

# Die Haube der Laubmoose.

Von P. Janzen.

(Hierzu 37 Abbildungen mit zahlreichen Einzelfiguren.)

Werke und Druckschriften, worauf in dieser Arbeit  
Bezug genommen ist.

- I. D. Joannis Hedwigii, *Fundamentum historiae naturalis Muscorum frondosorum*. Lipsiae. 1782.
- II. Dr. Karl Müller. *Deutschlands Moose*. Halle. 1853.
- III. W. Ph. Schimper. *Synopsis Muscorum europaeorum*. Ed. II. Stuttgartiae. 1876.
- IV. M. Hy. *Recherches sur l'archégone et le développement du fruit des Muscinées*. Annales des sciences nat. Sér. VI. Tome XVIII. Paris. 1884. p. 105—206.
- V. Goebel. *Organographie der Pflanzen*. Heft I, Bryophyten. Jena. 1898. Va. 2. Aufl. 1915.
- VI. C. Warnstorf. *Leber- und Torfmoose*. Leipzig. 1903.
- VII. K. G. Limpricht. *Die Laubmoose Deutschlands, Österreichs und der Schweiz*. Leipzig. 1890—1904.
- VIII. Dr. Th. Herzog. *Die Laubmoose Badens*. Genève. 1906.
- IX. Felix Zielinski. *Beiträge zur Biologie des Archegoniums und der Haube der Laubmoose*. Flora. 100. Bd. I. Heft. Jena. 1909.
- X. Leopold Loeske. *Studien zur vergleichenden Morphologie und phylogenetischen Systematik der Laubmoose*. Berlin. 1910.
- XI. K. Grebe. *Beobachtungen über die Schutzvorrichtungen xerophiler Laubmoose gegen Trockenis*. Hedwigia. Bd. LII. 1911.
- XII. Edgar Irmscher. *Über die Resistenz der Laubmoose gegen Austrocknung und Kälte*. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. L. 1912. S. 387—449.
- XIII. Dr. Wilh. Lorich. *Die Polytrichaceen*. München. 1908.
- XIV. L. Loeske. *Die Laubmoose Europas. I. Grimmiaceae*. Berlin-Schöneberg. 1913.

## A. Allgemeiner Teil.

### 1. Die Mooshaube in der Literatur und Systematik.

Von jeher hat das eigenartige Gebilde, welches die Büchse der Laubmoose krönt oder umhüllt und seit Dillenius als Haube (Kalyptra) bezeichnet wird, die Aufmerksamkeit der Moosforscher auf sich gezogen. Daß sie, in vielen Fällen eine flüchtige Erscheinung, deren man nur im Jugendzustande des Sporogons habhaft zu werden vermag, diesem niemals fehlt und an seiner Entwicklung in hervorragendem Maße beteiligt ist, konnte den Beobachtern nicht lange verborgen bleiben. Schon Hedwig (I) schätzte sie als Kennzeichen eines echten Mooses. „Sunt mihi ergo Musci plantae fructu calyptrato instructae“ sagt er in seinem Fundamentum von 1782, worin er dem Gegenstande einen nicht weniger denn acht Seiten langen Abschnitt widmet, der heute noch einen mehr als geschichtlichen Wert hat.

Welche Bedeutung man auch weiterhin der Haube beimaß, das bezeugt die lange Reihe allgemein gebräuchlicher fremdsprachlicher Benennungen von Gattungen und ganzen Moosgruppen, wie *Atrichum*, *Conomitrium*, *Encalypta*, *Nanomitrium* (*Micromitrium*), *Oligotrichum*, *Orthotrichum*, *Physcomitrium*, *Physcomitrella*, *Pogonatum*, *Rhacomitrium*, ferner *Glyphomitrium*, *Ptychomitrium*, *Thysanomitrium*, die sich sämtlich von dem Äußeren der Kalyptra herleiten. Zur Bezeichnung der Art hat sie bei *Encalypta ciliata* Hoffm. und *Orthotrichum leucomitrium* Br. eur. herhalten müssen. Dagegen konnte sich die von Hy (IV, S. 201) empfohlene Einteilung der Gipfel-früchtler in *Cylindromitrieen*, *Leptomitrieen*, *Physcomitrieen*, *Rhynchomitrieen*, *Conomitrieen*, *Rhabdomitrieen* nicht einbürgern.

Für die Systematik hat zuerst Bridel, dann Hampe die Haube herangezogen; ausgiebiger Karl Müller (II) als „festes Merkmal bei Begründung der Gattungen“. Neben dem Hinweis auf ihren Formenreichtum und ihren Zweck als Schutz für „hilfsbedürftige Moosfrüchte“ unterließ er nicht, auf Erforschung der anatomischen Verhältnisse für die Aufgaben der Klassifikation zu dringen und Fingerzeige dafür zu geben. Seine Mahnung fand kaum Beachtung. Obwohl schon der scharfsichtige Hedwig von der Kalyptra als von einem doppelschichtigen Häutchen gesprochen hatte (I, S. 85), beschreibt sie Schimper noch ganz kurz als einschichtig im unteren Teil, als mehrschichtig in der verdünnten Spitze (III, V § 2). Daß sogar Limpricht in seinem dreibändigen Werk (VII, S. 42) sich nicht ausführlicher äußert, muß befremden; er rühmt zwar von vornherein der neueren Systeme

matik nach, daß sie „allen Merkmalen, auch den kleinsten, gleiche Beachtung schenke“, und fordert weiterhin (S. 77) „die geschickte Analyse aller Teile eines Mooses unter dem Mikroskop“; in den Einzelbeschreibungen ist dieser Forderung aber, was die Haube anbetrifft, nicht Rechnung getragen. Unlängst hat dann W. L o r c h (XIII, S. 525) auf die Mooshaube hingewiesen, deren Gestaltenreichtum mit dem der Blätter und des Peristoms wetteifern könne — auch seine Anregung ist unbeachtet geblieben.

Zielinski (IX) hat sich weniger mit dem inneren Bau der Haube, als mit denjenigen Einrichtungen beschäftigt, die ihren Wert als Schutzorgan bedingen. Seine Beobachtungen an lebenden Pflanzen führen ihn zu dem Schluß, daß die empfindlicheren Teile des jungen Sporogons eines Schutzes wirklich benötigen, da sich andernfalls Mißformen entwickeln, die keine keimfähigen Sporen hervorbringen.

In neuerer Zeit haben Grebe (XI) und Irmischer (XII) Arbeiten veröffentlicht, worin die Haube zwar nebensächlich behandelt wird, die aber wertvolle Anknüpfungspunkte bieten, so daß sie nicht übergangen werden dürfen. Ihrer wird bei geeigneter Gelegenheit gedacht werden.

## 2. Das Äußere der Haube.

Die Gestalt der Haube, die Skulptur und was sonst an ihrem Äußeren ohne Anwendung starker Vergrößerungen sichtbar ist, schildern, heißt längst Bekanntes wiederholen. Eine solche Wiederholung, wenn auch in gedrängter Kürze, ist nicht zu umgehen, wo es sich darum handelt, ein möglichst lückenloses Bild der Kalyptra zu entwerfen. Um dieser Aufgabe einen festen Rahmen zu geben, wurde sie auf die Formenwelt der Limpricht'schen Flora beschränkt. Mit dieser ist also die „einheimische Flora“ gemeint; auf dieses Gebiet allein beziehen sich allgemeine Bemerkungen und Folgerungen; auch wird, zunächst aus Zweckmäßigkeitsgründen, die systematische Reihenfolge dieses Werkes innegehalten.

Bei aller Mannigfaltigkeit und trotz vielfacher Übergänge lassen sich zwei Grundformen der Haube unterscheiden: die symmetrische, halbseitige, kappen- oder kapuzenförmige, calyptra dimidiata s. cucullata, und die regelmäßige, radiäre oder mützenförmige, calyptra mitraeformis.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Das griechische *μῦτρα* bezeichnete ursprünglich die Kopfbedeckung der Orientalen, den Turban, später die Bischofsmütze. Beiden entspricht die Form der Mooshaube so wenig, wie unsrer Mütze (mit Schirm); die „Mützenform“ hat nur das Gewohnheitsrecht für sich.

Die halbseitige, meist auf einer Seite aufgeschlitzte, dem Sporogon mehr oder weniger schief aufsitzende Haube ist die häufigere Form. Sie findet sich bei den großen Familien der *Weisiaceen*, *Rhabdoweisiaceen*, *Dicranaceen*, *Ditrichaceen*, *Trichostomeen*, *Bryaceen*, *Mniaceen*, *Meeseaceen*, *Bartramiaceen*, *Polytrichaceen*, *Neckeraceen*, *Leskeaceen*, sämtlichen *Hypnaceen*, den meisten *Pottiaceen*, *Grimmiaceen*; den *Leucobryaceen*, *Seligeriaceen*, *Aulacomniaceen*, *Timmiaceen*, der Mehrzahl der *Phascaceen*.

Die regelmäÙige, aufrecht sitzende Haube ist bald kegelförmig, wie bei den Gattungen *Ephemerum*, *Conomitrium*, *Georgia*, *Diphyscium*, *Fontinalis*, gewissen Arten von *Fissidens*; bald müthenförmig, wie bei den *Andreaeaceen*. Eine glockenförmige Kalyptra haben *Ulota*, die eigentlichen *Orthotricha*, unter den *Grimmiaceen* die Gattungen *Coscinodon* und *Brachysteleum*. Die verlängerte Glockenform finden wir bei den *Encalyptaceen*; ihre eigenartige Schönheit wird hier bei einigen Arten noch durch zierliche Fransen am Grunde erhöht. Blasenförmige, langgeschnäbelte, anfangs radiäre Hauben sind den *Funariaceen* eigen, wandeln sich aber bis zur Reifezeit in ganz verschiedene Endformen, je nach der Gattung. Bei *Physcomitrium* ein am Grunde mehrfach gelapptes Mützchen, bei *Entosthodon* eine aufgeblasene, einseitig aufgeschlitzte Kapuze, umschließt sie bei *Pyramidula* das reife Sporogon bis unter den Hals als dick-spindelförmiger, vierkantiger Hohlkörper, der erst nach der Sporenreife aufreißt. Ähnliches wiederholt sich bei *Voitia*, *Discelium*, *Dichelyma*, *Leucodon*, mit dem Unterschiede, daß deren Haube schlank-spindelförmig ist und in einem langen Längsspalt aufreißt, durch den das Sporogon austritt, wobei die Kalyptra oft manschettenartig am oberen Ende der Seta hängen bleibt.

Als fingerhutförmig kann man die flüchtigen Hauben von *Schistostega* und *Buxbaumia* bezeichnen. Zwischenformen zwischen Kegel und Glocke sind einigen *Orthotrichen* eigen; solche zwischen Kegel und Kappe dem seltenen *Aschisma carniolicum* und dem Wassermoose *Cinclidotus*.

Zu den die äußere Gestalt der Kalyptra bestimmenden Merkmalen gehört auch ihr oberer und unterer Abschluß. In vielen Fällen geht sie an der Spitze in einen längeren oder kürzeren, röhriigen Teil über, der dann in der Regel einem schnabelförmigen Fortsatz des Deckels als Hülle dient; so bei *Catharinaea*, den *Dicranaceen*, *Ditrichaceen*, *Trichostomeen*, während er bei *Funaria* leer bleibt. Am Grunde verengerte Hauben sind *Voitia*, *Metzleria*, *Discelium*, *Tayloria* u. a. eigentümlich. Der untere Rand ist für die Systematik von besonderer Bedeutung; denn keineswegs reißt sich die Haube

immer in einer glatten Linie vom Scheidchen los, sie erscheint häufig in Lappen gespalten — bei *Grimmia* und *Tetraphis* z. B. —, oder gefranst, wie bei *Encalypta*-Arten, oder auch mit Wimpern besetzt, so bei *Campylopus* und *Dicranodontium* — Verhältnisse, die im besonderen Teil ausführlicher behandelt werden sollen.

In der Skulptur der Haube wird mit wenigen, einfachen Mitteln eine große Mannigfaltigkeit erreicht. Völlig nackt und glatt ist ihre Oberfläche bei den meisten Formen der *Bryaceen* und *Hypnaceen*, unseren artenreichsten Familien. Durch acht und mehr tiefe Längsfalten zeichnen sich die *Orthotrichaceen*, *Georgiaceen*, die Gattungen *Coscinodon* und *Ptychomitrium* aus. Vier flachen Falten verdankt *Pyramidula*, ebenso viel tiefen Falten *Funaria* das kreuzförmige Querschnittsbild. Zum Unterschied von den erwähnten nackten Hauben bilden die papillösen von *Encalypta*, die warzigen von *Rhacomitrium canescens*, die gezähnten von *Catharinaea* Übergänge zu den schwach behaarten von *Oligotrichum*, den stärker behaarten von *Orthotrichum*, den mit einem dichten Filz bekleideten von *Polytrichum*. Und diese Auswüchse stellen nicht immer einfache, glatte Haare dar, etwa wie bei *Ulota americana* oder *Oligotrichum*; auch sie bedecken sich bisweilen mit Papillen (bei *Orthotrichum Sturmii* z. B.), oder mit Zähnen; sind bald einzellreihig, wie bei *Oligotrichum hercynicum*, bald aus einem Bündel verdickter Zellen gefügt — so bei *Orthotrichum Sturmii* —; einmal einfach und aufrecht (*Leptodon*), ein andermal verzweigt und unentwirrbar miteinander verschlungen (*Polytrichum*).

Zu den Größenverhältnissen der Kalyptra ist zu bemerken, daß hierin eine ebenso große Verschiedenheit waltet, wie in denen der zugehörigen Sporogone; es sei deshalb nur beispielsweise erwähnt, daß — ohne zahlenmäßige Vergleiche anzustellen — die Haube bei *Schistidium maritimum* nur den Schnabel deckt, bei *Splachnum* den Deckel, bei *Orthotrichum*  $\frac{1}{2}$  bis  $\frac{2}{3}$  der Kapsel umhüllt, bei *Encalypta* weit unter sie hinabreicht.

Vom Gesichtspunkte der Widerstandsfähigkeit lassen sich derbe Hauben, wie die von *Cinclidotus* z. B., von häutigen (bei *Leucobryum* u. a.) und zarten, wie wir sie von *Ephemerum* kennen, unterscheiden; von dieser äußeren Beschaffenheit hängt bis zu einem gewissen Grade auch ihre Dauer ab. Bei *Metzleria*, *Timmia* und anderen, bereits erwähnten Arten bleibt sie bis zur Sporenreife oder länger; sie fällt leicht ab bei *Andreaea* und *Ephemerum*; bei *Bryum*, *Mnium* und vielen anderen Moosen sucht man sie an der reifen Kapsel vergebens.

## 3. Entstehung der Haube. Ihr Zellgerüst.

Um die Erforschung der Vorgänge, die im Archegon nach der Befruchtung beginnen und im Aufbau des Sporogons ihren Abschluß erreichen, hat sich besonders M. Hy (IV) verdient gemacht. Für das Gewebe, dem die Haube ihre Entstehung verdankt, wählt er den schon im Jahre 1835 von Bischoff gleichzeitig mit dem „Archegon“ eingeführten Kunsta Ausdruck „Epigonium“ und läßt als „Haube“ nur das von dem Scheidchen losgelöste Gebilde gelten; eine Auffassung, deren allgemeine Anerkennung natürlich die Lebermoose vom Besitz einer Kalyptra ausschließen würde.<sup>1)</sup>

Da der Ursprung des Epigons verschieden ist, so scheidet Hy zunächst die Torfmoose (Typus *Sphagnum*) aus, bei denen es nicht dem Archegon entstammt, sondern dem Blütenboden; er trennt dann *Archidium* mit seinem höchst einfachen, aus dem wenig veränderten Archegon gebildeten Epigon als 1. Typus ab und stellt für die übrigen Laubmoose vier Grundformen auf, nämlich

Das Bildungsgewebe teilt sich nur in basipetaler Richtung	}	2. Typus <i>Hedwigia</i> : Das Wachstum beschränkt sich im wesentlichen auf den Archegonfuß,
		3. Typus <i>Phascum</i> : Das Wachstum geht ausschließlich vom Archegonbauche aus,
Das Bildungsgewebe wächst basipetal und basifugal	}	4. Typus <i>Andreaea</i> : Die Bildungszone entsteht nur aus dem Archegonbauche;
		5. Typus <i>Polytrichum</i> : Das Meristem entwickelt sich aus dem Gewebe des Archegonfußes.

Für einen weiteren Unterschied nach der Absprengungsart: Rupture prématurée für Typ 1, Rupture hâtive für Typ 2—5 hält es schwer, die sinngemäßen Verdeutschungen zu finden. Wichtiger als die Art der Absprengung ist die Zone, in der sie vor sich geht, insofern davon die Form des Scheidchens abhängt. Dieses geht aber nur bei *Polytrichum* aus dem Epigon hervor und damit fallen die anderen Hy'schen Typen aus dem Rahmen dieser Betrachtung.

Wie eingangs erwähnt, hat schon Karl Müller Hal. auf die Notwendigkeit hingewiesen, das Innere der Haube für systematische Zwecke zu erforschen. Er sieht (II, S. 51) eine Zeit erscheinen,

<sup>1)</sup> Von den Lebermoosforschern der Gegenwart bezeichnen Schiffner (in Engler-Prantls Natürl. Pflanzenfamilien, 1909) und Karl Müller Fribg. (in Rabenhorsts Kryptogamenflora, 1906—1911) den Archegonbauch vor wie nach der Durchbrechung als Kalyptra. Ebenso Goebel (Va). Damit bleibt den Lebermoosen die Haube erhalten.

„wo auch die anatomischen Verhältnisse bei gesteigerter Artenkenntnis noch berücksichtigt werden müssen. Sie lassen in der Tat diese Betrachtung zu, wenn man ihr Zellennetz beobachtet. Dasselbe geht von den zartesten Maschen zu den verdicktesten, von parenchymatischen zu prosenchymatischen über, usw.“. Damit war deutlich ein Weg gezeigt, und doch sind seitdem mehr als 60 Jahre vergangen, ohne daß meines Wissens ihn jemand betreten hat. Die Haube ist ein stiefmütterlich behandeltes Organ geblieben. Daß sie aber ebensogut als andere Teile des Mooskörpers geeignet ist, eine Bestätigung zu bieten für L. Loeskes Ausspruch, der sich im Vorwort zu seinen „Laubmoosen Europas“ (1913) findet: „Die Anatomie der Laubmoose ist immer noch ein unerschöpftes Feld“ — das zu beweisen ist der Hauptzweck der vorliegenden Arbeit. —

Betrachtet man mehrere der Länge nach gespaltene Mooshauben verschiedener Herkunft nebeneinander unter dem Deckglase, so wird man schon bei mäßiger Vergrößerung Unterschiede im Zellnetz wahrnehmen, die sich bald in der Form, bald in der Größe äußern. Einmal liegen die Zellen regellos, ein andermal ordnen sie sich zu deutlichen Reihen; hier sind ihre Wände zart, dort derb, gleichmäßig oder knotig verdickt. Wie im Moosblatte ist in einer und derselben Kalyptra das Maschenwerk in der Spitze anders beschaffen, als in der Mitte, hier wieder abweichend von dem des Grundes gewebt. Was außerdem auffällt und den Beobachtungen einen eigenartigen Reiz verleiht: dieses Gewebe ist meistens so durchscheinend, daß wir unter der äußeren Schicht bei durchfallendem Licht mehr oder weniger deutlich die inneren Lagen erkennen, die wiederum ihrerseits besonders geartet sind. Um diese Verhältnisse zu klären, das aus dem Oberflächenbilde zu vermutende innere Gefüge näher kennen zu lernen, bleibt nichts übrig, als die Anfertigung von Querschnitten; und zwar, wozu die Verschiedenartigkeit der Zonen zwingt, durch Spitzenteil, Mitte und Grund. Dann erst sind wir in der Lage, uns eine richtige Vorstellung von dem Zellgerüst der Haube zu bilden. Für den einleitenden Abschnitt des vorliegenden Berichts dürften diese Andeutungen genügen.

#### 4. Entwicklungsgang einer Mooshaube.

Bei der überwiegenden Mehrzahl der Laubmoose gehört die Haube ihrer Entstehung nach zu dem Hy'schen Phascomtypus (s. S. 161). Es wird sich daher empfehlen, aus diesem Formenkreise ein Beispiel auszuwählen, um durch näheres Eingehen auf seine Entwicklungsgeschichte zur Kenntnis des inneren Baues der Kalyptra im allgemeinen und weiterhin zum Verständnis ihrer Aufgabe als

Schutzvorrichtung für das Sporogon zu gelangen. Ein jederzeit zugängliches Material liefert uns dazu die überall verbreitete

*Funaria hygrometrica.*

Das fertige Archegon zeigt (Fig. a) die typische Flaschenform mit ihrer Gliederung in Hals, Bauch und Fuß. Von diesen ist es der Hals, an welchem sich zuerst die Folgen der Befruchtung, soweit sie auf die Haubenbildung hinzielt, durch eine Bräunung und Verdickung der Zellwände sichtbar machen. Die gleiche Veränderung widerfährt den benachbarten Zellreihen des Bauches (Fig. b, c); sie

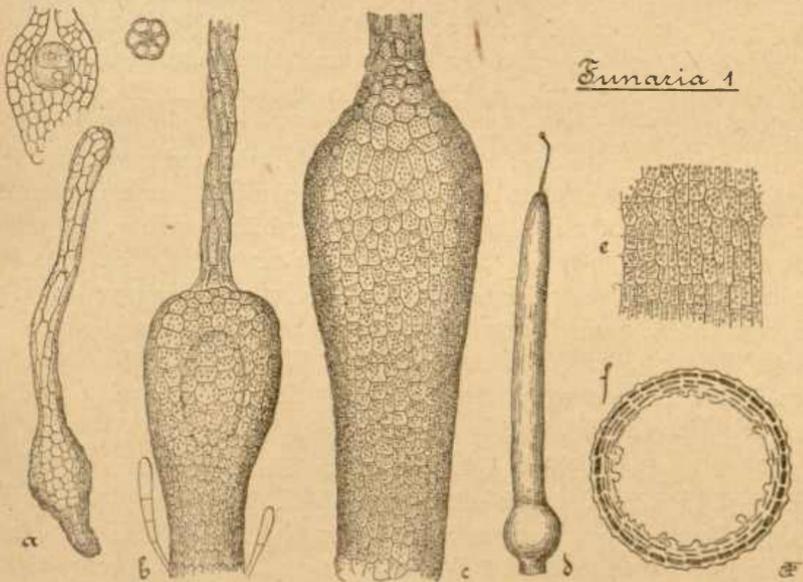


Abb. 1. *Funaria hygrometrica.*

a Archegon 100/1. Darüber links medianer Längsschnitt durch den Bauch mit in Teilung begriffener Eizelle 150/1, rechts Querschnitt durch den Hals von b 150/1. b Archegon bald nach der Befruchtung 150/1. c Dasselbe weiter entwickelt 150/1. d junge Haube 15/1. e Zellnetz des bauchigen Teils von d 300/1. f Querschnitt durch den walzenförmigen Abschnitt von d 150/1.

stellen bald ihr Wachstum ein, und beide Teile gehen schon jetzt in den Dauerzustand über, in dem wir sie schließlich an der Spitze der Haube wiederfinden.

Anders der übrige, bei weitem größere Teil des aus acht bis zehn Stockwerken dünnwandiger, polyedrischer Zellen gebauten, in der Zone seines größten Umfanges dreischichtigen Archegoniumbauches. Gleichzeitig mit den ersten Teilungen der Eizelle und Schritt haltend mit der Streckung des jungen Embryo macht sich (Fig. b und c) im Epigonialgewebe ein außerordentliches Wachstum

bemerkbar; zarte Längs- und Querwände entstehen in großer Zahl, der Bauch dehnt sich ganz erheblich, vorwiegend in der Richtung der Achse und geht endlich in einen schlank-walzenförmigen Körper über, der am Grunde kugelig anschwillt (Fig. *d*) und in diesem Zustande bereits auf die Form der künftigen Haube deutet: aus dem zylindrischen Abschnitt wird der Schnabel hervorgehen, aus dem geschwollenen die Blase. Im ersten hat sich nun schon eine deutliche Differenzierung des Gewebes vollzogen; er besteht in seiner ganzen Ausdehnung aus schmalen, gestreckten Maschen mit verdickten Längswänden (Fig. *h*), die in dreifacher Lage das junge Sporogon eng umschließen und im Querschnitt (Fig. *f*) als konzentrische Ringe abgeplatteter Zellen erscheinen, davon die beiden inneren mit ritzenförmigem Lumen. Dagegen ist das Meristem der Ausbauchung (Fig. *e*) noch in lebhafter Bildung neuer Zellen begriffen; sie löst sich von der Seta, bläht sich mehr und mehr und aus der Wölbung wird endlich ein Hohlkörper, der in kleinstem Maßstab an den Druckball der bekannten Gummigebläse erinnert (Fig. *g*); gegen das Licht betrachtet, läßt er die Borste des noch gänzlich unentwickelten, in der Schnabelspitze verborgenen Sporogons durchschimmern. Ein medianer Längsschnitt zeigt bei etwas stärkerer Vergrößerung (Fig. *k*) die zweischichtige Wand, deren Zellen gegen den Grund lockerer werden und sich scharf von den viel kleineren des Scheidchens abgrenzen.

Hier liegt die Reißzone, hier wird die Haube abgesprengt. Das Flächenbild *i* läßt deutlich erkennen, daß sie durch eine chlorophyllfreie Zellenreihe der äußeren Schicht vorgebildet ist. Aus derselben Figur ersieht man, in welcher Weise durch gesetzmäßig fortschreitende Zellteilungen der „Wasserbauch“ zustande kommt, während ein dem oberen Rande der Zeichnung entsprechender Querschnitt *l* darüber aufklärt, wie schon in der Anlage die äußere Zellenschicht engmaschiger ist, als die innere, ein Merkmal, das sich auch bei der späteren Wandverdickung erhält (Fig. *n*). Ein dicht über der Abrißstelle geführter Querschnitt (Fig. *m*) gibt Aufschluß über die Beschaffenheit des lockerzelligen Gewebekörpers, der nach dem Abreißen der Haube kragenartig am Scheidchen stehen bleibt.

Wir haben in Fig. *g* das Epigon H y's in seiner Vollendung, als Abschluß der ersten Entwicklungsstufe der Kalyptra, vor uns — mit anderen Worten: Die junge Haube kurz vor der Abspaltung.

Als lang geschnäbelte, tief vierfaltige Spindel erscheint die Haube auf der sich streckenden Seta über den Hüllblättern (Fig. *o*). Durch die Trennung von der Vaginula ist sie aus dem organischen Zusammenhang mit der Mutterpflanze gerissen; damit darf ihr Ent-

wicklungsgang, soweit die physiologische Tätigkeit in Frage kommt, als abgeschlossen betrachtet werden. Die nahe Berührung mit dem jungen Sporogon, der durch sein Wachstum verursachte Druck und endlich die mit der Reife einsetzenden Alterserscheinungen bringen aber doch noch gewisse Veränderungen, die teils der Brutpflege dienen, teils ins mechanische Gebiet gehören, die Verstärkung der Gewebe z. B., mit sich. Die Falten der Kalyptra glätten sich in dem Maße, als die Kapsel in ihre geräumige Höhlung hineinwächst, bleiben aber noch lange als zarte Längsstreifen sichtbar. Auch die Verengerung an der Abrißstelle erhält sich trotz des Druckes, dem

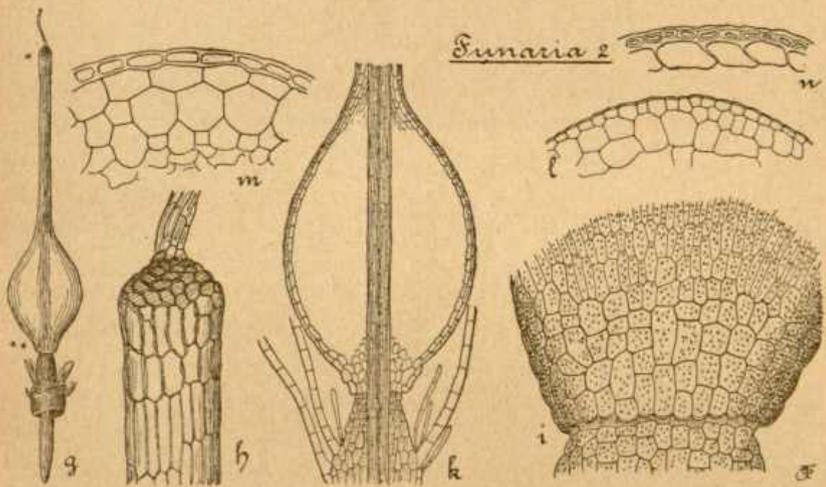


Abb. 2. *Funaria hygrometrica*.

g Blasenhaube mit Scheidechen und Fuß der Seta 10/1. h Spitze von g bei \* 120/1. i unterster Bauchteil von g bei \*\* mit Reißzone 120/1. k medianer Längsschnitt durch g 30/1. l Teil eines Querschnitts durch die Mitte des Wasserbauchs 225/1, m durch dessen Grund dicht über der Reißzone 225/1. n, wie l, doch weiter entwickelt 225/1.

die Haube dauernd ausgesetzt ist, bis zuletzt. In jedem Falle eignet sich die noch radiäre Faltenhaube besser zur Untersuchung ihres Aufbaues, als die dem ausgewachsenen Sporogon prall und faltenlos aufsitzende, halbkugelig aufgeblasene, bis zum Grunde des Schnabels durch einen klaffenden Längsriß gespaltene Kappe: die Endform der Funariahaube (Fig. p, q).

Mit dem Schnabel (Fig. o) beginnend, können wir bald feststellen, daß außer einer Verminderung der Schichten auf zwei und einer kräftigeren Verdickung der Zellwände sowohl Oberfläche als Querschnitt das gleiche Bild zeigen, wie die junge, in Fig. d abgebildete Haube. Auffallender ist die starke Verdickung der Längswände im

Faltenteil, dessen Querschnitt ein plumpes Kreuz bildet (Fig. *u*); sie beginnt an der Rißstelle (Fig. *r*), verstärkt sich zusehends gegen die Mitte und übertrifft hier an Breite vielfach das Lumen der länglich rechteckigen Zellen, die der äußeren Schicht angehören. Unter ihrem fein gekörneltten Gewebe (Fig. *s*) zeichnet sich deutlich das scharf ausgeprägte, locker-polygonale Netz der Innenschicht ab, klarer noch bei schwächerer Vergrößerung im entsprechenden Teil älterer Hauben (Fig. *t*).

Das Flächenbild *s* ist insofern merkwürdig, als es die Doppelschichtigkeit des Gewebes, die man nach dem Längsschnitte *k*

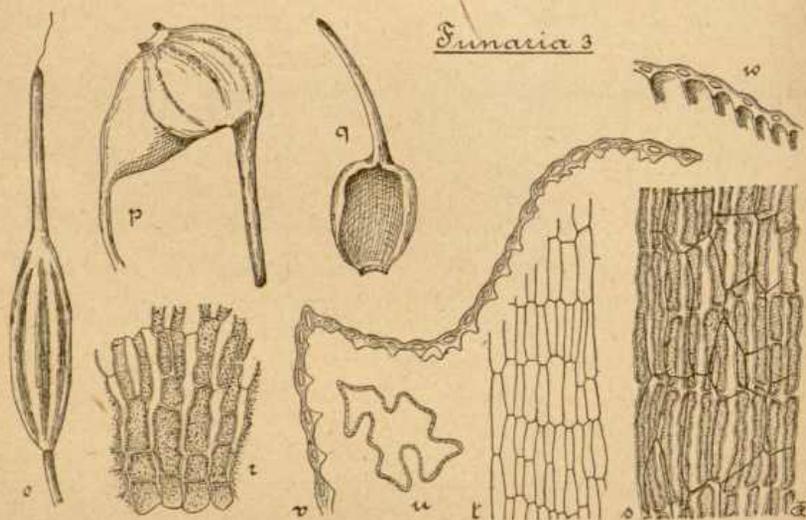


Abb. 3. *Funaria hygrometrica*.

o Faltenhaube auf 2 cm hoher Seta 10/1. p fertige Haube auf ausgewachsenem, noch grünem Sporogon 10/1. q dieselbe abgefallen 10/1. r Zellnetz dicht über der Rißzone von o 150/1. s Zellnetz aus der Mitte des bauchigen Teiles von o 200/1. t Netz der Innenschicht von p 70/1. u Bauch von o im Querschnitt 15/1. v Stück von u 225/1. w ein Teil von v schräg von oben gesehen 300/1.

erwarten sollte, nur vortäuscht. In Wirklichkeit ist es einschichtig; Querschnitte lassen darüber keinen Zweifel. In Fig. *n* haben wir so ein Stück der noch zweischichtigen Haubenwand vor uns, in dem durch Fig. *v* dargestellten Schnitt durch eine etwas ältere Haube sind die Innenwände inzwischen zerstört und von ihnen nur die derberen Teile der Radialwände übrig geblieben, die nun auf zarten Querschnitten als grobe Papillen oder Höcker, bei schräger Lage als Nischenpfeiler (Fig. *w*) erscheinen, in der Flächenansicht aber die klar gezeichneten Linien des ursprünglichen Zellnetzes der Innenschicht unverändert wiedergeben. Ein Seitenstück zu den Peristom-

zählen, die ja auch, um mit Limpricht zu sprechen, „aus verdickten Wandstücken von Zellmembranen bestehen, deren unverdickte Teile zugrunde gegangen sind“. Ähnlichen „Vexierbildern“ werden wir in der Folge noch häufiger begegnen.

##### 5. Aufbau und Abbau des Gewebes; seine biologische Bedeutung.

Der im vorigen Abschnitt erwähnte Schwund innerer Zellschichten gehört mit zum Bauplan der Haube; er führt von dem morphologischen Gebiet hinüber auf das physiologische, und wenn wir jetzt, nach Kenntnisaufnahme von ihrem äußeren und inneren Bau, unser Augenmerk auf die zwischen Sporogon und Kalyptra während ihres Wachstums sich abspielenden Wechselbeziehungen richten wollen, so müssen wir auf jene Entwicklungsstufe zurückgreifen, welche die Sonderung der Gewebe einleitet.

Entsprechend der ungleichen Wandstärke des Archegoniumbauches, der bei *Pleuroidium* z. B. ein-, bei *Andreaea* zwei-, bei *Sphagnum* vierschichtig ist und je nach dem Umfange der Epigonialtätigkeit baut sich die Kalyptra, wie wir sahen, zunächst aus mehreren Zellagen auf. Die äußeren, zum Schutze des Ganzen bestimmten, verstärken und kutikularisieren ihre Wände dermaßen, daß sie für Wasser und Luft fast undurchdringlich werden; die inneren bleiben zartwandig, füllen sich mit plasmatischen Inhaltsstoffen und dienen lange Zeit der Ernährung. Es wiederholt sich hier die gleiche Differenzierung, die uns von der Epidermis und dem darunter liegenden Wassergewebe der Urnenwand her bekannt ist. Bei jüngeren, noch nicht abgerissenen Hauben unserer *Funaria* zählten wir zwei bis drei, über der Abrißzone sogar vier bis fünf Schichten (Fig. *l*, *m*); davon werden also nur die Zellen der äußersten verdickt und erhalten sich bis zuletzt. Die inneren, ohnehin schon zarteren, lösen sich durch Quellen und allmähliches Verschleimen auf, ihre Wände schwinden ganz oder bleiben in spärlichen Resten zurück, auch können durch das Dickenwachstum des Sporogons ganze Zellen in ihrem Verbande gelockert und herausgedrückt werden, — was sich bei *Timmia* ausgezeichnet beobachten ließ. Eine Verschleimung findet nur bei Gegenwart von Wasser statt; daß zwischen Kalyptra und Embryo Flüssigkeit ausgeschieden wird, ist durch Goebel (V, S. 372) nachgewiesen und dabei als wahrscheinlich bezeichnet worden, daß sie vom Embryo aufgenommen wird. Diese „Resorption“ des inneren Gewebes ist ganz allgemein; nur wenige Familien, wie *Bryaceen*, *Polytrichaceen*, *Neckeraceen* (IV, S. 167) machen hiervon eine Ausnahme.

Über das Gegenseitigkeitsverhältnis zwischen Sporogon und Kalyptra in der Ernährungsfrage sind die Ansichten geteilt. L o e s k e (Erläuterungen zu Band II der „Laubmoose“, S. VIII) läßt die Haube vom „Sporophyten“ ernährt werden, nach H y's und G o e b e l's Auffassung nimmt das Sporogon die Nährstoffe der Haube auf. Ihre Gewebe sind in vielen Fällen mit diesen Stoffen gefüllt — bei *Diphyscium* z. B. strotzen sie von Öl, — weit über den eigenen Bedarf hinaus; daß sie nicht verloren gehen, nicht nur vor, sondern auch nach dem Abreißen der Kalyptra der wachsenden Büchse zustatten kommen, unterliegt keinem Zweifel. Ist doch die Berührung beider für lange Zeit nicht weniger innig, als die zwischen dem Stengelgewebe und dem eingesenkten Fuß der Seta; auch sind die Wände des sich dehnenden Embryo zart genug für die Osmose, und ob hier die bei *Funaria* schon beim ersten Schwellen des Sporogons in großer Zahl auftretenden Spaltöffnungen nicht eine Rolle spielen, ist eine Frage, auf die ihr Fehlen bei *Metzleria*, *Discelium*, *Leucodon*, *Dichelyma* und der gleichzeitige, dichte Anschluß der Haube an den Kapselgrund ein eigenes Licht werfen.

#### 6. Die Haube als Schutzorgan.

Die Bedeutung der Kalyptra als eine dem Sporogon dienende Schutzvorrichtung noch besonders zu erörtern, dürfte mancher für überflüssig halten; sie wird von niemand bestritten und scheint schon bei einer auf Beobachtung mit bloßem Auge gegründeten Überlegung klar auf der Hand zu liegen. Bleiben wir indessen nicht bei der sinnfälligen äußeren Erscheinung stehen, so löst sich die einfache Frage: worin dieser Schutz besteht? in eine Reihe von Nebenfragen auf, deren Beantwortung uns nötigt, auf die Entwicklungsgeschichte zurückzugreifen und die anatomischen, Standorts- und klimatischen Verhältnisse in ihren Beziehungen zueinander zu betrachten.

Gefahren drohen der Mooskapsel von niederen Lebewesen, von mechanischen Kräften und vom Wetter. Gegen Schneckenfraß und grobe Verletzungen bietet das äußere Gewand der Haube nur in bescheidenem Maße Schutz; wirksamer richtet er sich gegen klimatische Nöte, gegen Frost und Hitze. Auch der Frost ist weniger zu fürchten — wir wissen durch E. J r m s c h e r (XII, S. 421), daß die meisten Moose 10° Kälte ohne Nachteil überstehen —, als Hitze; deutlicher ausgedrückt: Die größere Gefahr liegt im Verdorren durch Austrocknung, möge sie nun durch höhere Wärmegrade, durch deren zu lange Dauer oder durch einfachen Luftzug herbeigeführt werden. Solchen Wechselfällen der Witterung mit Erfolg Widerstand leisten

zu können, rüstet sich die Haube mit entsprechenden Anpassungen aus, und von diesem Gesichtspunkte aus werden die einzelnen Vorgänge in ihrem Entwicklungsgange ohne weiteres verständlich. Kehren wir nochmals zu unserer *Funaria* zurück.

Je jünger und zarter das Sporogon, desto mehr bedarf es des Schutzes; es findet ihn, im Grunde der knospenartig zusammengedrängten Perichätialblätter geborgen, beim Beginn seines Werdeganges innerhalb der zunächst dicht anliegenden, dann zu einem geräumigen Wasserbehälter sich bauchenden jungen Kalyptra. Erscheint diese, vom Scheidchen gelöst und von der sich streckenden Seta emporgehoben, über den Hüllblättern, so hat sie bereits eine erhebliche Festigkeit erlangt; die Kutikularisierung ist, zumal an der Spitze des Schnabels, in welcher um diese Zeit die Sporogonanlage steckt, soweit fortgeschritten, daß ihre Widerstandsfähigkeit gegen wasserentziehende Einflüsse auffällt. Legt man solch eine junge Blasenhaube in einen Tropfen reine Schwefelsäure und beobachtet die Wirkung des Reagens unter dem Mikroskop, so sieht man, daß die Schnabelspitze am längsten der Zerstörung standhält; am Scheitel des von ihr eingeschlossenen Sporogons unterscheidet man deutlich die einzelnen Segmente noch dann, wenn das übrige Gewebe längst unkenntlich geworden ist.

Die blasenförmige Erweiterung der Funariahaube ist anfangs mit Wasser gefüllt und wird daher als „Wasserbauch“ oder „Wassersack“ bezeichnet; sie umgibt, wie aus Fig. 9 ersichtlich, nur den mittleren Teil der Seta. In diesen Raum zieht sich mit zunehmendem Dickenwachstum die Kapsel nach und nach zurück, entwickelt sich darin, während ihre Epidermis von Tag zu Tag derber wird, im Schutze der eine ansehnliche Flächenvergrößerung darstellenden, tiefen Falten zu der bekannten Birnenform, bis unter ihrem Druck endlich die Kalyptra vom Grunde bis zum Schnabel aufreißt. Der entstandene Längsschlitz liegt nicht, wie man erwarten sollte, auf dem am stärksten gewölbten Rücken, sondern stets auf der Bauchseite — ein Gesetz, das für sämtliche gekrümmten Mooskapseln gilt — und diese Lage und Richtung des Spalts finden ihre Erklärung in der Aufgabe der Haube; ein Rückenschlitz oder Querrisse könnten ihren Wert als Schutzdach nur beeinträchtigen oder gänzlich in Frage stellen. Sie lassen aber auch die Vermutung zu, daß hier ebenfalls die Rißstelle, wenn auch nicht so deutlich, wie am Haubengrunde, vorgebildet ist; eine Annahme, welche in den Beobachtungen an der Kalyptra von *Grimmia pulvinata* (s. S. 189) eine Stütze findet. Lorch hat sie für *Polytrichum* festgestellt (XIII, S. 527).

Die mit der Entwicklung der Haube von *Funaria* verknüpften Vorgänge hat auch Zielinski (IX) aufmerksam verfolgt und beschrieben. Er ließ Rasen lebender Pflanzen mit gefüllten Wasser-säcken über Nacht unbedeckt stehen und fand sie am nächsten Morgen — selbstverständlich — ganz ausgetrocknet, die Bauchwand faltig eingefallen. Daß einem Gebilde, welches sich selbst nicht besser vor der Austrocknung zu schützen vermag, „die wichtige physiologische Funktion, dem Embryo zu Zeiten von Trockenheit Wasser zukommen zu lassen“, zufallen soll, ist nach dem Ergebnis dieses Versuchs ein etwas gewagter Schluß; er wird weiterhin (S. 36) auch durch den bedingenden Zusatz „in frühen Stadien“ eingeschränkt. Wenn Verfasser dann aber fortfährt: „Nach dem Abreißen der Haube setzt der Wasserbauch seine Funktion als solcher fort. Auch bei gestreckten Sporogonen findet man den Wasserbauch, der unten die Kapsel eng umschließt, mit Wasser gefüllt“, so vermag ich seine Beobachtungen mit den meinigen nicht in Einklang zu bringen. Ich habe *Funaria*hauben, die auf längerer oder kürzerer Seta die Räschen überragten, auch in feuchtigkeitgesättigter Luft nie anders, als tief faltig gesehen; selbst gänzlich Untertauchen in Wasser änderte daran nichts. Woher sollen sie aber in trockner Luft die Wassermenge nehmen, welche dazu gehört, sich straff zu füllen?

Unstreitig steht unter allen vollkommener entwickelten Sporogonen das von *Funaria* seinem ganzen Aufbau nach in erster Reihe. Schafft sich ein solches „Prachtgebilde“ (nach Loeske, Laubmoose II) eine seiner Birnenform angepaßte, die wundervolle Gestaltung des Innern mit seinem sinnreichen Assimilationsgewebe schützende Dauerhaube in der Form eines faltigen Mantels frühzeitig, d. h. solange noch bildungsfähiges Gewebe in Tätigkeit ist, so sollte das eine genügende Erklärung für die Entstehung des Wassersacks sein. Erfüllt er nebenbei noch die Aufgabe als Wasserversorger des Embryo, um so besser; diese aber als eigentlichen Zweck seines Daseins darstellen, hieße seine Bedeutung überschätzen. Der Wasserbauch ist weder unentbehrlich, denn mit Ausnahme von *Campylopus*, *Encalypta*, der *Funariaceen* und einiger später genannten Gattungen müssen sich alle übrigen Moose ohne ihn behelfen, noch der Gipfel der Zweckmäßigkeit; würde er sonst, könnte man fragen, nicht längst ein Gemeingut aller oder doch vieler Mooshauben geworden sein? Dem gleichen Gedankengang begegnen wir in J. Rölls jüngstem Werk über die Thüringer Moose; er rügt die Versuche, „jede einigermaßen auffallende Erscheinung als Schutzmittel oder Zweckmäßigkeitseinrichtung zu erklären“ und sagt weiterhin: „Es gibt in der Mooswelt Wunder genug. Wir haben

gar keine Veranlassung, noch neue zu erfinden.“ Damit hat er vielen Gleichgesinnten aus der Seele gesprochen.

Die von Zielinski mit „enthaubten“ Mooskapseln angestellten Versuche ergaben, wie bereits erwähnt, die Notwendigkeit eines Schutzes in bestimmten Fällen. Er hat nur mit *Tortula muralis*, *Encalypta vulgaris* und *Polytrichum juniperinum* gearbeitet, Formen, deren aufrechte Sporogone mit Dauerhauben versehen sind und nicht ohne weiteres schließen lassen, daß Hängekapseln mit flüchtiger Kalyptra sich ebenso verhalten würden. Eine Verallgemeinerung seiner Beobachtungen wäre gerechtfertigt, wenn man die Bestimmung der Haube dahin einschränkte, das junge Sporogon auf dem ihm vorgezeichneten Entwicklungsgange vor Abwegen zu hüten, keineswegs aber ihm als „Form“ zu dienen im Sinne des Dichterworts „Glücklich ist die Form gefüllt“. Nennen wir die Wirksamkeit der Haube in dieser Richtung einen „Schutz gegen Mißwachs“.

Daß übrigens die formbildenden Einflüsse nicht einseitig wirken, sondern Hauben und Deckel einander angepaßt sind, ist eine so bekannte Erscheinung, daß Karl Müller es für statthaft hielt, aus der Form des Deckels auf die der fehlenden Mütze Schlüsse zu ziehen.<sup>1)</sup>

Sind die Falten der Haube von *Funaria* nur eine vorübergehende Erscheinung, die mit dem fortschreitenden Dickenwachstum des Sporogons schwindet, so deuten sie doch hin auf eine für *Orthotrichum*, *Tetraphis* und andre Gattungen bezeichnende Dauereinrichtung. Ihr Epigon bringt derbe, nach unten hin durch Bersten des inneren Gewebes in Hohlfalten übergehende Längsrippen hervor, deren man bis zu 16 beobachten kann. Am eigenartigsten sind sie bei *Coscinodon* gestaltet; ihre Ränder berühren sich hier so nahe, daß man über die Natur der dazwischen liegenden Furchen zunächst im unklaren ist. Ein Querschnitt zeigt dann folgendes: Die Wand der jungen Haube ist in tiefe, abwechselnd nach innen und nach außen scharf umgeknicke Falten gelegt, bildet mithin eine beiderseits kreisförmig umgrenzte Zickzacklinie und kann in ihrem Zusammenhange als eine dicke Isolierschicht aufgefaßt werden, die wohl befähigt ist — mögen ihre zahlreichen Zwischenräume mit Wasser oder nur mit Luft gefüllt sein —, dem empfindlichen Sporogon einen Schutz gegen Trockenis zu bieten, dessen Wirksamkeit in diesem Falle noch gesteigert wird durch mächtige, den Außenwänden aufgelagerte Verdickungsschichten (vgl. Abb. 18).

<sup>1)</sup> . . . daß, wo ein operculum erectum vorkomme, auch eine Calyptra conica mitraeformis zu erwarten sein werde.“ Genera muscorum frondosor. 1901. S. 70.

Eine weitere Unterstützung finden in ihrer Schutzaufgabe manche Hauben in Haarbildungen, wie sie einige *Orthotrichum*-Arten auszeichnen, die an Baumstämmen und auf freiliegenden Felsen der Austrocknung durch Luftströmungen ausgesetzt sind. Die höchste, umfangreichste Ausbildung erreichen sie aber bei dem allbekannten *Polytrichum*; in ihrer dicken Lage wirken sie hier als schlechte Wärmeleiter und tragen als solche dazu bei, die stetige Weiterentwicklung der Kapsel auch während der kalten Jahreszeit zu sichern. Der Vergleich mit einem Strohdach liegt nahe.

Die eingehende Würdigung des inneren Baues der Kalyptra bleibt späteren Abschnitten vorbehalten. Hier nur soviel, daß das Gewebe sich seiner Schutzrolle durch zweckdienliche Ausgestaltung in doppelter Richtung dienstbar erweist. Einerseits strecken sich die — in *Loeske* schem Sinne — isodiametrischen Zellen des Archeoniumbauches, nehmen hier und da prosenchymatische Formen an und erhöhen die mechanische Festigkeit des Ganzen, indem ihre Längswände sich, ähnlich den Sparren eines Dachgerüsts, gleichlaufend gruppieren; anderseits verstärken sie ihre Wände durch Verdickungen, bald nur an der Außenseite, bald ringsum, bald nur in den Ecken; hier beschränken sie sich auf die äußere Schicht, dort greifen sie auch auf die inneren hinüber — kurz, sie steigern, wie und wo es not tut, die Widerstandsfähigkeit der Haube gegen die widrigen Einflüsse von Wind und Wetter, denen sie an den Standorten der Mutterpflanze preisgegeben ist.

## B. Beschreibender Teil.

Der folgenden Abteilung ist hauptsächlich die Aufgabe zugewiesen, eine Anzahl von Mooshauben verschiedener Herkunft ausführlich zu schildern. Für die Anordnung des Stoffs wurde, wie erwähnt, *Limpricht's* Flora zur Richtschnur genommen und bei der Auswahl besonders darauf Wert gelegt, durch Eigenart und Lebensweise ausgezeichnete Formen aus den wichtigsten Familien heranzuziehen. Auf diesem Wege war am sichersten eine Antwort auf die Frage zu erwarten, ob der in jenem klassischen Werke durchgeführte, entwicklungsgeschichtliche Gedanke eines stufenweisen Aufsteigens von vergänglichen, winzigen, einfach gebauten Arten zu beständigeren, ansehnlicheren, mit vollkommeneren Einrichtungen ausgestatteten, auch in der unscheinbaren Kalyptra zum Ausdruck kommt. Wenn hier und da ein Abschnitt dazu beitragen sollte, Meinungsverschiedenheiten hinsichtlich der Stellung einer Moosart zu klären — bei *Voitia* z. B. —, so könnte die Haube dadurch an diagnostischem Wert nur gewinnen.

Ist es schon schwierig, den Habitus eines Moores in Worten zu kennzeichnen und läßt auch die genaueste Beschreibung eines Blattnetzes mancher Ungewißheit Raum, so gilt das erst recht für den Aufbau der Kalyptra. Bei der außerordentlichen Verschiedenheit ihrer Zellen, schon in den einzelnen Zonen derselben Haube, sind hier naturgetreue Abbildungen nicht zu entbehren. Solche sind deshalb reichlich beigegeben, dagegen ist von Zellenmessungen und Größenangaben fast ganz Abstand genommen.

Entwicklungsvorgänge, wie die unter *Funaria*, *Campylopus*, *Orthotrichum*; *Encalypta* u. a. geschilderten, wurden am lebenden Moose verfolgt; sonst dienten teils frische, teils Herbarpflanzen als Vorlage. Wertvolles Vergleichsmaterial erhielt ich von den Herren Oberstabsarzt Dr. Winter in Gotha, Hofapotheker W. Baur in Donaueschingen und Garteninspektor W. Mönkemeyer in Leipzig; ihnen sei dafür an dieser Stelle herzlich gedankt.

### 1. *Archidium phascoides* Brid.

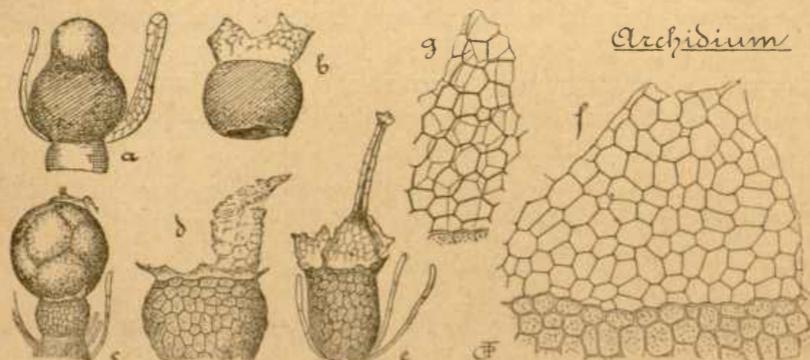


Abb. 4. *Archidium phascoides* Brid.

a junges, von der Haube umschlossenes Sporogon nebst unbefruchtetem Archegon und Saftfaden 70/1. b das nach Herauslösen des Sporogons zurückgebliebene Scheidchen von a, gekrönt von der Haube 70/1. c ausgewachsenes Sporogon, an der Spitze und am Grunde die Fetzen der Haube 45/1. d Scheidchen von c mit Haube 120/1. e älteres Scheidchen mit Haube 70/1. f Rand der Vaginula und Stück der Haube von d 300/1. g Teil von f bei hoher und bei tiefer Einstellung des Tubus 300/1.

Eigenartig, wie die Entwicklung der Büchse, welcher das „Urmoos“ seinen Platz an der Spitze der Faulfrüchtler verdankt, ist auch die Entstehung ihrer Hülle so seltsam, „daß weder ein eigentliches Scheidchen am Grunde des Fruchtsstiels, noch ein eigentliches Mützchen auf dem oberen Fruchtteile zu sehen ist“ (II, S. 94). Hy nennt die *Archidium*haube das allereinfachste Epigon, weil es das ursprüngliche Archegon fast ohne Veränderung darstellt, sich

auch nicht durch Zellteilungen eines meristematischen Gewebes vergrößert. Die Dehnung wird durch Dickenwachstum des Sporogons veranlaßt, welches sie in Gestalt einer halbkugeligen Glocke umschließt (Fig. *a*); sie wird dann aber nicht ringförmig abgesprengt und von ihm emporgehoben, — wie bei allen übrigen Laubmoosen — sondern an der Spitze oder seitwärts durchbrochen und an seinem Grunde als unscheinbares Häutchen zurückgelassen. Fig. *b* zeigt das derbwandige Scheidchen von *a*, aus dessen Hohlraum das junge Sporogon durch sanften Druck herausgelöst ist, oben umsäumt von der Haube. Am Scheitel älterer Kapseln (Fig. *c*) findet man bisweilen Reste des gebräunten Archegoniumhalses; der größere Teil der Bauchwand bleibt meist in Form unregelmäßiger Fetzen am Rande der Vaginula hängen (Fig. *d*), seltener so, wie es Fig. *e* wiedergibt, als seitlich geschlitzte und zurückgeschlagene Kalyptra.

Das Gewebe der Haube wird von vorwiegend sechsseitigen, isodiametrischen Zellen gebildet, die inhaltlos, sich scharf gegen die derbwandigen des grünen Scheidchens abgrenzen (Fig. *f*). In jüngerem Zustande dünnwandig und ohne irgendwelche Verdickungserscheinungen, lassen sie (Fig. *g*) deutlich das äußerst zarte Netz einer inneren, in der Auflösung begriffenen Schicht durchschimmern; im Alter schrumpfen sie zu einem bleichen, mehr oder weniger undeutlich gefügten Häutchen zusammen.

*Archidium* baut in seiner Kalyptra eine Brücke von den Lebermoosen zu den Laubmoosen, die gleichzeitig von *Sphagnum* zu *Nanomitrium* hinüberleitet.

## 2. *Andreaea petrophila* Ehrh.

Wie bei *Archidium* in der Kalyptra, finden wir bei den Mohrenmoosen Anklänge an die Lebermoose in der Art des Aufspringens ihrer Sporogone. Der Haube nach sind es echte Laubmoose.

Die Wand des Archegoniumbauches besteht zur Zeit der Befruchtung aus zwei Schichten von Zellen, die sich infolge tangentialer, radialer und horizontaler Teilungen zunächst mehren und vergrößern, um dem Wachstum des Embryo folgen zu können, dann wieder bis auf eine schwinden.<sup>1)</sup> Diese wird erst, wenn die junge Kapsel Eiform angenommen hat und in der Sporenbildung begriffen ist, an ihrer umfangreichsten Stelle ringsum unregelmäßig — weil keine Reißzone im Gewebe vorgebildet ist — abgesprengt (Fig. *a*, *b*), der obere Teil als Haube vom Sporogon, das bis dahin immer noch im Schutze der scheidenförmig zusammengewickelten Hüllblätter verborgen war,

<sup>1)</sup> Nach Lürssen, Handbuch der syst. Botanik I. S. 427. 1879.

emporgehoben, während der untere als Vaginula zurückbleibt, am Saume natürlich beide in Fetzen zerrissen.

Von einer eigentlichen Entwicklung kann hiernach bei der Haube der *Andreaeaceen* ebensowenig wie bei der von *Archidium* die Rede sein; sie hat zwar mit den höchst organisierten *Polytrichaceen* das Gemeinsame, daß das Epigon nach zwei Richtungen wächst, im Grunde ist sie doch nur die erst durch Teilungen, dann durch gleichmäßige Dehnung der Zellen vergrößerte, schließlich abgestorbene Archegoniumwand, das lehrt ein vergleichender Blick auf die bei gleicher Vergrößerung gezeichneten Figg. *g* und *f*. Gestreckte Elemente fehlen dem Gewebe gänzlich; es setzt sich aus isodiametrischen oder zum Teil querebreiteren, polygonalen Zellen mit

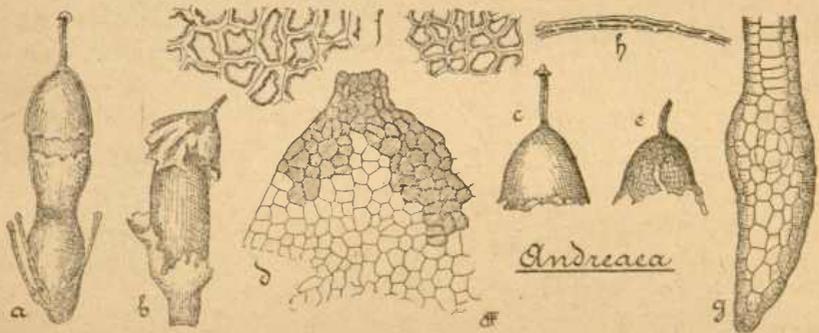


Abb. 5. *Andreaea petrophila* Ehrh.

*a* junges Sporogon, dessen Haube eben abgesprengt wurde 30/1. *b* etwas älteres Sporogon mit emporgehobener Haube 30/1. *c* jüngere, *e* ältere Haube 30/1. *d* ältere Haube, halbiert und ausgebreitet 120/1. *f* Zellengruppen aus der Spitze 300/1. *g* Bauchteil eines ausgewachsenen Archegons 300/1. *h* Querschnitt aus der Haubenmitte 300/1.

wenig derben Wänden zusammen, die schon früh das Zeichen des Verfalls durch Ausbleichen an sich tragen. Als erste Anfänge einer Differenzierung treten an der gebräunten Spitze schwach getüpfelte Wandungen auf (Fig. *f*); hier sind die Zellen teilweise doppelschichtig, nähern sich in der Form der der Blattzellen und zeichnen sich mehr oder weniger scharf gegen die des breiten, hyalinen Saumes ab (Fig. *d*).

### 3. *Nanomitrium tenerum* Lindb.

Das nur wenig über 1 mm hohe, in Deutschland sehr seltene Pflänzchen gehört zu den kleinsten Formen der einheimischen Mooswelt. Sein Häubchen ist, selbst im Verhältnis zur geringen Größe des Sporogons, äußerst winzig, was auch in den Gattungsnamen *Micromitrium* und *Nanomitrium* = Zwergmütze zum Ausdruck kommt.

Limpricht beschreibt die Kalyptra als „äußerst zart und klein, prall dem Scheitel anliegend“. Bei Untersuchung gut entwickelter Kapseln, die einem von Thériot in Saint-Calais (Sarthe) gesammelten Räschen entnommen waren, fand ich folgendes: Die aus einem armzelligigen Häutchen bestehende, vom Archegoniumhals gekrönte Haube saß jüngeren Sporogonen seitlich auf (Fig. e); sie war offenbar nach dem Abreißen unterhalb der weiter wachsenden Spitze hängen geblieben. Bei einem ausgewachsenen, der Reife nahen Sporogon (Fig. f) war von ihr nur noch der braune, geschrumpfte Hals des Archegons übrig geblieben und saß am Grunde der großen Scheitelzellen fest. Obwohl eine Anzahl reifer Kapseln geopfert wurde, gelang es doch nur bei einer, das Häubchen als hyalinen, aus wenigen polyedrischen, ausgebleichten Zellen bestehenden Ge-

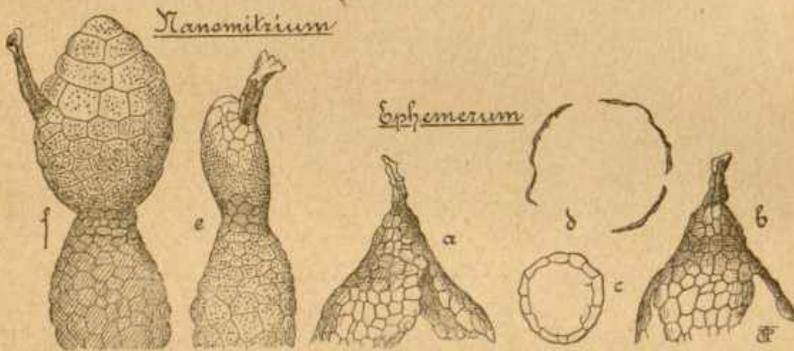


Abb. 6. *Nanomitrium tenerum* Lindb.

e junges Sporogon mit Haube 200/1. f älteres, fast reifes Sporogon; die Haube bis auf den Hals des Archegons geschwunden 200/1.

webefetzen im Zusammenhang mit dem gebräunten, derben Hals loszulösen.

Goebel (V, S. 372 und 374; Fig. 250 I und II) verdanken wir zwei schöne Längsschnittbilder durch junge Sporogone, die den einfachen Bau der Nanomitriumhaube deutlich erkennen lassen; er erklärt ihn dadurch, daß „der Kapselteil des Embryo die Zellen des Archegoniumbauches bis zur Unkenntlichkeit zusammendrückt; daher trägt die Nanomitriumkapsel dann auf ihrer Spitze allein den Archegoniumhals . . .“ eine genaue Bestätigung meiner Beobachtung.

Durch seine Haube erinnert *Nanomitrium* noch ein wenig an *Archidium*, stellt aber zugleich die Verbindung mit der folgenden Gattung her.

4. *Ephemerum serratum* Hampe.

Abb. 6.

*a, b* abgefallene Hauben 120/1. *c* Querschnitt durch die Spitze 225/1, *d* durch den Grund 120/1.

Die sehr kleine, flüchtige, kaum den Scheitel des reifen Sporogons bedeckende Haube ist stumpf-kegelig, an der Spitze gebräunt und von dem Rest des Archegoniumhalses gekrönt, am Grunde durch tiefe Schlitzte mehrlappig.

Im durchfallenden Licht, wie auf Querschnitten, gibt sie sich als einschichtig zu erkennen; im Spitzenteil sind die Reste einer zweiten, inneren Schicht wahrnehmbar (Fig. *c*). Das zarte Gebilde macht mit seinen abgestorbenen, dünnwandigen Zellen den Eindruck eines entbehrlich gewordenen Gewebes, das, auf gleiche Weise entstanden, wie bei den beiden zuletzt besprochenen Arten, sich von der Nanomitriumhaube nur durch die Größe unterscheidet.

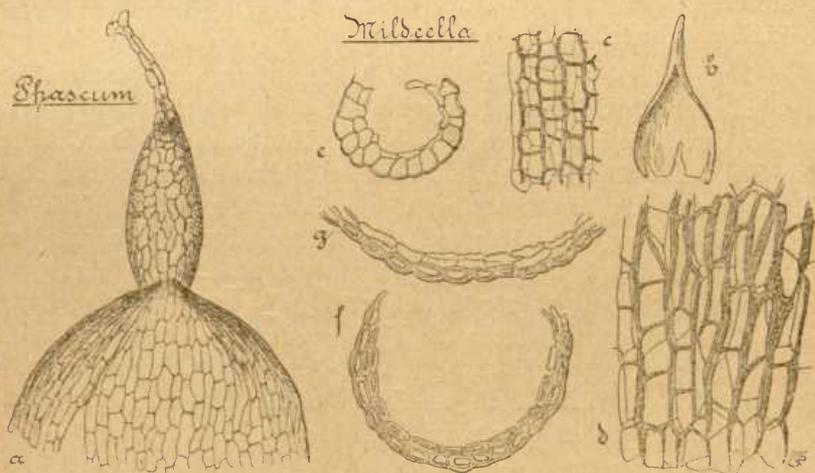
5. 6. *Phascum cuspidatum* Schreb. — *Mildeella bryoides* Dicks.

Abb. 7. *Phascum cuspidatum* Schreb. — *Mildeella bryoides* Dicks.

*a* Haube eines noch unreifen Sporogons von *Phascum cuspidatum*, der geschlitzte Teil ausgebreitet 120/1. *b* Haube von *Mildeella bryoides* 15/1. *c—g* *Mildeella*: *c* Zellnetz des Röhrenteils 300/1, *d* des Grundes 300/1, *e, f, g* Querschnitte durch Spitze, Mitte, Grund 300/1.

Hatten wir es, wie bemerkt, bei den bisher besprochenen Hauben kleistokarpischer Gattungen mit frühzeitig abgestorbenen, daher entbehrlichen, aus einer gleichförmigen Lage bestehenden Zellverbänden zu tun, wie sie auch den Torfmoosen eigentümlich sind, so tritt uns bei *Phascum* eine aus zwei Zellschichten durchaus

verschiedener Art gebildete Kalyptra entgegen. Da eine solche Differenzierung in der Wand des Archegoniums auch nicht andeutungsweise vorhanden ist, so bietet sich hier das erste Beispiel einer eigentlichen „Entwicklung zur Haube“; sie bewegt sich freilich in viel engeren Grenzen, wie bei *Funaria*, was aber ganz der bescheidenen Stellung entspricht, womit sich die *Phascaceen* im System begnügen.

Wie bei den meisten Hauben, läßt das Gewebe genügend Licht hindurch, daß man unter der äußeren derbwandigen Schicht bei entsprechender Tiefereinstellung des Rohres eine innere erkennen kann, deren zarte Linien sich deutlich zu einem, wenigstens im Spitzenteil gleichartigen Netz fügen (Fig. c); klarer werden die Verhältnisse auf Querschnitten.

Die kappenförmige, bis zur halben Höhe geschlitzte Haube von *Phascum* (Fig. a) sitzt der fast reifen Kapsel nur lose auf, ist an der äußersten Spitze gebräunt, im übrigen aus keineswegs früh abgestorbenen Zellen gewebt, deren hexagonale Formen mit rhomboidischen abwechseln.

Das gleiche Bild bietet *Mildeella*, die ja nur ein *Phascum* mit auf halber Entwicklung stehen gebliebenem Peristom ist. Figg. c, d zeigen das doppelschichtige Gewebe der Haube in der Durchsicht; die Zellen der Außenschicht sind in der Mehrzahl rechteckig, oben klein, nur wenig länger als breit, am Grunde größer und länger, mit stark und ungleichmäßig verdickten Längswänden. Querschnitte bestätigen die Zweischichtigkeit; im unteren Röhrenteil (Fig. e) ist die äußere Schicht locker und derbwandig, die innere verflacht und mit dünnen Wänden. Gegen die Mitte verdicken sich in beiden die Wände (Fig. f) und am Grunde wird wiederum die innere zartwandig (Fig. g). In der Größe sind die Zellen beider Lagen in der Spitze nicht verschieden, abwärts werden die der inneren lockerer.

### 7. *Pleuridium alternifolium* Rab.

Sobald die nach oben hin etwas verdickte Seta von *Pleuridium* Kapsellänge erreicht hat, stellt sie ihr Wachstum ein und trägt dann die Haube (Figg. a, b) als eine das ganze, bereits eiförmige Sporogon umschließende, ihm aber nur locker anliegende Hülle. Sie läßt ihm reichlich Spielraum, sich zu dehnen, sitzt auch später der reifen Kapsel als einseitig geschlitzte Kapuze nur lose auf, hält sich trotzdem, durch die Schopfblätter geschützt, ziemlich lange. Die Rißzone ist durch einen mehrreihigen Ring dünnwandiger, flacher Zellen vorgebildet (IV, S. 163).

Spaltet man die Haube und betrachtet sie im durchfallenden Licht, so deuten zarte Umrisse im Spitzenteil und ein hyaliner Saum am Rande darauf hin, daß anfangs eine vergängliche Innenschicht vorhanden war. Das Gewebe älterer Hauben ist durchweg einschichtig, im Röhrenteil aus länglichen bis linearen, kleineren Zellen mit schwach und gleichmäßig verdickten Wänden, gegen den Grund aus mehr lockeren und dünnwandigen Maschen gebildet. Querschnitte sind durchweg einschichtig; die einzelnen Zellen erscheinen auf solchen mit mäßig verdickten Wänden und ritzen- oder mandelförmigem Lumen.<sup>1)</sup> Für die mamillösen Vorwölbungen

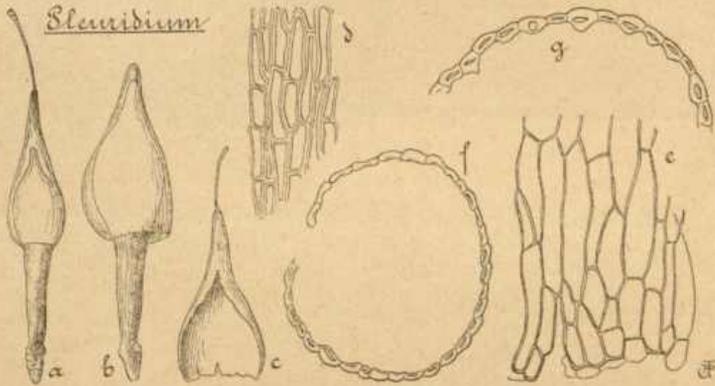


Abb. 8. *Pleuridium alternifolium* Rab.

a, b junge Sporogone mit Hauben 30/1. c Haube einer fast reifen Kapsel 30/1. d Zellnetz des Röhrenteils, e des Randes 300/1. f Querschnitt durch den geschlitzten Teil 200/1, g durch den Röhrenteil einer jüngeren Haube 300/1.

der Innenwände des Spitzenteils gilt die bereits unter *Funaria* gegebene Deutung; sie treten nur wenig hervor, wodurch Hy's Angabe, daß bei *Pleuridium* ein Schwund inneren Gewebes nicht stattfindet, verständlich wird.

### 8. *Voitia nivalis* Hornsch.

Wäre dies seltene Hochgebirgsmoos nur in sterilem Zustande bekannt, so hätte man es mit Hampe längst bei den *Splachnaceen* eingereiht, denen es nach Lebensweise und vegetativen Merkmalen am nächsten steht. Da sich sein Sporogon aber nicht mittels eines Deckels öffnet, stellen es selbst Systematiker, wie Limpricht, zu den Faulfrüchtlern, unter denen es sich neben den Zwerggestalten von *Ephemerum*, *Phascum* u. a. fremdartig genug ausnimmt.

<sup>1)</sup> Angaben, wie „ritzenförmiges, ovales Lumen“ sind bei Querschnitten stets so zu verstehen, daß der längere Durchmesser der Zelle in der Tangentialrichtung liegt.

Auch die Haube spricht gegen die Zugehörigkeit zu den Kleistokarpen. Sie ist weder klein, noch flüchtig, umgibt vielmehr die ansehnliche Kapsel nebst einem Stück des Stiels und hält sich in dieser Stellung noch lange nach deren Austritt. Jüngere Sporogone — die frühesten Formen konnten aus Mangel an geeignetem Material nicht untersucht werden — hüllt sie als einseitig geschlitzte, in eine derbe Spitze auslaufende Spindel ein (Fig. a); unterhalb des Schlitzes

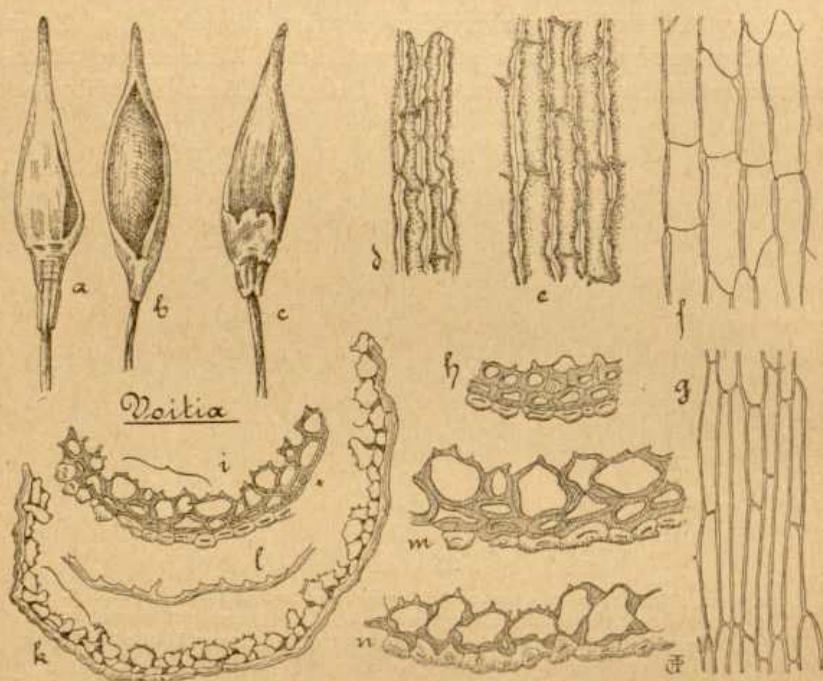


Abb. 9. *Voitia nivalis* Hornsch.

a jüngeres Sporogon mit Haube 10/1. b älteres mit Haube von der geschlitzten, c dasselbe von der entgegengesetzten Seite gesehen 10/1. d—g Zellnetz in der Außensicht 200/1, d der Spitze, e der Mitte, f des Grundes über dem Kniek, g des oberen Manschettenteils. h—n Teilquerschnitte, h der Spitze 300/1, i des oberen, geschlitzten Teils 150/1, k des unteren, geschlitzten Teils 120/1, l des untersten Randes 150/1. m die durch die } bezeichnete Gruppe von t 300/1, n ebenso von k 300/1.

ist ein deutlicher Knick vorhanden, der besonders auffällt, sobald sich auch die nach unten verjüngte, röhrenförmige „Manschette“ spaltet. An reifen Kapseln klafft der Spalt weit auseinander; das Gewebe der Kalyptra wird mürbe und zeigt bald Spuren des Zerfalls (Fig. c).

Das Zellnetz der Außenwand ist zonenweise verschieden. In der Spitze finden wir kurz-, in der Mitte länger rechteckige Zellen mit dünnen Querwänden und stark verdickten Längswänden, an

denen hier zuerst als neues, wichtiges Unterscheidungsmerkmal reiche Tüpfelbildung auftritt (Fig. *d*, *e*). Am Grunde des Schlitzes sind die Maschen lockerer (Fig. *f*), die Längswände nicht mehr getüpfelt; der Gürtel unterhalb wird aus sehr langen und schmalen, fast linearen Zellen gebildet (Fig. *g*). Noch zarter ist der unterste, scharf abgesetzte Grund; er besteht aus gebleichten, am Rande zerschlissenen Formen, was auf den Mangel einer vorgebildeten Reißzone schließen läßt. Dieser röhrenförmige Teil zeigt eine deutliche Längsstreifung durch 8 (?) dunkler gefärbte Rippen, über deren Beschaffenheit sich an dem spärlichen Vorrat nichts Näheres feststellen ließ. Auch *Limpricht* zeichnet diese Streifen in Fig. 82, ohne eine Erklärung dafür zu geben.

In allen Querschnitten fallen die außerordentlichen Verdickungen auf, die den einzelnen Schichten ein eigenes Gepräge verleihen. Mit der Spitze beginnend bemerken wir hier (Fig. *h*) Reste einer vierten inneren Schicht; zwei Mittelschichten zeigen uns rings stark und gleichmäßig verdickte Zellwände, die rundliche Hohlräume umschließen; sie deckt eine Außenschicht mit gekörnelter Oberfläche, aus verflachten Zellen gebildet, deren Lumina nur noch durch Striche angedeutet sind. Weiter abwärts ist das Bild ähnlich (Fig. *i*), doch sind die Verdickungen mehr kollenchymatischer Natur; besonders im unteren Haubenteil fallen diese verdickten Zellecken dadurch auf, daß sie zu unregelmäßigen Verbiegungen der Wände Anlaß geben (Fig. *k*). In der Rindenschicht dieser Zone sind Zellhöhlen und Radialwände nahezu verschwunden und nur bei starker Vergrößerung (Fig. *n*) wahrnehmbar, sie macht den Eindruck einer strukturlosen Haut. Das gilt in noch höherem Maße für Querschnitte durch den untersten, einschichtigen Haubengrund (Fig. *l*). Überall ist diese Schicht so hyalin, daß sie im Flächenbilde nur wie eine granuliertete Kutikula wirkt; das sichtbare Zellnetz (Figg. *d—g*) gehört also nicht ihr an, sondern der darunter liegenden zweiten Schicht, die in Wirklichkeit die Außenwand vertritt, wo größere oder kleinere Zellflächen von ihr abgestoßen wurden (Fig. *i* bei \*).

Die zahlreichen, auf allen Querschnitten sichtbaren Papillen, Reste von Radialwänden einer zerstörten Zellschicht (s. oben), erscheinen, von der Innenfläche gesehen, als zartes Maschenwerk.

### 9. *Dicranum spurium* Hedw.

Unter den „Gabelzähnen“ finden wir die nächst den *Polytrichaceen* stattlichsten Formen der einheimischen Laubmoose, demgemäß auch die ansehnlichsten Hauben; sie erreichen bei *Dicranum spurium* eine Länge bis zu 7,5 mm. Im Mittel mißt die Kalyptra

dieser schönen Art 4 mm; sie ist kappenförmig, dick geschnäbelt und bis zur Hälfte einseitig gespalten. Die Außenzellen des Schnabels sind, von der Fläche gesehen, länglich rechteckig, hier und da prosenchymatisch zugespitzt (Fig. *b*); ihre Längswände bilden parallel fortlaufende Linien, sind stark verdickt und äußerst reich und deutlich getüpfelt, die Querswände dünn. Gegen den Grund werden die Tüpfel seltener; die Wände sind nur noch knotig oder ungleichmäßig verdickt und die viel längeren Zellen so bleich und zart, daß sie sich nur unklar von dem Netz der Innenschicht (*g*) abheben.

Ein Querschnitt durch den Röhrenteil (Fig. *d*) zeigt vier Schichten rundlicher, rings stark und gleichmäßig verdickter Zellen, von denen die der äußersten sich durch ihre Größe vor den andern, nach innen rasch kleiner werdenden auszeichnen. Weiter abwärts ist das Ver-

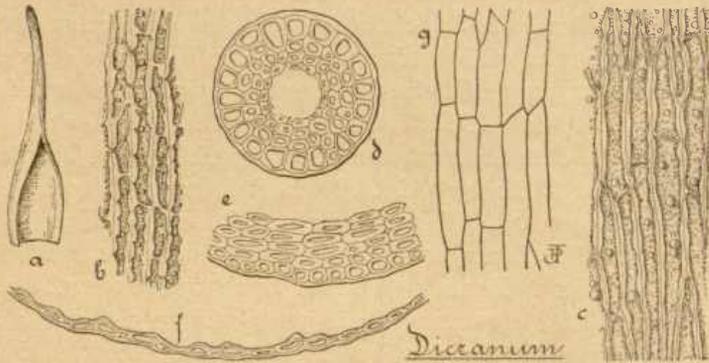


Abb. 10. *Dicranum spurium* Hedw.

*a* Haube 7,5/1. *b* Zellen der Spitze 200/1, *c* des Grundes 300/1, in der Flächenansicht. *d*—*f* Querschnitte, *d* durch den oberen, 200/1, *e* durch den unteren Röhrenteil 300/1, *f* durch den Grund 300/1. *g* Zellnetz des Grundes von der Innenseite 200/1.

hältnis umgekehrt; die Zellen der inneren drei bis vier Lagen verflachen sich und sind oft zwei- bis dreimal breiter als die der Rindenschicht. Am Grunde ist die Haube nur noch einschichtig (Fig. *f*). Radiale Längsschnitte geben das Bild eines gleichartigen Gefüges mit Neigung der Innenschichten zu prosenchymatischer Zuspitzung der Zellenden.

Sämtliche Zellen der Außenschicht führen neben körnigen Inhaltsstoffen reichlich Öl in kleineren und größeren, stark lichtbrechenden Tröpfchen, die sich erst nach mehrstündigem Verweilen der Kalyptra in Äther-Weingeist lösen.

#### 10. *Campylopus flexuosus* Brid.

Mit einigen *Grimmien* hat die Gattung *Campylopus* — „Drehfuß“ — verdeutscht Karl Müller nicht ganz zutreffend, denn

*καμπύλος* heißt nicht gedreht, sondern krumm — die Gewohnheit gemeinsam, ihre anfangs aufrechten Stiele beim weiteren Wachstum schwanenhalsartig abwärts zu krümmen, bis das junge Sporogon zwischen den Schopfblättern versenkt ist, wo es sich während der kalten Jahreszeit zur Reife entwickelt (Fig. c). Zu diesem und den sonstigen, ausgezeichneten Merkmalen, deren sich

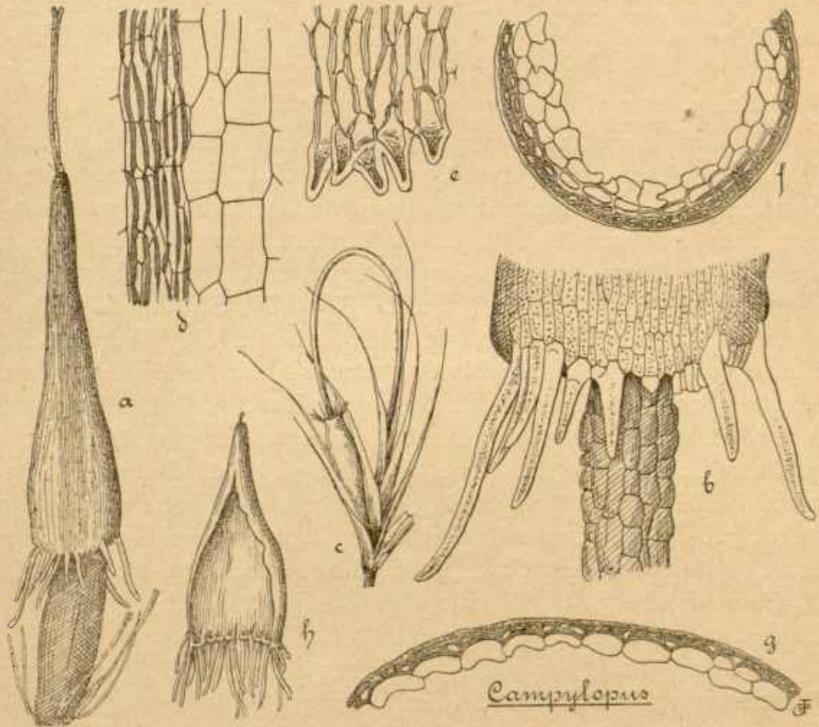


Abb. 11. *Campylopus flexuosus* Brid.

a junge, noch mit dem Scheidchen zusammenhängende Haube 30/1. b der untere Teil von a nach Trennung von der Vaginula, unten Fuß der Seta 120/1. c junges Sporogon mit Haube, zwischen den Schopfblättern versteckt 10/1. d Zellnetz der Außen- und Innenschicht dicht oberhalb der Wimpern 150/1. e Haubenrand mit noch unfertigen Wimpern 200/1. f, g Teilquerschnitte, f oberhalb des Schlitzes, g nahe dem Grunde 200/1. h Haube einer reifen Kapsel 20/1.

die *Campylopodeen* im Bau der Blattrippe und der Kapselwand erfreuen, gesellt sich ein nicht weniger eigenartiges in den zierlichen Anhängseln des Haubenrandes. Wie bei *Funaria* und *Encalypta* entwickelt das Epigon von *Campylopus* einen Wassersack; er gliedert sich aber nicht in einen deutlich abgesetzten Schnabel und Bauch, sondern stellt einen schlank kegelförmigen Hohlkörper dar (Fig. a), der auch insofern die Mitte zwischen den Haubenformen der ge-

nannten beiden Gattungen hält, als er sich am Grunde mit einem Kranz von Wimpern schmückt. Sie entstehen hier nicht, gleich den Fransen von *Encalypta*, durch Spaltung von Zellwänden nach dem Abreißen, sondern als Neubildungen in Form von Ausstülpungen der über der Rißstelle liegenden Zellschicht und zwar, wie aus Fig. *a* einwandfrei zu ersehen ist, während Haube und Scheidchen noch zusammenhängen; ihre Anfänge fallen in eine Zeit, wo das Gewebe der Kalyptra zwar noch zart, doch nicht mehr meristematisch beschaffen ist, und ohne Querwände einzusetzen, wachsen sie unter Verdickung ihrer Wandungen oft zu beträchtlicher Länge aus.

Es darf nicht verschwiegen werden, daß sich in einem und demselben Rasen auch junge Sporogone auf 1,5 mm hohem Stiel befanden, deren Haubenrand mit ganz kurzen, derbwandigen Wimpern umsäumt war (Fig. *e*), ferner Hauben in dem durch Fig. *a* dargestellten Zustande, doch ohne Spur einer Wimper. Über dieses eigentümliche Verhalten äußert sich Hy (IV, S. 167) folgendermaßen: „Ein sehr merkwürdiges Beispiel bieten die Wimpern der Haube von *Campylopus*. Beobachtet man sie unmittelbar nach dem Abreißen, so unterscheidet sich der untere Haubenteil in nichts von dem anderer *Dicraneen*, aber fast sofort beginnen einige Zellen sich in Haare zu verlängern.“ Auch Zielinski hat diese Vorgänge verfolgt (IX, S. 27, 28); seine Ergebnisse stimmen mit den von mir zuerst geschilderten genau überein, er bestätigt also, daß die Wimpern „sich zu einer Zeit entwickeln, wo die Haube noch mit der Vaginula im Zusammenhang steht“, aber auch das Vorkommen wimperloser Hauben.

Die Sache ist einer weiteren Klärung bedürftig; sie gewinnt an Bedeutung dadurch, daß die Entstehung der Wimpern, zeitlich betrachtet, zur Beantwortung der Frage beiträgt, ob die Kalyptra nach dem Abreißen noch Entwicklungsmöglichkeiten behält.

Die Differenzierung des Haubengewebes ist bei *Campylopus* in einer Schärfe und Vollkommenheit durchgeführt, wie wir sie nur bei höher organisierten Moosen kennen; sie bekundet sich vornehmlich in der Verschiedenheit der Zellengröße und Wandverdickungen der einzelnen Schichten und fällt im Flächenbilde, wie in Querschnitten sofort ins Auge. Fig. *d* zeigt das Netz des Haubengrundes im durchfallenden Licht, links beide Lagen übereinander, rechts nur die Maschen der Innenschicht. Wie man sieht, decken drei bis vier Zellen der Außenschicht je eine innere; jene sind fast linear, prosenchymatisch zugespitzt, ihre stark verdickten und besonders dicht über den Wimpern deutlich getüpfelten Längswände rücken an den Zellenden aus der fortlaufenden Bahn heraus und bilden zwar

parallele, aber gebrochene Linien; die Innenzellen sind viel kürzer und breiter, vorwiegend parenchymatisch, dünnwandig. Deutlicher werden die Verhältnisse auf Querschnitten; die letzten erscheinen hier (Fig. *g*) bohnenförmig und der nach außen gerichteten Wölbung sind je drei bis vier sehr kleine, englumige Zellen mit dicken, gelbgefärbten Wänden aufgelagert, von denen die in den Winkeln liegenden, etwas größeren oder auch doppelschichtigen aus der Fluchtlinie nach innen vorspringen. Dadurch hebt sich die Außenschicht als dunkleres, bogig ausgezacktes Band von der lockeren Innenschicht äußerst eindrucksvoll ab. Weniger auffällig gestalten sich diese Unterschiede im röhrigen Teil, auch sind hier beide Lagen doppelschichtig (Fig. *f*).

Die ältere Haube ist bis hoch hinauf einseitig geschlitzt, am Grunde durch kurze, einwärts gebogene Lappchen wie gekerbt; die hyalinen, zu 20 und darüber vorhandenen, wie bemerkt, sehr dickwandigen, stets einzelligen Wimpern erreichen bisweilen die halbe Länge der Kalyptra. Will man ihnen eine besondere Aufgabe zuschreiben, so wäre es die, bei der Lebensweise des Mooses auf Heiden und moorigem Waldboden, vielleicht als Tausammler zu dienen.

### 11. *Leucobryum glaucum* Schimp.

Ähnlichkeit in der Gestalt und in einzelnen Teilen des Sporogons veranlaßten die Väter der Mooskunde vor *Hampel*, das Weißmoos bei den *Dicranaceen* einzureihen; sie dehnt sich auch auf die Form der Haube aus, die bei *Leucobryum* ebenfalls kappenförmig, lang geschnäbelt, einseitig tief geschlitzt, glatt und kahl ist. Im inneren Bau sind aber feine Unterschiede vorhanden.

Zunächst im Flächenbilde des Zellnetzes. In der Haubenspitze stimmt es noch ziemlich mit dem von *Dicranum spurium* überein; während bei diesem aber am Grunde die Längswände nur noch knotig verdickt sind (s. Abb. 10 *c*), macht sich an gleicher Stelle bei *Leucobryum* eine überaus reiche Tüpfelbildung bemerkbar. Nicht allein die in geschlängelten Linien verlaufenden Längswände, sondern auch die mehr oder weniger schräg eingesetzten Querwände sind so dicht getüpfelt, daß sie streckenweise wie Perlschnüre erscheinen (Fig. *c*). Beim Herabschrauben des Rohres treten die zarteren Grundlinien der lockereren Innenschicht hervor, gleichzeitig aber auch zahlreiche, schräg gestellte Tüpfel der inneren Tangentialwand, als schlitz- oder mandelförmige Membranverdünnungen durch Färben mittels Methylenblau erkennbar; sie sind bald sehr klein, bald durchqueren sie fast die ganze Zellbreite.

Im Stengelgewebe der Weißmoose sind diese Tüpfel längst bekannt; ihr Vorkommen in der Haube beleuchtet deren Bedeutung als Schutzvorrichtung von einer neuen Seite.

Am Aufbau der Haube sind im oberen Teil drei Schichten beteiligt, deren Zellen dicht unter der Spitze (Fig. *d*) sehr unregelmäßig, im Schnabelteil (Fig. *e*) mehr rundlich geformt, alle rings stark verdickt und deutlich getüpfelt sind; an Größe nehmen sie von außen nach innen zu ab. Weiter unterhalb wird das Verhältnis umgekehrt; eine sehr kleinzellige, englumige Außenschicht deckt die viel lockereren, unverdickten, zwei bis drei Innenschichten (Fig. *f*

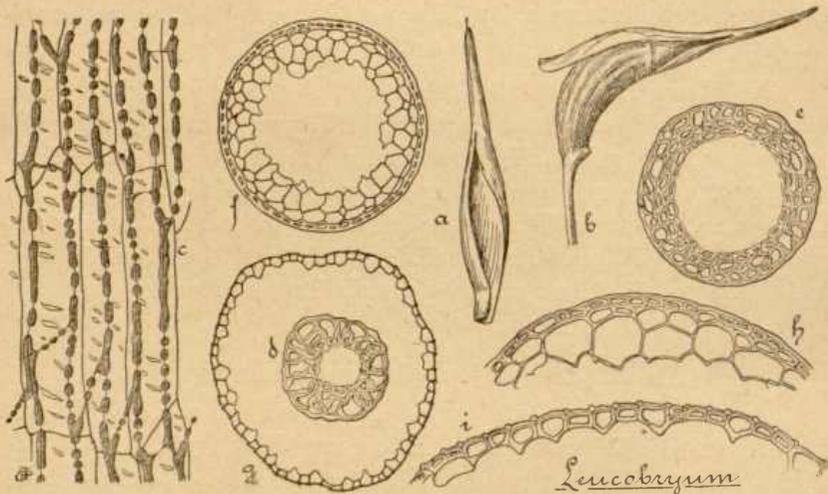


Abb. 12. *Leucobryum glaucum* Schimp.

a Haube 10/1. b reifes Sporogon mit Haube 10/1. c Zellnetz dicht über dem Grunde 300/1. d—g Querschnitte durch eine noch ungeschlitzte, das Sporogon umhüllende Haube, von der Spitze abwärts: d Spitze 150/1, e Schnabel 150/1, f unterhalb der Mitte 70/1, g nahe dem Grunde 70/1, h Teil von f 150/1. i Teil von g 300/1. Bei \* eine Wandverdünnung.

und *h*). Am Grunde ist die Kalyptra einschichtig und hier durch leistenförmig nach außen hervortretende Radialwände gekennzeichnet (Fig. *g*, *i*), eine Erscheinung, die wiederum an die *Dicranaceen* erinnert, nämlich an die „papillösen Pfeiler“ im Blattquerschnitt von *Dicranum Blyttii*, *Starkei* u. a. Mit Papillen haben wir es in jenen Fällen und auch hier ebensowenig zu tun, wie bei den bogiggezackten Innenlinien der Figg. *g* und *i*, deren papillenartige Höcker bereits mehrmals an ähnlichen Beispielen besprochen wurden.

Geformte und färbende Inhaltsstoffe fehlen dem Zellnetz der Haube; sie bildet eine weiße, glänzende Haut und paßt sich in dieser

äußeren Beschaffenheit vortrefflich den bleichen Polstern des Weißmooses an. Der Weißglanz ist dadurch zu erklären, daß sich die Zellen nach dem Verdunsten des wäßrigen Inhalts mit Luft füllen.

## 12. *Conomitrium Julianum* Mont.

Dieses zierliche, in unserem Gebiet seltene und noch seltener Sporogone tragende Wassermoose hat, wie der Gattungsname besagt, eine kegelförmige Haube, die glatt, faltenlos, am Grunde durch seichte Einschnitte mehrlappig ist und den Rand des geschnäbelten Deckels nicht erreicht. Sie baut sich in ihrer ganzen Länge, die

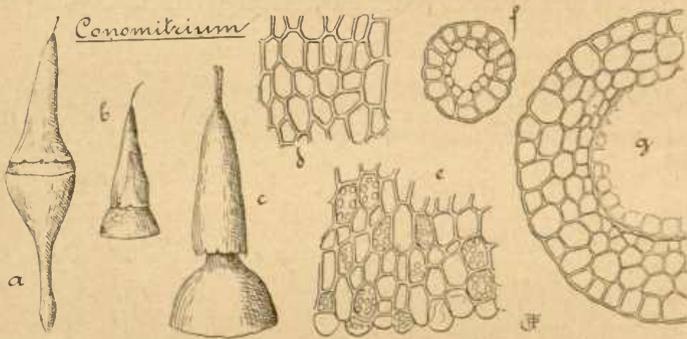


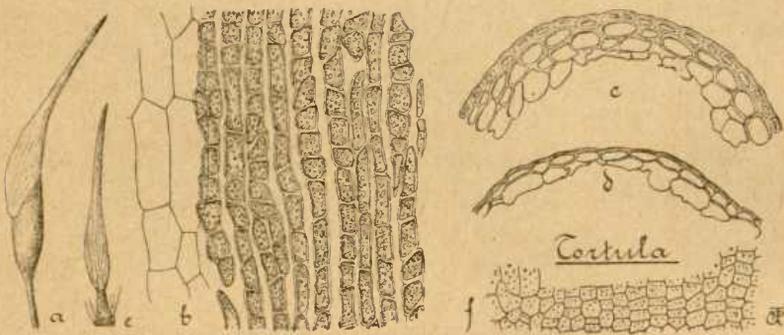
Abb. 13. *Conomitrium Julianum* Mont.

*a* Sporogon mit Haube 20/1. *b* abgefallener Deckel mit Haube 20/1. *c* wie *b*, doch 30/1. *d* Zellnetz des Spitzenteils, *e* des Randes 300/1. *f* Querschnitt durch die Spitze, *g* durch den unteren Teil 225/1 (in der Mitte von *g* Deckelzellen). *a*, *b*, *d*, *e* nach Kapseln aus dem Herbar Schliephackes, August 1886 in der Oberlausitz gesammelt; *c*, *f*, *g* nach Sporogonen, die W. B a u r im Januar 1864 durch Zimmerkultur erhielt.

0,75 mm kaum überschreitet, aus drei bis vier Schichten lockerer, polyedrischer Zellen auf, die so lang oder wenig länger als breit sind und derbe Wände haben, doch keinerlei Verdickungsformen aufweisen. Das Flächenbild der Außenseite zeigt ein Maschenwerk, das oben wie am Grunde (Figg. *d* und *e*) aus polygonalen, keine deutlichen Längsreihen bildenden Zellen gewebt ist; viele davon sind mit geformten Inhaltsstoffen gefüllt; im übrigen ist bei durchfallendem Licht mangels jeder Differenzierung kein Einblick in den inneren Bau zu erlangen. Querschnitte bestätigen uns das lockere, gleichförmige Gefüge der Schichten, die nach innen zu unmerklich kleinzelliger werden. Selbst Eckverdickungen fehlen und von den Wandungen sind nur die äußeren etwas kräftiger entwickelt.

13. *Tortula muralis* Hedw.

Die 4 bis 4,5 mm lange, bräunliche Haube ist kappenförmig, einseitig tief gespalten und geht allmählich in einen langen Schnabel über. Bei mäßiger Vergrößerung erscheint sie deutlich längsstreifig bis fein längsfaltig und bei durchfallendem Licht bemerkt man hellere Streifen, die mit dunkleren abwechseln. Die hellen rühren von ungleich starken Verdickungsschichten her, welche die in verbogenen Längsreihen verlaufenden, dunkleren Zellen trennen. Diese sind streckenweise kurz rechteckig bis querebreiter; dicht daneben sieht man Züge schmalerer, doppelt bis dreimal so langer eingeschoben. Jüngere Hauben führen rundliche oder brotförmige Inhaltskörper; später sind die Zellen körnig oder gleichmäßig bräunlich-grün gefärbt

Abb. 14. *Tortula muralis* Hedw.

a unreifes Sporogon mit Haube 7,5/1. b Zellnetz des mittleren Teils, Flächenansicht; links Zellen der Innenschicht 150/1. c Querschnitt durch den röhriigen, d durch den geschlitzten Teil 200/1. e junge, noch nicht abgesprengte Haube 7,5/1. f deren Abrißzone 150/1.

und nur die Zwischenstreifen heller, doch schimmert überall das zarte, sehr viel lockerere Gewebe der inneren Schicht durch (Fig. b).

Querschnitte durch den Röhrenteil zeigen eine kleinlumige, sehr dickwandige Außenschicht und zwei bis drei Innenschichten mit bedeutend weiteren Maschen; der geschlitzte Teil besteht aus zwei Lagen, deren äußere verdickte Außenwände besitzt.

Die Haube entwickelt einen schwächtigen Wasserbauch (Fig. e), dessen Trennzone sich durch mehrere Reihen querebreiter, dünnwandiger Zellen (Fig. f) abgrenzt.

14. *Grimmia pulvinata* Smith.

Im Herbstmonat bieten die grauschimmernden Pölsterchen dieser *Grimmie* ein eigenartiges Bild: zwischen den braunen, ent-

leerten Kapseln erscheinen um diese Zeit in großer Menge junge Sporogone auf wenige mm hoher, aufrechter Seta. Einige Wochen später sind sämtliche Stiele in schönem Bogen abwärts gekrümmt und überziehen schleifenförmig die Räschen. Die Sporogone aber verbergen sich zwischen den Schopffblättern und machen in diesem Unterschlupf während des Winters ihre Weiterentwicklung durch.

Grimmiahauben, die noch mit dem Scheidchen zusammenhängen, gleichen denen von *Funaria*; sie haben einen Wasserbauch von der nämlichen Form, nur geht er mehr allmählich in den Schnabel über. Auch die Rißzone ist hier durch größere Zellen der Kalyptra, die sich gegen kleinere der Vaginula abgrenzen, vorgebildet; die

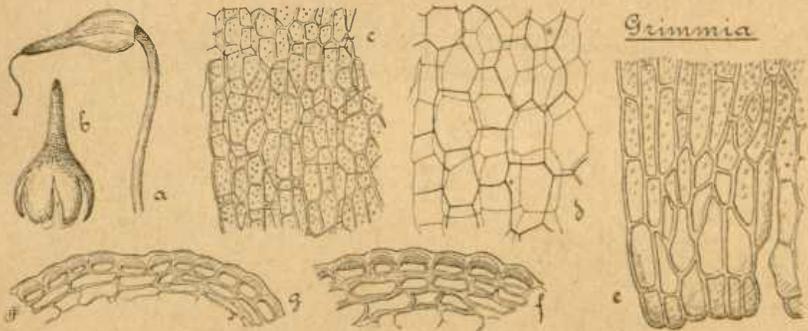


Abb. 15. *Grimmia pulvinata* Smith.

a ganz junges Sporogon mit Haube 15/1. b Haube eines noch grünen, doch ausgewachsenen Sporogons 15/1. c, d Zellgewebe der Haubenmitte oberhalb der Schlitzes, Flächenansicht, 200/1; c bei hoher und bei mittlerer Einstellung (= Außen- und Mittelschicht), d die gleiche Wandstelle bei mittlerer und tiefer Einstellung (= Mittel- und Innenschicht). e ein Lappen des Haubenrandes 225/1. f, g Teilquerschnitte durch mittleren und unteren Röhrenteil 300/1.

Trennung vollzieht sich aber nicht stets in einer rings glatt verlaufenden Linie, vielmehr reißt der Rand oft schon bei dieser Gelegenheit an mehreren Stellen ein, so daß die Schlitzes bereits vorhanden sind, ehe noch die junge Kapsel zu schwellen beginnt, und sich später infolge ihres Dickenwachstums nur erweitern. Bei ganz jungen Hauben genügt der sanfte Druck des Deckglases, diese Risse herbeizuführen; da sie in ziemlich gleichen Abständen auftreten, ist die Vorbildung schwächerer Wandstellen nicht unwahrscheinlich. Sie benachteiligen übrigens die Dauer der Kalyptra keineswegs; diese haftet auch an der ausgewachsenen Kapsel so fest, daß man sie kaum ohne den Deckel loszulösen vermag.

Die glatte, kegel-mützenförmige, am Grunde fünf- bis sechslappige Haube baut sich aus drei Schichten auf, von denen die

äußere durch derbe Wände auffällt. In der Mitte, oberhalb der Schlitzte, besteht sie aus kleinen, kurz-rechteckigen bis hexagonalen Zellen (Fig. *c*) mit geformten Inhaltskörpern, die indessen die Deutlichkeit des durchscheinenden Netzes der Innenschichten nicht beeinträchtigen. Die Zellen der Mittel- und Innenschicht, beide von gleicher Form und Größe, sind viel lockerer, dabei doppelt so lang und breit als die der Außenschicht. Die Verdickungsschichten haben sich hauptsächlich den Tangentialwänden aufgelagert, ganz besonders stark, wie die Querschnitte *f* und *g* lehren, auf der Außenwand. Das Gewebe der Lappen ist in älteren Hauben ebenfalls derbwandig, doch lange nicht in dem Maße, wie bei *Rhacomitrium canescens*, entbehrt auch der rippenförmigen Höcker (Fig. *e*).

### 15. *Rhacomitrium canescens* Brid.

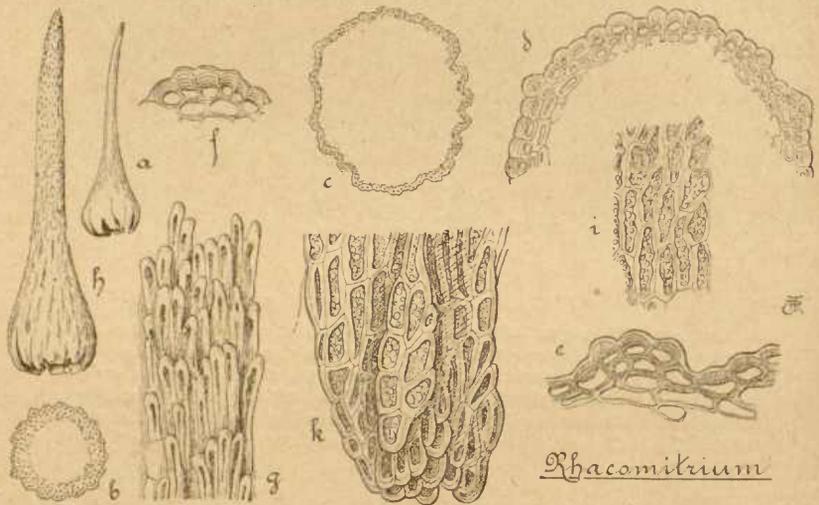


Abb. 16. *Rhacomitrium canescens* Brid.

*a* ältere Haube 10/1. *b* Querschnitt durch den oberen, *c* durch den unteren Röhrenteil 30/1. *d* halber Querschnitt durch den mittleren Röhrenteil 225/1. *e, f* Teile des Querschnitts *c* (Höcker) 225/1. *g* höckerbildende Zellen der Haubemitte in der Flächenansicht 200/1. *h* Haube der var. *ericoides* 20/1. *i* Zellnetz des Schnabels, *k* eines Grundlappens von *Rhac. heterostichum* 225/1.

Unter den einheimischen *Rhacomitrien* zeichnet sich *canescens* durch ein fadenzähliges, zu einer Pfrieme von Kapsellänge zusammenneigendes Peristom aus. Eng schmiegt sich ihm der nadelförmig zugespitzte Deckel an und diesem wiederum angepaßt zeigt die Haube die Gestalt eines schlanken, am Grunde durch acht oder mehr kurze Schlitzte gespaltenen Kegels. Der Schnabel der „Zackenmützen“ ist mehr oder weniger rauh bis warzig, am stärksten bei

*Rhac. canescens* var. *ericoides*. Diese „Warzen“ werden im Spitzenteil durch die stark verdickten und hervorragenden oberen Enden der Außenzellen gebildet; in einem Haubenlängsschnitt treten sie als Kerbzähne deutlich hervor. Gegen die Mitte sind die Zellen länger, zu Gruppen von ungleicher Höhe zusammengedrückt (Fig. g). Weiter abwärts vereinigen sie sich zu Längswülsten und auf den Lappen des Grundes erzeugen sie förmliche Höcker, die im Querschnitt an die bekannten Warzen des Stiels von *Buxbaumia* erinnern; an ihrer Bildung beteiligen sich drei bis sechs Zellen. Bei seitlicher Beleuchtung fallen sie übrigens schon unter einer scharfen Lupe als längere oder kürzere Streifen ins Auge.

Das Querschnittsbild weicht von dem der bisher betrachteten Hauben auf den ersten Blick durch den höckerigen Umriß ab; es läßt im Spitzenteil fünf bis sechs, unterhalb der Mitte noch zwei bis drei Schichten erkennen, deren Zellen sämtlich rings dickwandig, die der Rindenschicht besonders stark auf der Außenseite verdickt sind.

Die Unebenheiten sind nicht bei allen Arten der Gattung in gleicher Stärke ausgebildet, wie bei *Rhac. canescens*; das Flächenbild der Haubenmitte von *Rhac. heterostichum* ist anders (Fig. i), auch ist hier der Schnabel weniger rauh, doch sind die Höcker auf den Lappen des Grundes ausgezeichnet entwickelt (Fig. k).

### 16. *Brachysteleum polyphyllum* Hornsch.

„Zu den elegantesten Moosen, schon ihrer schön geformten Mütze wegen“ zählt Karl Müller Hal. dieses von Schimper sehr treffend *Ptychomitrium* = Furchenmütze genannte Pflänzchen. Es sind in der Tat enge Furchen, die die glockig-mützenförmige, geschnäbelte Haube kennzeichnen; sie machen sich durch acht bis zehn scharfe Längslinien schon an ganz jungen Sporogonen (Fig. a) bemerkbar und gehen bei deren fortschreitendem Dickenwachstum am Grunde in tiefe Schlitzlöcher über. Die Wand der Kalyptra ist derb; nur mit Mühe erkennt man im durchfallenden Licht die Form ihrer Zellen. Sie sind im mittleren Teil fast linear, mehr oder weniger verbogen und meist prosenchymatisch zugespitzt (Fig. c), mit stark verdickten Längs- und Querwänden.

Wie die äußere Beschaffenheit dieser Haube erwarten läßt, weicht ihr innerer Bau ganz erheblich von dem der bisher betrachteten ab. War deren Querschnittsumriß kreisförmig und glatt, nur bei *Rhacomitrium* durch Unebenheiten höckerig, so wird bei *Brachysteleum* der Bogen durch acht tiefe Einschnitte unterbrochen; das

Ergebnis ist ein Sternbild mit ebenso vielen breiten, stumpfen Strahlen. Oben, im Schnabel, ist der Querschnitt nur stumpfkantig; dieser Teil baut sich aus drei Lagen kleiner, sehr dickwandiger und englumiger Zellen auf, wovon die der beiden äußeren rundlich, die der innersten tangential gestreckt sind. Weiter abwärts gehen die Kanten in breite, abgerundete, in der Mitte seicht eingedrückte Rippen über (Fig. *d*), die fünf- bis sechsschichtig sind. Ihre Rinde wird durch eine ununterbrochene Schicht sehr kleiner Zellen mit winzigem Lumen und stark verdickter Außenwand gebildet, der Innenraum durch eine Gruppe großer, lockerer Maschen mit verbogenen, mäßig verdickten Wänden ausgefüllt; dazwischen liegen einzeln oder gruppenweis Stereiden in der Umgebung des Furchengrundes. In der Zone oberhalb der Schlitzspalten sich die Rippen

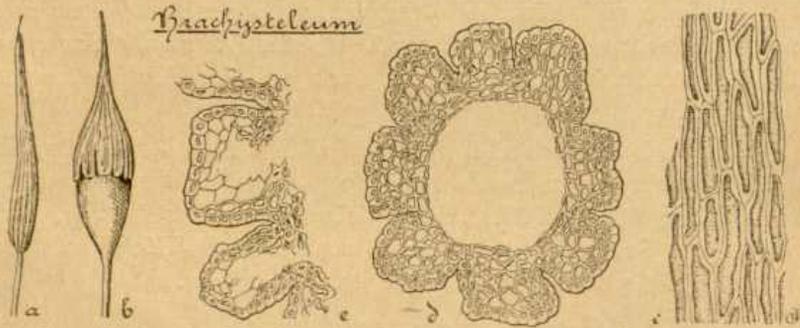


Abb. 17. *Brachysteleum polyphyllum* Hornsch.

*a* junges, *b* reifes Sporogon mit Haube 10/1. *c* Zellen der Außenseite einer Rippe 300/1. *d* Querschnitt durch den oberen Haubenteil 150/1. *e* Teilquerschnitt durch die Zone der Seta von *a* 200/1.

von innen her, indem die Wände der Füllzellen zerreißen (Fig. *e*) und da diese nach und nach zerstört werden, bleibt schließlich nur die Rindenschicht mit den widerstandsfähigeren Nachbarzellen übrig und bietet dann ein ähnliches Bild, wie die Faltenhaube von *Orthotrichum*. Dieser Gattung steht unser Moos der Haube nach ohnehin am nächsten. Ginge es nach der Kalyptra, so würde man es nicht unter den *Grimmiaceen* suchen; es hat hier nicht seinen richtigen Platz, gesteht Limpricht (VII, S. 814), ohne die Schlußfolgerung zu ziehen.

### 17. *Coscinodon eribrosus* Spruce.

Das Archegon von *Coscinodon* erleidet bald nach der Befruchtung Veränderungen, wie wir sie in den bisher besprochenen Fällen nicht kennen lernten. Gleichzeitig mit einer starken Verdickung

der Außenwand treten Längswülste auf (Fig. *a*), die sich im Spitzenteil zu stumpfen Kanten, abwärts zu geschlängelten Falten entwickeln; etwas später, wenn das junge Sporogon, zur Spindel angeschwollen, im durchfallenden Lichte bereits Säulchen und Luft-raum erkennen läßt, zeigt die Kalyptra die in Fig. *b* wiedergegebene Gestalt einer dem Wasserbauch der *Funaria* entsprechenden, faltenreichen Erweiterung und behält diese auch nach dem Abreißen vom Scheidchen. Jüngere Kapseln umhüllt die Haube als stumpfer Kegel (Fig. *e*); zur Reifezeit stellt sie eine spitz und gerade geschnäbelte, am Grunde durch mehrere tiefe Schlitze gelappte Glocke mit zwölf oder mehr zierlichen Längsfalten dar (Fig. *d*). Das Zellnetz der

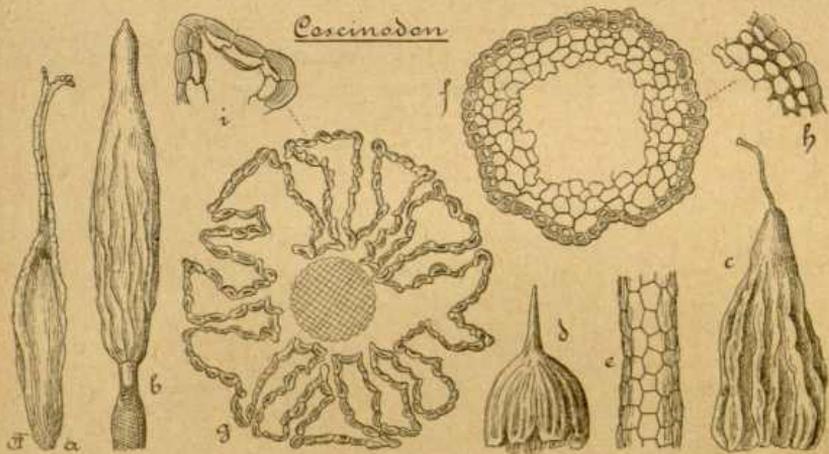


Abb. 18. *Coscinodon cribrosus* Spruce.

*a* Archegon nach der Befruchtung 70/1. *b* junges Sporogon mit Haube 30/1. *c* Haube eines etwas älteren (30/1), *d* eines reifen Sporogons 15/1. *e* Zellen einer Außenfalte 150/1. *f*—*i* Querschnitte, *f* durch den oberen, *g* durch den faltigen Teil von *b* 150/1. *h*, *i* Stücke von *f* und *g* 300/1. (Alle Figuren nach Herbarpflanzen aus dem Harz.)

Außenseite dieser Falten wird von kurz sechseckigen Maschen mit unverdickten Wänden gebildet (Fig. *e*); die Verdickung beschränkt sich, wie erwähnt, auf die äußere Fläche. Im Spitzenteil sind die Zellen derbwandig und schmaler, rechteckige mit prosenchymatischen gemischt.

Querschnitte durch *b* geben über den inneren Bau Aufschluß. Am oberen, stumpf-sechskantigen Ende finden wir eine Rindenschicht mit so stark verdickten Außenwänden, daß das Lumen einzelner Zellen fast verschwindet; darunter drei Lagen sehr lockerer Maschen, deren Wände von außen nach innen an Dicke abnehmen; von einer vierten sind nur noch zarte Reste übrig. Im Falte-  
teil

ahmt die Haube Knospenlagen höherer sympetaler Gewächse nach; die einschichtige Wand ist der Länge nach durch scharfe Knicke abwechselnd nach innen und nach außen gefaltet und verläuft im Querschnittsbilde in engverschlungenen Zickzacklinien (Fig. *g*); das Lumen der Zellen ist nur noch ritzenförmig.

*Coscinodon* bietet das vorzüglichste Beispiel einer für die Faltenhauben bezeichnenden Flächenvergrößerung; sie geht weit über das notwendige Maß hinaus, denn die Falten schwinden auch zur Reifezeit nicht. Infolgedessen sitzt die Haube so lose, daß sie leicht abfällt, doch keineswegs stets gleichzeitig mit dem Deckel, wie *Limpricht* angibt; sonst könnte man im Herbar nicht bedeckelte, haubenlose Kapseln finden.

Die Bemerkung *Hy's*, daß die Hauben von *Coscinodon* (und *Glyphomitrium*) nur verkümmerte Furchen (*sillons rudimentaires*) haben, dürfte auf einem Beobachtungsfehler beruhen.

### 18. Orthotrichum.

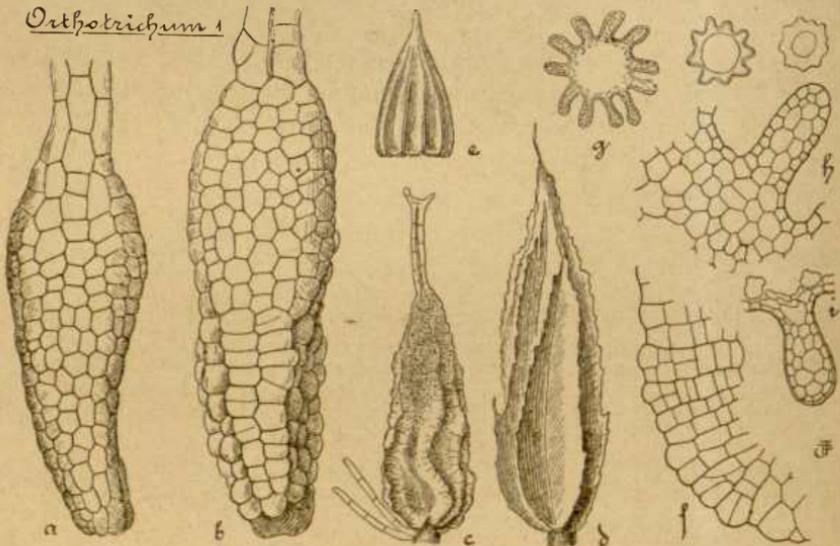


Abb. 19. *Orthotrichum diaphanum* Schrad.

*a* befruchtetes Archegon 300/1. *b* Archegon mit beginnender Rippenbildung 300/1. *c* ganz junge Haube 70/1. *d* Haube, deren Rippen bereits zu Zellflächen ausgewachsen sind 30/1. *e* fertige Haube 10/1. *f* Lamelle von *c*, Flächenansicht 300/1. *g* 3 Querschnitte durch *d* von der Spitze abwärts 45/1. *h* Teil eines Querschnitts dicht über der Abrißstelle 225/1. *i* eine Rippe von *g* mit in Verdickung begriffener Außenwand 200/1.

Als Hauptmerkmal der *Orthotricha* fällt schon dem Laien die Faltenhaube ins Auge; ihre Entstehung ist an Vertretern dieser artenreichen Gattung lückenlos zu beobachten, wo frisches Material

zur Verfügung steht. Dazu bietet *O. diaphanum* im Herbstmonat günstige Gelegenheit; um diese Zeit sind in einem Rasen die verschiedenen Entwicklungsstufen anzutreffen.

Das befruchtete Archegon (Fig. *a*) unterscheidet sich anfangs in keiner Weise von der typischen Form; sobald aber das Epigon seine Tätigkeit beginnt, äußert sie sich in ganz eigenartiger Form. Vom Grunde aus ordnen sich in akropetaler Folge die neu gebildeten Zellen zu Längsreihen, wölben ihre Außenwände stark hervor und heben sich als schmale, niedrige Wülste aus der Umgebung heraus. In dem Zustande, den Fig. *b* darstellt, verflachen sie in halber Höhe, in Fig. *c* nähern sie sich bereits der Haubenspitze. Hier ist die Art ihres Wachstums deutlich zu verfolgen; durch Einsetzen zahlreicher Horizontalwände (Fig. *f*) strecken sie sich in der Längsrichtung, Tangentialwände teilen die entstandenen Abschnitte, erhöhen, indem sie abwärts reichlicher auftreten, die Rippen zu Zellflächen, und während sich diese Teilungen wiederholen und zugleich Radialwände in geringer Zahl die gebildeten Fächer in Innen- und Außenzellen zerlegen, sehen wir als Ergebnis dieser Vorgänge Lamellen sich erheben, deren Dicke über zwei bis vier Zellschichten nicht hinausgeht, die gegen den Haubengrund an Breite — bis zehn Zellen — zunehmen und am Rande durch hervorragende Zellecken höckerig oder gezähnt erscheinen. Als dünne Flügel, deren Zahl acht beträgt und durch Bildung von Nebenrippen sich verdoppeln kann, strahlen sie von der Achse aus; das eingeschlossene Sporogon ist noch gänzlich unverdickt, doch in dem Maße, als es an Umfang zunimmt, werden sie von innen her, dem Druck nachgebend, gelockert und gespalten. Indessen stellt auch das fertige Gebilde einen der reifen Kapsel reichlich zugemessenen Mantel dar, dessen acht oder mehr Falten, wenn auch in flacherer Form, erhalten bleiben und seine Flüchtigkeit bedingen; er umhüllt oft das ganze Sporogon. Der Gattungsname „Steifschopf“ rührt daher, daß die Kalyptra bei einigen Arten mit aufrechten Haaren besetzt ist; helleren Farbentönen verdanken *O. pallens* und *leucomitrium* ihre Artnamen.

Die äußere Skulptur dieser Faltenhauben setzt einen inneren Aufbau voraus, der sich wesentlich von dem der Rundhauben unterscheidet. Die Rindenschicht ist, von der Fläche gesehen (Fig. *k*), aus einem gleichförmigen Parenchym derbwandiger, länglich sechseckiger Zellen gewebt und außer durch eine etwas dunklere Färbung zeichnen sich die der Furchen vor denen der Rippen nicht aus; nur bei den behaarten Formen laufen bisweilen von den zu drei bis vier übereinander auf deren Rücken entspringenden Haarbildungen dickwandige Zellen eine Strecke weit hinab.

Grundriß und inneres Gefüge der Orthotrichumhaube geben sich aus Querschnitten durch die einzelnen Zonen zu erkennen; sie zeigen im obersten Spitzenteil ein stumpfes Achteck, das abwärts in einen Stern mit acht kurzen, abgerundeten Strahlen übergeht (Fig. 19 g); am weitesten Umfange ergibt der Schnitt ein schmales, geschlängelttes, 8—16faltiges Band (Fig. 20 h).

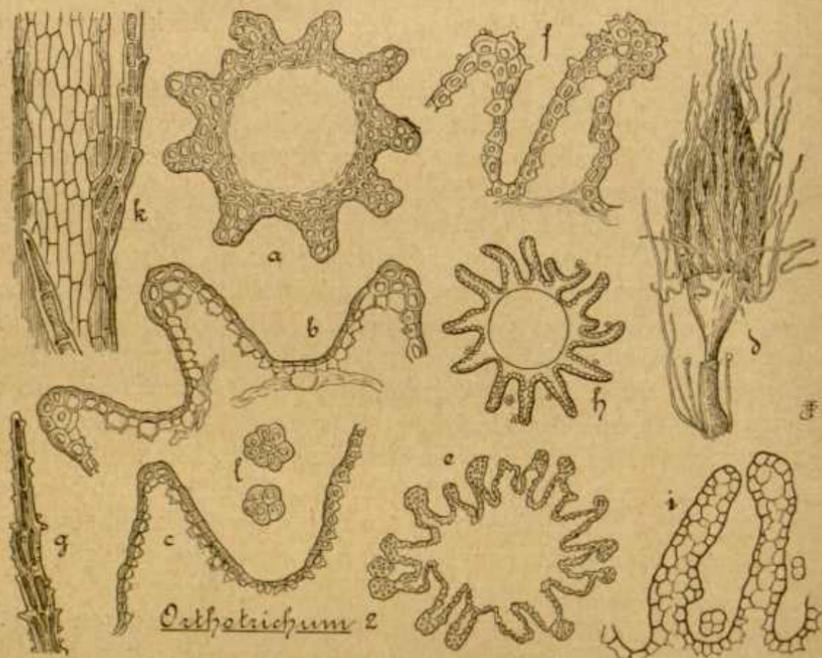


Abb. 20.

a—c *O. diaphanum*. a Querschnitt durch die Spitze der fertigen Haube 150/1. b Teil eines solchen durch die Mitte, c durch den Grund 200/1. d—g *O. Sturmii*. d junges Sporogon mit Haube 15/1, e Querschnitt durch die Haube 30/1, f durch zwei Falten derselben 200/1. g Spitze eines Haares 150/1. h—k *O. anomalum*. h Querschnitt durch eine junge Haube 45/1, i durch zwei Falten derselben 200/1, k Falte von der Rückseite mit Haar 200/1. l *Orthotrichum speciosum*, zwei Haubenhaare im Querschnitt 150/1.

Jüngere, noch mit dem Scheidchen verbundene Hauben (Fig. 19 d) zeigen auf Querschnitten, die dicht über der Reißzone geführt werden, fünf und mehr Lagen eines zarten, polyedrischen Gewebes aus isodiametrischen Maschen (Fig. 19 h); die Rippen erscheinen zapfen- bis fingerförmig und bestehen aus vier Schichten, wovon die beiden inneren lockerer und dünnwandiger sind. Fig. 19 i ist ein etwas weiter vorgeschrittener Zustand; die Verdickung der Rindenschicht hat begonnen, die Lockerung des Innern ebenfalls und von den zarteren

Schichten des Epigons sind nur noch losgelöste Einzelzellen mit eingefallenen Wänden geblieben — das ganze übrige Gewebe ist für die Ernährung des Sporogons verbraucht worden. Aus Fig. 20 *i* geht auch hervor, daß die Auflösung des Füllgewebes der Rippen schon stattfindet, ehe der Druck des wachsenden Embryo einsetzt; dieser treibt sie später auseinander und bildet sie zu Hohlfalten um, wobei die Wandreste jener Innenzellen als papillenartige Höckerchen stehen bleiben (Fig. 20 *b, c*). Die nunmehr einschichtige Haubenwand ist nach außen stark verdickt, meist auch in den Rückenfallen durch einige dickwandige Zellen verstärkt.

Ein etwas abweichendes Bild gewährt die Kalyptra von *O. Sturmii* (Fig. 20 *d, e, f*) durch die zahlreich auf dem Rücken der Rippen in basipetaler Folge entstehenden, anfangs mit zweischneidiger Scheitelzelle wachsenden Haare (IX, S. 17, 18); sie sind aus Bündeln sehr dickwandiger Zellen gebildet und erscheinen im Querschnitt als kopfförmige Abschnürungen der Falten. Hier sind auch Haare, wie Falten mit wirklichen Papillen bedeckt.

### 19. *Tetraphis pellucida* Hedw.

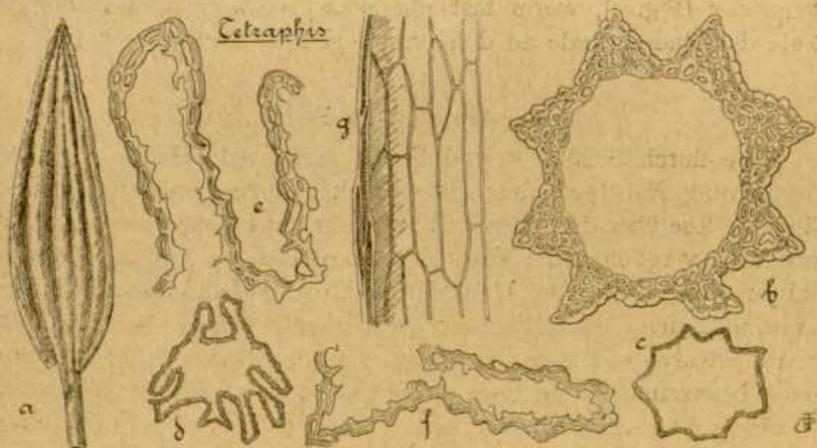


Abb. 21. *Tetraphis pellucida* Hedw.

*a* junges, ganz von der Haube umhülltes Sporogon 20/1. *b* Querschnitt durch den oberen Teil der Haube 150/1. *c, d* Querschnitte durch deren Mitte und Grund 45/1. *e, f* Teile von *c* und *d* 300/1. *g* Zellnetz der Außenwand (Mitte) neben einer Rippe, Flächenansicht 300/1.

Die äußere Gestalt der Haube ist in jüngerem Zustande spindelförmig, später spitz kegelförmig, am Grunde durch tiefe Schlitze mehrlappig. Die reife Kapsel wird von ihr kaum zur Hälfte bedeckt. Von den beschriebenen Faltenhauben unterscheidet sich die des

„Vierzahnes“ durch acht scharfkantige Rippen, auf deren Rücken bis gegen den ausgebleichten Grund ein bräunlich gefärbter Streifen entlang läuft, der aus ein bis zwei Reihen linearischer, derbwandiger Prosenchymzellen gebildet wird, scharf abgesetzt gegen die dünnwandigeren, länglich rechteckigen, lockeren Nachbarzellen (Fig. g). Der Vergleich dieser Kalyptra mit einem winzigen Regenschirm liegt nahe und gewinnt durch diese Einrichtung, die dem Festigkeit gebenden Gerüst entspricht, an Berechtigung.

Der Grundriß der Rippen stellt ein gleichseitiges Dreieck dar (Fig. b), dessen auswärts gerichtete Spitze mit einer Zelle abschließt; sie läßt in ihrem Verlauf mit ein bis zwei Nebenzellen jenen derben Längsstreifen entstehen. Das Querschnittsbild des oberen Haubenteils ist mithin ein Stern mit 8 kurzen, breiten Strahlen, das der Mitte und des Grundes ein schmales, achtfaltiges Band. Die Zellen der Rindenschicht sind auf der Außenseite stark verdickt, die übrigen Zellen rings gleichmäßig; Größe und Form ihres Lumens wechseln; dieses ist weiter abwärts im faltigen, nur noch ein- bis zweischichtigen Teil (Fig. e) vorwiegend ritzenförmig; am Grunde der Haube fließen die Maschen zu einer gleichmäßigen Haut ineinander (Fig. f), worin fast nur noch Wölbungen und zackige Reste der Radialwände an den ursprünglichen Bau erinnern.

## 20. *Encalypta ciliata* Hoffm.

Eine durch Schönheit und Größe auffallende Haube zeichnet die Gattung *Encalypta* aus; als schlanke, langgeschnäbelte Glocke hängt sie lose über der Kapsel, die von ihr ganz verhüllt wird. Sehr zutreffend verglichen die Väter der Mooskunde sie mit dem in damaliger Zeit in keinem Haushalte fehlenden Löschhorn und benannten danach die häufigste Art *Bryum extincorium*. Bei *E. ciliata* wird die Kalyptra 5 mm, bei *E. contorta* bis 10 mm lang; mehrere Arten besitzen einen besonderen Schmuck in zierlichen Wimpern, die als wichtiges Unterscheidungsmerkmal dienen. Der ungewöhnliche Formenreichtum der Glockenhutperistome läßt solchen auch bei der Haube erwarten; in der Tat bietet sie schon in ihrem Entstehen, dann in ihrer weiteren Entwicklung Eigentümlichkeiten, die eine erhöhte Aufmerksamkeit beanspruchen.

„Bald nach der Befruchtung“ — so schildert L im p r i c h t (VII, 2, S. 103) sehr anschaulich die ersten Anfänge — „wächst die Haube zu ihrer vollen Größe aus und bleibt lange durch ein lockeres, mehrschichtiges Gewebe an ihrer Basis mit dem oberen Teile des Scheidchens und der Ochrea in Verbindung. Indem sich

während des Wachstums ihre Basis nach unten baucht, spaltet sich der dünnhäutige Teil des sackartigen Grundes reusenartig, die Haube reißt dann nahe dem Scheidchen ab, und die emporgehobene Haube zeigt an ihrem Saume deutliche Fransen, die oft längere Zeit noch eingeschlagen bleiben.“

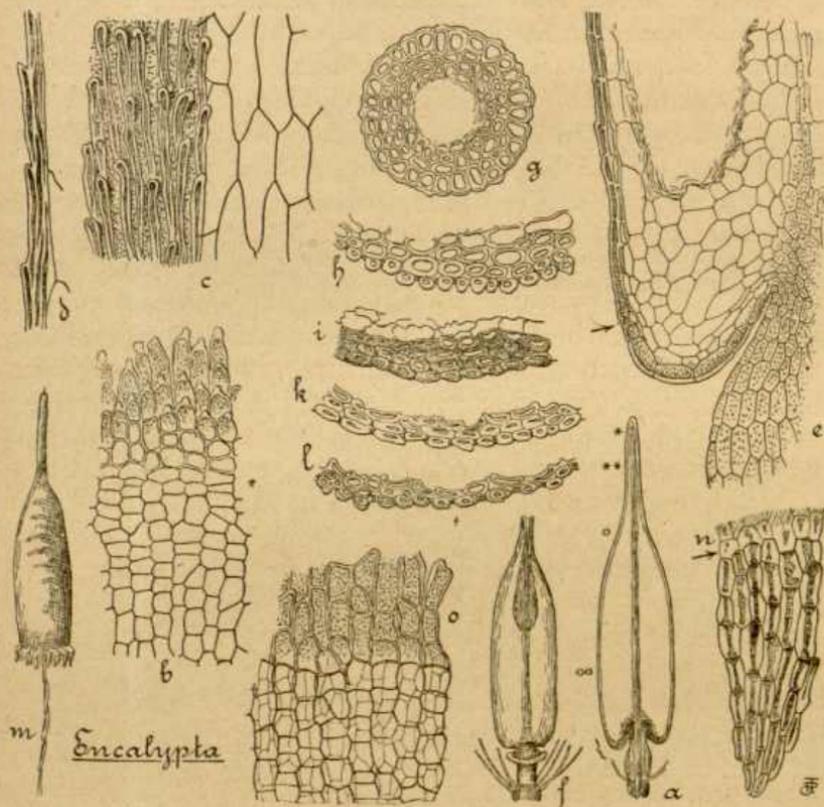


Abb. 22. *Encalypta ciliata* Hoffm.

*a* medianer Längsschnitt durch Haube mit ganz jungem Sporogon 10/1. *b*—*e* Teile einer Haube, wie Fig. *a*; *b* Zellen der Außenwand bei  $\frac{1}{2}$ , *c* bei  $\frac{1}{4}$ , Flächenansicht 200/1. *d* Teil eines radialen Längsschnitts, dem Flächenbilde *c* entsprechend 200/1. *e* der durch  $\frac{1}{2}$  bezeichnete Teil von *a* 120/1. *f* Haube, die sich soeben losgerissen 10/1. *g*—*l* Querschnitte durch *a*; *g* bei  $\frac{1}{4}$  150/1, *h*—*l* von  $\frac{1}{4}$  abwärts bis gegen den Grund 225/1 (*i* gefärbt), *m* reifes Sporogon umhüllende Haube, trocken 7,5/1. *n* eine Franse von *m* 120/1. — *o* die Fig. *b* entsprechende Zellengruppe von *Encalypta vulgaris* 200/1; unter der derbwandigen Außenschicht die zartwandige innere.

Also ein richtiger Wasserbauch ist es, den das Epigon von *E. ciliata* gestaltet; er unterscheidet sich von dem der *Funaria* dadurch, daß er sich rings sackartig vertieft (Fig. *a*), mehr noch durch seinen inneren Aufbau. In einem vom Schnabelrunde bis

zur Vaginula reichenden Längsstreifen zeigt die Wand folgendes Flächenbild: im Spitzenteil (○ in Fig. *a*) langgestreckte, schmale, dickwandige Zellen, die alle am oberen Ende in eine grobe Papille auslaufen, nach unten sich prosenchymatisch verzüngen und zwischen einander schieben (Fig. *c* links); gegen den Haubengrund schwinden die Papillen, die Maschen werden kürzer und breiter und sind hier durch eine schmale Zone querebreiter, dünnwandiger Zellen (bei \* in Fig. *b*) gegen die wasserhellen, rechteckigen oder sechseckigen des ausgedehnten, unmittelbar an das Scheidchen stoßenden Gewebes begrenzt. Im medianen Längsschnitt durch eine einige Wochen ältere Haube, der uns das in Fig. *a* durch die Klammer § bezeichnete Stück bei starker Vergrößerung vorführt, ist bereits eine deutliche Differenzierung des Innern wahrnehmbar (Fig. *e*); im sackartigen Teil haben sich die Zellen verlängert, mit körnigem Inhalt gefüllt und ihre Außenwand verdickt; in der hier sechs Zellen langen Schicht, welche den → mit der Vaginula verbindet, erkennen wir die spätere Franse, oben begrenzt durch eine Reihe kleiner Zellen (worauf der Pfeil hinweist), die gleichsam das Gelenk bilden, um welches sich diese Anhängsel je nach dem Feuchtigkeitsgehalt der Luft ein- oder auswärts biegen. Nach dem Abreißen der Haube bleibt das lockere, zellenreiche Parenchymgewebe der Ausbauchung in Hutform zurück (Fig. *f*), die Fransensind, wie bei einer Fischreuse, nach innen gerichtet, daher von außen nicht sichtbar; den Rand der reifen, trockenen Kapsel *m* schmücken sie als Hakenkranz in Gestalt von 8—16 stumpfen, in scharfem Knick auswärts gebogener Lappen. Sie bestehen aus etwa sechs Reihen von hexagonalen Zellen mit bis auf ein schmales, spulenförmiges Lumen verdickten Wänden (Fig. *n*) und lassen deutlich den Abdruck der zerstörten Innenschicht als zartes Maschenwerk durchschimmern (wie bei Fig. *o*, in Fig. *b* fortgelassen).

Aus den Querschnitten *g—l* ergänzen wir uns leicht das aus den Flächenansichten gewonnene Bild vom inneren Bau der Glockenhaube. Danach wird sie in der Schnabelspitze aus vier Schichten stark verdickter, von außen nach innen an Größe abnehmender Zellen gebildet (Fig. *g*). Weiter abwärts kehrt sich das Verhältnis um; die der Außenschicht verengern sich mehr und mehr, und da sie sich über die zwischen ihnen liegenden, breiten Verdickungstreifen sichtbar vorwölben (Fig. *h*), bedecken sie die Oberfläche der Haube mit feinen Leisten, welche, in die erwähnten abstehenden Papillen endigend, dem oberen Teil die „Schärfe“ verleihen.

Die 1 bis 3 Lagen der Mittelschicht bestehen aus prosenchymatisch zugespitzten, gestreckten Zellen (Fig. *d*); sie sind durch-

scheinend genug, um bei durchfallendem Licht die großen, rautenförmigen Maschen der Innenschicht — im Flächenbilde Fig. *c* rechts — erkennen zu lassen, von welcher sie sich auch auf Querschnitten (Fig. *i*) scharf abheben.

Die fertige Haube ist auch am Grunde noch zweischichtig.

Bei *Encalypta vulgaris* werden keine Wimpern gebildet; hier ist das betreffende Gewebe (Fig. *o*) nur etwa fünf Zellen hoch und reißt ringsum mehr oder weniger glatt ab. Solche Einzelheiten sind im Rahmen der Gattung veränderlich; bei *E. contorta* steigen z. B. die Zellen der Haubenwand in deutlichen Schrägreihen nach rechts auf und endigen, was auch für andere Arten gilt, nicht mit stumpfen Papillen, sondern mit scharfen Zähnen.

Als regelwidrige Entwicklungsform muß eine am Grunde mit kryptoporen Spaltöffnungen ausgestattete, im übrigen völlig normal gebildete Haube von *E. ciliata* bezeichnet werden, die von mir unlängst in einem bei Eisenach aufgenommenen Rasen beobachtet wurde. Ich habe darüber an anderer Stelle berichtet. (Hedwigia 1915, S. 263—265.)

## 21. *Bryum argenteum* L.

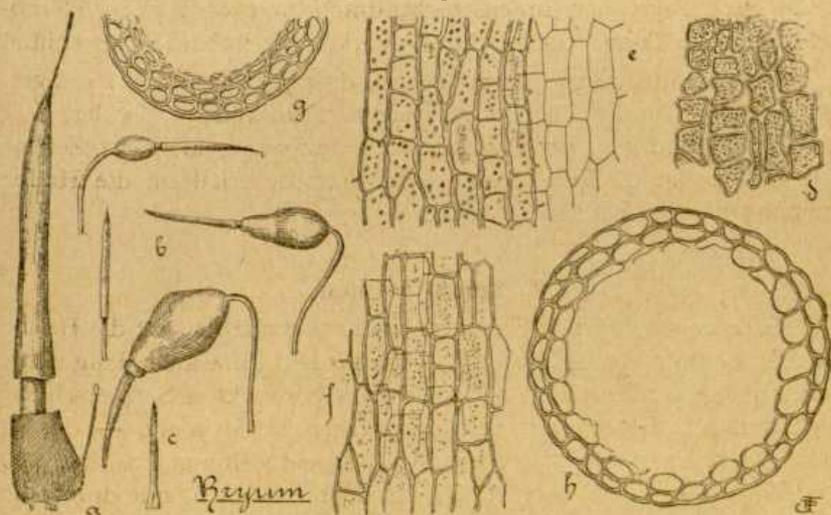


Abb. 23. *Bryum argenteum* L.

*a* junges Sporogon mit Haube, die sich soeben vom Scheidchen getrennt hat 30/1. *b* Entwicklungsstufen des Sporogons mit Haube, alle vier einem Rasen entnommen 10/1. *c* abgefallene Haube 10/1. *d—f* Zellnetz der Haubenwand (Flächenansicht); *d* der Spitze, *e* der Mitte, *f* des Grundes 300/1. *g* Teilquerschnitt durch den Spitzenteil 300/1. *h* Querschnitt durch die Mitte 300/1.

Unscheinbar, einfach gebaut und flüchtig — das sind die Eigenschaften, welche, in auffallendem Gegensatz zur vorhin beschriebenen

Glockenhaube, die Kalyptra der artenreichen, hochentwickelten Gattung *Bryum* kennzeichnen. Sie ist bei *Br. argenteum* 1,5 mm lang, röhrenförmig, bis gegen den kurzgeschlitzten, bleichen Grund rotbraun, umhüllt die Kapsel nur in der ersten Jugendzeit und schiebt sich, sobald diese zu schwellen beginnt, als scharf zugespitzte, lange Nadel bis zum Deckel empor, dessen Kegel sie nur lose aufsetzt, um bei der leisesten Berührung abzufallen. Die in Fig. *b* dargestellte Entwicklungsreihe ist daher in solcher Vollständigkeit nur an frischen Rasen mit grünen Kapseln zu finden; an reifen Sporogonen wird man die Haube stets vermissen. Es geht aus diesen Figuren deutlich hervor, daß mit dem Abreißen der Kalyptra ihr Wachstum beendet ist; ferner, daß hier von einem formbildenden Einfluß auf das junge Sporogon ihrerseits nicht die Rede sein kann.

Das Zellnetz besteht dicht unterhalb der Spitze aus kurz rechteckigen, abgerundeten Maschen mit gleichmäßig verdickten Wänden (Fig. *d*); gegen die Mitte sind sie länglich rechteckig mit verdickten, hier und da schwach getüpfelten Längs- und dünnen Querwänden (Fig. *e*); das Flächenbild des Grundes ist nur durch glattere Wände verschieden (Fig. *f*); in der unteren Hälfte schimmert überall das zarte Parenchym der Innenschicht durch und wird beim Herabschrauben des Tubus in seiner Form deutlich erkennbar (Fig. *e* rechts).

Querschnitte zeigen im Spitzenteil drei Schichten dickwandiger, großlumiger, in der Mitte zwei Lagen derbwandiger, ovaler, fast gleichgroßer oder in der Außenschicht nur wenig kleinerer Zellen; am Grunde ist die Innenschicht nur teilweise erhalten, die Haube hier mithin ein- bis zweischichtig.

## 22. *Mnium hornum* L.

Solange sie mit dem Scheidchen zusammenhängt, hat die Haube hier die Gestalt einer scharfen Nadel; sie behält diese auch dann noch, wenn sie später als röhriker Fortsatz der gestreckten Seta erscheint und aus dem Schlitz das fast ausgewachsene Sporogon — das in Fig. *d* gezeichnete stellt einen um  $5\frac{1}{2}$  Monate älteren Zustand dar, als Fig. *a* — seitlich hervortritt. Oft klebt sie auch, nur durch die bräunliche Färbung auffallend, der Ober- oder Unterseite der Kapsel an, flieht dann aber, bevor diese ihre volle Größe erreicht hat. Auch in diesem Falle führt ein Vergleich zwischen *a* und *d* zu dem Schluß, daß ein Längenwachstum der abgesprengten Haube nicht stattfindet.

Im durchfallenden Licht erkennt man nur die Zellen der Außenschicht (Fig. *e*), die mit teils geformtem, teils körnigem Inhalt gefüllt, nach Größe und Form sehr verschieden sind; rhomboidische wechseln

mit länglich rechteckigen und selbst dreieckigen, kürzere mit längeren; neben parenchymatischen liegen solche mit prosenchymatisch gespitzten Enden, doch verlaufen die scharf getüpfelten Längswände so, daß sie mehr oder weniger deutliche Reihen bilden. Gegen den Grund werden die Zellen dünnwandig und inhaltleer.

Querschnitte durch jüngere, wie ältere Hauben zeigen übereinstimmend einen vierschichtigen Röhrenteil (Fig. *b*); zwei bis drei Lagen rings gleichmäßig verdickter Zellen bilden den Mantel über einer unverdickten, lockeren Innenschicht, deren Wände früh zerstört werden. Der Größe nach ist die Reihenfolge so, daß die Außenschicht sich aus den kleinsten, englumigen Zellen aufbaut; sie nehmen

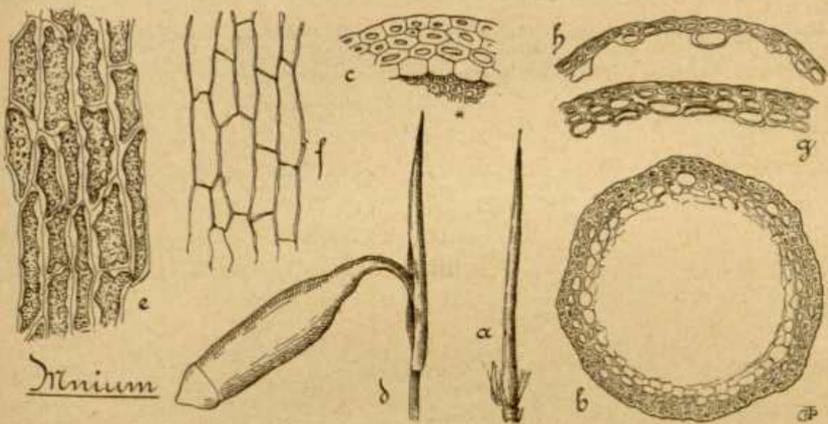


Abb. 24. *Mnium hornum* L.

*a* junge, noch nicht abgesprengte Haube 5/1. *b* Querschnitt durch deren mittleren Teil 120/1. *c* Stück von *b* 225/1, bei \* Zellen der Seta, die in *b* fortgelassen wurden. *d* unreifes, 6 mm langes Sporogon mit 7 mm langer Manschettenhaube 5/1. *e* Zellnetz der Mitte, *f* des Grundes der fertigen Haube 300/1. *g*, *h* Teilquerschnitte durch Mitte und Grund des geschlitzten Teils 200/1.

dann nach innen an Umfang zu, was besonders deutlich in Fig. *c* mit den scharf abgesetzten Stereiden der Seta ins Auge fällt. In der Mitte (Fig. *g*) treten diese Unterschiede mehr hervor, im oberen Röhrenteil weniger; am Grunde ist die Kalyptra nur noch ein- bis zweischichtig (Fig. *h*).

### 23. *Timmia megapolitana* Hedw.

Die in der heimatlichen Flora durch wenige, ausgezeichnete Arten vertretenen *Timmia* haben in systematischen Werken ihren Platz in der Nähe der *Mniaceen*, bei denen sie früher eingereiht waren, unmittelbar vor den *Polytrichaceen*. Bedürfte diese Stellung einer weiteren Stütze, so würde sie durch die Haube geboten; sie

erinnert in ihrem Äußeren an die von *Catharinaea*, mehr noch an die von *Mnium*, welche ebenfalls durch das seitlich austretende Sporogon gespalten wird (s. Abb. 24, Fig. *d*). Bei *Timmia* reicht der Schlitz indessen nicht bis zum Grunde, so daß die Kalyptra hier gleich einer Manschette die Seta umgibt und ziemlich lange an ihrem oberen Ende haftet.

Das Zellgewebe unterscheidet sich von dem der Hauben von *Catharinaea* und *Mnium* in Form und Größenverhältnissen ganz erheblich. Im Spitzenteil des Schnabels ist die Außenschicht aus

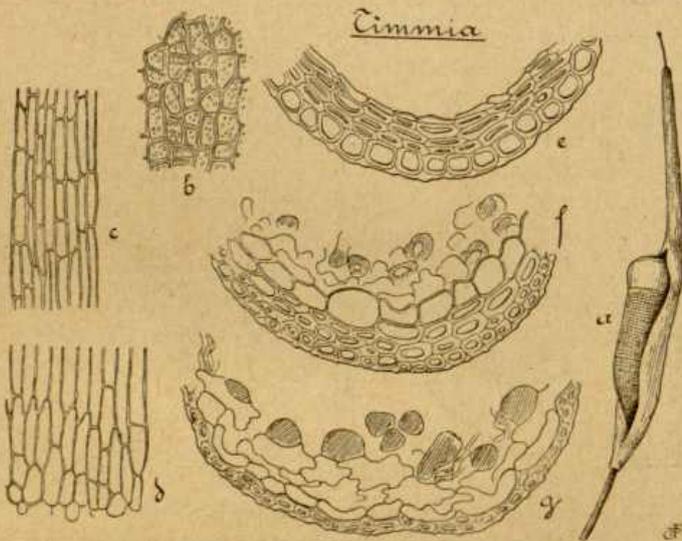


Abb. 25. *Timmia megapolitana* Hedw.

a junges Sporogon mit Haube 10/1. b—d Zellnetz der Außenschicht, b der Schnabelspitze, c des Schnabelgrundes, d des Haubengrundes 200/1. e—g Teilquerschnitte, e durch den oberen, f durch den unteren Schnabelteil, g durch den geschlitzten Teil nahe dem Grunde 300/1. Die verschleimten Zellen sind schattiert.

kurz sechsseitigen, derbwandigen Maschen gewebt; gegen den Schlitz zu verlängern und verschmälern sich die Zellen bis zu linearen Formen an dessen Rand. Die Längswände bilden fortlaufende Reihen; die Querwände stehen rechtwinklig oder wenig schräg; am Grunde wird das Gewebe wieder lockerer.

Auf Querschnitten durch die Spitze des Schnabels erscheint die Außenschicht aus großen, rundlichen oder fast quadratischen, derbwandigen Zellen gebildet, die scharf abgesetzt sind gegen die zwei- bis dreireihige Mittelschicht mit ihren tangential gestreckten Zellen mit beinahe ritzenförmigem Lumen. Die der Innenschicht sind unverdickt, sonst ebenso.

Gegen den unteren Teil des Schnabels geht das Verhältnis ins Umgekehrte über. Hier sind die Zellen der äußeren, hin und wieder doppelschichtigen Lage sehr viel kleiner, als die der beiden mittleren, alle drei aber rings gleichmäßig und stark verdickt. Die vierte wiederum ist bedeutend lockerer, doch weniger verdickt, als die andern; ihr folgt dann eine Schicht, deren dünnwandige Zellen mit Schleim gefüllt, deren Wände zum Teil zerstört sind oder die sich aus ihrem Verbande gelöst haben und durch starke Lichtbrechung auffallen — sie sind in Figg. *f* und *g* durch Schräglinien gekennzeichnet. Am deutlichsten treten diese Gegensätze in Fig. *g* hervor, wo sich die engzellige Rinde, die Mittelschichten mit ihren dünnen, verbogenen Wänden, dann die in der Auflösung begriffene Innenschicht scharf gegeneinander abheben. Dies dürfte dem Umstande zu verdanken sein, daß zur Beobachtung frische Kapseln in halbreifem Zustande zur Verfügung standen; je älter die Haube, um so weiter schreitet die Zerstörung der zarten Innenschichten vor.

#### 24. *Catharinaea undulata* Web. u. Mohr.

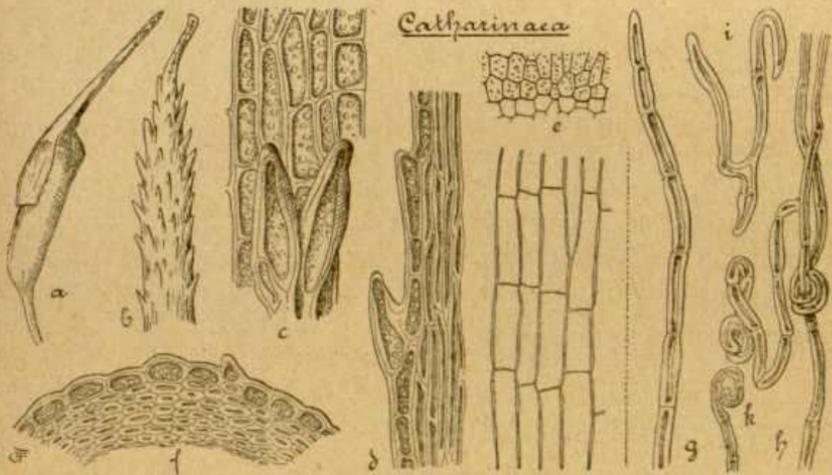


Abb. 26. *Catharinaea undulata* Web. u. Mohr.

*a* Sporogon mit Haube 5/1. *b* deren Spitze 30/1. *c* Zellnetz der Spitze mit zwei Zähnen 225/1. *d* radialer Längsschnitt durch die Spitze 225/1. *e* unten: Zellnetz dicht über dem Grunde 225/1, darüber das der Rißzone einer ganz jungen *Kalyptra*, Flächenbild, 200/1. *f* Querschnitt durch den unteren Röhrenteil 225/1. — *g* Haar der Haubenspitze von *Oligotrichum hercynicum* 225/1. *h* herabhängendes, *i* aufwärts gerichtetes Haar der Haubenspitze, *k* der Scheide von *Polytrichum piliferum* 150/1.

Gleicht die kappenförmige, tief geschlitzte Haube von *Catharinaea* nach Form und Größe der von *Dicranum* und *Leucobryum*, so tritt uns hier ein neues Unterscheidungsmerkmal entgegen in der

schon bei schwacher Vergrößerung sichtbaren Rauheit des Schnabels. Sie beschränkt sich auf seine Spitze und wird dadurch hervorgerufen, daß zahlreiche Zellen der Außenschicht in absteigende Zähne übergehen. Diese der Gattung eigentümliche Zähnelung ist als erste Stufe zu den bekannten Haarbildungen zu betrachten, welche die übrigen *Polytrichaceen* kennzeichnen; den Übergang bilden die einfachen Haare von *Oligotrichum* (Fig. *g*) und am üppigsten sind sie bei *Polytrichum* entwickelt (Fig. *h*, *i*).

Die Außenschicht der Haube von *Catharinaea* zeigt im Spitzenteil vorwiegend länglich rechteckige Zellen mit geformtem Inhalt und stark verdickten Längs- und Querwänden (Fig. *c*). Viele davon sacken sich zu den erwähnten Zähnen aus, die überaus kräftig, meist einzellig, seltener zweizellig sind; daneben kommen auch mehrzellige und selbst längere, aus zwei Zellreihen gebildete Haare vor. Gegen den Grund der Haube schwindet der Inhalt und alle Wände werden dünner.

Ein radialer Längsschnitt durch den röhrligen Teil (Fig. *d*) und ein diesem entsprechender Querschnitt (Fig. *f*) geben ein Bild von dem inneren Bau. Das lockerzellige Parenchym der Rindenschicht deckt ein dichtes, aus fünf bis sechs Lagen stark verdickter, tangential flachgedrückter Prosenchymzellen bestehendes Gewebe, über dessen Beschaffenheit man noch schneller Gewißheit erlangt, sobald man eine Kalyptra spaltet und von innen betrachtet; die verdickten Elemente erweisen sich, auch von dieser Seite gesehen, als langgestreckte Sklerenchymfasern, ähnlich den Bastfasern der Holzgewächse, abgesehen von dem im Querschnitt ritzenförmigen Lumen. Sie verleihen der Haube — die sich übrigens vom unreifen Sporogon nur mit Mühe trennen läßt — eine außerordentliche Festigkeit. Die Zahl dieser inneren Schichten vermindert sich abwärts nach und nach, doch bleibt die Haube auch am Grunde noch zwei- bis dreischichtig, der Größenunterschied der Zellen dabei unverändert.

## 25. *Polytrichum piliferum* Schreb.

Die Gruppe der *Polytrichaceen* birgt nicht nur die stattlichsten Formen der einheimischen Laubmoose, sie ist nach *L i m p r i c h t s* Zeugnis die „am höchsten organisierte Familie der Mooswelt“ überhaupt. Beide Vorzüge vereinigen sich in der Haube von *Polytrichum* zu dem schon durch seine Größe und Färbung auffallenden Gebilde, welchem die Gattung den volkstümlichen Namen „Filzmütchen“ verdankt, während in der wissenschaftlichen Bezeichnung die Eigenschaften angedeutet sind, wodurch sie sich von der der Gattungen

*Atrichum* und *Oligotrichum* unterscheidet.<sup>1)</sup> Ihr inneres, derbes Gefüge entspricht durchaus den Anforderungen der Zweckmäßigkeit, welche an das Schutzorgan eines aufs reichste ausgestatteten Sporogons gestellt werden, und da dieses zu seiner vollen Entwicklung einer langen Frist bedarf — das von *Pol. piliferum* nach Grimme 13—14 Monate<sup>2)</sup> — und die Haube ihm bis zur Sporenreife aufsitzt, so ist der gewährte Schutz auch hinsichtlich der Dauer mehr wie genügend.

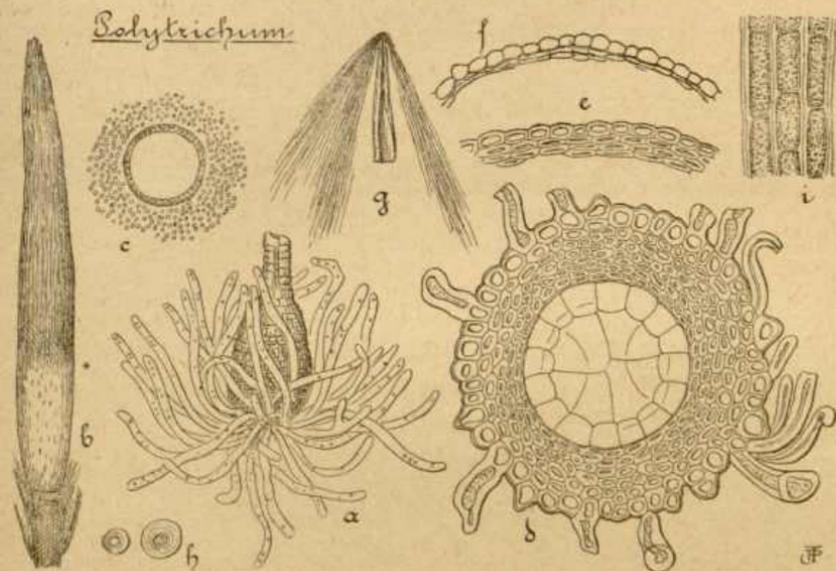


Abb. 27. *Polytrichum piliferum* Schreb.

a Archegonbauch mit beginnender Haubenbildung 70/1. b junges, ganz von der Haube umhülltes Sporogon 10/1. c Querschnitt durch die Mitte von b, etwas schematisch, 30/1. d Querschnitt durch den Spitzenteil eines etwas jüngeren Sporogons, wie b; die Haube ist in der haarbildenden Zone getroffen, in der Mitte der Fig. die ersten Teilungswände des Grundquadrats 225/1. e, f Teilquerschnitte durch Mitte und Grund einer älteren Haube 225/1. g Haube eines Sporogons, das sich zu verdicken beginnt; die Haare ausgebreitet, um ihre Anheftung zu zeigen 5/1. h Haarquerschnitte 300/1. i Zellen der Außenschicht, von der Fläche gesehen 225/1. Siehe auch Abb. 26, Fig. h, i.

Der 12 bis 15 Stockwerke hohe Archegoniumbauch von *Pol. piliferum* verjüngt sich in einen Hals, an dem man deren bis 36 zählen kann; infolge dieser ungewöhnlichen Länge bricht er nach der Befruchtung leicht ab. Die ersten Anfänge der Haubenbildung machen sich im Archegonium fuße bemerkbar, aus dem, wie wir uns erinnern (s. Seite 161), bei diesem Typus das Epigon hervor-

<sup>1)</sup> πολίς = viel, θρίξ = Haar, — á = ohne, ὀλίγος = wenig.

<sup>2)</sup> Hedwigia XLII. 1903. S. 69.

geht. Es entfaltet eine außerordentliche Teilungstätigkeit, vorwiegend in der Achsenrichtung und bildet, dem Wachstum des sich streckenden Embryo folgend, bald einen langen, walzenförmigen Hohlkörper, in dessen Wand man zwei ganz verschiedene Gewebe unterscheidet: eine (im Querschnitt) derbwandige, weitleumige Rindenschicht, deren Flächenbild länglich rechteckige Zellen mit körnigem Inhalt und dünne, im rechten Winkel eingesetzte Querwände zeigt, während die kräftigen, glatten Längswände fast ungebrochen in gleichlaufenden Bahnen die Haube durchziehen (siehe die an eine Sprossenleiter erinnernde Fig. *i*); darunter, wie die Querschnitte *d—f* lehren, ein im Spitzenteil aus 4 bis 6, in der Mitte aus 2—3 Lagen bestehendes Sklerenchym mit rundlichem oder ovalem, einwärts mehr ritzenförmigem Zellumen, — ein Verhältnis, das sich im unteren Haubenabschnitt insofern ändert, als dieser nur noch zwei- bis dreischichtig ist und in ihm die Dicke der Wände abnimmt. Wie bei *Catharinaea* sind die Innenschichten prosenchymatischer Natur.

Für die Gattung bezeichnend ist die Höhe der Abrißstelle; sie wird in Fig. *b* durch den \* angedeutet, bis dahin reicht mithin auch das Scheidchen, welches „von der zurückbleibenden Basis des Epigonialsackes geliefert“ (n. Engler-Prantl I, 3, S. 231), hier die Form einer langen Röhre, einer richtigen *vagina*, annimmt. Ein abgrenzender Unterschied ist an den Zellen der Rißzone nicht wahrnehmbar, sie sind alle zartwandig, mit plasmatischem Inhalt gefüllt, und nur einmal konnte ich Lücken im Gewebe der Außenschicht beobachten, die sich als Vorbereitung für die Absprengung deuten ließen; einen Anhalt bietet vorher nur die Gewißheit, daß der Riß sich oberhalb des behaarten Scheidchens vollzieht.

Die Bildung des Filzmantels, dem ähnliches nur die Kalyptra der australischen *Dawsonien*\*) zur Seite stellen kann, nimmt bereits ihren Anfang, sobald im Epigon die ersten Zellteilungen stattfinden. Zahlreiche Haare brechen rings in basipetaler Folge (V, S. 373) aus einem schmalen Gürtel hervor, der sich dauernd auf die Spitze der Haube beschränkt (Fig. *a*), während deren größter Teil kahl bleibt. Zunächst einzellig, zart und spärlich Chlorophyll führend, schlängeln sich einige davon bald aufwärts, gliedern sich durch Querwände, verdicken ihre Längswände und stellen dann, indem sie ihre Spitzen abwärts krümmen, das Wachstum ein; sie bilden einen Schopf, aus dessen Mitte das obere, unbehaarte Stück des Archegonbauches mit dem Stumpf des Halses hervorragt. Die Mehrzahl der Haare wendet sich aber abwärts; sie wachsen und

\*) Fig. 859 in V a bringt ein vortreffliches Bild des Haubenfilzes von *D. superba*.

wuchern so üppig, daß sie die eigentliche Haube binnen kurzem als dichter Behang weit überragen und damit dem Auge des Beschauers verbergen.

Betrachtet man eine Kalyptra dieser in Fig. *b* dargestellten Entwicklungsstufe näher, so unterscheidet man schon der Farbe nach drei Zonen: einen braunen Schopf, in der Mitte ein breites, blutrotes Band, darunter den grünen Grund. Der mittlere, bis zum \* reichende Streifen besteht aus mehreren, lockeren Lagen von Haaren (s. Querschnitt *c*), die in allen Schattierungen vom zartesten Violett zum dunkeln Purpur spielen. Die einzelnen Haare sind starre oder hin und her gebogene, aus kürzeren oder längeren Gliederzellen gebildete Fäden mit rechtwinkelig, seltener schräg eingesetzten Querwänden und glashellen, bis auf ein linienförmiges Lumen verdickten Längswänden; bald glatt, bald an den Zellenden knotig; manche ihrer ganzen Länge nach unverzweigt, andre gabelig oder hier und da mit kurzen Ästchen, die korkzieherähnlich oder nach Rankenart benachbarte Haare umklammernd, sich gegenseitig verknoten und verweben. Haben in diesem Abschnitt die Fäden nur noch den Wert mechanischer Elemente, so nehmen sie im unteren wieder meristematische Eigenschaften an, werden zartwandig, verbiegen sich an den Enden hakenförmig, rollen sich vielfältig in Schneckenwindungen ein, und in den kürzeren Zellen treten spärlich grüne Chromatophoren auf. Inzwischen hat sich der Vaginalteil des Epigons mit zahlreichen zarten, chlorophyllreichen Gliederhaaren bedeckt, manche einfach, andere fast fiederig verästelt, die aufwärts wachsen, einzelne bis in das violette Gebiet und dann ebenso gefärbt und dickwandig, mit der ausgesprochenen Neigung, am freien Ende in Krummstab- oder Spiralförmigkeit überzugehen. Sie begegnen auf ihrem Wege den ihnen von oben her entgegenstrebenden Fäden, die Haken und Schlingen beider Richtungen greifen hier und dort ineinander (s. Abb. 26, Fig. *h*, *k*), neue Ranken führen zu immer häufigeren Verschränkungen und Knotenbildungen und das Endergebnis ist ein schier unentwirrbares Geflecht, aus dem sich ganze Haare nicht unversehrt herauslösen lassen. Die Stufe einer Entwicklung, die man richtiger als Verwicklung bezeichnet.

Sobald von dem sich streckenden Sporogon die Haube abgesprengt ist, vermag auch der mit seinem Fadengewirr am Scheidchen haftende Filzmantel dem Zuge nicht länger zu widerstehen. Schlangengewindungen straffen sich, lockerere Schlingen werden gelöst und wo dies nicht gelingt, bersten die Fäden an ihrer schwächsten Stelle: einer dünnwandigen Trennzelle. So erklärt sich das Bild, welches die Kalyptra kurz nach dem Abreißen bietet: ein langsträhniges,

wie mit einem Striegel geglättetes, oft leicht gekrümmtes Hörnchen, dessen Rand von einem Geringel bleicher Locken umsäumt ist, dazwischen starr herabhängende, violette — bei *Pol. juniperinum* semmelblonde — Haare, die scharfkantig, mit einer zerrissenen (rhexolyt zerstörten) Zelle endigen.

Durch ihr Haarkleid übertrifft die Kalyptra der Widerthomose an Größe die Hauben aller einheimischen *Muscineen*; sie erreicht bei *Pol. commune* eine Länge bis zu 15 mm und geht meist bis weit unter die Kapsel hinab. Daß der Filzbehang trotz seiner Dichte dehnbar genug ist, um der Schwellung des Sporogons bis zur Reife sich anzupassen, ohne daß Blößen entstehen, lehrt die Erfahrung; dagegen tritt die eigentliche Haube an Umfang und damit an Bedeutung zurück; sie deckt als längs einseitig geschlitzte Kapuze (Fig. *g*) von der fertigen Kapsel nur einen winzigen Teil. Um so derber ist ihr Zellgerüst.

Nach dem ganzen Aufbau stellt sich uns die Haube von *Polytrichum* als ein Schutzorgan *καὶ ἰξοζῆν* dar. Trägt ihre dichte Behaarung in der Jugend dazu bei, die Wasserzufuhr zum Sporogon zu begünstigen, so kommt ihm später im weiteren Verlauf seiner Entwicklung, die sich vorwiegend in den Wintermonaten vollzieht, ihre Eigenschaft als schlechter Wärmeleiter ebenso zu statten, wie in der wärmeren Jahreszeit an freiliegenden Standorten als Wehr gegen Sonnenbrand.

W. Lorch hat in seiner biologischen Monographie der *Polytrichaceen* (XIII, S. 525 u. folgd.) auch deren Haube eine ausführliche Schilderung gewidmet, mit der sich obige, kurze Beschreibung in den wesentlichen Punkten deckt. L. bezeichnet die eigentliche Kalyptra als „innere“, den Filz als „Rhizoidenkalyptra“, da die Haarbildungen nach Gobel nichts anderes als Rhizoiden sind. Näheres muß in der Schrift selbst nachgelesen werden.

## 26. *Buxbaumia aphylla* L.

Lebensweise und Entwicklungsgang umgeben diese Gattung mit einer Fremdartigkeit, welche für den, der ihre Stammesgeschichte ergründen will, manches Rätsel birgt. Sind doch die männlichen Blüten in ihrer seltsamen Form und mikroskopischen Winzigkeit erst vor nicht gar langer Zeit richtig gedeutet worden; und denkt man beim Anblick des in Fig. *a* dargestellten Gebildes nicht eher an einen kleinen Pilz oder an den Sporophyten einer *Calypogeia*, als an ein vollständiges, aus Vegetationskörper, Seta und Sporogon bestehendes Moospflänzchen? Es zeigt uns die noch radiäre Kapsel

der *Buxbaumia* im Jugendzustande, völlig von der Haube umschlossen; diese hat bereits ihre volle Größe erreicht, die mit 1 mm Höhe etwa ein Drittel der ganzen Pflanze beträgt, ist stumpf kegelförmig, faltenlos und glatt, braun gefärbt und bisweilen etwas gekrümmt (Fig. b). Im Verhältnis zum ausgewachsenen Sporogon muß sie als klein bezeichnet werden, da sie kaum bis zum Deckelrande reicht; am Grunde ist die Kalyptra häufig mit einem kurzen Schlitz versehen und sie fällt vor der Reife ab.

Mit Ausnahme der den kurzen Stumpf des Archegoniumhalses umgebenden, durch Verdickungen mehr abgerundeten Zellen ist die ganze übrige Wand der Außenschicht aus Maschen gewebt, die in buntem Wechsel quadratische, kurzrechteckige, sechsseitige und

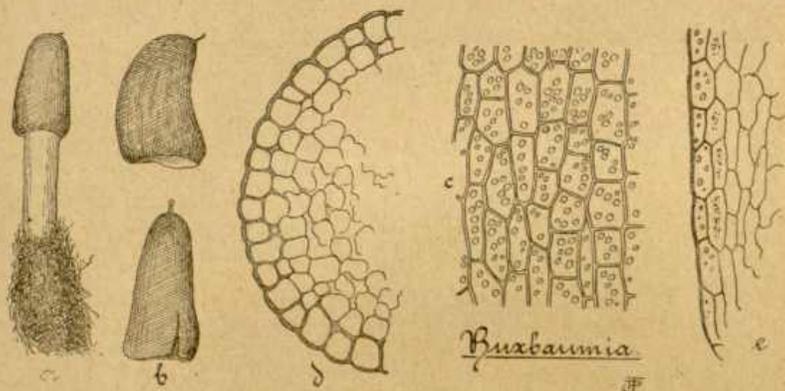


Abb. 28. *Buxbaumia aphylla* L.

a junges, fruchtendes Pflänzchen 10/1. b zwei abgefallene Hauben 15/1. c Zellnetz der Haubenmitte 225/1. d Stück eines Querschnitts durch den oberen Teil (Zellinhalt fortgelassen) 225/1. e radialer Längsschnitt durch den Haubengrund 225/1.

rhomboide Formen zeigen; alle umschließen in frischem Zustande reichlich große, runde Inhaltskörper. Sämtliche Wände sind braun gefärbt und erscheinen dadurch derb, doch ohne Verdickungsschichten (Fig. c). Die Längswände verlaufen von der Spitze bis zum Grunde in schwach gebrochenen Linien, so daß  $\pm$  deutliche, parallele Zellreihen entstehen.

Aus Querschnitten ergibt sich, daß am Aufbau der Kalyptra fünf Zellschichten beteiligt sind, von denen die inneren durch Verschleimung ihrer nur mäßig kollenchymatischen Wände nach und nach schwinden (Fig. d), bis schließlich an älteren Hauben nur noch die äußere Schicht mit Resten der angrenzenden inneren übrig bleibt. Derb ist eigentlich nur ihre Außenwand, doch so, daß das Lumen auch dieser Schicht dadurch nicht enger wird, als das der anliegenden.

27. *Diphyseium sessile* Lindbg.

Wie die Haube der *Buxbaumia* sich eng dem Deckel anschmiegt, so paßt sich auch die von *Diphyseium* dem ihrigen an, ist mithin spitz kegelförmig und erreicht diese Form lange bevor sie sich von dem Scheidchen löst (Fig. a). Da der Deckel in sie hineinwächst, sie ausfüllt und endlich emporhebt, ohne auf den unteren Teil einen stärkeren Druck auszuüben, so bleibt ihr Saum ungeschlitzt. Im übrigen ist sie glatt, nackt und reicht an der reifen Kapsel nur bis zur Mitte des Deckels, dem sie sich am Grunde dicht anschließt, sonst aber lose aufsitzt und daher leicht abfällt (Fig. b, c).

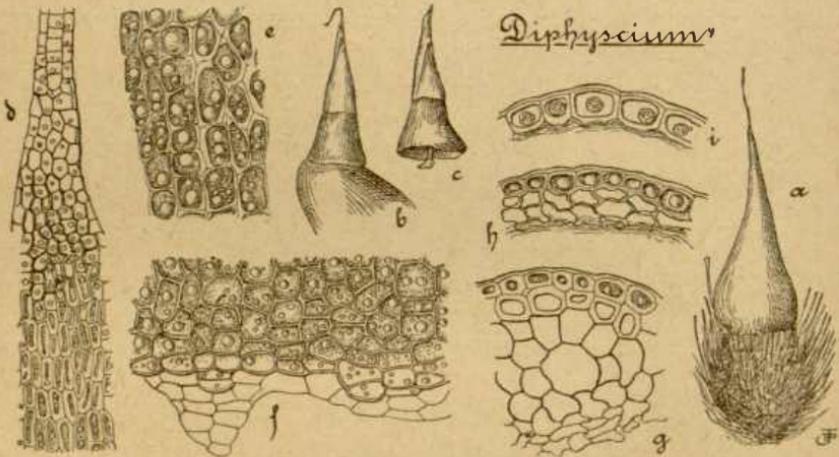


Abb. 29. *Diphyseium sessile* Lindbg.

a Stämmchen mit jungem Sporogon nach Entfernung der Blätter 20/1. b Spitze einer ausgewachsenen, noch grünen Kapsel mit Deckel und Haube 10/1. c abgefallener Deckel mit Haube 10/1. d Zellnetz der Spitze 200/1, e der Mitte 300/1, f der Rißzone 300/1, einer durch Druck abgesprengten Haube, wie a. g—i Teilquerschnitte, g durch den oberen, h den mittleren, i den unteren Teil; g einer jüngeren, noch nicht losgerissenen (a), h einer 2 Monate älteren (b), i einer längere Zeit aufbewahrten Kalyptra (c). g, i 300/1, h 225/1.

Die Kegelform bringt es mit sich, daß gestreckte Elemente, wie sie geschnäbelten Hauben eigen sind, hier, als entbehrlich für die Festigkeit des Gewebes, nur spärlich auftreten. Sie sind in jüngeren Hauben unterhalb der Spitze durch schmalere Zellen angedeutet, deren derbe Wände sich später fast bis zum Verschwinden des Lumens verdicken (Fig. d). Alle übrigen Zellen sind in der Flächenansicht kurz rechteckig oder rhomboidisch-abgerundet und bilden mit ihren stark verdickten, fast geschlängelt-verbogenen Längswänden mehr oder weniger deutliche, senkrechte Reihen; am Grunde kommen über der Abrißstelle auch querebreitere Formen vor (Fig. f).

Die Zahl der Zellagen beträgt in der noch mit dem Scheidchen zusammenhängenden Haube fünf bis sechs, im oberen Teil bis acht; auf Querschnitten durch diesen sieht man (Fig. *g*) eine durch tangentielle Teilung hier und da doppelschichtige, äußere Lage, sonst aber zwei stark verdickte Rindenschichten mit mäßig verengertem Lumen, drei bis fünf sehr lockere, dünnwandige Mittelschichten und eine bis zwei sehr zarte, kleinmaschige, schon in der Auflösung begriffene Innenschichten. Indem die letzten nach und nach abschmelzen, sinkt die Schichtenzahl auf zwei bis eine, und der dadurch entstandene Hohlraum erleichtert der Haube die Trennung vom Deckel; doch fällt sie häufig mit diesem gleichzeitig ab (Fig. *c*).

Keine andere Moosgattung weist einen derartigen Fettgehalt auf, wie *Diphyscium*; das Gewebe jüngerer Pflanzen strotzt förmlich davon. In der frischen Haube finden wir sämtliche Zellen der Rindenschicht mit größeren und kleineren Öltropfen angefüllt, von denen einzelne fast die Breite des Lumens erreichen<sup>1)</sup>; sie erhalten sich unvermindert bis zur Kapselreife und weisen sich als Öl durch starke Lichtbrechung und das Speicherungsvermögen für den roten Farbstoff der Alkannawurzel aus. Nach längerer Aufbewahrung sind sie noch als körnige Klümpchen vorhanden.

### 28. *Fontinalis antipyretica* L.

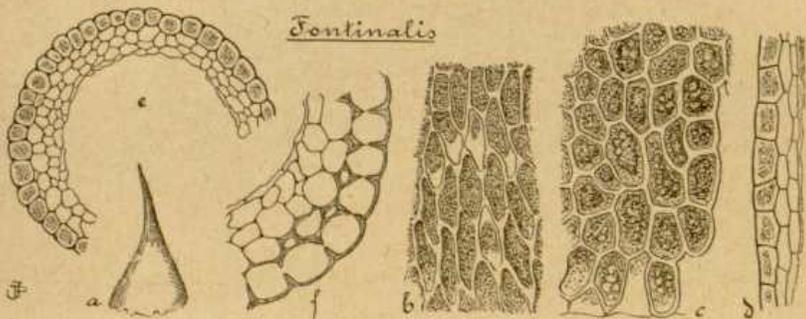


Abb. 30. *Fontinalis antipyretica* L.

*a* Haube 10/1. *b* Zellnetz der Spitze, *c* des Grundes 200/1. *d* Teil eines radialen Längsschnitts in der Höhe der Deckelspitze 200/1. *e* Teil eines Haubenquerschnitts 150/1. *f* Stück von *e* 300/1.

Das im Gebiet verbreitete, doch nicht überall fruchtende „Quellenmoos“ hat eine derbe, kegelförmige, in eine dünne Spitze ausgezogene und am Grunde zerfetzte Haube, die an unreifen Sporangien dem Deckel fest aufsitzt (Fig. *a*). Im Gegensatz zu *L. im-*

<sup>1)</sup> Nicht zu verwechseln mit den „Ölkörpern“ der Lebermoose.

prichts Angabe: „wenig unter den Deckel herabreichend“ fand ich an lebenden Pflanzen aus dem Mariental bei Eisenach, wo das Moos in jedem Frühjahr in einem kleinen Weiher mit Kapseln zu finden ist, daß sie den Deckelrand lange nicht erreicht.

Das Zellnetz der Außenschicht zeigt im Spitzenteil (Fig. *b*) derbwandige, vorwiegend rhomboidische Formen, die gegen den Grund in sechsseitige bis kurz rechteckige übergehen (Fig. *c*); ein körniger, geballter oder wolkiger Inhalt macht sie undurchsichtig-trüb. Aus Längsschnitten (Fig. *d*) ist ersichtlich, daß die Haube im mittleren Teil aus drei bis vier Schichten lockerer Zellen besteht, die von außen nach innen an Größe abnehmen. Die Unterschiede fallen deutlicher auf Querschnitten ins Auge (Fig. *e*), auch bemerkt man daran bei starker Vergrößerung durch tüpfelartige Verdünnungen unterbrochene Verdickungen der Radial- und inneren Tangentialwände (Fig. *f*) der Außenschicht, während die Zellwände der inneren Lagen dünn und nur in den Ecken schwach kollenchymatisch verdickt sind.

### 29. *Hookeria lucens* Sm.

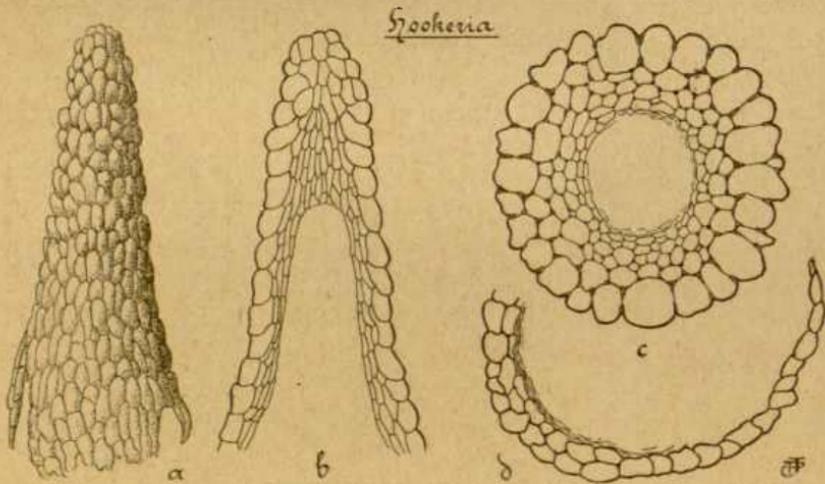


Abb. 31. *Hookeria lucens* Sm.

*a* abgefallene Haube 30/1. *b* Längsschnitt durch deren oberen Teil 45/1. *c* Querschnitt durch den mittleren Teil 120/1, *d* durch den geschlitzten Grund 70/1.

Das in der äußeren Gestalt typische Archegon dieses prächtigen Schattenmooses schwillt nach der Befruchtung zu einem eiförmigen, von dem nur vier bis fünf Stockwerke hohen Hals gekrönten Körper an, auf dessen Außenwänden zunächst blasige Auftreibungen, später größere, schon mit einer guten Lupe erkennbare Pusteln erscheinen. Im Verlauf der weiteren Entwicklung bildet sich die Haube zu

einem schlanken, oben abgerundeten, bleichgrünen Kegel von mattem Glanze aus, einer Beschaffenheit, die sie mit der ganzen Pflanze teilt und gleich dieser der Größe und starken Wölbung ihrer Zellen verdankt. Deren Wände sind weder papillös noch mamillös, ebenso wenig wie die der Blattzellen; sie blähen sich vielmehr aufwärts (Fig. *a*) und liegen im Spätherbst wie Tauperlen auf dem jungen Sporogon, in ihrer Gesamtheit einen nicht zu unterschätzenden Wasservorrat speichernd.

Diesem den bisher besprochenen Beispielen fremden Äußeren entspricht ein ebenso abweichender, innerer Bau; er läßt sich nur mit dem von *Fontinalis* vergleichen. Der Längsschnitt *b* zeigt uns, je nach der Höhenlage, zwei bis vier engzellige, zartwandige Innenschichten, umgeben von den großen, aufgeblasenen, ebenfalls dünnwandigen Zellen der Rindenschicht. Ein Querschnitt (Fig. *c*) läßt die Verhältnisse dieser Zellagen, deren man in der Haube eines unreifen Sporogons fünf bis sieben im mittleren, zwei bis drei im unteren, geschlitzten Teil (Fig. *d*) zählt, deutlicher erkennen und bringt zugleich schwache Eckverdickungen und getüpfelte Radialwände zur Anschauung. Mangels einer vorgebildeten Rißzone spaltet sich die Kalyptra am Grunde in unregelmäßige Lappen.

Hy's Angabe, daß ihm „die Haube von *Pterygophyllum* keine Spur von verdickten Wänden (aucune trace de membranes épaissies) gezeigt hat,“ stimmt in diesem Punkte mit meiner Beobachtung nicht überein. Vielleicht hat er, was seine vorzügliche Abbildung wahrscheinlich macht, ein jüngeres Epigonalgewebe vor Augen gehabt; das wäre dann ein Beweis dafür, daß die Verdickungen sich erst kurz vor oder nach dem Abreißen der Kalyptra bilden.

### 30. *Brachythecium rutabulum* Br. eur.

Die weißglänzende, kapuzenförmige Haube ist lang geschnäbelt und reicht bis zur Kapselmitte (Fig. *a*). Ihr Zellnetz webt sich in der Spitze aus lang rechteckigen, vielfach prosenchymatisch ineinander geschobenen Maschen und ist am Grunde wesentlich das gleiche, nur sind hier die Wände weniger verdickt und spärlicher getüpfelt, als oben. Das innere Gewebe ist im durchfallenden Licht nicht erkennbar. Die Längswände verlaufen nur auf kurze Strecken in ungebrochenen Linien; längere Streifen gleichlaufender Zellreihen sind dadurch ausgeschlossen.

Ihre derbe Beschaffenheit verdankt die Kalyptra den vier bis fünf Schichten rings stark verdickter, großlumiger Zellen, die auf

Querschnitten des Spitzenteils rundlich und annähernd gleich groß oder doch nur von eingestreuten, kleineren unterbrochen, weiter abwärts mehr tangential gestreckt sind. Eine deutlich abgegrenzte Rindenschicht aus dickwandigen, verengerten Formen ist erst in

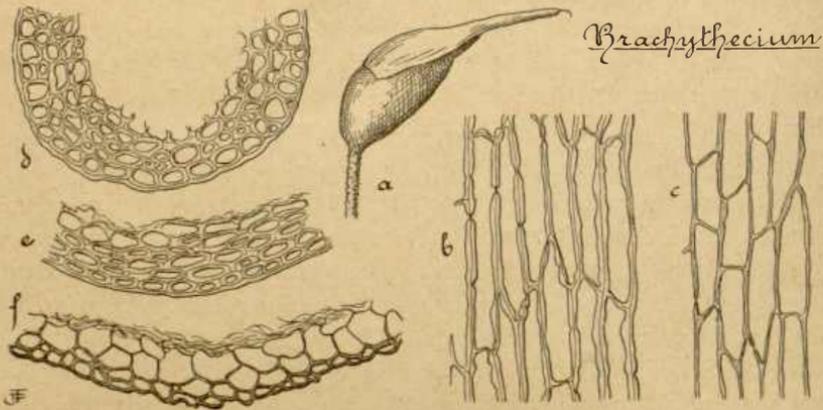


Abb. 32. *Brachythecium rutabulum* Br. eur.

a ausgewachsene, noch grüne Kapsel mit Haube 8/1. b Zellnetz des Haubenschnabels, c des Grundes 300/1. d—f Teilquerschnitte: d durch den Schnabel, 200/1, e durch den oberen, f durch den unteren, geschlitzten Teil 300/1.

der Nähe des zwei- bis dreischichtigen Grundes vorhanden (Fig. f), auch fallen in dieser Zone die Innenzellen durch Größe und mehr oder weniger verbogene Wände auf.

### 31. *Hypnum palustre* Huds.

Zur Untersuchung dienten Hauben von jungen, noch unverdickten Sporogonen; die Räschen waren im Juni 1900 von mir auf feuchtem Waldboden am Achensee gesammelt.

Die leicht gekrümmte, röhrig-kegelförmige, an der Spitze abgestumpfte Kalyptra zeigt nach dem Abfallen einen bis weit über die Mitte reichenden Schlitz und ist im unteren Stück durch einzelne Zellreihen, die sich ein wenig über die benachbarten erheben, mehr oder weniger deutlich längsstreifig. Im Flächenbilde erscheint das Netz der Spitze aus länglich rechteckigen Maschen mit dicken, reich getüpfelten Wänden gewebt; in der Mitte verlängern sie sich zum Teil erheblich und gegen den Grund nimmt Dicke und Tüpfelung der Wände ab. Deutlich schimmert das lockere Parenchymgewebe der inneren Schicht durch (Fig. b). Die Zellreihen werden durch prosenchymatische Zuspitzungen vielfach unterbrochen, verlaufen daher nur auf kürzere Strecken parallel. Querschnitte lassen im

Röhrenteil vier bis fünf Schichten erkennen (Fig. *d*); die Zellen der äußeren sind englumig und rings verdickt, die der inneren bedeutend größer mit mehr eckigen Umrissen. Weiter abwärts erinnern die Verhältnisse an die von *Funaria*; die Außenschicht ist zwar nicht ganz so scharf abgesetzt, wie dort, aber in der Nähe des Grundes doch infolge Auflösung der inneren Wände bogig gezackt und das Lumen ritzenförmig verengert (Fig. *e*, *h*). Im unteren Abschnitt macht sich eine deutliche Neigung der Kalyptra zur Kantenbildung bemerkbar; sie fällt in dem durch Fig. *e* dargestellten Beispiel durch

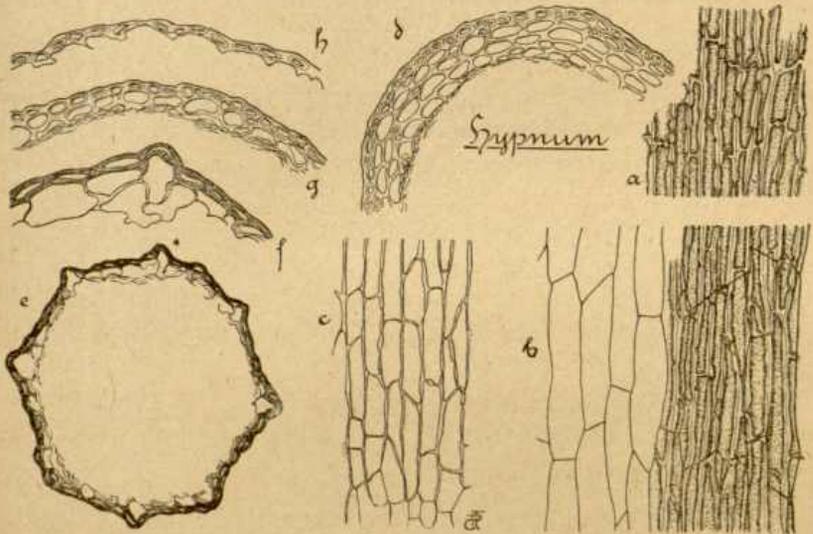


Abb. 33. *Hypnum palustre* Huds.

a—c Zellnetz; a der Haubenspitze, b des unteren Teils (rechts beide Schichten, links nur die innere gezeichnet), c des Grundes 200/1. d, g, h Teilquerschnitte von der Mitte abwärts 200/1. e Querschnitt oberhalb des Grundes 200/1. f Die Zellgruppe unter dem \* bei e 300/1.

acht Vorsprünge auf, die ihre Entstehung ebenso vielen größeren, nach außen vorgeschobenen Zellen der Innenschicht verdanken (Fig. *f*), und zugleich die Erklärung für die vorhin erwähnten Längsstreifen geben.

Dürfen wir, nachdem mit *Hypnum* eine der letzten Gattungen in der systematischen Reihenfolge erreicht ist, unsere Haubemusterung abschließen und wie lautet dann deren Ergebnis?

Über die äußere Gestaltung der Kalyptra wurde in einem besonderen Abschnitt des allgemeinen Teils das Bekannte mit-

geteilt; diesen älteren Beobachtungen konnte kaum Neues hinzugefügt werden. Was dagegen über ihre inneren Einrichtungen ermittelt und in den Einzelbeschreibungen niedergelegt ist, bildet eine endgültige Bestätigung der von namhaften Bryologen wiederholt ausgesprochenen Behauptung, daß hierin die Haube Vergleiche mit andern Organen der Moospflanze nicht zu scheuen brauche. War man bisher über kurze Andeutungen dieser Art nicht hinausgekommen, so stand es mit bildlichen Erläuterungen erst recht kümmerlich; ich fand nur je ein Querschnittsbild bei Hy und Engler-Prantl, zwei bei Zielinski; Abbildungen des Zellnetzes sind mir noch nirgend begegnet.

Wenn nun auch aus der Zahl der beschriebenen Haubengerüste einzelne Formen von besonderer Eigenart sich bereits deutlich genug herausheben, um als Mittelpunkte für kleinere Kreise mit gemeinsamen Merkmalen angesprochen zu werden, so erschien der verarbeitete Stoff doch nicht umfangreich genug, um die aus ihm entnommenen Stichproben maßgebend für die Zwecke der Systematik zu verwenden. Wichtige Moosgruppen blieben noch unberücksichtigt; es wurde deshalb eine zweite Beobachtungsreihe mit erweiterter Liste in Angriff genommen, um das Versäumte nachzuholen.

#### Fortsetzung der Einzelbeschreibungen.

##### 32. *Sphagnum cymbifolium* Ehrh.

An der Bildung der Torfmooshaube beteiligt sich nach Hy (IV) das Archegon nur in bescheidenem Umfange; außer dem Scheidchen geht der die Kapsel umschließende, bauchige Teil des Epigons, also die eigentliche Kalyptra, durch Zuwachs aus dem Blütenboden hervor. Sie folgt der Dehnung des Sporogons, das sie bis zur Sporensreife gänzlich umhüllt, wird von ihm aber nicht emporgehoben, sondern bleibt an seinem Grunde haften; als eng anliegende, zarte und hyaline Haut ragt sie nach der Entdeckung oft bis über die Mündung hinaus. Eine Trennzone fehlt; der Haubenrand zerreißt deshalb in unregelmäßige Fetzen. Das einschichtige Gewebe besteht aus dünnwandigen, infolge des inneren Druckes, wie Längsschnitte zeigen, stark verflochten, englumigen Parenchymzellen mit sechsseitiger Grundfläche, die meisten so lang oder wenig länger als breit und nur am untersten Grunde der Rautenform genähert. Von einer inneren Zellschicht, wie sie bei *Archidium* angedeutet ist, findet sich hier, der Entstehung gemäß, keine Spur (vergl. Abb. 4, g);

daher ist *Limpricht's* Fig. 49 (nach *Schimper*) ungenau; eine die Verhältnisse richtig wiedergebende findet sich in *Engler-Prantl* I, 3, I. Fig. 137 H.

### 33. *Hymenostylium curvirostre* Mitt.

Die weißglänzende Haube ist kappenförmig, bis zum Schnabel einseitig geschlitzt. Das Zellnetz gleichmäßig derbwandig, ohne Tüpfel. Zellen der Spitze sehr verschieden, vorwiegend länglich rechteckig, in der Mitte linear, am bleichen Grunde lockerer und kürzer. Querwände meist rechtwinklig eingesetzt; Längswände in der unteren Hälfte parallel, daher die Haube gestreift. Das innere Gewebe schimmert nicht durch. Querschnitt: Im Spitzenteil drei Schichten stark verdickter Zellen, die der äußeren, ovallumigen decken zu zwei je eine der querbreiteren inneren. Am Grunde nur eine Schicht mit ritzenförmigem Lumen und sehr dicker Außenwand.

### 34. *Pleuroweisia Schliephackei* Limpr.

Die kappenförmige Haube ist weißglänzend, lang und dünn geschnäbelt, tief einseitig geschlitzt und haftet fest am Deckel. Zellnetz durchweg mit stark und gleichmäßig verdickten Wänden und scharf gezeichneter Mittelplatte. Zellen der Spitze oval bis linear, am Grunde abgerundet länglich rechteckig. Längswände in  $\pm$  ausgeprägten Parallelen. Das durchschimmernde Innengewebe lockerer. Querschnitt: Im Spitzenteil drei bis vier Schichten, Zellen fast gleichgroß, ovallumig, stark verdickt. Außenwand am einschichtigen Grunde dicker, als das Lumen, so daß dessen Oval dicht an die Innenseite gerückt wird. Zellen der äußeren Lage halb so breit, als die der bogig gezackten Innenschicht.

### 35—37. *Weisiaeae*.

Die Hauben von *Weisia viridula* und *Eucladium* haben das gleiche Zellnetz wie die von *Pleuroweisia*; die Haube von *Oreas Martiana* steht ihnen im Bau näher, als der folgenden Gattung.

### 38. *Dicranoweisia cirrata* Br. eur.

Die Verwandtschaft der Pflanze mit der folgenden — in *Schimper's* Synopsis von 1876 noch *Dicranoweisia Bruntoni* genannt — kommt in der Haube ausgezeichnet zur Geltung. Das Zellnetz des Flächenbildes und des Querschnitts ist bei *Dicr. cirrata* weniger engmaschig, sonst kaum verschieden; sehr deutlich tritt die Längsstreifung hervor, und jüngere Hauben zeigen im unteren

Teil einen fünfkantigen Grundriß, dessen Kanten, wie in anderen Fällen, durch größere, lockerere, radial gedehnte Innenzellen gekennzeichnet werden.

#### 39. *Oreoweisia Bruntoni* Milde.

Haube kappenförmig, glänzend, tief einseitig geschlitzt. Was das Zellnetz der Außenschicht nach Form und seinem Verhältnis zur durchscheinenden Innenschicht erwarten läßt, wird durch Querschnitte bestätigt: Diese Kalyptra ist, von den Wimpern abgesehen, genau nach dem Vorbilde von *Campylopus* gebaut. Die Zellen der englumigen Rindenschicht sind bis fünfmal schmaler, als die der sehr lockeren Innenschicht.

#### 40. *Dicranella heteromalla* Sch.

Das Zellnetz zeigt derb- und glattwandige, länglich rechteckige Formen und läßt trotz körnig-trüben Inhalts deutlich die Gewebe der Innenschichten durchschimmern, deren Maschen doppelt so breit sind. Querschnitt: Im oberen  $\frac{2}{3}$  drei groß- und ovallumige, sehr dickwandige Schichten, die Zellen der äußeren kleiner; im unteren Drittel zwei Lagen mit großem, eckigem Lumen.

#### 41. *Dicranodontium longirostre* Schimp.

Die Zellen des Spitzenteils sind länglich rechteckig bis linear, in der Mitte länger und breiter, am Grunde wieder kürzer, alle mit gerundeten Enden. Längswände nur in der Spitze spärlich getüpfelt, verbogen, dadurch in ihrem Verlauf geschlängelt, bilden aber doch deutliche Parallelstreifen. Die Zellen sind leer und lassen das innere Gewebe deutlich erkennen. Querschnitt: Im Spitzenteil eine rund- und englumige Rindenschicht, drei bis vier dickwandige Innenschichten mit viel größeren, rund- bis ovallumigen Zellen. Im unteren Röhrenteil diese Unterschiede schärfer ausgeprägt. Am Grunde: eine kleinzellige, englumige Außenschicht, scharf abgesetzt gegen die lockere Innenschicht, deren dünnwandige, große Zellen durch je drei der äußeren gedeckt werden.

Die Haube von *Dicr. circinatum* Sch. hat den gleichen Bau, ist nur am Grunde derbwandiger und kurz gewimpert.

#### 42. *Trematodon ambiguus* Hornsch.

Die junge Kalyptra hält in der Form die Mitte zwischen der Funaria- und der Campylopushaube; sie ist mit einem stattlichen Wassersack ausgerüstet und hängt nach dem Abreißen lose als dicke Spindel über dem noch unverdickten Sporogon; später ist sie auf-

geblasen kappenförmig, einseitig geschlitzt, oft noch am Grunde in mehrere Lappen gespalten, weißlich glänzend und ausgezeichnet längsstreifig. Das Zellnetz des Schnabels webt sich aus derbwandigen, rhomboidischen und linearischen Maschen, prosenchymatischen mit parenchymatischen gemischt; sie sind abwärts im bauchigen Teil sehr locker und lichtdurchlässig. Das Flächenbild zeigt hier in scharf geprägten Linien zwei Lagen länglich rechteckiger bis schmal sechsseitiger, dünnwandiger Zellen, darüber zeichnet sich, gleich einem zarten Schleier, die Außenschicht; ihre halb so breiten, länglich rechteckigen Maschen mit ungleichmäßig verdickten Längswänden und vielfach prosenchymatisch zugespitzten Enden sind nur stellenweise und bei günstiger Beleuchtung, deutlicher nach dem Färben erkennbar — ein Bild, wie es ähnlich ältere *Funaria*hauben bieten. Die Erklärung ergibt sich aus Querschnitten; sie zeigen, daß der Anlage nach drei Schichten tangential stark verflachter Zellen vorhanden waren, von denen schon im Spitzenteil die Lumina bis auf einen engen Schlitz geschwunden sind; weiter abwärts führt die Verdickung zu Verzerrungen der Maschen, während die Außenschicht engzelliger und hyalin mit strichförmigem Lumen wird. Am untersten Grunde besteht die Haubenwand streckenweise ganz aus solchen ausgebleichten, starkgewölbten Zellen mit strich- bis punktförmigem oder durch Einfallen der Außenwand freigelegtem Lumen. Hierin erinnert die Haube an die von *Voitia*.

#### 43. *Fissidens bryoides* Hedw.

Haube kappenförmig, einseitig tief geschlitzt. Zellnetz dem von *Conomitrium* nach Form und Größe der Maschen sehr ähnlich. Querschnitt: Eine derbwandige, nicht englumige Außenschicht, eine innere mit dünnwandigen, tangential gestreckten Zellen. Hält die Mitte zwischen der Haube von *Conomitrium* und der durch drei bis vier stark verdickte Schichten ausgezeichneten von *Fissidens taxifolius*.

#### 44. *Blindia acuta* Br. eur.

Ungeschlitzte Hauben von ganz jungen, unverdickten Sporangien, bei Pontresina in 2200 m Höhe an triefenden Felsen gesammelt, kamen zur Untersuchung.

Das durchweg sehr derbwandige Zellnetz ist im Spitzenteil aus kleinen Zellen mit engem, länglich rechteckigem, abgerundetem Lumen, abwechselnd mit linearen und rhomboidischen, gewebt, unter denen die kurz sechsseitigen Maschen des lockeren Innengewebes durchschimmern. Abwärts sind die Zellen größer und sehr

unregelmäßig; ihre derben, verbogenen Längswände verlaufen ungetüpfelt als Zickzacklinien. Das untere Drittel der Haube ist durch acht Rippen, die von  $\pm$  prosenchymatischen, langen, dunkler gefärbten Zellen gebildet werden, längsgestreift. Der Querschnitt zeigt nur dickwandige Gewebe: im drei- bis vierschichtigen Spitzenteil die Außenzellen sehr klein und englumig, in der Mitte die der Innenschicht doppelt so breit. Der achteckige Teil zwei- bis einschichtig, die Zellen mit stark gewölbter, das ovale Lumen an Dicke oft überragender Außenwand, dazwischen die als grobe Papillen vortretenden Pfeiler der Radialwände, wodurch der äußere Umriß gekerbt erscheint. Die den Rippen entsprechenden Ecken werden durch Gruppen radial gestreckter Zellen versteift.

#### 45. *Campylostelium saxicola* Br. eur.

Die winzige Haube ist mützenförmig, lang und fein geschnäbelt, fünfklappig. Ihr Zellnetz gleicht dem von *Dicranella*, doch sind die Maschen hier entsprechend enger und kürzer, die der durchschimmernden Innenschicht locker, dünnwandig und doppelt so breit, wie die der äußeren, mit hellgrünen Chromatophoren gefüllten.

#### 46. *Ceratodon purpureus* Brid.

Die kappenförmige Haube reicht bis zur Kapselmitte und erscheint infolge der zu regelmäßigen Reihen geordneten Zellen im durchfallenden Licht längsstreifig. Das Maschenwerk ist dem von *Funaria* sehr ähnlich: länglich rechteckige Formen mit körnigem Inhalt, von fast geradlinig verlaufenden, im Schnabel unmerklich nach links aufsteigenden Längswänden begleitet, deren Verdickungsstreifen sich hier aber nicht gegen den Haubengrund verschmälern. Tüpfel fehlen. Querschnitt: Im Röhrenteil drei Schichten derb- und braunwandiger, groß- und ovallumiger Zellen von gleicher Größe; im geschlitzten Teil eine derbwandige Außenschicht mit spindelförmigem bis schmal ovalem Lumen, darunter eine innere, deren freie Wände zart und in Auflösung begriffen, deren kräftigere Radialwände sehr regelmäßig auf die Mitte der Außenzellen gestellt sind; am Grunde bleiben nur die letzten erhalten und hängen streckenweise bloß durch die beiderseits freiliegenden Verdickungsstreifen kettenartig zusammen. Die Pfeilerreste geben eine zackig-papillöse, innere Umrißlinie.

#### 47. *Didymodon rubellus* Br. eur.

Als nadelfeine Röhre erscheint die Haube auf gestreckter Sete, durch in steilen Windungen nach links (1 bis  $1\frac{1}{2}$  Umläufe) auf-

steigende Zellreihen zart gestreift; später ist sie kappenförmig, einseitig tief geschlitzt, flüchtig. Zellen der Spitze quadratisch und querbreiter, dickwandig; darunter rektangulär bis rhomboidisch, gegen den Grund lockerer, lang rechteckig bis linear. Längswände ohne Tüpfel, dünn oder schwach und ungleichmäßig verdickt, abwärts kräftiger, am untersten Grunde wieder zart; sie verlaufen in geschlängelten, deutlichen Parallelen. Querschnitt: Im Röhrenteil drei Schichten fast gleichgroßer, derbwandiger Zellen mit schmal ovalen Höhlen; am Grunde eine dickwandige Außenschicht mit ovalen Höhlen, darunter eine lockere, dünnwandige, in der Auflösung begriffene Innenschicht, deren Zellen durchschnittlich etwas breiter sind, als die der äußeren.

#### 48. *Crossidium squamigerum* Jur.

Die junge Haube baucht sich am Grunde zu einem schwächtigen Wassersack aus, umgibt später die Seta stulpenartig, ist oberwärts dunkelbraun, nach dem Abreißen am  $\pm$  zerschlissenen Grunde ausgebleicht, durch erhöhte Zellreihen dunkler gestreift bis kantig. Das Zellnetz besteht in der Spitze aus sehr kleinen, rundlichen bis kurz rechteckigen, in der Mitte und am Grunde aus viel größeren, ziemlich regelmäßigen, länglich rechteckigen Maschen. Die rechtwinklig eingesetzten Querwände sind dünn, die in deutlichen Parallelen verlaufenden Längswände durchweg sehr derb, ungetüpfelt, mit klar gezeichneter Mittelplatte. Im Bauchteil schimmern die doppelt so breiten Maschen der Innenschicht schwach durch. Ein heller Fleck am unteren Ende jeder Außenzelle deutet auf eine Wandverdünnung. Querschnitt: Im 2- bis 3schichtigen Röhrenteil äußerst dickwandige, von innen nach außen an Größe abnehmende Zellen mit engem, verzerrtem, in der Mittelschicht oft sternförmigem Lumen. Im bauchigen Teil eine sehr englumige Rindenschicht mit stark verdickten, vorgewölbten Außenwänden, scharf abgesetzt gegen die viel größeren, lockeren, runden Zellen der Innenschicht, deren Wände in jüngeren Hauben dünn, in älteren gleichmäßig derb sind; am Grunde schwindet diese Lage und es bleibt nur die äußere übrig.

#### 49. *Dialytrichia Brébissoni* (Brid.).

Die vor der Abspregung spindelförmige, abwärts in einen schwächtigen Wassersack übergehende Haube ist später kappenförmig, einseitig geschlitzt. Das Flächenbild zeigt nur an ganz jungen Formen, und auch da nur stellenweise klare Verhältnisse, ist im übrigen infolge der Durchsichtigkeit der Zellwände sehr ver-

worren. Im mittleren Teil ähnelt es dem von *Tortula*; über dem lockeren Parenchym der Innenschicht liegen viel kürzere und nur halb so breite Zellen in verschiedensten Formen, durch hellere, verbogene, ungleichmäßig verdickte Längswände zu deutlichen Reihen geordnet. Querschnitt: In der Spitze drei dickwandige, englumige Schichten, im unteren Röhrenteil ebensoviele Lagen dickwandiger Zellen mit eckig-ovaler Höhle, davon die äußere viel engzelliger, hier und da — in den Winkeln — noch tangential geteilt. Abwärts werden die Größenunterschiede erheblicher; im zweischichtigen Bauchteil sind die Innenzellen locker, rund und dünnwandig, die der Rindenschicht  $\frac{1}{2}$  bis  $\frac{1}{3}$  so breit, dickwandig und englumig. Am Grunde bleibt diese allein übrig.

#### 50. *Cinclidotus fontinaloides* P. B.

Die spitz kegel-kappenförmige, am Grunde mehrlappige Haube ist einseitig tief geschlitzt und reicht bis weit unter den Deckel. Zellen im geschlitzten Teil schmal rechteckig, mit derben, ungetüpfelten Wänden, die der durchschimmernden Innenschicht mehr als doppelt so breit. Längswände in verbogenen Parallelen, Querwände vielfach schief gestellt. Querschnitt: Im Röhrenteil eine dickwandige, ovallumige Rindenschicht, zwei bis drei Lagen derbwandiger, gleichgroßer, länglich hexagonaler Innenzellen. Am Grunde die Außenschicht stärker differenziert; zwei bis drei ihrer englumigen, oft tangential geteilten Zellen decken je eine der lockeren, dünnwandigen Innenschicht.

#### 51. *Hedwigia albicans* Lindb.

Die kegelförmige, später durch einen kurzen Riß einseitig gespaltene, braune Kalyptra steht in keinem rechten Größenverhältnis zum Sporogon; sie ist, ohne den langen Archegonhals, nur 0,6 bis 0,9 mm hoch. Da ihr der flache Deckel keinen Halt bietet, so fällt sie leicht ab, bleibt aber häufig zwischen den langen, gezähnten Wimpern der Perichätialblätter hängen, zwischen denen sich die gleichgestalteten, einzellreihigen Haare verfangen, die von ihrer Oberfläche ausgehen. Die Glieder dieser mehr oder weniger spärlich auftretenden Auswüchse laufen in lange Zähne aus, die wie Widerhaken wirken und sich der Flucht der Haube „in die Öffentlichkeit“ hemmend entgegenstemmen.

Das Zellnetz besteht im Spitzenteil aus kürzeren, in der Mitte aus länglich sechsseitigen Formen, denen sich am Grunde auch querbreite beimischen, ohne jede Reihenbildung. Die Wände sind durchweg derb, doch ungetüpfelt. Der am Grunde älterer Hauben

fünfkantige Querschnitt zeigt: im oberen Teil zwei lockere Schichten hexagonaler, gleichgroßer, weitleumiger Zellen, die der äußeren mit derberen Wänden, besonders an der Außenseite; die inneren dünnwandig, von einer dritten Innenschicht nur Reste. Abwärts grenzen sich die beiden Lagen ganz auffallend gegeneinander ab; die Zellen der inneren haben dünne, geschlängelte Wände und sind um so viel größer, daß sie von drei bis fünf Außenzellen gedeckt werden; diese wölben sich stark vor, einzelne sacken sich zu Gliederhaaren aus. Gestreckte Elemente, enge Zellhöhlen und Wandverdickungen fehlen gänzlich. Für einen Bewohner trockner, sonniger Standorte ein höchst merkwürdiges Haubengerüst!

#### 52—54. *Splachnaceae*.

*Tayloria splachnoides* Hook. Die junge Haube hat die Gestalt einer schlanken, am Grunde gestutzten Spindel; in fertigem Zustande ist sie bauchig-kegelförmig, dick und schief geschnäbelt, unterhalb des größten Umfanges rings tief eingeschnürt und bis zum Grunde verengert, durch einen breiten Schlitz tief einseitig gespalten. Das Zellnetz ist aus länglich rechteckigen, unterhalb des Knicks aus linearen Maschen mit dünnen, rechtwinklig eingesetzten Querwänden gewebt; die Längswände sind stark und etwas ungleichmäßig verdickt, ohne Tüpfel und verlaufen in deutlichen Parallelen. Querschnitt: Im Spitzenteil drei Schichten fast gleichgroßer, gleichmäßig verdickter Zellen mit schmal ovaler bis ritzenförmiger Höhle, im geschlitzten Teil zwei bis drei Lagen lockerer Zellen mit viel größerem, ovalem Lumen, am zweischichtigen Grunde die Außenschicht sehr eng- und kleinzellig, scharf abgesetzt gegen die lockeren, zwei- bis dreimal breiteren Zellen der Innenschicht, deren dünne, verbogene Wände durch die Reste der drittinneren Lage papillös gesäumt erscheinen.

*Splachnum sphaericum* Swartz. Die kegelförmige Kalyptra ist mehrlappig oder einseitig tief geschlitzt, ohne Einschnürung. Das Zellnetz gleicht dem von *Tayloria*. Der Querschnitt ist von der Spitze herab drei-, zwei-, einschichtig; die Zellen sämtlich dickwandig, oben fast quadratisch bis radial gestreckt, in der Mitte die der Außenschicht mit runden, die der inneren mit ovalen Höhlen und  $\pm$  aufgelösten Innenwänden, die des einschichtigen Grundes stark tangential gestreckt.

*Tetraplodon angustus* Br. eur. Die kegel-kappenförmige Haube unterscheidet sich im anatomischen Bau nicht von denen der beiden vorigen; die Längswände der Außenschicht sind

stark verdickt, mit heller Mittelplatte, dabei so durchscheinend, daß ihre Form (an Herbarpflanzen aus Kongsvold, Dovre) nur durch Färbung deutlich gemacht werden konnte. Hierbei blieben die oberen und unteren Zellecken schwächer oder ungefärbt, was auf Wandverdünnungen schließen läßt. Das lockere Netz der Innenschicht tritt scharf und deutlich hervor.

#### 55. *Discelium nudum* Brid.

Limpricht's Angabe „Fast wie bei *Voitia*“ trifft nur für die äußere Gestalt der Haube zu, im inneren Bau ist keine Ähnlichkeit vorhanden. Das Zellnetz besteht in der Spitze aus sechsseitigen Maschen, die zu oberst so lang, abwärts länger als breit, in der Mitte lang rechteckig bis linear und vielfach prosenchymatisch zugespitzt sind. Am Grunde finden sich quadratische, querbreite und rhomboidische Formen gemischt und hier sind alle Wände dünn, was im oberen Teil nur für die vorwiegend rechtwinklig eingesetzten Querwände gilt. Die Längswände sind gleichmäßig, in der Spitze am stärksten verdickt, durchweg ohne Tüpfel und verlaufen in gebrochenen Linien. Das Parenchym des lockeren Innengewebes schimmert durch. Querschnitt: Im Röhrenteil zwei dickwandige Lagen, die Zellen der äußeren mit großer, rundlicher oder breit ovaler, die der inneren mit schmal ovaler Höhle, doppelt so breit, als die der Außenschicht. Weiter abwärts bleiben die Größenverhältnisse sich gleich, doch wird die innere Lage zartwandig, die äußere, derbere durch papillenartig vortretende Pfeiler abwechselnd gröber und feiner gekerbt. Der unterste Grund durch Auflösung der zarten Innenwände einschichtig.

#### 56. *Webera nutans* Hedw.

Die Kalyptra gleicht, was Gestalt und Flüchtigkeit anbetrifft, der von *Bryum argenteum*. Ist aber schon ein deutlicher Unterschied im Flächenbilde des Zellnetzes wahrnehmbar, der bei den nämlichen Formen hier schmalere Maschen aufweist — ein Merkmal, das ja auch im Blattnetz der beiden Gattungen von ausschlaggebender Bedeutung ist —, so bekundet er sich im Querschnitt noch auffallender. Der Weberahaube geht das lockere Gefüge ab; im Röhrenteil finden wir vier Lagen hexagonaler, bis auf ein schmal ovales oder schlitzförmiges Lumen verdickter Zellen, davon die der äußeren am engsten; ihre Zahl vermindert sich nach und nach bis zum Grunde, dessen einschichtiges, bogig gezacktes Band nur noch ritzenförmige Zellhöhlen zeigt.

57. *Catoseopium nigratum* Brid.

Die in der Jugend fast nadelförmige Haube ist nur 1,6 mm lang, ohne jede Erweiterung; sie läßt später durch einen einseitigen Schlitz die Kapsel austreten und bleibt zuweilen noch stulpenartig an der Seta hängen. Die in der unteren Hälfte, und nur hier als gekreuzte Linien im durchfallenden Licht sichtbare, steil nach links (in  $\frac{1}{2}$  Umlauf) aufsteigenden Zellreihen bestehen aus länglich rechteckigen Formen. Die Längswände, deren Mittelplatte als heller Streifen hervortritt, verlaufen in nur wenig unterbrochenen Parallelen; die Querwände sind fast ohne Ausnahme rechtwinklig eingesetzt. Unter der Spitze finden wir die Maschen etwas kürzer, ebenso am Grunde. Querschnitt: Im Spitzenteil drei Lagen dickwandiger, tangential gestreckter, fast gleichgroßer oder in der Außenschicht wenig weiterer Zellen, eine vierte Innenschicht in der Auflösung begriffen. Höhlen schmal oval. Am Grunde eine Lage großlumiger Zellen. Die Außenwand der Rindenschicht ist durchweg derb, an Maschen älterer Hauben eingefallen.

58. *Aulacomnium palustre* Schwägr.

Die junge Haube ist schmal walzenförmig, ohne Spur einer Ausbauchung; ein kurzer Schlitz spaltet sie später einseitig. Zellnetz: In der Spitze rundliche, ovale und rhombische, dickwandige Maschen, in der Mitte länglich rechteckige, einzelne mit spitzen Enden, am Grunde kurz rechteckige bis quadratische. Querwände in Mehrzahl rechtwinklig eingesetzt; die gleichmäßig verdickten, wenig verbogenen Längswände in ausgezeichneten Parallelen. Tüpfel fehlen. Innengewebe schimmert durch. Querschnitt: Durchweg vier Lagen sehr dickwandiger, tangential gestreckter, annähernd gleichgroßer Zellen; Höhlen im Spitzenteil schmal oval, abwärts fast schlitzförmig und hier die Kalyptra  $\pm$  deutlich fünfkantig mit armzelliger Kantenzellgruppe und nur noch zwei- oder durch Auflösung der lockeren Innenlage einschichtiger Wand.

59. *Bartramia pomiformis* Hedw.

Die zuerst nadelfeine, später kappenförmige Haube ist tiefgeschlitzt, oft hornartig gekrümmt, unten seicht längsrinnig, als Borstenhaube ohne jede Ausbauchung. Das Flächenbild des Spitzenteils zeigt sehr kleine, kurz und schmal rektanguläre bis lineare Zellen mit enger, schmal ovaler oder eckiger Höhle. In der Mitte wechseln kürzer oder länger rechteckige Formen mit viel längeren, schmal linearen; am Grunde sind sie kürzer und breiter rechteckig

bis quadratisch. Längswände durchweg ohne Tüpfel, gleichmäßig und stark verdickt, oft breiter als das Zellumen; sie verlaufen in dichten Parallelen, daher die Haube im durchfallenden Licht fein längsstreifig. Maschen des durchscheinenden Innengewebes doppelt so breit, als die des äußeren. Querschnitt: Im Röhrenteil vier bis fünf Lagen rings stark verdickter Zellen, die der Außenschicht am kleinsten und englumigsten, nach innen allmählich querbreitere mit schmal ovaler Höhle. Im geschlitzten Teil eine kleinzellige, englumige, sehr dickwandige, hier und da doppelte äußere Lage, von der je drei Zellen eine der dünnwandigen, lockeren Innenschicht decken. Jüngere Hauben zeigen innerhalb des fünfschichtigen Sklerenchymringes bis drei zarte, in der Auflösung begriffene Innenschichten, am Grunde nur eine ovallumige Lage.

#### 60. *Conostomum boreale* Swartz.

Die zur Zeit des Abreißens noch röhrenförmige, abwärts kaum merklich breitere Haube ist später kappenförmig, einseitig tief geschlitzt, äußerst derb, etwas gröber längsgestreift als die von *Bartramia*, weil hier die Zellen ein wenig breiter sind. In der Form stimmen beide überein; bei *Conostomum* sind die Längswände ungleichmäßig verdickt, doch ohne Tüpfel. Durch braune Färbung trüben sie die Durchsicht, das Netz der Innenschicht schimmert deshalb nur am ausgebleichten Grunde durch und zeigt je eine lockere Zelle von zweien der Rindenschicht überlagert. Der Querschnitt zeichnet sich durch außerordentliche Verdickungen aus. Im dreischichtigen Spitzenteil (zur Untersuchung dienten Pflanzen vom Snehättan) waren zunächst die ursprünglichen Wände gebräunt und bis auf ein breit ovales Lumen verdickt, dieses noch durch farblose, zartschichtige Massen bis auf einen kleinen, zackigen Hohlraum ausgefüllt. Weiter abwärts breitet sich eine schmal ovallumige Rindenschicht über zwei bis drei Lagen eines Sklerenchymringes mit engerem, mehr tangential gestreckten Lumen. An dem zur Kantenbildung neigenden Grunde sind zwar noch zwei Lagen vorhanden, doch nur an gut gelungenen Schnitten ist eine äußere, engzellige und eine innere mit doppelt so weiten Maschen erkennbar; meist sind selbst an jungen Hauben diese Verhältnisse verschwommen und die bis auf ein ritzenförmiges Lumen verdickten Rindenzellen nur als zusammengeflossene Haut erhalten.

#### 61. *Oligotrichum hercynicum* Lam. et D. C.

Diese Haube stimmt ihrer äußeren Gestalt nach mit der der übrigen *Polytrichaceen* überein, unterscheidet sich auch im Zellnetz

kaum und hält in der Behaarung die Mitte zwischen *Catharinaea* und *Polytrichum*. Doch sind hier die dickwandigen Haare unverzweigte, längere oder kürzere, aus nur einer Zellreihe gebildete Fäden; sie stehen an der Spitze am dichtesten, sind an dieser Stelle aufrecht, in der Haubenmitte abstehend bis abwärts gerichtet (s. Abb. 26 g) und schief gestellte Querwände nur dort wahrzunehmen, wo einmal ein Haar am Grunde zwei Zellreihen aufweist.

### 62. *Dichelyma falcatum* Myrin.

Das gleich andern Wassermoosen selten und dann (VII, 2, S. 676) nur außerhalb des Wassers fruchtende Pflänzchen schafft sich zum Schutze seines Sporogons gegen Trocknis außer der Haube, die es ganz umhüllt, eine ebenso eigenartige, wie zweckmäßige Hilfsvorrichtung in den sehr verlängerten Perichätialblättern; sie wickeln sich in Schraubenwindungen um die Seta und bilden auf solche Weise einen Mantel, der ihr auf kapillarem Wege Feuchtigkeit zuführt, sobald die Kapsel sich über das nasse Element hinaushebt.

Das Zellnetz besteht in der äußersten Spitze aus rundlich quadratischen Maschen, denen sich abwärts länglich rechteckige bis lineare Formen anschließen; in der Mitte sind sie zumeist prosenchymatisch zugespitzt und (bei Herbarpflanzen) durch einen deutlichen, geschlängelten Primordialschlauch gekennzeichnet. Bis dahin sind die Zellwände so stark verdickt, daß sie fast die Breite des Lumens erreichen; am Grunde ist das Prosenchymgewebe nur noch derbwandig und ohne Inhalt. Sämtliche Wände sind glatt und ungetüpfelt; die Längswände steigen steil nach links auf, ohne indessen auf längere Strecken parallele Zellreihen zu bilden. Querschnitt: Im Spitzenteil drei Schichten dickwandiger, nahezu gleichgroßer Zellen mit ovalem Lumen, von denen die innerste gegen die Mitte zu großlumiger und dünnwandig wird. Am röhrenförmigen Grunde bietet der Schnitt einen einschichtigen Ring aus rundlichen, oft radial-eiförmigen, derbwandigen Zellen mit weiter Höhle und ohne Verdickungserscheinungen rosenkranzartig aneinander gefügt.

### 63. *Leucodon sciuroides* Schwägr.

Die Haube hat mit der von *Dichelyma* die Kappenform und den einseitigen Längsschlitz gemeinsam, umfaßt ebenfalls das obere Ende der Seta, unterscheidet sich aber sofort durch das Zellnetz. Es besteht im Schnabelteil aus länglich rechteckigen Formen, denen prosenchymatisch zugespitzte beigemischt sind, mit stark verdickten, dicht, streckenweise perlschnurartig getüpfelten Längswänden. In der Mitte werden die Tüpfel spärlicher, am Grunde

sind die Wände nur noch derb, doch ganz glatt. Im Schlitzteile schimmert das innere, viel lockerere Parenchymgewebe durch. Fünf Schichten stark verdickter, doch weitlumiger Zellen, davon die der Rindenlage wenig enger, zeigt der Schnabelquerschnitt. Deutlicher wird der Größenunterschied in der Mitte; am Grunde erinnert das Querschnittsbild an *Campylopus*, doch kommen hier nur zwei bis drei englumige Außenzellen auf eine Innenzelle. Die Wände der inneren Schicht schwinden frühzeitig und werden dann nur noch durch Fetzen am bogig gezackten Saum angedeutet.

#### 64. *Neckera crispa* Hedw.

*Neckera* gehört zu den wenigen pleurokarpen Gattungen mit behaarter Haube. Die von *N. crispa* beschreibt L i m p r i c h t (VII, Bd. 2) „in der Jugend mit wenigen Haaren, im Alter nackt“, zeichnet aber in Fig. 333 c eine ältere, wenig behaarte. Ich fand an jungen, noch ungeschlitzten Hauben selten und dann nur am Grunde vereinzelte Haare.

Das Zellnetz ist oben aus kurzen, schmalen Maschen mit sehr dicken, reich getüpfelten Wänden gewebt, weiter abwärts aus viel längeren mit spärlicher und nur knotig verdickten Wänden. Querschnitt: Im Spitzenteil vier bis fünf sehr dickwandige Schichten, die äußere mit größeren, weitlumigen Zellen. In der Mitte drei äußere Lagen kleiner, stark verdickter Zellen, zwei innere viel lockerer, derbwandiger; noch weiter abwärts wird die Haube nach und nach 3—2—1 schichtig mit einer Rindenlage aus kleineren, doch nicht eigentlich englumigen Maschen. Viele Querschnitte hatten einen fünfkantigen Grundriß. Daß bei der Neckerahaube, wie H y (IV.) angibt, eine Auflösung der Innenschichten unterbleibt, konnte ich nicht bestätigen.

#### 65. *Homalia trichomanoides* Br. eur.

Die kappenförmige, bleichgrüne Haube ist bis zur Mitte einseitig geschlitzt und durch die in gleichlaufenden Schraubenwindungen nach links aufsteigenden Zellreihen deutlich schräggestreift, infolge trübenden Zellinhalts aber bei durchfallendem Licht nicht kreuzlinig. Zellnetz durchweg aus schmalen, länglich rechteckigen Formen mit dünnen, vorwiegend rechtwinklig gestellten Querwänden gewebt; abwärts verlängern sie sich bis zu linearen. Die in schwach verbogenen, dichten Parallelen verlaufenden Längswände sind stark, oft bis zur Lumenbreite, und ungleichmäßig verdickt, im Spitzenteil knotig, doch nur zerstreut mit wirklichen Tüpfeln versehen, gegen

den Grund glatt. Querschnitt: Im Röhrenteil ein vierschichtiger Ring dickwandiger Zellen; Lumen der äußeren Lage eng, oval, das der inneren nach und nach schmaler bis ritzenförmig. Abwärts bis zum Grunde die Rindenschicht unverändert,  $\pm$  deutlich abgegrenzt gegen die lockereren, dünnwandigen, doppelt so breiten Zellen der inneren; diese am untersten Grunde aufgelöst.

#### 66. *Pterigynandrum filiforme* Hedw.

Die weißglänzende, kappenförmige, bis fast zur Spitze einseitig geschlitzte Kalyptra ist infolge ihrer Dicke in der oberen Hälfte undurchsichtig, unten mehr durchscheinend und läßt bei durchfallendem Licht nur soviel erkennen, daß das Zellnetz im Spitzenteil aus kurzen, abwärts aus sehr langen, linearen Zellen mit dicken, reich getüpfelten Wänden gewebt ist. Zahlreiche, quer-gestellte, kleine Verdünnungen der inneren Tangentialwände sowie knotige Verdickungen an den Radialwänden, auch an denen der Innenschichten, geben ein wellig-trübes, unentwirrbares Flächenbild. Querschnitt: Im Röhrenteil fünf bis sechs Schichten stark verdickter Zellen, die der äußeren am engsten, auch am Grunde; er besteht nur noch aus zwei Lagen annähernd gleichbreiter Maschen.

#### 67. *Thuidium recognitum* Lindbg.

Für den inneren Bau der Thuidiumhaube gilt das nämliche, wie für die der vorigen Gattung; am Grunde ist die Wirrnis im Zellenverbände eher noch größer, als bei *Pterigynandrum*, so daß ein klares, zur Beschreibung geeignetes oder zeichenbares Flächenbild nicht zu erlangen war. Um so deutlicher liegen diese Verhältnisse wieder bei

#### 68. *Climacium dendroides* Web. u. Mohr.

Nach Form und Zellnetz stimmt die Kalyptra des Leitermooses mit der von *Dichelyma* fast überein. Sie umhüllt die ganze Kapsel und in regelmäßigen, gleichlaufenden Schrägreihen steigen hier, schon bei mäßiger Vergrößerung wahrnehmbar, die Zellen nach links auf. Das Flächenbild ist von dem der Dichelymahaube kaum zu unterscheiden, es fehlt selbst der gewundene Primordialschlauch nicht; im allgemeinen und zumal am Grunde sind die Zellen enger, dünnwandiger; auch sind Tüpfel nicht vorhanden. Dagegen weicht das Querschnittsbild ab; es zeigt im Spitzenteil vier bis fünf Lagen verdickter, ovallumiger Zellen, am Grunde eine dickwandige, kleinumige Außenschicht und eine innere aus gleichgroßen Zellen gebildete mit zum Teil aufgelösten Innenwänden.

### 69. *Eurhynchium piliferum* Br. eur.

Die anfangs schlank kegelförmige, derbe, bis 4 mm lange Haube ist schon nach dem Abreißen, ehe noch das Sporogon einen Druck ausübt, bis zur Mitte einseitig gespalten, bald darauf kappenförmig, weder längsstreifig, noch infolge der Dicke und trüben Zellinhalts durchscheinend. Das Zellnetz durchweg sehr derb und engmaschig; im Spitzenteil kurz rechteckige und lineare Formen mit schief eingesetzten Querwänden, in der Mitte vorwiegend prosenchymatische, am Grunde wieder mehr rechteckige Maschen. Die Längswände sind gleichmäßig verdickt oder nur hier und da verdünnt; sie verlaufen nirgend in deutlichen, längeren Parallelen. Querschnitt: Im Röhrenteil sieben bis neun Lagen stark verdickter, von außen nach innen an Umfang zunehmender Zellen mit großer, rundlicher bis rautenförmiger Höhle; abwärts die lockereren Innenzellen mit dicken, verbogenen Wänden. Im Schlitzteile noch fünf bis sechs, am Grunde drei Lagen, von einer vierten die derben Wände zum Teil aufgelöst.

### 70. *Plagiothecium curvifolium* Schlieph.

Die weißglänzende, nur an der Spitze gebräunte, 2,5 mm lange Haube büßt ihre Nadelform erst beim Schwellen des Sporogons ein, ist dann kappenförmig, tief einseitig geschlitzt, deutlich längsstreifig und im durchfallenden Licht infolge zahlreicher Wandverdünnungen wie gesprenkelt. Zellnetz: Im Spitzenteil länglich rechteckige, in der Mitte viel längere und schmalere bis lineare, am untersten Grunde wieder kürzere Maschen. Die stark verdickten Längswände durchweg deutlich, doch spärlich getüpfelt, ebenso die schief gestellten Querwände. Die inneren Tangentialwände bis zum Haubengrunde mit kleinen, wagerechten Tüpfeln, die nach dem Färben beim Betrachten von der Innenseite deutlicher hervortreten; außerdem finden sich vielfach Verdünnungen an den Zellenden, indem sich das Lumen auf Kosten der Zellwand ausbuchtet. Das innere Gewebe schimmert nicht durch. Querschnitt: Im oberen Röhrenteil sechs bis sieben Lagen dickwandiger Zellen mit schmal ovalem Lumen, die der Rindenschicht enger; im unteren Röhrenteil außen eine hier und da doppelschichtige Lage enger und kleiner, innen zwei derbwandige Lagen doppelt so breiter, lockerer Maschen. Am untersten Grund eine einfache oder doppelte Schicht dickwandiger Zellen mit schmal ovaler Höhle, darunter die zum Teil aufgelösten, zwei- bis dreimal so breiten, lockereren Innenzellen.

71. *Amblystegium serpens* Br. eur.

Die kappenförmige Kalyptra ist weißlich glänzend, einseitig tief geschlitzt, längsstreifig. Über die inneren Tangentialwände des Röhrenteils sind winzige Wandverdünnungen zerstreut. Zellnetz der Spitze mit länglich rechteckigen oder rhomboidischen, engen Maschen, deren dicke Längswände reich getüpfelt sind. Im mittleren Teil die Zellen sehr verlängert, die Wände dünner, auch spärlicher getüpfelt; die durchschimmernde Innenschicht zeigt ähnliche Form- und Größenverhältnisse. Zellreihen in  $\pm$  deutlichen Parallelen. Querschnitt: In der Spitze vier bis fünf Lagen dickwandiger, oval-lumiger Zellen, die von außen nach innen an Größe abnehmen; abwärts drei bis vier Lagen, die Rindenschicht nach und nach kleinzelliger, im unteren Röhrenteil durch kleinere oder größere, oval-lumige Zellen mit den doppelt so breiten der derbwandigen Innenschicht verbunden und nur ganz am Grunde gegen diese schärfer abgegrenzt. Die Höhlen der Außenschicht hier sehr eng, fast strichförmig.

72. *Hypnum uncinatum* Hedw.

Das fleckig-trübe Flächenbild zeigt nach dem Färben spärliche Verdünnungen an den inneren Tangentialwänden des Spitzenteils, dessen Längswände sich durch Dicke und reiche Tüpfelung auszeichnen; beides nimmt gegen den Grund zu ab. Zellenform länglich rechteckig. Querschnitt: In der Spitze sechs bis sieben Lagen ziemlich gleichgroßer, stark verdickter Zellen mit ovalen Höhlen; im mittleren Röhrenteil drei dickwandige Außenschichten, zwei innere, lockere mit doppelt so breiten Maschen. Am einschichtigen Grunde nur noch kleine, englumige Zellen mit Pfeilerresten der Innenschicht.

73. *Hypnum cupressiforme* L.

Bis zum Beginn der Verdickung des Sporogons ist diese Haube fein nadelförmig, dann eng kappenförmig, tief geschlitzt und sehr flüchtig. Die in steilen Schraubenwindungen — im ganzen  $1\frac{1}{2}$  bis 2 Umläufe — nach links aufsteigenden Zellreihen lassen unter dem Deckglase die Kalyptra spiralig gestreift, bei durchfallendem Licht als breites, aus lauter gekreuzten Linien bestehendes Band erscheinen. Aus dem Gewebe jüngerer Hauben ist ersichtlich, daß an ihrem Bau der eigentliche Archegoniumbauch nur passiv beteiligt ist; mit seinen gebräunten, sehr kleinen, eckig-derbwandig gewordenen Zellen finden wir ihn als einen nach oben in den Hals verschmälerten Fortsatz, der sich nach unten durch eine Einschnürung gegen die Haubenspitze mit ihren viel größeren Maschen

abgrenzt. Diese sind länglich rechteckig, mit rundlichen und rautenförmigen gemischt; gegen die Mitte gehen sie in fast lineare Formen mit derben Wänden über, die am Grunde dünnwandiger werden. Die Querwände sind in Mehrzahl rechtwinklig eingesetzt; die Längswände, in der Spitze dick und nur spärlich getüpfelt, abwärts schwächer, verlaufen trotz vielfacher Gabelungen in deutlichen Parallelen. Das durchschimmernde Innennetz ist nur wenig lockerer. Querschnitt: Durchweg drei dickwandige Schichten, im Spitzenteil alle Zellen nahezu gleichgroß, mit breiteren oder schmälere, ovalen Höhlen; im geschlitzten Teil die der Außenschicht am kleinsten, doch nicht englumig; die der Mittelschicht doppelt so breit, die der inneren am weitesten.

#### 74. *Hypnum alpinum* Schimp.

Die jungen, röhrenförmigen Hauben dieses hochalpinen Wassermooses sind besonders im oberen Teil sehr derb, die Zellen entsprechend dickwandig mit stellenweise reicher Tüpfelung. Bis zur Mitte, wo die Längswände nur noch buchtig verdickt erscheinen, sind sie kurz rechteckig; Verdickungen finden sich auch an den meist rechtwinklig gestellten Querwänden. Gegen den Grund wird das Netz dünnwandig und webt sich hier aus längeren, zum Teil prosenchymatisch zugespitzten Zellen. Durch Anordnung in unregelmäßigen Längsreihen wird die Kalyptra sehr undeutlich längsstreifig. Die sechs bis acht Schichten des Spitzenteils zeigen im Querschnitt derbe Wände, ein  $\pm$  ovales Lumen und geringe Größenunterschiede. Unterhalb der Mitte lockern sich die Maschen; die Rindenschicht wird sehr englumig und kleinzellig, von den vier bis fünf inneren besitzt die mittlere die weitesten Höhlen. Alle sind derbwandig, eckig mit verbogenen Umrißlinien. Am Grunde sind neben der kleinzelligen Außenschicht nur noch Reste der nächstinneren vorhanden. Durch Gruppen radial gestreckter, nach außen vortretender Innenzellen wird die Haube kantig.

#### 75. *Hylocomium splendens* Br. eur.

Das Flächenbild der Kalyptra hält sowohl hinsichtlich der Zellenform, als der Tüpfelung die Mitte zwischen dem von *Brachythecium Rutabulum* und dem von *Hylocomium loreum*. Dagegen zählt man im Querschnitt des Röhrenteils bis neun, des geschlitzten Teils vier bis sechs Schichten, wovon die zwei äußeren sehr englumig sind. Die Dicke des Gewebes läßt ein deutliches Erkennen der Formen bei durchfallendem Licht nicht zu. Gehört zu den derbwandigsten Hauben.

76. *Hylocomium loreum* Br. eur.

In schräg nach links aufsteigenden,  $\pm$  deutlich gleichlaufenden Reihen sind die Wandzellen dieser bis zur Mitte einseitig geschlitzten Haube geordnet. Sie werden von lang rechteckigen bis linearen Formen gebildet, mit dünnen, teils rechtwinklig eingesetzten, teils prosenchymatisch verbogenen Querwänden und äußerst dicken, an Breite oft dem Lumen gleichen Längswänden, die im Spitzenteil so ausgezeichnet, dabei aber so ungleichmäßig getüpfelt sind, daß ganze Wandstücke rosenkranzförmig erscheinen, andre ohne jede Verdünnung bleiben. Von der Mitte ab fehlen die Tüpfel und am Grunde sind alle Wände dünn. Der fünfschichtige Röhrenteil und der dreischichtige Grund geben ähnliche Querschnittsbilder, wie *Brachythecium* (s. Abb. 32 d, f).

Bei beiden *Hylocomien* bleibt die Kalyptra oft an der Seta zurück.

## C. Sichtung und Verwertung der Beobachtungsergebnisse.

### 1. Entwicklungsstufen und Entwicklungsmöglichkeiten der Kalyptra.

Die Mooshaube ist, wie wir aus zahlreichen Beispielen ersahen, keinesfalls das Ergebnis einer in Ruhe und Stetigkeit verlaufenden Entwicklung, wie das Moosblatt. Schon in ihrer einfachsten Gestalt, bei *Sphagnum* und *Archidium*, verdankt sie dem Zerreißen des Gewebes ihre Entstehung; im Werdegang der vollkommeneren Kalyptra gibt es zwei solcher gewaltsamen Eingriffe, wodurch er sich in drei, nach Zeit und Form gut begrenzte Abschnitte gliedert.

Der erste umfaßt die Tätigkeit des Epigons und endet mit der Abspaltung der jungen, im wesentlichen fertigen Kalyptra vom Scheidchen. Bezeichnen wir diese Entwicklungsstufe sinngemäß als *Epigonhaube*, so dürften damit auch diejenigen einverstanden sein, die erst unsere zweite Stufe als Haube anerkennen. Von der Seta emporgehoben und ihrem oberen Ende dicht anliegend, stellt sie sich als Hülle einer steifen Borste dar, die man zutreffend als *Borstenhaube* unterscheidet. Reißt diese endlich unter dem Druck des in die Dicke wachsenden Sporogons der Länge nach oder am Grunde in Schlitzen auf, so haben wir die dritte Stufe, die *Schlitzhaube*, vor uns. Die letzte Form ist die *Haube schlechthin*, das, was der Systematiker unter *Kalyptra* versteht und beschreibt. „Hoc tempore a bryologis nomine calyptrae vocatur“

sagt Schimper (III). Sie kommt für den Haubenforscher weniger in Betracht, als die jüngeren Zustände. Die Borstenhaube fehlt natürlich den Moosen mit eingesenkter Kapsel und beschränkt sich bei Wassersäcken auf den Schnabel; in jedem Falle eignet sich diese Stufe, genauer ausgedrückt: Die Kalyptra kurz vor oder bald nach der Trennung von der Vaginula am besten zur anatomischen Untersuchung, einmal mit Rücksicht auf den Gewebeschwund im älteren Zustande, dann auch, weil die unentbehrlichen Querschnitte sich am leichtesten aus der Borstenform herstellen lassen.

Werden und Vergehen der Haube vollziehen sich also stufenweise. Damit ist die Erörterung der mehrmals kurz berührten Frage nahegelegt: bis zu welchem Zeitpunkte die Lebensfähigkeit ihres Gewebes erhalten bleibt. Man sollte meinen, daß mit dem Reiß der Lötstelle, wo sie mit dem Scheidchen zusammenhängt, ihr Lebensfaden zerschnitten ist. Das ist keineswegs der Fall. Spricht schon das unter *Campylopus* Gesagte (S. 184) für weitere Entwicklungsmöglichkeiten der abgesprengten Kalyptra, so wird man auch ältere Gewebe nicht für tot halten dürfen, solange sie noch reichlich Nährstoffe, wie bei *Dicranum*, *Diphyscium* z. B. Öl in Tropfenform, enthalten. Das Absterben tritt allmählich ein, bei Wassermoosen wahrscheinlich langsamer, als bei Landformen; wenigstens gelang es Correns nicht, aus Hauben von *Funaria*, *Phascum* und *Pleuroidium* Protonema zu erzielen. Um so beweiskräftiger ist ein wohlgelungener Versuch v. Goebels, worüber in Va berichtet wird. Fig. 830 zeigt eine abgelöste Kapsel von *Conomitrium Julianum*, aus deren Haubenrand ein junges Pflänzchen mit ♀ Blüte hervorsproßt; nach der Beschreibung entstehen solche auf kurzen, der Innenfläche der Kalyptra entspringenden Protonemafäden und bilden bisweilen einen förmlichen Kranz.

In der zweiten Auflage des erwähnten Werkes, die leider erst in meine Hände gelangte, als der vorliegende Bericht größtenteils abgeschlossen war, findet sich ein Abschnitt mit der vielsagenden Überschrift „Brutpflege“. Es werden darin die Einrichtungen zum Schutz und zur Ernährung des jungen Sporophyten, also auch die Haubenbildung besprochen und die Beobachtungen, daß das Epigonalgewebe des Archegons vom Embryo „aufgezehrt und verdaut“ wird, von berufener Seite bestätigt. (Vergl. Abschnitt 5 des ersten Teils.)

## 2. Einteilung der Hauben. Aufstellung von Grundformen.

Von der äußeren Form abgesehen, bieten sich in der Entstehungsart und in den anatomischen Verhältnissen der Hauben Gesichts-

punkte, die eine Einteilung in natürliche Gruppen erleichtern. Halten wir uns, wie bisher, im Rahmen der L i m p r i c h t s c h e n Flora, so ergibt sich zunächst aus dem Entwicklungsgange folgende Dreiteilung:

A. Die Fetzenhaube,

*Kalyptra laciniata s. rudimentaria.*

Sie entsteht durch Zuwachs aus dem Blütenboden als einschichtige Haut, zerreißt unregelmäßig und bleibt in Fetzen am Grunde des Sporogons zurück. Der einzige Vertreter ist die Gattung *Sphagnum* (VII, Fig. 48).

B. Die Kümmerhaube,

*Kalyptra inchoata s. imperfecta.*

Geht aus dem gedehnten, früh absterbenden Gewebe der Archeoniumwand hervor und besteht aus einer Schicht flacher, dünnwandiger, im Flächenbilde  $\pm$  gleichachsiger Parenchymzellen. Man kann diese monostromatische, ohne eine organische Entwicklung entstandene Form, zum Unterschiede von der der folgenden Abteilung, als „gewordene Haube“ bezeichnen; sie findet sich bei den Gattungen *Archidium*, *Nanomitrium*, *Andreaea* und *Ephemerum*.

C. Die Vollhaube,

*Kalyptra evoluta s. perfecta.*

Diese dritte und größte Abteilung umschließt die Gesamtheit der aus einem besonderen Meristem nach bestimmten Plänen gesetzmäßig gebildeten, in der Regel mehrschichtigen Hauben, kurz alles, was sich sinngemäß unter den Begriff einer „entwickelten Haube“ zusammenfassen läßt; also sämtliche Formen, die durch Verschiedenartigkeit des Gewebes und weitere Entwicklungsmöglichkeiten gekennzeichnet sind. —

Für eine Gruppierung auf Grund des inneren Baues finden wir vorerst im Zellnetz der äußeren Haubenwand geeignete Anhaltspunkte. Bei aller Mannigfaltigkeit des Gewebes erkennt man bald das einfache, gesetzmäßige, das sich auf wenige Grundformen zurückführen läßt. Sie sind bei den Gattungen *Conomitrium*, *Polytrichum*, *Brachythecium* und *Encalypta* am schärfsten ausgeprägt, diese mögen deshalb zur Typenbezeichnung ihre Namen leihen, wenn wir jetzt die Hauben nach ihrem Netzwerk einteilen.

A. Die *Conomitrium* grundform zeigt das den *Fissidentaceen* eigentümliche, in ihren Stamtblättern mit fast wabenartiger

Gleichmäßig ausgebildete Parenchym aus sechsseitigen, gleichachsigen,  $\pm$  derbwandigen Zellen, hier im Netz der Kalyptra jedoch ohne so deutliche Reihenstellung; die Wände stoßen in stumpfen Winkeln aufeinander und verlaufen in der Längsrichtung in Zickzacklinien. Wir begegnen dieser Art des Haubengewebes bei *Conomitrium*, *Hedwigia ciliata*, *Buxbaumia*, *Diphyscium* — bei den beiden letzten mit Neigung zur Reihenbildung und zu Wandverdickungen (s. Abb. 28 c und 29 e); — in abgeleiteter Form bei *Fontinalis* (Abb. 30 c).

B. Die *Polytrichum* grundform stellt ihre Zellen in lotrechte Reihen. Durch die länglich rechteckige Form und stark verdickte, ungebrochen ineinander übergehende Längswände sind sie zu gleichlaufenden Bahnen geordnet, die sich durch dünne, rechtwink-

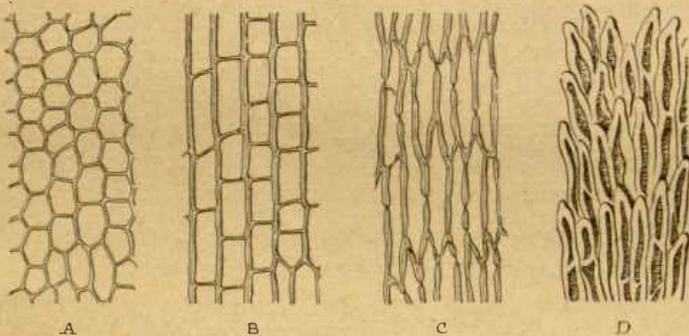


Abb. 34. Grundformen des Haubennetzes.

A *Conomitrium*typus      C *Brachythecium*typus  
B *Polytrichum*typus      D *Encalyptium*typus

Nach dem Zellnetz der oberen Haubenhälfte von *Conomitrium Julianum*, *Polytrichum piliferum*, *Brachythecium rutabulum*, *Encalypta longicolla* gezeichnet und wenig schematisiert.

lig eingesetzte Querwände zu einem Leitergewebe fügen, wie wir es vom Blattgrunde der *Encalypta* und einzelner *Grimmii* kennen, wo aber umgekehrt die den Sprossen entsprechenden Querwände verdickt, die Längswände dünn sind. Vertreter dieses Typus sind die Hauben von *Catharinaea*, *Pogonatum*, *Polytrichum*, *Oligotrichum*; dazu gehören ferner *Catoscopium* und *Crossidium*; auch könnte das schmalzelligere Netz der *Timmia* (Fig. 25 c) hier eingereiht werden, doch nähern sich die Maschen des Spitzenteils mehr denen der vorigen Gruppe.

C. Die *Brachythecium* grundform unterscheidet sich von A und B durch längere, mit  $\pm$  scharf zugespitzten Enden zusammenstoßende Zellen; vom Grade dieser Zuspitzung hängt der, der prosenchymatischen Gewebeform näher oder ferner stehende Gesamteindruck

dieses Typus ab, der sich durch, in verbogenen oder geschlängelten Bahnen verlaufende, dickwandige, oft reich getüpfelte Längswände kennzeichnet, die nur auf kürzere Strecken eine so deutlich parallele Anordnung zulassen, wie bei Typus B. Die Maschen sind bisweilen sehr verschmälert und langgestreckt. Diese den *Brachythecien* eigene Grundform ist bei den Seitenfrüchtlern sehr verbreitet; man trifft sie bei den Gattungen *Dichelyma*, *Climacium*, *Eurhynchium*, wo prosenchymatische Zellen entschieden vorherrschen, wenn auch vielfach schmaler und englichtiger als Abb. C erwarten läßt, wogegen bei *Homalia*, *Plagiothecium*, *Amblystegium*, *Limnobium* und verschiedenen *Hypnum*-Arten daneben reichlich parenchymatische Maschen mit streng rechtwinklig eingefügten Querwänden eingestreut sind. Als typisches Bild begegnen sich hier an der Berührungsstelle dreier Zellen die Wände in einem spitzen und zwei stumpfen Winkeln, was auch bei gipfelfrüchtigen Moosen, in der Haubenmitte von *Webera nutans* z. B., nichts ungewöhnliches ist. Im Grenzgebiet zwischen Gipfel- und Seitenfrüchtlern machen *Fontinalis*, *Leptodon* u. a. die Entscheidung für eine der beiden Gewebeformen nicht leicht.

Von den beiden ersten Typen durchaus verschieden, steht dem dritten am nächsten

D. die *Encalypta* grundform, bewahrt sich aber auch dieser gegenüber ihre auffallende Eigenart. Unbeeinflusst durch das erst nach Fertigstellung der Haube schwellende Sporogon, baut sich die Rindenschicht der Glockenhüte aus äußerst dickwandigen, im Querschnitt fast kreisrunden, bastfaserartigen Prosenchymzellen auf, die am oberen Ende in eine dicke Papille auslaufen. Die Wände sind ungetüpfelt, die kollenchymatischen Verdickungsschichten außerordentlich entwickelt (s. Abb. 22 c, l). Von einer Reihenstellung der Zellen findet sich keine Spur. Außer bei den verschiedenen *Encalypta*arten beobachtete ich diese Gewebeform nur noch bei *Racomitrium canescens*, wo sich die Wandzellen aber gruppenweise aneinanderdrängen (vergl. Abb. 16 g und die Beschreibung S. 191), ein merkwürdiges Vorkommen, das bei der Vielgestaltigkeit der *Grimmiaceen* allerdings nicht wundernehmen darf.

Es versteht sich von selbst und ist aus mancher der beigefügten Abbildungen zu ersehen, daß neben diesen typischen Formen Zellnetze von unklarer Prägung auftreten, die als Übergänge oder Zwischenstufen aufzufassen sind; ihre Einordnung an der richtigen Stelle wird vom Ermessen des Beobachters abhängen und gelingen, wenn er in den Figuren A—D der Abb. 34 nicht starre Muster, sondern bildsame Elemente erblickt.

Nächst der Form der Zellen ist die Beschaffenheit ihrer Wände zu beachten; sie kann für die Aufstellung von Unterabteilungen wichtige Fingerzeige geben. Sind Verdickungsschichten vorhanden, so werden sie, wie sich aus der Entstehungsweise der Haube ergibt, in ihrem ältesten Teil, der Spitze, am stärksten entwickelt sein; hier bleiben die Zellen in der Regel auch am kürzesten und ihre Höhlen sind bisweilen so verengert und verzerrt, daß Formen zustande kommen, die mit denen des übrigen Haubengewebes keine Ähnlichkeit mehr haben (vergl. Abb. 25 *b, c, d*). Je weiter abwärts, um so dünner werden im allgemeinen die Zellwände; sie sind am Grunde oft nur noch derb oder auch ganz zart. Gewöhnlich lagern sich die Verdickungsmassen auf den Längswänden reichlicher ab, als auf den Querwänden; geschieht es gleichmäßig, so bleibt das Zellgerüst glattwandig, wie es die Hauben von *Conomitrium*, *Buxbaumia*, *Hedwigia*, verschiedener *Grimmien*, etwas derber die von *Catoscopium*, *Crossidium*, und besonders kräftig entwickelt *Hymenostylium*, *Pleuroweisia*, *Braunia*, *Bartramia pomiformis*, *Aulacomnium palustre* u. a. aufweisen. Ungleichmäßige Verdickungen lernten wir zuerst in der Haubenspitze von *Andreaea* kennen (Abb. 5f); sie machen sich zunächst in einem Wechsel seichter Buchten und schwacher Knoten bemerkbar — so bei *Funaria* (Abb. 3 *s*) und *Mnium* (Abb. 24 *c*) —, steigern sich zu häufigeren und tieferen Einschnürungen, die in einzelnen Fällen, bei *Rhacomitrium lanuginosum* z. B., die Maschen fast so dicht und regelmäßig umgrenzen, wie in den bezeichnenden Blattspitzenzellen dieser Art (s. Abb. 37 *e*<sup>1</sup>) und erreichen in den kräftigen Wänden der *Dicranum*-, *Leucobryum*- und *Hylacomium*-Hauben das Höchstmaß ausgezeichneter Tüpfelbildung (s. Abb. 10 *b*; 12 *c*). Wer ohne viel Umstände diese Abstufungen beobachten will, kann sie in der Kalyptra von *Voitia nivalis* (s. Abb. 9 *d* bis *f*), schöner noch in der von *Leucodon sciuroides* nebeneinander sehen.

Ganz eigenartig sind die ungleichmäßigen Verdickungen, die an den Wänden einiger Pottiaceenhauben festgestellt wurden, wo sie sich zur Eigenschaft eines Familienmerkmals gefestigt zu haben scheinen. Bei *Tortula muralis* (Abb. 14*b*) fallen sie durch den Wechsel breiterer und schmälerer Längsbahnen sofort ins Auge und buchten sich an den abgerundeten Enden der angrenzenden Zellen hier und da zu einem umfangreichen Kollenchym aus; bei *Pottia minutula* übertreffen sie an Breite vielfach das Lumen der Nachbarzellen, und das Netz der *Dialytrichia Brébissoni* webt sich zu einem höchst seltsamen Gemisch von Dreieck-, Rauten-, Zwickel-, Strumpf- und sonstigen Formen mit bauchig oder schlängelig verstärkten Scheide-

wänden. Doch ist überall in der scheinbaren Regellosigkeit eine gesetzmäßige Ordnung in Längsreihen erkennbar.

Derartige Verstärkungen der Zellwand greifen nicht selten auf das innere Gewebe hinüber und stören dann mit der Durchsichtigkeit zugleich die Übersichtlichkeit der Verhältnisse, wie es beispielsweise bei den Hauben von *Thuidium* und *Pterigynandrum* der Fall ist. Ungleiche Art der äußeren und inneren Schichten wird bei behutsamem Herabschrauben des Rohres leicht erkannt und es hält nicht schwer, die Netze zweier, selbst dreier Lagen übereinander mit völliger Schärfe zu unterscheiden — Beläge dafür bieten Abb. 3 s, 7 c, 11 d, 15 c, d —, wobei auch etwaige Verdünnungen an den inneren Tangentialwänden sichtbar werden (Abb. 12 c), die als Seitenstück zu den Tüpfeln im Stengelgewebe von *Dicranum*, *Hookeria* und anderer Laubmoose, eine neue Note in das wechselvolle Flächenbild der Haube bringen. Nach Zahl und Größe am schönsten entwickelt fand ich sie bei *Leucobryum*, spärlicher und weniger deutlich bei *Pterigynandrum filiforme*, *Plagiothecium curvifolium* und andern Seitenfrüchtlern. Dünnere Stellen der Außenwände kommen bei *Crossidium* und *Tetraplodon* vor.

Eine weitere Eigentümlichkeit gewisser Hauben, die schon Hedwig bei *Anomodon attenuatus* aufgefallen war (I, S. 84) und die vielleicht zur Unterscheidung von Gruppen oder gar als Artmerkmal nutzbar gemacht werden kann, ist die „Drehung“, worunter man die Anordnung der Zellen in Schraubenlinien versteht. Ich stellte solchen, in Schrägzeilen nach links aufsteigenden Verlauf fest bei *Didymodon rubellus*, *Timmiella Barbula*, *Catoscopium nigratum*, *Homalia trichomanoides*, *Climacium dendroides*, *Stereodon cupressiforme*, *Dichelyma falcatum*, *Hylocomium loreum* u. a. Nach der Gepflogenheit, bei drehwüchsigen Organen, den Deckeln mancher Mooskapseln z. B., die Richtung im Sinne der Bewegung des Uhrzeigers aufzufassen, bezeichnet Limpricht (VII) die Kalyptra von *Dichelyma* folgerichtig als spiralig rechts gewunden; von den übrigen genannten beschreibt er die von *Climacium* als „etwas gedreht“, die von *Stereodon cupressiforme* mit „spiralig geordneten Zellen“ ohne nähere Angabe. Links gewunden ist, in Übereinstimmung mit den Windungen des Sporogons, die Haube von *Encalypta contorta*; ihre Zellreihen steigen also im mikroskopischen Bilde nach rechts auf. Wir kommen auf diesen Gegenstand noch zurück.

Der Systematiker wird endlich nicht versäumen dürfen, die an manchen Rundhauben auftretenden Fältchen, Kanten und Rippen zu beachten und zu verwerten. Im allgemeinen vollzieht

sich ja der Formenwechsel im Zellnetz der Kalyptra allmählich und nach Zonen; innerhalb dieser Gürtel bleibt sich das Maschenwerk gleich. Es findet aber auch eine Differenzierung in der Längsrichtung statt, die schon durch  $\pm$  deutliche Streifungen ins Auge fällt und ihre Entstehung einem Wechsel schmalerer und breiterer Zellreihen verdankt. Kleine Verschiedenheiten dieser Art finden sich z. B. bei der zart gestreiften Haube von *Voitia nivalis*; rippenartig vorspringende Streifen zeichnen die der *Blindia acuta* aus und werden hier durch derbwandige Prosenchymzellen gebildet, die schon durch dunklere Färbung auffallen, sich aber vom benachbarten Parenchym nicht ganz so schroff abheben, wie bei der Faltenhaube der *Tetraphis* (vergl. Abb. 21 g).

Bietet nun eine aus der Flächenansicht ermittelte Verschiedenheit der Gewebe schon beachtenswerte Merkmale für die Unterscheidung der Hauben, so gewinnt man ein vollständiges Bild ihres Aufbaues doch erst durch genaue Kenntnis sämtlicher Schichten ihres Zellgerüsts, und diese kann nur durch Querschnitte und ergänzende Längsschnitte erworben werden, die für die Beurteilung der anatomischen Verhältnisse der Kalyptra die gleiche Bedeutung haben, wie Schnitte durch Blätter und Stengel für die systematische Verwertung dieser Organe.

Die Hauben der obigen Abteilungen A und B kommen hierbei wenig in Betracht; es sind monostromatische Gewebe, hier und da mit Überbleibseln einer zarteren Innenschicht. Ihre, vom sich dehrenden Sporogon flachgedrückten Zellen lassen im Querschnitt das ursprüngliche Lumen nur noch undeutlich oder in Ritzenform erkennen (Abb. 5 h). Wir haben es im folgenden mithin fast ausschließlich mit vollkommen entwickelten, mit „Vollhauben“ zu tun. Die einschichtige Kalyptra ist hier allerdings noch durch die Pleuridiumhaube vertreten, verrät aber bei einfachsten Verhältnissen (s. Abb. 8 d—g) schon in der Zellenform die höhere Stufe. Einen weiteren Fortschritt zeigt die zweischichtige Haube von *Mildeella*, in der ungleichmäßigen Verdickung ihrer Wände (Abb. 7 d). So läßt sich dann weiter die allmähliche Vervollkommnung der inneren Ausgestaltung durch Vermehrung und Differenzierung der Schichten verfolgen, bis wir sie in den polystromatischen Hauben der *Hypnaceen* und *Polytrichaceen* den Gipfelpunkt erreichen sehen.

Bei Gliederung dieser umfangreichen Abteilung in Unterabteilungen mit gemeinsamen Merkmalen sind neben der Zahl der Schichten ihre Lagerungsverhältnisse, die Verschiedenheit in der Größe der Zellen sowie die Beschaffenheit ihrer Wände von grundlegender Bedeutung; danach unterscheiden wir zwei große Gruppen: isostromatische und heterostromatische Hauben.

### 1. Die aus gleichartigen Zellen gebildete, gleichschichtige oder isostromatische Kalyptra.

Ihre Grundform wird uns wiederum in dem winzigen Häubchen von *Conomitrium* geboten. In Übereinstimmung mit dem Bilde, das sich aus der Flächenansicht ergibt (Abb. 13 *d* und 34 *A*), zeigt der Querschnitt ein lockeres Gefüge aus gleichachsiger-sechseckigen Zellen mit unverdickten Wänden (Abb. 13 *g*); sie sind annähernd gleich groß und in (4) undeutliche Kreise geordnet. Nach diesem Typus baut sich die Kalyptra zweier anderen Wasserbewohner auf, die von *Fissidens crassipes* und von *Grimmia mollis*, sowie die eines Landmooses, der *Hedwigia ciliata*; hierher gehört auch die Buxbaumiahaube (Abb. 28 *d*), in deren Gewebe sich aber schon Anfänge zur kollenchymatischen Verstärkung der Wände bemerkbar machen; bei *Fontinalis* und *Hookeria*, die zugleich den Abschluß einer schönen Formenreihe des gleichschichtigen Haubentypus bilden, sind sie zu kräftigen Verdickungen gediehen, die sich besonders in den Ecken der weitlichtigen, durch ihre Größe auffallenden Rindenzellen abgelagert haben (Abb. 30 *e, f*; 31 *c*). Die flüchtige Kalyptra von *Bryum* mit ihren gleichförmigen, derbwandigen Zellen (Abb. 23 *g, h*) vermittelt den Übergang zu der von *Ceratodon*, den fast sklerenchymatischen von *Conostomum boreale* und *Catoscopium nigrum* und wer nur ältere Hauben von *Mnium hornum* vor sich hat, wäre versucht, sie hier einzuschieben; in jüngerem Zustande verrät sich ihre mehr heterostromatische Natur.

In anderer Weise vertritt *Brachythecium* den gleichschichtigen Typus (Abb. 32 *d—f*). Die Gleichartigkeit besteht hier in der sklerenchymatischen Beschaffenheit des Gewebes. Wie es bei prosenchymatisch zugespitzten Zellenformen nicht anders sein kann, erscheinen die dickwandigen Maschen auf dem Querschnitt in sehr verschiedener Größe, wodurch auch eine deutliche Abgrenzung der Schichten gegeneinander ausgeschlossen ist; selbst am Haubengrunde verengern sich die Zellhöhlen nach außen zu allmählich. Vom gleichen Bau erwies sich die viel derbere Haube von *Eurhynchium piliferum*.

### 2. Die aus ungleichartigen Zellen gebaute, ungleichschichtige oder heterostromatische Kalyptra.

Zellenringe, die sich um einen gemeinsamen Mittelpunkt ordnen und durch größere oder geringere, in der Zellengröße und dem Verdickungsgrad ihrer Wände zum Ausdruck kommende Differenzierung im Querschnittsbilde  $\pm$  schroff gegeneinander abgrenzen, kennzeichnen diesen sehr verbreiteten Haubentypus, der gleichfalls in

zwei Formenreihen auftritt. Man unterscheidet nach der gegensätzlichen Anordnung der beiden herrschenden Gewebearten:

### 1. Die *Atrichum*-Grundform.

Sie ist, wie wir nach der Beschreibung auf S. 206 kurz wiederholen, durch eine großzellige, weitlichtige Rindenschicht mit darunter liegendem, breitem, mehrschichtigem Ring flacher Sklerenchymzellen gekennzeichnet, in der Haube von *Catharinaea undulata* (Abb. 26 f) typisch ausgebildet und den einheimischen Polytrichaceengattungen eigentümlich (vergl. auch Abb. 27 d—f). Das nämliche, ungleichschichtige Gefüge findet sich in der derben *Dicranum*haube (Abb. 10e).

### 2. Die *Campylopus*-Grundform.

Hier wird die Rinde von einer, im unteren Haubenteil meist einschichtigen Lage kleiner, dickwandiger,  $\pm$  englichtiger Zellen gebildet; die darunter liegenden Innenschichten bestehen aus viel größeren, lockeren, dünnwandigen Maschen.

Ein Haubentypus, der an keine bestimmte Familie gebunden ist, sondern allen ohne Unterschied zur Verfügung steht. Wir begegnen ihm zuerst von entsprechend einfachem Bau bei der kleistokarpischen *Mildeella*, dann in reicherer Ausgestaltung bei vielen höher stehenden Gattungen; die schärfste Prägung erfährt er in der Kalyptra von *Campylopus* (Abb. 11 g). Hauben dieser Grundform, nach den für den Typus maßgebenden Gesichtspunkten, also unter Berücksichtigung der zwischen Außen- und Innenschichten beobachteten Größenunterschiede, Zahlenverhältnisse und Wandverdickungen, sind in der folgenden Übersicht gruppenweise zusammengestellt.

	a)	<i>Amblystegium serpens</i>
a)	<i>Mildeella bryoides</i>	<i>Hypnum palustre</i>
	<i>Discelium nudum</i>	— <i>uncinatum</i>
	<i>Neckera crispa</i>	<i>Hymenostylium curvirostre</i>
	$\beta$ ) <i>Homalia trichomanoides</i>	<i>Pleuroweisia Schliephackei</i>
	<i>Dicranella heteromalla</i>	<i>Tetraplodon angustatus</i>
	<i>Tortula muralis</i>	$\zeta$ ) <i>Funaria hygrometrica</i>
	$\gamma$ ) <i>Leucobryum glaucum</i>	$\eta$ ) <i>Leptobryum piriforme</i>
	<i>Dicranodontium longirostre</i>	<i>Dialytrichia Brébissoni</i>
	<i>Cinclidotus fontinaloides</i>	<i>Bartramia pomiformis</i>
	<i>Dicranoweisia cirrata</i>	<i>Leucodon sciuroides</i>
	<i>Tayloria splachnoides</i>	$\theta$ ) <i>Campylopus flexuosus</i>
		<i>Oreoweisia Bruntoni</i>
	b)	
	$\delta$ ) <i>Crossidium squamigerum</i>	c)
	$\epsilon$ ) <i>Plagiothecium curvifolium</i>	$\iota$ ) <i>Schistidium apocarpum</i>

<i>Grimmia anodon</i>	d)
— <i>pulvinata</i>	λ) <i>Encalypta ciliata</i>
<i>Coscinodon cribrosus</i>	<i>Braunia alopecura</i>
*) <i>Trematodon ambiguus</i>	e)
<i>Voitia nivalis</i>	μ) <i>Timmia megapolitana</i>

Die an die Spitze der Reihe gestellte Mildeellahaube (Abb. 7 g) zeigt die denkbar einfachste Form der ungleichschichtigen Kalyptra: eine derbwandige Rindenlage, darunter eine dünnwandige Innenschicht, beide mit Zellen von annähernd gleicher oder so wenig verschiedener Größe, daß sich das Verhältnis der inneren zur äußeren zahlenmäßig durch 1:1—2 ausdrücken läßt. Ähnlich bei *Discelium* und *Neckera*. In der zweiten ( $\beta$ ) Gruppe ist das Verhältnis wie 1:2 (s. Abb. 14 d), in der dritten ( $\gamma$ ) zeigen uns *Leucobryum* und *Cinclidotus* in ihren Querschnittsbildern (Abb. 12 i und 37 b) eine weitere Verschiebung auf 1:2—3. In allen diesen Fällen sind die Maschen der Außenschicht wohl derbwandig, doch nicht eigentlich englichtig zu nennen; sie nähern sich diesem Zustande in den Endgliedern, am deutlichsten bei *Tayloria*.

In den unter b vereinigten Haubenformen werden die Rindenzellen enger und verschärfen damit die Gegensätze der ungleichartigen Schichten. Für *Crossidium* läßt sich die Verhältnisformel noch durch 1:1—2 feststellen — was sich aus der mehr radialen, als tangentialen Dehnung der Innenzellen erklärt —; in der  $\epsilon$  Gruppe durch 1:2 (Abb. 33 e, f). Bei *Funaria* kommen (Fig. 2 n, 3 s) eine bis drei Außenzellen auf eine innere, bei *Leptobryum* und den drei folgenden 2—3; und dies steigert sich, bis wir schließlich in der typischen *Campylopushaube* vier, bei *Oreoweisia Bruntoni* gar vier bis sechs englumige Außenzellen über je einer lockeren Innenzelle wahrnehmen können. Ein Aufsteigen von einfachen Gestaltungen zu vollkommeneren, wie es mit bescheidenen Mitteln kaum deutlicher vorgeführt werden kann.

Verschiedenheit der Wanddicke ist das unterscheidende Merkmal der Gruppen c und d; wie sie sich in den unter  $\iota$  genannten Formen bemerkbar macht, lehrt ein Blick auf die Abb. 15 g, 18 f—h, 37 d. Die Verhältniszahl dieser vier *Grimmiaceen* ist 1:2 bis 1:2—3; sie kann auch für die beiden Vertreter der \* Gruppe gelten, die sich voneinander dadurch unterscheiden, daß bei *Trematodon* alle Zellen tangential gestreckt, bei *Voitia* rundlich sind, die andererseits darin übereinstimmen, daß bei Ungleichartigkeit der Schichten durch die hyaline, in der *Voitahaube* bis zur Strukturlosigkeit gesteigerte Beschaffenheit der Rinde besonders hervorgehoben wird.

Die Nebeneinanderstellung der *Encalypta*- und *Brauniah*haube in einer Gruppe ist trotz der großen Verschiedenheit der Flächenbilder durch die Ähnlichkeit der Querschnitte zu rechtfertigen. Bei *Braunia* sind drei dickwandige Außen- und ebensoviele dünnwandige Innenschichten ausgebildet und im Borstenzustande wohl-erhalten (Abb. 37 c); damit erreicht sie entschieden den Gipfel der ungleichschichtigen Reihe. Zwischen dieser und der gleichschichtigen eine Brücke zu schlagen blieb der Kalyptra von *Timmia* vorbehalten: sie ist im Spitzenteil nach der *Atrichum*-, am Grunde nach der *Campylopus*-Grundform gebaut (Abb. 25 e, g).

### 3. Anpassungen der Haube an den Wohnort.

„Wir können es einer Pflanze direkt ansehen, ob sie in der Natur trockne oder feuchte Standorte bewohnt, aber nicht, ob sie der Flora eines kalten oder warmen Klimas angehört“ — dieser bekannte Ausspruch Schimpers findet auch in der Mooswelt volle Bestätigung. Der Mooskenner wird ein *Conomitrium* oder eine *Fontinalis* nicht auf dem Lande suchen, wird in *Crossidium*, *Polytrichum piliferum* oder *Rhacomitrium canescens* nur Bewohner dürerer Orte sehen, doch niemals in einer *Hookeria lucens*. Das Für und Wider liegt schon in ihrer äußeren Tracht; diese aber wird durch innere Ursachen bedingt.

Seit man die Bedeutung der ökologischen Verhältnisse und ihren Einfluß auf die äußere und innere Gestaltung der Pflanzen erkannt hat, werden auch die Moose je nach ihrer Vorliebe für Licht oder Schatten, für trocknere oder feuchtere Standorte in Gruppen eingeteilt. Th. Herzog gibt dafür (VIII, S. 872 u. fgd.) umfangreiche Zusammenstellungen; es fehlen darin aber ganz allgemein verbreitete Arten, wie *Ceratodon purpureus*, *Leucobryum vulgare*, *Funaria hygrometrica* und zwar aus dem einfachen Grunde: weil sie an keiner Stelle mit Sicherheit untergebracht werden konnten. Auch sonst stimmen jene Angaben keineswegs mit denen anderer überein; während Herzog z. B. *Webera nutans* und *Buxbaumia aphylla* zu den schattensuchenden Arten stellt, bezeichnet W a r n s t o r f beide (VI, S. 20) als „Xerophyten sehr trockner, oft besonnter Standorte“.

Für unsere Zwecke genügt die Einteilung in drei Gruppen. Wir betrachten nicht nur alle Arten, die „ihren gesamten Entwicklungsgang von der Keimung bis zur Sporenbildung in oder auf dem Wasser zurücklegen“ (V, a), sondern auch solche, die, wie *Hookeria*, nur gelegentlich von nassen Standorten ins Wasser hinabsteigen, mithin von den in dieser Arbeit besprochenen die folgenden zehn als

Wassermoose (*Hydrophyten*):

- |                                     |                                   |
|-------------------------------------|-----------------------------------|
| 1. <i>Cinclidotus fontinaloides</i> | 6. <i>Fontinalis antipyretica</i> |
| 2. <i>Conomitrium Julianum</i>      | 7. <i>Grimmia mollis</i>          |
| 3. <i>Dichelyma falcatum</i>        | 8. <i>Hookeria lucens</i>         |
| 4. <i>Fissidens crassipes</i>       | 9. <i>Hypnum alpinum</i>          |
| 5. — <i>grandifrons</i>             | 10. — <i>palustre</i>             |

Etwas zahlreicher sind diejenigen, die trockne, sonnige Orte lieben oder auch, trotz zeitweise nasser Wohnstätten, auf längere Trockenzeiten eingerichtet sind, die

Trockenmoose (*Xerophyten*):

- |                                  |                                    |
|----------------------------------|------------------------------------|
| 1. <i>Andreaea petrophila</i>    | 9. <i>Grimmia pulvinata</i>        |
| 2. <i>Braunia alopecura</i>      | 10. <i>Hedwigia ciliata</i>        |
| 3. <i>Coscinodon cribrosus</i>   | 11. <i>Oligotrichum hercynicum</i> |
| 4. <i>Crossidium squamigerum</i> | 12. <i>Orthotrichum anomalum</i>   |
| 5. <i>Dicranum spurium</i>       | 13. <i>Polytrichum piliferum</i>   |
| 6. <i>Encalypta ciliata</i>      | 14. <i>Racomitrium canescens</i>   |
| 7. — <i>vulgaris</i>             | 15. <i>Tortula muralis</i>         |
| 8. <i>Fissidens decipiens</i>    | 16. <i>Webera nutans</i>           |

Für die dritte, auch sonst umfangreichste Abteilung der

## Schattenmoose

bleiben alle übrigen, gewöhnlich als *Mesophyten*, *Hygrophyten* oder *Skiophile* bezeichneten Arten. —

Auf den äußeren Zuschnitt der Kalyptra hat die Lebensweise nur soviel Einfluß geübt, daß sich im Laufe der Zeit die steile Dachform als die zweckmäßigste in einigen, wenigen Typen entwickelte und in entsprechenden Anpassungen erhielt. *Dichelyma*, *Discelium*, *Leucodon*, *Timmia* und *Voitia* leben unter grundverschiedenen Bedingungen, und doch ist die Gestalt der Haube bei allen fünf gleich; die Wassermoose *Conomitrium*, *Fontinalis* und *Hookeria* haben einerlei Mützenform, die nämliche hat aber auch das Trockenmoos *Hedwigia*.

Wie Klima und Höhenlage gestaltend auf die Skulptur der Kalyptra einwirken können, lehren anschaulich die *Polytrichaceen* und *Orthotrichaceen*; ihr Haarkleid wächst mit der zunehmenden Schutzbedürftigkeit und steht bei jenen in den Gattungen *Catharinaea*, *Oligotrichum* und *Polytrichum*, bei diesen in den Arten mit glatter und mit behaarter Haube genau im Verhältnis zur Höhe des Wohnorts über dem Meeresspiegel. Die Faltenhaube der *Orthotricha* wird uns als Schutzvorrichtung gegen Trocknis verständlicher, wenn wir sehen, wie ihre Räschen sich gern auf der Rinde von Bäumen an-

siedeln: durch die Faltenbildung wird die Verdunstungsfläche auf das geringste Maß herabgesetzt. Sucht sich aber ein *Orthotrichum* — das *O. nudum* bekanntlich — seinen Wohnsitz auf nassem oder überflutetem Gestein, wo eine Gefahr des Austrocknens nicht zu befürchten ist, so wird die Schlußfolgerung hinfällig, daß zwischen Haubenform und Standort ein Zusammenhang besteht.

Hier versagt also die Haube? Soweit es sich um Äußerlichkeiten handelt, allerdings. Die Kalyptra hat es aber „in sich“.

Wenn Goebel von den Anpassungen der Blattgestaltung sagt (V, a. S. 796), daß sie sich „mehr in der anatomischen Struktur, als in den äußeren Gestaltungsverhältnissen aussprechen“ und weiterhin von der Haube: „Im allgemeinen ist die Kalyptra um so derber gebaut, je mehr Austrocknungsgefahr besteht, und um so zarter, je weniger das der Fall ist“, so sind damit die für eine Einteilung der Hauben nach den ökologischen Verhältnissen entscheidenden Gesichtspunkte gegeben. Das Hauptmerkmal der

#### W a s s e r h a u b e ,

wie wir die Kalyptra der Wassermoose kurz nennen wollen, ist ein lockeres Gewebe aus polyedrischen, dünnwandigen Zellen; ob wir sie von außen, im Querschnitt oder im Längsschnitt betrachten: in jeder Lage zeigt sie ein aus parenchymatischen, vorwiegend gleichachsigen Formen gefügtes Zellgerüst. Den Typus kennen wir bereits, in so ausgezeichneter Entwicklung, wie bei *Conomitrium*, findet er sich bei keinem andern Laubmoose. Nur die Kalyptra von *Grimmia mollis* baut sich aus einem gleich lockeren, dünnwandigen Maschenwerk auf, doch nur aus zwei bis drei Schichten und erhält sich dabei im Netz der äußeren die Eigenart der Gattung (Abb. 37 a und a<sup>1</sup>); das nämliche gilt für die zweischichtige Haube von *Fissidens crassipes*; von den übrigen aufgezählten *Hydrophyten* reihen sich *Fontinalis* und *Hookeria* ein, deren kollenchymatischer Verdickungserscheinungen bereits gedacht wurde. *Cinclidotus*, *Dichelyma* und die beiden *Hypna* verhalten sich abweichend; von ihnen wird weiter unten noch die Rede sein.

Die Eigenschaften der Trockenmoose wurden schon erwähnt; K. Grebe kennzeichnet sie ebenso kurz, wie treffend (XI) als „Moose, die längere Dürreperioden ohne Störung ihrer Lebens-tätigkeit überstehen und zugleich in ihrer Organisation die Merkmale der xerophytischen Lebensweise erkennen lassen“. Zu diesen Merkmalen rechnet er nächst morphologischen Schutzeinrichtungen, wie röhren-, kappen-, kahn- und scheidenförmigen Blättern anatomische, von denen hier nur Papillen, Wasserspeicherzellen, Ver-

dickungen des Zellnetzes, besonders des Blattrandes, Bildung kleiner, derber Zellen, Verdoppelung der Blattspreite, Längslamellen, hautartige Schutzdecken und Stengelfilz genannt seien. Wo sich derartige Anpassungen bei Bewohnern trockner Standorte nachweisen lassen, dürfen wir sie um so unbedenklicher als Folgen „xerophiler Lebensweise“ ansprechen, als sie durch Feuchtkultur zum Verschwinden gebracht oder doch reduziert werden können (V a), Wassermoosen in der Regel auch fehlen. Wenn Lorch (XIII, S. 476) eine kräftigere Entwicklung der Sklerenchymplatten in der Rippe zu diesen Einrichtungen zählt, so muß doch darauf hingewiesen werden, daß auch in der Blattrippe ausgesprochener *Hydrophyten*, wie *Cinclidotus fontinaloides* und *Schistidium maritimum* die Stereidenbündel einen mächtigen Umfang erreichen.

Sind Anlehnungen der Kalyptra an Gestalt und Skulptur oder auch Nachahmungen der erwähnten Blattformen nicht selten, so herrscht in den inneren Schutzeinrichtungen beider eine Übereinstimmung, die überraschen und jeden Zweifel an ihrer Gleichwertigkeit beseitigen muß. Die Papillen an der Orthotrichumhaube und ihre in jüngerem Zustande lamellenartigen Rippen; die als Wasserspeicher wirkenden Innenzellen von *Hedwigia*, *Braunia* u. a.; verdickte, oft reich getüpfelte Wände bei *Racomitrium* (Abb. 37 e<sup>1</sup>); die Prosenchymstreifen bei *Tetraphis* und *Blindia*; die englichtigen Rindenzellen des Campylopus-typus (*Oreoweisia*, *Dialytrichia*); die Vermehrung der sklerenchymatischen Schichten, bei *Eurhynchium* und *Hylacomium* bis zu neun Lagen; die hautartige Beschaffenheit bei *Andreaea*; endlich die verschiedenen Haargebilde, die bei *Hedwigia* z. B. die Ähnlichkeit zwischen Haube und Perichätialblättern so offensichtlich betonen — es sind alles Merkmale, die auch im Bau der Kalyptra als Anpassungen an die Wohnortsverhältnisse gedeutet werden dürfen.

Als Kennzeichen der Trockenmooshaube oder

#### Trockenhaube

beanspruchen die Wandverdickungen in erster Reihe unsere Aufmerksamkeit. Betrachten wir solche mit Goebel (V a, S. 553) als Einrichtungen, die im Gewebe xerophiler Moose dazu dienen, größere Mengen von Flüssigkeit festzuhalten, so hindert uns nichts, dem Sklerenchym der Kalyptra diese Aufgabe zuzuschreiben. Wird in der Außenschicht die Aufnahme des „Imbibitionswassers“ begünstigt, bald durch Einfügung dünner Querwände zwischen kräftigeren, verdickten Längswänden — so bei den Formen des Poly-

trichumtypus (Abb. 27 i), bald durch reichliche Tüpfelbildung, wie bei *Dicranum* (Abb. 10 b, c), so ist es dann Sache der inneren Zellagen, das aufgenommene Wasser zurückzuhalten, seine Verdunstung zu verlangsamen, wobei ihnen die aus den Querschnittsbildern ersichtliche Beschaffenheit zustatten kommt.

An freiliegenden Standorten, die einer häufigen Sonnenbestrahlung ausgesetzt sind, schützt sich die Haube gern durch auffallend stärkere Verdickung der Außenwände, wodurch die verengerten Zellhöhlen in eine exzentrische Lage geraten. Das ist z. B. bei *Pleuroweisia* der Fall und geht bei manchen *Grimmiaceen* so weit, daß die Lumina in Schlitzform dicht an die Innenwand rücken; so bei *Grimmia anodon* (Abb. 37 d), *Coscinodon cribrosus* (Abb. 18 i).

Von den für die Trockenhaube in Frage kommenden Grundformen ist die dickwandig-gleichschichtige bei *Conostomum*, *Brachythecium*, *Eurhynchium* und den landbewohnenden Fissidensarten vertreten; der heterostromatische Typus findet sich in einfachster Form, aus je einer dick- und einer dünnwandigen Schicht gebaut, bei *Tortula* (Abb. 14 d), *Crossidium*, *Grimmia anodon* (Abb. 37 d); vollkommener, aus je drei solcher Lagen bei *Braunia alopecura* (Abb. 37 c), auch bei den verschiedenen Encalyptaarten, doch sind hier die Innenschichten an der fertigen Haube meist zerstört. Durch den äußerst kräftigen Sklerenchymring unter der weitlichtigen Außenschicht bekundet die ungleichschichtige Polytrichumhaube ihre Xerophilie.

Aus der großen Zahl und dem verschiedenen Anpassungsvermögen der Schattenmoose ergibt sich die Schwierigkeit, die

#### Schattenhaube

mit der gleichen Schärfe zu zeichnen, wie die Wasserhaube und die Trockenhaube. Ihrer Mittelstellung nach vereinigt sie die Eigenschaften beider in sich und je nachdem eine Art sich mehr der hygrophilen oder der xerophilen Lebensweise nähert, herrscht das eine oder andre Merkmal vor. Den Typus der Schattenhaube sehen wir in der von *Campylopus* am saubersten dargebotenen Grundform. Die Beschreibung auf Seite 184 und die Abb. 11 d, f, g ersparen eine Wiederholung an dieser Stelle; sie zeigen anschaulich, wie die Kennzeichen der Trockenhaube in der, dem Schutze dienenden, engzelligen, derbwandigen Rindenschicht mit denen der Wasserhaube: dem lockeren, dünnwandigen, zur Speicherung flüssiger Nährstoffe eingerichteten Innewebe verschmolzen sind.

Lassen die anatomischen Verhältnisse der Kalyptra, wie aus alledem hervorgeht, einen Schluß auf die Lebensweise der Moose

in der Regel zu, so fehlt es doch nicht an recht auffallenden Ausnahmen. Die Haube von zweien unsrer Wassermoose, *Cinclidotus* und *Dichelyma*, hat wenig oder nichts vom Conomitriumtypus an sich; sie ist beim ersten nach der *Campylopus*-, beim zweiten im Röhrenteil nach der *Brachythecium*-Grundform, am Grunde hygrophil gebaut; ebensowenig läßt sich die der beiden *Hypna* bei *Conomitrium* unterbringen. *Hedwigia*, ein ausgesprochenes Trockenmoos, erfreut sich einer Mütze, die man nach Gestalt und Bau des Spitzenteils kaum von der Conomitriumhaube unterscheiden kann, während sie am Grunde hygrophil-heterostromatisch eingerichtet ist. Durch eine flüchtige Wasserhaube schützt an Waldwegen *Buxbaumia aphylla* ihr junges Sporogon, wogegen die Kalyptra der nasse Felsen liebenden *Blindia* ein entschieden xerophiles Gefüge zeigt. Wie sind derartige Unstimmigkeiten zu erklären?

Für Grübeleien und stammesgeschichtliche Betrachtungen ist in dieser Arbeit kein Raum; es wird darin lediglich über leicht nachzuprüfende Beobachtungen berichtet. Wenn man als Urform unsrer *Buxbaumia* eine Fadenalge annimmt (V), die Vorfahren der Moose mit eingesenkten Kapseln im Wasser leben läßt (XIII), anderseits Wassermoose mit kürzer oder länger gestielten Sporogonen von Landformen ableitet, so sind das durch nichts zu beweisende Ansichten, die doch nur einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit für sich haben und als Versuche, regelwidrige Erscheinungen zu deuten, im vorliegenden Falle also auf den mit den Lehren der Ökologie nicht in Einklang zu bringenden Bau der Hauben von *Buxbaumia*, *Hedwigia*, *Cinclidotus*, *Dichelyma* u. a. ein klärendes Licht zu werfen, hier nicht unerwähnt bleiben durften. Daß *Blindia* an ihren Standorten nicht unbedingt sicher vor dem Austrocknen ist und die Sporogone der *Hedwigia* sich in der kälteren Jahreszeit entwickeln, wäre, wenn man nach Erklärungen sucht, für das abweichende Verhalten dieser Hauben zu berücksichtigten.

#### 4. Haube, Blatt und Stamm, Ausgleich ökologischer und verwandtschaftlicher Einflüsse.

Löst man von einem Funariapflänzchen mit Epigonhaube nacheinander Niederblätter, Stengelblätter, Schopfbblätter, so bleibt nach Entfernung des innersten Perichätialblattes als organischer Abschluß des Stammes, der mit der Entwicklung der ♀ Blüte sein Spitzenwachstum beendete, die H a u b e übrig, vom rein morphologischen Gesichtspunkt betrachtet: ein hohles Blattgebilde. Es ist leicht zu verstehen, daß H e d w i g s Zeitgenossen in der Kalyptra das Blumenblatt einer monopetalen Blüte sahen (petalum cuculli-

forme clausum I, S. 85); läßt aber schon der Augenschein keinen Zweifel an nahen Beziehungen zwischen Haube, Stamm und Blättern, so werden solche auch im inneren Bau nachzuweisen sein.

Blatt und Haube zeigen hier tatsächlich viel Übereinstimmendes und wo größere Unterschiede vorhanden sind, spielt die  $\varnothing$  Hülle gern den Vermittler. Die rundlichen, mit Blattgrün gefüllten Zellen der Stamtblätter von *Diphyscium* (Abb. 35 a) unterscheiden sich mehr durch ihren Inhalt, als durch Form, Größe und Wandstärke von den bleichen, öltreichen der Haube (c); gleichwohl bilden die Perichätialblätter in ihrem Blattnetz (b) eine Übergangsform, die die Eigenschaften beider so erfolgreich in sich vereinigt, daß auch ein geübtes Auge b und c nicht zu unterscheiden vermag. Bei *Fon-*

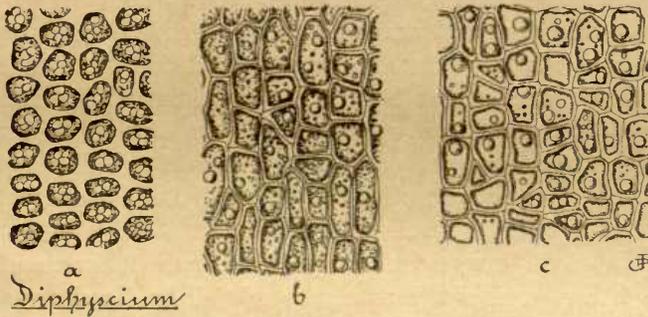


Abb. 35. *Diphyscium sessile*.  
a Zellnetz der mittleren Stamblattfläche, b der Mitte eines Perichätialblattes,  
c des Haubengrundes (alle 300/1).

*tinalis* ist diese Übereinstimmung zonenweise durchgeführt. Das aus rhomboidischen Grundformen gewebte Zellnetz der Hauben s p i t z e unterscheidet sich in keiner Weise von dem der Blattspitze, während die kurz sechsseitigen Maschen des Hauben g r u n d e s ihr naturtreues Seitenstück in den wenig schmälere des Blattflügels finden; beiden sind sogar die trüben Inhaltmassen gemeinsam, denen die ganze Pflanze ihr dunkles Grün verdankt (Abb. 30 b, c). Denken wir uns die Rautenzellen des oberen Teils der Kalyptra etwas verschmälert, so haben wir das prosenchymatische Gewebe in seiner typischen Gestalt vor uns, wie es die Hauben- und Blattnetze der meisten Seitenfrüchtler kennzeichnet, zu denen also das Quellenmoos mit seiner vorwiegend parenchymatisch gebauten Wasserhaube hinüberleitet.

Den im Stengelgewebe in Blattspuren oder blatteigener Rinde sich verratenden, engen Beziehungen zwischen Blatt und Stamm

kann die Kalyptra ihrer Entwicklung nach nichts Ähnliches gegenüberstellen; ihr Verhältnis zum Stamm ist lose und durch die Trennzone von vornherein zum Abbruch bestimmt. Im äußeren Zusammenhang erinnert der Rippenansatz jüngerer Faltenhauben,

Fissidentaceae

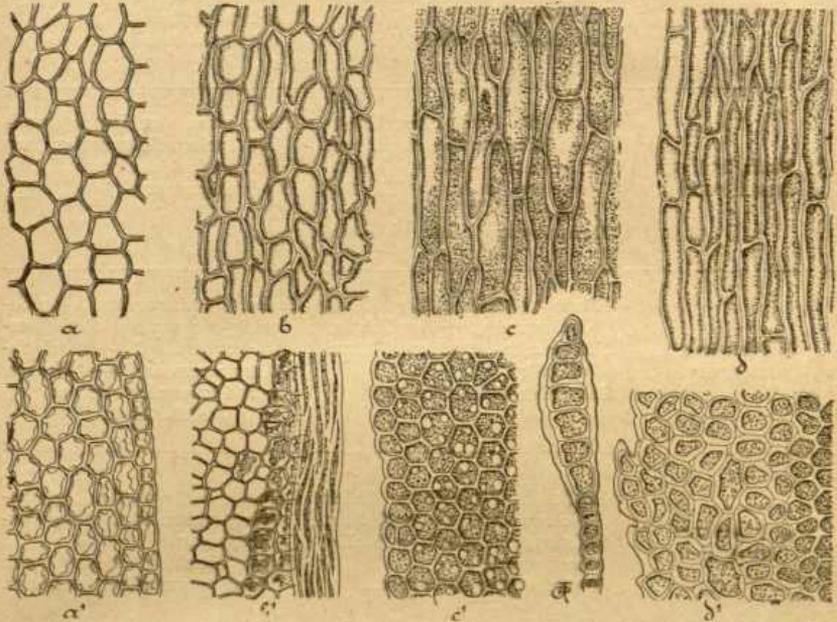


Abb. 36. *Fissidentaceae*.

Obere Reihe: Zellnetze des unteren Haubenteils; untere Reihe: der Mitte des Blattflügels von: *a* *Conomitrium Julianum*, nach Pflanzen von W. Baur, die im Januar 1864 im Zimmer zur Fruchtbildung gebracht wurden. *a'* nach Pflanzen „e loco classico, ad thermas Divi Juliant prope Pisas“, leg. A. Bottini 1880. *b, b'* *Fissidens crassipes* aus der Wutach im Schwarzwald (bei *b'* der geschrumpfte Zellinhalt nur teilweise eingezeichnet). *c, c'* *Fissidens taxifolius*, nach frischen Pflanzen gezeichnet. *d, d'* *Fissidens decipiens*. *d* nach Pflanzen aus Leoben leg. Breidler, *d'* nach Pflanzen aus dem Fürstensteiner Grund. Daneben Querschnitt durch den Blattrand.

(Alle Figuren bei gleicher Vergrößerung = 300/1 gezeichnet.)

von *Orthotrichum* z. B., an die aus dem Stengel austretende Blattrippe. Im inneren Bau von Stengel, Blatt und Haube unter den in der Überschrift dieses Abschnitts genannten Einflüssen auftretende Veränderungen sind also nur als Parallelerscheinungen zu betrachten; wie sie sich in einzelnen Familien äußern, ist aus den folgenden Übersichten zu ersehen.

## Fissiden-

	a) Stengelgewebe (Querschnitt)	b) Blattnetz (Mitte)
1. <i>Conomitrium Julianum</i>	Rinde 1—2 schichtig, Zellen dickwandig, weitlichtig. Füllgewebe locker, dünnwandig. Zentralstrang fehlt.	Zellen derbwandig, fast gleichseitig-hexagonal, ohne Verdickungen. Rand ungesäumt. Abb. 36 a <sup>1</sup> .
2. <i>Pachyfissidens grandifrons</i>	Rinde 2—3 schichtig, Zellen sehr dickwandig, englichtig. Füllgewebe locker, dünnwandig (s. Abb. VII, Fig. 144 b) Zentralstrang fehlt.	Zellen nahe der Rippe rundlich, sehr dickwandig, am Rande fast dünnwandig. Rand ungesäumt.
3. <i>Fissidens crassipes</i>	Rinde 2—3schichtig, Zellen dickwandig, $\pm$ englichtig. Füllgewebe locker, dünnwandig. Zentralstrang armzellig.	Zellen derbwandig, gleichseitig-sechseckig, ohne Verdickungen. 1 (—2) schichtiger Saum aus 3—4 Reihen von Prosenchymzellen. Abb. 36 b <sup>1</sup> .
4. <i>Fissidens bryoides</i>	Rinde 1—2 schichtig, Zellen dickwandig, $\pm$ englichtig. Füllgewebe 2schichtig, locker, derbwandig. Zentralstrang mittelgroß.	Zellen derbwandig, gleichseitig-sechseckig, ohne Verdickungen. Rand durch 2 Reihen von Prosenchymzellen gesäumt.
5. <i>Fissidens taxifolius</i>	Rinde 2 schichtig, Zellen sehr klein und englichtig, fast stereid, gehen rasch in das 4schichtige weitlichtige, sehr dickwandige Füllgewebe über. Zentralstrang reichzellig.	Zellen derbwandig, gleichseitig-sechseckig, ohne Verdickungen, außenseits marmillös, bilden Steil- und Schrägreihen. Rand ungesäumt. Abb. 36 c <sup>1</sup> .
6. <i>Fissidens adiantoides</i>	Rinde 3 schichtig, 2 äußere Schichten fast stereid, 1 innere weitlichtiger, die rasch in das weitmaschige, derbwandige Füllgewebe übergeht. Zentralstrang klein, armzellig.	Zellen derbwandig, gleichseitig-sechseckig, turgid. Rand durch 4 Reihen rundlicher, nicht wulstiger Zellen gesäumt.
7. <i>Fissidens decepiens</i>	Rinde 3—4 schichtig, Zellen gelb, sehr verdickt, 2 äußere fast stereid. Füllgewebe locker, dünnwandig, nicht kollenchymatisch. Zentralstrang groß, zellenreich.	Zellen derbwandig, sechsseitig. Rand durch 6—7 Reihen größerer, sehr dickwandiger turgider Zellen wulstig gesäumt. Randreihen enger, abwärts oft querebreiter, im Flügel eckig. Abb. 36 d <sup>1</sup> .

## taceae.

c) Haube		Lebensweise
Querschnitt	Flächenbild	
4 Schichten gleichartiger, lockerer, sechsseitiger Zellen mit unverdickten Wänden.	Zellen $\pm$ gleichseitig - sechs-eckig, derbwandig, ohne Verdickungen. Abb. 36 a.	Hydrophyten.
?	?	
2 Schichten gleichgroßer, dünnwandiger, weitlichtiger, länglich 5—6 seitiger Zellen mit unverdickten Wänden.	Zellen länglich rechteckig bis -sechseitig, seltener rhomboidisch oder prosenchymatisch zugespitzt, derbwandig, ohne Verdickungen. Abb. 36 b.	
Wie bei <i>F. crassipes</i> , doch mit derberen Wänden.	Wie bei <i>F. crassipes</i> .	Mesophyten.
Oben bis 5 Schichten sehr dickwandiger, ovallumiger Zellen; unten 2—3 Schichten derbwandiger, weitlichtiger, fast gleichgroßer Zellen.	Zellen rhomboidisch bis linear, meist prosenchymatisch zugespitzt, derbwandig. Abb. 36 c.	
2 (—3) Schichten sehr dickwandiger, weit- und ovallumiger Zellen, die der Außenschicht wenig kleiner, nach außen stark verdickt.	Zellen länger oder kürzer rhomboidisch, derbwandig.	
2 Schichten sehr dickwandiger, ovallumiger Zellen, die der inneren bald größer, bald kleiner, als die der nach außen stark verdickten Rindenschicht.	Zellen länglich rechteckig, linear bis rhomboidisch, vielfach prosenchymatisch zugespitzt, derbwandig, verbogen. Abb. 36 d.	Xerophyt.

## Encaly-

	a) Stengelquerschnitt	b) Blattnetz
<b>Encalypta vulgaris</b>	Rinde 2 schichtig, Zellen klein, ohne Wandverdickungen. Grundgewebe dünnwandig, schwach kollenchymatisch. Zentralstrang groß, reichzellig.	Zellen sechsseitig, dicht mit Hufeisenpapillen, am Grunde glatt, hyalin, lang sechseckig, am Rande linear. Saum undeutlich.
<b>E. ciliata</b>	Rinde und Grundgewebe wie bei <i>E. vulgaris</i> . Zentralstrang fehlt.	Zellen sechsseitig, dicht mit mehrspitzigen Papillen. Grund wie bei <i>E. vulgaris</i> .
<b>E. contorta</b>	Rinde 2—3 schichtig, gut begrenzt. An den Insertionsstellen unter der blatteignen Außenrinde eine Gruppe substereider Zellen. Grundgewebe locker, dünnwandig. Zentralstrang armzellig, gut begrenzt.	Zellen rundlich sechsseitig, dicht warzig — papillös. Saumzellen dünnwandig, linear.
<b>E. rhabdocarpa var. pilifera</b>	Rinde 2 schichtig, kleinzellig. Grundgewebe lockerzellig. Zentralstrang fehlt, nur oben undeutlich.	Zellen sechsseitig, dicht papillös. Am Grunde lineare, derbwandige Saumzellen.
<b>E. longicolla</b>	Rinde 2 schichtig, Zellen klein, derbwandig. Grundgewebe locker, dünnwandig. Zentralstrang deutlich, locker, armzellig (bisweilen nur 2 große Zellen), fehlt nach VII, 2, S. 119.	Zellen rundlich sechsseitig, derbwandig, dicht papillös. Saumzellen linear, dünnwandig.

## ptaceae.

c) Zellnetz der Kapselwand	d) Haube	Heimat
<p>Alle Zellen, auch die des Deckels, dünnwandig, nur am Grunde derbwandig. Keine Schrägreihen.</p>	<p>Flächenbild wie bei <i>E. ciliata</i>; Zellen kleiner, senkrecht geordnet. Es gibt fast glatte Hauben, deren Außenzellen meist am oberen Ende zugespitzt sind, ohne Papille. Querschnitt wie bei <i>E. ciliata</i>.</p>	Ebene.
<p>Alle Zellen <math>\pm</math> dickwandig, bei denen der var. <i>microstoma</i> bleibt nur ein schlitzförmiges Lumen. Keine Schrägreihen.</p>	<p>Flächenbild: lange, dickwandige, oben in Papillen endende Prosenchymzellen. Im Querschnitt 4, abwärts 3—2 Schichten dickwandiger, englichtiger Zellen; die Papillen der äußeren wölben sich als hyaline Verdickungen vor. (Abb. 22 c.)</p>	Mittelgebirge.
<p>Zellen der 8 schräg nach rechts aufsteigenden Rippen mit stark buchtig verdickten Längswänden. Zellen der Furchen dünnwandig. Deckelzellen nicht spiralig.</p>	<p>Flächenbild wie bei <i>E. ciliata</i>; Zellen steigen in <math>\frac{1}{2}</math>—<math>\frac{3}{4}</math> Umlauf (auf die ganze Haubenlänge) nach rechts auf. Querschnitt kräftiger, wie bei <i>E. ciliata</i>; oben der Sklerenchymring bis 7schichtig. Rindenzellen mit oft nur punktförmigem Lumen, gehen im Schnabelteil in Zähne über.</p>	Mittelgebirge.
<p>Zellen nur unter der Mündung buchtig verdickt, sonst zartwandig, die der Rippen nicht verschieden. Zellen des Grundes derbwandig.</p>	<p>Flächenbild wie bei <i>E. ciliata</i>. Querschnitt ebenfalls; im Schnabel gehen die Rindenzellen in <math>\pm</math> grobe Zähne über.</p>	Hochgebirge.
<p>Zellen unter der Mündung und am Grunde mit mäßig verdickten Wänden, sonst alle dünnwandig, länglich sechsseitig.</p>	<p>Flächenbild: In der Schnabelspitze rhomboidische, fast glatte Zellen, die bis zum Schnabelgrund in dickwandige mit papillöser Spitze übergehen. Haubengrund locker parenchymatisch. Die ganze, übrige Haubenwand von langen, schmalen, an beiden Enden zugespitzten Prosenchymzellen mit sehr dicken Wänden gebildet. Querschnitt wie bei <i>E. ciliata</i>, die wenig vorgewölbten Rindenzellen mit oft nur punktförmigem Lumen.</p>	Hochgebirge.

## Grimmi-

Haube von:	Flächenbild
<b>Grimmia mollis</b>	Zellen kurz rechteckig bis kurz sechsseitig, einzelne verlängert; im oberen Teil derb-, gegen den Grund dünnwandig, nicht durchscheinend. (Abb. 37 a <sup>1</sup> .)
<b>Cinclidotus fon inaloides</b>	Zellen länglich rechteckig bis rhomboidisch mit stark und ungleichmäßig verdickten Wänden. Innenschicht schimmert mit doppelt so breiten, dünnwandigen Maschen durch. (Abb. 37 b <sup>1</sup> .)
<b>Brachysteleum polyphyllum</b>	Zellen rhomboidisch bis linear, verbogen, dickwandig, vielfach prosenchymatisch zwischen einander geschoben. (Abb. 17 c.)
<b>Hedwigia albicans</b>	Zellen kürzer oder länger sechsseitig mit derben, glatten Wänden. Innenschicht schimmert mit gleichgroßen Maschen durch.
<b>Grimmia anodon</b>	Ganz wie bei <i>Gr. pulvinata</i> .
<b>Grimmia pulvinata</b>	Zellen kurz - rechteckig bis - hexagonal, derbwandig, nicht verbogen. Innenschicht schimmert mit doppelt so breiten, zarten Maschen durch. (Abb. 15 c.)
<b>Schistidium apocarpum</b>	Zellen rundlich quadratisch bis länglich viereckig, sehr dickwandig. Innenschicht schimmert mit gleichbreiten Maschen durch.
<b>Coseinodon cribrosus</b>	Zellen kurz sechsseitig, manche fast gleichachsig. Alle unverdickt. (Abb. 18 e.)
<b>Braunia alopecura</b>	Zellen abgerundet länglich-rechteckig, daneben viel längere, linealische. Wände mäßig verdickt, glatt, verlaufen in Längsbahnen, wodurch die Haube streifig erscheint. (Abb. 37 c <sup>1</sup> .)
<b>Rhacomitrium canescens</b>	Zellen in Gruppen, schlauchförmig, dickwandig mit papillös vortretendem, oberem Ende (wie bei <i>Encalypta</i> ). (Abb. 16 g.)
<b>Rhacomitrium lanuginosum</b>	Zellen länglich rechteckig bis rhomboidisch. Längswände stark und dicht buchtig verdickt, abwärts fast glatt. Grundlappen endigen in Zotten aus traubig zusammenhängenden, kreisrunden Zellen mit rings stark verdickten Wänden. (Abb. 37 e <sup>1-2</sup> .)

## aceae.

Querschnitt	Heimat	Lebensweise
3—1schichtig. Alle Zellen locker, gleichgroß oder die inneren doppelt so breit wie die der Rinde. Außenwände mäßig, die übrigen Wände nirgend verdickt, zart, die inneren geschlängelt. (Abb. 37 a.)	Bäche des Hochgebirges.	Hydrophyten.
2schichtig. Rindenzellen dickwandig, ovallumig, 2—3 mal schmaler als die der lockeren, dünnwandigen Innenschicht. (Abb. 37 b.)	Ebene und Mittelgebirge.	
Rippen 5—6schichtig. Rindenzellen fast stereid mit stärker verdickter Außenwand. Füllzellen locker, dünnwandig. (Abb. 17 d.)	Bergregion.	Mesophyt.
2—3schichtig. Zellen oben 5—6eckig, gleichachsigt, gleichgroß; unten die der Rinde kleiner, doch nicht englichtig, 3—4 mal schmaler als die der lockeren Innenschicht. Außenwände derb, die übrigen dünn, geschlängelt.	Ebene und Bergregion.	
Rinde ganz wie bei <i>Coscinodon</i> , ihre Zellen halb so schmal, wie die der lockeren, dünnwandigen Innenschicht. Innenwände geschlängelt. (Abb. 37 d.)	Hügelregion bis Hochalpen.	
3schichtig. Zellen der Rinde englichtig, außen stärker verdickt. Innenschichten derbwandig mit doppelt so breiten Zellen. (Abb. 15 g.)	Ebene und Mittelgebirge.	
3—2schichtig. Zellen oval- und weitlichtig, rings stark verdickt, die Außenwand stärker. Zellen der Innenschicht lockerer, bis doppelt so breit, wie die der äußeren.	Ebene bis Hochalpen.	
Oben 4-, unten 1schichtig. Rindenzellen außen stärker verdickt, Lumen ritzenförmig. Zellen der Innenschichten dünnwandig, so breit, wie die Außenzellen. (Abb. 18 f—i.)	Waldgürtel der Gebirge.	Xerophyten.
Oben bis 5 sehr dickwandige, ovallumige Schichten, die äußere engzellig. Unten heterostromatisch; 3 äußere, sehr dickwandige Schichten, die äußere mit engem Lumen, 3 sehr lockere, dünnwandige Innenschichten. Grund einschichtig, Zellen rundlich, englichtig, mit dickerer Außenwand. (Abb. 37 c, c <sup>2</sup> .)	Südschweiz.	
2-, in den Höckern bis 4schichtig. Schmale und breite Höcker aus englichtigen, nach außen stark verdickten und vorgewölbten Zellen dicht nebeneinander. (Abb. 16 d.)	Ebene bis Hochgebirge.	
Kreisrund, im unteren Röhrenteil bis 5schichtig. Schichten wie bei <i>Rh. canescens</i> . (Abb. 37 e.)	Bergregion bis Hochgebirge.	

Diese Tafeln sollen zugleich zur Lösung der wichtigen Frage beitragen: ob unsere bisherigen Beobachtungen verallgemeinert werden dürfen, derart, daß die für einzelne Arten festgestellten Tatsachen als Merkmale für die ganzen Gattungen oder gar für größere Formenkreise anzusprechen seien?

### Fissidentaceae.

Klarer können die Gegensätze, welche sich im Bau der Wassermoose und in dem der Trockenmoose geltend machen, nicht zum Ausdruck kommen, deutlicher die Veränderungen, welche das Aufsteigen in der ökologischen Rangordnung — wenn wir den Übergang von der hydrophilen Lebensweise zur xerophilen so nennen dürfen — im Innern der Organe zur Folge hat, nicht in die Erscheinung treten, als in den Anpassungen des Stengel-, Blatt- und Haubengewebes der Spaltzahnmoose. Das zentrale Leitbündel ist den Wasserbewohnern entbehrlich; es wird in ihrem Stamm daher zunächst ganz ausgeschaltet. Sein erstmaliges Auftreten als armzellige Gruppe bei *Fissidens crassipes* (und dem ihm nahestehenden *F. Mildeanus* und *rufulus*) und sein weiteres Wachstum, die stufenweise zu verfolgende Kräftigung des zarten Stengelgewebes bis zu dem derben Gerüst von *F. taxifolius* und *F. decipiens*, einem Bewohner trockner Felsen; die bis zur wulstigen Umsäumung führenden Verdickungsvorgänge im Blattnetz — das alles sind Wirkungen von Einflüssen, die in offensichtlichem Zusammenhang mit einer Änderung der Lebensbedingungen stehen.

Eine noch überzeugendere Sprache, als die auf Seite 254/55 zusammengestellte Übersicht dieser Verhältnisse reden die Figuren der Abb. 36; aus ihnen ist zu ersehen, in welchem Maße neben Stamm und Blatt auch der Haube ein beweisender Anteil zukommt, wie auch ihr, trotz kurzer Lebensdauer, eine erstaunliche Anpassungsfähigkeit innewohnt. Ohne eine solche wären die Bilder der oberen Reihe unverständlich. Sie zeigen uns, wie ein Wechsel der Lebensweise allmählich formverändernd auf das Zellnetz der Kalyptra zu wirken vermag: in dem der Trockenhaube von *Fissidens decipiens* erinnert nichts mehr an die typische *Conomitrium*-Grundform. Damit ist für die Familie der *Fissidentaceen* das Überwiegen der ökologischen Einflüsse gegenüber denen der Verwandtschaft erwiesen, soweit die Haube in Frage kommt.

### Encalyptaceae.

Bei keiner größeren, einheimischen Laubmoosgruppe wird die Tracht in so ausgezeichnet einheitlicher Weise durch die Haube bestimmt, wie bei den Glockenhüten; vom Standpunkte des Ka-

lyptrologen betrachtet ist es eine monotypische Familie. In dem reichen Formenwechsel, der sich an den einzelnen Teilen des Sporogons, an Sporen, Spaltöffnungen, Kapselwand und Peristom kundgibt, bildet die Haube in ihrer schmalen Glockenform ein so stetiges, gefestigtes Merkmal, daß weder die Drehung bei *E. contorta*, noch das Vorhandensein oder Fehlen der Fransen eine mehr als augenfällige Bedeutung haben. Ökologische oder klimatische Einflüsse läßt die Verteilung dieser Äußerlichkeiten auf die verschiedenen Arten nicht erkennen; sie finden sich bei den Formen der Ebene so gut, wie bei den hochalpinen und das gilt auch für die größere oder geringere Rauheit des Schnabels. Selbst Zellnetz und Querschnitt sind bei allen Encalyptaarten im wesentlichen gleich und verraten durchweg die xerophile Natur. Mit dem wabigen Blattnetz hat das Flächenbild der Kalyptra außer den Papillen nichts gemeinsam; dagegen läßt sich ihr innerer Sklerenchymring als Parallelerscheinung zu dem mächtigen Stereidenband der Rippe und als Anpassung an trockne Wohnorte auffassen.

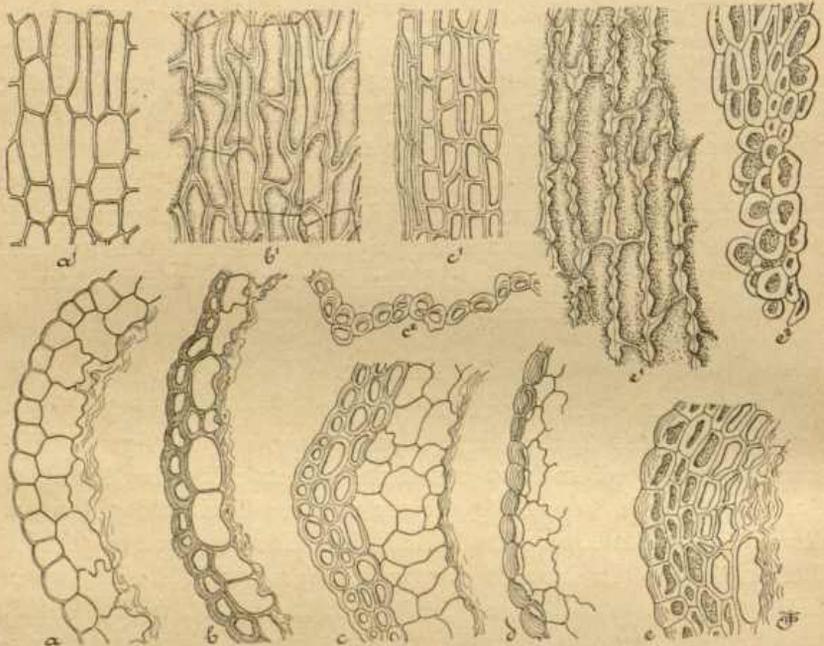
### Grimmiaceae.

Bietet das Stengelgewebe der *Grimmiaceen* wegen der Unbeständigkeit des Zentralstranges ein wenig zuverlässiges Unterscheidungsmerkmal, so zeigt uns das Blattnetz schon bei der einen Gattung *Grimmia* eine richtige Musterkarte im Wechsel der Formen. Darauf hat bereits L o e s k e im ersten Bande seines groß angelegten Werkes über die Laubmoose Europas in Wort und Bild hingewiesen (XIV, S. 1—3. Vergl. Figg. 4, 6, 7, 10, 18, 40, 41, ferner 17, 18, 21 u. a.). Mangels sicherer Grundlagen wurde deshalb von vergleichenden Untersuchungen Abstand genommen und aus diesem Grunde fehlen die entsprechenden Spalten in der Übersicht auf Seite 258/59.

Die Haube der *Encalyptaceen* erweist sich als ein in seiner Eigenart gefestigtes Gebilde, das den Einflüssen der Lebensweise nicht mehr zugänglich ist; die der *Fissidentaceen* ist dafür noch in dem Maße empfänglich, daß wesentliche Bestandteile sich bis zur Unkenntlichkeit umwandeln können; die Kalyptra der *Grimmiaceen* stellt beide durch ihre Bildsamkeit in den Schatten. Sie unterwirft sich, von den wenigen, bereits erwähnten Ausnahmen abgesehen, den ökologischen Gesetzen vollkommen und ordnet sich zwanglos zu einer Formenreihe, welche, wie das Begleitbild 37 bestätigt, von dem „einzig echten Hygrophyten der Familie“ ausgehend, die sich steigernden Anpassungen an trocknere Wohnstätten im Zellnetz und Querschnitt ebenso deutlich bekundet, wie ihre Mutterpflanzen

in dem unter gleichen Bedingungen sich nach und nach einstellenden „greisgrauen Schimmer“ der Rasen. Wir dürfen im vorliegenden Falle die Kalyptra ohne Übertreibung als Gradmesser der Xerophilie bezeichnen.

Schwieriger löst sich aus der Vielgestaltigkeit der *Grimmiaceen* der Haubentypus der Familie; ist doch fast jede ihrer Gattungen



*Grimmiaceen-Hauben*

Abb. 37. *Grimmiaceae*.

Untere Reihe: Teilquerschnitte durch den unteren Haubenteil von: a *Grimmia mollis*, b *Cinclidotus fontinaloides*, c *Brauntia alopecura* (c<sup>2</sup> am Grunde) d *Grimmia anodon*. e *Rhacomitrium lanuginosum*. Obere Reihe: Zellnetz des unteren Haubenteils von: a<sup>1</sup> *Grimmia mollis*, b<sup>1</sup> *Cinclidotus font.*, c<sup>1</sup> *Brauntia alopecura*, e<sup>1</sup> *Rhacomitrium lanug.* (e<sup>2</sup> ein Zipfel des Grundes).

(Sämtliche Figuren in gleicher Vergrößerung (300/1).)

mit einer anderen Form der Haube ausgerüstet. So nahe es liegt, ihn bei *Grimmia*, der artenreichsten und wichtigsten Gattung zu suchen: auch in dieser tritt sie nicht einförmig auf, sondern als Mütze oder als Kappe; was aber im Bereiche der übrigen Gattungen in dem Wechsel äußerer Gestaltung zustande kommt und was als Endergebnis des Widerstreits zwischen ökologischen und verwandtschaftlichen Einflüssen im Innenbau bestehen bleibt, ist weit entfernt davon, sich einer Grundform unterzuordnen.

Muß schon die Vereinigung von kegel-, kappen- und mützenförmigen, von glatten und faltigen, kurz und lang geschnäbelten Hauben in einer Familie stutzig machen und Zweifel erregen, ob diese Formen wirklich zueinander gehören, so führt die Kenntnis ihrer inneren Verschiedenheit zu der Überzeugung, daß dem nicht so sein kann, daß die Umgrenzung der *Grimmiaceen* im Sinne *Limpricht's* unhaltbar ist, wenn man im Bau der Kalyptra einen festen Plan, nicht bloße Naturlaune sich auswirken sehen will. Für die Gruppe der *Ptychomitrieen* hat *Limpricht* selbst (VII, S. 814) eingestanden, daß sie „bei den *Grimmiaceen* nicht ihren richtigen Platz hat“. Von neueren Systematikern trennt *Brotherus* (in *Engler-Prantl*, Natürl. Pflanzenfam. 1909) die *Cinclidoteen* und *Hedwigieen* ab, behält aber die *Ptychomitrieen* an ihrer bisherigen Stelle. *Loeske* läßt (XIV) nur noch *Coscinodon*, *Grimmia* (mit der zur Gattung erhobenen *Hydrogrimmia*), *Rhacomitrium* und *Schistidium* als echte *Grimmiaceen* gelten.

In den Rahmen dieser engeren Familienbegrenzung fügen sich die Hauben der genannten Gattungen ausgezeichnet. Die von *Grimmia pulvinata* stellt die Grundform dar, die Pfriemenhaube von *Rhacomitrium* eine, dem nadelförmigen Deckel äußerlich angepaßte Verlängerung, die Faltenhaube von *Coscinodon* eine zum Schutz gegen Trockenis erforderliche Oberflächenvergrößerung (Abb. 15 b, 16 a, 18 d); in der Verschiedenheit der inneren Gestaltung finden die Einflüsse der Lebensweise den entsprechenden Ausdruck (vergl. die Abb. 37 a, d, 18 i, 15 g, 16 d, 37 e). Die als Wasserhaube ausgebauten Kalyptra von *Hydrogrimmia*, die streng xerophil eingerichtete von *Rhacomitrium lanuginosum*, beide als Endglieder der ökologischen Reihe gegenübergestellt und in der Mitte als Typus die von *Grimmia pulvinata* geben insgesamt ein Bild, welches auch für die *Grimmiaceen* bestätigt, daß der Wohnort einen stärkeren Einfluß auf die anatomischen Verhältnisse ausübt, als die verwandtschaftlichen Beziehungen.

Kurz zusammengefaßt würde der Inhalt der drei Übersichtstafeln lauten:

1. Hauben-, Blatt- und Stammgewebe zeigen in ihren Zellenformen oft große Ähnlichkeit; bisweilen stimmen sie nahezu überein.
2. Die Gewebe der Kalyptra bringen Formen zustande, die als Typen für größere Gruppen gelten und zur Erkennung verwandtschaftlicher Beziehungen dienen können.
3. Ökologische Einflüsse veranlassen die Haube zu Anpassungen, die den aus Blatt- und Stammgewebe bekannten entsprechen.

4. Der innere Bau der Kalyptra berechtigt dazu, Schlüsse auf die Lebensweise eines Mooses zu ziehen.

Bei den Vorarbeiten für diesen Abschnitt wurden zahlreiche vergleichende Untersuchungen von Hauben- und Blattnetzen angestellt; über einige davon mögen nachträgliche Bemerkungen hier Platz finden.

*Hymenostylium curvirostre*. Die Zellen von Blatt und Haube sind der Form nach kaum verschieden, die der Haube aber nicht papillös.

*Pleuroweisia Schliephackei*. Die Zellen des Blattgrundes sind glatt und gleichen denen der Haube in Größe, Form und Wanddicke.

*Campylopus flexuosus*. Nur die Saumzellen des Blattes, dicht über den großen Flügelzellen, lassen sich mit denen des Haubennetzes vergleichen; alle übrigen sind verschieden.

*Oreoweisia Bruntoni*. Im unteren Abschnitt älterer Blätter liegen die Verhältnisse ähnlich, wie in der Haube.

*Dicranella heteromalla*. Die Haubenzellen sind länger, unregelmäßiger, nirgend so streng parenchymatisch und in Reihen geordnet, wie im Blattnetz.

*Dicranodontium longirostre*. Zellen der Haube lockerer, viel mehr verbogen, als die des Blattnetzes.

*Dicranum spurium*. Im unteren Blattdrittel, über den Flügeln, ähneln die Formen sogar in der schönen Tüpfelung und dem Inhalt denen der Haube; dagegen fehlen dieser gänzlich die kleinen, xerophilen Zellen der Blattspitze.

*Leucobryum glaucum*. Die Ähnlichkeit zwischen Hauben- und Blattzellen beschränkt sich auf die reiche, in beiden auch auf die Innenwände übergehende Tüpfelung. Die dadurch verursachte Lockerung des Haubengewebes wird durch leistenförmig nach außen vorspringende Längswände ausgeglichen.

*Pottia*. In Form und Durchsichtigkeit gleichen die Haubenzellen der *P. truncatula* fast denen des Blattgrundes; ihre Reihen sind infolge ungleichmäßiger Wandverbreiterungen, ähnlich denen von *Tortula*, weniger parallel. Bei Herbarpflanzen wurde ein „geschlängelter Primordialschlauch“ beobachtet. Bei *P. minutula* sind die Wände noch stärker, oft bis zur Lumenbreite, verdickt und erzeugen Netzbilder, wie das vom Grunde der Funariahaube (Abb. 3r). Die Zellen des Schnabels sind hier und bei der Starkeana-gruppe papillös, was schon Limpricht als Artmerkmal benutzte. Auch *P. intermedia* hat die verdickten Längswände und

ihre Zellen steigen in steil nach links gerichteten Schrägreihen auf. Diese Windungen beschreiben annähernd einen Umlauf und sind an der Borstenhaube am deutlichsten zu sehen, wo sie die gleichläufigen Drehungen der Seta fortsetzen. Sie können, falls weitere Beobachtungen ihre Beständigkeit erweisen, zur Kennzeichnung der Art dienen; anderen Arten scheinen sie zu fehlen, selbst bei *P. lanceolata* und *P. Heimii*, deren Deckelzellen schräg nach rechts aufsteigen, ist von einer Drehung der Haube nichts zu sehen. Sollte diese nicht seltene Erscheinung mit der, in der spiraligen Anordnung der Blätter zum Ausdruck kommenden „Scheiteltorsion“ des Moosstammes zusammenhängen? Ob nun die in der Blattstellung wirkenden Gesetze ihren richtenden Einfluß über den Stammscheitel hinaus auf das Gewebe der Haube auszudehnen vermögen oder andre Kräfte im Spiel sind, soviel steht fest, daß Drehungen der Kalyptra nicht unbedingt die gleiche Erscheinung bei andern Teilen des Sporophyten voraussetzen lassen, und umgekehrt. Das lehrt deutlicher noch als die Pottiahaube unsere *Funaria hygrometrica*. Hier sind Seta und Peristomzähne gedreht, die Deckelzellen verlaufen in Schneckenwindungen, in der Kalyptra ist von solchen Verdrehungen keine Spur. Wo sie aber vorhanden sind, erhöhen sie jedenfalls die Festigkeit der Haube und fördern ihre Anschmiegun an das wachsende Sporogon.

*Timmiella Barbula*. Von einer Drehung der Deckelzellen, die „steil nach links gereiht“ sein sollen (VII), war an einer Pflanze aus Teneriffa wenig zu merken; um so deutlicher steigen die Zellen der Haube in etwa  $1\frac{1}{2}$  Umläufen nach links auf, in gleicher Richtung mit den Torsionen der Seta. In der Borstenhaube sind nur die Zellen der Spitze derber, die übrigen zartwandig, länglich rechteckig, denen des Blattgrundes ähnlich, von den mamillösen Maschen der Spreite völlig verschieden. Der Querschnitt zeigt den Bau der gleichschichtigen Trockenhaube: 3 Schichten querbreiter, rings stark verdickter, gleichgroßer Zellen, deren Höhle im unteren Teil bis zur Ritzenform verengert ist.

*Amphidium*. Außer durch die Kappenform unterscheidet sich die kleine Gruppe der *Zygodonteen* von der faltigen Glockenhaube der *Orthotricheen* ganz erheblich durch das Zellnetz der Kalyptra. Es webt sich bei *A. lapponicum* in der Mitte aus länglichrunden bis rhomboidischen Formen, die am Grunde in ein Gemisch von schmal linealischen mit kurzen, breiteren und mit scharfeckigen Maschen, die alle äußerst dickwandig sind, übergehen.

*Schistostega osmundacea*. Das sehr flüchtige Häubchen des Leuchtmooses ist eins der kleinsten, es mißt kaum 0,25 mm und baut sich aus 8 bis 10 Stockwerken dünnwandiger, länglich sechsseitiger Zellen auf. Sein Gewebe hat mit dem Blattnetz nur die lockere Beschaffenheit, doch nicht die Form der Maschen gemeinsam; rhombische fehlen.

*Leptobryum piriforme*, das durch Tracht, Blattnetz und Rippenbau so auffallend von den übrigen *Bryaceen* abweicht, zeigt auch in der Kalyptra feine Unterschiede. Als Schlitzhaube eben den Deckelrand erreichend, hat sie an der Spitze eine Einschnürung, ähnlich der unter *Hypnum cupressiforme* (S. 233) beschriebenen, die auch hier dadurch zu erklären ist, daß sich der Archegoniumbauch an der eigentlichen Haubenbildung nicht beteiligt (V, a). Der dünnhäutigen Kapselwand entspricht eine gleiche Beschaffenheit der Kalyptra; sie ist nur an der Spitze derb, im übrigen Teil sind ihre Zellen durchweg schmaler und länger, als bei *Bryum argenteum* und im unteren Drittel erweitern sich die der Innenschicht fast plötzlich zu lockeren, hier und da in Längsreihen gestellten Maschen, während die der Rindenschicht derart verflachen, daß ihre Höhlen im Querschnitt schlitzförmig erscheinen. Am untersten Grunde ist nur noch diese eine Lage vorhanden.

*Bryum*. Vergleichende Untersuchungen erschwert diese Gattung durch die Flüchtigkeit ihrer Haube. L i m p r i c h t erwähnt sie nur einmal, unter den Gattungsmerkmalen, sonst bei keiner der zahlreichen Arten; wir werden aber nicht fehlgehen, wenn wir sie bei allen als „klein, schmal kappenförmig“ annehmen, wie sie *Br. argenteum* (Abb. 23 b, c) und andre, häufigere Arten zeigen. Bei kräftigeren, *Br. capillare* z. B., ist natürlich auch die Kalyptra entsprechend größer, bei *Br. caespiticium*, einem Trockenmoose, mit derberen Wänden ausgestattet; der innere Bau wird, wie bei allen Hauben mit kürzerer Entwicklungsfrist, durchweg einfacher Art sein. Ob die für die Blattnetze von *Bryum* und *Webera* bezeichnenden Unterschiede sich in jedem Falle auf die Kalyptra übertragen, wäre näher zu prüfen; in der von *Webera nutans* sind die Maschen sämtlich schmaler und länger, mehr der prosenchymatischen Form genähert, als bei denen der untersuchten *Bryumarten*.

*Mnium*. Im Flächenbilde der Haube von *Mn. punctatum* erscheinen bei starker Vergrößerung (600:1) die breiten, derbwandigen Zellen wie von einem zarten Adernetz übersponnen; es erinnert an die feine Strichelung der Blattzellen von *Catharinaea Haus-*

*knechtii*, wird hier aber durch schmale, verzweigte Längsrillen erzeugt und findet sich weniger augenfällig auch auf den engeren Maschen der Haube von *Mn. hornum*. Querschnitte zeigen, den trockneren Wohnorten entsprechend, bei dieser engere Zellhöhlen als bei *Mn. punctatum*; vom Blattnetz ist bei beiden Arten das Haubenzellnetz ganz verschieden.

*Cryphaea heteromalla*. Die in den Perichätialblättern bis ins lineare verschmälerte rundliche Rautenform der Blattzellen kehrt in derbwandigen Maschen im Zellnetz der Kalyptra wieder; sie ragen, wie an der Unterseite der Blattrippe, an ihren oberen Enden als stumpfe Zähnen hervor.

*Leucodon sciuroides*. Während die kurzen, abgerundet rhombischen Blattzellen sich als Familienmerkmal der *Cryphaeaceen* erhalten, wird das Flächenbild der Haube, wie aus der Beschreibung auf S. 229 ersichtlich, durch eingestreute, parenchymatische Formen mit reicher Tüpfelung und Reihenstellung abweichend verändert.

*Leptodon Smithii*. In der Spitze der zungenförmigen Blätter ist das Zellnetz aus rundlich-quadratischen bis -sechseckigen Maschen gewebt und geht gegen den Grund ins rhombische über; das Netz der Haube zeigt mannigfache Formen, doch sind auch hier überall, zumal am Grunde, rhombische und länglich sechsseitige vertreten. Die durchweg sehr dicken, spärlich und unregelmäßig getüpfelten Wände unschließen, besonders im Spitzenteil, scharfeckige Höhlen. Der Querschnitt zeigt oben 4 Schichten, davon die 2 äußeren sehr englichtig, am Grunde 2 bis 3. Die langen, glatten, bald aus nur einer Zellreihe, bald aus mehreren gebildeten Haare laufen an der Haubenwand nicht herab und finden sich nur an deren unterer Zone, nicht über die ganze Oberfläche zerstreut, wie es *Limpricht* abgebildet hat (VII, Fig. 332 c). Im Epigonzustande ist sie (an Pflanzen, die *E. Levier* 1888 bei Florenz sammelte) nur am Grunde von zahlreichen, geschlängelten Paraphysen und den unbefruchtet gebliebenen Archegonien umgeben; nach *Hy* (IV, S. 172) bedeckt sich die Oberfläche des Scheidchens damit. Im Zellnetz, Querschnitt und Haarkleid spricht sich deutlich die xerophile Natur der zierlichen Pflanze aus, die trocken winzige Farnwedel vortäuscht.

*Hookeria lucens*. Der innere Bau dieses einzigen Vertreters der *Pterygophyllaceen* in unserm Gebiet läßt über seine Hydrophilie keinen Zweifel. Dem lockeren Stengelgewebe fehlt eine differenzierte Rinde; sämtliche Wände sind dünn, außerdem finden sich große Tüpfel, als solche durch Färbung leicht festzustellen, sowohl

auf den inneren Längswänden, als auf den Querwänden, auf diesen in Gruppen, doch nur selten so regelmäßig strahlig geordnet, wie sie L *imprich* abbildet (VII, Fig. 336 b) und ungenau als „Siebplatten“ bezeichnet. Das gleiche, lockere Gefüge ist dem Blattnetz eigen; über die Beschaffenheit des Haubengewebes sagt ihre Einreihung unter die Wasserhauben genug.

*Brachythecium*. Das für die Blätter dieser Gattung bezeichnende, aus schmal rhomboidischen Maschen höchst gleichförmig gewebte Zellnetz kehrt in ähnlichen Formen im Gewebe der Haube wieder, doch nirgend in so regelmäßiger Anordnung und so strengem Gleichmaß, wie dort; den schmalen Prosenchymzellen mischen sich vielfach solche mit rechtwinklig eingesetzten Querwänden bei, die Größenverhältnisse schwanken und parallele Bahnen sind kaum vorhanden. Bei dem hygrophilen *Br. rivulare* ist das Haubenetz lockerer, als bei *Br. Rutabulum*, *velutinum*, *plumosum* u. a.

*Eurhynchium striatum* unterscheidet sich im Zellnetz der Haube von *E. piliferum* (S. 232) durch schmalere, abwärts fast lineare Maschen, deren derbere, streckenweise parallel laufende Längswände reicher getüpfelt sind: ein Kennzeichen, das auch der Blattgrund vor dem von *E. piliferum* voraus hat.

*Plagiothecium curvifolium*. Während das Netz der Haube durch Überwiegen parenchymatischer Maschen und fortlaufende Längswände streifig erscheint, ist das Blattnetz typisch gebaut.

*Amblystegium*. Das für die *Eu-Amblystegien* bezeichnende Vorherrschen parenchymatischer Formen im Blattnetz scheint sich auf die Kalyptra zu übertragen, wenigstens ist im Haubennetz von *A. serpens* die Neigung zur reichlichen Bildung von Parenchymzellen nicht zu verkennen; auch in der stattlichen Haube von *A. filicinum* bilden rechtwinklig und mäßig schräg eingesetzte Querwände die Mehrzahl.

*Hypnum*. Vergleiche zwischen Hauben- und Blattnetzen, wie ihre Anpassungen ergaben bei dieser Sammelgattung wenig befriedigendes. Xerophil ist das Gefüge der Kalyptra von *H. uncinatum* und entspricht, wenigstens im oberen Teil, dem engen, prosenchymatischen Blattnetz. Dieses hat bei *H. cupressiforme* geringe Ähnlichkeit mit dem vorwiegend parenchymatischen Haubengewebe. Bei *H. palustre* und *H. alpinum* läßt das eng wurmförmige Maschenwerk des Blattes einen Schluß auf die hydrophile Lebensweise kaum zu, was bei der letztgenannten Art auch für die Kalyptra gilt, ihr Flächenbild und Querschnitt sind für eine Wasserhaube ungewöhnlich. Dagegen kommt bei

*Hylocomium loreum* die xerophile Natur in dicken, reich getüpfelten Wänden sowohl in der Haube, wie im Blatt, in diesem von der Spitze bis zum Grunde, klar zum Ausdruck.

Wenn alle derartigen Vergleiche zugunsten des Blattgewebes ausfallen, dessen regelmäßigeren Zellenformen und oft so ausgezeichnete Reihenstellung das Haubennetz selten erreicht, so findet dies eine natürliche Erklärung in dem Umstande, daß das Moosblatt in seiner Entwicklung durch nichts beengt wird und der Pflanze für ihre Lebensdauer wichtige Dienste zu leisten bestimmt ist, während schon die Entstehung der Haube, dann ihre Ausgestaltung zur Kegel-, Kappen- oder Blasenform, der vom schwellenden Sporogon ausgeübte, zur Aufschlitzung führende Druck, endlich Verdickungen, Abbau und Verwitterung einem ähnlich gleichmäßigen Aufbau des Zellgerüsts der Kalyptra hinderlich sind, mithin die Grundformen ihres Jugendzustandes mehr oder weniger verändern.

### 5. Rückblick und Gesamtübersicht.

Die beschreibende Mooskunde hat sich lange Zeit mit dem äußeren Zuschnitt des Blattes begnügt. Erst Karl Müller zog (II) dessen Zellnetz als wichtiges Unterscheidungsmerkmal seiner „Tribus“ heran und legte damit den Grund für weitere, ausgiebige Verwertung anatomischer Verhältnisse in der Systematik. Seinem Scharfblick entging die Verschiedenheit der Blattzellen in jüngerem und in älterem Zustande ebenso wenig, wie die „erstaunliche Abwechslung“ im Bau der Rippe; aus den kurzen Andeutungen (II, S. 371) über deren verdickte und unverdickte Zellen und ihre Lagerung geht hervor, daß ihm die Bedeutung dieser, später von P. G. Lorentz zu Charakterzellen erhobenen Elemente vorschwebte; auch die Mehrschichtigkeit mancher Moosblätter war ihm nicht unbekannt. Limpricht ist diesen Richtlinien gefolgt und hat den inneren Bau des Blattes und der Rippe so gründlich erforscht und in so unübertrefflicher Weise gekennzeichnet, daß seine Beschreibungen auch Anfängern ein sicheres Bestimmen ermöglichen.

Aus alledem ergab sich folgende Nutzenanwendung: **Die Haube kann einmal für den Systematiker den gleichen Wert haben, wie das Blatt, nur muß sie zuvor nach Form, Zellnetz und Innenbau ebenso genau erforscht und beschrieben werden, wie dieses.**

Äußere Gestalt und Skulptur der Kalyptra waren in ihrer Mannigfaltigkeit längst hinreichend bekannt, sie konnten daher in dieser Arbeit etwas summarisch behandelt werden; über ihre innere Beschaffenheit aber gaben bisher selbst größere Werke nur kärg-

liche Auskunft. Es galt also, zunächst geeignetes Material zu sammeln und aus einer größeren Zahl von Beobachtungen an lebenden und getrockneten Moosen die Grundlinien für erfolgverheißendes Weiterforschen auf einem so gut wie neuen Gebiete zu finden. Als die erste, ausführlich beschriebene Formenreihe sich unzulänglich erwies, wurde sie durch eine mehr vergleichende Fortsetzung ergänzt.

Die Vorgänge bei der Entwicklung des Moosblattes (XIV, II, S. 81), verglichen mit denen der Haubenbildung, ließen eine gewisse Übereinstimmung im Gewebe beider erwarten. Sie ist tatsächlich vorhanden und spricht sich deutlich darin aus, daß im allgemeinen das Zellnetz hier wie dort im Spitzenteil aus engeren, derberen Maschen besteht, als in der Mitte und von dieser aus abwärts in lockere, zartere Formen übergeht; auffallender noch in der Vermehrung der Zellschichten, die sich in der Spitze des Blattes — bei *Grimmia unicolor* z. B. bis auf vier! — wie in der der Haube zuerst bemerkbar macht und ihr höchstes Maß erreicht. Und wie noch im unteren Blattabschnitt Zellteilungen stattfinden, wenn die Scheitelzelle längst in den Ruhezustand übergegangen ist, so entfaltet das Epigon seine Tätigkeit am lebhaftesten und erhält sie am längsten in dem unteren Drittel, dem Wasserbauchgürtel der Haube. Das Gewebe dieser Zone bleibt in erster Linie maßgebend, sobald vom Zellnetz der Kalyptra oder von ihrem inneren Bau schlechthin die Rede ist. Allerdings liegen die Verhältnisse im Moosblatte insofern einfacher und abgeschlossener, als es, einmal ausgewachsen, in einem Dauerzustande verharrt; das Gefüge der Haube sahen wir in stetiger Veränderung, zunächst in aufsteigender, dann in absteigender Richtung, begriffen; das Querschnittsbild der Kalyptra fällt, wie an zahlreichen Beispielen gezeigt wurde, sehr verschieden aus, je nachdem man eine Epigon- oder eine Schlitzhaube wählt und in keinem Falle ist es gleichgültig, ob man das Messer an ihrer Spitze oder am Grunde ansetzt.

Angesichts der Schwierigkeit, einzelne Hauben im günstigsten Entwicklungszustande zu erlangen — war doch *Fissidens grandifrons* selbst im Königlichen botanischen Museum zu Dahlem nicht c. fr. erhältlich —, darf an die folgende Übersicht, die nach Art der Bestimmungsschlüssel zusammengestellt, auch an deren Mängeln leidet, nicht der strenge Maßstab unbedingter Zuverlässigkeit in Zahlen- und Größenangaben angelegt werden. Daß alle diese Angaben nur für die Arten gelten, auf welche die beigelegte Zahl hinweist, bei *Grimmia* 14 z. B. nur für die unter Nr. 14 beschriebene *Gr. pulvinata*, sei noch besonders hervorgehoben, obwohl es sich nach den Ausführungen des vorigen Abschnitts eigentlich von selbst versteht.

Typische und diesen gleichwertige Haubenformen wurden durch **fetten Druck**, abgeleitete durch *Schrägdruck* gekennzeichnet; die in kleiner Schrift gesetzten könnten ebensogut an andrer Stelle eingereiht werden.

## Systematische Übersicht der beschriebenen Mooshauben.

### A. Fetzenhauben.

- a) Aus dem Blütenboden entstandene Formen, die in Fetzen am Grunde des Sporogons zurückbleiben (Abb. VII, Fig. 48) (s. Seite 218) . . . . . **Sphagnum** . . . 32
- b) Aus der Archegoniumwand entstandene Formen, die kragenartig am Grunde des Sporogons zurückbleiben (4. b, c) (s. Seite 173). . . . . **Archidium** . . . 1

### B. Kümmerhauben.

Einschichtige Gebilde, die vom Sporogon emporgehoben werden (s. Seite 237):

- a) als armzelliges Häutchen (6 e) . . . . . **Nanomitrium** . . 3
- b) als geformte Haube
- a) glockenförmig (5 a) . . . . . **Andreaea** . . . 2
- β) kegelförmig (6 a) . . . . . **Ephemerum** . . . 4

### C. Vollhauben.

Mehrschichtige Gebilde, die vom Sporogon emporgehoben werden (s. Seite 237).

- a) Haubenwand nur in der obersten Spitze 2—3 schichtig, sonst durchweg einschichtig (8 f) . . . . . **Pleuridium** . . . 7
- b) Haubenwand 2- bis mehrschichtig, am Grunde oft nur noch einschichtig.
- a) Haube  $\pm$  deutlich längsrinnig bis längsfaltig; Querschnittsumriß uneben, höckerig, kantig bis sternförmig.
- × Haube flachrinnig. Querschnitt mit sehr niedrigen Höckern. Rindenschicht äußerst dickwandig.
- + Zellen der Außenschicht rings stark verdickt, mit engem, eckigem Lumen, viel kleiner als die der lockereren Innenschicht (heterostromatisch) **Crossidium** . . . 48
- ++ Lumina der Außenschicht nach innen gerückt, ihre Zellen halb so breit, als die der lockereren 2 Innenschichten (15 g) . . . . . **Grimmia** . . . 14
- ×× Haube flachrinnig. Höcker im Querschnitt bis 6 Zellen breit. Zellnetz encalyptoid (16 e) . . . . **Rhacomitrium** . 15
- ××× Haube tief- und schmalrinnig, Querschnitt mit 8 breiten Rippen (17 d). . . . . **Brachysteleum** . 16
- ×××× Haube stumpfkantig.

- + Haube pseudoheterostromatisch; oben nach dem Conomitriumtypus gebaut; unten stumpf-6kantig, hier die Rindenzellen klein, derbwandig, die der Innenschicht 3 mal so breit, locker und dünnwandig . . . . . *Hedwigia* . . . . . 51
- ++ Rindenschicht kleinzellig, schmal-oval- bis schlitzlumig, mit gleichmäßig verdickten Wänden.
- § Zellen der Innenschicht dünnwandig, locker; einzelne aus der Fluchtlinie nach außen verschoben, wodurch der Haubenquerschnitt 8 eckig (33 e) . . . . . *Hypnum* . . . . . 31
- §§ Zellen der Innenschichten dickwandig, sonst wie bei §. . . . . *Hypnum* . . . . . 74
- ××××× Haube scharfkantig. Rindenschicht weitlichtig. Außenwand so dick, wie die Zellhöhle, Pfeiler treten im Querschnitt papillenartig vor . . . . . *Blindia* . . . . . 44
- ×××××× Haube faltig.
- + Kantenzellen schmal prosenchymatisch (21 g) . . . . . *Tetraphis* . . . . . 19
- ++ Kantenzellen nicht verschieden. Im Querschnitt § Falten und Buchten abgerundet (20 k, h) . . . . . *Orthotrichum* . . . . . 18
- §§ Falten im Zickzack geknickt (18 g) . . . . . *Coscinodon* . . . . . 17  
(Haube in der Jugend faltig, später aufgeblasen: *Funaria* s. weiter unten)
- β) Haubenquerschnitt ringförmig, der äußere Umriß kreislinig.
- × Alle Schichten aus gleichartigen Zellen gebildet (isostromatischer Typus).
- + Zellwände ohne Verdickungen. Im Querschnitt: § Haubenwand 2 schichtig, Zellen gleichgroß (s. Seite 255) . . . . . *Fissidens crassipes*
- §§ Haubenwand mehrschichtig. Zellnetz der Conomitriumgrundform.
- ⊙ Zellen der Außenschicht am größten (13 g) *Conomitrium* . . . . . 12
- ⊙⊙ Alle Zellen gleichgroß, die der Außenschicht schwach kollenchymatisch (28 d) . . . . . *Buxbaumia* . . . . . 26
- ++ Zellwände mit Eckverdickungen.
- § Rindenzellen derb- und flachwandig, mit trübem Inhalt, die inneren allmählich kleiner (30 e) . . . . . *Fontinalis* . . . . . 28
- §§ Rindenzellen gedunsen, durchsichtig, chlorophyllarm. Innenzellen plötzlich viel kleiner (31 c) . . . . . *Hookeria* . . . . . 29
- +++ Zellwände rings gleichmäßig verdickt.
- § Wände mäßig verdickt, Zellen weitlichtig, im Querschnitt meist gleichgroß (23 h) . . . . . *Bryum* . . . . . 21
- ⊙ Zellen in Schrägreihen . . . . . *Catoscopium* . . . . . 57
- ⊙⊙ Zellreihen nicht schräg. Haube neigt zur Kantenbildung . . . . . *Aulacomnium* . . . . . 58

- §§ Wände stark verdickt. Zellen englichtig . . . *Conostomum* . . . 60
- §§§ Wände stark verdickt, abwärts nur derb. Zellen weitlichtig, die der Innenschicht viel lockerer, Zellnetz meist nach dem Brachytheciumtypus gewebt.
- ⊙ Längswände ohne Tüpfel. Röhrenteil  
7—9 schichtig . . . . . *Eurhynchium* . . . 69
- ⊙⊙ Längswände spärlich getüpfelt. Röhrenteil  
3—5 schichtig.  
\* Zellen in Schrägreihen, vorwiegend parenchymatisch . . . . . *Hypnum* . . . 73  
\*\* Zellen nicht in Schrägreihen (3<sup>2</sup> d—f) . *Brachythecium* 30
- ⊙⊙⊙ Längswände stark und streckenweise sehr dicht getüpfelt. Röhrenteil 5—9 schichtig.  
Zellen in Schrägreihen . . . . . *Hylocomium* . . . 76  
Zellen nicht in Schrägreihen. . . . . *Hylocomium* . . . 75
- §§§§ Wände der 3 schichtigen Spitze stark verdickt. Zellen in Schrägreihen. Netz der Brachytheciumgrundform.
- ⊙ Am Grunde nur eine derbwandige, oval- und weitlichtige Schicht. Wände ohne Tüpfel . . . . . *Dicheiyma* . . . 62
- ⊙⊙ Grund zweischichtig. Rindenzellen dickwandig, englichtig . . . . . *Olimacium* . . . 68
- × × Schichten aus ungleichartigen Zellen gebaut (heterostromatischer Typus).
- + Ungleichartige Schichten durch Übergänge verbunden.
- § Oben 3 Schichten, am Grunde eine. Zellen zumeist gleichgroß, weitlichtig; äußere derb-, innere dünnwandig . . . . . *Ceratodon* . . . 46
- §§ Oben 4, abwärts 3—2 sehr dickwandige Schichten, die äußere am kleinzelligsten. Am Grunde eine Schicht sehr englichtiger Zellen mit Wänden von Lumenbreite . . . . . *Webera* . . . . . 56
- §§§ Oben 4, unten 2 (—1) Schichten. Rindenzellen fast stereid. Innerste Schicht mit lockeren, dünnwandigen Zellen (24 b) . . . . *Mnium* . . . . . 22
- §§§§ Oben bis 5 Schichten, unten 1, alle dickwandig. Zellen der Rindenschicht weit- und rundlichtig, die der Innenschichten schmal-oval- bis schlitzlumig.
- ⊙ Wände reich getüpfelt (10 d—f, b) . . . . *Dicranum* . . . . . 9
- ⊙⊙ Wände glatt . . . . . *Dicranella* . . . . . 40  
*Campylostelium* . . . . . 45
- ++ Ungleichartige Schichten im Querschnitt scharf gegeneinander abgegrenzt.

- § Größe der Zellen wenig verschieden. Die der oben meist doppelten Außenschicht dickwandig, rundlich quadratisch, weitlichtig; die ebenso breiten der Innenschichten dünnwandig. Ältere Hauben 1 (2) schichtig (29 g, i) **Diphyscium** . . . 27
- §§ Zellen an Größe ziemlich gleich, die der Außenschicht dickwandig. Haube am Grunde noch 2 (—3) schichtig (7 g) . . . . . **Mildeella** . . . 6  
*Phascum* . . . 5
- §§§ Zellen der dickwandigen Rindenschicht halb so breit, wie die der dünnwandigen Innenschicht. Beide weitlichtig. Pfeiler springen papillenartig nach außen vor . . . . . **Discelium** . . . 55
- §§§§ Unterschied der Zellgröße und Wandverdickung auffallend. Rindenschicht kleinzellig, englichtig, oft auch dunkler gefärbt. Zellen der Innenschicht 2—4 mal so breit (Campylopusgrundform) . . . . .
- ⊙ Längswände und innere Tangentialwände mit Tüpfeln.
- △ Innere Tangentialwände reich getüpfelt. Pfeiler der Außenschicht treten im Querschnitt papillenartig hervor (12 c, i) . . **Leucobryum** . . 11
- △△ Innere Tangentialwände spärlich getüpfelt. Außenschicht ohne Papillen. Zellnetz vorwiegend parenchymatisch . . . *Plagiothecium* . 70  
*Amblystegium* . 71
- ⊙⊙ Längswände und innere Tangentialwände ohne Tüpfel. Außenwand glatt.
- Außenschicht mit engen, ovalen Zellenhöhlen, die durch stärkere Verdickung der Außenwand nach innen gerückt sind *Pleuroweisia* . . 34  
*Hymenostylium* . 33  
*Weisia* . . . . 35  
*Eucladium* . . . 36  
*Oreas* . . . . 37
- Außenschicht im Querschnitt mit schmal-ovalen Höhlen in der Mitte der dickwandigen Zellen; die doppelt so breiten der lockeren, dünnwandigen Innenschicht am Grunde oft nur in Pfeilerresten angedeutet (2 n, 3 v) . . . . . **Funaria** S. 162—7
- † Die (im Flächenbilde) länglich rechteckigen Rindenzellen mit buchtig verdickten Längswänden.
- \* Zellreihen senkrecht (14 b) . . . . *Tortula* . . . 13  
*Cinclidotus* . . . 50  
*Dialytrichia* . . . 49
- \*\* Zellen in Schrägreihen . . . . . *Didymodon* . . . 47

- †† Außenzellen meist linear. Längswände gleichmäßig verdickt . . . . . *Bartramia* . . . 59
- Die kleinen, sehr englichtigen Zellen der (gelben) Außenschicht  $\frac{1}{3}$  bis  $\frac{1}{4}$  so breit, wie die lockeren, dünnwandigen, nach außen gewölbten der Innenschicht. Längswände ungleichmäßig verdickt, selten spärlich getüpfelt.
- † Querschnitt kreisrund (11 g) . . . . . *Campylopus* . . . 10  
*Oreoweisia* . . . 39  
*Dicranodontium* . . . 41
- †† Querschnitt oben wie bei *Mnium* (24 g), unten wie bei *Campylopus* . . . . . *Tayloria* . . . 52  
*Splachnum* . . . 53  
*Tetraplodon* . . . 54
- ††† Querschnitt stumpfkantig . . . . . *Dicranoweisia* . . . 38
- ⊙⊙⊙ Längswände knotig verdickt, Zellen in Schrägreihen, vorwiegend parenchymatisch *Homalia* . . . 65
- ⊙⊙⊙⊙ Längswände im Spitzenteil dicht getüpfelt, abwärts knotig.
- \* Rindenzellen englichtig,  $\frac{1}{3}$  so breit wie die dünnwandigen Innenzellen . . . . . *Leucodon* . . . 63
- \*\* Rindenzellen weitlichtig, dickwandig. Haube neigt zur Kantenbildung . . . . . *Neckera* . . . 64
- \*\*\* Längswände reich getüpfelt; innere Tangentialwände mit kleinen Verdünnungen *Pterigynandrum* 66  
*Thuidium* . . . 67  
*Hypnum* . . . 72
- \*\*\*\* Längswände sehr dick, streckenweise reich getüpfelt. Im Querschnitt Rinden- und Innenschicht englichtig, Mittelschicht weitlichtig. Kantenbildung durch radial gestreckte Zellgruppen (s. S. 272) . . . *Hypnum* . . . 74
- §§§§§ Rinde aus hyalinen, bis zum Schwinden des Lumens verdickten Zellen gebildet; die der inneren Schichten in Form und Größe ganz verschieden.
- ⊙ Haubengrund einschichtig. Hyalinzellen mit strichförmigem Lumen; Innenzellen 2—3 mal so breit, mit schlitzförmigem, verzerrtem Lumen. . . . . *Trematodon* . . . 42
- ⊙⊙ Hyalinzellen oben mit punkt- bis strichförmigem Lumen, abwärts zu einer strukturlosen Haut zusammengeflossen. Innenzellen mit starken Eckverdickungen (9 i, k) . . . *Voitia* . . . 8
- +++ Die Ungleichartigkeit der Schichten fällt schon in der Durchsicht, besser im Querschnitt, am deutlichsten im radialen Längsschnitt ins Auge.

- § Zellnetz des Eucalyptatypus. Rindenschicht bildet mit den Mittelschichten einen 2—3-schichtigen Sklerenchymring. Innenschicht locker, dünnwandig (22 c, d, e) . . . . . **Encalypta . . . 20**
- §§ Haube oben polytrichoid, unten campylopoid. Außenzellen parenchymatisch, länglich rechteckig bis linear, im Querschnitt oben weitlichtig, rundlich quadratisch, abwärts fast stereid. Ein innerer, oben 3 schichtiger Sklerenchymring geht abwärts in sehr lockere Zellen mit dünnen, verbogenen Wänden über, die 3—5 mal so breit sind, wie die ovallichtigen Rindenzellen (25 c, e, g) . . . . . **Timmia . . . . 23**
- §§§ Zellnetz der Rindenschicht nach dem Polytrichumtypus gewebt, im Querschnitt derbwandig und weitlichtig. Darunter ein 5—6-schichtiger Sklerenchymring aus flach-hexagonalen Zellen mit schmalovaler bis schlitzförmiger Höhle.
- ⊙ Außenzellen der Haubenspitze gehen in Zähne über (26 b, c) . . . . . **Catharinaea . . 24**
- ⊙⊙ Außenzellen der Spitze in einfache Haare verlängert . . . . . **Oligotrichum . . 61**
- ⊙⊙⊙ Außenzellen der Spitze gehen in sehr lange, verzweigte Gliederhaare über (27 d) . . . . **Polytrichum . . 25**

## 6. Schlußbetrachtung.

Im Widerstreit der Meinungen über die Frage, welchem Teile der Moospflanze die größere Wichtigkeit gebühre, hat sich nächst **Limpricht** wohl **Keiner** so deutlich für die Gleichwertigkeit aller Organe ausgesprochen, wie **L. L o e s k e** in seinen „Studien“. Was er da (S. 22 u. fgd.) über das Zellnetz des Blattes sagt, kann man ohne weiteres auf die Haube übertragen; auch diese ist ehemals stark überschätzt, dann lange Zeit nicht genügend gewürdigt worden. Ihre auf die äußere Gestaltung gegründete Bedeutung als Unterscheidungsmerkmal ganzer Gattungen und Untergattungen hat sie sich bewahrt und wird es auch fernerhin; dagegen mahnen die Erfahrungen, welche wir bei den *Fissidentaceen* und *Grimmiaceen* gemacht haben, ihren inneren Bau für systematische Zwecke nur mit Vorsicht zu benutzen und die an das Zellgerüst geknüpften Erwartungen nicht zu hoch zu spannen. Seine Unbeständigkeit und geringe Widerstandsfähigkeit gegen die Einflüsse der Umgebung räumen der Kalyptra eine ausschlaggebende Stellung in verwandt-

schaftlichen Beziehungen nur bedingungsweise ein; für biologische und ökologische Betrachtungen wird ihr Gewebe in vielen Fällen eine willkommene Stütze bieten. Immerhin darf man der Haube eine größere Wertachtung, wie bisher, beim Bestimmen der Moose in Aussicht stellen, vorausgesetzt, daß die in der vorliegenden Arbeit angebahnte Kenntnis ihres Innern weiter ausgebaut und von einzelnen Arten auf ganze Gattungen ausgedehnt wird. Hier winkt mühevoller Tätigkeit ein reicher Lohn; ein weites Gebiet öffnete sich auch dem, der Beziehungen unserer einheimischen Mooswelt zu der fernen Zonen nachspüren würde. Schon Vergleiche der anatomischen Verhältnisse so reich und seltsam skulptierter Hauben, wie sie z. B. tropische *Makromitrien*, *Distichophyllum*-, *Lepidopilum*- und *Pelekium*-Arten bieten, mit den uns vertrauten Bildungen bei europäischen *Orthotrichaceen*, *Hookerien* und *Thuidien*, die Entwicklung der Kalyptra einer *Ephemeropsis* und ähnlicher, fremdartiger Gestalten müßte manches Überraschende zutage fördern.

Ein Punkt soll noch hervorgehoben werden, der hauptsächlich den Sammler angeht. Nach *L i m p r i c h t s* Anweisung (VII, S. 70) wird mancher auf seinen Ausflügen Moosrasen mit „ganz jugendlichen Kapseln“ unbeachtet lassen; dies ist aber gerade der Zustand, welcher die Haube in ihrer vollkommensten Entwicklung zeigt, mithin die beste Gewähr gibt, zur Erkennung einer Pflanze zu verhelfen, die mit reifen Sporogonen nicht oder nur schwierig zu erlangen ist. —

Unscheinbar ist das Gebilde, womit sich diese Schrift beschäftigt; einen winzigen Ausschnitt zeigt sie aus dem formen- und farbenreichen Gemälde, das die Mooswelt vor uns ausbreitet; doch auch im Werden und Vergehen der bescheidenen Mooshaube offenbart sich Heraklits alte Weisheit „πάντα ῥεῖ“.

---

## Namen-Verzeichnis.

	Seite		Seite
<i>Amblystegium filicinum</i> . . . . .	268	<i>Coscinodon</i> . . . . .	159, 160, 171
— <i>serpens</i> . . . . .	<b>233</b> , 244, 268, <b>274</b>	— <i>cribrosus</i> . . . . .	<b>192</b> , 245, 247, <b>258</b> , <b>272</b>
<i>Amphidium lapponicum</i> . . . . .	265	<i>Crossidium squamigerum</i> . . . . .	<b>223</b> , 238, 244, 247, <b>271</b>
<i>Andreaea</i> . . . . .	159, 160, 161, 167, 237	<i>Cryphaea heteromalla</i> . . . . .	267
— <i>petrophila</i> . . . . .	<b>174</b> , 247, 271	<i>Cylindromitrien</i> . . . . .	157
<i>Archidium phascoides</i> . . . . .	161, <b>173</b> , 174, 237, 271	<i>Dialytrichia Brébissoni</i> <b>223</b> , 240, 244, <b>274</b>	
<i>Aschisma</i> . . . . .	159	<i>Dichelyma</i> . . . . .	159, 168, 239
<i>Atrichum</i> . . . . .	157, 207, <b>244</b>	— <i>falcatum</i> . . . . .	<b>229</b> , 241, 247, <b>273</b>
Aulacomniaceae . . . . .	159	Dicranaceae . . . . .	159
<i>Aulacomnium palustre</i> . . . . .	227, 240, <b>272</b>	<i>Dicranella heteromalla</i> . . . . .	<b>220</b> , 244, <b>273</b>
<i>Bartramia pomiformis</i> <b>227</b> , 240, 244, <b>275</b>		<i>Dicranodontium circinatum</i> . . . . .	220
Bartramiaceae . . . . .	159	— <i>longirostre</i> . . . . .	<b>220</b> , 244, 264, <b>275</b>
<i>Blindia acuta</i> . . . . .	<b>221</b> , 242, 251, <b>272</b>	<i>Dicranoweisia cirrata</i> . . . . .	<b>219</b> , 244, <b>275</b>
<i>Brachysoleum polyphyllum</i> <b>191</b> , 258, 271		<i>Dicranum spurium</i> . . . . .	<b>181</b> , 247, 264, <b>273</b>
<i>Brachythecium</i> . . . . .	237, <b>238</b> , 243	<i>Didymodon rubellus</i> . . . . .	<b>222</b> , 241, <b>274</b>
— <i>plumosum</i> . . . . .	268	<i>Diphyscium sessile</i> . . . . .	<b>212</b> , 238, 252, <b>274</b>
— <i>rivulare</i> . . . . .	268	<i>Disceium nudum</i> . . . . .	<b>226</b> , 244, <b>274</b>
— <i>rutabulum</i> . . . . .	<b>215</b> , <b>273</b>	Ditrichaceae . . . . .	159
<i>Braunia alopecura</i> . . . . .	245, 247, <b>258</b>	Encalyptaceae . . . . .	159, 256, 257
Bryaceae . . . . .	159, 160, 167	<i>Encalypta</i> . . . . .	157, 237, <b>239</b>
<i>Bryum</i> . . . . .	<b>266</b>	— <i>ciliata</i> . . . . .	157, <b>198</b> , 245, 247, <b>256</b> , <b>276</b>
— <i>argenteum</i> . . . . .	<b>201</b> , 272	— <i>contorta</i> . . . . .	198, 201, 241, <b>256</b>
— <i>capillare</i> . . . . .	266	— <i>longicolla</i> . . . . .	256
— <i>caespiticium</i> . . . . .	266	— <i>rhabdocarpa</i> . . . . .	<b>256</b>
<i>Buxbaumia aphylla</i> <b>210</b> , 238, 251, <b>272</b>		— <i>vulgaris</i> . . . . .	201, 247, <b>256</b>
<i>Campylopus</i> . . . . .	<b>244</b> , <b>250</b>	<i>Entosthodon</i> . . . . .	159
— <i>fleuosus</i> . . . . .	<b>182</b> , 244, 264, <b>275</b>	<i>Ephemerum serratum</i> . . . . .	<b>177</b> , 237, <b>271</b>
<i>Campylostelium saxicola</i> . . . . .	<b>222</b> , <b>273</b>	<i>Eucladium verticillatum</i> . . . . .	219, <b>274</b>
Catharinaea . . . . .	238	<i>Eurhynchium piliferum</i> . . . . .	<b>232</b> , 243, <b>273</b>
— <i>undulata</i> . . . . .	<b>205</b> , 244, <b>276</b>	— <i>striatum</i> . . . . .	268
<i>Catocopium nigratum</i> . . . . .	<b>227</b> , 240, <b>272</b>	Fissidentaceae . . . . .	254, 255
<i>Ceratodon purpureus</i> . . . . .	<b>222</b> , <b>273</b>	<i>Fissidens adiantoides</i> . . . . .	254
<i>Cinclidotus</i> . . . . .	159, 160	— <i>bryoides</i> . . . . .	<b>221</b> , 254
— <i>fontinaloides</i> <b>224</b> , 244, 247, <b>258</b> , <b>274</b>		— <i>craseipes</i> . . . . .	243, 247, <b>254</b> , <b>272</b>
<i>Climacium dendroides</i> <b>231</b> , 239, 241, <b>273</b>		— <i>decipiens</i> . . . . .	<b>247</b> , <b>254</b>
<i>Conomitrien</i> . . . . .	157	— <i>grandifrons</i> . . . . .	<b>247</b> , <b>254</b>
<i>Conomitrium Julianum</i> . . . . .	187, 236, <b>237</b> , <b>243</b> , 247, <b>254</b> , <b>272</b>	— <i>taxifolius</i> . . . . .	254
<i>Conostomum boreale</i> . . . . .	<b>228</b> , 243, <b>273</b>	<i>Fontinalis</i> . . . . .	159, 238, 243
		— <i>antipyretica</i> . . . . .	<b>213</b> , 247, <b>272</b>

	Seite		Seite
<i>Funaria hygrometrica</i>	163, 169, 171,	<i>Orthotrichum leucomitrium</i>	157
	244, <b>274</b>	— <i>pallens</i>	195
<i>Funariaceae</i>	159, 170	— <i>speciosum</i>	196
<i>Georgiaceae</i>	160	— <i>Sturmi</i>	160, 197
<i>Grimmia anodon</i>	245, <b>258</b>	<i>Phascaceae</i>	159
— <i>mollis</i>	243, 247, 248, <b>258</b>	<i>Phascum</i>	161
— <i>pulvinata</i>	188, 245, 247, <b>258, 271</b>	— <i>cuspidatum</i>	177, <b>274</b>
<i>Grimmiaceae</i>	159, <b>258, 259</b>	<i>Physcomitrella</i>	157
<i>Hedwigia</i>	161, 240	<i>Physcomitrieen</i>	157
— <i>albicans</i>	224, 238, 247, 251, <b>258, 272</b>	<i>Physcomitrium</i>	157, 159
<i>Homalia trichomanoides</i>	230, 241, 244, <b>275</b>	<i>Plagiothecium curvifolium</i>	232, 244, <b>274</b>
<i>Hookeria lucens</i>	214, 243, 247, 267, <b>272</b>	<i>Pleuridium</i>	167
<i>Hylocomium loreum</i>	235, 241, 269, <b>273</b>	— <i>alternifolium</i>	178, <b>271</b>
— <i>splendens</i>	234, <b>273</b>	<i>Pleuroweisia Schliephackei</i>	219,
<i>Hymenostylium curvirostre</i>	219,		244, 250, 274
	244, 264, <b>274</b>	<i>Pogonatum</i>	157, 238
<i>Hypnaceae</i>	159, 160, 242	<i>Polytrichaceae</i>	159, 247
<i>Hypnum</i>	268	<i>Polytrichum</i>	161, 172, 238
<i>Hypnum alpinum</i>	234, 247, <b>272, 275</b>	<i>Polytrichum commune</i>	210
— <i>cupressiforme</i>	233, 241, 268, <b>273</b>	— <i>juniperinum</i>	210
— <i>palustre</i>	216, 244, 247, 268, <b>272</b>	— <i>piliferum</i>	206, 247, <b>276</b>
— <i>uncinatum</i>	233, 244, 268, <b>275</b>	<i>Pottiaceae</i>	159
<i>Leptobryum piriforme</i>	244, 266	<i>Pottia Heimii</i>	265
<i>Leptodon Smithii</i>	160, 267	— <i>intermedia</i>	264
<i>Leptomitrieen</i>	157	— <i>lanceolata</i>	265
<i>Leskeaceae</i>	159	— <i>minutula</i>	264
<i>Leucobryaceae</i>	159	— <i>truncatula</i>	264
<i>Leucobryum glaucum</i>	185, 241, 244	<i>Pterigynandrum filiforme</i>	231, 241, <b>275</b>
<i>Leucodon sciuroides</i>	229, 240, 244,	<i>Ptychomitrium</i>	157, 160
	267, <b>275</b>	<i>Pyramidula</i>	159, 160
<i>Meeseaceae</i>	159	<i>Rhabdomitrieen</i>	157
<i>Metzleria</i>	159, 160, 168	<i>Rhabdoweisiaceen</i>	159
<i>Micromitrium</i>	157	<i>Rhacomitrium</i>	157
<i>Mildeella bryoides</i>	177, 244, <b>274</b>	— <i>canescens</i>	160, 190, 239, 247, <b>258, 271</b>
<i>Mniaceae</i>	159	— <i>heterostichum</i>	191
<i>Mnium hornum</i>	202, 267, <b>273</b>	— <i>lanuginosum</i>	240, <b>258</b>
— <i>punctatum</i>	266	<i>Rhynchomitrieen</i>	157
<i>Nanomitrium</i>	157, 237	<i>Schistidium apocarpum</i>	244, <b>258</b>
— <i>tenerum</i>	175, <b>271</b>	— <i>maritimum</i>	160, 249
<i>Neckeraceae</i>	159, 167	<i>Schistostega</i>	159, 266
<i>Neckera crispa</i>	230, 244, <b>275</b>	<i>Seligeriaceae</i>	159
<i>Oligotrichum</i>	157, 160, 206, 238	<i>Sphagnum</i>	161, 167, 237, <b>271</b>
— <i>hercynicum</i>	205, 228, 247, <b>276</b>	— <i>cymbifolium</i>	218
<i>Oreas Martiana</i>	219, <b>274</b>	<i>Splachnaceae</i>	225
<i>Oreoweisia Bruntoni</i>	220, 244, <b>275</b>	<i>Splachnum</i>	160
<i>Orthotrichaceae</i>	160, 247	— <i>sphaericum</i>	225, <b>275</b>
<i>Orthotrichum</i>	157, 159, 172, <b>194, 272</b>	<i>Tayloria</i>	159
— <i>anomalum</i>	196, 247	— <i>splachnoides</i>	225, 244, <b>275</b>
— <i>diaphanum</i>	194	<i>Tetraphis</i>	160, 171

	Seite		Seite
<i>Tetraphis pellucida</i> . . . . .	<b>197, 272</b>	<i>Trematodon ambiguus</i> . . . . .	<b>220, 245, 275</b>
<i>Tetraplodon angustatus</i> . . . . .	<b>225, 244, 275</b>	<i>Trichostomeae</i> . . . . .	159
<i>Thuidium recognitum</i> . . . . .	<b>231, 275</b>	<i>Ulota</i> . . . . .	159
<i>Thysanomitrium</i> . . . . .	157	— <i>americana</i> . . . . .	160
<i>Timmia</i> . . . . .	160, 238	<i>Voitia</i> . . . . .	159
— <i>megapolitana</i> . . . . .	<b>203, 245, 276</b>	— <i>nivalis</i> . . . . .	<b>179, 242, 245, 275</b>
<i>Timmia</i> . . . . .	159	<i>Webera nutans</i> . . . . .	<b>226, 247, 266, 273</b>
<i>Timmia</i> <i>Barbula</i> . . . . .	241, 265	<i>Weisia viridula</i> . . . . .	219, <b>271</b>
<i>Tortula muralis</i> <b>188, 240, 244, 247, 271</b>		<i>Weisia</i> . . . . .	159

---