stärker papillös, als die von Eisenacher Standorten. Meist bilden die quadratischen Randzellen einen ziemlich deutlichen Saum bis gegen die Blattspitze. Wie die Beschaffenheit der Außenwände wechselt übrigens die Zellenform in einem und demselben Perigon; neben rechteckigen Saumzellen mit derben Wänden kommen am Grunde auch gestreckte, zartwandige Formen vor.

Wie erwähnt, stehen die ♀ Blüten anfangs endständig, später infolge subfloraler Sproßbildung in den Gabelungen des Stengels. Ihre Hülle besteht aus sehr ungleich großen Blättern und umschließt 6 bis 12 Archegonien auf stielartig verlängertem Fuß, dazwischen wenige Saftfäden. Diese wachsen erst nach der Befruchtung zu ihrer vollen Größe aus, auch wenn sie fehlschlägt; solch ein im Wachstum begriffenes Perichätium mit verödeten Archegonien ist in Fig. *d* abgebildet und in Fig. *e* eins seiner Blättchen; es zeigt die bereits fertige Pfrieme mit gezähntem Rande und papillösen Zellen, darunter das noch in lebhaften Teilungen befindliche Meristem — in Fig. *f* ein Stück davon stärker vergrößert —, aus dessen Saum mehrere glashelle Wimpern ihren Ursprung nehmen. Sie entwickeln sich zu biegsamen, geschlängelten oder zickzackförmig verbogenen, langen Fäden, die als eigenartige Zierde die Perichätialblätter von den Stammblättern unterscheiden und in ihrer Menge eine Art Netzhaube über der nacktmündigen Kapsel bilden, indem sie sich mit ihren hakig gebogenen Enden, die überdies noch in kammartig gezähnte Spitzchen auslaufen, untereinander verflechten und verankern. Ohne dabei an eine besondere Zweckmäßigkeitseinrichtung zu denken, muß man zugeben, daß sich das Pflänzchen für das fehlende Peristom einen zur Regelung der Sporenausstreuung durchaus geeigneten Ersatz geschaffen hat (s. Fig. *g*).

Die im fertigen Zustande 3 bis 3,5 mm messenden Hüllblätter der ♀ Blüte übertreffen die benachbarten Stengelblätter nicht unerheblich an Länge; im Zellnetz beider ist kein grundsätzlicher Unterschied bemerkbar, soweit die Grundform der Zellen in Frage kommt. Zwischen dem, durch gehäuften Inhalt und dicht gestellte Papillen bis zur Undeutlichkeit getrübbten Flächenbilde der Stengelblätter in ihrer ganzen Ausdehnung und dem der innersten Perichätialblätter mit ihrem lockeren, durchscheinenden Gewebe, den vom Grunde bis hoch hinauf glatten, gleichmäßig verdickten Wänden, den inhaltlosen, vergilbten oder gar wasserhellen Maschenreihen sind alle Übergangsformen vorhanden. Die typischen Zellnetze der Spitze, der Mitte und des Grundes sind in Figg. *h—k* dargestellt; um die Würzchen in ihren natürlichen Umrissen zu sehen, muß das Deckglas vermieden werden. Ihre wahre Gestalt und Verteilung

erkennt man an Querschnitten; solche sind in den Fig. *l—p* beigefügt. Es erscheinen hier die Papillen der hyalinen Pfrieme zapfenförmig, die der grünen Blattspitze mehrlappig oder mehrspitzig — in der Oberflächenansicht rosettenförmig —; hier sitzen sie einem Stielchen auf, um weiter abwärts zu verflachen und am Grunde ganz zu verschwinden.

11. *Splachnum sphaericum* Swartz.

Eins der im Gebiet seltneren Dungmoose. In Thüringen kommt es nur am Beerberg bei 900 m vor und wurde im Juli 1918 von mir in einem einzigen, blühenden Räschen nahe dem Rondel bei Oberhof in einer Stauchform mit dicken, fleischigen, dichter beblätterten Stengeln von 0,5 cm Höhe (Fig. *a*) aufgenommen. Eine gestreckte Form mit schlaffen, entfernt beblätterten Stämmchen, im Juli 1894 in Norwegen gesammelt, ist in Fig. *b* dargestellt; unterhalb der endständigen ♂ Blüte geht hier regelmäßig ein längerer Sproß hervor, der wieder mit einer solchen abschließt.

Bei der engen Verbindung der Pflänzchen zu dicht wurzelfilzigen Rasen bietet die Feststellung der Blütenverhältnisse Schwierigkeiten. *L i m p r i c h t* bezeichnet die Art als ein- und zweihäusig und es ist immerhin möglich, daß die Gametangienstände auf verschiedene Achsen verteilt sind, die anfangs zusammenhängen und sich später trennen, wodurch also, wie bei *Funaria* (IX), Zweihäusigkeit entsteht. Die Rasen aus Oberhof enthielten nur diöcische Pflanzen, alle ♂ in der gestauchten Form mit je einer endständigen, dick kopfförmigen Blüte. Ihre Hülle wird von 4 bis 5 Perigonblättern gebildet, die aus hohlem, breit verkehrt-eiförmigem Grunde rasch in einen schmal lanzettlichen, langen Spitzenteil verschmälert sind, der am Rande durch vorspringende Zellecken weit hinab stumpf gezähnt (nicht ganzrandig, wie *L i m p r i c h t* hervorhebt) ist und in frischem Zustande entweder flach absteht oder schlängelig bis sparrig zurückgekrümmt erscheint, mit schwacher, am Grunde nicht verbreiteter Rippe, die vor der Spitze verlöscht. In dem oben offenen Perigon sind die Saftfäden, die kürzeren Antheridien überragend, sichtbar. Das Blattnetz webt sich oben aus schmalen, länglich sechseitigen, oft prosenchymatischen Zellen, am Grunde aus kurz rhomboidischen Maschen mit dünnen Wänden (Fig. *d, e*), enthält reichlich Blattgrün und färbt sich später pomeranzengelb. Die abwärts unmerklich breiter werdende Rippe zeigt im Querschnitt (Fig. *f*) 2 bis 4 basale Deuter, 5 bis 6 ebenso große, lockere Rücken- zellen, wenige Füllzellen und in der Mitte eine große Begleitergruppe,

ist mithin nur schwächer und flacher, sonst genau so gebaut, wie die der Stammblätter, deren eine zum Vergleich in Fig. *m* abgebildet ist.

Die schlanken, fast spindelförmigen Antheridien sind 0,5 mm lang, teils gerade, teils gekrümmt, aus 12 Stockwerken dünnwandiger, schmaler, länglich rechteckiger Zellen gefügt und stehen auf einem kurzen, dicken, mehrzellreihigen Stiele zwischen zahlreichen, längeren

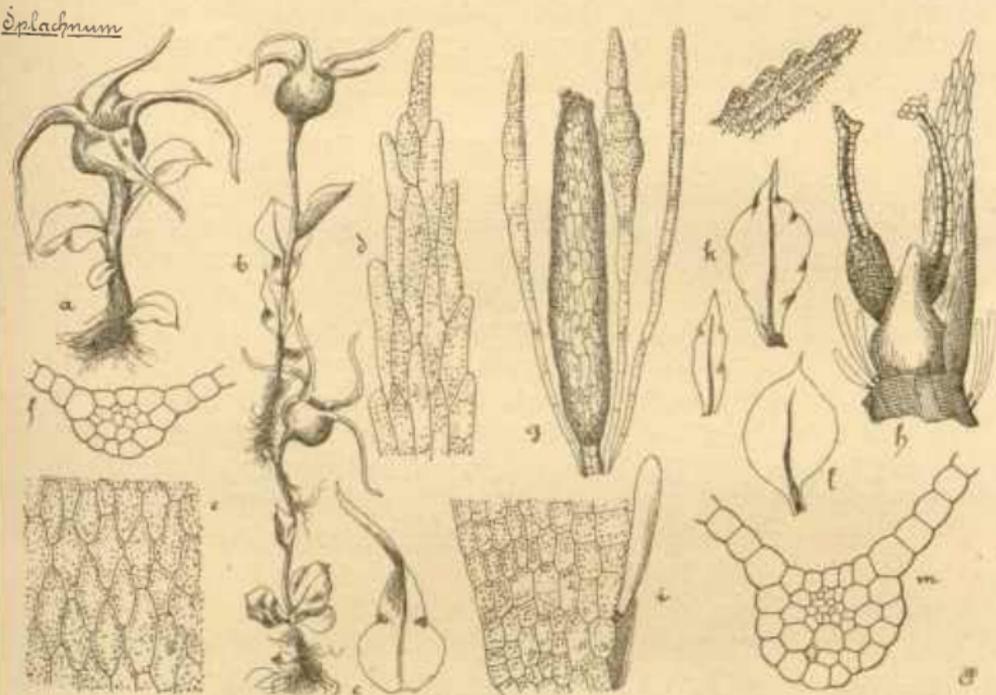


Abb. 15. *Splachnum sphaericum*.

a, b ♂ Pflanzen. *a* Stauchform 7,5/1. *b* Streckform 5/1. *c* Perigonblatt von *a* 5/1. *d* dessen Spitze und *e* Zellnetz des Grundes 150/1. *f* dessen Rippe 120/1. *g* entleertes Antheridium mit Saftfäden 70/1. *h* ♀ Blüte mit Keulenhaaren 70/1. *i* Zellnetz vom Grunde des größeren Perigynialblattes 150/1. *k* oberstes Schopf-, darunter innerstes Perichätialblatt 5/1, darüber Saumzellen des oberen Randes von *l* 70/1. *l* Stammblatt 7,5/1. *m* dessen Querschnitt 120/1.

Paraphysen, die in dreierlei Formen auftreten: fadenförmig und keulenförmig, diese mit nach oben zu entweder wenig verdickten oder mit kugelig aufgeblasenen, größeren, von einer zugespitzten Endzelle gekrönten Gliederzellen (Fig. *G*).

Auf der kräftigeren, blattreicheren ♀ Pflanze wird die Blüte von größeren, fast eine Rosette bildenden Schopfblättern umschlossen und enthält wenige — auf nordischen Stämmchen bis 10 — normal geformten Archegonien ohne Saftfäden. Nach der Befruchtung findet man neben jüngeren und älteren, unbefruchtet

gebliebenen Archegonien die Anlagen der Perichätialblätter (Fig. *h*); sie unterscheiden sich nicht von den Schopfbältern, sobald sie ausgewachsen sind, selten ist ein innerstes, schmales Blättchen von halber Länge vorhanden (Fig. *k* links); ihr Blattnetz gleicht im Spitzenteil dem der Perigonblätter; am Grunde sind sie aus länglich sechseitigen und einzelnen fast quadratischen Maschen gewebt (Fig. *i*), aus denen hier und da die für die Familie bezeichnenden Keulenhaare hervorgehen, die leicht abbrechen und in größerer Zahl in den Achseln der oberen Stengelblätter als einzellige, farblose Schläuche auf violett gefärbter Grundzelle stehen.

12. *Funaria hygrometrica* Sibth.

Nächst *Ceratodon purpureus* ist keins der einheimischen, gipfel-früchtigen Moose so allgemein verbreitet, pflegt kein anderes so enge Beziehungen zum Menschen und seiner Kulturtätigkeit, wie *Funaria hygrometrica*. Sie siedelt sich gern in der Nähe seiner Wohnungen, auf Gemäuer und Gartenland an, folgt seinen Spuren in die Einsamkeit des Waldes, wo sie die Brandstätten der Forstarbeiter und verlassene Meilerstätten zu finden weiß, ja, sie sucht sogar Schutthügel auf und läßt auf solch öden Plätzen in ihrer schnellwüchsigen Weise binnen kurzer Zeit buntfarbige Oasen aufsprießen.

Die Art ist proterandrisch-zweihäusig. Daß über die Blütenverhältnisse eines Mooses, welches schon von Otto Brunfels in seinem Contrafayt Kräuterbuch von 1537 erwähnt und seitdem von den Bryologen mit Vorliebe als Musterbeispiel für die verschiedenen Erscheinungen im Leben der Laubmoose herangezogen worden ist, noch Meinungsverschiedenheiten bestehen können, daß es bald als monöcisch, bald als diöcisch bezeichnet wird, erklärt sich einfach aus dem ungleichzeitigen Auftreten der Gametangienstände und ihrer Verteilung. Durch Kulturen, die auf geeigneten Nährböden angelegt und in ihrer Entwicklung durch nichts gestört wurden, habe ich schon vor Jahren (IX) festgestellt, daß zuerst die ♂ Sprosse mit endständiger Blüte erscheinen, die Pflanze anfangs einhäusig ist; später gehen aus ihrem mittleren und unteren Stengelteil die ♀ hervor, bewurzeln sich und lösen sich schließlich durch Absterben der älteren Teile aus ihrem Verbands, womit die Zweihäusigkeit zur vollendeten Tatsache wird. Es treten aber auch ♀ Pflanzen auf mit ♂ Sproß am Grunde, so daß es der persönlichen Auffassung überlassen bleibt, sich je nach dem Zeitpunkt der Beobachtung für die eine oder andere Infloreszenz des „Drehmooses“ zu entscheiden.

Es sei bei dieser Gelegenheit eine kurze Bemerkung über die deutschen Bezeichnungen der Moose gestattet. L. Prich t verzichtete darauf, solche neben den lateinischen zu bringen, er fand „Mildes Kurzbüchse“ u r k o m i s c h. Abgesehen davon, daß eine Verdeutschung keineswegs die buchstäbliche Übersetzung der fremdsprachlichen Bezeichnung sein muß, wie es die längst eingebürgerten

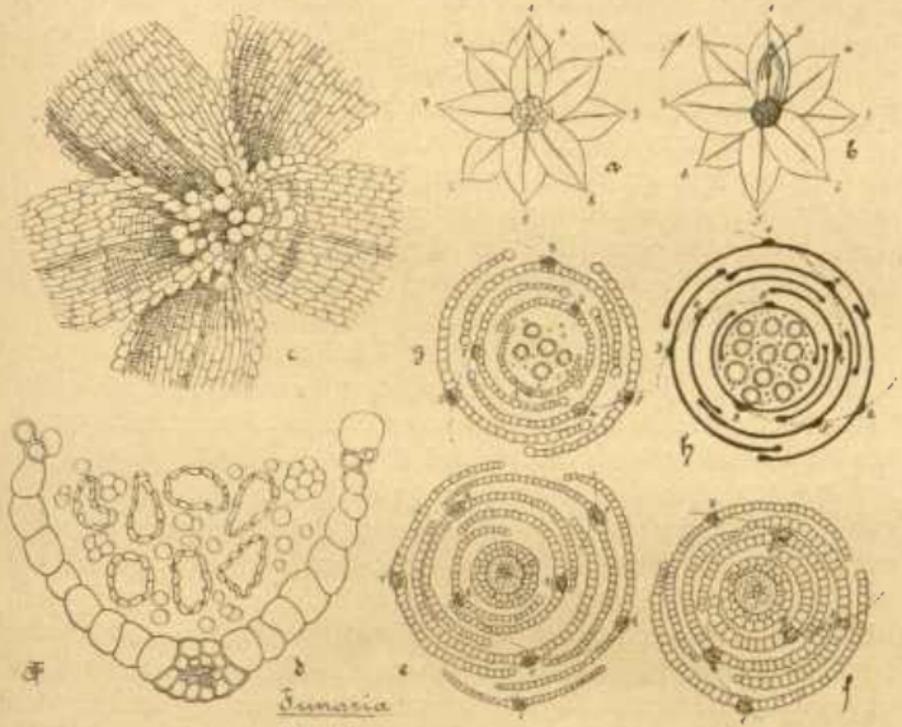


Abb. 16. *Funaria hygrometrica*.

a ein 9 blätteriges Perlgon von oben gesehen. b dasselbe von der Unterseite 15/1. c Mittelstück eines 5 blätterigen Perigons, Oberseite, scheinbar noch $\frac{1}{2}$ angeheftet 30/1. d Perigonblattquerschnitt mit Antheridien (7 im Schlauch, 6 im Stiel getroffen) und Saftfäden 150/1. e, f Querschnitte durch Perichætien, in der Mitte die Vaginula 45/1. g Querschnitt durch eine antheridenarme ♂ Blüte 45/1. h Diagramm einer solea. In e, f, g ist die Gipfeldrehung durch punktierte Bogenlinien angedeutet. Die Numerierung in e ist zu berichtigen; 1 ist das oberste Tragblatt, 2 als erstes Perichætialblatt zu bezeichnen, das also mit Blatt 5 und 8 eine Kurve bildet.

Namen Urmoos, Leuchtmoos, Torfmoos, Widerthon, Filzmütze, Sternmoos, Schildmoos, Astmoos, Glockenhut u. a. lehren, kann man darüber streiten, ob der gerügte deutsche Name für *Brachythecium Mildeanum* komischer klingt, als manche Benennung in Garckes Flora, wie z. B. „Ruprechts Kranichschnabel“ oder „stachelsporiges Brachsenkraut“. Sinngemäße Übersetzungen in die Mutter-

sprache, wie sie Karl Müller Hal. nicht zum Nachteil seines Werkes (II) durchgeführt hat, würden Moosfreunden ohne altsprachliche Vorbildung — und deren gibt es doch recht viele — sicherlich willkommen sein und dazu beitragen, daß die wissenschaftlichen Namen nicht bloß „Rauch und leerer Schall“ sind. Die Notwendigkeit, diese für alle Benutzer seiner zweibändigen Lebermoosflora zu erklären, hat ihr Verfasser Karl Müller Fr. b. g. richtig erkannt und ihr in dankenswerter Weise Rechnung getragen.

Die ♂ Blüte unserer *Funaria* hat die Form eines gipfelständigen, fast scheibenartig verflachten Trichters, auf dessen Grund mehr oder weniger zahlreiche Antheridien, bisweilen bis zu 50, zwischen den sie überragenden Saftfäden sichtbar sind (Fig. c). Die 6 bis 8 verkehrtei- bis spatelförmigen Perigonblätter bilden eine deutlich von den obersten Stengelblättern abgesetzte Rosette, sind nach der $\frac{3}{8}$ Stellung (s. Fig. a und b) und in der als cochlear bezeichneten Deckungsart, die aber nicht beständig ist, angeheftet; am unteren Rande bilden größere Zellen in Keulen- bis Ballonform einen doppel-schichtigen Saum — für ein Moosandröceum ein einzig dastehender Fall —, wodurch sie sich auffällig vor den Stammblättern auszeichnen. Im Rippenbau ist kein Unterschied (Fig. d).

Den Flächenbildern a und b entspricht der in Fig. g dargestellte Querschnitt durch den unteren Abschnitt des Perigons, mit getroffenen Antheridien und Paraphysen; durch Fig. h wird er diagrammatisch bestätigt. Übereinstimmend deckt in allen drei Figuren Blatt 1 das neunte nach 3 Umläufen; die durch Scheiteldrehung aus der $\frac{1}{3}$ in die $\frac{3}{8}$ übergehende Divergenz — in c ist es noch $\frac{2}{5}$ — ist durch punktierte Bogenlinien zur Anschauung gebracht und ohne weiteres verständlich.

Die armstockigen Antheridien sind auf Abb. 1 Fig. B in jüngerem und in fertigem Zustande dargestellt; in den begleitenden Saftfäden kann man gelegentlich die Teilungsvorgänge der Chromatophoren sehen (Abb. 3, i, k).

Mit einer ei- bis fast zwiebel förmigen Knospe aus 4 bis 8 großen, sehr hohlen, weit übereinander gewickelten Blättern endigt die im unteren Stengelteil kleinblättrige ♀ Pflanze. Perigynblätter sind nur wenige mit dünner, zarter Rippe und von der halben Länge der eingeschlossenen Archegonien, wovon eins kurz nach der Befruchtung 0,7 mm maß, vorhanden; geschwollene Saumzellen fehlen. Die Spreite ist bei allen aus dünnwandigen, gedunsenen Zellen gewebt; die Rippe zeigt den typischen Bau der Stammblattrippe, also 2 Bauchzellen, 3 bis 4 mediane Deuter, 6 Rückenzellen mit Begleitergruppe und Stereidenband.

Junge Perichätien (Fig. e, f) lassen auf Querschnitten die Scheiteltorsion ebenso deutlich erkennen, wie die Hülle der ♂ Blüte. Die ausgewachsenen Perichätialblätter ragen über die inneren Organe weit hinaus; die äußeren werden 1,5 mm lang und 1,0 mm breit, die innersten doppelt so lang und breit und stimmen im Netzwerk und Rippenbau mit den Perigonblättern überein.

Die in der Gipfelknospe eingeschlossenen 1 bis 3 Archegonien sind langhalsig; der $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ ihrer Länge messende, mäßig verdickte Bauch ist 10 bis 12 Stock hoch und aus polygonalen Zellen gebaut; der Hals aus etwa 10 Stockwerken von in sechs Reihen schräg nach links aufsteigenden, länglich rechteckigen Zellen, alle durch spärliches Chlorophyll zart grün gefärbt. Dazwischen stehen wenige Fadenparaphysen, deren lange Endzelle kaum dicker ist, als die 3 bis 4 kurzen Grundzellen (s. Abb. 2 a).

13. *Leptobryum piriforme* Schimp.

Karl Müller Hal. lehnt in seinem 1901 unvollendet erschienenen Werk „Genera Muscorum frondosorum“ schroff die durch eine einzige Art vertretene Schimper'sche Gattung *Leptobryum* ab. Indes deuten Ähnlichkeit der vegetativen Organe dieses Moores mit *Dicranella crista*, wie die campylopoide Rippe an, daß wir es hier mit einer von den übrigen Bryaceen abweichenden Form zu tun haben. In der Tat würde man, wären ihre Sporogone unbekannt, die Pflanze schwerlich bei dieser Familie eingereiht haben, dafür sind Form, Zellnetz und innerer Bau der Stammblätter, mehr noch der Blütenhüllblätter, zu eigenartig; nach dem Habitus des Gametophyten steht sie noch am nächsten der *Stableria gracilis*, mit der sie auch im Gefüge der Stengelblattrippe ziemlich übereinstimmt.

Das von Limpricht in Fig. 266 gebrachte Bild entspricht ziemlich getreu den auf dem Regenstein im Harz und auf Floßholz in Westpreußen gesammelten Pflanzen; in frischen Rasen von Eisenacher Standorten fallen aber die Form- und Größenunterschiede zwischen Stengel- und Hüllblättern viel mehr ins Auge, wie aus Fig. a und den folgenden Zahlen zu ersehen ist.

Unterste Stengelblätter: fast gleichseitig dreieckig, 0,2 mm lang, 0,15 mm breit. Rippe fehlt oder zart angedeutet.

Mittlere Stengelblätter: aus breitem Grunde lanzettlich, 0,5—0,8 mm lang, 0,2—0,3 mm breit. Rippe unten $\frac{1}{3}$ der Spreite.

Oberste Stengelblätter: schmal lanzettlich, 1,5—2,0 mm lang, 0,25—0,3 mm breit. Alle Blätter stehen steif aufrecht, fast borstenförmig vom Stengel ab.

Unterste Hüllblätter: aus eiförmigem Grunde rasch pfriemenförmig, 2,5 mm lang, 0,4 mm breit.

Mittlere Hüllblätter: Form der vorigen, 5 mm und darüber lang (der eiförmige Grund 0,75 mm hoch), bis 0,5 mm breit. Rippe bei beiden am Grunde $\frac{1}{2}$ der Blattbasis, nach oben noch mehr verbreitert.

Innerste Hüllblätter: kürzer und schmaler als die vorigen, Lamina am Grunde nur wenige Zellen breit. Alle Blätter verbogen oder geschlängelt, äußere weit abstehend bis zurückgekrümmt.

Die meisten Pflänzchen der lockeren Rasen tragen endständige, reichblättrige Zwitterblüten in Becherform, daneben kommen schlankere, zweihäusige Blüten vor mit nur wenigen Antheridien oder Archegonien. Die Hüllblätter sind, wie vorhin bemerkt, etwa dreimal so lang, als die oberen Stammblätter; zu 12 bis 20 dicht aneinander gedrängt, machen sie den Blütenbecher durch ihre Größe, die lange, geschlängelte Pfrieme, die diese bis zur Spitze ausfüllende, kräftige Rippe sehr augenfällig. Die pfriemenförmige Verlängerung ist kielig oder rinnig hohl und verflacht, gedreht, ganzrandig oder schwach gezähnt. In lebenden Pflanzen enthalten alle Blattzellen reichlich Chlorophyllkörner. In Zwitterblüten findet man 1 bis 5 zehn Stockwerke hohe Antheridien und die doppelte bis dreifache Zahl Archegonien nebst zahlreichen glashellen Saftfäden, die sich durch eine längere, zugespitzte Endzelle auszeichnen, den rein ♀ Blüten aber fehlen (Fig. b). Befruchtete Archegonien zeigen eine Einschnürung unterhalb des verschrumpften Halses, wie bei *Fontinalis* (Abb. 27 c) als Beweis, daß sich auch hier nur der untere Teil des Bauches an der Haubenbildung beteiligt, was schon von G o e b e l beobachtet worden ist (X1. Abb. 853). Bemerkenswert sind zwischen den Hüllblättern und in den Achseln der oberen Stengelblätter stehende Keulenhaare, die meist eine längere, farblose Endzelle auf violett gefärbtem, zweizelligem Fuß tragen.

Nach Zellnetz und innerem Gefüge unterscheiden sich die Hüllblätter nicht unerheblich von den Stengelblättern. Diese sind aus breitem Grunde allmählich verschmälert, fast gleichschenkelig dreieckig; ihre Rippe ist schmaler und läßt bis zur Spitze einen mehrzellreihigen Streifen der Blattfläche frei, die sich aus gleichförmig länglich-rechteckigen Maschen von 0,06 bis 0,08 mm Länge und

0,008 bis 0,01 mm Breite webt. In Blättern des unteren Stengelteils bestehen Lamina und Rippe, scharf begrenzt, aus gleichartigen Zellen (Fig. *l*); in den oberen Stammblättern schwindet die Gleichartigkeit; die Rippe wird von einer Reihe medianer Deuter durchquert, denen die Begleiter nicht fehlen; die zahlreichen Außenzellen sind klein, englichtig und subkostale Zellen leiten hinüber zur ein-

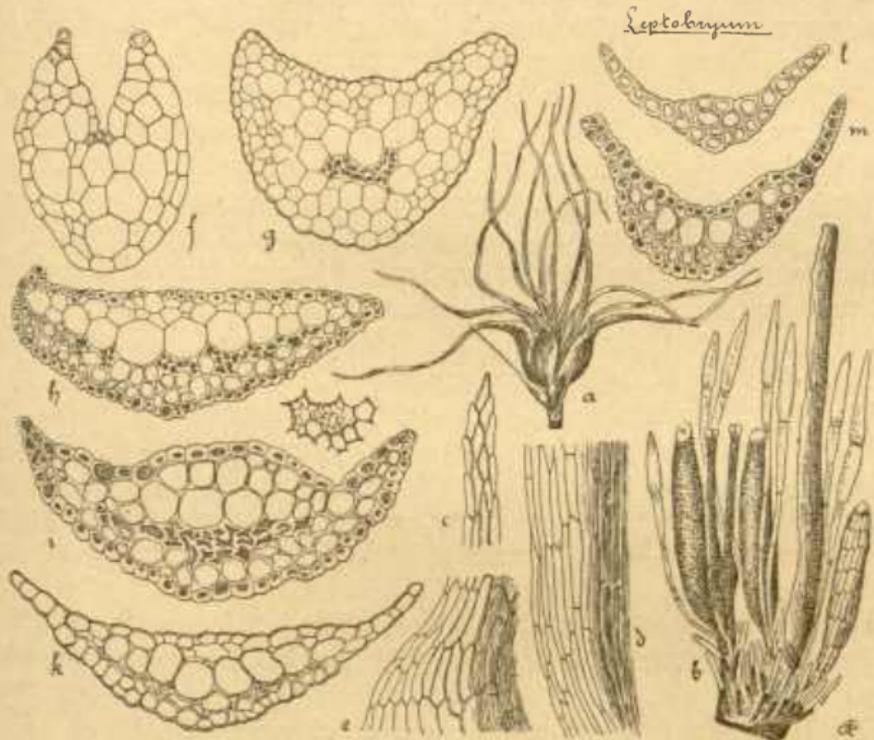


Abb. 17. *Leptobryum piriforme*.

a Blütenköpfchen 10/1. *b* Teil einer ♀blüte mit Paraphysen. Keulenhaaren und unterem Stück des innersten Hüllblattes 70/1. *c, d* Spitze und Grund eines Inneren Hüllblattes 150/1. *e* Zellnetz vom oberen Rande eines äußeren Hüllblattes 150/1. *f—k* Querschnitte durch Hüllblätter. *f—i* von der Pfriemenspitze abwärts bis zum Spreitenteil *k, f* 225/1. *g, h* 150/1. *i, k* 200/1. über *i* eine typische Begleitergruppe 150/1. *l* Querschnitt durch ein unteres, *m* durch ein oberes Stengelblatt 200/1.

schichtigen Spreite, in der auch sonst Verdoppelung der Schichten vorkommt (Fig. *m*).

Wechselreicher gestalten sich die Verhältnisse in den Hüllblättern. Betrachten wir eins aus ihrem mittleren Kreise, so finden wir in der langen Pfrieme die gestreckten Formen schmallinealischer, vorwiegend parenchymatischer Zellen, die nur in der Spitze und am schwach gezähnten, äußersten Rande durchscheinend, schon durch

Längsstreifungen auf die Ungleichartigkeit des mehrschichtigen Gewebes hinweisen. Wo die verflachte Pfrieme sich zum hohlen Grunde erweitert und die Rippe ihre größte Breite erreicht, bleibt die Spreite anfangs beiderseits auf ein bis zwei Reihen einschichtiger, länglich rechteckiger Zellen beschränkt; allmählich verbreitert sie sich durch rhomboidische, prosenchymatisch ineinander geschobene Maschen auf 10 bis 12 Reihen, die den Blattgrund füllen (Fig. *e*), in dessen Mitte 10mal so lang als breit (gemessen 0,013 : 0,12 mm), am Rande kürzer und schmaler. Die Zellwände sind schwach verdickt, ungetüpfelt, am Grunde der innersten Hüllblätter sehr lang und zartwandig (Fig. *d*). Die Rippe läßt bei geeigneter Beleuchtung die lockereren, großen Maschen des Innengewebes durchschimmern.

Seine Differenzierung ist in gleichem Sinne, doch in weit größerem Umfange durchgeführt, wie in den Stengelblättern, vornehmlich in ihrem pfriemenförmigen Fortsatz; Schnitte durch diesen geben eine Reihe verschiedener Bilder. In den zarten, innersten Blättern sehen wir (Fig. *f, g*) drei bis vier Schichten lockerer Innenzellen, die Außenzellen klein und zahlreich, noch unverdickt. Aus der dreischichtigen Anlage gehen zwei Reihen großmaschiger Deuter hervor, zwischen die sich unterseits ein zusammenhängendes Band, weiterhin Gruppen kleiner Zellen mit zackigen Umrissen schieben, die als Begleiter eigener Art gedeutet werden müssen — trotz ihrer derben, verbogenen Wände —, da Stereiden in solcher Form nicht bekannt sind. In manchen Schnitten fehlen diese Gruppen fast gänzlich; in andern sind sie kümmerlich entwickelt, doch kommen auch typische Begleiter mit zarten Wänden vor (Fig. über *i*) und bisweilen sogar in den Winkeln innerhalb der Deuterreihen. Das Band ist bis zum Grunde zu verfolgen, wo es aber undeutlich wird (Fig. *k*).

Die Figuren *f—k* klären und vervollständigen die bei Betrachtung des Flächenbildes gewonnene Vorstellung vom inneren Bau der betreffenden Organe; sie reden aber auch sonst eine deutliche Sprache, indem sie auf die Notwendigkeit hinweisen, Angaben systematischer Werke über die Perichätialblätter einer Nachprüfung zu unterziehen. Wenn im vorliegenden Falle selbst *Limpricht* und *Warnstorff* diese als „wenig verschieden“ oder „wie die Schopfbblätter“ bezeichnen, so lehrt ein vergleichender Blick auf die Figg. *l* und *m*, daß sie sich mit der äußeren Form begnügten, die anatomischen Unterschiede aber übersahen.

14. *Webera elongata* Hedw.

Gleich der häufigeren *Webera nutans* bietet diese schöne Art Gelegenheit, die als Paröcie unterschiedene Form des einhäusigen

Blütenstandes näher kennen zu lernen. Löst man von einem blühenden Stengel die an seinem unteren Ende winzigen und spärlichen, nach oben zu größer werdenden und dichter gestellten Blätter bis zum Grunde des steifen, 2 bis 3 mm langen Schopfes, so findet man in der Achsel eines jeden dieser „Subperichätialblätter“, wie sie Limpricht nennt, die Antheridien, ohne Saffäden zu 2

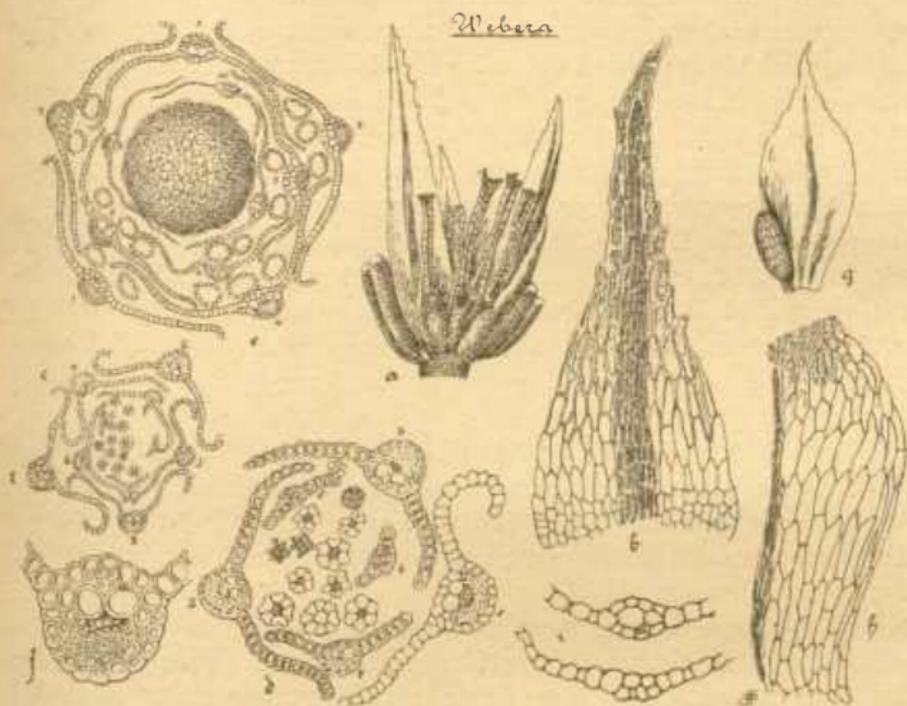


Abb. 18. *Webera elongata*.

a Oberstes Stück des Blütenstandes; in der Mitte die Archegonien, darunter paarweise die Antheridien 45/1. b eins der innersten Hüllblätter von a 150/1. c Querschnitt durch eine Blüte; die Antheridien sind nicht, die Archegonien im Halsteile, die inneren Hüllblätter in der Spitze getroffen 45/1. d der mittlere Teil von c mit den Archegonienhälsen und den innersten Hüllblättern 150/1. e Querschnitt durch den tieferen Teil eines Blütenstandes mit den zu 2—3 achselständigen Antheridien 45/1. f Querschnitt durch die Rippe eines äußeren Hüllblattes 225/1. g Perigonblatt mit Antheridium 30/1. h dessen Zellnetz 120/1 und i Querschnitte 150/1.

bis 3 dicht nebeneinander stehend (Fig. a). Rein morphologisch betrachtet haben wir Einzelblüten vor uns, die nach der $\frac{2}{5}$ Stellung in mehreren Kreisen am Stamm angeordnet sind und je ein aus einem Stützblatt und einem Antheridiumpaar gebildetes Andröceum darstellen, entwicklungsgeschichtlich als Blütenstand aufgefaßt werden müssen. Über diesem ♂ Gametangienstand erhebt sich aus dem Sproßscheitel der ♀, das Gynäceum, von einer besonderen

Hülle umgeben; ihre schmallanzettlichen, mit breitem Grunde sitzenden Blättchen sind nur so lang oder wenig länger als die 9 bis 18 vorhandenen, 0,46 mm messenden Archegonien; ihre Rippe ist kräftig, die Spreite der inneren, flachrandigen an der Basis 4 bis 8, an der Spitze 1 bis 2 Zellen breit (Fig. *b*); sie sind im oberen Teil aus kurz rhomboidischen Zellen gewebt, die sich durch derbe Wände deutlich gegen die äußerst dünnwandigen Maschen abgrenzen, welche zu den sehr kleinen, quadratischen und querebreiten des noch in der Weiterentwicklung befindlichen Grundes hinüberleiten. Paraphysen fehlen oder sind in wenigen kurzen Fäden entwickelt.

Aus Querschnitten, in verschiedener Höhe durch die einzelnen Teile geführt, ergeben sich die Stellungsverhältnisse innerhalb dieser Kreise. Es wiederholt sich in der Anheftung der Hüllblätter, des Perigyns wie des Perigons, die für die Stengelblätter geltende $\frac{2}{5}$ Divergenz (s. Abb. *c*, *d*, *e*), wie aus den beigefügten Zahlen ersichtlich ist; man sieht auch, daß die Antheridien nicht immer paarweise stehen, sondern öfters zu dreien. Im Rippenbau herrscht Übereinstimmung. Die Ränder der inneren, zarteren Blätter sind flach, die der äußeren stark umgerollt.

Der für die Gattung *Webera* bezeichnende Wechsel in den Blütenverhältnissen macht sich auch im Formenkreise der einzelnen Arten bemerkbar, besonders bei *W. cruda* und den einhäusigen. Außer dem rein paröcischen Stand, wie er oben beschrieben ist, kommen bei unserer *W. elongata* mancherlei Abweichungen vor. Neben typischen Pflanzen von Eisenacher Standorten fanden sich solche mit rein ♂ endständiger Blüte; andere, bei denen am Ende des paröcischen Teils eine knospenförmige Zwitterblüte stand, in beiden Fällen die inneren Organe umschlossen von bis zehn breitlantzettlichen, flachrandigen, sehr hohlen Hüllblättern, die bis 1 mm lang, in der untern Hälfte gelb, am oberen Rande geschweift-gezähnt, ganz aus rhombischen Maschen gewebt waren, im Spitzenteil derbwandig und spärlich getüpfelt, um abwärts in schmal rhombische, zartwandige, am Grunde linealische überzugehen. Eine dieser Zwitterblüten enthielt neben sechs schlank flaschenförmigen Archegonien von 0,5 mm Länge 15 acht Stockwerke hohe Antheridien, doch keine Saftfäden. Innerhalb der Blütenstände sind Erneuerungssprosse nicht selten. Zarte, nur 4 mm hohe Blütenpflanzen, in der Gilfenklamm bei Sterzing aufgenommen, trugen in den Achseln ihrer 2 mm langen 6 Schopfbblätter je 2 bis 3 Antheridien, darüber eine rein ♂, dicke Knospe, deren zehn viel kleinere, am hohlen Grunde rötlich-gelbe, breit eilanzettliche Blätter mehr als 30 Antheridien und wenigen Fadenparaphysen als Hülle dienten;

einige waren ganzrandig, andere buchtig gekerbt bis grob gezähnt an einem hier und da schwach umgeschlagenen, durch gestreckte Zellen undeutlich gesäumten Rande. Die stark verbogene Rippe erwies sich als 2- bis 3schichtig (Fig. *g—i*). (S. auch das Diagramm Taf. 4 *H*.)

Mniaceae.

Hochentwickelt, reich an formenschönen Arten, durch große Scheibenblüten ausgezeichnet, gliedert sich die Familie der Sternmoose nach Säumung der Stengelblätter und Rippenbau in die drei natürlichen Gruppen der *Biserratae*, *Serratae* und *Integerrimae*. Unter denen der ersten, in unserm Gebiet durch acht Arten vertretenen, deren Kennzeichen in Doppelreihen von Sägezähnen, medianen Deutern, Begleitergruppe und zwei Stereidenbändern bestehen, ist die häufigste und stattlichste das zweihäusige

15. *Mnium hornum* L.

Die äußere Hülle der dick scheibenförmigen, fast köpfchenförmigen ♂ Blüte (Fig. *a*) wird von 6 bis 9 am Grunde hohlen, lanzettlichen, 4 mm langen und 1,25 mm breiten, in der Form den Stengelblättern gleichen Perigonblättern gebildet. Sie umschließen zunächst 4 viel kleinere Blättchen von breitlanzettlicher, eispatelförmiger bis herzförmiger Gestalt (Fig. *b, d*), deren äußeres, als größtes und Übergangsform, 2 mm in der Länge, 1 mm in der Breite mißt und noch von einem doppelzahnigen, abwärts schwindenden Rande gesäumt ist, der, in den nächstfolgenden undeutlich, dem innersten, 1 mm langen, 0,75 mm breiten gänzlich fehlt; höchstens ist dessen Saum mit wenigen, einzelnen Zähnchen versehen, meist geschweift oder ganzrandig, mit nicht differenzierten, aber bisweilen blattgrünfreien Randzellen. Die Rippe läuft in das auswärts gebogene Spitzchen aus. Das Zellnetz webt sich am Grunde aus länglich rechteckigen, zartwandigen Maschen, im Spitzenteil sind sie sehr klein, einzelne so lang als breit, alle reich an Chlorophyll. Antheridien kann man bis zu 50 zählen; sie bauen sich aus 10 bis 12 Stockwerken auf und erreichen 0,56 bis 0,68 mm Länge. Die sie in großer Zahl umgebenden Saftfäden sind 7- bis 8zellig, tragen auf fadenförmigem, blaßrosenrotem, dabei chlorophyllreichem Grunde eine geschwollene Hauptzelle und endigen darüber in eine zweizellige, kegelförmige Spitze (Fig. *e*). Ihrem Blattnetze nach und durch den nicht oder wenig gesägten Saum stehen die Perigonblätter den Niederblättern am Stengelgrunde viel näher, als den oberen Stengelblättern mit ihrem typischen, polygonalen, mehr oder weniger deutlich reihenförmig geordneten *Mnium*-Gewebe.

Unterhalb der ♂ Blüte finden sich bisweilen, quirlförmig aus den Achseln der Schopflätter hervorgegangen, bis drei kleinblättrige Seitensprosse.

Die Blütezeit fällt nach Grimme in den Mai; doch kann man schon im Dezember die sterilen, meist bogig aufstrebenden, am Ende verdünnt zulaufenden Sprosse von den blütentragenden

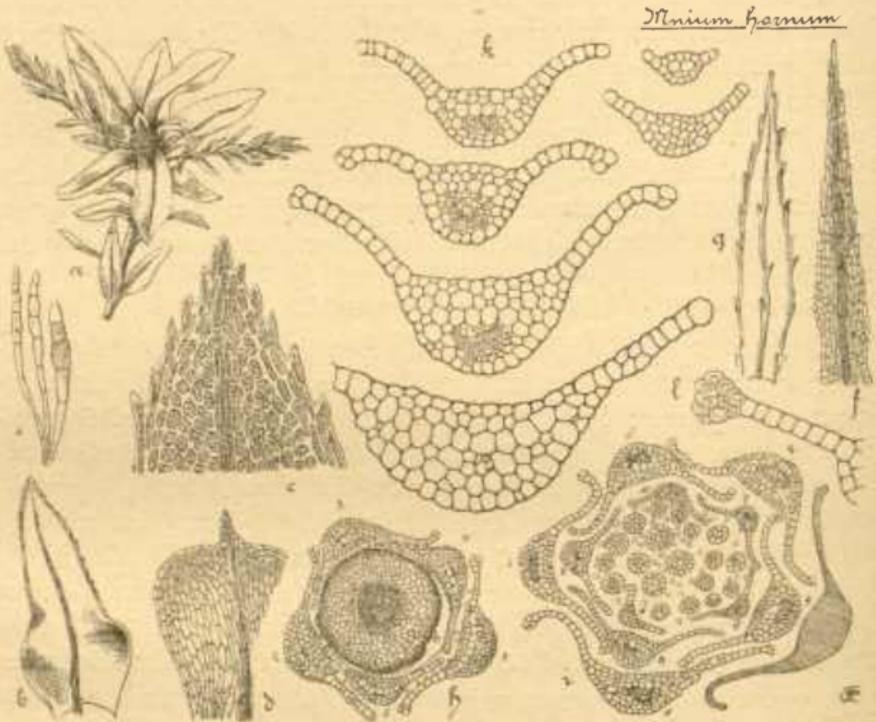


Abb. 19. *Mnium hornum*.

a ♂ Blütenstand mit Quirlästen 5/1. b äußeres der inneren Perigonblätter 15/1. c dessen Spitze 70/1. d innerstes Perigonblatt 30/1. e Saftfäden der ♂ Blüte 70/1. f Innerstes Perigynblatt 45/1. g Spitze eines Perichätialblattes, Unterseite 30/1. h Querschnitt durch den Sproßscheitel der ♀ Pflanze 30/1, i durch eine ältere ♀ Blüte; Archegonien im Fußteil getroffen 45/1. k 6 Querschnitte durch die Hüllblätter einer älteren ♀ Blüte 150/1. l Querschnitt durch Lamina und Saum eines Schopflattes 150/1.

unterscheiden, die um diese Zeit aber nur ältere, gebräunte Gametangien aufweisen. Im Frühling kleidet sich die ♀ Blüte in eine Hülle, deren Blätter sich von den 6 mm und darüber langen, 1,0 bis 1,3 mm breiten Stengelblättern nur durch schmalere, mehr linealische Form bei breiterem Grunde unterscheiden, aber so unmerklich in diese übergehen, daß eine Grenze schwer zu ziehen ist. Betrachtet man ihrer 8 bis 12 als zum Perigyn gehörig, dann wird als äußerstes ein schmal lanzettliches, 4,5 bis 6,0 mm langes, 0,5 mm breites

gelten dürfen, wogegen das innerste, rasch pfriemenförmig zugespitzte nur 0,9 bis 1,2 mm : 0,2 mm am Grunde mißt. Mit Abnahme der Größe nach innen zu schwindet auch der Saum und fehlt den innersten Blättern ganz (Fig. *f*); ihre Lamina ist am Grunde nur 6 bis 8 Zellen breit, die mittleren sind nur um den ein- bis zweireihigem Saum breiter.

Die auch in den innersten, noch saumlosen Perigynialblättern verhältnismäßig kräftige Rippe ist in allen äußerst stark entwickelt; ihr Bau und der der Lamina wird durch das Querschnittsbild *i* veranschaulicht, durch die 6 unter *k* aneinander gereihten Entwicklungsstufen ein Vergleich mit den Stengelblättern erleichtert. Die scharf abgegrenzte Spreite ist einschichtig oder verloren zweischichtig, ihr Rand nur in den äußeren Blättern in einer Zellreihe verdoppelt — ein erheblicher Unterschied von dem wulstigen Saum der Stammblätter, der in Fig. *l* dargestellt ist. Die allmähliche Ausgestaltung der anfangs aus lauter gleichartigen Zellen gebildeten Rippe durch Differenzierung der Deuter, der kleinen, von einem hufeisenförmigen Stereidenband umschlossenen Begleitergruppe, die beide wieder am Grunde zurücktreten, ist in diesen Figuren genau zu verfolgen, so daß auch hier die Abweichung von dem typischen Bau der bikonvexen Rippe in dem Fehlen des oberen Stereidenbandes und der damit zusammenhängenden Plankonvexität sofort ins Auge fällt.

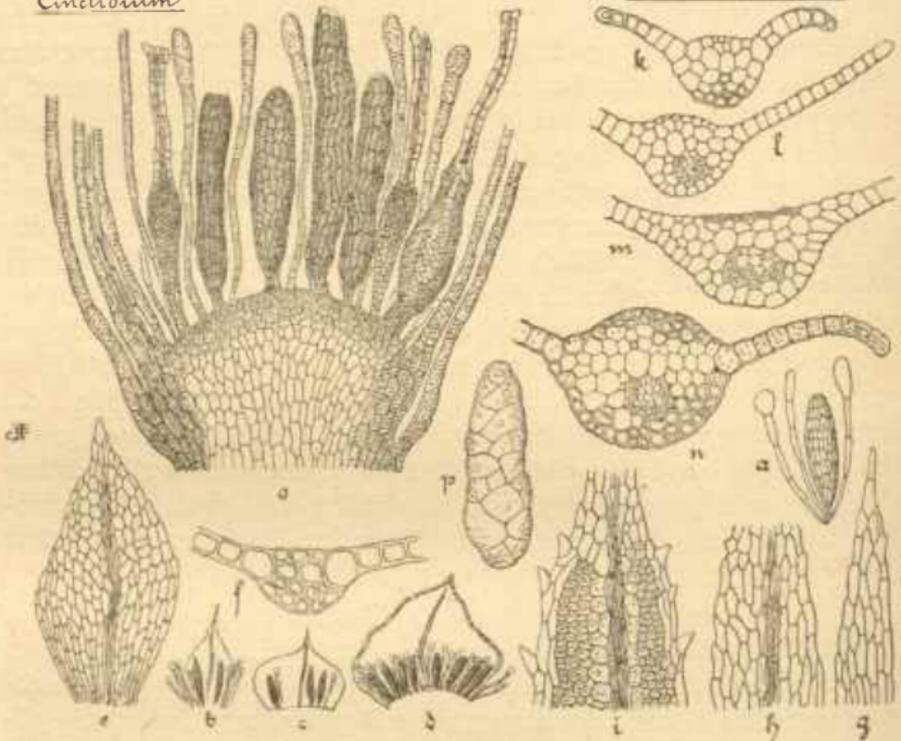
Die $\frac{2}{5}$ Stellung bei umfassender Deckung ist im Querschnitt durch die ♀ Blüte genau so deutlich erkennbar, wie in dem durch den Sproßscheidung geführten Schnitt *h*, eine Torsion also nicht nachzuweisen; die Geradzeilen lassen, ihrer Numerierung nach, an Regelmäßigkeit nichts zu wünschen übrig (*i* 1—6—11). Der Übergang von der $\frac{1}{3}$ zur $\frac{2}{5}$ Divergenz vollzieht sich hier weniger klar, wie in dem durch die Figg. *g* und *h* in Abb. 21 dargestellten Falle bei *Mnium punctatum*.

In der Gruppe der *Serratae*, welche, in gleicher Artenzahl wie die vorige vertreten, wegen der einfachen Bezahnung ihrer einschichtigen Blattsäume und der mit nur einem, unteren Stereidenbande ausgestatteten Rippe eine Mittelstellung einnimmt, steht an erster Stelle das zweihäusige

16. *Mnium undulatum* Weis.

Von Limpricht mit Recht als „Prachtmoos“ bezeichnet, darf es sich ob der Vornehmheit seiner reizenden Bäumchenform, der Üppigkeit in der Entwicklung der einzelnen Organe, der gehäuft

auftretenden Sporogone getrost neben den nordischen Schirmmoosen sehen lassen, ist aber so lichtempfindlich, daß es nur an besonders günstigen Standorten blühend und fruchtend angetroffen wird. Für die Untersuchung mußten im Winter gesammelte Pflanzen benutzt werden; als Blütemonat gilt der Juni.

*Cinclidium**Mnium undulatum*Abb. 20. *Mnium undulatum*.

a Antheridium mit Saftfäden 30/1. b, c, d innerste und mittlere Perigonblätter mit Antheridien und Paraphysen 10/1. e = b 30/1. f Rippe von c 150/1. g, h, l Spitzenteile des innersten, des dritt- und viertinneren Perichätialblattes 70/1. k, l, m Querschnitte durch die innersten Perichätialblätter. n durch die Rippe eines äußeren 120/1.

Cinclidium stygium. o Längsschnitt durch die Blüte 45/1. p der aus dem Archegon rechts herausgelöste Embryo 120/1.

Die ♂ Gametangienstände fallen durch eine stattliche Rosette aus 6 bis 8 äußeren Hüllblättern auf, die eilanzettlich bis zungenförmig, querwellig verbogen, 3,5 bis 4,5 mm lang, 1,5 bis 2,0 mm breit, rings gesäumt und einreihig gezähnt, am hohlen Grunde herablaufen. Abweichend davon werden die inneren Perigonblätter nach und nach kleiner, verkürzen sich von 3,0 bis auf 1,0 mm, verschmälern sich aus fast rautenförmig-querbreiter Form zur eilanzettlichen (Fig. d, c, b), wobei der Saum bis zum Verschwinden abnimmt, die

Zähnelung aber bleibt. Das Gleiche gilt für die Rippe; in den äußeren Blättern typisch, verflacht sie allmählich, erscheint in den innersten nur noch aus 4 Schichten gleichartiger Zellen gebaut (Fig. *f*), um am Grunde zu erlöschen. Das Netz dieser Blättchen (Fig. *e*) webt sich in der Spitze aus rhombisch vieleckigen und sechsseitigen, am Grunde aus länglichen bis linealischen Maschen mit zarten, spärlich getüpfelten Wänden.

Die 0,5 bis 0,6 mm langen, 0,18 mm dicken Antheridien bauen sich aus 10 bis 12 deutlich begrenzten Stockwerken (Fig. *a*) auf kurzem Stiele auf und so überaus zahlreich, daß sie hierin mit den *Polytrichaceen* wetteifern; ich stellte in einer Blüte 340 fest. Daneben bedecken den breiten Blütenboden, unter dem sich das Leitbündel des Stammes trichterförmig ausdehnt, die noch reichlicher vorhandenen Saftfäden; sie sind um die Hälfte länger, als die Antheridien, rosafarben, faden- bis schmal keulenförmig, 8- bis 10zellig, bald mit geschwollener Endzelle, bald die beiden Endzellen kegelig zugespitzt.

Von den gleichfalls rosettenartig gestellten Schopfbältern der ♀ Pflanze, die 60 und mehr Archegonien umschließen, messen die äußersten 10 bis 12 mm in der Länge, 2 bis 2,5 mm in der Breite, sind die folgenden bei verschmälertem Grunde schmal zungenförmig bis spatelförmig, stark querwellig, gehen bis auf 4 mm: 1 mm zurück; die mittleren, 1 mm breiten zeigen über der Basis eine Verschmälerung auf die Hälfte; die drei innersten messen unten nur 0,75 mm, sind gleichschenkelig dreieckig oder aus breiterem Grunde rasch pfriemenförmig, 2 mm lang; ihre Rippe ist undeutlich begrenzt, doch kräftig, der Rand ungesäumt und stumpf gezähnt. Das Zellnetz dieser innersten Perigynblätter älterer Blüten ist oben aus rundlich polygonalen Maschen gewebt mit zwei Reihen längerer, einen undeutlichen Saum bildenden Randzellen; etwa vom vierten, schmal-spatelförmigen Blatt ab, dessen chlorophyllreiche Zellen im Spitzenteil polygonal, mit getüpfelten Wänden ausgestattet sind, tritt dieser zweireihige Saum unvermittelt und scharf begrenzt auf, wie ihn Fig. *i* zeigt.

Die Rippe, in den äußeren Perichätialblättern bikonvex und, ganz nach dem Gruppentypus, mit hufeisenförmigem Stereidenband und großer Begleitergruppe versehen (Fig. *n*), verflacht sich nach innen zu mehr und mehr, während diese beiden Zellverbände nach und nach schwinden (Fig. *m*, *l*, *k*).

Am einfachsten liegen die Verhältnisse in der dritten, nur 5 Arten umfassenden Gruppe der *Integerrimae*. Sie kennzeichnen sich durch ganzrandige Blattsäume und eine, aus gleichartigen Zellen gebaute Rippe, die nur eine mittlere Begleitergruppe,

doch keine Stereidenbänder aufweist. Hier finden wir die Riesen der Familie vereinigt, obenan das bis 30 cm Höhe erreichende *Mnium cinclidioides*. Ihm steht am nächsten das schöne, tief grüne, in feuchten Lagen nicht seltene

17. *Mnium punctatum* Hedw.

das mitten im Winter reich fruchtend, gleichzeitig mit ♂ und ♀ Gametangienständen anzutreffen ist, in beiden mit Hüllblättern, die sich nach Gestalt und Größe von den Stengelblättern weit entfernen.

Wie die ♂, bergen sich auch die ♀ Blüten im Grunde einer offenen Rosette, infolge ihrer Unansehnlichkeit leicht zu übersehen. Das in Fig. *a* abgebildete, endständige Rosettenblatt maß 3 mm, bei 2 mm Breite, wurde von den folgenden Schopfbältern in doppelter Länge überragt, während von den schmal lanzettlichen Perigynblättern das äußere 1,5, das innerste nur 0,5 mm lang war. Diese innersten 4 bis 6 Blättchen sind aus dünnwandigen, gestrecktsechseckigen Maschen gewebt, das innerste (Fig. *e*) saumlos und ohne Rippe oder mit schwacher Andeutung einer solchen, während sie in den äußeren kräftiger, am Grunde breiter wird und zugleich ein schmaler, zwei- bis vierreihiger Saum sich bildet; auch nehmen deren Zellen im Spitzenteil rhomboidische Formen an mit derben Wänden und reichem Chlorophyllgehalt; die der Basis bleiben länglich rechteckig (Fig. *f*).

Übergangsformen von den schmalen Hüllblättern zu den weiter abwärts fast kreisförmigen Stammblättern kommen vor und nähern sich in Größe und Umriß der einen oder andern Form, nicht selten mit Doppelspitzen und Gabelungen der Rippe (Figg. *b*, *c*).

Ein Querschnitt durch ein älteres, sechsblättriges Perigynium mit im Fuß getroffenen Archegonien ist in Fig. *h* dargestellt; es läßt deutlich die Verschiebung der in beiden Umläufen bestehenden $\frac{1}{3}$ Stellung durch Scheiteldrehung in die $\frac{2}{5}$ Divergenz erkennen: Blatt 1 und 6 decken einander. Die in ihrer Entwicklung abgeschlossenen Blätter berühren mit ihren flachen Rändern einander kaum und erinnern damit an die klappige Deckung in den Blüthüllen höherer Gewächse, unterscheiden sich also wesentlich von den scheidigen Perichätien. Blatt für Blatt ist der Fortschritt in der Rippenausbildung hier zu verfolgen, von der schwachen Andeutung durch wenige Doppelschichten (s. Fig. *i* links oben) bis zum scharf differenzierten Bau der Stengelblattnerven im obersten

Schopfblatt (Fig. *h* unten), ebenso die Entstehung des bis 4 Schichten dicken Wulstes, der die ursprünglich einschichtige Spreite als derber Saum umfriedigt. Auch die im Stammblatte nicht seltenen Verdoppelungen der Lamina zwischen Rippe und Rand sind in den äußeren Hüllblättern schon hier und da vorhanden.

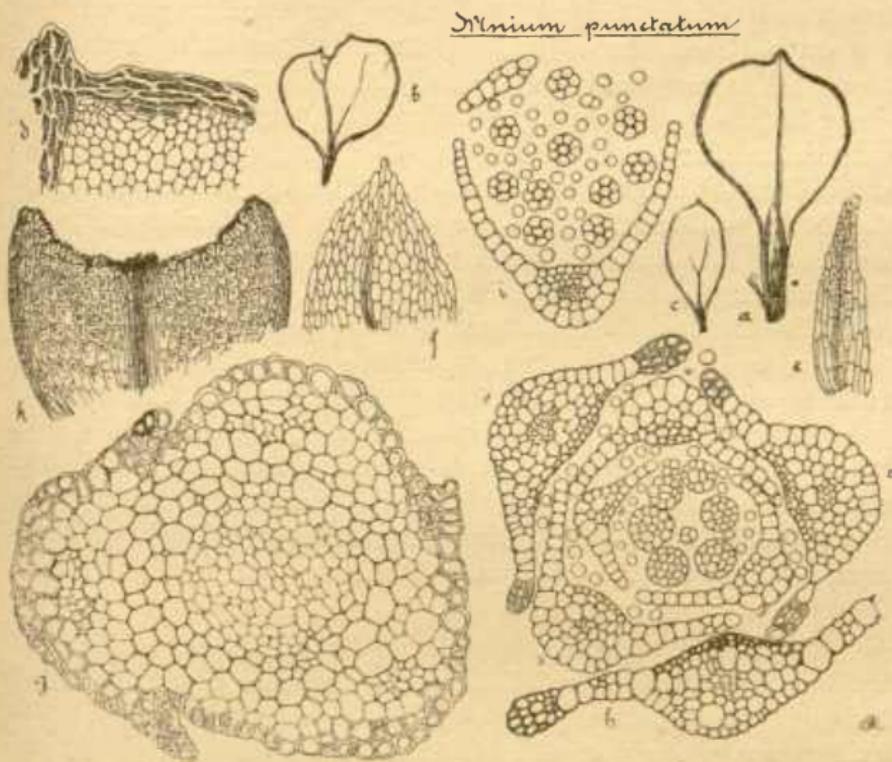


Abb. 21. *Mnium punctatum*.

a oberstes Stengelblatt mit ♀ Blüte 10/1. *b*, *c* abweichend geformte Schopfblätter 7,5/1. *d* Spitze von *a* 45/1. *e* innerstes Perigynhblatt 45/1. *f* Spitze des äußersten 45/1. *g* Querschnitt durch den Stammscheitel der ♀ Pflanze mit 3 an der Anheftungsstelle getroffenen, äußeren Hüllblättern 120/1. *h* etwas höher — bei * von *a* — geführter Querschnitt mit 6 Perigynblättern und oberstem Schopfblatt 70/1; Archegone im Fußteil getroffen. *i* ein noch weiter aufwärts durchschnittenen Perigynblatt mit den Hälsen der Archegonien 70/1. *k* Grund eines Perichätialblattes mit Schneckenfraß und wie verkorkten Wundrändern 70/1.

Ob die Stellung der Archegonien einer gesetzmäßigen Ordnung unterliegt, ist eine Frage, die sich bei Betrachtung der Fig. *i* aufdrängt, im Hinblick auf die sie in deutlichen Kreisen umgebenden Saftfäden. Solange für eine Beantwortung nicht einwandfreie Beobachtungen vorliegen, wird man zunächst nur an eine möglichst vorteilhafte Ausnutzung des Raumes denken dürfen.

18. *Cinclidium stygium* Sw.

Das den *Integerrimis* nächststehende Kuppelmoos bietet in seiner Zwitterblüte, deren Grundriß wir bereits auf der Tafel der Diagramme kennen lernten, durch die übersichtliche Anordnung der in mäßiger Zahl vorhandenen Geschlechtsorgane eine günstige Gelegenheit, deren Entwicklung in ihrer Reihenfolge zu beobachten, wo es in lebendem Zustande rechtzeitig zur Verfügung steht. Die benutzten Rasen, Ende Juni von Freund L o e s k e barfuß aus einem tiefen Sumpfe geholt, waren für eine Untersuchung nach dieser Richtung hin leider zu weit vorgeschritten, wie der in Fig. 20 o dargestellte Längsschnitt durch den Gametangienstand zeigt. Hier wie in Fig. 4 J sehen wir die Antheridien vorwiegend das Mittelfeld des hochgewölbten Blütenbodens ausfüllen, die Archegonien dazwischen einzeln oder zu mehreren der tieferen Randzone eingefügt. Beiderlei Organe sind annähernd gleichlang, die auf dickem Stiel in 12 bis 15 Stockwerken aufgebauten Antheridien messen 0,6 bis 0,8 mm, an Länge übertroffen von faden- oder keulenförmigen Saftfäden mit geschwollener Endzelle und körnigem Inhalt. Die Archegonien sind lang gestielt, der Hals nimmt $\frac{5}{8}$, Bauch und Fuß $\frac{3}{8}$, oft aber auch die Hälfte der Länge ein; aus der Form der zur Rechten gezeichneten geht hervor, daß sich nur der untere Bauchteil an der Sporogonbildung beteiligt. Der durchschimmernde Embryo wurde herausgelöst und läßt die ersten Teilungsvorgänge gut erkennen (Fig. 20 p).

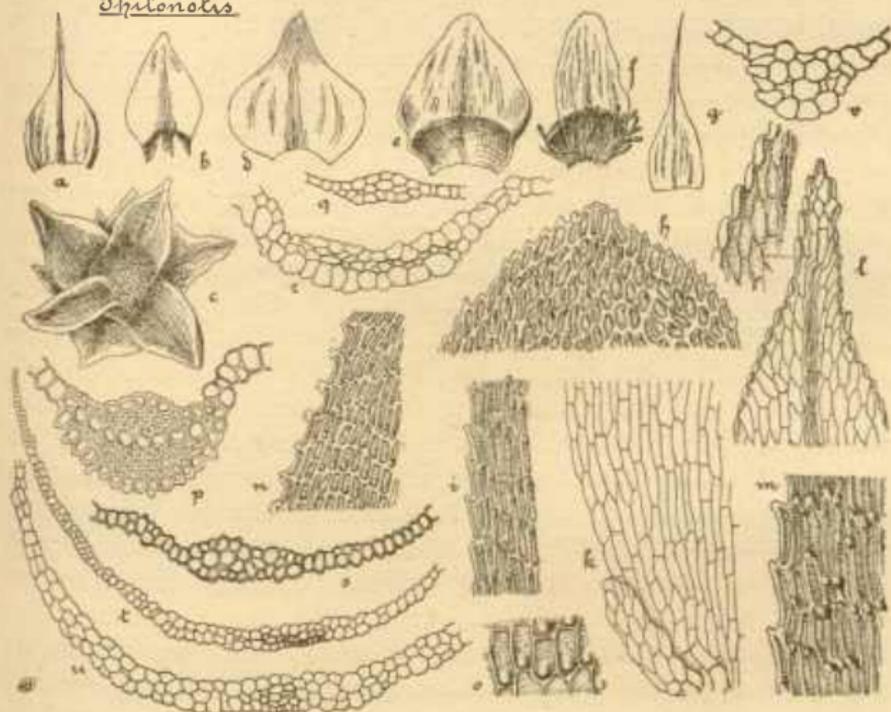
Die Hüllblätter verhalten sich zu den Stengelblättern ähnlich wie bei *Mnium undulatum*. Die inneren sind oben aus einem engen, kaum in Schrägreihen geordneten Zellnetz gewebt, am Grunde lockermaschig, saumlos; die mittleren werden von einem mehr und mehr verbreiterten Saum umfaßt; die äußeren gleichen in Form, Säumung, Zellnetz und Rippenbau den Stammblättern, die sie an Größe weit übertreffen.

19. *Philonotis fontana* L.

Schon vor Jahren hat L. L o e s k e in seinen „Kritischen Bemerkungen“¹⁾ auf die Bedeutung des Blattumrisses und seiner Bezahnung für die Unterscheidung der *Philonotis*-Formen hingewiesen. Was er dort ausführt, gilt bei manchen Arten selbst für das einzelne Stämmchen. Bei keiner in dem Maße, wie bei der durch ihre Quirläste an einen Armleuchter erinnernden *Ph. fontana* unsrer Sümpfe; bei keiner anderen ist der Wechsel der Blattform beim Übergang

¹⁾ Hedwigia Bd. XLV. Oct. 1905.

in eine höhere Stengelzone so auffällig, wie bei dieser formenreichen, durch weithin sichtbare, auf hohem Tragsproß die Rasen überragenden, scheibenförmigen Gametangienstände ausgezeichneten Art. Das beweist ein Blick auf unsre Abbildungen, die sämtlich nach Pflanzen des nämlichen Standorts gezeichnet wurden.

PhilonotisAbb. 22. *Philonotis fontana*.

a Stengelblatt. b Blatt des ♂ Tragsprosses. c ♂ Blüte von oben gesehen 7,5/1. d äußeres, e mittleres, f inneres Perigonblatt (mit Saftfäden), g Perichätialblatt 10/1. h Spitze. i unterer Saum. k Flügel (mit Öhren) eines inneren Perigonblattes h, i 120/1. k 70/1. l Spitze des innersten Perichätialblattes 150/1. links darüber Randzellen der Spitze 225/1. m oberer Rand eines äußeren Perichätialblattes 225/1. n mittlerer Rand eines Stengelblattes 150/1. o Zellen des Grundes von n 225/1. p—v Rippenquerschnitte: p eines Stengelblattes, q, r eines Tragsproßblattes q oben, r nahe der Anheftung, s—u eines inneren Perigonblattes, s vom oberen, derbwandigen Teil (alle 150/1), t vom grünen Teil 70/1, u vom gelben Grunde 120/1, v von einem innersten Perichätialblatt.

Gehen wir von dem mehr oder weniger einseitswendigen Stengelblatt, Fig. a, aus, das sich als die natürliche Grundform durch scharfe Zuspitzung, mehrere tiefe Falten, deutlich begrenzte Rippe und bis hoch hinauf umgerollte Ränder auszeichnet, so weicht schon das Blatt des ♂ Tragsprosses, Fig. b, durch seine Schuppenstellung, durch den Fortfall der feinen Spitze, undeutlich abgegrenzte Rippe und flache Ränder ab; die Falten sind seichter oder ganz ge-

schwunden und beim Loslösen vom Stengel zieht man dessen lockere Rinde mit herab. Die unteren Hüllblätter des Perigons, Fig. *d*, erweisen sich in ihrem äußeren Zuschnitt als Vermittler zwischen Tragsproß- und eigentlichen Perigonblättern; sie fallen durch Breite der Lamina und der Rippe auf, Längs- und Querdurchmesser stehen im Verhältnis von 2 mm : 1,8 mm. Diese doppelte Breite von *a* bei gleicher Länge behalten auch die mittleren Hüllblätter, Fig. *e*, während die innersten sich wieder bis auf die Hälfte verschmälern, Fig. *f*; beide aber zeichnen sich aus durch die tiefe Aushöhlung und die Orangenfarbe des Grundes, die $\frac{1}{3}$ des Blattes in Anspruch nimmt, so daß das obere Stück bei *e* als gleichseitiges Dreieck mit abgerundeten Ecken, bei *f* als kurze, 1 mm breite Zunge erscheint. Die Grenzen der nach unten stark verbreiterten Rippe sind fast verwischt, die Ränder aufrecht oder am Grunde einwärts gebogen.

Im Perichätium kehrt die äußere Form der Stammblätter wieder, ohne jedoch deren kräftige Maße zu erreichen (Fig. *g*). Die Spitzen sind hier noch feiner ausgezogen.

Auch beim Vergleichen der verschiedenen Zellnetze wählen wir das des Stengelblattes als Norm. Die in seiner Spitze linealischen, in der Mitte länglich-rechteckigen, am Grunde länglich sechsseitigen Maschen haben derbe, ungetüpfelte Wände und tragen, als ein dem Systematiker für die Unterscheidung willkommenes, wenn auch nicht ganz beständiges Merkmal, auf jeder unteren Ecke eine Mamille; am Rande sind meist beide Zellenden ausgestülpt und treten dann als eigenartige, sogenannte Zwillingmamillen auf (Fig. *n*). In den Tragsproßblättern finden sie sich fast nur noch im Spitzenteil, dessen Netz bereits ganz die Art des Gewebes der inneren Perigonblätter angenommen hat, in dem die Mamillen aber noch den unteren Zellecken aufsitzen.

An diesen inneren Blättern der ♂ Hülle fällt zunächst das aus kurz-rhomboidischen Formen gewebte, derbwandige Netz der breiten Spitze auf. Die Zellen ordnen sich am Rande zum mehr oder weniger deutlichen Saum (Fig. *h*), der durch einfache Ausstülpungen dicht mamillös-gekerbt erscheint; abwärts verlängern und verschmälern sich die Maschen bis zum linealischen, sind am Rande nur noch einfach gezähnt, auch im unteren Teil des grünen Abschnitts kaum lockerer und alle tragen die mamillöse Ausstülpung am oberen Ende (Fig. *h*, *i*). Die Rippe ist wie verschwommen, die ganze Spreite längsstreifig-trüb und nur nahe dem Rande durchscheinend. Das die gelbrote Höhlung bildende Gewebe besteht aus zartwandigen, länglich sechsseitigen Maschen und erweist sich gleich dem grünen Oberteil bei durchfallendem

Licht als mehrschichtig. Bisweilen hängt dem Flügel ein winziges Öhrchen an (Fig. *k*), wie es bei den Blättern der Torfmoose vorkommt, an die ja auch die „sphagnöse“ Außenrinde unseres Brunnenmooses erinnert.

Die nach diesem Befunde zu erwartende Mittelstellung der Blätter des äußeren Perigonkreises gibt sich im Umriß, in der Größe wie in der Beschaffenheit des Zellnetzes zu erkennen. Durch die tiefen Falten, das lichtdurchlässige Gewebe, die gleichmäßige Höhlung der *g a n z e n* Spreite erinnern sie an die Stengel- und Tragsproßblätter; nach dem Umriß, der Größe und Form der Zellen leiten sie zu den inneren Perigonblättern hinüber. Die Mamillen finden sich meist auf den *u n t e r e n* Enden der Zellen, sind indessen so nahe auf die Querwände gerückt, daß man sie hier und da ebenso gut der oberen Ecke der Nachbarzelle zuschreiben kann, zu der einzelne wirklich gehören. Das Gleiche ist der Fall bei den Perichätialblättern (Fig. *g, m*), die sich durch mehrere tiefe Längsfalten ihrer aus zartwandigen, rhomboidischen Maschen gewirkten Spreite auszeichnen, deren Rand, zumal nahe der Spitze, durch Kerbzähne mit eigentümlichen Verdickungsleisten zierlich gesäumt ist; sie sind am schönsten an den innersten, dünnhäutigen Blättchen als schnurförmige, hyaline Einfassung entwickelt (Fig. *l*).

Die anatomischen Unterschiede der einzelnen Blattformen treten im ganzen Umfange erst auf Querschnitten hervor, sobald man sie mit solchen von Stengelblättern vergleicht. Die Differenzierung der kräftigen Rippe, wie sie diesen eigen ist (Fig. *p*), wird in keinem Falle annähernd erreicht und findet sich nur andeutungsweise in den höchst einfach gebauten Mittelnerven der Perichätialblätter (Fig. *v*). Die Zahl der Bauchzellen geht hier auf 4 bis 5, die der Rückenzellen, deren man im Stammblatt bis zu 18 zählen kann, auf 8 bis 10 zurück; Stereiden fehlen gänzlich, die einschichtige Spreite setzt sich mit eingefallenen Wänden unmittelbar der plankonvexen Rippe an. Diese ist in den Blättern des ♂ Tragsprosses bereits verbreitert und durch doppelschichtige Zellen die Verbindung mit der Lamina hergestellt; nahe dem Eintritt in die sphagnöse Stengelrinde sind ihre Rückenzellen sehr locker, weitlichtig und statt der Deuter und Stereidenbänder finden wir nur eine Lage kleiner, derbwandiger Innenzellen (Fig. *q, r*). Das Höchstmaß in der Abweichung ihres inneren Gefüges erreichen die mittleren und innersten Perigonblätter (Fig. *s, t, u*). Ihre kahnförmig-hohle Spreite läßt nur noch im oberen Abschnitt eine aus 3 bis 4 Schichten derbwandiger, gleichartiger, lockerer Zellen gebildete Rippe erkennen; abwärts zerfließt sie ohne sichtbare Grenze in die Lamina, in welcher

ein- und zweischichtige Zellreihen wechseln und uns damit die Erklärung für die in der Durchsicht bemerkten helleren und trüberen Längsstreifungen geben. Angedeutet wird die Rippe lediglich durch wenige Lagen enger, derberer Zellen, die sich im übrigen von den lockeren, zartwandigen Nachbarzellen nicht unterscheiden.

Wie die in Fig. c in der Scheitelansicht dargestellte ♂ Blüten-scheibe zeigt, sind ihre Hüllblätter in geringer Zahl, ihre inneren Organe im Überfluß entwickelt. Die dick-spindelförmigen Antheridien bauen sich aus 14 bis 15 Stockwerken auf und erreichen eine Länge von 0,2 mm; sie verschwinden fast unter der Fülle der längeren, orangegelben, keulenförmigen Saftfäden, die in ihrem verdickten Ende aus 5 bis 6 derbwandigen, fast quadratischen Gliederzellen mit rundlicher Endzelle bestehen. Die ♀ Blüte enthält neben langgriffeligen Archegonien mit schlankem Bauchteil nur Fadenparaphysen.

20. *Polytrichum juniperinum* Willd.

Wie die Blütenköpfchen der Kompositen setzen sich die äußerlich ihnen ähnelnden ♂ Gametangienstände der höchst entwickelten Familie unter den Laubmoosen, der *Polytrichaceen*, aus zahlreichen Einzelblüten zusammen. Sie stehen zwar an der Spitze des Stammes, schließen aber sein Wachstum nicht ab, lassen vielmehr aus ihrer Mitte neue, wiederum mit einer ♂ Blüte endende Triebe hervorsprossen, und dies wiederholt sich mehrmals, während der ältere Stengelteil abstirbt, so daß man an mehrjährigen Pflanzen drei bis vier durchwachsene Blüten übereinander antrifft (Fig. a).

Bei *Polytrichum juniperinum* werden diese Andröceen von einer becherförmigen Hülle umschlossen, deren äußere Blätter sich nur durch einen breiteren und verhältnismäßig höheren Scheidenteil von den benachbarten Stengelblättern unterscheiden, ihnen aber im Gewebe und besonders durch die eingeschlagenen Ränder gleichen. Dagegen sind die den Becherrand bildenden, eigentlichen Perigonblätter ganz abweichend geformt (Fig. c); aus breit-eiförmigem, sehr hohlem Grunde spitzen sie sich rasch zu, erscheinen ausgebreitet bei 4 mm Länge und 3 mm Breite fast rautenförmig, greifen dabei mit aufrechten, nirgends eingeschlagenen Rändern weit und so dicht übereinander, daß sie mit der auswärts gebogenen oberen Hälfte zu einem fast tellerförmig-flachen, wellig gesäumten Trichter verschmolzen erscheinen. Die Rippe ist in der Mitte am breitesten, nach dem Grunde zu gleichmäßig verschmälert, bis zur Spitze durchgeführt, hier am Rücken weit hinab mit groben Papillen bedeckt und tritt als 0,5 mm langes, gezähntes, braunes oder farbloses Haar

aus; auf der Oberseite trägt sie gegen 30 schlängelig verbogene, grüne Lamellen, deren Zahl und Länge gegen die Spitze und nach unten hin beiderseits abnimmt, so daß sie in der Mediane am längsten, am Rande nur noch wenige Zellen lang sind. Wie bei verwandten Formen, *Catharinaea Hausknechtii* z. B., bedeckt ihre Saum-

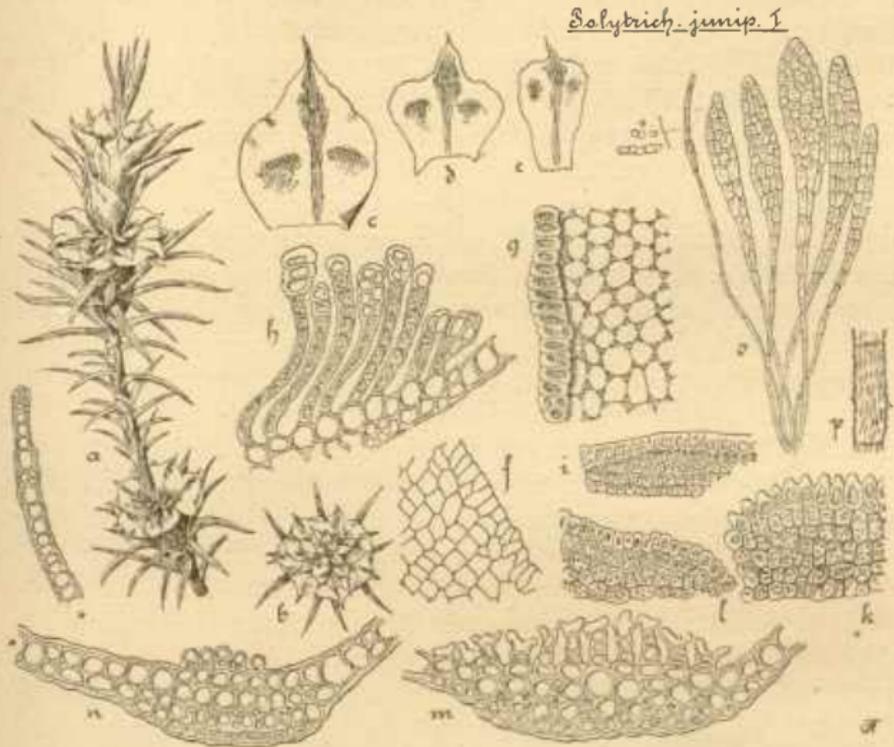


Abb. 23. *Polytrichum juniperinum*.

a Stammspitze mit durchwachsenen ♂ Blüten 3/1. b ♂ Blüte von oben gesehen 3/1. c, d, e äußeres, mittleres, inneres Perigonblatt 5/1. f, g Zellnetz von c vom oberen Rande und der lamellosen Mitte 200/1. h Teilquerschnitt von d 120/1. i, k, l Lamellen von der Fläche gesehen 150/1. m, n Querschnitte durch die Rippe von c, n dicht über der Anheftungsstelle, m weiter aufwärts, mit farblosen Lamellen. o Saftfäden 45/1. p eine Zelle unterhalb des in g dargestellten Teils 300/1.

zellen eine fein gestrichelte Kutikula, die auch auf die angrenzenden Zellen der Spreite übergeht (Fig. p).

Im nächstinneren Kreise gehen die Perigonblätter noch mehr in die Breite; sie sind verkehrt herz-eiförmig, bei 3 mm Querdurchmesser nur 2 mm hoch, mit aufgesetzter, 1 mm langer, lanzettlicher, in ein sehr kurzes Haar auslaufender Spitze; sie wird von den grünen Lamellen ganz ausgefüllt, welche sich an der Rippe in einem keilförmig verschmälerten Streifen herabziehen (Fig. d). Spatelförmig

mit kurzem Spitzchen, unterhalb dessen die auf 12 bis 15 verminderten Plättchen nur noch eine kleine Fläche einnehmen, sind dann die innersten Hüllblätter (Fig. *e*). Das Zellnetz der Perigonblätter wechselt von der Spitze bis zum Grunde außerordentlich; im oberen Teil zumal sind die oft zu Schrägreihen geordneten, dünnwandigen Maschen in allen möglichen Formen vertreten. Die querbreiteren des Randes bilden einen mehr oder weniger deutlichen Saum (Fig. *f*). Wo sich die Fläche nach außen wölbt, sind sie neben der Rippe doppelschichtig; hier häufen sich isodiametrische Zellen mit auffallenden Eckverdickungen und schön sternförmigem Lumen, wie es vielen Lebermoosblättern eigen ist (Fig. *g*), neben solchen mit stärker verdickten Querwänden bei ovaler, querebreiter Höhle, in welcher Form auch die Lamellarzellen, von oben gesehen, auftreten. Gegen den Grund werden die Maschen länglich rechteckig und ihre zarten Wände erscheinen bei starker Vergrößerung als feine Perlenschnüre (Fig. *p*). Die Lamina gleicht in ihrer ganzen Ausdehnung einem farblosen Gazeschleier, der nur im freiliegenden Spitzenteil durch rosenrote und gelbe Farbstoffe gesprenkelt ist; die der Assimilation dienenden, das Austrocknen verhütenden, zu ihrem Selbstschutz mit derbwandigen Säumen ausgestatteten Lamellenstreifen, in ihrer strahligen Anordnung im Gesamtbilde (Fig. *b*) ein Seitenstück zu den Saftmalen der höheren Gewächse, erinnern durch ihre üppige Wucherung z. B. an den bärtigen Schlund der Gentianeen.

Die Gewebe der beiden inneren Perigonblattkreise sind ähnlich, doch viel einfacher, vorwiegend aus dünnwandigen, linearen, wenig verbogenen, oben rhomboidischen Zellen gefügt, ohne Verdickungsformen.

Das Querschnittsbild des Perigonblattes unterscheidet sich von dem des Stengelblattes sofort durch den aufrechten, hier und da doppelschichtigen Rand (Fig. * über *n*). Die Außenwände sind verdickt, besonders stark auf der Unterseite, die Lamellen im oberen, grünen Abschnitt verbogen (Fig. *h*), bis 10, im mittleren Spitzenteil keulenförmig, 20 und mehr Zellen hoch, abwärts niedriger und chlorophyllfrei, am Blattgrunde nur noch zu fünf bis sechs als ein- bis zweizellige Höcker (Fig. *n*). Sie fallen durch die geschwollene, fast kopfförmige, hyaline Endzelle auf, die sehr dickwandig und bei den meisten durch quer oder schräg gestellte Wände mehrfach geteilt ist. Im unteren Teil des Blattes sind die der Kopfzelle oft eingefallen und die Lamellen haben dann große Ähnlichkeit mit denen von *Pol. ohioense* (Fig. *m*).

Auch in der Flächenansicht bieten diese Organe bekanntlich wertvolle Unterscheidungsmerkmale; im vorliegenden Falle (Fig. *k*,

l, i) ist der Lamellenrand, von der Spitze des Blattes abwärts, nacheinander mamillös, gekerbt, zuletzt glatt.

Die beiden Figuren *m* und *n* lassen erkennen, wie auch die eigentliche Rippe der äußeren Perigonblätter nach unten hin einfacher gebaut ist; von den wesentlichen Bestandteilen verlieren sich die beiden typischen Stereidenbänder und es bleibt nur eine Doppelreihe großer, basaler Deuter mit mehr oder weniger gut ausgebildeten, fünfseitigen Zentralzellen in den Winkeln. In den oberen Abschnitten der Perigonblätter wiederholt sich dagegen der anatomische Aufbau in der gleichen, scharf ausgeprägten Gruppierung der einzelnen Zellverbände, wie sie von den Stammbältern bekannt ist (V, VI) und dies gilt, worauf schon hier hingewiesen sei, auch für die Perichätialblätter.

Der Verschiedenheit nach Größe und Form angepaßt wechseln natürlich die inneren Verhältnisse, wie aus folgenden Zahlen ersichtlich ist, ganz erheblich. Ein Perigonblatt der *c*-Form trug nahe der Spitze, wo die einschichtige Spreite nur 6 bis 8 Zellen breit war, 12 Lamellen über ebensoviel Deutern; unter den undeutlichen Zentralzellen lag ein dreischichtiges Stereidenband und an dieses sich anschließend eine mamillöse Außenwand von 18 kleinen, dickwandigen Rückenzellen. Abwärts am breitesten Durchmesser des Blattes war die Spreite beiderseits des lamellosen Mittelfeldes in 8 bis 12 Zellreihen doppel-schichtig, 22 niedrige, 4- bis 5zellige Lamellen standen auf ebenso vielen weitlichtigen Bauchzellen und unter den großen, in gleicher Zahl vorhandenen Deutern befanden sich in deren unteren Winkeln 13 gut ausgebildete Zentralzellen; an das mehrschichtige Stereidenband schlossen sich 48 kleine, englumige Rückenzellen. In einem kräftig entwickelten Perigonblatte wurden festgestellt: 33 Lamellen, ein oberes, zweischichtiges Stereidenband, 35 Deuter (20 basale, 15 mediane) in jedem Winkel eine Zentralzelle; an die unteren Deuter und Zwischenzellen legten sich drei Stereidenschichten und über diese 50 bis 60 Rückenzellen.

Zwischen äußeren und inneren Perigonblättern, über deren Stellungsverhältnisse bei den *Polytrichaceen* bereits S. 195 das Nötige gesagt ist, sind gruppenweise ohne Gesetzmäßigkeit, soweit erkennbar, Antheridien und Saftfäden in großer Menge eingefügt; in einer Blüte wurden 160, in einer andern weit über 400 Antheridien gezählt. Sie gehören zu den größten im Reiche der Laubmoose, sind gerade oder leicht S-förmig gekrümmt, spindelförmig, kurz gestielt, 1,5 bis 1,7 mm lang, 0,15 mm dick, aus 20 bis 24 Stockwerken länglich rechteckiger, dünnwandiger Zellen gebaut, die sich durch zickzackförmig verlaufende Querwände bandartig und scharf

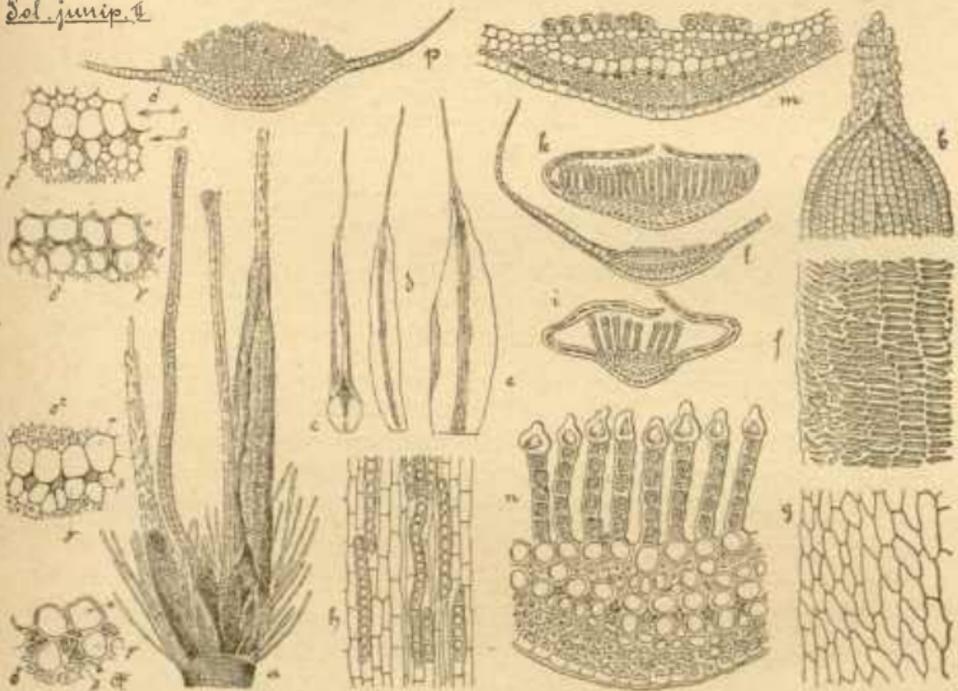
gegeneinander abgrenzen (vgl. Abb. 1, J). Die Paraphysen wurden schon in dem betreffenden Abschnitt (S. 183) beschrieben und auf der zugehörigen Tafel (3, *p—v*) in den verschiedenen Entwicklungszuständen abgebildet. Durch Übergangsformen, wie sie dort Fig. *w* darstellt, zu den Perigonialblättern legen sie einen Vergleich mit den Metamorphosen in den Blüten der *Nymphaeaceen* nahe.

Die vorhin erwähnten Durchwachsungen der ♂ Blüten stehen scheinbar im Widerspruch mit der Tatsache, daß bei den gipfelfrüchtigen Moosen mit der Entstehung des ersten Antheridiums aus der Scheitelzelle das Spitzenwachstum abgeschlossen ist; man hat dies so erklärt, daß die unterhalb der Tragblätter stehenden Antheridiengruppen (s. Abb. 4 *N*) entwicklungsgeschichtlich als ebenso viele, auf verkürzten Seitenzweigen angeordnete Einzelblüten aufzufassen sind, die in ihrer Gesamtheit einen zusammengesetzten Blütenstand darstellen.

In dem steif aufrechten Schopf, womit die ♀ Pflanze abschließt, birgt sich das Gynäceum. Inmitten zahlreicher, feinfädiger Paraphysen (Abb. 24, Fig. *a*) stehen ein bis drei schlanke, auffallend langgriffelige Archegonien, die so zart und vergänglich sind, daß man sie später selten und meist mit abgebrochenem Halse antrifft. Im abgebildeten Falle maßen sie 1,8 bis 2,5 mm, sechs- bis achtmal soviel als der 0,3 mm lange Bauchteil. In einer scheidigen Hülle von bis 15 mm Länge erreichenden Schopfblättern den Spermatozoiden schwer zugänglich, machen sie die Erzeugung der Antheridien in einer an Verschwendung grenzenden Fülle zu einer verständlichen Notwendigkeit.

Während die äußeren, hochscheidigen Hüllblätter den Stengelblättern gleichen, unterscheiden sich die inneren ganz erheblich. In dem durch Fig. *a* wiedergegebenen Zustande des Perigyniums sind die Anlagen der späteren Perichätialblätter noch völlig embryonale Gebilde, mit breiter Basis sitzende, von einem gezähnten Glashaar gekrönte Schüppchen, die indessen schon, wie Fig. *b* zeigt, die eingeschlagenen Ränder und die beginnende Lamellenbildung erkennen lassen, um sich dann zu der Röhrenform mit weit übereinandergreifenden Säumen der Fig. *c* weiter zu entwickeln. Im ausgewachsenen Perichätium finden wir als äußere Hülle drei den Stengelblättern gleichgestaltete Hüllblätter, bei denen aber die halbe Länge auf den Scheidenteil kommt, $\frac{1}{8}$ auf die braune, gesägte Granne. Die breite Rippe ist undeutlich begrenzt, im oberen Teil dicht mit chlorophyllreichen Lamellen bedeckt, die durch breit eingeschlagene Ränder größtenteils dem Blick entzogen sind (Fig. *i, k*).

deren Zellen frei von Blattgrün, quergestreckt, sich zu fünf bis sechs ausgezeichneten Längsreihen ordnen (Fig. *f*) und einen zierlich gekerbten Saum bilden, der gegen den Scheidenteil sich aus zarten, rhomboidischen Maschen webt (Fig. *g*). Den drei inneren, durchweg flachrandigen Perichätialblättern fehlt das Chlorophyll ganz, sie sind bleich oder gelblich, das äußere bis 10 mm lang, ausgebreitet

Sel. junip. IIAbb. 24. *Polytrichum juniperinum* II.

a ♀ Blüte ohne die äußeren Hüllblätter 30/1. *b* eine daraus freigelegte Perichätialblattanlage 150/1. *c* Perigyn-, *d* innerstes, *e* äußeres Perichätialblatt 5/1. *f* Rand vom mittleren Teil 70/1, *g* vom Grunde eines äußeren, grünen Perichätialblattes 225/1. *h* dessen abwärts auslaufende Lamellen 150/1. *i*—*n* Blatt- und Rippenquerschnitte durch äußere Perichätialblätter. *i* Spitze 70/1. *k* Mitte. *l* Grund 45/1. *m* = *l* 150/1. *n* Rippe an ihrer stärksten Stelle 225/1. *o* 1—4 Entwicklungsstufen der Zentralzellen 300/1. *a* Deuter. *β* Begleiter, *γ* phloemartige Elemente. *p* Querschnitt eines mittleren Perigonblattes an der Biegung nach außen 45/1.

breit lanzettlich, das innerste schmaler, mit dünner, undeutlich begrenzter Rippe (Fig. *d*, *e*). Die Lamellen sind entweder ganz geschwunden, oder im äußersten in unterbrochenen, abwärts sich verlierenden Reihen spärlich vorhanden (Fig. *h*, *l*). Von quergestreckten Saumzellen ist keine Spur vorhanden; auch im Spitzenteil des sehr zartwandigen Gewebes herrschen rhomboidische, im Scheidenteil lineare Maschen vor (Fig. *g*).

Daß im typischen Ausbau der Rippe die Perichätialblätter hinter denen des Stengels nicht zurückbleiben, ersieht man aus den Querschnitten $i-n$, aus den letzten am deutlichsten, die aus einem der äußeren hergestellt wurden. Um ihre Verschiedenheit von den Perigonblättern hervorzuheben, sind die Querschnittsbilder k und p nebeneinander gestellt.

Übersichtlich und klar, in ihren Verbänden deutlich gegeneinander abgegrenzt, sind hier die verschiedenen Elemente geordnet, aus denen sich die Blattrippe aufbaut; sie wollen aber, um verstanden zu werden, während ihrer Entwicklung, nicht nur in fertigem Zustande, beobachtet sein. Jüngere Perichätien eignen sich dafür besonders.

In den Figg. m und n sehen wir zu oberst die großen, lamellentragenden Bauchzellen, an die sich ein breites, mehrschichtiges Stereidenband anschließt, von wenigen — bei m sechs — dünnwandigen „Durchlaßzellen“ unterbrochen. Weite, mediane Deuter durchqueren die Rippe in großer Zahl, in einer oberen, aus weitlichtigen, gleichartigen Zellen gebildeten Reihe und in einer unteren, worin größere mit kleineren oder mit Gruppen kleinerer wechseln, die etwas tiefergerückt erscheinen; die dabei frei gewordenen Zwischenräume sind ausgefüllt durch winzige, regelmäßig fünfeckige, ihrer Lage nach zutreffend „Zentralzellen“ genannte Gebilde, jede also von 2 oberen, 2 unteren Deutern und einer kleineren Zwischenzelle eingeschlossen. Ein mächtiges, mehrschichtiges Stereidenband stellt die Verbindung mit den englichtigen, außen auffallend stark verdickten Rückenzellen her.

Als Erläuterung zu diesem, im Sinne Limpricht's — dessen Fig. 9 viel zu wünschen übrig läßt — gezeichneten Bilde ist die teilweise abweichende Auffassung C. Müllers (VI) über die hier in Frage kommenden „Charakterzellen“ beachtenswert. Für ihn sind die Deuter „die erste Andeutung eines Xylemteils (eines Hadroms)“; in den Begleitern sieht er „die erste Andeutung eines Phloemteils (eines Leptoms)“; als „phloemartige Elemente (Begleiter)“ bezeichnet er aber nicht allein unsere Zentralzellen, sondern rechnet dazu auch (s. Fig. 107) die der unteren Deuterreihe, unterscheidet demnach in der *Polytrichum*-Rippe ein Xylem-, ein Phloem- und ein drittes Bündel mechanischer Elemente, die Stereidenbänder. Mit Lorentz' Erklärung seiner Charakterzellen ist Limpricht's Bezeichnung der unteren Zellreihe als Deuter nicht gut vereinbar, und wenn er erwähnt, daß eine Zentralzelle durch mehrere kleinere Zellen vertreten werden kann, so wird diese feine Beobachtung durch die hier beigefügte Fig. o^4 bestätigt.

gleichzeitig aber bewiesen, daß es sich bei diesen Organen nicht um Einzelzellen handelt, sondern um, je nach dem Entwicklungszustand, einzelne, in Teilung begriffene oder getrennte, kurz, daß es in Wirklichkeit nichts anderes als Begleitergruppen sind, was auch aus ihrer Stellung, ihrer Anfangsform als reguläre Fünfecke und dem späteren, unter dem Druck der sich runden Nachbarzellen 5- bis 6 zackigen Umriß hervorgeht (Figg. o^1-3). Durch Auflösen in kleinere, derbwandige Zellen, wie sie Fig. o^4 veranschaulicht, können schließlich Gruppen entstehen, wie sie der typischen *Campylopus*-Rippe eigentümlich sind.

Daß mit der Verflachung der Rippe bei den inneren Perichätialblättern eine Vereinfachung der Verhältnisse durch Verminderung der Lamellenzahl und ihrer Höhe, in der Abnahme der Stereiden bis zum Verschwinden eintritt, so daß sie zuletzt aus 4 bis 5 Schichten fast gleichartiger Zellen besteht, ist nach den bisherigen Beobachtungen nichts Ungewöhnliches.

21. *Buxbaumia aphylla* L.

Als „die fremdartigste Gattung unter den heimischen Moosen“ bezeichnet J. W. P. Hübener, als „das merkwürdigste aller Laubmoose“ Karl Müller Hal. die *Buxbaumia*. Während der Erstgenannte über ihre Blütenverhältnisse in seiner *Muscologia germanica* von 1833 mit der kurzen Bemerkung: „Flos dioicus, masculus terminalis“ hinweggeht, offenbar aber gar nicht unsere *Buxbaumia* meint, sondern *Diphyscium*, die *Buxbaumia foliosa* Linn., spricht der Verfasser der 20 Jahre später erschienenen „Anleitung zur Kenntnis der Moose Deutschlands“ von einem einhäusigen Blütenstand, nennt die Antheridien der Pflanze „kleine, gestielte, knospenartige Körperchen“, hat aber von ihnen auch keine richtige Vorstellung, da er sich noch nicht einmal darüber im Klaren ist, ob er schon ihre eigentlichen Stengelblätter gesehen habe. Auffallend ist allerdings die Angabe, daß die Antheridien von *Buxbaumia* und *Sphagnum* „gestielte, zellige Kugeln“ sind. Selbst W. Ph. Schimper gibt — wiederum nach mehr denn zwanzigjährigem Zeitraum — in seiner Synopsis von 1876 eine ganz unzutreffende Beschreibung, indem er von der ♂ Pflanze, im Vergleich mit der ♀, als von einer kleineren, arm- und zartblättrigen redet. Es blieb Göbel vorbehalten, alle Widersprüche zu lösen, die sich aus der Winzigkeit der Geschlechtspflänzchen erklären; ihre späte Kenntnis liefert einen neuen Beweis dafür, daß die Väter der Mooskunde in Vorahnung des noch zu Erforschenden den Sonderling richtig einschätzten und ihm eine entsprechende Stellung im System einräumten.

Es gehört schon eine sehr genaue Bekanntschaft mit den Standorten des „Schorfmooses“ dazu, in der Zeit der längsten Tage — die Blüte fällt nach Grimme in den Juli — des Protonemas habhaft zu werden und wir können von Glück sagen, wenn wir die mit bloßem Auge nicht sichtbaren Blütenpflanzen darin unter dem Simplex erhaschen. Am ehesten kommt man noch zum Ziel beim Durchmustern des Wurzelfilzes am knollig verdickten Stamm, auch

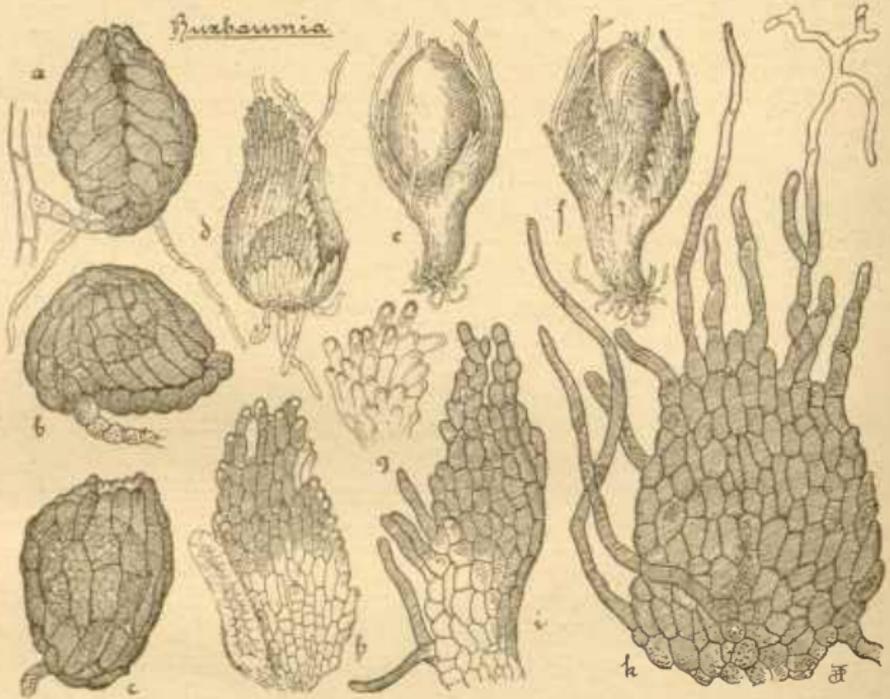


Abb. 25. *Buxbaumia aphylla*.

a—c ♂ Blütenpflänzchen 225/1. d ♀ Blütenpflanze 70/1. e, f solche einige Zeit nach der Befruchtung 70/1. g, h, i innerstes, mittleres, äußeres Perigynblatt, k Stammblatt 150/1. (Die braunen Teile durch Schräglinien gekennzeichnet.)

aus dem Erdreich in seiner Umgebung wird man einzelne beim Abschlämmen der Bodenteilchen mittels Wasser meist herausfischen können. Versuche, sie durch Kultur auf künstlichem Nährboden zu züchten, mißlingen leider.¹⁾

Als rundliche, taschenartige, meist aber muschelförmige Hohlkörper von 0,085 bis 0,16 mm Länge und 0,08 bis 0,11 mm Dicke, auf kurzem Stiel den Vorkeimfäden unmittelbar aufsitzend (Figg. a—c), stellen die ♂ Blütenpflänzchen „die einfachste Form der Moos-

¹⁾ P. Janzen. Die Jugendformen der Laubmoose und ihre Kultur. Danzig. 1912.

pflanze dar, welche wir kennen“ (XI). Ihr aus einer Schicht lockerer, länglich rechteckiger Zellen gebildetes Netz ist bräunlich gelb und durchscheinend, die derben, verbogenen Wände verlaufen von der Anheftungsstelle des Stieles aufwärts gegen den Schlitz, den sie mit gekerbtem Rande zierlich umsäumen und hier mehr oder weniger eng aneinander schließen, oft auch einen breiten Spalt lassen, durch den ein einziges, kugelformiges oder eikugelförmiges Antheridium sichtbar wird; deutlich erkennt man dessen Gestalt, Größe und Bau bei durchfallendem Licht, wo es durch die Hülle hindurchschimmert (Fig. *b*, *c* und *1A*). Je nach dem Entwicklungszustande füllt es die Muschel ganz oder teilweise aus, liegt ihrer Wand zur Reifezeit prall an, zeigt unrcif einen körnigen Inhalt, völlig ausgebildet eine aus wenigen, regelmäßig sechsseitigen Zellen gefügte Außenwand, an deren Grund das schwanenhalsartig gebogene, aus einer Reihe von 5 bis 7 rundlichen Zellen bestehende Stielchen die Verbindung mit dem Hüllblatt herstellt.

Während also die Zwergmännchen der *Buxbaumia* sich auf Muschelperigon und Antheridium beschränken, selbst der Saftfäden entbehren und dadurch an die *Sphagna*, mehr noch an die beblätterten Lebermoose erinnern, anfänglich auch rhizoidenlos sind und von dem chlorophyllreichen Protonema ernährt werden müssen, was mit ihrem Vorkommen auf Waldhumus und morschen Baumstümpfen auf saprophytische Lebensweise schließen läßt, sind die ♂ Pflänzchen höher entwickelt, schon im Jugendzustande mehrblättrige Knöschen, deren Blätter aber auch frei von Blattgrün, ein, höchstens zwei Archegonien und wenige, kümmerliche Paraphysen umschließen. Eine junge Blütenpflanze, wie sie in Fig. *d* abgebildet ist, mißt nur 0,375 mm; ihre innersten Blättchen (Fig. *g*) sind sehr winzig, völlig farblos, zartmaschig, rings gekerbt, die mittleren (Fig. *h*) an der derbwandigen Spitze gebräunt, am bleichen Grunde mit dünnwandigen, oft zerstörten Zellen. Die derbsten Maschen weisen die äußeren Perigynblätter auf (Fig. *i*); sie nähern sich auch insofern der Struktur der Stamblätter, von denen eins in Fig. *k* zum Vergleich abgebildet ist, als sie besonders deutlich zeigen, daß die Blätter dieses Laubmooses nicht mit zweischneidiger Scheitelzelle wachsen, sondern nach Art der Lebermoosblätter; die Kerbzähne der Randzellen verlängern sich zu dicken Wimpern, wozu schon frühzeitig Andeutungen oder Anfänge (Initialen) in Form durchscheinender Papillen mit runden Membranverdünnungen an der Außenseite der Saumzellen und vereinzelt der Spreite sichtbar sind (Fig. *g*, *h*). Einzelne dieser Auswüchse verlängern sich bis über die Spitze des Pflänzchens hinaus, können schließlich auch in richtige

Protonemafäden mit schräg eingesetzten Querwänden übergehen, die meisten ordnen sich beim weiteren Wachstum zu gleichlaufenden Zellreihen und erhöhen damit den zierlichen Eindruck des ganzen Pflänzchens, dessen beide Geschlechter durch Aussenden von Rhizoiden dazu beitragen, sie untereinander und mit ihrer Umgebung eng zu verflechten.

Wie die Antheridien gleichen auch die Archegonien in ihrer gedrungenen, plumpen Form, mit dem kurzen, aus wenigen flachen Zellen gebauten Halse denen der Lebermoose (Fig. *h*); in welcher Art sie sich zu dem einzig dastehenden, dorsiventralen Sporogon weiter entwickeln, ist von mir auf Tafel 4 der *Iconographia bryologica universalis* dargestellt.

Die Auffassung der Geschlechtspflänzchen von *Buxbaumia* als flächenartig verbreiterte Protonemaäste erhält eine Stütze in der Gleichwertigkeit der Hüllen beider, die sich aus der Übereinstimmung des Netzbildes ergibt; durch Verwachsung der Ränder ist aus dem flachen Perigynblatte das muschelförmig hohle Perigonblatt entstanden zu denken. Auch die Ansicht, daß die Ahnen der Pflanze unter den Algen zu suchen seien, gewinnt durch ihre Blütenverhältnisse an Wahrscheinlichkeit.

22. *Diphyseium sessile* Lindb.

Als Blütemonat des „Blasenmooses“, das zweihäusig in gemischten Rasen wächst, gilt der August (VIII), doch kann man schon Mitte April ♂ Pflanzen mit Gametangien in den verschiedensten Entwicklungszuständen antreffen. Auf den ♀ waren zu dieser Zeit keine jüngeren Archegonien zu entdecken, wohl aber junge Sporogone von 1,5 mm Länge, umgeben von vollkommen fertigen Perichätialblättern, die durch ihre auffallende Form, Größe und Färbung das Auffinden fruchtender Pflanzen wesentlich erleichtern, in deren Nähe man auch nicht vergeblich nach den ♂ suchen wird. Sie tragen auf ihrem verkürzten Stämmchen das Perigon als offenes, zweiblättriges, 0,75 bis 1,0 mm langes Knöspchen im Grunde der dreimal so langen Schopfblätter; die beiden Hüllblätter sind eilanzettlich, aus breitem, hohlem Grunde rasch in eine plumpe Spitze verschmälert, vor welcher die aus 3 bis 4 Zellreihen gebildete Rippe erlischt. Das Zellnetz webt sich in diesem Teil aus rundlichen, derbwandigen, mit Blattgrün und Öltropfen gefüllten Maschen; abwärts gehen sie in rhomboidische, ganz unten in rechteckige bis länglich sechseckige Formen über, werden zugleich dünnwandig und inhaltleer. Der Rand ist feingekerbt oder buchtig geschweift. Querschnitte zeigen,

daß die Perigonblätter nach dem Vorbilde der zungenförmigen Stamtblätter gebaut sind (Fig. *a* und *b*). Die grüne Spreite nächst der Rippe ist doppelschichtig, schwach papillös, am Rande und abwärts einschichtig und glatt; die Rippe im oberen Teil mit einem schwachen Stereidenbände, sonst aus gleichartigen Zellen gefügt, oben 2-, unten 4schichtig.

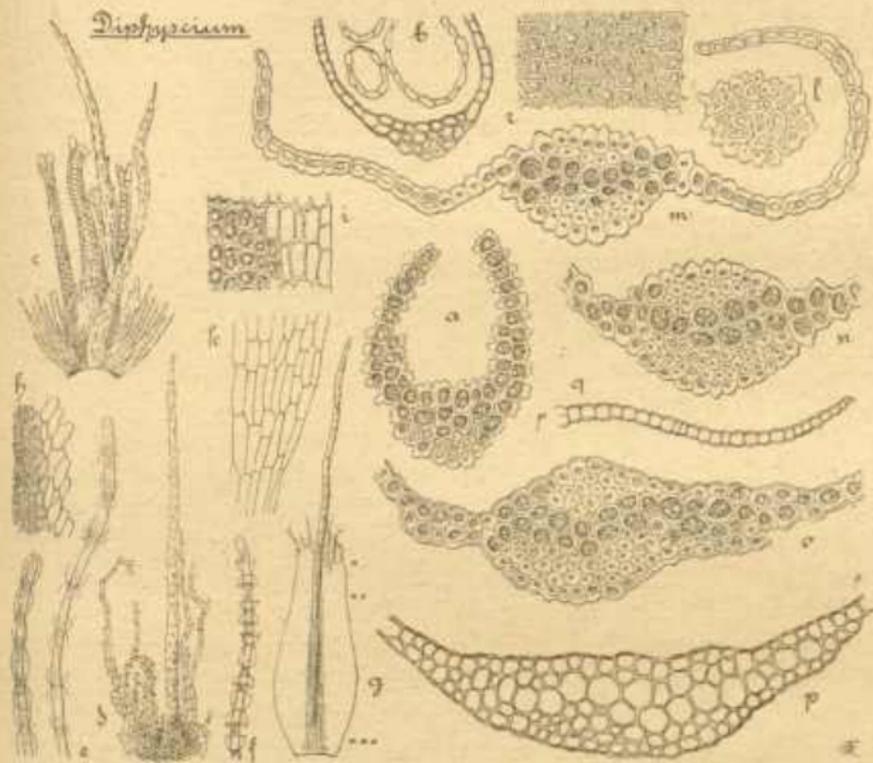


Abb. 26. *Diphyscium sessile*.

a Stamtblattquerschnitt der ♂ Pflanze 200/1. *b* Perigonblattquerschnitt mit Antheridien 150/1. *c* ♀ Blüte 50/1. *d* junges Perichätialblatt 30/1. *e, f* Saftfäden 130/1. *g* fertiges äußeres Perichätialblatt 10/1. *h-q* Teile desselben: *h, i, k* Randzellen bei *, **, *** 150/1. *l-q* Querschnitte durch die Borste (*l*), *m-p* durch die Spreite bis zum Grunde (*q*). *l-o* 200/1. *p, q* 150/1. *r* Meristem von *d* 300/1.

Die 12 bis 15 Stockwerke hohen, kurz und dick gestielten Antheridien sind in typischer Form zu 10 bis 20 von zahlreichen, wasserhellen Saftfäden umgeben; einmal wurde dazwischen ein Zwilling-antheridium beobachtet (s. Fig. 1*K*). Die Paraphysen sind von zweierlei Art; neben glatten, fadenförmigen finden sich die bereits (S. 185) erwähnten, ihrer ganzen Länge nach mit Schleimbuculen bedeckten, die in unversehrtem Zustande oval, nach der Sprengung als niedliche Glöckchen zurückbleiben (Fig. *e, f*).

Die weiblichen Blüten sind in ihrer Entwicklung und deren Endergebnis so ungewöhnlich, daß sie neben der eigenartigen Kapsel und den seltsamen Assimilationskörpern mit dazu beitragen, das *Diphyscium* zu den selbst für Laien auffallendsten Erscheinungen der einheimischen Mooswelt zu stempeln. Durch kräftigeren Wuchs und reichere Beblätterung vor den ♂ Pflänzchen ausgezeichnet, tragen die ♀ zwischen gleichfalls schmal zungenförmigen, von Blattgrün und Öl strotzenden Gipfelblättern ihre Blüten, die etwa vier langgriffelige Archegonien inmitten eines dichten Büschels glasheller Saftfäden, gleich denen der ♂ Blüte mit Schleimbeulen versehen, enthalten. Im September, nach vollzogener Befruchtung, findet man die ersten Anfänge der Hülle als zarte, in mehrere Wimpern aufgelöste Blättchen (Fig. d), aus deren Meristem sich eine steife, papillöse Borste heraushebt. Zunächst besteht das Perigyn nur aus solchen, am Grunde wenig verbreiterten Borsten (Fig. c), die aber doch schon die Endform andeuten, zu der sie sich im Laufe des Winters auswachsen; noch Mitte April kann man im embryonalen Gewebe der inneren Blätter (Fig. r) lebhaftere Teilungen wahrnehmen, während die äußeren schon ihr Wachstum abgeschlossen haben. Das Perichätium stellt sich um diese Zeit dar als ein steifer, hellgrüner Schopf aus 20 oder mehr Hüllblättern, die, von außen nach innen an Größe und Rippenstärke abnehmend, das junge Sporogon umgeben. Mit seiner weiteren Entwicklung hält die der inneren Blattkreise gleichen Schritt; sie bleiben aber bis zur Kapselreife in einem zarteren Zustande ihres des Chlorophylls ermangelnden Gewebes und ihrer Rippe, als die äußeren. Diese sind in ihrer Dauerform eilanzettlich, an der Spitze wie gestutzt und in verschieden lange Fransen zerrissen, wodurch sie sich vortrefflich zum Festhalten von Tautropfen eignen, längs der als rauhe Granne austretenden Rippe tief gefaltet. Die 1 mm breite Spreite erreicht eine Länge von 2,5 mm und darüber, ebenso viel die Granne. Die äußeren Perichätialblätter in ihrer Vollendung unterscheiden sich von den Stengelblättern aber nicht nur in der Gestalt, sondern auch im Gewebe; es sondert sich deutlich in einen breiten Mittelstreifen mit reichem Zellinhalt und einem inhaltarmen oder -leeren Randstreifen, bildet überhaupt im Wechsel der Zellenformen, ihrer Größe und Wandstärke eine wahre Musterkarte: nahe der Austrittsstelle des durch vorstehende Zellecken papillösen, anfangs hyalinen, später gebräunten Glashaars drängen sich winzige Maschen mit derben Wänden (h) an die Rippe, um bald in rundlich-quadratische mit auffallend verdickten Querwänden, reichem Öl- und Chlorophyllgehalt überzugehen (i); den Grund der mittleren Lamina füllen

länglich-rechteckige oder -sechseckige mit körnigem, farblosem Inhalt und großen Öltropfen; die Zellen des hyalinen oder doch blattgrün-freien Saumes sind am oberen Rande rhomboidisch und durch vorspringende Außenwände zu stumpfen Kerbzähnen ausgebildet (*h*), weiter abwärts länglich rechteckig (*i*), am Grunde länglich sechsseitig bis linealisch und sehr zartwandig (*k*).

Über den inneren Bau der äußeren Perichätialblätter geben die Querschnittsbilder *l—q* Auskunft. Sie zeigen die als stielrunde Granne auslaufende Rippe in *l* aus Stereiden und englichtigen Zellen mit mamillösen Außenwänden gebildet; innerhalb der Spreite ist sie bikonvex und wird von einem doppelschichtigen Bande großer Deuter mit grünem Inhalt — ein seltener Fall! — durchquert, über das sich oberseits ein schwächeres, unterseits ein stärkeres Stereidenband in 2 bis 3 Schichten legt, beide nach außen von 6 bis 8 differenzierten, englumigen, mamillös verdickten Zellen bedeckt. Die deutlich abgestezte Lamina wird von einer Lage farbloser, nur dicht neben der Rippe grüner Zellen mit stark verdickten, wenig aufgetriebenen Außenwänden gebildet. In dem Maße, als die Rippe sich abwärts sichtbar verstärkt, verbreitert sich ihr Querschnittsbild; die Doppelreihe grüner Innenzellen wächst von 6 bis 8 auf 12, die beiden Stereidenbänder, zumal das untere, nehmen an Breite und Schichtenzahl zu, die Bauch- und Rückenzellen mehren sich auf 20 und darüber, wozu noch beiderseits eine Verbreiterung durch subkostale Zellen hinzukommt — und so leitet die Fig. *o* hinüber zu dem Rippenbilde *p* des Blattgrundes, das die Gleichförmigkeit der Zellen und die undeutliche Abgrenzung zwischen Rippe und Spreite an einer Stelle zeigt, wo man bei einer Breite der Lamina von 22 bis 26 Zellen bis 36 Bauch-, bis 44 Rückenzellen zählen kann.

Von den dunkelgrünen, zungenförmigen Blättern des Stammes, die durch doppelschichtige Spreite, Zwillingspapillen, Fehlen des oberen und schwache Ausbildung des unteren Stereidenbandes gekennzeichnet sind (Fig. *a*), unterscheiden sich also die Perichätialblätter in jeder Hinsicht so erheblich, wie kaum bei einem andern Laubmoose.

23. *Fontinalis antipyretica* L.

In der Verteilung der Geschlechter auf verschiedene Stämme, wobei die schwächeren σ in ihrer Minderzahl unter den kräftigeren ϱ fast verschwinden, liegt die Erklärung der bekannten Tatsache, daß das Quellenmoos in rasch fließenden Gewässern selten Früchte ansetzt, die auch zu der Meinung Anlaß gegeben hat, daß diese nur an Standorten reifen, welche zeitweise austrocknen. Es gibt

Ausnahmen. In einem schäumenden Mühlenfließ Ostpreußens, das kaum einmal auf längere Zeit abgelassen wurde, sammelte ich vor Jahren die *Fontinalis gracilis* mit Sporogonen wie besäet; dagegen ist *F. antipyretica* in der stillen Bucht eines kleinen Weihers bei Eisenach zu jeder Jahreszeit mit Kapseln der verschiedensten Entwicklungsstufen anzutreffen. Ich sah diesen Teich aber noch niemals in ausgetrocknetem Zustande, mußte das Moos vielmehr stets aus

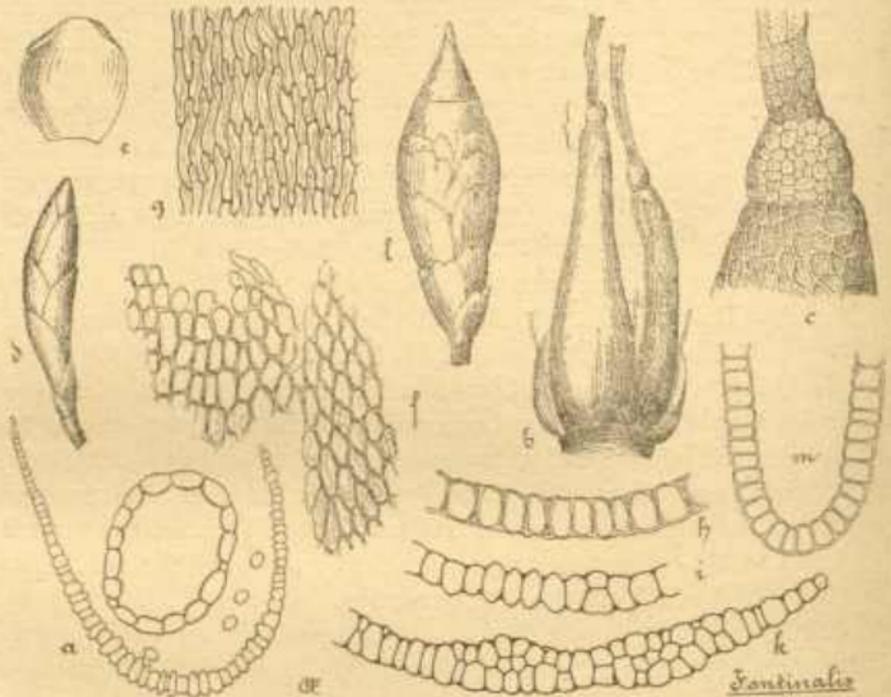


Abb. 27. *Fontinalis antipyretica*.

a Perigonblatt mit Antheridien und Saftfäden im Querschnitt 150/1. b ♀ Blüte mit befruchteten Archegonien 30/1. c der durch die } hezeichnete Teil von b 150/1. d ♀ Blütenproß 7,5/1. e inneres Perigynialblatt 7,5/1. f Zellnetz der Spitze. g der Mitte eines äußeren Perichätialblattes 70/1. h, i, k Querschnitte durch ein inneres Perichätialblatt. h oben 200/1. i, k am Grunde 70/1. l ausgewachsenes Sporogon mit Hülle 7,5/1. m Querschnitt durch ein Stengelblatt an der Falte 200/1. (In b von drei Hüllblättern nur eins gezeichnet.)

dem schlammigen Grunde herausharken. Im April und Mai waren an den oberen Stengelteilen ganz junge, an den mittleren nahezu reife mit Deckeln, an den untersten überreife, entdeckelte Kapseln zu finden und das gleiche Bild boten im November aufgenommene Pflanzen. Grimme verlegt die Sporenreife in den August und nimmt eine Verzögerung im Deckelwurf bis zum April des nächsten Jahres an, sobald die Rasen dauernd unter Wasser bleiben. Für die Pflanzen des Eisenacher Standorts trifft jedenfalls die Angabe (XI)

nicht zu, daß „*Fontinalis* u. a., wenn sie dauernd mit Wasser bedeckt sind, nicht fruktifizieren“ — für *Conomitrium* hat G o e b e l das Gegenteil bewiesen — noch weniger gilt sie für den Befruchtungsvorgang. Die Landmoose entleeren ihre Antheridien nur bei nassem Wetter: sollten die Wasserbewohner dafür den Zufall abwarten, der sie aufs Trockene setzt?

Die Blüten beiderlei Geschlechts finden sich bei unserer *Fontinalis* auf kurzen, knospenförmigen Sprossen, meist genau in der Mitte zwischen zwei Stammlättern und in deren Mittellinie. Sie stehen scheinbar in der Achsel des darunter angehefteten Blattes, gehören aber, wie aus L e i t g e b s klassischem Längsschnittbild durch das Sproßende hervorgeht (VI, Fig. 92), ihrer Entstehung nach zu dem nächsthöheren. Die ♂ Geschlechtsästchen sind schlanke, 1,5 mm lange, an den Stengeln meist in langer, dichter Reihe aufeinander folgende, knospenförmige Gebilde, stets einzeln, so daß nicht zu verstehen ist, wenn H ü b e n e r sagt, daß „allezeit mehrere kleinere um eine größere Zentrale gestellt sind“. Etwa 8 eiförmige, hohle Hüllblätter, die sich dachziegelig decken, an den Spitzen bald unregelmäßig einreißen, bergen 4 bis 5 schmal eiförmige, 1 mm lange, 12 bis 15 Stockwerke hohe Antheridien nebst wenigen sehr zarten, einzellreihigen Saftfäden. Das Zellnetz der Perigonblätter ist aus schmal-rhomboidischen bis linealischen, geschlängelten Prosenchymzellen gewebt, die sich an beiden Enden schwach mamillös vorwölben; am Grunde werden die Maschen lockerer und glatt. Die Wände zeigen keine Tüpfel; ebenso wenig ist die Andeutung einer Rippe vorhanden (s. den Querschnitt Fig. a).

Die Perigynialäste gleichen äußerlich den vorigen. Von den etwa 10 Hüllblättern (s. Fig. d) sind die beiden untersten kleiner, die übrigen fast gleichgroß, von 2 mm Durchmesser, sehr hohl, ausgebreitet (e) kreisrund bis queroval, rippenlos und am ungesäumten Rande unversehrt; der mit dem Dickenwachstum des jungen Sporogons einsetzende Druck führt auch hier bald zu einem Zerreißen der Zellwände, so daß ihre Spitze vielfach zerschlitzt erscheint (Fig. f, l). Das Netz der äußeren Blätter ist derb, im Mittelfelde gelb bis bräunlich, in der Spitze aus kurz rhomboidischen Maschen gebildet, die sich abwärts verlängern, verbiegen, prosenchymatische Form annehmen und als breite, von Schlangelinien begrenzte Bänder erscheinen (Fig. g). Am Grunde finden wir länglich rechteckige bis sechseckige Maschen mit schwach getüpfelten, zarten Wänden.

Auf Querschnitten durch jüngere Perichätialblätter sind die kollenchymatischen Verdickungen und Tüpfelbildungen der Wände

sichtbar (Fig. *h*). Abwärts treten einzeln, weiterhin streckenweise tangential Teilungen ein, so daß das sonst einschichtige und von den Stengelblättern (*m*) sich nicht unterscheidende Blatt am Grunde aus 2 bis 3 Zellagen gebildet erscheint (Fig. *i*, *k*).

In Fig. *b* ist der seltene Fall im Bilde festgehalten, daß 2 Archegonien auf einem Blütenboden befruchtet werden. Der durch die { bezeichnete Abschnitt des jungen Sporogons, in Fig. *c* stärker vergrößert, gibt durch seine Abschnürung zu erkennen, daß hier nur der untere Teil des Archegoniumbauches die Aufgabe eines epigonialen Bildungsgewebes erfüllt und dies in der Spitze der späteren Haube zur Erscheinung bringt.

Als weitere, für *Fontinalis* bezeichnende Folge der Befruchtung ist zu beachten, daß es in der Bildung des Perichätialastes nicht bei der Weiterentwicklung bereits vorhandener Anlagen bleibt, sondern Neubildungen hinzutreten, die als Verlängerung der Achse und Einschiebung von 2 bis 4 Blattkreisen, L'impricht's Subperichätialblättern, zum Ausdruck kommen.

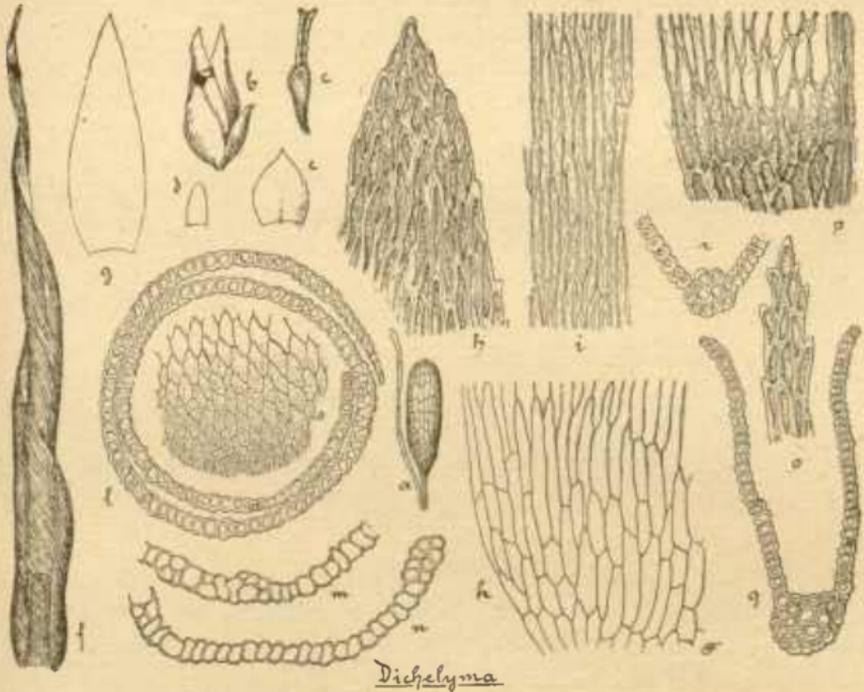
Die anfangs ganzrandigen, später vielfach gespaltenen Hüllblätter der ♂ und ♀ Sprosse weisen auf die Unhaltbarkeit der Anschauung hin, daß die derben Säume mancher Moosblätter Schutzvorrichtungen gegen das Einreißen darstellen. Wenn irgendwo, wären solche hier am Platze! Daß sie einem Hydrophyten fehlen, spricht deutlich für ihre Auffassung als Wasserspeicher, die im vorliegenden Falle ganz überflüssig wären.

24. *Dichelyma falcatum* Myr.

Fontinalis falcata nannte Hedwig diesen Bewohner nordischer Gewässer, der in unserem Gebiet so selten ist, daß Hübener ihn bezichtigte, sich in die Kontinentalflora „eingeschlichen“ zu haben. Trotz seines abweichenden Habitus hatten also diese Väter der Mooskunde die verwandtschaftlichen Beziehungen richtig erkannt.

Wie bei *Fontinalis*, sind auch bei *Dichelyma* die Geschlechter getrennt und die scheinbar achselständigen Blüten äußerlich kaum verschieden. Die ♂ bestehen aus armlätterigen, schlanken Knöspchen mit wenigen zehnstöckigen Antheridien auf dünnem, dreizellreihigen Stiel von 15 und mehr Zellen Länge (Fig. *a*); die Wandzellen des schmal-eiförmigen, von spärlichen Fadenparaphysen überragten Schlauches sind derb, länglich rechteckig, 0,056 bis 0,084 mm hoch. Das Zellnetz der Perigonblätter stimmt mit dem der Perigynblätter überein; im Mittelfelde der äußeren deuten engere, dickwandige Maschen durch dunklere Färbung eine Rippe an.

Die ♀ Blütenknöschen (Fig. b) sind 0,5 mm lang, meist aus 6 rippenlosen, am Rande undeutlich gezähnten Hüllblättern von Lanzettform gebildet; sie umschließen 2 bis 5 langgestielte Archegonien mit etwa 6 Zellen hohem Halse nebst wenigen Paraphysen, die auch fehlen können. Aus schmalen Prosenchymzellen von 0,068 bis 0,08 mm Länge webt sich das Netz der Blätter; die äußeren zeigen einen kurzen Mittelnerv.



Dichelyma

Abb. 28. *Dichelyma falcatum*.

a Antheridium mit Paraphyse. b ♀ Blüte 30/1. c Archegonium 35/1. d, e Niederblätter des Perichätium 10/1. f dessen innerstes, g dessen mittleres Blatt. f in natürlichem Zustande 15/1. g ausgebreitet 10/1. h, i, k Zellnetz der Spitze, Mitte, des Grundes von f 200/1. l, m, n Querschnitte von f: l Mitte, m, n am Grunde 200/1. o—r Teile eines Stengelblattes: o Zellnetz der Spitze, p des Grundes, q Querschnitt aus dem mittleren, r aus dem oberen Abschnitt 200/1. s: s. S. 272, 300/1.

Die weitere Entwicklung der ♀ Blüte konnte an Pflanzen vom Kleinen Teich, S e n d t n e r s klassischem Fundort, gut verfolgt werden. Auch hier streckt sich nach eingetretener Befruchtung die Achse des Perichätialastes und läßt dabei an ihrem Grunde die äußeren (6) Perigynialblätter als Niederblätter zurück; das innerste vermittelt den Übergang zu einem erst im Entstehen begriffenen inneren Blattkreise, dessen Anfänge zwischen wenigen hyalinen, vierzelligen Paraphysen auf brauner Fußzelle in Gestalt winziger

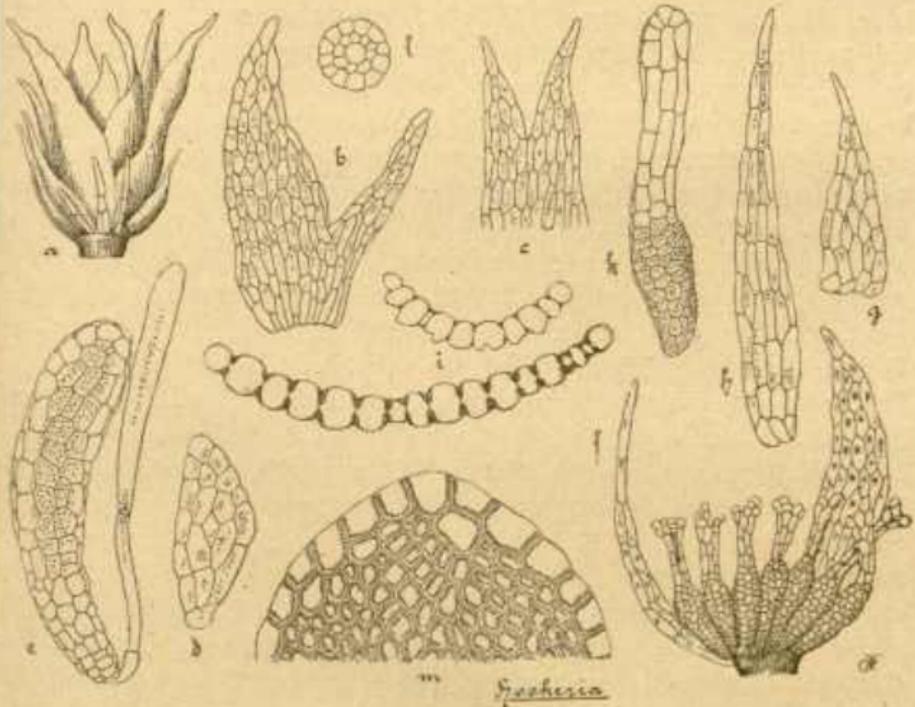
Schüppchen wahrgenommen werden. Sie sind rundlich dreieckig, aus äußerst zartwandigen, breit rautenförmigen Maschen gewebt; die äußeren größer und mit bereits verdickter Scheitelzelle, die inneren, jüngeren, die in lebendem Zustande noch in lebhaften Teilungen begriffen waren, im unteren Abschnitt mit kleinmaschigem, plasmareichem Bildungsgewebe der embryonalen Stufe. Dies sind mithin die Anlagen der später durch Form und Größe auffallenden Perichätialblätter, die infolge einer Streckung der Achse in ähnlicher Weise auseinandergezogen werden, wie bei *Fontinalis*. Ihr in Fig. 8 abgebildetes Meristem ist insofern beachtenswert, als es zu einem Vergleich mit dem von *Hedwigia* (Fig. 14 f) und von *Diphyscium* (Fig. 26 r) Anlaß gibt. Man sieht, wie die für Unterscheidung von Gipfelfrüchtlern und Seitenfrüchtlern oft maßgebende Beschaffenheit des Blattnetzes — als parenchymatisches oder prosenchymatisches Gefüge — sich schon in den frühesten Entwicklungszuständen unverkennbar ausprägt.

Die zum Perichätium ausgewachsene Hülle fällt alsbald durch ihre Gestalt und Länge ins Auge. Aus kleinen, 0,5 bis 1 mm langen Niederblättchen erheben sich, meist zu mehreren dicht hintereinander am Stengel sitzend, walzenförmige, 5 bis 7,5 mm lange, etwa 0,4 mm dicke Röhren, aus denen die sporogontragende Seta mit ihrer oberen Hälfte herausragt, von den eigentlichen, viel größeren, weit übereinander gerollten Perichätialblättern förmlich eingewickelt. Sie sind alle rippenlos, an der Spitze oft zerschlitzt und legen sich in steilen, nach links aufsteigenden Schraubenwindungen so eng aneinander, daß man sie kaum unbeschädigt trennen kann. Wie sie sich im Querschnitt und Zellnetz von den Stengelblättern unterscheiden, ist aus den Figg. h—n und o—r zu ersehen.

Betrachten wir es als die Regel, daß die flutenden *Fontinalaceen* nur dort fruktifizieren, wo sie zeitweise vom Wasser unbedeckt sind, so erkennen wir damit ein Schutzbedürfnis der Pflanzen, insonderheit ihrer Sporenbehälter, gegen das Vertrocknen an. Diesem wird von beiden Gattungen durch Anpassungen Rechnung getragen, die sich in der Verschiedenheit ihrer Perichätien kundgeben und kaum zweckmäßiger gestaltet werden konnten, als es bei *Fontinalis* in einer das eingesenkte Sporogon dicht umschließenden Hülle, bei *Dichelyma* in dem mehrschichtigen Wickelband geschieht, durch welches die über das nasse Element hinausragende Seta sich und die gefährdete Kapsel gegen das Verdorren schützt. In beiden Fällen wird die Wirksamkeit der morphologischen Anpassungsform noch dadurch gesteigert, daß die Hüllen auf kapillarem Wege Wasser aufsaugen und nur langsam durch Verdunsten wieder abgeben.

25. *Pterygophyllum lucens* Brid.

Die einhäusige *Hookeria*, eine der schönsten Gestalten der einheimischen Mooswelt, trägt ihre Gametangienstände auf den Schmalseiten des verflachten Stengels, in seinem mittleren Teile oft so nahe beieinander, daß man ihrer auf einem Stück von 1 cm Länge bis zehn zählen kann, davon nur $\frac{1}{5}$ ♂. Scheinbar achselständig, stehen sie in Wirklichkeit unterhalb des nächst höheren, seitlich ausgebrei-

Abb. 29. *Pterygophyllum lucens*.

a ♂ Blüte 30/1. b, c gespaltenes Perigon- und Perigynblatt 30/1. d unterstes Perigonblatt 120/1. e der Reife nahes Antheridium mit Paraphyse 120/1. f ♀ Blüte, ausgebreitet, nach Ablösen der äußeren Perigynblätter. g deren äußerstes, h innerstes 45/1. i Querschnitte durch Perichætialblätter 120/1. k fertiges Archegon. l dessen Bauch im Querschnitt 120/1. m Spitze eines ganz jungen Stammblattes der Gipfelknospe, das Blattgrün in Profilstellung 120/1.

teten Stammblattes als kurzgestielte, mehr oder weniger blattreiche Knospen, durch das lockere, inhaltarme Maschenwerk der Spreite deutlich durchschimmernd.

Die ♂ Blütenknospen (Fig. a) bestehen aus einem 6- bis 10-blättrigen Perigon, von dessen breit-eilanzettlichen, kurz und stumpflich zugespitzten, am Rande oft buchtig geschweiften Blättchen die untersten 2 bis 3 (Fig. d) äußerst winzig, aus wenigen Zellen gefügt, die innersten 1,1 mm lang und halb so breit sind; nicht

selten kommen daneben auffallend tief zweispaltige Formen vor, wie sie vielen Lebermoosen eigen sind (Fig. *b*).¹⁾ An älteren Stengelteilen gehen aus den Spitzen der Perigonblätter Rhizoiden aus besonderen Ursprungszellen hervor — genau wie bei den Stammblättern. Das Zellnetz ist aus rhombisch-hexagonalen, dünnwandigen Maschen gewebt und spärlich mit Blattgrün versehen. Antheridien sind nur in geringer Zahl vorhanden, keulenförmig, in den dicken Stiel nach und nach verschmälert, 0,5 mm, ihr Schlauch 0,36 mm lang. Sie bauen sich aus 12 bis 15 Stockwerken kurz rechteckiger bis quadratischer Zellen auf, denen sechseckige und quere Zellen beigemischt sind (Fig. *e*), sind in entleertem Zustande an der Mündung breit gestutzt (Fig. 1 *F*), ihre Zellwände verbogen. Dazwischen finden sich etwa ebenso viel fadenförmige, hyaline Paraphysen, die aus 2 bis 3 linealischen Fußzellen und einer längeren, leicht geschwollenen Endzelle gebildet sind.

Die ♀ Blüte, von der ♂ nur durch schlankeren Wuchs zu unterscheiden, setzt sich aus durchschnittlich 8 Perigynblättern zusammen, wovon die äußersten am kleinsten sind (Fig. *g*, *h*); im Gefüge den Perigonblättern gleich, weichen sie von ihnen durch schmäleren Zuschnitt und schärfere Zuspitzung ab, die innersten, fast linealischen beschränken sich auf eine Spreite aus 3 bis 4 Zellreihen am Grunde bei auffallend verlängerter Spitze. Chlorophyll ist spärlich vorhanden und oft in sämtlichen Zellen zu rundlichen Häufchen geballt. Saftfäden fehlen der ♀ Blüte; die Archegonien, im Mittel achtzählig, selten bis zu 16 und nur einmal zu 20 festgestellt, haben gedrungene Flaschenform mit kurzem, nur 3 bis 5 Stockwerk hohem Halse, zeichnen sich durch die nach der Befruchtung eintretende Entwicklung des Bauchteils zur plump-eiförmigen Gestalt mit blasig aufgetriebenen Außenzellen aus: dem Kennzeichen der späteren Haube (s. Fig. *f*, *k* und 2 *b*, *c*, *d*).

Am Grunde des Perichätiums geht mit dem Wachstum des Sporogons mehr oder weniger rege Rhizoidenbildung vorstatten. Diese „wurzelnden Perichätien“, eine Eigentümlichkeit vieler Seitenfrüchtler, sind von biologischer Bedeutung für die Ernährung des Sporophyten. Neben der Befestigung der Pflanze auf der Unterlage dienen sie der Wasserzuleitung, worauf auch das Fehlen des Zentralstranges oder dessen Verkümmern und das Eindringen des Fußes der Seta in den Perichätialast hindeuten.

Nur selten ist der Unterschied der äußeren Form und zugleich des Zellnetzes bei Blütenhüll- und Stengelblättern so augenfällig.

¹⁾ Gespaltene Hüllblätter hat unter den Laubmoosen meines Wissens nur noch *Hypnum styriacum*.

wie bei diesem Schattenmoose (vgl. Fig. *b—d*, *f—g* mit *m*). In der fast halbkreisrunden Stammbblattspitze ist die Scheitelzelle mit ihren jüngsten Abschnitten noch deutlich erkennbar; die die Zellen ausfüllenden Chlorophyllkörner sind im Lichte in die Profilstellung an die Innenwände gewandert und heben dadurch die Regelmäßigkeit der sechseckig-rautenförmigen Maschen noch schärfer hervor. In Perigon-, Perigyn- und erst recht in den Perichätialblättern sind die äußeren Umrisse, wie wir sahen, ganz andere; die Grundform des Zellnetzes wird durch Streckung in der Längsrichtung verändert, der Gehalt an Blattgrün bis zum Verschwinden vermindert. Darin stimmen aber alle Blätter überein, daß ihre zarten Zellwände sich stark nach außen wölben, an den Innenwänden kollenchymatisch verdicken und regelmäßige Tüpfel bilden (Fig. *i*), womit sie sich Wasserspeicher zum Schutz gegen Troeknis schaffen: Anpassungen, die sich besonders schön im Gerüst der Kalyptra nachweisen lassen (*X*).

Dagegen fehlen Rippen, Saum- oder Flügelzellen, überhaupt differenzierte Elemente den Blättern unsrer *Hookeria* gänzlich, so daß sie nur unter sehr günstigen Standortsverhältnissen gedeiht. Blüten und Früchte in guter Verfassung trifft man selten an; nur einmal im Laufe eines Jahrzehnts konnte ich mich zur Weihnachtszeit an üppigen Rasen erfreuen, die mit schwarzbraunen, weißbehaubten Sporogonen in großer Zahl und tadelloser Vollendung bedeckt waren.

26. *Climacium dendroides* Web. et Mohr.

Das durch baumartige Verzweigung seiner Stengel 2. Ordnung ausgezeichnete Leitermoos wurde im September einer sumpfigen Wiese bei Eisenach mit ♂ und ♀ Blüten und reifen Sporogonen bedeckt entnommen. Die Geschlechter stehen auf getrennten Stämmen im gleichen Rasen beisammen.

Die ♂ Gametangienstände finden sich auf kurzen Stielchen achselständig an den oberen Haupt- und Nebenästen als geschlossene, reichblättrige, dicke Knospen (Fig. *a*), oft in dichter Folge mit nur 1 mm Abstand voneinander. Die tief gehöhlten Perigonblätter, etwa 20 an Zahl, sind 1 mm lang, 0,75 mm breit, breitverkehrt-eiförmig bis geigenförmig, rasch in eine rinnige, fast sparrig auswärts gebogene Pfiemenspitze verschmälert (Fig. *b*, *c*), die innersten wenig schmaler. Ihr Rand ist unversehrt oder schwach buchtig, durch eine Reihe von Parenchymzellen undeutlich gesäumt; die am Grunde durch 4 Zellreihen angedeutete Rippe löst sich vor der Blattmitte auf oder fehlt ganz, zumal in den äußeren Blättchen. Das Zellnetz ist durchweg derbwandig und schwach getüpfelt, aus

prosenchymatischen, schmal rhomboidischen bis linearen, verbogenen Maschen gewebt, die am orangefarbenen Grunde breiter, an den Flügeln mehr oder weniger länglich rechteckig sind. Die 0,6 mm langen, schmalen, 12stockigen Antheridien stehen kurzgestielt zwischen zahlreichen, etwas kürzeren oder gleichlangen, braunen Fadenparaphysen, von deren sechs Gliederzellen die Endzelle meistens am längsten ist.

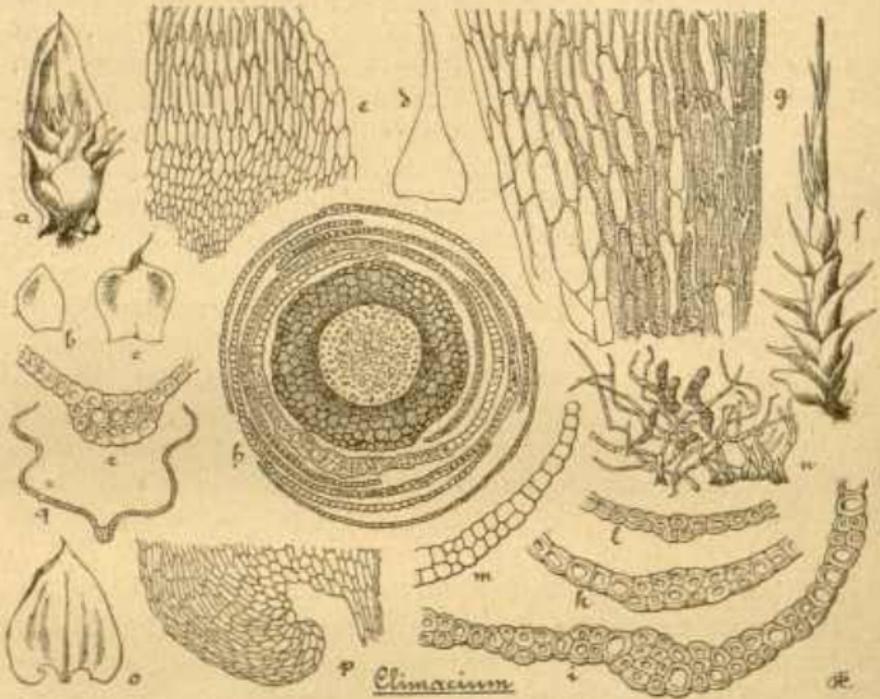


Abb. 30. *Climacium dendroides*.

a Stengelblatt mit ♂ Blüte 12,5/1. *b, c* äußeres und mittleres Perigonblatt 12,5/1. *d* innerstes Perigonblatt 25/1. *e* Zellnetz des Grundes von *d* 150/1. *f* älteres Perichätium 7,5/1. *g* Zellnetz des Grundes der inneren Blätter von *j* 120/1. *h* Querschnitt eines Perichätiums in der Höhe des Vaginalgürtels 70/1. *i, k, l* Rippen der 3 innersten Hüllblätter von *h* 225/1. *m* Flügel eines innersten davon nahe der Anheftungsstelle 70/1. *n* Stengelfilz vom Stiel des Perichätiums 45/1. *o* Blatt vom oberen Ende des fertilen Stengels 7,5/1. *p* dessen Flügel 45/1. *q* Querschnitt 30/1. *r* Rippe 225/1.

In gleicher Anordnung und Fülle sehen wir die viel schlankeren ♀ Blütenknospen; sie häufen sich bisweilen dermaßen, daß einzelne dieser Bäumchen bis 30 Sporogone entwickeln. Das Perigynium unterscheidet sich von dem fertigen Perichätium durch die geringere Größe seiner Blätter, von denen die äußeren sich zur Zeit der Frucht-reife nur noch wenig verändern, während die inneren (Fig. *d*) zwar in der Spitze ihr Wachstum beendet haben und hier bereits aus

derbwandigen, linearen Zellen bestehen, am Grunde aber noch in ihrer ganzen Breite ein in lebhaften Teilungen begriffenes Bildungsgewebe aufweisen, dessen zarte, breite Rhomben (Fig. *e*) sich scharf gegen die derben Nachbarzellen abzeichnen. Die ♀ Blüte enthält 3 bis 9 schlanke, langhalsige Archegonien ohne Saftfäden; als vollendetes Perichätium (Fig. *f*), umgibt sie die Seta in Form einer vielblättrigen, 5 bis 6 mm langen Hülle, deren untere Blätter sparrig abstehen, während die oberen sich hochscheidig der Borste anschmiegen und an ihrer breitesten Stelle mit den Rändern übereinander greifen. Sie sind sämtlich breit eiförmig, ganzrandig, rasch in eine fein gezähnte Pfrieme verschmälert; die zarte Rippe durchläuft $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ des Blattes und erlischt als einfacher oder 2- bis 3teiliger Nerv. Das Zellnetz ist eng prosenchymatisch, die schmalrhomboidischen Maschen sind wenig verbogen, die Wände derb und spärlich getüpfelt, mit deutlicher Mittellamelle. Am Grunde fallen in dem lockeren Gewebe größere, längliche Maschen durch ihre Helligkeit auf; sie liegen eingestreut zwischen trüben, dunkler gefärbten engeren Zellen oder Zellreihen (Fig. *g*). Die Flügelgruppe ist undeutlich begrenzt.

Ein älteres Perichätium, wie es in Fig. *f* dargestellt ist, im unteren Vaginalgürtel quer durchschnitten, zeigt folgendes Bild: (Fig. *h* und stärker vergrößert *i—m*.) Um das braune, lockerzellige Gewebe des Scheidchens, in dessen Mitte sich der Fuß der Seta birgt, legt sich das innerste Perichätialblatt. Es ist dicht über seiner Anheftungsstelle getroffen und zeichnet sich durch die lockeren Maschen der Spreite, besonders aber durch doppelte, die Rippe stark verbreiternde Zellagen aus; diese Doppelschichten wechseln mit einfachen oder zu mehreren nebeneinander verlaufenden Zellreihen ab (Fig. *i*) und sind die Ursache der im Flächenbilde gesehenen helleren und dunkleren Streifen. In den nächsten Blättern wird die Rippe dünner und schmaler (Fig. *k, l*), ist nur noch zweischichtig und schwindet in den äußeren ganz, was sich einfach dadurch erklärt, daß der Schnitt äußere und innere Hüllblätter in ungleicher Höhe trifft, in unserm Falle das innerste am Grunde, das äußere im rippenlosen Spitzenteil. Was an diesen mit $\frac{1}{3}$ Divergenz einander deckenden Blättern am meisten auffällt und sie von den tieffaltigen Stengelblättern, deren eins in Fig. *o*, in *q* und *r* im Querschnitt abgebildet ist, außer der schmälern, scharf begrenzten Rippe und dem gehörten Flügel (Fig. *p*), unterscheidet, ist das Fehlen jeglicher Längsfaltung; ihre Querschnitte erscheinen als glatte Kreisbögen. Wir haben hier das umgekehrte Verhältnis wie bei *Amblystegium filicinum* und anderen Seitenfrüchtlern mit faltigen Perichätien und glatten Stammbältern.

Erwähnenswert wäre noch das dichte Filzgewebe, womit sich an älteren ♂ Blütenknospen und Perichätien von *Climacium* der kurze Stiel umhüllt; er besteht aus braunen Protonemafäden mit brutkörperartigen Zellreihen und gespreizt-ästigen Paraphyllien, wie sie den Hauptstengel bedecken (Fig. n) — auch sie gehören zu den Einrichtungen, die als zweckmäßige Anpassungen an die Lebensweise der Sumpfmose behufs Sicherung gegen das Verdorren ihrer wichtigsten Organe zu bewerten sind.

27. *Amblystegium filicinum* (L.) DN.

Sind schon die dichte, regelmäßige Fiederung dieses zierlichen Hygrophyten, die zahlreichen Paraphyllien und der stengelumhüllende Rhizoidenfilz an und für sich zur Aufnahme und zum Festhalten von Wasser geeignete Mittel, so werden sie noch wirksam unterstützt durch die äußere und innere Beschaffenheit der Stammblätter. Zwei große, die Rippe erreichende, aufgeblasene Gruppen von Flügelzellen, in jüngeren Blättern zartwandig und chlorophyllführend, in älteren mit stark verdickten Wänden, stellen richtige Wasserspeicher dar; es sind nicht etwa vertiefte Sammelgruben, wie bei *Dicranum* z. B., sondern Wölbungen (Fig. l), die sich eng dem Stamm anschmiegen und insgesamt ein System kapillarer Zuleitung für das flüssige Element bilden, wobei ihnen noch die innere Struktur der Rippe zu Hilfe kommt. Alles in allem Anpassungen an feuchte, aber doch zeitweiser Trocknis ausgesetzte Standorte.

In den Achseln der in solcher Weise als vortreffliche Schutzvorrichtungen gegen Dürre wirkenden Stengelblätter finden sich, nach den Geschlechtern getrennt, die Gametangienstände, die ♂ auf schwächeren, einfachen, die ♀ auf kräftigeren, reich verzweigten Wedeln, beide am Hauptsproß oft so nahe beieinander, daß man an einem Stengelstück von 10 mm Länge ihrer bis zu zwanzig zählen kann. Die ♂ sind kurzgestielte, eiförmige, 0,7 bis 0,9 mm lange Knöspchen (Fig. a); die annähernd gleichgroßen Perigonblätter, bis 15 an Zahl, sehr hohl, faltenlos, aus breit-eiförmigem Grunde rasch kurz zugespitzt, am oberen Rande durch papillös vorspringende Zellecken fein gezähnt, die inneren rippenlos, die äußeren mit dünner, nach unten verbreiteter, am Grunde dreischichtiger, am Rücken bis 6 Zellen breiter Rippe (Fig. b), die vor der Spitze schwindet. Sie weben sich aus rhomboidischen, hyalinen oder gelb gefärbten, im Spitzenteil wohl auch grünen, Öl in Tröpfchen enthaltenden und derbwandigeren Maschen; die des Grundes sind länglich rechteckig, mit sechsseitigen gemischt, doch ohne differenzierte Flügelzellen.

Die schmal-ovalen, 0,3 mm langen Antheridien stehen kurzgestielt zu 3 bis 8 im Perigon; sie bauen sich aus 12 bis 15 Stockwerken kurzrechteckiger bis fast quadratischer, dünnwandiger Zellen. Paraphysen fehlen oder sind ganz vereinzelt als einfache Fäden vorhanden.

Die ♀ Blütenknospen gleichen den ♂ im Äußeren, wie in der Zahl der Blätter, sind aber schlanker, sie messen 10 mm und dar-

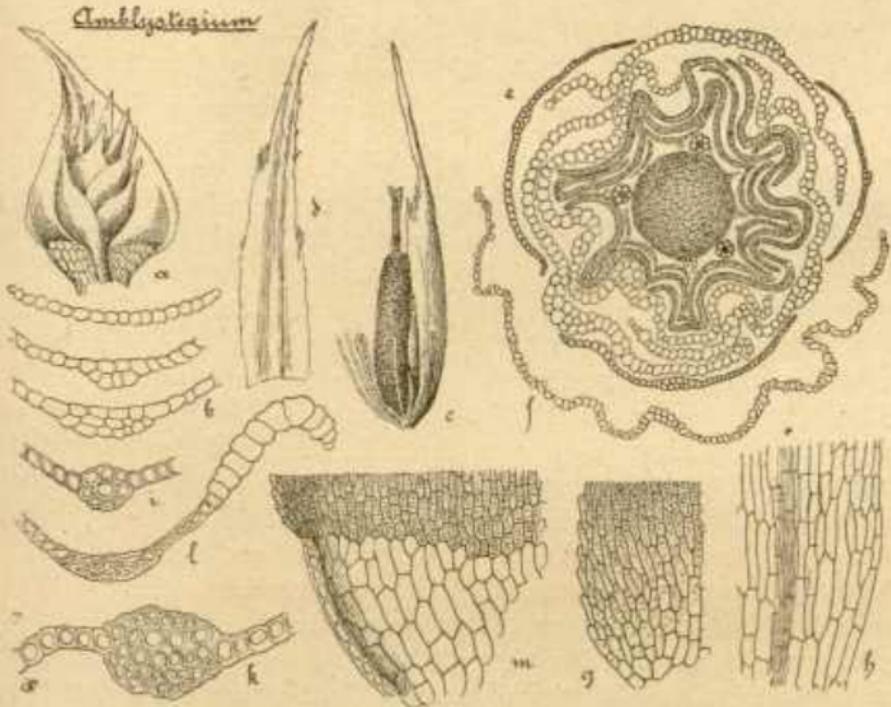


Abb. 31. *Amblystegium filicinum*.

a Stengelblatt mit ♂ Blüte in der Achsel 30/1. b Perigonblattquerschnitte 225/1. c innerstes Perichätialblatt mit 2 jüngeren Archegonien und einem befruchteten 30/1. d Hüllblatt von c, ausgebreitet, Rückseite 30/1. e junges Perichätium in Querschnitt 70/1, die innersten Blätter noch in meristematischem Zustande, reich an plasmatischem Inhalt. f mittleres Hüllblatt eines älteren Perichätiums 70/1. Querschnitt. g Blattflügel eines äußeren. h eines mittleren Perichätialblattes 120/1. bei * eine Falte. i—m Teile eines Stengelblattes: i, k Rippe 225/1. l Grund 120/1 im Querschnitt. m Zellnetz des Grundes 120/1.

über. Die Perigynblätter nehmen von den äußeren, kleinsten nach innen an Größe zu, ihre Spitze ist länger und schärfer, wie bei denen des Perigons; Rippe und Zähnelung des Randes gleicher Art, das Blattnetz zeigt früh die Neigung zu schmalen, gestreckten Formen. Archegonien zählt man 12 bis 17; sie sind im Bauchteil so schwächig, daß er sich kaum gegen den bis 20 Zellen hohen Hals abzeichnet. Saffäden wie in der ♂ Blüte.

Die Größenunterschiede wachsen, sobald nach der Befruchtung die Entwicklung zum Perichätium beginnt. Die Blätter der Hülle strecken sich um ein mehrfaches und erscheinen bald als hellglänzender Schopf an den mittleren und unteren Stengelteilen, während an den oberen noch zahlreiche Blütenknospen sitzen. In dem durch die Figg. *c—h* dargestellten Falle wurden folgende Verhältnisse festgestellt:

Den untersten, fast gleichseitig dreieckigen, rippenlosen Blättchen von nur 0,4 mm Länge folgen solche von 0,8 bis 1,3 mm, mit schwacher, doch deutlicher und bis zur Spitze durchgeführter Rippe; das neunte ist bereits 2,0 mm lang und 1 mm breit; die inneren elf sind um die Hälfte länger, alle bis zum Grunde fein gezähnt, lang zugespitzt, mehr oder weniger tief längsfaltig. Diese bei den Perigynblättern noch nicht vorhandenen Faltungen machen sich bei deren Wachstum frühzeitig bemerkbar, beschränken sich indessen auf die mittleren und inneren, die sich so eng ineinander schachteln, daß man die zarten, innersten, von einer breiten, tiefen Mittelrinne durchzogenen kaum unverletzt herauszulösen vermag. Die mittleren, viel breiteren Hüllblätter haben beiderseits der dünnen, zwei- bis dreischichtigen Rippe mehrere Längsfalten, von deren Ineinandergreifen man sich erst beim Betrachten eines Querschnitts durch ein ganzes, noch unfertiges Perichätium (Fig. *e*) ein richtiges Bild machen kann. Man wird daraus ersehen, daß es sich hierbei nicht um zufällige, durch gegenseitigen Druck beim Breitenwachstum erzeugte Verbiegungen handelt, sondern um organisch durch Reihen kleinerer, größerer oder doppelschichtiger Zellverbände vorgebildete Rinnen und Wülste. Sie heben sich besonders deutlich auf Querschnitten älterer Hüllblätter von den schief eingesetzten und verbogenen Zellwänden der Spreite ab (Fig. *f*). Man vergleiche hiermit den Grundriß *L* auf Abb. 4.

Es liegt auf der Hand, daß ein aus derartig miteinander verchränkten Hüllblättern gebildetes Perichätium den denkbar wirksamsten Schutz des eingeschlossenen, jungen Sporogons gegen Trockenheit bietet. Die im Bereich der seitenfrüchtigen Moose nicht seltene Erscheinung der „faltigen Perichätialblätter“ ist in vielen Fällen so beständig, daß sie als wichtiges Unterscheidungsmerkmal herangezogen wird. Um ihre Verschiedenheit von den Stammblättern nach Zellnetz und Rippenbau hervorzuheben, wurden die betreffenden Teile im Bilde (Fig. *i—m*) dargestellt.

Der systematischen Ordnung der *Limpricht'schen* Flora folgend, sind wir über die verschiedenen Familien zur letzten, um-

fangreichsten, den *Hypnaceen*, gelangt, die wohl die größte Artenzahl, doch nicht einen entsprechenden Formenwechsel in den Gametangienständen aufweist und können damit unsere Betrachtungen der Blütenverhältnisse abschließen. Diese festzustellen ist nach *Limpricht* eine unerläßliche Aufgabe beim Bestimmen eines Mooses, die er deshalb in seinen Beschreibungen überall an erster Stelle erledigt; die Gewohnheit ihres Führers werden die meisten Bryologen zu der ihrigen machen. Wenn dem Einen oder Andern mit vorliegender, aus langjähriger Beschäftigung mit den Moosen geschöpfter Arbeit ein Dienst geleistet und zu weiteren Forschungen Anregung gegeben würde, so wäre ihr Zweck erreicht.

Bei der gebotenen räumlichen und zeitlichen Beschränkung konnten nur die Blütenverhältnisse ausgewählter Arten einzelner Formenkreise behandelt werden, mußten ganze Familien unberücksichtigt, manche Aufgaben unerledigt bleiben. In der unscheinbaren Moosblüte birgt sich noch ein weites, dankbares Feld für den Bryologen, möge er sich mit Entwicklungsgeschichte, Gestaltlehre oder innerem Bau, mit biologischen oder ökologischen Fragen beschäftigen.