

Morphologische Untersuchungen über die Phylogenie der Laubmoose

VON W. STEPPUTAT UND H. ZIEGENSPECK, Königsberg (Pr.)

Mit 1 Stammbaumfigur

Vorwort

Über die Phylogenie der Laubmoose ist gerade in letzter Zeit viel gearbeitet worden. Mit bewunderungswürdiger Energie hat FLEISCHER (1) in die Formenfülle Ordnung zu bringen versucht. In voller Beherrschung des weiten Gebietes hat LOESKE (2) Systematik, Physiologie und Biologie zu einem Versuche, das FLEISCHERSCHE System für unsere einheimischen Moose zu stützen und zu erweitern, zusammengeschweißt. LORSY (3) hat in seiner Stammesgeschichte desgleichen nicht wenig dazu beigetragen, Licht in die Kreise zu werfen. Eine Sammlung der bekannten Arten und einen bis ins kleinste getragenen Versuch einer Systematik auf moderner Grundlage sind BROTHÉRUS (4) und RUHLAND (5) zu bringen bemüht. Nicht vergessen dürfen wir die klassischen Arbeiten von GOEBEL (6), der uns nicht nur eine genaue Kenntnis der Organographie der Laubmoose gibt, sondern bewußt, aber nicht offen ausgesprochen, noch viel mehr zur Systematik und Phylogenie dieser Gruppe übermittlelt hat.

Morphologischer Teil .

Die Moose besitzen einen ausgesprochenen Generationswechsel. Wenn wir auch nicht auf dem Standpunkt stehen, als ob das nun Dinge seien, die sich völlig scharf trennen ließen, so ist es unserer Meinung nach für den Überblick nur vorteilhaft, von Anfang an eine Gliederung des Stoffes in Protonema, Gametophyt und Sporophyt vorzunehmen. Dadurch gewinnen wir eine bessere Übersicht und können die Linien der Entwicklung, so wie wir sie uns denken, herauschälen. Wir beginnen unsere Betrachtungen mit dem Anfang der Entwicklung des Mooses.

Das Protonema

Betrachtet man den Entwicklungszyklus eines typischen Laubmooses, so findet man an seinem Anfange ein fadenförmiges Proto-

nema. Dieses hat mit manchen Algen eine täuschende Ähnlichkeit, so daß es sich selbst durch seine schiefen Wände nicht von allen Algen unterscheiden läßt. Aus diesem weitverzweigten Fadengespinnt sprossen die eigentlichen Moospflänzchen. Es liegt im Grunde genommen der Schluß nahe, in dieser Entwicklung eine Wiederholung der Stammesgeschichte der Laubmoose zu erblicken. Am Anfange ständen fadenförmige Algen und aus ihnen kämen direkt die Moose hervor.

Untersucht man aber genau, so wird man stutzig. Das weitverzweigte Fadenprotonema bedeutet eine vorzügliche Einrichtung, den Standort aus einer Spore dicht zu besiedeln. Es könnte sich doch sehr wohl um eine Anpassung der Jugendform an besondere Verhältnisse handeln. Das Fadenprotonema kann zu einer Zeit, wo der Boden stark durchfeuchtet ist, nach Algenart leicht die Nahrung mit seiner Oberfläche aufnehmen. Die feine Verteilung und das leichte Wachsen in bestimmter Richtung ermöglichen dem Fadenprotonema ein Gedeihen selbst unter ungünstigen Licht- und Atemluftverhältnissen. Wir können durch solche Bedingungen die Moospflanze zeitlebens auf diesem Zustande beharren lassen, wie das GOEBEL (7) für *Philonotis* vermutet.

Der Gedanke, in dem Fadenprotonema nichts Ursprüngliches zu sehen, gewinnt auch durch die Versuche von KLEBS (8) neue Nahrung. Wir sehen, daß auch hier das Prothallium von *Pteris longifolia*, das wir ohne weiteres der Moospflanze homolog setzen können, durch Lichtmangel zu dauernd fadenförmigem Wuchse gebracht werden kann.

Diese in einem Falle durch die Umwelt induzierte Erscheinung ist bei den echten Laubmoosen dauernd festgelegt.

Wenn wir uns nun die Frage vorlegen, wie mag wohl ein ursprüngliches Moos ausgesehen haben, so werden wir dieses nicht dort suchen, wo das rein fadenförmige Protonema vorliegt.

Wir möchten vielmehr mit GOEBEL (9), ZIEGENSPECK (10), CONRADI (11) und MIELINSKI (12) diejenigen Moose an den Grund stellen, welche ein breites, flächenartiges Protonema besitzen.

Rein spekulativ möge daher die Metamorphose eines wirklich ursprünglichen Mooses skizziert werden:

Aus der einzelligen Spore keimt unter normalen Bedingungen ein nur kurzer fadenförmiger Teil. Sind die Beleuchtungsverhältnisse ungünstig, so kann sich aber unter etiolementartigen Bedingungen der Fadenteil übermäßig strecken. An der Spitze bildet

sich eine wachsende Zone aus, die bald auf eine Art Scheitelzelle beschränkt wird. Diese Scheitelzelle erzeugt in Kürze ein flächen-, ja körperhaftes Gebilde. Sind die Beleuchtungs- und Ernährungsverhältnisse ungünstig, so kann die Pflanze ebenfalls wieder auf dieser Etappe stehen bleiben.

Sind dagegen die Umweltfaktoren günstig, so wird der Entwicklungszyklus bald restlos zu einer Ausbildung der eigentlichen Moospflanze führen. Jede Entwicklungsstufe ist an das Vorhandensein bestimmter Licht- und sonstiger Verhältnisse geknüpft. Nur wenn eine bestimmte Menge von Nährstoffen in dem Individuum erzeugt ist, kann es zu einer höheren Stufe der Metamorphose schreiten. Ob es aber die Nährstoffe allein sind, welche das bedingen, ob nicht vielleicht vielmehr Reizstoffe, Hormone und dergleichen die Umgestaltung erzeugen, diese Fragen müssen wir leider noch unentschieden lassen.

„Moose mit solcher völligen Metamorphose“, mit mehreren „Larvenstadien“, können wir unter den *Georgiaceae* finden. Mit am besten bekannt ist *Tetraphis pellucida*.

„Hier entsendet“, schreibt RUHLAND (13), „die keimende Spore einige Wochen nach erfolgter Aussaat einen mit schiefen Querwänden ausgestatteten Vorkeimfaden, dessen Gliedzellen hin und wieder ungleich anschwellen. Einzelne Gliedzellen treiben kurze Seitenzweige, Fäden, welche teils die Funktion von Rhizoiden, teils des Hauptfadens übernehmen. Nach der Erstarkung des fädigen Vorkeims treten aus einzelnen Zellen desselben, seltener aus der Spitze, aufwärts wachsende, flache, blattähnliche Assimilationsorgane, ‚Blattvertreter‘, hervor, welche eine große Ähnlichkeit mit denjenigen besitzen, die wir bei den Vorkeimbäumchen von *Andreaea* finden. Diese ‚Blattvertreter‘ stellen zunächst breite, platte Fäden dar, deren Scheitelzelle sich nur in einer Richtung, der Querrichtung des Fadens, teilt. In den Segmenten treten dann von unten nach oben fortschreitend zunächst mediane Längswände auf, denen randwärts parallele Wände besonders in den mittleren Segmenten folgen. Es entsteht hierdurch eine zungenförmige Vorkeimfläche, welche mit ihrem fadenförmigen oder aus zwei Zellreihen bestehenden unteren Ende dem Mutterfaden aufsitzt. Das weitere Wachstum erfolgt dann fast ausschließlich am Rande, dessen Zellen sich abwechselnd (doch nicht in ganz strenger Regel) durch antikline und perikline Wände teilen. An dem verschmälerten Grunde erfahren die Zellen auch wohl Teilungen parallel der Fläche, so daß

sich hier ein mehr oder weniger deutlich mehrschichtiger Stiel bildet, welchem die Vorkeimfläche als eine verkehrt eiförmige, rundliche oder lanzettliche, chlorophyllreiche Spreite aufsitzt, die sich allmählich dem Substrate mehr und mehr anschmiegt. Das Gebilde kann wieder in Fäden übergehen. Aus dem chlorophyllarmen, seine Wände bräunenden Stiele sprossen Rhizoidfäden und oberflächlich fortwachsende Keimfäden aus, an welchen sich die Bildung von Vorkeimflächen wiederholen kann. Auch entstehen solche bisweisen unmittelbar aus dem Grunde eines primären Flächenvorkeims. Neben sekundären Flächenvorkeimen vermögen aber alle Flächenvorkeime aus ihrer Basis (ähnlich wie bei den *Sphagnales*) die Anlagen zu beblätterten Moospflanzen, Moosknospen, zu erzeugen. An der erwachsenen Pflanze findet man aber noch Monate später das erzeugende Flächegebilde, oft mit seinen Schwestergebilden zugleich kräftig vegetierend vor.“

Wer diese Dinge würdigt, wird zu Vergleichen mit den *Andreaceaceae* gedrängt. Es ist aber hier besonders hervorzuheben, wie weit die Lebensbedingungen beider Moose verschieden sind. Die *Andreaceaceae* bewohnen nach BROTHERUS (14) „kalkfreie Felsen und Steine, einige nur solche, die vom Wasser überrieselt werden. In der arktischen Zone sind sie auch erdbewohnend.“ Es handelt sich also bei diesen Hochgebirgspflanzen um solche, welche zeitweise sehr naß und vom Lichte wenig begünstigt, zeitweise sehr trocken und sonnendurchglüht sind.

Die *Georgiaceae* bevorzugen dagegen nach BROTHERUS (15) „schattig feuchte Orte, morsche Stämme und Wurzeln, Torfboden und nasse, kalkfreie Felswände, ferner die Decke kleiner Felshöhlen und die Unterseite übereinander gelagerter Felsblöcke“. Obwohl die Lebensbedingungen somit so different sind, ist doch eine gewisse Ähnlichkeit nicht zu leugnen. Das erfährt noch eine weitere Stütze dadurch (16), „daß *Tetraphis* auch Protonemabäumchen zu entwickeln vermag“. Es sind Fäden, deren angeschwollene Zellen hier und da durch einzelne, unter sich nicht immer parallele Längswände geteilt sind. Sie sind aufrecht und zu reichlicher Verzweigung befähigt, besitzen „Schleimhaare“ und ihnen homologe Brutkörper. Diese Tatsachen berücksichtigend — wir dürften Gelegenheit haben, bei Betrachtung der übrigen Organe noch mehr Anklänge an die Sonderreihe der *Sphagnales*, *Andreaceales* und *Archidiales* zu finden — gehen wir wohl mit LOESKE (17) nicht fehl in der Annahme, daß „die *Tetraphidineae* von allen Laubmoosen

den *Andreaeales* morphologisch am nächsten stehen und daher das System der *Bryineae* an der Basis einleiten sollten“.

Übrigens steht diese Meinung nicht allein, sondern auch BERGGREN (18) teilt sie.

Nach alledem möchten wir unsere Ansicht etwa folgendermaßen festlegen: Die *Georgiaceae* stellen eine von dem Grunde der Laubmoose abgehende Bindeform dar. Während sie sich in mancher Hinsicht wohl eigenartig entwickelt haben, besitzen sie in der Metamorphose noch den ursprünglichen vollständigen Typ. Dieser ist auch bei den *Andreaeaceae* noch gewahrt. Das läßt auf eine gemeinsame Basis schließen, noch nicht aber auf eine direkte Verwandtschaft.

Während wir diese Familie noch die vollständige Reihe der Jugendform durchlaufen sehen, ist das bei anderen Laubmoosen nicht der Fall. Im Gegenteil, die Fadenform ist umgewandelt und stellt eine Vermehrungsmöglichkeit dar, die Flächenformen werden übersprungen oder zu Sonderbildungen umgeformt. Der Gipfel der Moose hat keine Andeutungen der Flächenform mehr. In Reihen am Grunde wird neben dem känogenetischen Fadenprotonema noch hier und da die Flächenform, das Protonemablatt in meist verstärkter Form, auftreten.

Eine Reihe von Moosfamilien, welche unserer Ansicht nach am Grunde entspringt, zeigt die Bevorzugung des Protonemas zu Ungunsten der Moospflanze. Diese hat die Neigung zum Verkümmern. Wir möchten sagen, sie ist nie besonders entwickelt gewesen, und eine Reduktion aus diesen Kreisen ist daher leicht möglich.

Es ist eine Reihe etwa durch die Familien *Funariaceae* und *Ephemeraceae*, *Schistostega* und *Splachnaceae*, *Diphysciaceae* und *Buxbaumia* charakterisiert.

Das oft lange Erhaltenbleiben des Protonemas ist eine extreme Bevorzugung der Jugendform und deutet auf ein sehr abgeleitetes Verhalten hin. Es findet sich auch in verschiedenen Verwandtschaftskreisen. Der Umstand aber, daß diese Kreise wenigstens in einigen Vertretern noch Bildungen besitzen, welche wir zwanglos aus dem Flächenprotonema ableiten können, ist ein Zeichen für die relativ tiefe Lage der Abzweigung unserer Reihe. Sie müssen sich von Formen ableiten, welche noch eine vollkommene Metamorphose besessen haben.

Solche Bildungen sind besonders die Vorkeime des Leuchtmoses. Dieses (19) „entwickelt“ hinsichtlich des Protonemas „Ver-

zweigungen aus rosenkranzartig sich aneinander kettenden Zellen“, deren jede einer dorsiventralen Linse mit kugelig gewölbter Rückenfläche und kegelförmig-trichteriger Bauchfläche gleicht. In der Trichtervertiefung liegen 4—6 Chlorophyllkörner in schüsselartiger Anordnung. Über ihnen ruht, wie die Linse eines Auges auf dem Glaskörper, eine farblose, den Zellkern umschließende Protoplasma-masse. Durch die Linsenform der Zelle werden die Lichtstrahlen auf die Chlorophyllkörner konzentriert. Jede dieser Zellen reflektiert aber noch teilweise das einfallende und durch die Chlorophyllkörner gegangene Licht, so daß das Protonema einen höchst eigenartigen Lichteffect hervorruft, der BRIDEL veranlaßte, es als *Catopsidium smaragdinum* zu beschreiben. Erst UNGER stellte seine Beziehung zu *Schistostega* fest.

Eine weitere Bildung, die wir hierher setzen können, sind die *Diphysciaceae*. Bei diesen merkwürdigen Moosen beobachtet man (BERGGREN, 20, GOEBEL, 20a) eigenartige Assimilationsorgane. Ein Vergleich mit *Marchantia*-Keimscheiben drängt sich auf. Ein stielartiger Zellkörper trägt eine oben ausgehöhlte Platte. Besonders das Ende des Keimfadens wandelt sich in eine solche „Keimscheibe“ um. Es handelt sich aber offenbar nicht um eine solche, sondern um ein mehrschichtiges Protonema, da die „Moosknospen“ meist nicht an der Basis der Assimilationsorgane entspringen, wie man erwarten würde, sondern auf dem Fadenprotonema. (GOEBEL, 21.)

Da die Fläche vielfach nicht rechtwinklig aufsitzt, sondern in den Stiel übergeht, so wird die Ähnlichkeit mit *Tetraphis* nur noch vermehrt. Wir möchten dazu neigen, das als eine Annäherung an den Grund der Moose zu sehen. Auch sonst werden die *Diphysciaceae* als eine Gruppe gekennzeichnet, welche „archaische“ Eigenschaften zeigt. Wir verweisen auch an dieser Stelle bereits auf die Arbeiten von LORCH (22) und LOESKE (23).

An *Diphyscium* läßt sich leicht *Burbaunia* anschließen. Wir kommen durch die Protonomata zu einer ganz guten Ableitung der *Burbauniales* als zwar weit abgeleiteten Gruppe, deren Ausgang jedoch am Grunde des Moosstammes liegt. So erklärt sich diese Mischung von Spezialisierung mit Ursprünglichkeit, die die Eigenart solcher „Archetypen“ ausmacht.

Eine Gruppe, welche im Moossystem häufig mit den *Diphysciaceae* genannt wird und die ebenfalls Abgeleitetes neben solch Urwüchsigen in ihrer Gestaltung trägt, sind die *Polytrichales*.

Betrachtet man eine Abbildung von *Catharinaea undulata*, wie sie SCHIMPER entstammend etwa bei GOEBEL (24) sich findet, oder eine solche von *Psilopilum*, wie sie BROTHERUS (25) wiedergibt, so könnte man in den unterirdischen Sproßteilen ein körperhaftes Protonema sehen. Diese Bildungen treten nicht nur an den Pflanzen selbst, sondern auch am Protonema auf, als Rhizoidenstränge; cf. KOCH (26) und GOEBEL (27). Letzterer berichtet hierüber: „Hier finden sich (namentlich auch bei den Pflanzen selbst) Rhizoidenstränge, welche KOCH nicht sehr passend mit einem schlecht gedrehten Strick verglich. Die Seitenäste der Rhizoiden legen sich der (hier nicht braun gefärbten) Hauptaxe an und umschlingen sie teilweise.“ Wenn auch diese Einrichtungen sowohl mechanische wie für die Wasseraufnahme der häufig verhältnismäßig trockenen Standorte bewohnenden Moose günstig wirkende Anpassungen darstellen dürften, so möchten wir hervorheben, daß auch *Atrichum*, also *Catharinaea*, diese besitzt, welche an durchaus nicht trockenen Standorten gedeiht.

Gerade diese Pflanze hat besonders schön und kräftig ausgebildete, mehrschichtige Protonemata. Wir neigen dazu, die Möglichkeit, solche Dinge zu erzeugen, als etwas Ursprüngliches zu betrachten. Wenn die Anpassung solche Dinge in besondere Bahnen lenkt, so spricht das nicht gegen ein phylogenetisches höheres Alter. Die *Catharinaeae* aber sind vermutlich unter den *Polytrichaceae* eine Bindeform, welche tief abgeht. *Catharinaea* selbst ist nicht der Grund, dagegen spricht unter anderem das Fehlen der Stomata auf dem Sporogon, wie wir sehen werden. Daß aber *Catharinaea*-artige Formen tiefstehende *Polytrichaceae* sind, das beweist das Aussehen der Jugendformen von *Polytrichum*, das man häufig mit *Catharinaea* sogar verwechselt hat. Wir zitieren hier besonders LOESKE (28):

„Es sei mir gestattet, hier etwas abzuschweifen und auf eine Jugendform einzugehen, die in der Bryologie schon eine Rolle gespielt hat und noch spielt. MILDE sammelte im Riesengebirge einmal an beschatteten Granittrümmern ein Moos, das er zuerst als *Atrichum anomalum*, dann als *Polytrichum anomalum* bezeichnete. LIMPRICHT schrieb dann (Kryptogamenfl. von Schlesien, Laubmoose S. 113), daß er das Moos „für den Jugendzustand eines *Polytrichum*, wahrscheinlich von *P. formosum*“ halte. In seinem Hauptwerke reihte er es unter MILDES Bezeichnung ohne weitere Bemerkung unter die Synonyme des *P. formosum* ein. Bei HAGEN (Musci Nor-

veg. bor. p. 265) finden wir MILDEN MOOS als *v. anomala* (Milde) Hagen bei *P. gracile*. Hierzu zitiert HAGEN auch aus der ‚Kryptogamenflora von Schlesien‘: ‚*P. gracile anomalum* Limpr.‘, was ein Versehen ist. LIMPRICHT setzte ein Sternchen vor *P. anomalum*, weil er dem Moose keine Nummer geben wollte; es steht nur zufällig hinter *P. gracile* und LIMPRICHT erblickte, wie erwähnt, eine Form von *formosum* darin. HAGEN zitiert als Synonyme noch *Catharinaea Dixoni Braithw.*, *Dixon*; ferner *Catharinella Dixoni* Kindb. und *Polytrichum gracile v. submersum* Schlieph. Dies erwähne ich alles nur, um zu zeigen, daß das Moos bald als *Polytrichum*, bald als *Atrichum* aufgefaßt wurde. Hierher gehört nun auch *Catharinaea spinosa* Wttf. (a. a. O. II S. 1087). Der Autor hatte die Güte, mir ein Pröbchen zu senden, und da das Moos sehr auffällig, so erbat ich damals von Herrn Lehrer KOHLHOFF weiteres Material vom Originalstandort. Er sandte es mir und bemerkte dazu, daß ich mir das Moos selbst heraussuchen möchte; es wachse unter *Polytrichum gracile*. Das Konvolut enthielt sehr niedrige, bis etwa 4 cm hohe Stengelchen. Die kleinsten entsprachen der Beschreibung *C. spinosa*, die größten waren junges *Pol. gracile*, und die Übergänge waren deutlich. HAGEN erwähnt Exemplare von verschiedenen Standorten, darunter ‚stattliche *Polytricha* von sechs bis zehn cm Länge‘. Die Varietät *anomalum* hat größere Zellen, bis 24 Lamellen (die Stammform bis 40), unten glatte, nur gegen die Spitze wenig gezähnte Rippen usw. Bei LIMPRICHT hat sie nur acht bis zehn, *C. spinosa* nach WARNSTORF zehn bis zwanzig Lamellen. Während das Moos nach MILDE einen scheidigen Blattgrund hat, fehlt diese Ausbildung bei *C. spinosa*, und aus diesem Grunde hat mir der verehrte Autor der Form nicht zugegeben, daß ein *Polytrichum* vorliegen könne, weil Glieder dieser Gattung ohne scheidigen Blattgrund nicht bekannt seien. Hätte WARNSTORF aber das Moos nicht von vornherein als eine *Catharinaea* bestimmt erhalten (jeder Bryologe wird die Erfahrung gemacht haben, daß man unter Umständen ein Moos erkennt, wenn es einem unter irriger Bezeichnung gesandt wird; man ‚verrennt sich‘ dann bei der Untersuchung), und wäre er dadurch nicht beeinflusst worden, und hätte er es gleich unter entwickelterem *Pol. gracile* bekommen, so wäre es ihm ein leichtes gewesen, alle Übergänge, auch in den Blattscheiden, der Zahl der Lamellen usw. zu finden. An den Rändern wassergefüllter Torfgräben mit viel *Pol. gracile* habe ich dann bei Berlin selbst solche Formen gesucht und gefunden. Aber nicht auf

die systematische Richtigstellung einer Form kam es hier an, sondern auf ihren Wert für die Frage, welche Bedeutung Jugendformen in der Systematik der Moose spielen mögen. HAGEN selbst bemerkt, daß die norwegischen Exemplare so verschieden von allen *Polytricha* seien, daß 'man sehr wohl an eine Zugehörigkeit zu einer anderen Gattung denken könnte'. Erst die von DIXON in England und von SCHLIEPHACKE in Galizien gesammelten Exemplare ließen ihn den Zusammenhang erkennen. Sie zeigen zu einem Teile oben Blätter von *P. gracile*, unten von *Catharinaea Dixonii* oder *var. anomala*. Da nun SCHLIEPHACKE in der Nähe seiner Pflanze auch *P. gracile* mit Sporogonen fand, dessen Zellen durch ihre Kleinheit denen von *v. anomala* entsprachen, so ist es im hohen Grade wahrscheinlich, daß auch bei den Moosen Jugendformen zur 'Fruchtbildung' schreiten können. Ich darf daher auch an dieser Stelle auf DIELS (Jugendformen und Blütenreife im Pflanzenreich) hinweisen, um zur Beobachtung solcher Erscheinungen bei den Moosen anzuregen."

„Die *v. anomala* wird vermutlich bei mehreren Arten von *Polytrichum*, vielleicht bei allen, in entsprechender Ausbildung gefunden werden. Die Reduktion der Zahl der Lamellen tritt noch stärker bei Wasserformen von *P. gracile* auf, die Geistl. Rat HAMMERSCHMIDT als *v. immergens* Lsk. aus der Flora von Tölz verteilte (unter Nr. 749 auch in der Flora exsicc. Bavarica durch Dr. FAMILLER ausgegeben). MILDERS Form gehört nach LIMPRICHT zu *P. formosum*. Inwiefern diese Jugendformen an verschollene Urformen anklingen mögen, in deren Mitte *Catharinaea* und *Polytrichum* erst zu divergieren begannen, sei dahingestellt. Als phyletische Hypothese wird diese Auffassung immerhin gestützt durch den begreiflichen Irrtum einer Reihe von Forschern, die in diesen jungen Polytrichen *Catharinaeen* zu sehen vermeinten.“

Betrachtet man den Formenkreis der *Dicranales*, wie er von BROTHERUS (29) niedergelegt und von FLEISCHER (30) umrissen wurde, so findet man desgleichen Formen, bei denen aus unterirdischen Rhizomen Seitentriebe entsproßen. Wir möchten da besonders die *Pleurophascaceae* hervorheben. Es ist denkbar, daß wir hier noch Andeutungen von der zwischen dem Gametophyten und dem Fadenprotonema liegenden Morphode haben.

Des weiteren gibt es auch hier Formenkreise mit bleibendem Protonema (*Bruchia*).

Inwieweit es sich hier aber um Sonderentwicklungen, etwa

analog den Formenkreisen um *Funaria* handelt, das ist sehr schwer zu entscheiden und von der Primitivität zu trennen.

Hin und wieder könnte man Andeutungen solcher körperlicher Protonemata auch noch bei den *Pottiales* antreffen. Doch möchten wir nicht allzuviel darauf geben. Ganz vereinzelt kommen kriechende Rhizome den *Fissidentaceae* zu. Auch hier können vielleicht noch Anklänge vorliegen, man kann aber auch solche Beziehungen ablehnen.

Je weiter man hinaufgeht, desto mehr verschwindet auch das vereinzelte Auftreten der Bildungen, und es tritt eine mehr oder minder deutliche Typisierung der Protonemata auf.

Eine scheinbare Ausnahme macht *Ephemeropsis*. Diese *Nematacea* ist eine Anpassung des Gametophyten. Wir möchten die Protonemata nicht mit den Körper-Protonemata homologisieren, sondern in ihnen eine Umwandlung von Brutkörperträgern sehen. Es ist von vornherein klar, daß auf diesem Wege im Extrem Bildungen entstehen können, welche dem Faden- und Körperprotonema ungemein ähnlich sehen. Im Einzelfalle ist es fraglos sehr schwer, zwischen der Bildung aus dem phylogenetisch induzierten Jugendstadium und der Reduktion des Sprosses als sekundäre Bildung zu unterscheiden. Man muß sich hüten, hier auf eine Eigenschaft allein seine Schlüsse zu bauen.

Es ist da vor allem der Standort der Pflanze zu betrachten. Wir möchten in erster Linie auf die Analogie mit *Metzgeriopsis* bei den Lebermoosen hinweisen. Auch dort kann durch Beibehaltung der Jugendform eine primitive Gestaltung vorgetäuscht werden. Während es sich dort um eine phylogenetisch bedingte Jugendform handelt, welche ebenso wie bei *Catharinaea* beibehalten wird, liegt bei *Ephemeropsis* die Umwandlung einer Folgeform ins Kleid der Jugendform vor. Ob unsere Deutung von *Ephemeropsis* wirklich stichhaltig ist, das kann vielleicht die Entwicklungsgeschichte und der Vergleich mit den sonstigen Eigenschaften als nahestehend erkannter Typen ergeben. Es soll nicht unsere Aufgabe sein, dieses Unternehmen hier durchzuführen. Wir möchten nur auf die eigenartige Wimperung mancher Formen der *Hookeriales* hinweisen, z. B. *Catharomnium ciliatum* Hedw. Man könnte sich sehr wohl durch Verkümmern der Spreite Protonemablätter entstanden denken, wie sie bei *Ephemeropsis* erscheinen. Der ganze Kreis umfaßt wesentlich Baummoose, damit aber ist natürlich nicht gesagt, daß gerade diese Art der *Ephemeropsis* besonders nahe stünde.

Das Verhalten der *Hookeriaceae* unterzieht GOEBEL (31) einer genaueren Betrachtung:

„Die Blätter besitzen besondere Initialen für die Brutkörperbildung: An diesen entstehen Brutkörper in Gestalt kurzer mit Reservestoffen gefüllter Zellreihen, die, meist noch am Blatte sitzend, sich verzweigen, indem aus der Basalzelle zwei Äste auswachsen — eine solche Keimung der Brutkörper an Ort und Stelle mit *Ankerbildung* scheint typisch für die *Hookeriaceae* zu sein. Daß die Brutkörper nichts anderes als der Vermehrung angepaßte Protonemabildungen sind, geht auch daraus hervor, daß aus den Initialen auch verzweigte Protonemafäden auswachsen können.“ (*Pterygophyllum quadrifaria*.) Eine Seite weiter finden wir folgende Sätze (32): „Merkwürdig ist die *Ankerbildung* an der Basis der Brutknospen der blattbewohnenden *Ephemeropsis*; durch die von der eigentlichen Brutknospe abstehenden Arme dieses Ankers kann sich die Brutknospe nach ihrer Ablösung auf einem Blatt festsetzen. Wir sahen oben bei anderen, nicht epiphyllisch wachsenden *Hookeriaceae* gleichfalls eine einfache Art von Ankerbildung an den Brutkörpern auftreten, die bedingt ist durch Auskeimen der Brutkörper an ihrer Anheftungsstelle. *Ephemeropsis* nützt also nur ein bei verwandten Formen vorhandenes, dort aber, soweit ersichtlich, *nicht* als Anpassung zu betrachtendes Gestaltungsverhältnis aus.“

Besonders wertvoll ist die Beschreibung von *Adelothecium bogotense* (33): „Die Brutkörper bildenden Zweige fallen dadurch auf, daß sie an der Spitze kleinblättrig, fast *flagellenartig* werden.“ „Die Brutkörper werden zu vielen Tausenden gebildet.“ Diese Brutkörper, welche durch Auszweigung wie bei anderen *Hookeriaceae* zwei, hier aber fast gleich lange (oder gleich kurze) Zellreihen gebildet haben, sitzen auf kurzen Tragfäden, welche dicht gedrängt einem in der Blattachsel sitzenden Zellkörper entspringen.“ „Daß die Zellkörper Kurztriebe darstellen, an denen die Blattbildung *vollständig* unterdrückt ist und nur Brutbildung stattfindet, ist mir nicht zweifelhaft.“

Das stammbürtige „Protonema“ von *Eriopus remotifolius* ist vielleicht mit seiner Brutkörperbildung der Beginn dieser Entwicklungsreihe (34).

Wir möchten nun noch die Eigenart der Standorte der *Hookeriales* hinzufügen. Sie wachsen an den Stämmen des Regenwaldes. Ständig sind sie den herabfließenden Regenmassen ausgesetzt, eine solche Verankerung der Brutknospen ist damit völlig

verständlich. Noch einleuchtender ist die Anpassung bei Formen, welche an feuchten Felsen und Bachrändern gedeihen (*Eriopus*). Besonders hervorheben möchten wir die Angaben von BROTHERIUS (35) „auf Steinen und Felsen in fließenden Gewässern“.

Damit dürfte die Gestaltung von *Ephemeropsis* als durch Beibehalten der Brutkörperträger und Reduktion des Stämmchens gut begründet erscheinen, wir können uns eine schöne phylogenetische Reihe zusammenstellen, indem wir in dem Formenkreis der nahe stehenden *Hookeriales* bleiben. Um eine Umwandlung eines echten Protonemas und ein Beibehalten eines „Larvenstadiums“ kann es sich hier nicht handeln. Die genaue Beurteilung kann nur durch ausgedehntes Studium der Familie und der Standorte erfolgen.

Zum Schlusse möchten wir den so oft zitierten und gedankenreichen LOESKE anfügen. Im Gegensatz zu FLEISCHER, der in *Ephemeropsis* eine stationär gewordene Urform erblickt, betont LOESKE (36) die konvergente retrograde Entwicklung zu *Trentepohlia*-artigem Wuchse. Wir möchten noch zusetzen, daß auch die Trentepohlien gar keine primitiven Algen sind, sondern ihrerseits weit angepaßte Luftalgen. Eine Verkettung von abgeleiteten und ähnlich gewordenen (konvergenten) Typen ist immer einer der Hauptfehler der Phylogenie gewesen.

„Es ist nicht einzusehen — schreibt LOESKE weiter —, inwiefern eine retrograde Entwicklung andere Wege verfolgen sollte als diejenigen, die die Pflanze gekommen war, bis durch reduktionelle Anpassung ein für das epiphyllie Leben vorteilhafter Zustand der Vereinfachung wieder erreicht, durch Differenzierung aber gleichzeitig entsprechend verfeinert wurde.“ „Daß bei Tjibodas auch eine *Daltonia* (*Hookeriaceae*) mit ähnlichem Sporogon, aber ausgebildetem Mooskörper auf Blättern wächst, bestärkt mich in meiner Auffassung.“ LOESKE erkennt hier das Gesetz der Irreversibilität. Wir möchten hervorheben, daß gerade die Verfeinerungen zuerst auftreten (Hapteren) und nun erst die „Reduktion“ einsetzt.

Wir haben nun noch einige Worte dem Fadenprotonema der anderen Laubmoose zu widmen. Sie zeigen eine ungeheure Ähnlichkeit mit den analogen Bildungen bei *Trichomanes* und *Schizaea* unter den *Pteridophyten*-Prothallien, so daß hier von jeher der Vergleich herausgefordert wurde. Während wir dort in der glücklichen Lage sind, innerhalb desselben Formenkreises die Flächenprothallien und die Fadenprothallien vorzufinden, ist das hier nicht der Fall. Man könnte des weiteren versucht sein, die Moos-

pflanze mit den Archegonien- und Antheridien-Trägern dieser Farne zu vergleichen. Ein großer Unterschied liegt aber vor. Die Farnprothallien haben geradegestellte Querwände. Im einzelnen sei auf die GOEBELSche Organographie hingewiesen (37).

Inwieweit sich daraus der Schluß ziehen ließe, daß die Schiefstellung etwas später Erworbenes sei, möge dahingestellt sein. Es fehlt leider an Tatsachenmaterial.

Eine auffallende Erscheinung bilden die schiefen Querwände der Rhizoidfäden, die natürlich in reichem Maße dazu benutzt wurden, alle möglichen Deutungen in biologischer und morphologischer Beziehung zu geben. NAEGELI (38) macht als erster auf sie aufmerksam. SACHS (39) legte diese Tatsache dahin aus, daß das Protonema und die ihm gleichwertigen Rhizoiden eine besonders schwächliche Form des Moospflänzchens selber darstellen. Sein Schüler MÜLLER-THURGAU (40) hat diese Auslegung unterstützt und erweitert sie noch dahin, daß sich die Rhizoidenzelle wie eine Scheitelzelle verhält. GOEBEL (41) dagegen bezweifelt diese Wertung. Er konnte nachweisen, daß die schiefe Stellung der Querwände durchaus nicht immer zutrifft, ja, so schreibt GOEBEL, „die Wände setzen sich ursprünglich der Außenwand des Fadens rechtwinklig an, sie haben aber eine doppelte Krümmung, sie werden also nicht etwa als ebene Platten angelegt und dann verschoben, vielmehr von Anfang an mit der doppelten Krümmung, wenn sie später schief sich anzusetzen scheinen, beruht dies auf nachträglichen Vorgängen“. MÜLLER wollte nämlich eine Regelmäßigkeit festgestellt haben. Mit hin käme eine Analogie mit der Scheitelzelle nicht in Frage. Besonders entkräftigt werden die Deutungen MÜLLERS und seines Lehrers dadurch, daß am grünen Protonema die Querwände fast ausnahmslos rechtwinklig ansitzen und in Rhizoiden *neben* schiefen auch senkrechte oder sohlenförmige vorliegen. Die Versuche von CORRENS (42) ergeben ferner, daß beim Übergang des Protonemafadens zum Stämmchen (*Mnium*) dessen Scheitelzelle sich zunächst zweischneidig, *später* erst dreischneidig verhält. Es wäre doch hier nach recht merkwürdig, wenn im Rhizoid bereits ein dreischneidiges Stadium vorliegen sollte. Wir können uns nur der Deutung GOEBELS anschließen, wenn wir auch zugeben, daß hier vielleicht Anklänge an eine zweischneidige Scheitelzelle vorhanden sind. Welche Funktion nun diese schiefen Wände zu erfüllen haben, darüber ist Endgültiges noch nicht bekannt. HABERLANDT (43) versuchte sie damit zu erklären, daß sie die bei der Diosmose wirksame Oberfläche

vergrößern. SCHOENE (44) glaubt in mechanischer Hinsicht darin Vorteile zu sehen. Selbst wenn die teleologische Deutung der Schiefstellung der Wände zutreffen würde, so wüßte man immer noch nicht, unter welchen Bedingungen sie auftritt. Man neigt dazu, eine Einwirkung des Lichts auf die Lage der Wände anzunehmen.

Wir möchten uns hypothetisch auf den Standpunkt stellen, daß wohl phylogenetisch eine gewisse Neigung zur Schiefstellung der Wände in Anlage vorhanden sein kann, aber diese kann nur reell werden, wenn gewisse physiologische Einwirkungen ihr Geltung verschaffen.

An dem Schluß unserer Betrachtungen über das Protonema möchten wir die Sätze zusammenfassen:

1. Die phylogenetisch alten Typen haben eine mehr oder minder vollständige Metamorphose durchzumachen. Es entsteht ein Faden- und Flächenprotonema, erst an diesen die Moospflanze.

2. Eine Komplikation des Protonemas findet sich in den unmittelbaren Abkömmlingen ursprünglicher Kreise. Es gibt da selbst körperhafte, besonders umgestaltete Protonemata.

3. Diesen steht die durch Reduktion bedingte Umwandlung von Gametophyten nach Art der *Ephemeropsis* gegenüber.

4. Das Fadenprotonema ist durch das Ausfallen der Flächenform oder deren Reduktion auf eine sehr kurze, zweischneidige Etappe begünstigt und stellt eine kánogenetische Umbildung einer Jugendform dar. Es ist diese Bildung bei den höheren Gruppen so stark phylogenetisch festgelegt, daß keine Umformung mehr erscheint, sondern Neubildungen die Anpassungen bedingen.

5. Die tiefen Kreise zeigen die Mannigfaltigkeit der Protonembildung, die hohen die Stereotypität.

6. Es ist möglich, daß die Schiefstellung der Querwände des Fadenprotonemas eine Eigenschaft ist, welche von dem unterdrückten Flächenprotonema auf die Fadenform übernommen ist. Die Flächengestalt wäre dann als Eigenschaft übersprungen, die Scheitelzellnatur andeutungsweise geblieben.

Der Gametophyt

Wie GOEBEL (45) und unsere Königsberger Vorarbeiter ZIEGENSPECK (46) und MIELINSKI (47) ausführten, ist es für die Reihe der Laubmoose typisch, daß der Gametophyt an innerer Differenziation teilweise verliert, dafür aber exomorph kompliziert wird. In der Folge davon werden neue Anforderungen an den Gametophyten ge-

stellt, und eine anders gerichtete innere und äußere Differenziation der Moospflanze muß einsetzen.

Es sei uns gestattet, an dieser Stelle eine bewußtmaßen hypothetische Betrachtung über die Natur der Moospflanze anzustellen. Spekulationen sind als solche immer bestreitbar, aber es gehen von ihnen doch auch nicht zu unterschätzende Anregungen aus.

Sehen wir uns die Entwicklung der Moose von ihrem Grunde, *Riccia* oder dieser doch nahestehenden Formen aus an, so beobachten wir zumeist eine immer größer werdende Vervollkommnung des thallösen Gametophyten. Sehr frühzeitig bilden sich besondere Träger der Sexualorgane heraus. Diese sind schon bei den Marchantien zu einer ziemlichen Vollkommenheit gelangt. Es liegt nun der Gedanke nahe, auch in den Seitenreihen der *Jungermanniales*, *Andreaeales*, *Sphagnales* und *Eubryales* eine konvergente Ausbildung besonderer Träger der Sexualorgane anzunehmen. Diese „Podetien“ werden immer vollkommener. Am Anfang stehen einfache Perichätien. Die Lebermoose sind in dieser Hinsicht eigentlich viel interessanter, da sich die Einzelstadien besser erhalten haben als bei den Laubmoosen. Das Podetium steht aufrecht und trägt an seiner Spitze die Geschlechtsorgane. Der Vegetationspunkt ist zentral gelagert, so daß eine Erzeugung eines neuen Absatzes sehr wohl ohne Verzweigung durch Bildung eines neuen Podetiumgliedes möglich ist. An den Anfang müssen wir nach dieser Ableitung die akrogynen Moose stellen.

Die Moospflanze kann man also gut als ein in seiner Organisation fortgeschrittenes Podetium betrachten. Die Selbständigkeit der Pflanze wird immer größer, der thallöse Teil immer entbehrlicher. Er wird, wie wir oben sehen, übersprungen. Bereits CORRENS (48) hat aber gezeigt, daß bei Übergang des Protonemas zur Moospflanze zunächst eine zweiseitige Scheitelzelle erscheint, wie sie ja für das Flächenwachstum geeignet ist. Dieses Stadium aber wird rasch durchschritten, und die dreiseitige Scheitelzelle des Podetiums tritt an ihre Stelle. Das Flächenwachstum ist in das allseitig aufrechte Körperwachstum übergegangen.

Im Laufe der Weiterentwicklung teilt sich das Podetium. Es tritt nun an verschiedenen Stellen konvergent die Differenziation in Geschlechtsorgane tragende Äste und nun rein vegetativ werdende ein. Die kladocarpen und pleurocarpen Moose sind die Abkömmlinge der acrocarpen. Des weiteren werden die aufrechten Moosstämme

chen sich flach legen können. Die Vorteile des Flächenwachstums werden hier wieder erlangt, aber eine Rückkehr zur Ursprünglichkeit ist nicht mehr möglich. Anders steht es bei den Jungermannien. Hier ist das Flächenprotonema noch vorhanden. Es ist eine „Rückkehr“ zur Organisation der Vorfahren möglich dadurch, daß das Jugendstadium länger beibehalten wird (*Lejeunea metzgeriopsis*). Bei den Laubmoosen geht das nicht, das Flächenprotonema ist fast immer beinahe völlig unterdrückt und ein anders geartetes käno-genetisches Fadenprotonema an seine Stelle getreten. Soll hier eine andere Wuchsform erscheinen, so muß das durch Umwandlung des Moosstämmchens erfolgen (*Ephemeropsis*).

Die primitiven Moose werden also *kleine* Moospflanzen besitzen. Die acrocarpen stehen am Grunde, die klado- und pleurocarpen sind abgeleitet. Natürlich kann auch das Stämmchen der acrocarpen dermaßen kompliziert werden, daß es alles andere als etwas Ursprüngliches ist. Wir sind uns bewußt, daß wir damit durchaus nicht allein stehen: die abgeleitete Natur der pleurocarpen Moose ist heute wohl Allgemeingut aller Bryologen. Wir fühlen uns veranlaßt, diese Bemerkung hierher zu setzen, um uns nicht dem Vorwurf der Überheblichkeit (s. STOLLEY) auszusetzen.

Einige Worte sind hier auch über das Größenverhältnis von Gametophyten und Sporophyten angebracht.

Die Moosentwicklung zeigt am Stamm ein immer größeres Ansteigen des Sporophyten. Von der kleinen Kapsel der *Riccia* geht es zu immer größeren Gebilden von der Gestalt der Anthoceroteen. Die Zahl der sich entwickelnden Sporophyten nimmt ab; denn die Größe unterdrückt die Zahl. Da die Laubmoose mit ihren ziemlich komplizierten Sporophyten sich sehr wohl von Anthoceroteen oder deren Stammformen ableiten lassen, so dürften wir am Grunde *große* und kompliziert gebaute Sporophyten erwarten. Die *Sphagnales*, *Andreaeales* und *Archidiales* stellen ebenfalls Reduktionsreihen dar. Das möge in der Arbeit von MIELINSKI (50) nachgesehen werden.

Auf den Sporophyten genau einzugehen, ist hier zunächst nicht der Ort, aber es muß hervorgehoben werden, daß wir die Pflanzen mit vereinzelt großen, komplizierten Sporophyten für die ursprünglichen halten. Die kleinen, verkümmerten und vereinfachten Sporophyten stellen etwas Abgeleitetes dar. Die Vielzahl der Sporophyten kann dann wieder auftreten. Die korrelative Hemmung fällt weg, und damit ist die Entwicklungsmöglichkeit einer größeren Anzahl gegeben.

Wir wollen nun die gametophytischen Moospflanzen den Familien nach betrachten und versuchen, ob es uns gelingt, ein einheitliches Bild zu erzielen. Daß wir uns dabei bewußt oder unbewußt von den Ergebnissen der serodiagnostischen Untersuchung (STEPPUTAT in Mez, Archiv XXII, S. 41—78) als von heuristischen Prinzipien auch leiten lassen, ist selbstverständlich.

Georgiaceae

Aus der Behandlung der Protonemata hatten wir die *Georgiaceae* als eine tiefstehende Gruppe erkannt. Es handelt sich um sehr kleine bis kleine Pflanzen. Man könnte fast versucht sein, darin hier etwas Primitives zu erblicken. Das Flächenprotonema trägt eben noch kleine Podetien. Dem kann man natürlich auch den Gedanken einer Reduktion entgegenhalten. Wir möchten auch mehr auf die Seite der Reduktion neigen; denn im Stengel von *Georgia* ist ein Zentralstrang zu erkennen. Die Tetradontien wären dann rückgebildet. Der Stengel ist unten nur von Niederblättern bedeckt. Die Zellen der oberen Blätter sind gleichartig dickwandig, parenchymatisch und in einer Schicht liegend. Vielleicht ist das gelegentliche Vorkommen von „Zwitterblüten“ etwas „Altertümliches“. Eine Blattrippe ist vorhanden oder fehlt. Die Blüten stehen an der Spitze der Sprosse. Wiederholungssprosse der männlichen „Blüten“ fehlen. Wir sehen hier fraglos manches spezialisierte, daneben aber doch primitives Verhalten.

Polytrichales

Nahe zu ihnen hat LORSY (51) die Tetrarhizeen gestellt. Ob das nun eine wirkliche Verwandtschaft ist oder nicht vielmehr ein gemeinsamer Besitz von alten Eigenschaften, das möge dahingestellt sein. In ihren vegetativen Organen sind die *Polytrichales*, was das Moospflänzchen betrifft, alles andere als ursprüngliche Pflanzen. Aber ihre Ausbildung ist doch so eigenartig, daß sich bei anderen Familien nur wenig Anklänge vorfinden. Wir werden sie daher im Einklang mit der gesamten Bryologie als eine lange, alte Entwicklung betrachten müssen. Aber damit ist fraglos nur möglich, sie vom Beginn der Moose abzweigen zu lassen. LORCH (52) erhebt sie zu einer selbständigen Unterklasse. Auch LOESKE und FLEISCHER stehen diesem Standpunkte nahe. Sie sind einer der „Archetypen“, der in seiner Sonderentwicklung sich weit über die anderen Moose erhebt.

Polytrichaceae

Im Gametophyten ist *Catharinaea* wohl der einfachere Typus. Die Gattung stellt auch keinen so extremen Xerophyten wie *Polytrichum* dar. Für die Primitivität spricht das Auftreten von Jugendformen von *Polytrichum* (s. oben), welche *Catharinaea* gleichen. Die Blätter haben noch keine so weit entwickelten Lamellen, diese sind auf die Rippen beschränkt.

Die entgegengesetzte Meinung vertritt GOEBEL (53) für *Catharinaea* und *Atrichopsis*. Er hält sie für reduziert. Beide Standpunkte haben viel für sich. Auch die Jugendformen der *Polytricha* lassen sich in dieses Bild bringen. Bei *Catharinaea* und *Atrichopsis* können auch dauernde Jugendformen vorkommen. Dagegen ist *Polytrichum* selbst wohl der Gipfelpunkt der ganzen Reihe. Die Ausrüstung der Blätter mit den Lamellen, die Einfaltung beim Eintrocknen, das alles sind Dinge, welche eine hohe Organisation erweisen.

Vor allem aber möge der sehr komplizierte Zentralstrang hervorgehoben werden, der diesen *Polytrichaceae* eine *innere Wasserleitung* ermöglicht. Die „Blattspuren“ und die zweierlei Elemente im Zentralstrang erinnern sehr an höhere Pflanzen. Auf sie im einzelnen hier einzugehen ist nicht der Platz. Das ist alles von HABERLANDT (54), LOTSY (55), GOEBEL (56) u. a. m. behandelt und durchgeführt worden, so daß es nicht möglich ist, neue Momente hinzuzufügen. Dieser verwickelten Organisation haben die *Polytrichaceae* die Vielgestalt der Biotypen zu danken, sie finden sich ebenso auf trockenen, sonnigen Sandflächen wie in den nassesten Sümpfen und feuchten schattigen Wäldern. Die Blätter besitzen vielfach Spreite und Scheide. Die Zellen der Lamina sind parenchymatisch.

Die „Blütenstände“ sind ebenfalls sehr kompliziert, aber sie sind *akrogen*. In der männlichen „Blüte“ haben wir schon deutliche Becher. Die rote Farbe der Perichätien könnte vielleicht auf eine Erwärmung hinzielen, wodurch an diesen Stellen eine einfache Abgabe von Wasser durch Verdunstung erzielt wird und der Wasserstrom zu diesen Stellen erhöhten Bedarfes an plastischem Material hingelenkt würde. Die „Blüten“-Farbe hätte hier wie wohl auch bei den vielen Windblütlern damit eine physiologische Bedeutung, die mit der Ökologie der Bestäubung und Übertragung der Sexualorgane nichts zu tun hat. Die Becher der männlichen Perichätien möchten wir als Fänger von Regentropfen deuten. Hierdurch könnten die

Spermatozoiden leichter verspritzt werden, wie das ja von den Marchantien eine lange bekannte Sache ist.

Die weiblichen „Blüten“ und der aus ihnen in Einzahl entstandene Sporophyt stehen ebenfalls an der Spitze des Stämmchens oder gleichwertiger Zweige. Die Größe des Sporophyten deutet auf eine Entwicklung aus dem Grunde des Moosstammes.

Dawsoniales

Nahe mit den *Polytrichaceae* verwandt sind die *Dawsoniales*. Sie teilen mit ihnen die Größe der Sporophyten und deren Stellung. Aber sie sind in vieler Hinsicht auch ihre „eigenen Wege gegangen“. Sie erreichen oft die erstaunliche Größe von $\frac{1}{2}$ m. Damit steht eine gute Innengliederung des Stämmchens und der Festigungsorgane in Einklang, die Differenziation des Stämmchens ist aber nicht so gut durchgeführt wie bei *Polytrichum*. Die Blättchen mit ihrem Kapillarsystem aus Lamellen sind genau so ausgebildet wie dort. Sie dürften wohl mit ihren bis 20 Jahre alten Gametophyten eine der höchsten Organisationen der Laubmoose darstellen. Sie haben ein Rhizom und aufsteigenden Stamm. Der Bau der „Blütenstände“ erinnert völlig an die *Polytrichaceae*. Die männlichen „Blütenstände“ haben ein unbegrenztes Wachstum, sie werden wie bei *Polytrichum* übergipfelt durch Weiterwachsen des Meristems. Wir entnehmen der angeführten Literatur diese Angaben (LOTSY, GOEBEL, BROTHERRUS usw.).

Der nächste Formenkreis sind die

Dicranales

Wir schließen aus ihnen von Anfang an die *Archidiaceae* aus, seitdem die Arbeit von MIELINSKI (57) die Zugehörigkeit dieser zu den *Andreaeales* als reduzierten Typ derselben morphologisch und serologisch ergeben hat.

Damit ist gleichzeitig die Unmöglichkeit gegeben, daß die kleistocarpen Formen dieses Kreises als primitive Typen an den Anfang gestellt werden. Sie können zwar dem Grunde entspringen, aber sie stellen eine Reduktionsreihe dar, sind also nicht der Ausgangspunkt der Entwicklung der hohen Typen, sondern eine Endentwicklung von vielleicht gemeinsamem Ursprung.

Nach dem, was wir oben gesehen, möchten wir solche Typen an den Grund stellen, welche bei mittelgroßem Gametophyten einen kräftigen Sporophyten besitzen. Vielleicht könnte man in den

Pleurophascaceae

eine solche Bindefamilie sehen. Es handelt sich um kräftige, lockerrasige, glänzende Erdmoose. Der Stengel besitzt einen Zentralstrang. Der Hauptstengel ist bleich und kriecht. Die sekundären Stengel sind zweigestaltig. Die männlichen „Blüten“ sind knospenförmig, die weiblichen stehen am Grunde des sekundären Stengels. Die einschichtigen Blätter haben stark getüpfelte, oben ovale, unten langgestreckte Zellen, Rippen fehlen. Wir können es natürlich nach alledem nicht mit einer völlig primitiven Gruppe zu tun haben, sondern mit einer Seitenentwicklung aus dem Grunde.

Dicranaceae

Am Grunde der *Dicranaceae* werden wir die mittelhohen Formen suchen dürfen, welche einen einfach gebauten Sporophyten besitzen. Es ist heute ungemein schwer, in einer so formenreichen Gruppe die wirklichen Stammformen zu erkennen. Wir neigen dazu, daß die Weisen diesem primitiven Typus nicht allzu ferne gestanden haben, wie das ja LOESKE u. a. ausführt. Wir möchten aber nicht daran glauben, daß die Formen mit den kleinen Sporophyten wirklich primitiv sind. Die kleistocarpen Typen und Familien sind dem Grunde entsprossen, während die *Dicranaceae* in den *Dicranum*-Arten wohl einen Gipfel der Entwicklung gefunden haben. Begleitet ist diese Entwicklung durch eine weitgehende Vervollkommnung des Gametophyten.

Das Erscheinen von lamellenähnlichen Bildungen an der Unterseite der Blätter bei *Campylopus polytrichoides* (GOEBEL, 58) ist als ein Fall von Konvergenz hervorzuheben. Man kann an ein Festhalten von Wasser bei dem oft auf dürrem Boden gedeihenden Moose sehr wohl denken.

Die Blattzellen sind auch hier am Grunde länglich, oben rundlich quadratisch. Ein Zentralstrang ist im Stamm vorhanden oder fehlt. Es ist schwer, eine reduzierte Form von einer primitiven zu unterscheiden. Die Zwergmännchen besitzenden Formen von *Dicranum* sind noch nicht sehr weit in der Verkümmernng fortgeschritten. Es ist auch an die Entstehung aus Rhizoiden zu denken. Jedenfalls darf man bei solchen Gattungen nicht von Ursprünglichkeit reden. Die Erzeugung aus sekundärem Protonema ist nicht mit der aus Sporen auf eine Stufe zu setzen. Man könnte die hier erst spät einsetzende geschlechtliche Determination als eine Vorstufe der früh einsetzenden, aus den Sporen kommenden, betrachten. Wir dürfen dabei aber nicht die Beobachtungen vergessen, daß Pflanzen,

welche schlechter ernährt sind, männlich werden (s. GOEBEL, SCHELLENBERG, LORCH).

Aus dem Grunde der *Dicranaceae* haben sich eine Reihe von Familien herausgebildet. Wir wollen davon zunächst die

Ditrichaceae

behandeln. Der vollkommenste Typus ist wohl *Ceratodon*. Die Gruppe bildet eine Reduktionsfamilie, welche in ihren Endentwicklungen die nur scheinbar primitiven, reduzierten Sporophyten besitzt. Der Stengel hat einen Zentralstrang. Die meist mehrreihigen Blätter haben unten längliche, oben oft quadratische Zellen. Zwergmännchen treten auch bei *Ceratodon* auf.

Ebensolche, im Gametophyten mit mittelgroßen Formen beginnende, zu zwergigen Typen verkümmerte Reihen sind die

Seligeraceae.

Die dickwandigen Zellen der Blätter können sehr wohl eine Anpassung zum Festhalten von Wasser bei den an oft periodisch trockenen Stellen wachsenden Moosen sein. Im allgemeinen ist die Reduktion des Gametophyten an ihnen und den ihnen nahestehenden *Bryoxiphiaceae* nicht stark durchgeführt.

Eine Sonderentwicklung stellen die kräftigen Baummoose der

Dicnemonaceae

dar. Das Leben auf den Bäumen bringt immer gewisse Anpassungen mit sich. Der kriechende Stengel und die vielzelligen, in der Kapsel gekeimten Sporen gehören zu diesen epiphytischen Anpassungen. Wir werden solchen Dingen auch noch anderwärts bei Baummoosen begegnen. Die Reduktion des Sporophyten setzt auch hier ein. Die verdickten Zellen der Blätter und die Kleinheit des Zellumens sind Einrichtungen, die ebenfalls das Festhalten und Aufsaugen des Wassers nach Art eines Kohäsions- und Quellungsmechanismus begünstigen. Der Besitz von Zwergmännchen ist hier biologisch gut erklärbar als Erleichterung des Zusammenkommens der Geschlechter. Eine Spore ist wohl leichter unverletzt transportabel als ein Spermatozoid. Sie ist gegen Gefahren des Austrocknens bei langer Transportdauer geschützt.

Es mögen nun noch einige Worte über die

Leucobryaceae

folgen. Diese stellen eine Familie oder Familiengruppe dar, welche durch die eigenartigen Blattbildungen, welche Wasser aufsaugen

und festhalten, bedingt ist. Nach FLEISCHER und LOESKE handelt es sich vielleicht um keine völlig zusammenhängende Gruppe. Der Gametophyt zeigt zwar einen ungemein ähnlichen Blattbau, aber im Sporophyten sind doch zu große Unterschiede vorhanden. Es ist möglich, daß manche der Typen gar nicht in diesen Verwandtschaftskreis gehören. *Leucobryum* aber dürfte aus den *Dicranaceae* entsprossen sein. Wieweit die anderen Gattungen hierher gehören, das wollen wir jetzt nicht weiter untersuchen. Auch hier begegnet man den Zwergmännchen. Der Fall liegt hier ähnlich wie bei *Dicranum*. Es entstehen diese aus dem Blattrücken der Perigonalblätter. Wir sehen also in diesem Kreise eine alte Entwicklung, welche sehr differente Typen acrocarper Moose erzeugt hat. Die hier überall erscheinenden Zwergmännchen lassen sich vielleicht insofern auswerten, als bei den am weitesten abgeleiteten Typen diese Erscheinung auftritt. Doch ist es immerhin gefährlich, solch vielfach auftretende Erscheinungen allzu hoch einzuschätzen.

Man könnte bestenfalls eine allmählich einsetzende Heterosporie darin erblicken. Wenn schlechte Ernährung eintritt, so haben viele Moose mehr oder minder die Tendenz, männlich zu werden. Daneben gibt es Typen, welche auch unter normalen Bedingungen eine sexuelle Determination später einsetzen lassen. Es sind besonders Seitenäste, welche männlich werden. Die meisten werden aus sekundärem Protonema erzeugt. Es ist das eine viel weitergehende Festlage des Geschlechtes. Die zunächst nur wenig schwachen Männchen werden immer mehr verzweigt. Die Determination setzt sehr früh ein, wir kommen bereits zu einer sexuellen Gliederung der Sporen. Die einen bilden nur kleine Zwergmännchen, die anderen kräftige weibliche Organe. Diese Konvergenz zu den heterosporen Farnen und Blütenpflanzen ist aber nur sehr zaghaft und vereinzelt, da und dort im Laubmoosreiche anzutreffen. Nur die *Buxbaumiales* stellen eine dadurch ausgezeichnete Gruppe dar.

Ebenfalls an dieser Stelle möchten wir den für sich sehr stark entwickelten Ast der

Mniobryales

abgehen lassen. Wenn wir gefragt werden, welche Moosgruppe am weitesten ausgebildet ist, so müßten wir ausweichend antworten. Alle die großen Äste sind in ihrer Art sehr vollkommen. Es ist nicht zu entscheiden, ob die *Polytrichales*, *Dicranales*, eine *Buxbaumia*, ein *Mnium*, *Splachnum*, eine *Hookeria*, ein *Brachythecium*,

eine *Grimmia* „höher“ differenziert sind. Man kann sie sämtlich als Spezialisierungen betrachten. Das primitive ist immer das undifferenzierte. Wir möchten glauben, daß die an nicht extremen Stellen gedeihenden Erdmoose solche Typen vielfach bewahrt haben.

An den Grund dieses Zweiges stellen wir Pflanzen mit mittelhoher Entwicklung des Gametophyten. Die Sporophyten sind noch groß und nicht allzu besonderen „Funktionen oder Reduktionen“ unterworfen.

Zwei Familien genügen diesen Anforderungen, die *Funariaceae* und die *Bryaceae*. Wir wollen mit den

Bryaceae

beginnen, welche unserer Ansicht nach der Ausgangspunkt einer Formenentwicklung sind, die den Gametophyten besonders bevorzugt.

Wir befinden uns in der glücklichen Lage, hier LOESKE (59) zitieren zu können: „Wenn man für die *Bryaceae* den Anschluß sucht, so findet man ihn hier bei Formen, deren Gametophyten in Blattform, Zellnetz, Blütenbau usw. noch deutlich an Funariaceen anklingen. *Discelium*, *Epipharygium*, *Mniobryum*, *Amblyodon* und Verwandte sind Formen, die dem Ursprung der aus dem Funariaceenstamme ausgliedernden Bryaceen-Fächerung in der europäischen Flora am nächsten stehen.“ Es ist sehr interessant, diese *Disceliaceae* bei BROTHÉRUS (60) unter den Funariinen zu sehen. *Amblyodon* rechnet er zu den *Meeseaceae*, d. h. zu den *Bartramii-neae*. Wir werden auf diese Verkettung noch zurückzukommen haben.

Discelium ist nach LOESKE „eine reduzierte *Funario-Bryacee*“. Die Gestaltung der Bryaceen zeigt zwei Unterabteilungen. Bei den abgeleiteten *Mielichhoferioideae* stehen die „Blüten“ auf seitenständigen Kurztrieben. Wir wollen diese als eine Art cladocarpe Entwicklung der *Bryaceae* betrachten. Die andere umfaßt die *Bryoideae* und *Orthodontioideae*. Die mit der aufrechten Kapsel, also *Orthodontoideae*, dürften wohl die ursprünglicheren der beiden sein. Es handelt sich auch um kleine bis mittelgroße Erdmoose. Ein allzu detailliertes Eingehen müssen wir uns versagen. Der Stengel besitzt bei den Bryaceen einen Zentralstrang. Die Blattzellen sind oben prosenchymatisch, am Grunde rektangulär bis quadratisch. Die Blätter sind am Grunde des Stämmchens klein, oben größer und meist schopfig gehäuft. Sie sind oft gesäumt. Die

Perichätialblätter sind in der Ausbildung wenig oder nicht verschieden. Eine Rippe mit Deutern ist vorhanden.

Zu den *Mniaceae* finden sich Übergänge, die oft eine scharfe Abgrenzung gar nicht so leicht machen. Rein habituell genommen, sehen manche Rhodobryaceen den Mniaceen sehr ähnlich. Die *Bryaceae* haben auch ganz eigenartige Typen erzeugt, wie das ungewöhnlich große *Bryum giganteum*.

Der Unterschied zwischen beiden Familien begründet sich auf die sechsseitigen, isodiametrischen Zellen der oberen Blattpartien und auf die keulenförmigen Paraphysen der *Mniaceae*.

Eine sich von Bryaceen wohl durch Umgestaltung ableitende Familie sind die

Leptostomaceae

mit ihrem verkümmerten Peristom und den basalen, knospenförmigen Sexualsprossen. Es handelt sich auch hier wieder um Baumrindenmoose, welche abgeleitet zu sein pflegen. Die Blättchen sind am Sprossende nicht gestielt und weichen in Wasser langsam auf. Sie sind trocken um den Stengel spiralig gedreht. Die Spitze ist in eine Haarspitze ausgezogen, alles Einrichtungen, welchen wir bei Moosen zeitweilig trockenen Standortes häufig begegnen. Perichätialblätter sind wenig verschieden, Paraphysen fadenförmig.

Nahe an die Bryaceen schließt sich die Familie der

Mniaceae

an. Wir haben es hier mit einer zum Teil sehr kräftigen Entfaltung und ziemlich hochgradigen Differenzierung des Gametophyten zu tun. Sie gedeihen an feuchten Örtlichkeiten, und das ist geeignet, viel von der Organisation zu verstehen. Die Blattzellen sind isodiametrisch, sechsseitig in der oberen Blattpartie. Der Blattsaum ist vielen eigen. Die Meinung von LOESKE, in diesem Blattsäume eine Einrichtung zu sehen, welche den Blättern eine gewisse Fähigkeit zum Festhalten der Form gibt und damit die Aufsaugung von Wasser ermöglicht, etwa nach Art eines Kohäsionsmechanismus, ist nicht völlig von der Hand zu weisen. Wir möchten in den schmalen Blattzellen eine Einrichtung sehen, welche, sei es durch einen reinen Kohäsionsmechanismus, sei es durch eine damit gepaarte Quellung, der raschen Aufnahme von Wasser dient. Die an feuchten Orten vornehmlich gedeihenden Mniaceen entbehren ihn. Der Stengel hat einen Zentralstrang und blind endende Blattspursstränge. Die Blüten sind gipfelständig, die Kapsel ziemlich groß,

nur selten aufrecht, meist geneigt. Die Perichätialblätter sind hier prachtvoll entfaltet. Es erweckt den Anschein, als ob die Entfaltung der Perichätien eine Progression für den Formenkreis darstellt.

Hatten wir bereits bei Mniaceen und Bryaceen sehr verwickelt gebaute Gametophyten angetroffen, so vervollkommenet sich die Entfaltung derselben in den

Hypnodendraceae.

Das erste Merkmal ist die Pleurocarpie. Wir haben diese bereits hin und wieder bei den niederen Familien auftreten sehen, jetzt wird sie zur herrschenden in diesen großen, bäumchenartigen Typen. Auch die Zellen der Blätter werden eng linealisch. Wir hatten das bereits bei solchen Formen gesehen, welche mehr zur Besiedelung zeitweilig austrocknender Standorte neigen. Solche bäumchenartige Moose müssen besondere Einrichtungen besitzen, um die Zellgestalt beim Eintrocknen leicht wahren zu können. Der Zentralstrang ist deutlich im Hauptstamme zu sehen. Sie besitzen mitunter stengelbürtige Protonemafäden, eine Erscheinung, welche bei den *Hookeriaceae* uns wieder in gewisser Ähnlichkeit entgegentreten wird. Es handelt sich um stattliche Pflanzen an Baumstämmen, Felsen und auf Waldböden. Die Vertreter sind auf die pazifischen Inseln und das indo-asiatische Gebiet beschränkt.

Damit ist die Entwicklungsreihe der *Bryales* erledigt. Mit kleinen Formen beginnend, steigt die Reihe zu wahren Riesen empor. Wir konnten diese als eine den Gametophyten kräftigende auffassen. Mit ihr am Grunde zusammenstoßend und auch im Sporophyten vielfach ähnlich ist das Reich der

Funariales.

Hier haben wir am Grunde noch Familien mit mittlerem Gametophyten. Aber unverkennbar ist die Gestaltung des Protonemas besonders üppig. Der Sporophyt ist meist auffällig groß. Nur in einer kleinen Seitenreihe findet auch da eine Verkümmderung statt. Wollen wir aber dieser Reihe einen besonderen Stempel aufprägen, so könnten wir von den „Protonemamoosen“ reden. Es ist das keine Konvergenz, sondern die kräftige Gestaltung des Protonemas, zum Teil sogar eines Flächenprotonemas, setzt dessen Plastizität voraus. Nur von einem noch nicht in der Gestaltung erstarkten Kreise können sich so merkwürdige und sonderbare Typen ableiten.

Der Kreis, welcher wohl in seinem Beginn zu den ursprünglichen gehört, sind die

Funariaceae.

An den Anfang stellen wir die Moose mit kräftigem Gametophyten und langgestielten Sporophyten. Bereits hier macht sich die Neigung zur Erzeugung kleiner Männchen geltend. Die Acrocarpie ist deutlich ausgeprägt. Innerhalb der Familie kann man ein Verkümmern der Sporophyten beobachten. Die Übergänge zu den kleistocarpen Familien sind unverkennbar. Es handelt sich um niedrige, 1—2jährige Erdmoose. Ein Zentralstrang ist im Stämmchen vorhanden wie bei den Bryaceen, die Blätter sind schopfig gehäuft, weich und schlaff, wie es der ganzen Differenziation entspricht. Zur Differenzierung eigentlicher Perichätialblätter ist es nicht gekommen.

Die Andeutung der Kleistocarpie vervollkommnet sich im Formenkreise der

Ephemeraceae.

Bei ihnen ist eigentlich das Protonema zum größten Teile des Gametophyten geworden. Das Stämmchen ist sehr stark reduziert, ohne Zentralstrang, und hat nur wenige Blätter, die unteren klein, die oberen schmal, schopfig gehäuft und verlängert. Die männlichen Pflanzen sind sehr winzig. Es können selbst die Paraphysen an der männlichen „Blüte“ fehlen. Der Sporophyt ist nur kurz, aber die Kapsel verhältnismäßig groß. Wir sehen hier eine kleistocarpe, sehr stark reduzierte Formengruppe, welche sich zwanglos an die *Funariaceae* anschließen läßt. Charakteristisch ist das fädige Protonema.

Zu einem anderen Kreise leiten vermutlich die

Disceiaceae

über. Der Sporophyt ist verhältnismäßig groß geblieben, obwohl der Gametophyt sich doch sehr stark reduziert hat. Das ist eine Entwicklung, welche die ganzen folgenden Familien zusammenhält. Die gesellig wachsenden, einjährigen Pflänzchen stehen an ausdauerndem Protonema. Die sehr kleinen Stämmchen tragen knospenförmige, wenige Blätter. LOESKE bezeichnet sie als eine reduzierte *Funariaceae*.

Splachnales

Zwischen den *Funariaceen* und *Splachnaceen* bestehen nach CARL MÜLLER (61) so nahe Übereinstimmungen, daß sie als Unter-

gruppen einer großen Familie aufgefaßt werden können. Wir möchten aber nicht der Meinung LOESKES sein, daß sich die *Splachnales* mit den *Funariales* zusammen etwa aus der *Physcomitriella* geformt haben. Sie wären von einer Gruppe mit „höherer“ Entwicklung entsprungen, wenn wir die Moose mit reduziertem Sporophyten als primitiv annehmen würden. Da wir aber oben die Ephemeraceen mit GOEBEL als Reduktionsreihe auffassen, so sind beide aus primitivem Grunde mit kräftigem Sporophyten entsprossen.

Oedipodiaceae.

Der Kreis ist am besten durch diese Familie anzuschließen. Der Sporophyt ist auffallend groß, 1—2 cm. Die weichen Pflanzen erinnern mit ihrem sattgrünen Rasen etwas an *Funaria*. Die Blätter sind schopfig gehäuft. Die Zellen, wie dort, dünnwandig, vieleckig. Die Antheridien sind groß mit fast keulenförmigen Paraphysen. Die vegetative Vermehrung erfolgt mit Brutkörpern in Körbchen, welche mit Antheridien zusammenstehen. Es möge hier an das flächenförmige Protonema erinnert werden. In dieser Hinsicht hat das Moos einen sehr primitiven Charakter gewahrt. Es ist vielleicht eher eine Form, aus der *Splachnales*, *Funariales* und *Buxbaumiales* abgezweigt haben. Wir möchten in den Protonemablättern nicht mit GOEBEL (62) eine konvergente Entwicklung, sondern eine primitive Gestaltung erblicken. Ein Zentralstrang fehlt.

Eine bald abzweigende Familie sind die

Schistostegaceae.

Die Gestaltung des Protonemas ist so bekannt, daß wir hier uns ein Eingehen schenken können, aber wir möchten darauf aufmerksam machen, daß es sich nur aus einem Kreise wie diesem ableiten läßt. Die Blattgestaltung, die Stämmchen und auch der Sporophyt tragen aber den Charakter einer Ableitung an sich. Solche sehr kleinen, einjährigen Moose mit überwiegendem Protonema sind nichts Ursprüngliches.

Einen wesentlich anderen Weg auch hinsichtlich der Ernährung haben die

Splachnaceae

beschritten. Der Grund ist wahrscheinlich durch die weniger spezialisierten *Splachnobryoideae*, *Voitioideae* und *Taylorioideae* gebildet. LOESKE (63) schreibt: „Der Übergang zwischen Funariaceen und Splachnaceen ist noch jetzt annäherungsweise bei *Dissodon* zu

erkennen.“ Die Formen sind vielfach noch nicht so ausgeprägte Saprophyten. Die Stengel der gesamten Familie sind zart und weich. Da es sich um den Transport von Stoffen zu dem mächtigen, bei Extremen alles überwiegenden Sporophyten handelt, so ist der Zentralstrang groß. Die Zellen der breiten Blätter sind parenchymatisch, sehr locker und mit spärlichem Chlorophyll versehen. Die männlichen „Blüten“ sind kopf- bis fast scheibenförmig gestaltet und haben kurzgestielte, lange Antheridien und keulenförmige Paraphysen. Die Antheridien der *Splachna* und verwandter Gruppen sind eigenartig geformte Gebilde. Die Perichätien erreichen hier einen der Höhepunkte der Entwicklung bei den Moosen. Es ließe sich eventuell darüber streiten, ob nicht die kräftigen Rhizome körperhafte Protonemata wären.

Gigaspermaceae.

Am Grunde der *Oedipodiaceae* dürfte wohl diese Familie abzweigen. Sie trägt aber in ihrem verkürzten und vereinfachten, aber doch großen Sporophyten die Spuren einer Rückbildung. Die Rhizome, welche lang, kräftig und unterirdisch sind, kann man sich wohl, wie oben, als Protonema denken. Die beblätterten Moospflänzchen sind sehr klein. Die schopfigen Blätter haben sehr lockere Zellen.

An diese Kreise mit starker Reduktion des Gametophyten kann man die

Buxbaumiales

anschließen. Sie zeigen zum Teil eine äußerste Reduktion des Gametophyten. Dagegen pflegt das Protonema selbst sehr wohl und gut entwickelt dazustehen. Unter ihnen dürften wohl die

Diphysciaceae

die niederste Stellung einnehmen, wenn man auch zugeben muß, daß der Sporophyt sehr weitgehend umgewandelt ist. Das Protonema ist mit flächenförmigen Teilen versehen. Der Stengel hat keinen Zentralstrang, das ist bei dem kleinen Pflänzchen ohne weiteres verständlich. Die Zellen der 2—3schichtigen Blätter sind dickwandig, ohne Tüpfel und rundlich, 4—6seitig. Eine Rippe durchsetzt sie. Die oberen Blätter und die Perichätien sind größer und begrannt. Die „Blüten“ stehen am Gipfel der kleinen Sprosse. Es gibt noch Formen mit bis 1 cm, selten längerem Stengel, daneben aber

(*Theriotia*) 3 mm große Exemplare. Die Antheridien sind zahlreich in der „Blüte“ und mit fadenförmigen Paraphysen durchmengt.

Wir sehen hier im Gametophyten und Protonema die ursprünglicheren Formen, im Sporophyten dagegen eher eine weiter abgeleitete. LOESKE hält *Diphyscium* ebenso wie *Buxbaumia* für „Trümmer eines alten Formenkreises“. Das ist im Grunde nur ein Zeichen für die Schwierigkeit, diese Formen mit anderen Typen zu vereinigen. Der Gametophyt ist hier noch der Beschützer des Sporophyten. Diese Vereinigung mit den *Bryales* kennt auch FLEISCHER. Nach den LOTSYSchen Gedankengängen ist

Buxbaumia

selbst sehr primitiv. Sie geht aus dem Grunde der Moose als eine besondere Abteilung hervor, an anderer Stelle aber spricht er davon, daß am Ende doch eine ganz weite Ableitung vorliegen könnte.

Wir möchten uns dieser letzteren Meinung anschließen. Es ist die Kenntnis dieser sonderbaren Moose besonders GOEBEL zu verdanken. Das Protonema ist das übliche Fadenprotonema. Die männlichen Pflanzen stellen das äußerste an Reduktion dar. Sie bestehen vielfach nur aus einem Blatte und einem Antheridium. Dafür ist aber das Protonema ein völliger Ersatz. Die weiblichen Pflanzen sind kaum 1 mm groß. Sie enthalten oft nur ein Archegonium, Paraphysen gibt es keine. Dieser kümmerlichen Haploidgeneration steht eine kräftige Diplophase gegenüber, man könnte an gewisse Anthoceroteen denken, bei denen unter bestimmten Bedingungen auch der Sporophyt selbständig werden kann. Es kann hier nicht der Ort sein, auf die Ursachen der Organisation einzugehen, man könnte von einem Zurücksinken des Gametophyten auf die Organisationshöhe der Algen reden. Der Sporophyt hat aber eine Komplikation erlangt, die in mancher Hinsicht mit den Farnpflanzen in Parallele gestellt werden kann.

Auf eine Eigenart möchten wir hinweisen, nämlich auf die verwachsenden Protonemaäste (GOEBEL, 64). Es ist dies vielleicht durch die Versorgung der Sporophyten bedingt.

Ein weiterer Formenkreis, der wohl zum Teil dem Stamme der Laubmoose angehören könnte, zum größten Teil aber eine in sich geschlossene Entwicklung darstellt, sind die

Pottiales.

Der Stengel ist meist aufrecht und trägt mehrreihig die einschichtigen Blätter. Die Zellen derselben sind parenchymatisch, oft

winzig und papillös. Der meist gipfelständige Sporophyt ist zum Teil noch groß und aufrecht.

Wir möchten mit der Familie der

Pottiaceae

beginnen. Es handelt sich um Erd- und Felsmoose. Die Blätter haben wechselnde Form und entbehren meist des Saumes, der ja für abgeleitete Stellung spricht. Es liegen kleine, mittelgroße bis kräftige Moose vor. Der Stengel hat meist einen Zentralstrang. Neben Formen mit schopfig gehäuften Blättern kennen wir auch solche, bei denen eine verteilte Stellung am verlängerten Stämmchen auftritt. Hinsichtlich der „Blüten“-Stellung können wir solche vorfinden, die die ursprüngliche akroge Lage der weiblichen „Blüte“ haben: *Merceyoideae*, *Trichostomoideae*, *Pottioideae*.

Abgeleitet sind die *Cinclidotoideae* mit ihren cladogenen weiblichen „Blüten“-Ständen. Eine ebenfalls an ihren achselständigen, am Grunde wurzelnden Kurztrieben, die die „Blüten“ führen, als abgeleitet charakterisierte Gruppe sind die *Pleuroweisioidae*. Wir haben hier wieder die Erscheinung, daß sich aus den Grundfamilien immer Teile abzweigen, welche die Pleurocarpie in mehr oder minder ausgeprägtem Wesen zeigen. Während sie hier in den Spitzen der kleinen Auszweigungen allein erscheint, wird sie an der Spitze des großen Astes allgemein herrschend.

Die Gruppe der

Trichostomeae

hat fast immer gipfelständige Blätter, diese sind schmal, oft lineal-lanzettlich. Oben sind die Zellen klein, ein Zeichen für zeitweilig trockene Standorte. Diese Gruppe hat neben einfacheren Typen solche, die verschiedene Spezialisierungen zeigen. Es gibt einen Formenkreis, der eine deutliche Reduktion des Sporophyten besitzt. Wir begegnen Xerophyten. Diese haben Versteifungen der Zellwände, verdickte Blattränder und Säume. Auch bei manchen Barbulaceen finden sich die Lamellen auf den Blättern. GOEBEL (65) deutet sie als Apparate zum Festhalten von Wasser.

Ebenso geht es mit den

Pottiae.

Die Blätter sind hier breit, ei- bis spatelförmig, die Zellen oben meist locker, unten verlängert. Eine abgeleitete kleistocarpe Reduktionsreihe sind die *Phascineae*. Die Sporophyten sind verkümmert.

Wir finden unter den Pflanzen Xerophyten. Es ist besonders hervorzuheben, daß konvergent mit den Polytrichaceen und Barbulaceen die Capillaren auf den Blättchen durch Zellreihen erzeugt werden (*Pottia*, *Ploina*).

Auch das Eindecken durch den Blattrand sehen wir wie dort ausgebildet. Randsäume sind gar nicht selten. Hervorzuheben wäre die Verkleinerung des Sporophyten.

Eine unserer Ansicht nach nicht allzu hoch ansetzende Seitenentwicklung sind die

Cinclidoteae.

Es handelt sich um Wassermoose. Der Stengel ist verlängert und flutend. Ein Zentralstrang fehlt dem gegabelten Stämmchen. Die wulstige Verdickung des Blattrandes kann man wie bei den Xerophyten durch ein Ausspannen der fleischigen Blätter verstehen. Der Sporophyt trägt, wie im Wasser gewöhnlich, die Zeichen einer Reduktion. Die

Pleuroweisieae

sind die pleurocarp ausgebildeten Abzweigungen. Es handelt sich sehr häufig um Pflanzen in Tuff absetzenden Gewässern. Bei diesen ist ein Fortwachsen des Stammes etwas Selbstverständliches. Es sind richtige Sympodien. Solche Felsmoose auf feuchten, überrieselten Stellen bedürfen eben einer besonderen Organisation.

Es ist verständlich, daß eine Familie, welche eine so große Reihe von Biotypen erzeugt, mit anderen Familien immer eine gewisse Ähnlichkeit besitzen muß. Wir möchten aber das Ausdeuten der Biotypen als Verwandtschaft nicht mitmachen. Abgesehen von der Ableitung der Cleistocarpen gehen wir mit LOESKE und FLEISCHER in der Beurteilung ziemlich einig. Auch wir möchten den Encalypten eine Sonderstellung zuweisen. „Sie werden wohl weiterhin als eigener Moosstamm zu behandeln sein“ (LOESKE, 66).

Aller Wahrscheinlichkeit nach gehören zu diesem Formenkreis oder doch in seine Nähe die

Monocranaceales oder Syrrhopodineae.

Es sind das abgeleitete Typen. Die Zugehörigkeit der

Leucophanaceae

wird von der einen Seite geleugnet (BROTHERUS), von der andern auf Grund von Peristomstudien (FLEISCHER, LOTSY) behauptet. Es ist möglich, daß sich hier eine Konvergenz der Blätter zu den Leuco-

bryaceen abgespielt hat. Das Randstereom der Blätter würde sie mit dem *Syrrhopoden* ebenfalls verknüpfen. Die

Calymperaceae

sind schlanke, kräftige Baummoose, daneben gibt es noch Felsen- und Erdmoose. Dem Stengel fehlt ein Zentralstrang. Er ist dicht beblättert. Die Blätter besitzen einen ausgeprägten, starken Saum, der beim zeitweiligen Austrocknen als Formfestigung dient. Zuweilen kommen Lamellen vor. Dem Fehlen des Zentralstranges entsprechend sind auch die Blattrippen zum Festhalten der Form gebaut. Das Wasser wird vornehmlich durch den Kohäsionsmechanismus des Blattes aufgenommen. Merkwürdig sind die Brutkörper an der Spitze der Blätter. Wir möchten darauf besonders im Hinblick auf die ebenfalls als Baummoose gedeihenden *Hookeriaceae* hinweisen. Zunächst ist das Blatt nur Brutkörperträger, dann erst entfaltet es seine Spreite. Es gibt Blätter, welche solche tragen, und solche, denen sie fehlen. Unterschiede sind also trotz aller Ähnlichkeit gegen die Hookeriaceen vorhanden (s. GOEBEL, 67). Die Blütenstände sind oft gipfelständig, daneben aber finden sich seitenständige. Die Sporophyten sind verkleinert.

Die Eigenart dieser Familie würde nicht richtig erfaßt werden, wenn man die durchlochten Zellen nicht erwähnen würde. Sie finden sich vornehmlich im unteren Teile des Blattes. Diese an die *Leucophanaceae* anklingenden Einrichtungen sind einer der Gründe der Aufteilung der *Leucobryaceae*. Die *Calymperaceae* sind Epiphyten und Felsbewohner der niederen Regionen warmer Länder. GOEBEL (68) deutet das als ein Auffangen von Feuchtigkeit. Wir möchten uns dem nicht so ganz anschließen, indem wir auf *Sphagnum* verweisen. Die Porenzellen sind dagegen vorzüglich geeignet, das herabgespülte Wasser zu filtrieren und in ihrem Innern einer Verarbeitung zuzuführen (s. ZIEGENSPECK, 69).

Eine Gruppe von sicher zusammengehörigen Familien stellen die

Bartramiales

dar. Man hat von jeher diesen Kreis in die Nähe der *Mniobryales* bringen wollen. FLEISCHER hat sie als *Bartramiineae* seinen *Eubryales* eingereiht. Wir sind von einer so nahen Angliederung abgegangen, doch möchten wir der Ansicht sein, daß es letzten Endes mehr persönlicher Geschmack ist, wie weit man die Gruppen ziehen will. Über die allgemeine Stellung der *Bartramiales* können wir am besten LOESKE (70) anführen. Man darf bei solchen Dingen nicht

allzu bedenklich sein. Eine Stammesentwicklung ist eine vielseitigere Sache als unsere logischen Erwägungen, die auf ein Auseinanderreißen der Verbindungen angewiesen sind. Nur wenn man mit den Teilen in der Hand den Rand der Teile ansieht, kann man die „Bruchflächen“ erkennen und das gesamte Mosaik zu einem Bilde zusammenrücken. Auch die Gedankengänge von LOESKE (71) stehen auf diesem Standpunkt.

An den Anfang möchten wir die

Bartramiaceae .

stellen. Des öfteren ist uns der Umstand entgegengetreten, daß die ursprünglicheren Gattungen zu den Erdmoosen gehören. Von diesen sind hinwiederum die weder allzu feuchten noch allzu trockenen Standorte diejenigen, welche das unspezialisierte Moos bewohnt. Es ist geradezu interessant, wie die *Bartramiaceae* die Familien sind, welche noch nicht auf die extremen Standorte völlig übergegangen sind. Sie bewohnen Erde, Sümpfe, Felsen, selten auch Bäume. Auch in dieser Hinsicht besteht eine gewisse Parallele zu den *Bryaceae*. „Die eine Reihe, die *Bryo-Mniaceae*, läuft der anderen Reihe der *Bartramiaceae* „parallel“, d. h. beide sind aus ungefähr demselben phyletischen Orte entsprungen“, „ . . . und sind dann ihre eigenen Wege gegangen. In einer graphischen Darstellung würde man beide Reihen daher parallel zueinander stellen, in linearem System aber wird man die Bartramiaceen auf die Bryo-Mniaceen folgen lassen, weil jene stärker differenziert sind.“ Diese Worte von LOESKE (72) sind uns aus vollem Herzen gesprochen.

Die kleinsten und einfachsten Gametophyten finden wir bei *Bartramia* und *Philonotis* in einigen Arten, und diese Gattungen besiedeln die vielseitigsten Standorte. Dagegen sind die Moose der feuchten Standorte und Bäume viel größer und gegliederter. Besonders hervorheben möchten wir aber die Größe der Sporophyten, von denen wir immer eine tiefe Stellung oder doch Beibehalten einer ursprünglichen Organisation angenommen haben. Auch die hier meist aufrechten Kapseln deuten in gleicher Richtung.

Es handelt sich um schlanke bis sehr kräftige Erscheinungen. Der Stengel hat einen Zentralstrang und kriecht nicht rhizomartig. Die Blätter sind 5—8-reihig. In ihrer Form ist Mannigfaltigkeit vorhanden. Die Zellen sind parenchymatisch, rundlich quadratisch bis verlängert rechteckig. Daneben schließen sich lineare Zellen an. Ihre Wand kann derb sein und Tüpfel tragen. An die *Pottlieae*

erinnern die Mamillen, daneben aber findet man auch glatte Formen. Die „Blüten“ krönen den Gipfel, können aber auch durch Innovationen nach der Seite verschoben werden. Ein Perichätium ist meist nicht allzu deutlich zu erkennen. Die männlichen „Blüten“ sind zu Knospen oder auch Scheiben geformt. Es gibt aber unter den *Breutelia*-Arten Formen, welche in der männlichen „Blüte“ sehr hohe Vervollkommnung zeigen und in dieser Hinsicht vielfach an die Splachnaceen und Mniaceen erinnern. Zahlreiche keulen- oder noch fadenförmige Paraphysen liegen dazwischen. Wir sehen in dieser Familie die Fülle der Erscheinungsformen, welche die Grundfamilien auszuzeichnen pflegt.

Von den *Bartramiaceae* leiten sich eine ganze Reihe von Familien ab. Die

Meesiaceae

scheinen sich bald als eine auf das Torfmoor und in tiefe Sümpfe übersiedelnde Familie abgesondert zu haben. Dafür spricht das „Gemisch von Eigenschaften“, die nach verschiedenen Seiten anklagen. Die Lockerzelligkeit der Blätter ist eine solche spontane Eigenschaft, die sich an den feuchten, nassen Standorten nicht zu verändern braucht, da die Wasseraufnahme durch Kohäsionsspannung wegfällt.

Es sind kräftige bis schlanke Pflanzen. Der Stamm besitzt einen Zentralstrang und übergipfelt immer seine Blüten. Wir möchten darauf hinweisen, daß das gelegentlich auch bei den *Bartramiaceae* vorkam. Die männlichen „Blüten“ sind scheibenförmig und haben keulige Paraphysen, die weiblichen dagegen sind fädig. Zwitter-„Blüten“ kommen bei beiden Arten vor. Der Sporophyt ist aufrecht und ziemlich groß.

Eine vielleicht zwischen beiden Familien abgegangene Sonderentwicklung stellen die

Catoscopiaceae

dar. Sie haben neben eigenartigem (fadendünne Stengel, kielhaltige Blätter) manches Erbgut beider Familien (knospenförmige männliche Blütenstände mit fädigen Paraphysen).

Die Öffnung der Antheridien. — Es scheint sich in der Gestalt der Paraphysen eine gewisse Konvergenz mit den Ascomyceten zu ergeben. Es wäre möglich, in den keuligen Paraphysen eine Art von Ephymenium zu sehen. Beim Befruchten erfolgt ein Anquellen und dadurch ein Öffnen der Antheridien nach Art der Asci. Das hat nur einen „Sinn“, wo scheibenförmig angeordnete Antheri-

dien vorliegen. Nur hier kann eine Verbreitung durch Regentropfen erfolgen. Das aber ist nur da möglich, wo sich die Antheridien leicht beim Befeuchten öffnen. Die Scheibenantheridien und Keulenparaphysen sind eine Vervollkommnung zur Verbreitung der Spermatozoiden. Diese brauchen nicht mehr weite Strecken durch die eigene Tätigkeit der Geiseln zurückzulegen, sondern werden durch die „Regenbecher“ verspritzt.

Wir möchten für diese unsere Auffassung GOEBEL anführen (73): „Ihre Funktion ist nicht genügend aufgeheilt. Sie sind zunächst offenbar Schutzorgane (speziell gegen Austrocknung) und die kugelige Erweiterung der Zellen, die viele Paraphysen haben, wird ihnen gestatten, die Antheridien besser zu überdecken, als dies sonst der Fall wäre.“ Des weiteren weist er auf das kapillare Einsaugen von Wasser hin: „Außerdem werden die dicht gedrängten Paraphysen auch den reifen Antheridien ein Widerlager bilden, welches bewirkt, daß der Spermatozoidenbrei noch weiter herausgepreßt wird.“

Über den Öffnungsmechanismus der Antheridien wollen wir ebenfalls GOEBEL (74) zitieren: Die Spitze der Antheridien, die Öffnungskappe, „erscheint bei Wasserzutritt als eine helle Blase, als welche sie schon HEDWIG beschrieben und abgebildet hat. Die Kutikula wird stark gespannt, schließlich platzen die Zellen der Öffnungskappe, der Inhalt tritt entweder zunächst nach innen, um dann später, wenn die Kutikula am Scheitel gerissen ist, mit nach außen entleert zu werden, oder er tritt bei früherem Reißen der Kutikula sogleich nach außen. In allen Fällen entsteht nur eine enge Öffnung, begrenzt von den Resten der Zellen der Öffnungskappe; langsam tritt der schleimige Inhalt des Antheridiums durch diese Mündung aus. Offenbar wirkt dabei einerseits die Zusammenziehung der vorher gespannt gewesenen Antheridienwandung, andererseits die Quellung des schleimigen Antheridieninhalts mit, der in Gestalt einer Wurst herausquillt. Später zerstreuen sich denn die Spermatozoen, wenn der Schleim, in dem sie eingebettet waren, noch weiter verquollen ist.“

Wir sehen hiermit alle Bedingungen gegeben, welche bei den Asci der Pilze ebenfalls vorhanden sind. Es liegt eine völlige Analogie vor (75).

Die genaue physiologische Ausarbeitung dieses Problems ist in Arbeit genommen.

Eine in vieler Hinsicht abgeleitete Familie sind die
Aulacomniaceae.

Der Standort auf „feuchter Erde, Sümpfen, Bäumen und Feisen“ ist ein Zeichen dafür. Es handelt sich um kräftige, schlanke Pflanzen, die in einem glatten Stengelfilze meist wie eingewoben sind. Der Leitung nur plastischen Materials entsprechend, finden sich kleinzellige, scharf begrenzte Zentralstränge. Blattspurstränge fehlen diesen Hygrophyten. Die Gipfelblüte pflegt von Innovationen überragt zu werden. Die Zellen der Blätter sind klein, rundlich, verdeckt und meist papillös, wie es ja in diesem Verwandtschaftskreise so häufig ist. Mit Recht hebt LOESKE das Festhalten von Wasser in kleinen Zellen hervor. Solche „feuchte“ Standorte pflegen zeitweise auszutrocknen. Die Antheridienstände können knospen- oder scheibenförmig sein. Perichätien sind ausgebildet. Auch hier findet sich das Zusammenfallen von keuligen Paraphysen mit scheibenförmigen Rändern, während die knospenförmigen fädige tragen. Die Sporophyten sind mittelgroß, die Kapseln geneigt.

Eine Eigenart bilden die gestielten Brutbecher von *Aulacomnium*, welche so sehr an Tetraphideen erinnern. Das aber ist kein ursprüngliches Verhalten. Mit Recht hebt LOESKE (76) die Sonderstellung oder, sagen wir besser, die abgeleitete Natur dieser Familie hervor. Sie darf nicht trennend zwischen *Bartramia* und *Mniobryales* eingeschaltet werden.

• Setzte schon bei den *Bartramiaceae* eine Reduktion der Seta des Sporophyten bei Gruppen, welche an Bäumen wachsen, ein, so kommen solche temporären Xerophyten besonders in der Familie der

Spiridentlaceae

zum Vorschein. Wir kommen nun zu den xerophytischen Formkreisen dieser Verwandtschaft. Es liegen mehr oder minder kräftige, starre, glänzende Pflanzen vor. Der Stengel ist außen fest und besitzt im Innern einen Zentralstrang. Der Hauptstengel ist kurz nach Art eines Rhizoms gebaut. Die unteren bescheideten Blätter werden nach oben pfriemenförmig. Die Lamina ist von einem oft kräftigen Saume eingefast, auch ist die Rippe starr. Wir begegnen darin einem Kleinerwerden der männlichen Pflanze. Die Antheridienstände sind knospenförmig und mit fädigen Paraphysen versehen. Die weiblichen Blüten stehen an besonderen, sehr kurzen, wurzelnden Seitenästen. Die Perichätialblätter sind klein.

Eine sehr an die *Polytrichaceae* anklingende Familie, welche man hier einreihen könnte, sind die

Timmiaceae.

„Die *Timmiaceae* (LOESKE, 77) lassen im übrigen bei der vergleichenden Untersuchung deutlich erkennen, daß sie auf der Entwicklungslinie der Bartramiaceen liegen, in deren Kreisen alle ihre Merkmale mehr oder minder vorgezeichnet sind.“

Sie wachsen auf kalkhaltigem Gestein und Erdboden, seltener auf sumpfigen Wiesen oder schlammbedeckten Stämmen.

Zu den Einrichtungen zum Festhalten des Wassers rechnen LORCH (78) und GOEBEL (79) die Mamillén der Blattflächen, welche auch bei manchen Bartramiaceen vorhanden sind. Die einschichtige Fläche ist nur wenig hohl, ein Saum fehlt. Die Rippe ist kräftig und geht bis in die Spitze. Es scheinen hier auch wasserleitende Elemente vorhanden zu sein. Die Zellen der Lamina sind rundlich klein, also nach LOESKE zum Festhalten von Wasser geeignet, dagegen finden sich im nichtgrünen Scheidendeile lineale, dicht getüpfelte Stellen. Am äußeren Stämmchen stehen die Blätter lanzettlich, linealisch, 8-reihig. Das Stämmchen besitzt einen deutlichen Zentralstrang, gegen die Sproßanlage deren 2—3.

Die Antheridienstände sind hier knospenförmig und werden vom Stamm vielfach durchwachsen, die Paraphysen sind fadenförmig. Der Sporophyt ist mittelkräftig, die Kapsel geneigt.

Wir sehen hier einen interessanten Formenkreis, der sich nach allen Richtungen an verschiedenartige Standorte angepaßt hat und aus einem weniger spezialisierten Grunde Spezialisierungen erzeugt hat.

Im Gegensatz zu LOTSY und auch teilweise zu FLEISCHER faßt BROTHERUS einen Formenkreis als

Rhizogoniineae

zusammen und reiht ihn in die *Eubryales* ein. Es ist interessant, daß FLEISCHER die *Sorapillaceae* zu den *Neckeraceae*, und LOTSY die *Eustichiaceae* zu den *Orthotrichaceae* stellt. Es sind das Familien, welche aus diesen mittleren Kreisen hervorgehen. Wir möchten also diese Familien auf die Schneide setzen. Gleichzeitig erleichtern wir uns damit die Ableitung der *Fissidentales*.

Es soll nun unsere Aufgabe sein, die einzelnen Familien etwas genauer zu besprechen. So eigentliche Urformen finden wir in ihnen nicht. Es sind alles mehr oder minder weit abgeleitete Typen.

Aber aus diesen Bindeformen kann man sich ein Bild von dem Stammbaum machen. Charakterisiert sind alle Familien durch die Neigung zu zweizeiligen Blättern. Die Blattzellen sind meist parenchymatisch, aber es kommen auch schon die prosenchymatischen Zellformen mit vor, wie wir sie ja in den oberen Kreisen herrschend vorfinden. Die Standorte der

Rhizogoniaceae

sind der Erdboden und Felsen, häufiger Baumrinden und faulende Stämme. Im Stengel ist ein Zentralstrang vorhanden. Er steht aufrecht und trägt weder Sprossungen noch Flagellen. Neben kleineren, durchaus noch bryaceen-artigen Typen finden wir „Bäumchen“. Die Blätter sind an Stengelgrunde klein, um nach oben zu groß zu werden, eine schopfartige Häufung fehlt. Es gibt noch Arten (GOEBEL, 80), welche rein radiär beblättert sind, dann kommen solche, welche unten radiär, oben zweizeilig beblättert sind. Endlich kann die Jugendform völlig ausfallen. Bei der Gametangienbildung fällt der Sproß wieder in die Jugendform zurück. In der Scheitelzelle haben wir einen Übergang von der dreischneidigen in die zweischneidige. Es ist aber noch eine Drehung nötig, um die Blätter in eine Ebene zu bringen (s. a. GOEBEL, 81).

Die Rippe ist meist gut ausgebildet, sie kann austreten und ähnelt hierin manchen *Spiridentaceae*. Die Zellen sind zum Teil klein, es gibt aber parenchymatische und längliche. Ein Randsaum ist oft vorhanden. Neben autözischen Foren gibt es häufiger diözische. Die „Blüten“ sind knospenförmig. Sie nisten entweder am Grunde der Pflanzen im Rhizoidenfilz oder stehen seitlich am unteren oder mittleren Stengel. Die Paraphysen haben Fadengestalt. Die Seta ist verlängert aufrecht, selten verkürzt.

In der Form der Kapseln gibt es eine große Mannigfaltigkeit: Ovoidisch bis länglich, aufrecht bis horizontal.

Eine Familie, welche bereits die Fortentwicklung in einseitiger Richtung trägt, sind die sichelförmigen

Drepanophyllaceae

Die unsymmetrischen Blätter sind zwar quer inseriert, aber um 90° verdreht, so daß eine vierzeilige Stellung resultiert. Es handelt sich um schlanke bis kräftige Pflanzen. Ein Zentralstrang fehlt häufig. Der einfache bis unregelmäßig kurzästige Stengel ist braunfilzig, die Blüten knospenförmig. Die Kapsel steht terminal auf langem Stiele und ist regelmäßig und aufrecht.

Genau so im Blattbau sind die

Calomniaceae.

Die Paraphysen fehlen den „Blüten“-Ständen oder sind spärlich vorhanden. Es liegt eine Anpassung an Baumfarnstämme vor. Die Seta ist ebenfalls gipfelständig, die Kapsel länglich und klein. Mit den

Mitteniaceae

beginnt die vertikale Anheftung der herablaufenden Blätter. Der Stengel hat keinen Zentralstrang und trägt zwar 2—3, aber kleine Seten mit dünnwandigen Kapseln. Die Blüten sind terminal und haben reichlich Antheridien und Archegonien mit viel Paraphysen. Die dünnwandigen, rundlichen, sechsseitigen Blattzellen sind fast gleichmäßig. Eine Rippe durchzieht das Blatt.

Es kommen nun zwei Familien mit deutlich *reitenden* Blättern, die

Sorapillaceae und *Eustichiaceae.*

Letztere sind sehr schlanke fadenförmige Pflanzen. Der Stengel besitzt einen schwachen Zentralstrang. Es handelt sich um Pflanzen, welche auf dem Boden gedeihen. Die Rippe ist kräftig, die Zellen sind klein und rund, halten also das Wasser fest. Die sehr kleine Kapsel steht auf achselständigen, am Grunde wurzelnden Kurztrieben. Die Pleurocarpie tritt also auch hier schon auf.

Die Blätter der *Sorapillaceae* sind zusammengedrückt kielförmig, ihre Zellen zum Teil sehr klein. Der Limbus hat wasserhelle, lockere größere Zellen, wohl „Wassersauger“. Die männlichen „Blüten“ stehen terminal und haben spärliche Paraphysen, die weiblichen lateral an Seitenästen. Die Seta ist sehr kurz, die Kapsel aufrecht eingesenkt.

GOEBEL (82) sagt über diese Beblätterung: „Bei Laubmoosen können nur *Bryoxiphion* und *Sorapilla* als Parallelbildungen (zu *Fissidens*) angeführt werden.“

Sahen wir bereits in den Kreisen der *Rhizogoniineae* allmählich die reitenden Blätter erscheinen, so ist das bei den unserer Meinung nach mit ihnen am Grunde zusammenstoßenden, sehr geschlossenen

Fissidentales

noch mehr der Fall. Sie sind dadurch ausgezeichnet, daß die Stämme mit zweischneidiger Scheitelzelle über dem Boden wachsen. Daß dies eine abgeleitete Eigenschaft ist, das beweist die dreiseitige

Scheitelzelle der Jugendformen. Die alle Formen des Wuchses besitzenden, also kleinen bis kräftigen Stämmchen stehen gesellig zu- meist an Schatten und Feuchtigkeit bietenden Stellen. Die Blätter werden sehr ähnlich den Lebermoosen, mit denen sie ja ihre Stand- orte häufig teilen. Bei genauer Betrachtung erkennt man jedoch das Laubmoos. Die Blätter sind halbstengelumfassend und reitend. Die Primärblätter sind nicht so gebaut. Die Scheitelzelle der Blätter wird auch später erst zweischneidig; siehe GOEBEL (83). Es ist hervorzuheben, daß *Fissidens* eine *erblich festgelegte* Ausbildung der Blätter hat, die nicht veränderbar sind. *Ein Zeichen für weitere Ableitung.*

Die beiden Laminahälften sind ungleich. Ihre Zellen haben parenchymatischen Bau und eine Säumung mit prosenchymatischen Zellen. Seiner zweizeiligen Beblätterung entsprechend, ist der Stamm im Querschnitt oval. Der Zentralstrang ist meist deutlich. Die männlichen „Blüten“-Stände sind knospenförmig und lassen die Paraphysen meist vermissen. In der Stellung des Sporophyten liegen alle Typen vor. Es gibt acrogene, cladogene und pieurogene Formen. Wir möchten hervorheben, wie verhältnismäßig leicht die Familie zu der Pleurocarpie übergeht. Die Kennzeichen der nun bald folgenden Typen treten nun schon früh auf. Die Sporogone selbst sind höchstens mittelgroß. Die kräftigen Typen, wie wir sie unten fanden, vermissen wir nun. Auch „Zwergmännchen“ sind bei den *Fissidentaceae* vertreten. Auf den vergilbten Blättern in den unteren Partien finden sich die oft zahlreichen männlichen Knospen (84). Es handelt sich hier um eine Pseudomonözie, weil sie aus der anderen Pflanze hervorsprossen. Die *Fissidentaceae* sind durch ihr Blatt als etwas Abgeleitetes gekennzeichnet. Es ist ja unbedingt zuzugeben, daß das eine Anpassung an einseitige Beleuchtung ist. Aber da, wo solche Dinge in so ausschlaggebender Verbreitung inner- halb eines auch sonst geschlossenen Formenkreises auftreten, steckt gewöhnlich eine erbliche Fixierung dahinter. Der von uns häufig zitierte LOESKE hat auch hier wieder recht, wenn er schreibt (85): „Treffen gleiche Lebensbedingungen phyletisch zusammengehörige Arten, so wird die biologische Gattung homogen und fällt dann mit der phyletischen Gattung mehr oder weniger zusammen.“ Es möge in der Hinsicht der Ableitung der *Neckeraceae* und hohen Stellung der *Fissidentaceae* hervorgehoben werden, daß FLEISCHER die *Sorapillaceae* in die Nähe der *Neckeraceae* stellt, welche BROTHERUS früher zu den *Fissidentaceae* gerechnet hat. In seiner neuen Be-

arbeitung reiht er sie (86) unter die *Rhizogoniineae*, also die *Mniobryales* ein. Es handelt sich hier um einen der gar nicht leicht einzugliedernden Typen mit reduziertem Gametophyten. Es gibt Zwerge, kleinste Rindenmoose, flutende Wassermoose, daneben aber auch solche, die auf der Erde vorkommen. Von einer völlig durchgeführten Spezialisierung kann man somit nicht reden, wenn auch die Anpassung in der Richtung auf Hygrophyten geht. Auch prosenchymatische Blätter kommen in dieser Familie vor. Die *Fissidentaceae* sind ein in seiner Eigenart geschlossener, aber doch deutlich Eigenschaften der hohen und niederen Zweige zeigender Stamm der Mitte.

Der Formenkreis ist aber sonst ungeheuer mannigfältig.

Wir kommen nun zu einem Formenkreise, welcher von jeher sehr schwer einzureihen war.

Entodontaceenkreis

Während BROTHERUS früher die hierher gehörigen Formen mit anderen zusammen in eine „Verlegenheitsgruppe“ der *Entodontaceae* steckte, werden sie von LIMPRICHT (87) zu den *Lesceaceae* gebracht. Die Familie der *Entodontaceae* enthielt *Climacium*, also eine neue Familie. Auch mit den *Brachytheciaceae* bestehen durch *Camptothecium* Beziehungen. Wir möchten hier LOESKE (88) anführen: „*Pterogynandrum* ist mit *Pterogonium*, das BROTHERUS zu den *Leucodontaceen* stellt, unzweifelhaft nahe verwandt und eine Trennung in zwei Familien nicht möglich.“ „Beide Gattungen muß ich als reduktionelle Anpassungen auffassen, aus einer den *Leucodontaceae* (*Alsieae*) verwandten Gruppe, die heute durch *Scorpiurium* (*Eurhynchium*) *circinnatum* dargestellt wird. Außer inneren Übereinstimmungen ist bei allen dreien auch die Neigung, die sekundären Sprosse bogig gegen das Substrat zu krümmen, verwandtschaftlich begründet. Ich vereinige sie zur Familie der

Scorpiuriaceae,

deren Name auch den Charakter trifft. Sie steht am besten zwischen den *Leucodontaceae* und *Lembophyllaceae*.“ Wir wollen ihm völlig darin folgen und ebenso die Gattungen *Trachyphyllum*, *Erythrodonium* und *Rozea* einreihen, nur möchten wir die Familie aus dem undifferenzierten Grunde ableiten. Andererseits wollen wir aber doch nicht so weit gehen, sondern auch die anderen *Entodontaceae* hier belassen in der festen Überzeugung, daß eben dieser ganze

Formenkreis in alle anderen übergeht. Damit haben wir so recht die vermittelnden Kreise erhalten. Von ihnen sind heute nur noch Seitenentwicklungen, zum Teil strenger Spezialisierung, erhalten, die neben gewissen Eigenheiten ein Gemisch von Eigenschaften an sich tragen, die es fast unmöglich machen, die Familien scharf zu umreißen. Man kann dann immer Einzelentwicklungen herauslesen, das sind die Endglieder.

Es ist dann aber sehr schwer, solche Formenkreise genau festzulegen. Es wiederholt sich hier dasselbe Bild, wie etwa bei den *Flacourtiaceae* in dem Kreise der Parietalen. Die

Entodontaceae

charakterisieren sich als schlanke bis kräftige Pflanzen. Sie sind glänzend, rasenbildend und mehr oder minder starr. Ihr Stämmchen trägt eine feste Außenrinde. Im Innern fehlt der Zentralstrang oder er ist armselig entwickelt. Der Stengel kriecht, nimmt oft oder an einzelnen die Gestalt eines Ausläufers an. Daneben aber finden sich aufrechte, aufsteigende oder niedergestreckte Formen. Neben dieser Beblätterung gibt es solche mit verflachter. Die einschichtigen, mehrreihigen Blätter wechseln zwar ihre Form, meist aber haben sie eine symmetrische Gestalt. Eine Rippe ist da oder fehlt. Die Zellen sind prosenchymatisch, haben gelegentlich Papillen. In den Blattflügeln können auch quadratische Zellen vorhanden sein. Die männlichen Pflanzen ähneln den weiblichen. Die „Blüten“ stehen an Stengeln oder an Ästen. Die knospenförmigen Antheridienstände besitzen fadenförmige Paraphysen. Die weiblichen Perichätialäste wurzeln sehr oft. Die Sporophyten sind mittelgroß bis klein.

Dieser ungeheuren Mannigfaltigkeit, jenem Gemisch ursprünglicher und weit abgeleiteter Typen, entsprechen die Standorte. Sehr selten ist es der Erdboden, seltener Felsen, meistens die Waldbäume.

An sie können sich dann durch *Pterigynandrum* die *Scorpiuriaceae* anschließen. Das Charakteristikum ist hier der stoloniforme Wuchs. Damit reißen wir mit LOESKE die *Brachytheciaceae* von BROTHÉRUS auseinander, wodurch die Gruppe der *Leskeinae* an Einheitlichkeit gewinnt.

In die Nähe der *Scorpiuriaceae* gehören nach LOESKE die

Fabroniaceae.

Es handelt sich um Gewächse, welche dem Wuchse an Baumstämmen sich angepaßt haben, seltener besiedeln sie Felsen. Die schlanken, weichen Pflanzen glänzen. Der Zentralstrang fehlt ihnen.

Der meist kriechende Stengel ist dünn und entbehrt mechanisch wirkender Elemente, Paraphyllien fehlen meist.

Die Blätter liegen trocken an, sonst stehen sie ab. Sie laufen nicht herab und haben nur eine Schicht. Ihre Form wechselt zwischen eilanzettlich bis schmal lineal. Bei den *Fabroniaceae* ist eine kapillare Aufsaugung von Wasser durch die Zerteilung der Spreite gegeben, wie wir sie unter anderem bei *Trichocolea* vorfinden. Das letztere hat ähnliche Standorte (s. GOEBEL, 89). Die Blattzellen sind in der Mehrzahl prosenchymatisch, wie wir das ja zumeist bei Baummoosen sehen. Diese Bildung wird nun immer häufiger. Am Blattgrund gibt es daneben noch quadratische Zellen. Die „Blüten“ sind stengel- oder astständig. Die fadenförmigen Paraphysen fehlen oft oder sind kurz. Damit ist die Kleinheit der männlichen „Blüten“ gegeben. Die weiblichen „Blüten“ stehen an sehr kurzen, meist wurzelnden Perichätialästen. Es scheint, als ob das in diesen Kreisen herrschend würde. Die aufrechten Sporophyten sind höchstens mittelgroß, meist klein.

Mit diesen Formenkreisen betreten wir den Bereich der richtigen

Pleurocarpae.

Wir möchten an den Stamm den Bereich der FLEISCHERSchen *Isobryales* setzen (FLEISCHER, 90). Dieser Kreis umfaßt eine ganze Reihengruppe. Wir wollen diese herauschälen:

1. ***Orthotrichineae:*** *Orthotrichaceae*, *Erpodiaceae*, *Ptychomitriaceae*, *Helicophyllaceae*.
2. ***Rhacopilinae.***
3. ***Leucodontineae:*** *Hedwigiaceae* (könnten vielleicht auch zum vorhergehenden gestellt werden), *Cryphaeaceae*, *Leucodontaceae*, *Cyrtopodaceae*, *Ptychomniaceae*, *Lepyrodontaceae*, *Prionodontaceae*, *Rutenbergiaceae*, *Trachypodiaceae*, *Myuriaceae*, *Pterobryaceae*, *Meteoriaceae*.
4. ***Neckerineae:*** *Phyllogoniaceae*, *Neckeraceae*, *Lembophyllaceae*, *Echinodiaceae*, *Hookeriaceae*, *Leskeaceae*.
5. ***Fontinalineae:*** *Fontinalaceae*, *Climaciaceae*, *Hypniaceae*, *Brachytheciaceae*.

Um den Zusammenhang klarer zu machen, sei LOESKE (91) angeführt.

Die *Orthotrichaceae* schließen sich durch Vermittlung der *Hedwigiaceae* innig an die *Cryphaeaceae* an. Diese stehen wieder

in enger Beziehung zu *Leucodon*. Von diesem Kreise geht auch eine Linie zu *Eurhynchium* und endlich zu *Hylocomium*. Nach unten zu möchte er sich an *Rhabdoweisia* anschließen (das ist ein Formenkreis der Acrocarpen). Eine andere Linie führt von den *Bartramiaceae* ebenfalls ins Reich der Astmoose. „Sicherlich sind die *Neckeraceae*, *Hypnaceae* und ähnliche Gruppen die jüngeren Bildungen bei den Laubmoosen. Insofern steckt in der Einteilung nach Acrocarpie und Pleurocarpie sogar ein kleiner berechtigter Kern. der aber diese Einteilung in ihrer alten Form nicht lebensfähiger macht.“

Weiterhin sind die Betrachtungen LOESKES sehr wertvoll. Er faßt vollkommen richtig die Acrocarpie und Pleurocarpie „als biologische Klassen“ auf. Wir möchten dem die Gedankengänge der Physiologie hinzufügen, weil sie die Gedanken von LOESKE noch weiter verbessern. Was wir nun bringen, ist ein solches Durchdringen beider Gedankengänge.

Wir weisen zunächst darauf hin, daß der Sporophyt der acrocarpen Moose groß ist. Es muß daher eine gute Versorgung erfolgen. Das kann so weit gehen, daß der Gametophyt wie bei *Buxbaumia* zu einem Resorptionssystem herabgedrückt wird. Doch ist das ein Extrem, welches aber in mancher Hinsicht Merkwürdiges bietet. Der Sporophyt ist hier vergrößert und stark differenziert. Wir werden hierauf noch zurückzukommen haben. Bei den ursprünglichen Acrocarpen ist diese „ausgeglichene morphologisch-biologische Einheit“ durch die Versorgung bedingt. Auch in diesen Gruppen sehen wir die Übergipfelung eintreten. Es ist besonders hervorzuheben, wie das immer von einer Verkleinerung des Sporophyten begleitet ist. Diese Übergänge vermitteln gleitend durch die kladocarpen Moose mit mittelgroßem bis kleinem Sporophyten zu den pleurocarpen Sporophyten. Der nunmehr stark verkleinerte Sporophyt bedarf nicht mehr einer so kräftigen Versorgung. Die Moospflanze verkleinert. Diese Generation erzeugt dafür aber mehr. „Der Sporophyt der extrem pleurocarpen Formen bildet mit dem Gametophyten bei weitem nicht mehr jene Einheit. Er läßt sich oft leicht ablösen und stellt dann, besonders bei reicher Bewurzelung, eine Moospflanze für sich dar, die im Perichätium und in den Rhizoiden ihren eignen „Gametophyten zweiter Ordnung“ für sich besitzt (und auch wegen des geringen Bedarfes leicht besitzen kann). „Man findet nicht selten solche Moose, bei denen der Gametophyt gegen die Fruchtreife

hin schon so verrottet ist, daß er für die Ausbildung des Sporophyten nicht mehr in Betracht kommt“ und auch nicht braucht.

LOESKE hebt dann die Mannigfaltigkeit der Sporophyten bei den Acrocarpen hervor und setzt sie der Uniformität der Pleurocarpen gegenüber. Von den Pleurocarpen sind die aufrechten Sporogone die ursprünglicheren, die gekrümmten die abgeleiteteren.

Wir wollen uns nun den konkreten Fällen zuwenden und mit den

Leucodontaceae

die *Leucodontineae* beginnen.

Die Standorte sind Felsen und Bäume. Die kräftigen und starren Pflanzen entbehren nur selten des allen diesen Kreisen so häufig anhaftenden Glanzes und bilden lockere Rasen. Die fehlende oder doch mangelhafte Zusammenfassung der Pflanze in physiologischer Hinsicht macht sich durch schlechte oder fehlende Ausbildung eines Zentralstranges geltend. Wir hatten ja oben gesehen, wie sehr die Pleurocarpen die Individualität der Einzelpflanzen in die Selbständigkeit der Einzelteile übergehen lassen. Nach außen zu sind aber festigende Elemente vorhanden. Der Hauptstengel kriecht, verzweigt sich und trägt nur dann reichlich Rhizoiden, wenn er rhizomartig ist. Liegt nur ein Ausläuferstengel vor, so fehlen jene. Die zahlreichen sekundären Stengel sind unbehaart, richten sich auf oder hängen selten. Paraphyllien fehlen. Eine Verästelung kann bei ihnen vorkommen oder fehlen. Die Blätter stehen allseitig und dicht. Ein Saum ist nicht vorhanden. Sie haben nur eine Schicht, oft laufen sie herab und lagern in mehreren Längsfalten. Eine Rippe kann vorhanden sein oder fehlen. Die dickwandigen Zellen sind oben rhombisch, unten längs des Blattes verlängert, am Rande quadratisch oder rundlich. Die männlichen „Blüten“ sind knospenförmig und axillär, die weiblichen stehen terminal an kurzen, aber noch nicht wurzelnden Perichätialästen. Die Paraphysen sind spärlich und haben Fadenform. Der Sporophyt ist aufrecht, der Stil gut ausgebildet, aber es kann schon zu einer Verkürzung kommen.

An diese *Leucodontaceae* sollen sich nach LOESKE (92) *Pterogonium* und *Pterigynandrum* anschließen. Eng an die *Leucodontaceae*, gewissermaßen eine noch mehr spezialisierte Gruppe derselben, reihen sich die

Cryphaeaceae

an. Sie wachsen nur noch selten an Stämmen oder Felsen, meistens sind sie von Baumstämmen auf Äste übergegangen. Der Hauptstengel ist mehr oder minder verlängert und ausläuferartig. Die achselständigen Paraphyllien kommen manches Mal zum Entstehen. Es gibt hängende und flutende Arten. Die Blätter sind meist glanzlos. Die Zellen sind parenchymatisch, Papillen sind zu finden. Die weiblichen „Blüten“ stehen oft an längeren Ästen. Der sekundäre Stamm ist unregelmäßig oder fädig verzweigt. Wir sehen also ursprünglichere Eigenschaften mit abgeleiteteren vermengt. Die hier *stark* hervortretende Reduktion des Sporophyten weist auf eine etwas abseitige Stellung hin. Eine ähnliche abgeleitete Stellung nehmen die

Rutenbergiaceae

ein, deren genaue Placierung uns fern liegen soll. Wir wollen sie hier ansetzen, weil sie eingesenkte Sporogone besitzen.

Es sind meist glanzlose Baummoose ohne Zentralstrang. Die sekundären Sprosse gehen in Ausläufer aus. Die symmetrischen Blätter haben kleine, rundliche Zellen, was wir immer mit dem „Wasserhalten“ zusammenbringen möchten.

Wegen ihrer oft kräftigen Sporophyten gehen vielleicht als besonders tiefer Ast die

Trachypodaceae

ab. Es sind kräftige Baum- oder Felsmoose mit kriechendem Hauptstengel von Fadenform. Ein Zentralstrang fehlt meist, ebenso Paraphyllien. Die Zellen der Blätter sind papillös, aber oft linealisch. BROTHÉRUS hält sie für verwandt mit den *Meteoriaceae*. LOSTY (93) glaubt an Übergänge zu *Leskeaceae* und *Leucodontaceae*. — Ähnlich steht es mit den

Cyrtopodaceae.

Es sind starre Baummoose. Der kurze Hauptstengel besitzt einen Zentralstrang und Rhizoidbildung. Die Blattzellen sind dickwandig und parenchymatisch. Die aufrechte, mittelgroße Kapsel steht oft an langer Seta. — Ebenso sind die

Lepyrodontaceae

eine unten vorhandene Entwicklung. Im Gegensatz zu den bisherigen sind sie dichtrasig. Die Pflanzen glänzen. Der lange Hauptstengel ist verfilzt und hat einen rudimentären Zentralstrang. Ebenso verfilzt sind die brüchigen, sekundären Stengel. Faden-

lörnige, kleinblättrige Sprosse kommen vor, das nähert sie den *Rutenbergiaceae*, welche vielleicht auch von ihnen herkommen könnten. Die Blätter liegen trocken an, feucht stehen sie ab. Ihre Zellen sind eng linealisch. Die Perichätialäste wurzeln nicht. Die Seta ist lang, aber die Kapsel klein.

Sehr kräftige Baummoose ohne oder mit schwachem Glanze sind die

Prionodontaceae.

Der Hauptstengel ist rhizomartig und daher braunfilzig. Paraphyllien fehlen den rhizoidenfreien Seitenstämmen, die daher einen kleinen Zentralstrang haben. Die oben ovalen, unten linealen Zellen haben dicke Wände. Die männlichen Blüten sind dick knospenförmig mit fädigen Paraphysen, die weiblichen Blüten stehen an kurzen Perichätialästen oder sekundärem Stengel. Der Sporophyt ist aufrecht, mittelgroß. Die Seta ist meist etwas verkürzt.

Eine ebenfalls auf Bäumen wohnende Familie sind die

Myuriaceae.

Die glänzenden Stengel sind dichtrasig. Ein Zentralstrang fehlt und der Hauptstengel ist stoloniform. Paraphyllien fehlen. Die Zellen sind prosenchymatisch. Die Seta des kleinen Sporophyten ist lang und aufrecht.

Nach LORSY ist die Familie ein Bindeglied zwischen *Leucodontaceae* und *Pterobryaceae*.

Ein sehr kräftiger Typus, welcher vegetativ gewisse Ähnlichkeiten mit den *Prionodontaceae* zeigt, sind die

Pterobryaceae.

Einen Zentralstrang haben diese glänzenden Baummoose nicht. Der Hauptstengel kriecht, ist fadenförmig bis rhizomartig. Die sekundären Stengel sind ohne Rhizoiden, aber dicht beblättert. Neben den einfachen Typen gibt es solche mit kräftigster Verzweigung, selbst bäumchenförmige finden sich. Die Zellen der Blätter sind prosenchymatisch. Wir deuten das als etwas Abgeleitetes und durch die Aufnahme von Wasser in die Blätter direkt Bedingtes. Die Blattecken sind nur zuweilen differenziert. Die männlichen Pflanzen sind meist mit den weiblichen gleichgestellt. Beide tragen die Geschlechtsorgane an sekundären Sprossen mit fadenförmigen Paraphysen untermischt. Nur sehr selten ist es zur Ausbildung von bewurzelten Perichätialästen gekommen. Die Blätter

derselben sind von den Laubblättern verschieden. Der Sporophyt kann gut entwickelt sein, daneben aber finden sich solche mit verkürzter Seta, wie uns das ja bei Baummoosen mit reicher Verzweigung gar nicht selten in diesem Kreise entgegentritt. Wir werden in dem benachbarten Orthotrichinen-Kreis das noch viel ausgeprägter finden.

Es gibt Formenkreise mit Paraphyllien und solche ohne dieselben. Besonders hervorheben möchten wir das Vorkommen von Zwergmännchen bei den Garovaglien. Sie sind nach FLEISCHER zwerghaft klein und nisten auf den Blättern der weiblichen Pflanzen. Von sonstigen Eigenheiten sind die Flagellen von *Jaegerina* zu erwähnen. Es handelt sich hier um eine weitgehende Spezialisierung bei diesem zu den kräftigsten Moosen zählenden Formenkreis. Eine Entwicklung, welche neben manchem Ursprünglichen doch schon sehr viel Abgeleitetes besitzt, sind die

Ptychomniaceae.

Sie finden sich auf dem Waldboden und auf Stämmen. Wir haben es mit mehr oder minder kräftigen, glänzenden Pflanzen zu tun. Ein Zentralstrang ist nicht vorhanden, dagegen sind die Stengel durch einen Stereidenring gefestigt. Der Hauptstengel ist sehr bald hinfällig, und die Seitenäste machen sich selbständig. Die Rhizoiden sind nur am Hauptstengel, dessen Beblätterung sehr spärlich ist. Die Zellen der Blätter sind linear bis elliptisch und dickwandig, an den Ecken finden sich in den einschichtigen Blättern ovale Zellen vor. Zwergmännchen auf den Blättern bilden die Regel. Die weiblichen „Blüten“ stehen auf wurzelnden Perichätialästen. Die Seta ist noch deutlich zu sehen, aber die Kapsel bereits häufig gekrümmt oder geneigt.

Eine weitere, die Eigenschaften mehrerer Reihen tragende Familie, welche vom Grunde aus ihre eigenen Wege ging, stellen die

Meteoriaceae

dar. Obwohl sie auf Bäumen gedeihen, kann noch ein Zentralstrang da sein. Die Blätter haben prosenchymatische Zellen. Eine Rippe ist nicht sehr gut entwickelt. Die aufrechte Kapsel ist klein. Der Hauptstengel trägt allein die Rhizoiden und kriecht fadenförmig. Die dicht gestellten Seitensprosse hängen meist und tragen runde bis *verflachte* Blätter. Wir sehen in den verflachten Blättern bereits Anklänge an die *Neckeraceae*.

Neckerineae

„Wie aus dem Grunde der Urpleurocarpen über *Climacium*-artige Formen *Fontinalis* sich bildete, so ging in der Nähe dieser Linie über *Thannium* und *Porotrichum* die Entwicklung zu einer nicht minder merkwürdigen, aber noch ungleich formenreicheren Gruppe der Moose, zu den verwirrend vielgestaltigen *Neckeraceae* und Verwandten“, schreibt LOESKE (94). — Von ihnen wollen wir zunächst die

Echinodiaceae

vornehmen. Es handelt sich hier um einen Formenkreis, der in seiner Stellung alles andere als gesichert ist. Gerade aber solche Familien sind meist Bindeformen zwischen den einzelnen Kreisen. BROTHÉRUS (95) sagt über sie: „Die Gattung *Echinodium* wird allgemein in die Nähe von *Sciaromium* gestellt und von mehreren Autoren sogar damit vereinigt.“ — „*Sciaromium* habe ich zu den *Amblystegiaceae* gestellt. *Echinodium* erinnert vegetativ einigermaßen an *Cyrtopus* und *Bescherellea*, weicht aber im Bau des Sporogons von diesen völlig ab. Es scheint mir deshalb berechtigt zu sein, auf *Echinodium* eine neue Familie zu begründen.“

Ziehen wir diese Ähnlichkeiten in Betracht, so ist es am besten, sie direkt als eigene Entwicklung mit den *Cyrtopodaceae* aus dem *Leucodontaceae*-Ursprung als gesonderte Entwicklung oben herausgehen zu lassen. Dadurch erklärt sich die partielle Ähnlichkeit mit allen Familien, aber auch die Unmöglichkeit, sie völlig in einen Kreis einzureihen.

Die Standorte auf Felsen und Bäumen deuten auf eine Ableitung. Ein Zentralstrang ist vorhanden. Wir hatten schon oft Gelegenheit, dessen Gegenwart als eine noch nicht völlige Aufgabe der Verbindung der Einzelteile zu betrachten, wie wir es ja von einem normalen Erdmoose verlangen. Die Pflanzen glänzen nicht und bilden lockere Rasen, in denen die gelbbraunlichen, kräftigen, starren Einzelpflanzen stehen. Der Hauptstengel ist rhizomartig und trägt einen dichten Filz brauner Rhizoiden. Die von unten an dicht beläuterten Seitenstengel werden nach oben fiederästig. Auch die Äste stehen aufrecht ab und sind meist kurz und spärlich verzweigt. Paraphyllien sind nicht da. Die Lamina der Blätter ist oberwärts zweischichtig, zuweilen ist der Rand mehrschichtig verstärkt. Die Rippe ist kräftig, die Blattzellen sind parenchymatisch, aber klein und verdickt. Die männlichen Pflanzen ähneln den weiblichen und tragen ihre knospenförmigen Blüten axillär. Die Paraphysen

sind daher fadenförmig. Die weiblichen „Blüten“ stehen terminal an kurzen, spärlich wachsenden Perichätialästen. Die Seta ist 1—2 cm lang, die Kapsel dick und mittelgroß. Ein Zeichen für die abgeleitete Natur ist ihre geneigte Stellung.

Eine zweite Familie, welche sehr wohl geeignet ist, als Bindefamilie zu dienen, sind die

Lembophyllaceae.

In seiner Bearbeitung der „Systematik der europäischen *Brachythecieae*“ faßt LOESKE (96) mit FLEISCHER diese Familie als nahe verwandt mit den *Cryphaeaceae* auf. Er liest zwar die Linien umgekehrt, so daß von den kurzsetigen *Cryphaeaceae* die Entwicklung über die langsetigen *Alsieae* zu ihnen geht, aber die Verwandtschaft ist damit doch gekennzeichnet. Ganz richtig erkennt er die Ähnlichkeit mit den *Entodontaceae*, *Scorpiuriaceae* und *Pterigynandraceae*. Wenn wir diese aus den Ur-*Leucodontaceae* als einen gesonderten Ast herausgehen lassen, so wird uns die Ähnlichkeit der *Lembophyllaceae*, besonders durch *Isothecium*, verständlich.

Isothecium selbst ist ein nicht mehr ganz ursprüngliches Moos, wenn auch das aufrechte, mittelgroße Sporogon eine nicht allzu weite Ableitung wahrscheinlich macht. Von den *Lembophyllaceae* können wir aber verhältnismäßig gut zu den *Brachytheciaceae* gelangen. Die Gattungen *Eurhynchium*, *Oxyrrhynchium*, *Rhynchostegium* usw. sind alles Formen, welche zumeist zu den *Brachytheciaceae* im weiteren Sinne gerechnet werden. Von diesen Kreisen leiten sich die *Hylocomieae* und *Hypnaceae* ab. Wir möchten nur nicht so engherzig sein und diese Verwandtschaften allzu detailliert angeben. In so jungen Formenkreisen, wie es diese ja sind, verschwimmt alles oft sehr. Ähnliche Gedanken entwickelt LORSY (97).

Nach diesen Ausblicken wollen wir die Charakteristik der Familie vornehmen. Es handelt sich um starre, schlanke bis kräftige Moose. Der Hauptstengel ist stoloniform, kriecht und trägt büschelige bis filzige Rhizoidenbeläge. Die sekundären Stengel weisen eine große Vielgestalt auf. Sie können aufrecht sein, aber auch niederliegen. Ihre Spitze verlängert sich zu Ausläufern. Die Beblätterung kann rund oder verflacht sein, wie es ja den *Neckera-ceae* zukommt. Man begegnet baumartiger Verzweigung mit gefiederten Ästen. Blattförmige Paraphyllien können vorhanden sein oder fehlen. Ein Zentralstrang durchsetzt oft undeutlich den Stengel, dagegen haben ihn manche Formen aufgegeben. Die Laubblätter sind vielgestaltig, aber symmetrisch. Auch wechselt die

Rippe. Die Zellen sind meist prosenchymatisch, daneben gibt es noch parenchymatische. Beiderlei „Blüten“ stehen an sekundären Stengeln und Ästen. Bewurzelte Perichätien fehlen. Hinsichtlich des Sporophyten herrscht ebenfalls große Unbestimmtheit. Mittlere, große, kleine, aufrechte, geneigte, fast sitzende und langgestielte kann man antreffen. Dieser Mannigfaltigkeit entsprechen auch die Standorte an Felsen oder Baumstämmen.

Es ist nun unsere Aufgabe, die eigentlichen

Neckeraceae

zu behandeln. In dieser Familie bestehen 3 Reihen, von denen wir die *Thamnioidae* für die ursprünglichsten halten. Die *Thamnioidae* besitzen außer den Bewohnern von Felsen und Bäumen auch noch Formen, die in Bächen wachsen. Die Zellen der Blätter sind rundlich klein oder rhombisch. Die Rippe ist kräftig und die Blätter entbehren meist des Glanzes. Die Sporophyten sind langgestielt, Paraphyllien fehlen.

Die *Neckeroidae* haben einen ausgeprägten Glanz, die Rippe der Blätter ist schwach. Der Blattgrund besteht aus prosenchymatischen Zellen. Die Paraphyllien können fehlen. Die Kapseln sind bei einigen noch aufrecht und langgestielt, daneben aber gibt es solche mit eingesenkten Kapseln, die darin sehr an die *Cryphaeaceae* erinnern. Wir möchten diese Typen, welche dazu noch verflacht beblättert sind, für stark abgeleitet halten. Es ist interessant, wie gerade hier die Paraphyllien erscheinen.

Eine andere Reihe der weiten Ableitung sind die *Leptodontoidae*. Bei ihnen liegen fast immer Paraphyllien vor. Die Zellen sind rundlich klein und glatt, ein Glanz fehlt. Die Seten sind sehr kurz, die Sporogone zum Teil völlig eingesenkt. Die Kapseln sind klein. Es handelt sich um Fels- oder Baummoose.

Zur Charakteristik der gesamten Familie soll noch hinzugesetzt werden: Der Zentralstrang fehlt meistens. Der Hauptstengel kriecht fadenförmig. Die Beblätterung ist meist schwach und aus unsymmetrischen, einschichtigen Einzelblättchen zusammengesetzt. Die knospenförmigen „Blüten“ stehen an sekundären Stengeln. Die Sporogone sind ausgesprochen seitenständig.

Sehr nahe mit den Neckeraceen verwandt sind die

Phyllogoniaceae.

Sie sind ebenfalls Baummoose mit kriechendem, fadenförmigem Hauptstengel. Die sekundären Stengel sind meist lang und wenig

verzweigt. Rhizoiden tragen letztere nicht. Die glänzenden Blätter sind einschichtig und symmetrisch und stehen ausgesprochen zweizeilig an den Seitensprossen. Ihre Zellen sind eng lineal und geschlängelt. Die Sporogone sind meist klein und lang bis kurzgestielt. Sie stehen lateral an den sekundären Stengeln.

Ebenfalls an die *Leucodontaceae* läßt sich ein sehr großer tropischer Formenkreis anreihen, die

Hookeriales.

Man hat sie früher zu den *Neckeroideae* gerechnet, bis FLEISCHER die Aufteilung dieser Kreise vorgenommen hat. LOTSY (98) läßt sie in unserem Sinne als Sonderentwicklung abgehen.

Mit den *Neckeraceae* teilen sie die meist verflachte Beblätterung. Die oft doppelrippigen Blätter sind unsymmetrisch und stehen nach der Seite. Die Sporogone sind im Gegensatz zu den *Neckeroideae* meist langgestielt.

Zu den Familien, welche am Grunde des Stammes ihren Ausgang nehmen, gehören die

Hookeriaceae.

Dafür zeugt unter anderem das Vorkommen einiger Formen auf der Erde und auf Felsen, die Hauptmasse lebt auf Ästen, Baumrinden oder sogar bereits auf Blättern. Dieser Vielgestalt der Standorte entspricht auch diejenige der Gametophyten. Schlanke bis kräftige Pflanzen bilden lockere bis dichte Rasen. Sie können glänzen oder nicht. Neben noch mehr allseitig beblätterten findet man flache. Ein Zentralstrang kann noch in wenigen Vertretern aufgefunden werden, meist aber wird man vergeblich danach suchen. Eine ausgesprochene Stereidscheide ist am Stengel nicht vorhanden. Der mehr oder minder wurzelhaarige Hauptstamm liegt nieder oder steht aufrecht. Paraphyllien und ausgesprochene Stolonen wird man nicht antreffen. Im Bau der Blätter gibt es solche mit nur einfacher Rippe, meistens aber ist diese doppelt, wie es ja dem breiten Blatte angemessen erscheint. Die Blattzellen können noch parenchymatische Form besitzen, seltener sind sie lineal. Die Oberfläche ist papillös oder glatt. Bei der auch sonst aus dem Rahmen fallenden Gattung *Eriopus* sind Zwergmännchen vorhanden, die anderen haben keine Größenunterschiede der Geschlechter. Die Paraphysen sind nur in verschwindenden Fällen mit der Spitze angeschwollen, sonst fadenförmig. Die weiblichen Stände stehen an sehr kurzen wurzelnden Perichätial-

ästen. Die Kapsel ist nicht über mittelgroß und steht an einer mehr oder minder verlängerten Seta. Besonders auffällig sind die oft sehr starken Borsten an ihr, welche unter anderem bei *Eriopus* auftreten und als Rhizoiden wirken. Es ist dies besonders deshalb interessant, weil man hier von einer gewissen „Emanzipation“ des Sporophyten reden könnte. GOEBEL (99) bringt sie mit dem eigenartigen gekrümmten Sporophyten zusammen und spricht: „Ohne Zweifel dienen die Rhizoiden dem Transport von Nährmaterialien teils aus dem ‚Fuß‘, teils aus der Vaginula in den oberen Teil des Sporophyten.“ Der Sporophyt ist aufrecht oder geneigt.

Auf die Brutkörper dieses Kreises kamen wir bereits in dem dem Protonema gewidmeten Teile zu sprechen. Hier hatten wir auch Gelegenheit, die

Nemataceae

zwanglos ableiten zu können. Wir möchten nicht weiter auf diese Dinge hier eingehen. Nach dem Sporophyten zu urteilen, muß die Abzweigung mehr aus dem Grunde der *Hookeriaceae* erfolgt sein.

Nicht sehr weit von der Basis möchten wir die

Pilotrichaceae

ansetzen. Die Entwicklung muß schon wegen der aufrechten Kapseln hier abgezweigt sein. Die Kapsel aber zeigt, ähnlich wie bei den *Neckeraceae*, die Neigung zur Verkürzung der Seta, doch gibt es auch fast sitzende Formen. Es sind nicht sehr viel Unterschiede bei diesen Baummoosen vorhanden. Die Beblätterung ist meist dicht und rund. — Das gleiche gilt von den

Symphyodontaceae,

die hauptsächlich durch die stachelige Kapsel ausgezeichnet sind. Der Sporophyt ist mittelgroß. Die Perichätien wurzeln nicht. Dagegen sind die Blattzellen eng prosenchymatisch und deutlich papillös, die Blätter selbst allseitig. — Hingegen neigen wir dazu, die

Leucomiaceae

etwas weiter oben abzweigen zu lassen. Die Perichätien beginnen allmählich zu wurzeln. Im Gegensatz zur vorhergehenden Familie gibt es noch manchmal einen armseligen Zentralstrang. Die Pflanzen glänzen, Paraphyllien fehlen. Die Zellen der zartwandigen Blätter sind verlängert rhomboidisch. Die Kapsel steht an kräftiger

Seta oder ist horizontal. Die Standorte sind vermoderndes Holz oder Bachufer.

Etwas näher müssen wir auf die im Gametophyten so ausnehmend gestalteten

Hypopterygiaceae

zu sprechen kommen. Auch hier möchten wir nicht annehmen, daß sie von allzu hohen Kreisen sich herleiten. Das einseitig spezialisierte ist selten ein Bildungsherd. Wir können diese die „schattenliebenden *Hookeriales*“ nennen. In ihrem Blattbau haben sie sehr große Ähnlichkeit mit Lebermoosen. Die sekundären Stengel sind nur selten einfach, meist fiederig oder gar bäumchenartig verzweigt. Die Äste sind dicht oder verflacht beblättert. Auf der Unterseite stehen Amphigastrien. Die Rippe durchsetzt das parenchymatische Gewebe der unsymmetrischen Blätter. Paraphysen fehlen völlig in den männlichen und weiblichen „Blüten“, welche klein und knospenförmig sind. Die sehr kurzen Perichätialäste wurzeln nicht. Die Sporophyten sind zum Teil mittelgroß und mit oft guter Seta versehen. Sie kann ebenso hängen wie aufrecht stehen. Mit den *Hookeriaceae* hat die Familie die Brutfäden gemeinsam. Besonders charakteristisch für die nicht allzu abgeleitete Stellung ist das Vorkommen von Erdmoosen. Dem oft aufrechten Wuchse entspricht ein großer Zentralstrang in dem braunfilzigen rhizomartigen Hauptstengel.

Eine von ihnen sich wohl weiter entfernende Gruppe sind die

Cyathophoroideae.

Das Auffallendste dieser Abteilung sind die häufigen Wassersäcke, welche die Konvergenz zu den hohen Lebermoosen *Frullania*-artigen Wuchses noch erhöhen. Ein Zentralstrang ist noch vorhanden. Es ist, als ob das Rhizom verkürzt wäre und nur die Seitenäste so recht zur Geltung kämen. Der Blattrand ist gesäumt. Die Amphigastrien stehen angedrückt parallel dem Stämmchen. Die Seta ist oft sehr kurz und die Kapsel stark verkleinert. Man kann hier so recht eigentlich die Entstehung der höheren Lebermoose verstehen. Aus einem Hygrophytenkreis entwickeln sich Baummoose, welche Wasserspeicher erzeugen. Aber bei Trockenheit können die Pflanzen nicht gedeihen, sie sind gegen trockene Luft sehr empfindlich.

Diesen epitrophen Laubmoosen möchten wir mit GOEBEL (100) die hypotrophen entgegensetzen.

Rhacopilineae

Der kriechende Stengel ist meist verflacht beblättert. Die Blätter sind ebenfalls meist zweigestaltig, aber die kleinen stehen auf der Dorsalseite. Wir sind geneigt, diesen Formenkreis ebenfalls aus ähnlichem Grunde wie die *Hookeriales* hervorgehen zu lassen. Es handelt sich am Beginn der Entwicklung gleichfalls um Schattenpflanzen, welche im Waldesgrunde auf der Erde der tropischen Wälder gedeihen. Auch WETTSTEIN (101) bezeichnet sie als den *Hypopterygiaceae* nahestehend.

Rhacopilaceae

Die schlanken bis kräftigen Moose sind glanzlos. Der Zentralstrang ist armzellig in dem sehr langen, dicht braunfilzigen Stengel. Die Beblätterung ist dicht und meist verflacht. Die kräftige Rippe durchsetzt das parenchymatische Blattgewebe. Papillen fehlen oder sind in Einzahl zugegen. Die männlichen „Blüten“ haben fadenförmige Paraphysen, sie sind knospenförmig und terminal. Zwergmännchen gibt es im Wurzelfilze oder auf den seitlichen Blättern. Die weiblichen „Blüten“ stehen an sehr kurzen, wurzelnden Perichätialästen. Die meist gut gestielte Kapsel ist aufrecht bis horizontal, bereits bei manchen Arten beginnt die Seta sich zu verkürzen. Das ist bei den

Helicophyllaceae

bis zum Einsenken der Kapseln gediehen. Der Zentralstrang dieses Baum- oder Felsenmooses fehlt oder ist armzellig.

Wir müssen noch einmal zu unserem Bildungskreise der *Leucodontaceae* zurück, um von ihnen etwa mit LOTSY (102) die

Leskeineae

abzuleiten. Man hat dabei besonders die *Trachypodaceae* im Auge. Wir haben diese bei den *Leucodontaceae* abgehandelt, möchten aber hier noch einmal kurz auf sie zurückkommen, da wir ja von ihnen aus weitergehen müssen.

Einen Glanz beobachteten wir nur selten. Die Perichätien sind groß und führen zahlreiche Paraphysen. Die Kapsel ist aufrecht und dickovoidisch, erinnert also etwas an die *Bartramieae*. Die Seta ist zum Teil noch lang, zum Teil bereits verkürzt. Ein Zentralstrang ist im Stamme noch teilweise vorhanden. Die Gattung *Diaphanodon* soll manche Übereinstimmung (LOTSY, 103) mit der Leskeen-Gattung *Duthiella* zeigen. BROTHIERUS rechnet diese Gattung zu den *Trachypodaceae*.

Wir wollen uns nicht mit Einzelheiten aufhalten, sondern nur unter anderem die verhältnismäßig großen Sporophyten derselben hervorheben.

Dennoch aber möchten wir glauben, daß die

Leskeaceae

nicht von ihnen direkt abstammen, sondern als eine besondere Familie aus gemeinsamem Grunde entsprossen sind.

Es handelt sich um meist schlanke, glanzlose Pflanzen, die in dichten bis lockeren Rasen stehen. In dem dicht beästeten Stengel kann noch die Andeutung eines Zentralstranges vorhanden sein. Die Blätter sind eiförmig bis eilanzettlich und führen häufig eine kräftige Rippe. Meist sind die Blattzellen parenchymatisch und papillös, seltener trifft man langgestreckte an. Die Blüten stehen am Stengel, Antheridialstände zuweilen auch an Ästen. Fadenförmige Paraphysen durchsetzen die kleinen Antheridialknospen. Die weiblichen Stände pflegen kurz und wurzelnd zu sein. Der Hauptstengel kriecht vielfach, trägt Rhizoiden, liegt dem Substrat an und gleicht einem Ausläufer. Die Stolonen besorgen die Ausbreitung am Substrat. Nur selten fehlen die Paraphyllien. Sie haben hier eine große Vielgestalt und Zahl erreicht, so daß man sie so recht zum Charakterisieren der Familie benutzen kann.

Die Familie ist überaus formenreich, so daß man sehr wohl glauben kann, daß von hier aus die Entwicklung nach den verschiedensten Richtungen ausgestrahlt ist (LOESKE, 104). Wir möchten hier die *Leskeaceae* in dem weiteren Sinne lassen und die verschiedenen Unterfamilien nicht als gesonderte Familien abtrennen.

Für eine ziemlich tief stehende Entwicklung halten wir die ohne Paraphyllien, zum Teil noch auf der Erde gedeihenden *Anomodontae*. Die aufrechte Kapsel unterstützt diese Meinung.

Auch die *Thelieae* besitzen noch diese aufrechte Kapsel. Formenkreise, welche gesondert abgehen, sind die *Thuidieae*. — Es handelt sich hier um zum Teil sehr kräftige Erdmoose. Aber die hohe Gliederung der vegetativen Organe, die Paraphyllien und die heteromorphen Blätter sprechen für eine abgeleitete Entwicklung.

Eine andere Richtung haben die *Leskeae* eingeschlagen. Es sind Baum- oder Felsenmoose. Paraphyllien sind vorhanden.

In diesen Kreisen beginnt die Neigung der Kapsel und somit das Zeichen der abgeleiteten Natur (Heterocladien). In ihren End-

entwicklungen kommen Formen vor, welche den *Brachythecium*-Formen sehr ähneln, so daß man diese Familie wohl als polyphyletisch zusammengesetzt aus mancherlei Kreisen auffassen kann, was einen Überblick ungemein erschwert.

Wir sehen hier wieder die Entwicklung eines Formenkreises in verschiedene Biotypen.

Ein Formenkreis, welcher ebenfalls noch zu den nächsten Verwandten der *Leucodontaceae* gehört, aber in seiner Art eigene Wege gegangen ist, sind die

Fontinalineae.

Die verhältnismäßig tiefe Stellung dieser Gattung erkannte schon LIMPRICHT. Die wirklichen Beziehungen zwischen diesen beiden Familien *Climacium* und den *Fontinalaceae* festgestellt zu haben, ist das Verdienst LINDBERGS. Wir möchten hier wieder LOESKE (105) folgen: „Alle Wasserlaubmoose sind phyletische Endspresse von Entwicklungsreihen, die mit Landformen begonnen haben.“ „Auch bei den *Fontinalaceae* lassen sich jetzt noch mit Hilfe von *Climacium* die Linien ihrer Entwicklung auf Landmoose zurückführen. Mit *Climacium* hört der Weg noch nicht auf.“

Mit LIMPRICHT stellt LOESKE *Climacium* in die Nähe von *Dolichomitra* und *Isothecium* unter den *Lembophyllaceae*. Hier soll eine Verwandtschaft mit den *Antitrichieae* bestehen. Die *Antitrichieae* sind sehr wohl zu einer Verknüpfung mit den *Bartramiaceae* geeignet.

Die *Thamnieae* unter den *Neckeraceae* ähneln ebenfalls *Climacium* vielfach. Wir können somit die Stellung dieses Formenkreises sehr gut präzisieren. Die Vereinigung mit dem nächsten großen Formenkreis kennzeichnet LOTSY (106): „Wenn wir die *Fontinalaceae* als einen an die *Hedwigiaceae*-Unterfamilie der *Rhacocarpeae* anschließenden aquatischen Seitenzweig dieser *Hedwigiaceae* betrachten, können wir die Familie *Cryphaeaceae* wieder direkt an die *Hedwigiaceae* anschließen.“ Wir möchten aber den Anschluß nicht so direkt möglich halten, die Konvergenz erzeugt durch Reduktion aus nahestehendem Grunde oft große Ähnlichkeiten.

Am meisten dem Grunde genähert sind von diesem Kreise die

Climaciaceae.

Es handelt sich hier um sehr stattliche Sumpfmoose. Der unterirdische, mit glatten Rhizoiden dicht befaltzte Hauptstengel ist rhi-

zomartig. Ein Zentralstrang ist daher vorhanden. Auch die bäumchenartig stehenden Sekundärsprosse haben ihn. Die Form wechselt sehr stark. Sie sind einfach oder fiedrig verzweigt und dicht beblättert. Die fadenförmigen Paraphyllien sind zahlreich, am Rhizome stehen anders gestaltete Rindenblätter. Die Blätter durchzieht eine einfache Rippe, die vor der Spitze endet. Ihre Zellen sind schmal rhombisch bis nach unten lineal und glatt. Die dick knospenförmigen Antheridialstände durchsetzen reichliche, braune Paraphysen. Der Perichätialast ist sehr kurz und wurzelt spärlich. Die Sporogone sind oft gehäuft. Die mittelgroße Kapsel steht auf langem Stiele, aufrecht oder übergeneigt.

Wir kommen nun zu den

Fontinalaceae,

zu einem Kreis der wenigen wirklichen Wassermoose. Solche sind außerdem noch *Fissidentaceae* (*Conomitrium*), *Neckeraceae* (*Thamnum*) und *Pottiaceae* (*Cinclidotus*). Diese typischen Wassermoose stehen in scharfem Gegensatz zu den vereinzelt Arten anderer Kreise (*Grimmia apocarpa, gracilis, rivularis*). Sie können zwar in der Kultur zum Landleben gebracht werden, aber führen dieses im Freien nie oder doch kaum. Es handelt sich hier um ein „Ertragen“ des Landlebens. „Die typischen Wassermoose haben, worauf GOEBEL (107) hinweist, „einen charakteristischen Habitus: lange, biegsame, flutende, reich verzweigte Sprosse.“ „Daß die Wassermoose nur wenig veränderte Landmoose sind, spricht sich vor allem darin aus, daß fast bei allen Sporogonien nur dann auftreten, wenn sie in periodisch austrocknenden Bächen wachsen.“ Alle diese Eigenschaften haben die Wassermoose konvergent erlangt, doch heben wir hervor, daß es nur noch junge, kurze Äste sind, welche diese Form erzeugt haben. Wenn eine Reihe in Orthogenese erstarrt ist, dann ist das nicht mehr möglich. Man möchte fast glauben, die Möglichkeiten sind dann schon „ausgeschöpft“. Wir wollen daher die *Fontinalaceae* nicht von den *Climaciaceae* ableiten, da diese schon ein in mancher Hinsicht spezialisierter Kreis sind, wenn man auch zugeben muß, daß die Sumpfmoose sich sehr wohl als die Vorfahren der Wassermoose denken lassen.

Zunächst sei eine Charakteristik der Familie gegeben. Es handelt sich immer um flutende Wassermoose. Eine Polsterbildung würde auf andere Vorfahren hindeuten. Dem Stengel des Grundes fehlt der Zentralstrang. Die Rhizoiden sind nur als Haftorgane

spärlich vorhanden. Die Blätter sind einschichtig, eine Rippe fehlt oder ist kaum ausgebildet. Ihre Zellen sind prosenchymatisch, ein Zeichen für die Ableitung aus dieser Gegend. Die Geschlechtsorgane stehen an Haupt- und Seitensprossen, Paraphysen sind nur spärlich vorhanden, die Geschlechtsorgane auch nur in geringer Zahl. Die Perichätialäste sind verlängert und wurzeln am Grunde.

Es ist ganz merkwürdig, in der Entwicklung der *Fontinalaceae* eine schöne Reihe von Zuständen zu finden. Ob das aber eine phyletische Reihe ist, braucht damit nicht gesagt zu sein.

Am Beginn einer jeden der beiden Unterfamilien steht eine Gattung mit noch aufrechtem kräftigem Sporogon: *Wardia* unter den *Fontinaloideae*, *Dichelyma* unter den *Dichelymoideae*, von welchen die letztere noch eine Rippe hat, die erstere nicht. Aber auch hier hat nur *Wardia* eine wirklich lange Seta, die noch gedreht ist. Die anderen Gattungen besitzen eingesenkte Kapseln. Auch an dieser kann man noch Reduktionen feststellen.

Bereits bei unseren bisherigen Betrachtungen waren wir auf Gedankengänge gestoßen, welche eine Verkettung der *Hypnaceae* und *Brachytheciaceae* im revidierten Sinne mit dem Grunde der *Lembophyllaceae* erkennen ließen. Es kann nicht unsere Aufgabe sein, die unermessliche Fülle dieser Kreise auszuschöpfen. Dazu bedürfte es eines jahrelangen Studiums und Kenntnis der Formenkreise. Besonders bei solchen, wie die *Hypnaceae* und ihre nächsten Verwandten, ist ein solches Unternehmen ungemein schwierig. Es handelt sich um junge und jüngste Familien, welche sich im vollsten Flusse der Entwicklung befinden. Wir haben hier so recht die Bildungsherde vor uns.

Eine wirklich detaillierte Abgrenzung der Familien ist unserer Ansicht nach hier unmöglich.

Wir möchten da besonders die Kreise hervorheben, welche noch auf allerlei Substrat gedeihen. Das pflegen meist die ursprünglichsten zu sein.

An den Anfang setzen wir die

Hypnaceae.

Es gibt Formen auf Baumstämmen, auf trockenen Halden, in Bächen, auf dem Waldboden, auf Wiesen, auf dem Erdboden, auf humusreicher Erde, im trockenen wie feuchten Walde, auf Kalk, kurz überall. Wir wollen dabei bedenken, daß eben in solchen „fließenden“ Kreisen Spezialisiertes und Ursprüngliches wirr durch-

einander geht. Es ist so recht eine Familie, welche sich in Formenkreise auflöst.

Der Verschiedenartigkeit der Standorte entspricht die der Gestaltung. Es sind schlanke bis kräftige Moose. Sie können locker stehen oder zu dichtem Rasen sich vereinen. Ein Zentralstrang ist vorhanden oder fehlt, ebenso steht es mit den substereiden Mantelzellen. Neben selteneren aufrechten und unregelmäßig verzweigten Gestalten, welche zu *Hylocomium* überleiten, finden sich meist kriechende ausläuferartige und geteilte Stämmchen. Für die höheren Mooskreise ist aber der mehr oder minder ausgeprägte Glanz kennzeichnend. Die Paraphyllien fehlen zumeist. Die Blätter sind quer inseriert, einschichtig, lang zugespitzt und meist gleichartig. Die Rippe ist doppelt, kurz oder fehlend. Sehr charakteristisch für die höhere Stellung sind die stets prosenchymatischen Zellen. Papillen kommen nur noch selten vor. Es war das ein Kennzeichen der anderen Äste. Die „Blüten“ sind stengelständig. Die Perichätien wurzeln. Die Kapsel steht aufrecht bis horizontal auf einer langen Seta. Die Kapseln selbst sind ovoidisch bis zylindrisch, gerade oder gekrümmt. Auch hier sehen wir eine doch noch ziemliche Mannigfaltigkeit, wenn die Größe auch mittelmäßig ist.

Ein Formenkreis, der wohl unten an die *Hypnaceae* ansetzt und diesen kräftigen Typus besonders ausbildet, sind die

Hylocomiaceae.

Sie bewohnen besonders den Waldboden, Bergwiesen und felsige Abhänge, doch kommen auch Baummoose kräftigen Typs in feuchten Wäldern vor. Der Zentralstrang ist in den starren Pflanzen meist nur armselig, die substereiden Mantelzellen dagegen gut entwickelt. Das Stämmchen hat oft bäumchen- oder stockwerkartigen Aufbau, indem es aufsteigt oder sich aufrecht hält. Es wundert daher nicht, daß, ähnlich wie bei den *Thuidium*-Arten, sehr häufig ungemein zahlreiche Paraphyllien, die mangels Wasseraufnahmeorganen deutlich vorhanden sind, vorliegen. Die Blätter sind symmetrisch und der Flächenlage entsprechend deutlich dimorph bis heteromorph. Die Rippe ist meist doppelt. Die Blattzellen selbst sind prosenchymatisch und papillös vortretend, die Blattecken wenig differenziert, im Gegensatz zu den meisten *Hypnaceae*. Es kommt Phyllodiözie vor. Die männlichen „Blüten“ sind knospenförmig. Die Archegone stehen an sehr kurzen, nicht oder kaum wurzelnden Perichätialästen, die meist geneigte bis hängende, hochrückige Kapsel steht an langer Seta.

Rhytidiaceae.

Ebenfalls zu den kräftigen, starren Moosen gehört dieser Kreis. Ihre ausgedehnten Rasen überziehen in Massenv egetation den Boden der Wälder und Wiesen. Der Zentralstrang aus wenigen Zellen ist ebenso wie der Stereidenmantel in den aufrechten bis niederliegenden Stämmchen vorhanden.

Dichtgestellte, mehrreihige, symmetrische Blätter bedecken die mehr oder minder verästelten Stengel. Die zarte Rippe der Blätter wechselt zwischen einfacher und doppelter Natur. Die glatten Zellen sind, wie das in diesen Kreisen zu erwarten, prosenchymatisch. In der Gliederung der Blattecken schließen sich die Formen den *Hypnaceae* an. Die Knospen der männlichen Blüten durchsetzen fadenförmige Paraphysen. Die weiblichen „Blüten“-Stände sind sehr kurz, aber nur spärlich oder gar nicht wurzelnd. Die Kapsel steht selten aufrecht, meist horizontal bis hängend auf langer Seta. Kennzeichnenderweise führen alle bäumchenartigen Genera sehr reichliche Paraphyllien, wie man das ja bei der schlechten Leitung erwarten kann.

Eine Familie, welche weiter oben ansetzt, dürften die

Sematophyllaceae

sein. Es handelt sich, mit wenigen Ausnahmen, um Baummoose. nur vereinzelte gehen auf den Waldboden. Es sind schlanke bis kräftige Moose, die oft glänzen. Der Zentralstrang fehlt in dem kriechenden, selten aufrechten Stämmchen. Stereide Mantelzellen sind da. Die Bewurzelung ist nur spärlich, wie wir das bei Baummosen häufig finden. Die doppelte Rippe ist sehr kurz, fehlt sogar oft. Die Zellen der symmetrischen, vielreihigen Blätter zeigen, wie in allen diesen Kreisen, prosenchymatischen Bau. Die Geschlechtsverhältnisse sind sehr mannigfach. Die stengel- oder astständigen „Blüten“ lassen oft die fadenförmigen Paraphysen vermissen. Die weiblichen „Blüten“ stehen an sehr kurzen, in der Mehrzahl wurzelnden Perichätialästchen. Die Kapsel schwankt zwischen Mittelgröße bis klein. Eine Seta ist aber immer vorhanden. Sie hängt meistens oder ist doch geneigt. Die Paraphyllien fehlen meistens. Dagegen sind bei den Moosen Brutfäden häufig, besonders bei Formen, welche epiphyllisch leben. Wir sehen hierin eine Konvergenz mit den *Hookeriales*.

Eine Familie, welche zwar diesen Kreisen sehr nahe steht, aber aus dem Grunde noch unterhalb der *Hypnaceae* hervorgehen dürfte (s. auch LOESKE, 108), umfaßt die

Plagiotheriaceae.

Wir stellen sie an die Abgangsstelle der *Brachytheciaceae* im engeren Sinne. Die Blattzellen sind noch nicht prosenchymatisch, sondern vielmehr rhombisch bis lineal. Es ist so recht ein unsicherer Kreis, in dem ziemliche Mannigfaltigkeit herrscht. Es kommen noch verhältnismäßig große Sporophyten vor. Die Kapseln sind aufrecht bis geneigt und werden von einer verlängerten Seta hochgehoben. Die „Blüten“ stehen am Stengel, die weiblichen sind sehr kurze, meist wurzelnde Perichätialäste. Der Stengel hat meist einen Zentralstrang und kriecht oft ausläuferartig. Paraphyllien fehlen. Die Blattrippe ist einfach oder doppelt, selten fehlt sie.

An diese Familie möchten wir einerseits die ebenfalls auch noch auf dem Boden wachsenden

Brachytheciaceae

anschließen. Wir sind uns dabei wohl bewußt, daß gerade diese Familie in der weiteren Fassung eine abgeleitete Sache ist. Ein Zentralstrang ist vorhanden, ebenso die Mantelzellen. In der Wuchsform sind sie mannigfaltig, wie die vorhergehenden Familien. Paraphyllien fehlen meist. Die Blätter wenden sich selten nach einer Seite. Ihre Rippe ist einfach. Die Zellen sind prosenchymatisch und glatt. In der Geschlechtsverteilung kommen alle Möglichkeiten vor: autözisch, diözisch, pseudoautözisch und phyllanthözisch. Wie bei allen Familien dieses Kreises sind die männlichen Pflanzen den weiblichen ähnlich. Die „Blüten“ stehen am Stengel, selten zugleich an einem Ästchen. Die Antheridienstände sind klein und haben fadenförmige Paraphysen. Die Perichätialäste wurzeln und sind sehr kurz. Die langgestielten Kapseln sind seltener aufrecht, meist geneigt bis horizontal, niemals hängend. Dieselbe problematische Natur ist der Familie der

Amblystegiaceae

eigen. Wir möchten aber glauben, daß von diesen Kreisen eine Entwicklung zum Leben an nassen Standorten, Sümpfen und im Wasser ausgegangen ist. Darauf deutet wohl die erweitert prosenchymatische Gestalt der Zellen der quer inserierten Blätter. Die

Rippe ist einfach, doppelt oder fehlend. Paraphyllien können auftreten. Der Zentralstrang ist häufig obliteriert oder sonst nur armzellig. Die Kapsel ist selten fast aufrecht, meist geneigt oder gekrümmt. Eine Seta ist gut entwickelt.

Damit hätten wir die Formenkreise erschöpft und wenden uns dem letzten zu.

Wir verlassen nun diese Reihen, welche vollständig oder doch in ihren Spitzen ausgebreiteten Baummoosen oder Wassermoosen sich zuneigten und wenden uns dem Ausgangspunkte des *Leucodon-laceae*-Kreises, der eine viel größere Mannigfaltigkeit zeigte, zu. Von diesem Kreise geht, oder sagen wir vielleicht etwas vorsichtiger, aus dem gleichen Grunde entsproßt ein Formenkreis, der zu extremer Anpassung an trockene Felsen und dergleichen neigt, die

Hedwigiales.

Die Zusammengehörigkeit dieses Kreises ist noch nicht so scharf ausgesprochen worden. Die Wuchsformen lassen eine gewisse Ähnlichkeit nicht verkennen, aber die Angst vor einer konvergenten Entwicklung, die ja fraglos stattgefunden hat, schreckte vor sicheren Urteilen ab. Des weiteren gaben die oft geringe Größe des Sporophyten und Reduktionerscheinungen Anlaß zur Annahme einer Ursprünglichkeit, oder sagen wir besser, zur „Auseinander-Entwicklung“ aus solchem Grunde. Wir wollen uns von diesen Fesseln freimachen und eine Entwicklung aus den „Urpleurocarpen“ konstruieren. Die Pleurocarpie war hier noch nicht festgelegt, sondern begann sich ebenso wie die Größenminderung zu entwickeln. Es handelt sich hierbei um keine Reihen, sondern um eine fächerartig ausstrahlende Entfaltung.

An den Anfang wollen wir die

Encalyptaceae

stellen. Die niedere Stellung dieser Familie erkennt man wohl am besten durch das Bestreben, sie mit den *Pottiales* zu vereinigen. LINDBERG wollte sie direkt mit den *Pottiaceae* zusammenstellen. FLEISCHER (109) ist seiner Sache nicht so sicher und stellt sie als eine Zwischengruppe zwischen *Haplolepideae* und *Diplolepideae*. LOESKE (110) erkennt ebenfalls das Nichtineinpassen: „Sie werden wohl weiterhin als eigener Moosstamm zu behandeln sein.“ Es ist merkwürdig, wie WERTSTEIN (111) im richtigen Gefühle einer Verwandtschaft sie in die Nähe von *Orthotricheae* und *Grimmiæ* stellt.

Wie sehr sie primitive Merkmale neben abgeleiteten tragen, das bringt am besten die Beschreibung zur Geltung.

Die Familie besteht aus wenigen mehr oder minder kräftigen Vertretern und besiedelt Erde oder Felsen in rasenartigem Wuchse. Ein Zentralstrang durchzieht den dicht beblätterten, gabelig oder büschelig geteilten Stengel. Das einschichtige Blatt ist flach und ganzrandig. Eine kräftige Rippe mit starkem Stereidgehalt durchzieht die Lamina. Die Zellen sind oben rundlich, mehreckig und führen Blattgrün. Auf beiden Seiten tragen sie kräftige Wimpern, die man sowohl als Kapillarapparat (GOEBEL, 112), wie auch als Aussteifung einer Wand, die bei der Kohäsion zusammengezogen wird, deuten kann. Ähnliche Papillen finden sich besonders bei *Hedwigiaceae*, *Grimmiaceae* unter den Verwandten, aber auch bei *Barbula*-Arten sind sie zugegen. Auch die *Leskeaceae*-Kreise haben diese. Es sind eben Merkmale, welche eine gewisse Verwandtschaft andeuten können, aber nicht brauchen. Am Grunde sind die Blattzellen viel weiter und haben dünne Längs- und stark verdickte Querwände. Es handelt sich also um einen Wasseraufsaugemechanismus. Die Antheridienstände besitzen noch schwach keulenförmige Paraphysen und stehen in arnblättrigen, seitlichen Knospen. Die weiblichen Stände sind gipfelständig. Die Seta ist verlängert, die aufrechte Kapsel besitzt mittlere Größe.

Wir möchten diese Familie als eine Sonderentwicklung betrachten. Über die Kapseln wird gesondert gesprochen werden.

Eine Familie, welche ebenfalls die Pleurocarpie noch nicht in allen Vertretern zeigt, sondern meist gipfelständige Sporogone führt, sind die

Orthotrichaceae.

Es sind kissen- bis rasenbildende Moose, die seltener die Felsen häufiger die Rinden bewohnen. Dem Stengel mangelt der Zentralstrang, er kann aber noch aufrecht stehen, daneben finden sich Typen, welche stark an die *Leucodontaceae* und ihre Derivate erinnern. Die kriechenden Stengel besitzen am Grunde oder auch längs reichlich Rhizoiden. Die kurzen oder verzweigten Seitenäste steigen auf. Bei solchen Typen trifft man häufig seitenständige Perichätien an. Die Blätter sind dicht gestellt und liegen trocken als Kapillarapparat an oder sind spiralig gedreht. Die Blätter sind meist, wie bei den vorhergehenden, ganzrandig, selten zungenlanzettlich, meist eilanzettlich. Die Rippe ist fast homogen, tritt aber doch zuweilen aus. Ihre Zellen sind klein und dickwandig.

wie wir das häufig bei Formen sehen, welche das Wasser zähe festhalten. Papillen finden sich ebenfalls oft. Am Blattgrunde sind die Zellen anders gestaltet, meist rektangulär und verlängert bis linealisch. Es findet sich häufig eine Seite der Wand stärker verdickt als die andere. Die Sporogone stehen meist an schlecht differenzierten Perichätien. Hervorgehoben zu werden verdienen die häufigen Brutkörper, welche stengelbürtig sind. Daneben gibt es auch noch Bauchblätter. Die Kapseln sind bei gewissen Kreisen dick, langgestielt und rund bis birnförmig, daneben kommen aber auch schlanke Typen vor. Neben diesen findet man aber auch kleinere eingesenkte Kapseln. Besonderer Erwähnung bedürfen die Geschlechtsverhältnisse bei *Macromitrium*-Arten (FLEISCHER, 113). Bei dieser Gattung entstehen die auf den Blättern keimenden Zwergmännchen aus den großen Sporen. Es scheint hier eine Entwicklung bei Baummoosen vorzuliegen, die in mancher Hinsicht an die heterosporen Farne erinnert.

Eine Familie durchaus nicht unstrittiger Stellung sind die

Ptychomitriaceae.

Man hat sie früher zu den *Grimmiaceae* gerechnet. LOESKE (114) schreibt ganz bezeichnend: „Ferner entferne ich die *Ptychomitriaceae* aus der Familie.“ „Nach meiner Vergleichung zeigt dagegen die Gametophyt auffällige morphologische Anklänge an die *Orthotrichaceae*.“ Wir möchten beiden Ansichten gerecht werden und sie zwischen beide Familien stellen. Aber es würde ein zweckloses Unternehmen bedeuten, sie nun an die Spitze der *Orthotrichaceae* zu bringen, sie sind unserer Ansicht nach eine vom Grunde ausgehende Entwicklung. Dafür spricht die Gipfelständigkeit des Sporophyten und die kräftige Seta, wenn auch *Glyphomitrium* darin nicht mehr so extrem ist. Der unten dicht bewurzelte Stengel führt einen Zentralstrang. Er ist meist einfach und trägt dicht die stumpfen oder lang zugespitzten Blätter. Trocken sind diese geschlängelt bis schneckenförmig eingerollt. Die Blattlamina ist vielfach zwei- bis mehrschichtig und wird von einer kräftigen Rippe durchzogen. Die glatten Zellen sind klein, wie wir das ja bei wasserhaltenden Moosen gewöhnt sind, und besitzen dicke Wände. Nur in manchen Fällen ist der Blattgrund nicht wie die oberen Teile quadratisch, sondern lineal. Die männlichen „Blüten“ sind knospenförmig und besitzen kurze Paraphysen. Wir haben es mit Felsmoosen zu tun, seltener finden sie sich auf Baumstämmen.

Eine Familie von ebenfalls nicht ganz feststehender Stellung sind die

Erpodiaceae.

Sie haben in mancher Hinsicht eine gewisse Ähnlichkeit mit den *Fabroniaceae* (LINDBERG, 115). Wir möchten sie aber mit FLEISCHER, BROTHERUS und LOTSY hierher setzen. Sie stellen fraglos einen weit abgeleiteten Typus dar und bewohnen Baumrinden, seltener Felsen. Es ist aber noch eine Anzahl von etwas ursprünglicheren Merkmalen vorhanden. Vor allem sei der Zentralstrang hervorgehoben. Es handelt sich um meist sehr kleine Moose mit oft kriechendem Hauptstengel. Die Blätter können vier- bis mehrreihig abstehen. Sie sind trocken dachziegelig breit, weich und lassen eine Rippe vermissen. Daneben gibt es Formen, welche täuschend an nadelartige Laubmoose erinnern (*Wildia*, *Solmsiella*). Die beiden unten stehenden Blattspreiten sind amphigastrienartig. Es liegt hier eine der täuschenden Konvergenzen vor. Die Zellen sind zartwandig und parenchymatisch. Die „Blüten“ haben nie Paraphysen. Die männlichen Stände sind klein, dick, knospenförmig und axillär. Die weiblichen „Blüten“-Stände können entweder an schlanken Ästen stehen, die wie die sterilen gestaltet sind, oder aber es können sehr kurze Perichätialäste sein. Der Sporophyt ist stark reduziert, oft fast ungestielt, sonst mit sehr kurzer Seta. Die Kapsel selbst ist aufrecht. Wenn wir die

Grimmiaceae

für aus diesen Kreisen hervorgegangen halten, so stehen wir nicht allein. WETTSTEIN betont ausdrücklich die Beziehungen zwischen den *Orthotricheae* und ihnen. Auch der Umstand, daß früher die *Hedwigiaceae* mit ihnen vereinigt wurden, gibt zu denken. Wir möchten sie für einen sehr abgeleiteten, zwischen beiden hervorgehenden Zweig ansprechen. Auch LOESKE kann sich nicht der „biologischen Verwandtschaft“ entziehen, wenn er sie auch mit FLEISCHER von ihnen entfernt. So haben *Encalypta*, *Grimmia*- und *Hedwigia*-Arten vielfach die gleichen Kapillarapparate an den Blättern in Form von Papillen. Die trockenen Blattspitzen, welche als Wassereinsauger wirken, teilen viele Grimmien mit Hedwigien. Wir wollen dabei aber nicht das Vorkommen bei *Bryum* und *Physcomitrium* vergessen. Dasselbe Merkmal kann einmal Verwandtschaft anzeigen, einmal nicht. Hervorgehoben mögen die ventralen Lamellen auf den Blättern der *Aligrimmia* werden, welche

an *Polytrichum* erinnern, also eine öfters konvergent erscheinende Einrichtung sind. Die Zellen der mehrreihigen Blätter sind klein, meist parenchymatisch, mit oft gebuchteten Wänden. Die oft mit Glasfasern versehenen Blätter sind stark hygroskopisch. Die Stengel sind dicht beblättert und gabel- bis büschelästig. Die charakteristischen Wuchsformen sind Polster oder Rasen. Ihr Standort ist nur noch selten die Erde, meist Felsen und Steine, daneben gibt es aber auch ausgesprochene Wassermoose, *Scoulerioideae*, welche stattlich im Wasser fluten. Diese haben habituell manche Ähnlichkeit mit *Fontinalaceae*, welche ja gar nicht allzu weit verwandtschaftlich abstehen. Die Wasserformen von anderen Grimmien sind polsterförmig und verraten, wie GOEBEL meint, die Abstammung von Landformen. Bei den *Grimmiaceae* (*Aligrimmia*, *Grimmia*) gibt es vielfach noch einen Zentralstrang. Dieser fehlt jedoch dem sonst sehr kräftigen *Rhacomitrium*. Der Stengel der sehr vielgestalteten Familie ist meist nur am Grunde bewurzelt. Die „Blüten“ sind knospenförmig, die Paraphysen können fehlen oder spärlich auftreten. Sie stehen acrogen oder cladogen. Die Kapsel ist meist nicht sehr groß. Neben solchen, welche mehr oder minder gestielt sind, gibt es fast ungestielte. Die Seta kann herabgebogen sein. — Als letzte Familie mögen nun die

Hedwigiaceae

beleuchtet werden. Nicht als ob wir gerade diese für die höchstentwickelten hielten, sondern weil sie so recht den Anschluß zu den *Leucodontaceae* geben. Das geht so weit, daß BROTHÉRUS (116) sie sogar mit ihnen in dieselbe Unterfamilie steckt. Wie wir aber schon bei den *Grimmiaceae* hervorgehoben haben, wurden sie früher mit mit ihnen vereinigt. LOTSY stellt die *Hedwigiaceae* direkt als Abkömmlinge der *Orthotrichaceae* hin. Es handelt sich um kräftige, starre Pflanzen in lockerem oder dichtem Rasen. Der Glanz fehlt meistens, aber er kann schon gelegentlich da sein. Der Stengel hat keinen Zentralstrang mehr.

Wir müssen drei Formengruppen auseinanderhalten: 1. Die *Hedwigioidae*. Sie wachsen an Felsen und Steinen, oder auf Bäumen. Der Stengel ist verlängert, unregelmäßig beästet, die Blätter ungesäumt, ohne lockere Alarzellen. Es gibt hier noch Formen mit langer Seta, daneben sind aber auch eingesenkte Kapseln vorhanden. Seltener finden sich Formen nasser Standorte. Wie bei allen Unterfamilien ist die Kapsel aufrecht.

2. Die Wuchsformen sehr nasser Standorte, stehender Gewässer und Torfmoore: die *Rhacocarpondeae*. Die Kapsel ist langgestielt, der Stengel verlängert und unregelmäßig bis fast fiederig beästet. Wie bei vielen Wassermoosen sind die Blätter gesäumt. Die Alarzellen sind groß und leer.

3. Die typischen Baummoose der *Cleistostomoideae*. Sie sind mit sehr langen, hängenden, bis dreifach gefiederten Stengeln versehen. Die Zellen der Blattecken sind klein und quadratisch, die anderen Zellen sind oben verlängert, lineal geschlängelt und tragen dichte Papillen. Das Moos zeigt die Erscheinungen der Wasseraufnahme durch die Blätter. Die Kapsel ist, wie bei vielen ähnlichen Pflanzen, eingesenkt und fast ohne Seta. Es gibt vielzellige Sporen. Ob hier in den verschiedenen gestalteten Sporen nicht ähnliche Dinge vorliegen wie bei denen mancher *Orthotrichaceae*, möge dahingestellt sein.

Von sonstigen Eigenschaften seien noch einige, allen *Hedwigiaceae* gemeinsame, hervorgehoben. Es kommen Stolonen vor. In den Blattachseln gibt es paraphysenartige Haare, welche man vielleicht mit manchen *Orthotricheae* vergleichen kann. Die „Blüten“ stehen gipfelständig an Hauptsprossen oder an Ästen. Sie besitzen goldgelbe, fadenförmige Paraphysen.

Wir sehen also durch diese Betrachtungen, daß es sehr wohl möglich ist, die Familien der Laubmoose zu einem einheitlichen Bilde zu verweben, wenn man den Gametophyten allein herausgreift. Aber das ist nur die eine, wenn auch wichtigste Generation. Man könnte sagen, daß sie besonders stark den Einflüssen der Außenwelt unterworfen ist. Es ist daher unbedingt nötig, auch die Sporophyten zu betrachten.

Der Sporophyt

Wollen wir die Sporophyten der Laubmoose völlig verstehen, so müssen wir auf die Formen zurückgehen, welche die Bindeformen darstellen. Durch die Arbeiten von GOEBEL (117) und MIELINSKI (118) sind die *Anthocerotaceae* als solche Bindeformen wahrscheinlich gemacht worden. Es ist daher eine Beschreibung der hier vorhandenen Sporophyten eine Notwendigkeit.

Der Sporophyt der Anthocerotales als Ausgangspunkt der Entwicklung der Laubmoose

Von den anderen Lebermoosen weichen die *Anthocerotales* stark ab, wenn auch der Beginn ihrer Entwicklung gleich oder ähnlich.

Der Embryo umfaßt 2—3 Stockwerke von Zellen, deren unterstes dem Fuße den Ursprung gibt. Es fehlt ein ausgesprochener Sporogonstiel. Das gesamte Gewebe wird durch perikline Spaltung in ein Endothecium und ein Amphithecium zerlegt. Die Innenzellen bilden eine sterile Säule, die Columella, welche bei *Anthoceros* das ganze Sporogon durchsetzt. Die Wandschicht zerfällt nochmals in zwei Lagen, von denen die innere die Ursprungsstelle der Sporen, das Archesporium, wird. In ausgewachsenem Zustande stellen die Sporophyten lange, zylindrische Gebilde dar. Eine scharfe Gliederung in Stiel und Kapsel wird man bei *Anthoceros* vergeblich suchen. Der Grund allein ist anders gestaltet und in einen mit Haustorialschläuchen besetzten Fuß umgewandelt. Auf der Oberfläche der Kapsel sind die Spaltöffnungen gleichmäßig verteilt. Da das interkalare Meristem aber dem Fuße für ein lang andauerndes Wachsen sorgt, so wird die „Schote“ ziemlich lang und groß. Der Wandteil der „Schote“ ist durch seinen Gehalt an Blattgrün imstande, sich selbständig durch Assimilation zu ernähren.

In der Mitte der Kapsel verläuft die leistenförmige Columella. Ihre engen, langgestreckten Zellen dienen einerseits der Zuleitung von Nahrungsmaterial, andererseits mögen sie auch zur Festigung beitragen. Von der Columella aus gehen zur Wandschicht der Kapsel sterile Zellen durch das Archespor, welche den Wasseraustausch zu vermitteln helfen. Später werden diese Zellen oft zu „Elateren“. Sie bestehen hier aus Zellreihen.

Wir möchten hervorheben, daß damit eigentlich der Prototyp der Tracheiden geschaffen ist. Bei *Anthoceros* selbst sind die spiraligen Verdickungen obliteriert, bei anderen Arten aber gut entfaltet. Wenn sie auch erst bei der Sporenverbreitung zur Geltung kommen, so können wir es uns sehr wohl vorstellen, daß vor der Sporenreife die Leitung durch die Elementar-Zellreihen bei früherer Entwicklung der Spiralfasern sehr wohl zur Entstehung von Tracheiden geführt haben kann.

Von den *Anthocerotales* führt uns vielleicht

Notothylas

etwas weiter. Wir wollen aber damit nicht etwa sagen, daß dieses die Stammform sei, sondern sie steht auf einem Zustande, der uns die Stammform der Laubmoose besser verstehen und konstruieren läßt. Die Sporogone können noch fast völlig in der Hülle stecken und nur wenig mit der Spitze herausragen, weil das interkalare Wachstum zurückgeblieben ist, das ist aber nicht die Erscheinung,

welche uns Fingerzeige gibt. Das sind ebenso wie das Verkümmern der Spaltöffnungen Reduktionserscheinungen. Die Elateren werden vervollkommenet, die Columella verkümmert. Wenn wir nun das interkalare Meristem am Grunde bei den *Anthocerotales* nur das sterile Gewebe einer Seta erzeugen lassen, so haben wir den Prototyp des ersten Laubmoos-Sporogons. Der Übergang von der Columella der Spitze zu fertilem Gewebe findet bei manchen Laubmoosen eine Parallele.

Eines näheren Eingehens bedürfen die ausgesprochenen

Marsupien.

Wir möchten hervorheben, daß diese Marsupien bereits bei *Ricciella* da sind, wenn auch nur andeutungsweise. Bei den *Marchantiaceae*, welche unserer Ansicht nach eine Seitenentwicklung sind, fehlen sie. Das spricht gegen die Meinung GOEBELS, in den *Ricciella*-Formen reduzierte *Marchantiaceae* zu sehen. Bei den *Anthocerotaceae* bildet sich um das im Thallus eingesenkte, befruchtete Archegonium ein besonderes Gewebe, welches als Tasche mit dem sich entwickelnden Embryo emporwächst. Diese Tasche kann sich sogar zu einem schleimgefüllten Hohlraum umbilden. Endlich aber wird der Scheitel durchbrochen, und die Tasche bildet eine Scheide um die Basis des Sporogons.

Wir möchten überhaupt dazu neigen, diese Marsupien als die primitiven Archegone zu betrachten. Die freistehenden Archegonien der Laubmoose sind das abgeleitete Verhalten. Es ist aber hier nicht der Ort, auf diese Einzelheiten des näheren einzugehen.

Wenn wir die weiteren Gedankengänge ausführen können, so verdanken wir das besonders GOEBEL (119). Nur diese klare und erschöpfende Beschreibung und die großen Erfahrungen dieses Forschers können folgende Darstellung ermöglichen.

Die Laubmoose

Bei den Laubmoosen sind die Gametangien durch die früh einsetzende Marsupienbildung emporgehoben. Aber der Grund dieser „gestielten“ Archegonien ist auf dem embryonalen Zustande stehen geblieben. Das Gewebe ist zwar potentiell zum Weiterwachsen geeignet, es bedarf jedoch hierzu der wohl hormonalen Anregung durch die befruchtete, sich entwickelnde Eizelle bzw. den Embryo. Man könnte das Gewebe mit einer Placenta der Tiere wohl vergleichen (GOEBEL, 120). In dem Fußteil des Archegoniums sind Nährstoffe aufgehäuft, welche die erste Nahrung für den Embryo

geben. Durch diese Anregung kann sich das Marsupium um ein Vielfaches vergrößern. Der Embryo dringt in dieses Gewebe ein und „liegt darin, wie der eines Gallentieres in der durch den Reiz erzeugten Gallenkammer“. Bei manchen Moosen (*Buxbaumia*) dringt er zwar in das Stämmchen ein, meist aber ist das nicht der Fall. Das Gewebe des Stieles wirkt also völlig als *Haustorium* des Gametophyten auf den Körper desselben. Dieses Haustorium wird aber hormonal oder durch andere Reize von dem Sporophyten beeinflusst. Schließlich zerreißt die Hülle, aber das findet nicht, wie bei *Anthoceros*, an der Spitze statt, sondern eine bestimmte Zone des Grundes ist durch Erzeugen dünnwandiger Zellen hierzu vorgebildet.

Diese Hülle des Embryos wird bei den verschiedenen Moosen wohl verschiedenartig gebildet. Es können sich drei Gewebezonen daran beteiligen. 1. Der Archegonbauchteil, 2. der Archegonstiel und endlich 3. die Sproßachse unterhalb des Stieles.

Wir möchten mit GOEBEL (121) folgende Sätze herausheben: „Es gibt sogar Fälle, in denen der Archegoniumbauchteil sich gar nicht an der Bildung der Hülle und der Calyptra beteiligt, und die, in welcher er vorwiegend dabei mitwirkt, sind recht selten.“

Bei *Leptobryum* z. B. entsteht alles aus dem Fuße. Der Sporophyt der Laubmoose wächst zunächst mit einer Scheitelzelle an der Spitze. Der Stiel wird bei den Laubmoosen eher ausgebildet als die Kapsel selbst. Innerlich wird sie zwar sehr bald angelegt, jedoch kommt sie nicht zur Entfaltung. Es ist nun von großer prinzipieller Bedeutung, daß bei den Laubmoosen genau wie bei *Anthoceros* am Grunde der Seta ein interkalares Meristem wirkt. Hierbei bringt GOEBEL (122) einmal, was er aus großer Vorsicht nur selten tut, phylogenetische Gedanken: „Denn wir nehmen an, daß die Sporophyten der übrigen Bryophyten aus *Anthoceros*-ähnlichen Formen eben dadurch hervorgegangen sind, daß das Meristem steril wurde, d. h. also für den Stiel, nicht für die Kapsel arbeitete.“ Durch die Tätigkeit dieses Meristems kommt der Sporophyt in die Höhe, da das Spitzenwachstum nur zögernd ist. Das Spitzenmeristem wird nun bei den *Eubryales* lange tätig, durch die Haube geschützt. Bei *Anthoceros* erschöpft es sich viel rascher. Wir sehen also, daß die Moose mit langgestreckter Seta am ursprünglichsten sind.

Der Innenaufbau des Sporogons

Das innere sterile Gewebe der Columella ist im wesentlichen bei den Laubmoosen erhalten geblieben. Nur wird ebenfalls der obere

Teil des glockenförmigen Archespors steril, so daß ein tonnenförmiges entsteht. Die Spitze des Sporogons wird zum Deckel, das Archesporgewebe im Deckel wird, wie GOEBEL (123) ausführt, zum Peristom.

Von einem primitiven Sporophyten haben wir also bei den Laubmoosen folgende Teile zu erwarten: 1. einen Fuß, der als Haustorium wirkt und in einer 2. Vaginula sitzt; 3. eine Seta trägt den fertilen Teil in die Höhe; 4. die Kapsel hat eine Columella; 5. Spaltöffnungen möglichst noch gleichmäßig verteilt; 6. ein Deckel wird abgeworfen; 7. ein Peristom ist an der Kapselmündung vorhanden. Dieses hat eine schachbrettartige Anordnung von Elateren und steril gewordenen Sporen dazwischen (s. GOEBEL, in Flora 1927. 22. Bd. S. 33).

Wie wir bereits ausgeführt haben, ist die primitive Kapsel groß und aufrecht. Die Spaltöffnungen sind an diesem Sporophyten gut ausgebildet und möglichst zahlreich. Die Verteilung wird meist bei ursprünglichen Arten allgemein sein. Die Verringerung der Spaltöffnungen, ihr Schwinden oder ihre gehemmte Ausbildung wird ebenso wie eine Ausbildung besonderer Kragen und dergleichen eine Fortbildung oder Reduktion darstellen.

Der innere Bau des Kapselteiles kann sich sowohl vervollkommen wie Reduktionen unterliegen. So deuten das gewölbte Archespor, eine besonders dicke Columella, auf eine Komplikation ebenso hin, wie die Verkümmern der Columella, ihr Fertilwerden, die geringe Ausbildung der Kapselwand ein Abstieg der Organisation sind.

Wir müssen nun noch einige Worte über das

Peristom

sagen. Wohl das einfachste aller Peristome liegt bei den *Tetraphis*-Arten vor. Bei ihnen gibt es eigentlich noch gar keinen recht ausgebildeten Deckel. Er ist einschichtig und nur von der äußeren Zellschicht, also Epidermis, der kegelförmigen Spitze der jungen Kapsel gebildet. LIMPRICHT (124) schildert mit Schlagworten die Dinge kurz: „Deckel kegelig, einschichtig, nur aus Epidermiszellen des kegeligen Teiles der Kapsel gebildet, einseitig geschlitzt.“ Ein Ring fehlt. Über das Peristom äußert sich vor allem LORSY (125): „Man würde also meinen können, daß hier kein Peristom vorhanden war, sondern daß sich das Epiphragma in vier Zähne spaltet. In Wirklichkeit aber ist es nicht das Epiphragma, sondern die Deckelcolumella, die in vier Zähne gespalten wird.“ „Ein Quer-

schnitt durch einen Zahn zeigt, daß dieser aus mehreren Zellschichten besteht, von denen die beiden äußeren verdickte Wände haben. Diese beiden Schichten entstehen nun, wie GOEBEL nachwies, aus der inneren Schicht des Amphitheciums, d. h. also aus der Schicht, welche sonst das Peristom bildet.“

Wir möchten aber nicht die Ableitung der vier Klappen aus dem Lebermoosporogon vornehmen, sondern glauben, daß es sich um eine Fortbildung der Verhältnisse bei *Anthoceros* handelt. Daß sich die Kapsel nur an der Spitze öffnet, das würde man sich sehr leicht dadurch erklären können, daß hier, ebenso wie bei *Notothylas*, die Spitze in der Entwicklung vorseilt. Das ist hinsichtlich des Aufspringens bei *Anthoceros* ja auch schon vorhanden. Das allmähliche Einsetzen des Peristoms ist eben auch hier wohl so zu erklären, daß die Epidermen gewöhnlich dem darunter gelegenen Gewebe vorseilen und einfach zerrissen werden. Auch unser oft zitierter, wohl fraglos phylogenetisch sehr folgerichtig denkender Autor LOESKE (126) erkannte die Verkettung mit manchen *Andreaeaceae*: „Das ist ein archaischer Zug, der zu weiteren Vergleichen mit *Acroschisma* herausfordert“, „... so doch jedenfalls die *Tetraphidineae* von allen Laubmoosen den *Andreaeales* morphologisch am nächsten stehen, und daher das System der *Bryineae* an der Spitze einleiten sollten.“ Die Sporenaussaat ist jedenfalls noch sehr primitiv, da das Peristom nicht hygroskopisch sein soll. — Die *Georgiaceae* kommen somit dem Urtypus der *Eubryales* von allen lebenden Formen am nächsten. Betrachtet man aber den Bau des ganzen Sporophyten, so kommt man zu dem Ergebnis, daß es sich um eine bereits abgeleitete Form handelt.

Von den beiden Gattungen der *Georgiaceae* ist *Tetrodontium* im Sporophyten eher als primitiv zu bezeichnen. Die aufrechte Kapsel ist oval oder länglich und trägt im Niveau der Sporensackbasis noch spärliche Spaltöffnungen. Der Sporensack ist kurz gestielt und liegt mittels unregelmäßiger Längsleisten der Kapselwand an. Wie bei allen primitiven Moosen umhüllt eine Haube die unreife Kapsel. Bei *Georgia* dagegen ist die Kapsel sehr dünnhäutig, es fehlen ihr die Spaltöffnungen. Die Gestalt ist schlank. **Der Sporensack hat keinen Stiel und liegt unmittelbar an der Kapselwand.**

An den Urtyp der Laubmoose lassen sich gut die

Polytrichales

durch die

Dawsoniaceae

anschließen. Lorsy (127) vollzieht die Verkettung seiner Archidonten: „Jedenfalls aber ist das *Tetraphis*-Peristom homolog mit denjenigen Gewebsteilen, welche bei *Dawsonia* Deckelcolumella und Peristom bilden.“ Aber wir möchten nicht bei *Georgia* an ein nachträgliches Vorwachsen denken, sondern bei den *Dawsoniaceae* eine große Differenzierung annehmen. Die bei *Georgia* noch fehlende Gliederung in Deckel und Peristom beginnt nun hier sich in besonderer Art geltend zu machen. In der folgenden Schilderung entnehmen wir vornehmlich das Material GOEBELS Archegoniatenstudien (128). Die Columella setzt sich von der Basis bis zur Spitze fort. An der Übergangsstelle der späteren Bruchfläche des Deckels ist sie von kleineren Zellen gebildet, welche alle in der Richtung der Reißfläche liegende Trennungswände haben, so daß die Interzellularsubstanz hier eine völlig zusammenhängende Schicht bildet. Es wäre wertvoll, den Zustand der Interzellularsubstanz zu prüfen, ob Amyloid vorliegt. Außen an die obere Deckelcolumella schließt nun das mehrzellige Peristomgewebe an. Es entspricht dem Amphithecium wie bei allen anderen Moosen. Wir möchten hervorheben, daß bei den *Anthocerotales* aus dem Amphithecium Sporen und Elaterenstränge in schachbrettartiger Anordnung entstehen. Dieselbe Ausbildung hat es bei den *Dawsoniales* insofern, als es aus zweierlei Zellen besteht, aus schmalen dickwandigen Zellfäden und aus schwach schachbrettartig dazwischen gelagerten dünnwandigen, die unserer Ansicht nach die steril gewordenen Sporenmutterzellen darstellen. Letztere werden bei der Öffnung obliteriert. Wir haben hier also viele Peristomreihen. An der Basis hängen diese zu je zweien zusammen. Beim Öffnen löst sich an einem vorgebildeten Annulus der Deckel außen ab. Mit ihm ist die Deckelcolumella verbunden wie ein Klöppel in einer Glocke. Man kann die Verhältnisse sehr leicht von *Anthocerotales* ableiten. Im oberen Deckel allein erfolgt die Differenzierung von Elaterenreihen. Die Kapsel springt zunächst nur oben auf. Später erfolgt in der Deckelregion gar keine Sporenbildung mehr, diese bleibt auf die untere Zone beschränkt. Während nun bei den Ur-Georgien das Amphithecium nur zwei „Elaterenzüge“, die seitlich zusammenhängen, ausbildete, die die Kapsel sprengen und die Außenwand zerreißen und die Columella mit dem Deckel zerfetzen, verlief das bei den Ur-*Dawsoniales* in anderer Richtung. Die zahlreichen Elaterenreihen blieben erhalten, nur bildet sich ein Ring und ein Trennungspaar der Deckelcolumella heraus. Wenn wir nun die Wandlung der Elaterenreihen in beiden Fällen in Peristomzähne

annehmen, was nur eine graduelle Änderung desselben Prozesses der Wandverdickung ist, so kommen wir zu beiden Typen. Der Übergang zur Sporenbildung auf das Endothecium ist ein Vorgang, der ja wegen des Fruchtbarmwerdens der ganzen Columella bei *Notothylas* gar keine Schwierigkeiten macht. Wir möchten diese beiden Typen, die *Georgiales* und *Dawsoniales*, besonders hervorheben, weil sie zeigen, daß an dem Anfang der Laubmoosentwicklung *vielreihige und ganzzellige Peristome* stehen.

Es erübrigt sich nun, noch die weitere Gestaltung der *Dawsoniaceae* zu beschreiben. Außer der Größe der Kapseln sei vor allem die Ausrüstung mit Spaltöffnungen in ihrem unteren Teile über der Apophyse erwähnt. Wenn wir diese Verteilung auch als etwas ancestral ansehen können, so kann dasselbe nicht von den Spaltöffnungen selbst gelten, welche die Seitenwände resorbiert haben. Die starke Faltung des Sporensackes, der dorsiventrale Bau mit seiner Blasebalgkonstruktion sind aber fraglos alles Dinge, die auf eine Entfernung von wirklich ursprünglichem Bau hindeuten. Das gleiche gilt von den sehr kleinen Sporen und der merkwürdigen Behaarung der Kalyptra.

Von einer Gestaltungsart, welche noch nicht im einzelnen eine so hochgradige Spezialisierung aufweist, können wir zwei Formengruppen ableiten. Den ersteren stellen die

Lyelliaceae

dar. Die Kapsel ist ebenfalls dorsiventral. Aber das Peristom ist obliteriert. Auf die Einzelheiten wollen wir nicht eingehen, sondern auf Lorry (129) verweisen. Es ist im Hinblick auf seine halbseitige, glatte Haube, welche nur den Deckel bedeckt, als eine andersartige Entwicklung aus gleichem Grunde aufgefaßt.

Ebenfalls aus dem Grunde der *Dawsoniaceae* sind die vielgestaltigen

Polytrichaceae

herleitbar. Wir finden die gleichen Deckel- und Kapselcolumellen. Die Peristomzähne werden aber nur aus einer eigenartig zusammengelagerten Schicht ganzer Zellen gebildet, welche den Kapselcolumellen anliegen. Die Zellen sind sklerenchymatisch und hufeisenförmig. Sie sind ebenfalls auf einen Ring gestellt, der die Kapselmündung überragt. Eine Sonderbildung stellt das Epiphragma dar. Wir können hier aber nicht auf die Details eingehen. Besonders hervorzuheben ist vielleicht der den Sporensack innen und außen umfassende, doppelte Luftraum. Hinsichtlich der Gestaltung der

Kapsel herrschen große Mannigfaltigkeiten. Auf der einen Seite haben wir die kubischen Kapseln mit der stark ausgeprägten Apophyse als die eine Entwicklung, die dünnen, walzenförmigen, geneigten Kapseln von *Catharinaea* sind die andere Bildung. Die Haube kann allseitig aufsitzen, aber sie ist oft nur einseitig. Die Haarbildungen können fehlen oder sehr stark vorhanden sein. Die Spaltöffnungen können einerseits wohl ausgebildet sein, es gibt aber solche aus „einer Zelle“, und in manchen Fällen können sie bei kleineren Kapseln, *Catharinaea*, sogar fehlen.

Wir können also, wenn wir den Formenkreis genau besehen, sehr deutlich sowohl Komplikation wie Vereinfachung und Reduktion in denselben Formenkreisen feststellen. Es ist fraglich, ob die mannigfaltigen Formen mit fehlendem Peristom aus den *Dawsoniaceae* direkt oder aus den *Polytrichaceae* sich ableiten. Alles in allem finden wir hier bereits fast all die ganzen Erscheinungen, welche wir später in den anderen Ästen wieder auftauchen sehen.

Das nicht zelluläre Peristom

Wir verlassen nun diesen Seitenast und gehen zur Betrachtung des Stammes weiter. Es erhebt sich nun eine Reihe von Fragen, welche an die Worte: Peristom fehlend, Peristom einfach, Peristom doppelt — geknüpft sind. Bei dem verlassenen Formenkreis hatten wir einerseits ein ungemein vielschichtiges Peristom und sahen dieses auf eine Zellschicht beschränkt, ja sogar zum Fehlen kommen.

Wenn wir nun bedenken, daß das vielzellreihige Peristom das primitivste ist, so werden wir das zweischichtige Peristom, welches nicht mehr aus ganzen Zellen, sondern nur noch aus den tangentialen Wänden gebildet ist, als primitiv betrachten. Gehen wir aber der Sache völlig auf den Grund, so ist es viel wichtiger, sich nach den Zellen umzusehen, welche die Peristome bilden. Von besonderem Interesse sind die Beobachtungen von HEDWIG (130) bei *Cinclidotus riparius*. Es gehört zu einer Gattung, welche nur ein einfaches Peristom besitzt. BROTHÉRUS (131) schreibt: „Peristom einfach, zuweilen rudimentär, basaler Tubus niedrig, getäfelt, zuweilen durchbrochen; Äste in unbestimmter Anzahl, lang und haarförmig, unter sich mehr oder minder unregelmäßig gitterig zusammenhängend.“ Es handelt sich offenbar um einen „reduzierten“ Typ, d. h. einen solchen, bei dem die Organisation sich nicht voll ausgewirkt hat. Dennoch ersieht man aus der Abbildung, die von BROTHÉRUS (132) übernommen ist, daß fünf Zellreihen an der

Ausbildung des Peristoms teilgenommen haben: Die Bilder von *Buxbaumia indusiata*, welche GOEBEL gibt, zeigen, daß zu dem als Haut entwickelten Innenperistom noch ein zweifaches äußeres, sehr rudimentäres kleinzähniges Peristom kommt. Hier sind vier Zellreihen an der Peristombildung beteiligt. Die *Splachnaceae* sollen zudem noch nach LORSY (133) in ihrem einfachen Peristom Beziehungen zu den Archidonten aufweisen, also ganzellige Peristome besitzen. Da bei den zweifachen Peristomen drei Zellreihen zur Bildung beitragen, so neigen wir dazu, *die Doppelperistome als die ursprünglicheren anzusehen und die Vereinfachung oder ihr Schwinden als eine Reduktionserscheinung zu würdigen*. Diese Reduktion kann in jeder Gruppe eintreten. An den Grund gehören die Gattungen mit dem reichen Peristom und der großen, aufrechten Kapsel. *Die mit einfacheren Peristomen ausgerüsteten sind die reduzierten Typen der jeweiligen Reihe*. Es wäre daher verkehrt, die Moose mit dem einfachen oder gar fehlenden Peristom an den Anfang zu setzen, wobei es immerhin vorkommen kann, daß sich aus sehr basalen Gruppen die Reduktion rasch auf das Peristom legt.

Mit dem Verluste des Peristoms geht vielfach die Fortbildung der Kapsel-Kontraktion beim Trocknen Hand in Hand. Überall da, wo die Columella mit dem Deckel verwächst und solche Bildungen, wie sie bei *Scouleria*, *Splachnum*, *Calymperes* auftreten, handelt es sich um abgeleitete Dinge.

Die cleistocarpen Moose halten wir samt und sonders mit GOEBEL (134) für Reduktionsbildungen. Darauf weist besonders die Häufigkeit rudimentärer Organe hin (*Mildeella*, *Entosthodon*).

Wir stehen also in der Bewertung des Peristoms nicht auf einem eng begrenzten Standpunkte. Wir möchten auch in dieser Hinsicht den weitblickenden LOESKE (135) zu Wort kommen lassen: „Einen erheblichen Teil der ihm zugemessenen Bedeutung verdankt das Peristom seiner Nachbarschaft zu den Sporen.“ „Nur die sporenbildende Schicht und ihre Hüllen sind das bleibende; alles übrige findet sich in zahlreichen Modifikationen, kann reduziert oder rudimentär sein, ganz wie beim vegetativen Mooskörper auch!“ Gegen das allzu starke Auswerten kleiner Peristomverschiedenheiten wendet er sich mit den Worten: „Mit den eigentlichen, tiefer liegenden Verschiedenheiten im Bau des Peristoms sind sie nicht zu verwechseln.“ „Je nachdem einem Forscher der Sporophyt oder Gametophyt als die wichtigere Generation erschien, mußte sein System

einen anderen Ausdruck erhalten. Wollte man nun wirklich zu entscheiden versuchen, welche Generation die ‚wichtigere‘ sei, so müßte ich für meinen Teil sogar den Gametophyten wählen.“

Zu welchen Schwierigkeiten die Annahme der Entwicklung der doppelten Peristome als abgeleitete führt, dafür sind folgende Sätze denkwürdig.

FLEISCHER (136) betont die Übereinstimmung der Sporogone von *Bryaceae* und *Hypnaceae*, die „sich bei dem Peristom sogar bis auf die mikroskopischen Einzelheiten der Lamellenstrukturen usw. erstreckt“. „Diese vegetativ so verschiedenen Familien können also ihren gemeinsamen entwicklungsgeschichtlichen Ursprung nicht verleugnen.“ LOESKE (137) nennt das parallele Peristombildung. „Alle diese Gruppen (*Thuidium*, *Stereodon*, *Calliergon*, *Hylocomium* u. a. m.) sind, genügend weit zurückverfolgt, einem größeren Urzentrum entsprungen, und dies bewirkte, daß sie schließlich mit dem gleichen Sporogone kulminierten, sei es, weil sich in der Entwicklungsperiode der divergierenden Reihen die Aufgabe der Sporogone nicht wesentlich änderte, sei es, weil die gleiche Entwicklung des Sporogons schon in der gemeinsamen Stammform durch ‚innere Ursachen‘ vorgezeichnet war.“ Er hält bei den *Hypnaceae* eben die Sporogonentwicklung für nahezu stationär, während der Gametophyt sich noch deutlich weiter differenziert. „Dies ist die Entwicklung, die wir in den höher differenzierten Moosgruppen deutlich erkennen können.“ Wir möchten diese Entwicklung bei den höheren Moosgruppen nicht nur unterschreiben, sondern diesen Gedankengang weiter ausdehnen und sagen:

Das reiche Peristom und der differenzierte Sporophyt sind eben das Ursprüngliche, aus dem sich die anderen Formen ableiten. Wir müssen die reichen Kreise miteinander verketteten und die Verarmung auf den Ästen annehmen. Nicht vergessen dürfen wir aber dabei, daß es alte Formenkreise gibt, denen die Peristome bereits weitgehend verarmt sind, und bei denen wir keine solchen mit doppeltem Peristom mehr finden. Dieser letztere Umstand ist das Wahre an der FLEISCHERSCHEN Einteilung, welche die Gruppen mit einem Peristom an die Basis setzt. Aber wir dürfen hier nicht schematisch vorgehen, da sehr wohl sonst tiefstehende Kreise dennoch Formen mit zwei Peristomen als ursprüngliche Kreise hinterlassen haben. Das eine Mal „legt“ sich die Entwicklung auf das Peristom, das andere Mal auf eine andere Sache.

Haplo- und Diplolepidales

Bevor wir zu einer speziellen Behandlung gehen, müssen wir uns noch über einige Punkte Klarheit verschaffen. Wir hatten gesehen, daß wir uns nicht starr an die *Diplo-* und *Haplolepidales* halten wollen, sofern es sich um die ursprüngliche Einzahl der Peristomreihen handelt. Wir möchten die Einzahl immer als etwas Reduziertes betrachten. Diese beiden Gruppen sind aber noch durch ein anderes Moment unterschieden. Bei den *Haplolepidales* erfolgt die Entstehung der Peristomwände so, daß außen nur eine Zelle die Zähne belegt, innen dagegen zwei. Bei den *Diplolepidales* ist es dagegen für das Außenperistom umgekehrt. Das gemischte Vorkommen von beiden Typen bei den Encalypten, also den *Heterolepidales*, zeigt aber, daß dieses Vorkommen ebenfalls nur zur Charakteristik einzelner Reihen tauglich ist. Über die Schärfe der Trennung äußert sich auch LOESKE (138) ebenfalls so, daß die Familie mit beiderlei Peristomen versehene Urglieder hatte. Es ist so, als ob am Grunde oder bei den nicht vorhandenen Kreisen diese Anordnung wechselnd war und nach der Spitze sich festgelegt hat. Wir werden besonders bei dem Encalypten-Kreis darauf zurückzukommen haben. Daß das Vorkommen des Vorperistoms eine noch erhaltene Andeutung der großen Reichhaltigkeit der Peristoms ist, darüber wird im einzelnen noch zu sprechen sein.

Nachdem wir diese mehr allgemeinen Gesichtspunkte entwickelt haben, wollen wir uns den einzelnen Ästen zuwenden, wie wir sie bereits an Hand des Gametophyten betrachteten.

An den Grund der

Dicranales

hatten wir die

Pleurophascaceae

zu setzen versucht. Es ist aber nicht leicht möglich, diese Gedanken-
gänge näher zu stützen, da verschiedene Einzelheiten im Bau der
Kapsel bekannt sein müßten, um eine größere Sicherheit erzielen
zu können. Uns verlockte dazu die Größe des Sporophyten. Am
Halse trifft man eine große Anzahl von Spaltöffnungen an, welche
eingesenkt sind. Die Columella liegt dem Sporensack unmittelbar
an und geht bis zur Spitze durch. Der Sporensack ist gestielt und
mit vielen Spannfäden versehen. Die nierenförmigen Sporen sind
40—50 μ breit. Ein Deckel ist nicht differenziert. Es ist fraglich,
ob die aufgeblasene Kapsel eine Sonderbildung ist, die an manche
Diphyscium-Arten mit ihrem Bau erinnert, oder ob hier Ursprüng-

liches vorliegt. In allen den tiefstehenden Kreisen haben wir ein Vorwegnehmen der Merkmale der Endgruppen.

Die Ableitung der anderen *Dicranales* stößt auf gewisse Schwierigkeiten, weil bei ihnen eine ganz ungeheure Fülle der Erscheinungsformen auftritt. Aber gerade das ist die Erscheinung, welche eben eine uns noch gut überkommene alte Entwicklung zeigt. Selten kann man das Gesetz des Unspezialisierten in einer Familie, diese als Einheit angesehen, so gut studieren, wie beim Betrachten des Sporogonbaues der

Cleistocarpes.

Wir halten uns bei der Ableitung von dem Fehler frei, die alten Formen in reduzierten Formen wie den Pleuridien (LOESKE, 139) zu sehen. Unserer Ansicht nach gibt es unter den cleistocarpes Laubmoosen nicht eine einzige primitive Form. Wir sahen also, nicht die *Ditrichaceae* sind mit den Pleuridien als Ursprung verknüpft, sondern wir lesen die Reihe viel zwangloser umgekehrt. Die *Ditrichaceae* beginnen mit ihren hochdifferenzierten Formen und gipfeln in den reduzierten.

Ebensowenig sind unserer Meinung nach die Weisien etwa der Ursprung aller Moose, sie beginnen nicht (LOESKE, 140) mit *Astomum*. Dieses ist vielmehr ein reduziertes, cleistocarpes Moos mit einem noch angedeuteten Deckelchen, „das sich (BROTHERUS, 141) aber sehr selten von selbst ablöst“. Auch *Hymenostomum* ist wohl morphologisch eine einfache Form, nicht aber phylogenetisch, da ist es eine Reduktion.

Wir haben nun die meisten Kreise zu einem einheitlichen Bilde zusammengebracht bis auf zwei. Da gibt vor allem der Satz LOESKES (142) zu denken, eben, daß „eine andere Linie von den *Bartramiaceae* oder *Rhizogoniaceae* über *Spiridens* ins Reich der Astmoose führt“. Es sind nun die *Bartramiaceae* und *Funario-Bryales* immer als sicher verwandt angesehen worden. Man könnte auch hier eine Verkettung durch cleistocarpe Formen annehmen. Es ist da LOESKE (143) anzuführen: „Aber keineswegs bei allen Cleistocarpes liegen solche retrograde Anpassungen vor. So z. B. sicher nicht bei den urtümlich gebliebenen Archidien.“ „Innerhin werden die Archidien, die wie *Lorentziella* und *Gigaspermum* als Gruppen ‚lebender Fossilien‘ vom Reiche der *Bryales* erscheinen, ihre Stellung nahe der Spitze dieser Ordnung beanspruchen dürfen. Die Pleuridien schließen sich ihnen zunächst an.“ Während LOESKE also bei den *Phascaceae* eine Reduktion

aus Pottien richtig erkannt hat, möchte er die *Bruchiaceae* als primitiv betrachten und mit *Pseudephemerum*, *Pleuridium* und *Bruchia* an *Archidium* anschließen. Wenn man die *Ditrichoideae* von BROTHÉRUS (144) genau ansieht, so könnte man eine Verkettung mit *Archidium* durch *Pleuridium* noch besser erkennen. Ich möchte aber vor allem darauf hinweisen, daß *Eccremidium Whiteleggei* (BROTHÉRUS, 145) in der Abbildung deutlich ein *Pseudopodium* erkennen läßt. Wir sehen also hier eine Form aus dem *Archidiales*-Kreis. Es sind auch die großen Sporen und die Resorption der Columella und des Sporensackes zu beobachten. Diese Form mit ihrer sehr kleinen, kegelmützenförmigen Haube, den Spaltöffnungen um den Deckel ist sehr gut geeignet, die Verkettung von *Archidium* mit *Andreaea* zu vollziehen, die oft schwarzgrünen Rasen kann man auch noch heranziehen. Wir wollen nun aber nicht den Schritt unternehmen und diese Eccremidien mit den *Ditrichaceae* vereinigen, sondern sie als Bindeform der *Andreaea* auffassen. Aber *Archidium* stellt eine *Endentwicklung* dar, genau so wie die Pleuridien und alle anderen Cleistocarpen. Aber es ist verkehrt, diese nun untereinander zu verketten, so ungeheuer die Ähnlichkeiten auch sind. Die *Funario-Bryales* sind eben nicht durch *Ephemeraceae* und *Physcomitrellaceae* mit *Archidium* verknüpft, sondern sie hängen mit den Urmoosen zusammen und beginnen mit den Formen mit reichem Peristom, also etwa *Funaria*. Die *Gigaspermaceae* sind hinsichtlich ihres Gametophyten eine alte Reihe, aber der Sporophyt ist *reduziert*. Es ist eine Reduktionsreihe aus dem Grunde der *Funario-Bryales*. Eine Verkettung mit *Archidium* durch sie ist nicht möglich, der Sporophyt ist konvergent ähnlich geworden.

Die Linie, welche von den *Bartramiaceae* über *Spiridens* ebenfalls zu den Urpleurocarpen führt, ist eben die gleiche wie die von den „Rhabdoweisien“, es ist der Moosstamm, aus dem sich diese Formenkreise alle abgezweigt haben, und zwar spielt die Reduktion des Sporophyten eine viel größere Rolle als die Vervollkommnung, die nur in vereinzelter Reihen von Grundfamilien *Buxbaumiales*, *Splachnaceae* und *Dawsoniales-Polytrichales* sich findet.

Nach diesen prinzipiellen Gedankengängen möge die Gliederung der *Dicranineae* folgen. Es ist keine sichere Form (wenigstens in dem Umriss der Handbücher) bekannt, welche ein reiches Peristom besitzt, bei allen ist nur eine Reihe vorhanden. An den Grund möchten wir, wie oben bereits auseinandergesetzt, die Formen

mit den ungeteilten Peristomzähnen setzen. Ein Gemenge von solchen ursprünglichen und abgeleiteten Formen sind die

Dicranaceae

in dem Umfange, wie sie BROTHÉRUS faßt. In dieser Gruppe sind die Rhabdoweisien solche Formen. Alle Typen mit zweischenkeligen Zähnen halten wir für die eine Entwicklungsreihe, welche in Formen mit geneigter Kapsel endet. Der Deckel ist lang und oft schief geschnäbelt. Den Zusammenhalt der Peristomzähne deutet noch die Vereinigung zu einem Hohlzylinder am Grunde an. Der Luft-raum hat keine Spannfäden. Die Spaltöffnungen sind oberflächlich liegend, oder aber die Reduktion des Sporogons hat sie verschwinden lassen (*Campylopodioideae*). Die Verkürzung der Seta läßt uns trotzdem die Rhabdoweisien als in ihrer Art aus dem Grunde etwas abgeleitet erscheinen. Aus der Familie sind auch cleistocarpe Typen bekannt, welche aber durchaus nicht aus dem Grunde heraus sich entwickelt zu haben brauchen.

Wir lassen also nicht aus den *Weisiaceae* die *Dicranales* entstehen, sondern möchten den wahren Kern der LOESKESchen Ableitung darin finden: „Mit den Weisien hängen *Dicranoweisia* und *Rhabdoweisia* zwar eng zusammen, die beide stärker differenziert sind als *Weisia*“, doch ist das die Folge einer parallelen Entwicklung aus gleichem Grunde. Beide Gruppen stehen dem Stamme nahe, und so müssen denn ursprüngliche *Pottiales* den ursprünglichen *Dicranales* ähneln.

Wenn wir diese Gedanken so lesen, so können wir die Verkettung dieser Gruppen leicht und glatt vollziehen.

Demnach dürften die *Dicranoweisiae* und *Rhabdoweisiae* die ursprünglichsten Vertreter der *Dicranaceae* sein, an welche sich *Arctoa* an *Dicranoweisia* und *Cynodontium*, *Dichodontium*, *Eudicranum* an die *Rhabdoweisiae* anschließt. Die Formen mit dem unzerspaltenen Peristom wären demnach die einfacheren, von denen sich die komplizierteren, gespaltenen ableiten.

Die *Eucladiaceae* sind nach diesen Überlegungen ebenfalls ein Formenkreis der *Pottiales*, nicht der *Dicranales*. Die Ähnlichkeit beruht eben auch hier auf der Entfaltung aus gleichem Grunde. Genau das gleiche gilt von den *Orthotrichaceae* und *Grimmiae*, denn auch diese haben die Eigenschaften der Ursprünglichkeit noch etwas bewahrt. Sie sind daher vom Grunde aus den anderen Gruppen genähert. Es steckt sicherlich eine gewisse Richtigkeit in der Anschauung von LOESKE (146), „daß die Familie der *Ortho-*

trichaceae im System den *Rhabdoweisiaceae* benachbart sein müsse, deren höhere Stufen sie bilden“. Die Stammgruppen sind sich immer genähert.

Die *Fissidentaceae* haben ebenfalls die Ähnlichkeiten mit den *Dicranaceae* von solchem Ursprung her. Das ist der Kern der Worte LOESKES (147), „daß sich *Fissidens* aus einer *Rhabdoweisia*-artigen Urform ableiten läßt“. Ebenso sind die *Grimmiaceae* noch teilweise ursprünglich und zeigen daher eine „Herkunft aus *Rhabdoweisia*-artigen Urformen“ (LOESKE, 148). Gleichfalls auf die *Rhabdoweisiaceae* sucht man (LOESKE, 149) die *Cryphaeaceae* zurückzuführen.

Daß die *Dicranaceae* nicht immer so einheitlich in ihrem Bau als Haplolepideen gewesen waren, dafür zeugen die sehr interessanten Angaben von LOESKE (150). „Bei den haplolepiden *Dicranum strictum* ist die Außenschicht des Peristoms oft zweizeilig. Bei *Dicranum Scottianum* sind an der Außenschicht zwei und drei, an der Innenschicht drei und vier Zellreihen beteiligt. Bei *Dicranum fulvum* zeigt die Außenschicht zwei getrennte und unterbrochene Längsreihen von unregelmäßigen Platten, die einer mittleren, einzellreihigen Schicht aufliegen. Eine dritte, am weitesten nach innen gelegene Schicht besteht wieder aus zwei Zellreihen.“ Sehr interessant sind bei *Dicranum* auch noch die Vorperistome (*Crassidicranum*). Das ist immerhin eine Möglichkeit zur Ableitung von reicheres Peristom besitzenden Gruppen.

Unter diesen „*Trematodontoidae*“ zeichnet sich besonders *Bruchia* trotz ihrer sehr kurzen Seta und trotz des Fehlens des Deckels durch eine kräftige Entwicklung eines langen Halses mit reichlichem Schwammparenchym und Spaltöffnungen aus. Dieses Gemisch von Abgeleitetem und Ursprünglichem ist für ein reduziertes Glied niederer, am Stamm ansetzender Familien sehr typisch. Wir möchten das Erscheinen gestreifter Kapseln als Beispiel für die Mannigfaltigkeit erwähnen.

Ebenfalls aus dem Grunde der *Dicranaceae* hat sich die Familie der

Seligeraceae

entfaltet. Die Zähne des Peristoms sind, wo noch vorhanden, flach, glatt und ungeteilt. Die Außenschicht mit deutlichem Querbalken, die Innenschicht mit schwächerem. Sehr häufig aber ist das Peristom obliteriert. Dafür aber weisen die Glieder der Familie die oftmals in verschiedenen Kreisen (LOESKE, 151) erworbene

Stylostegie auf. Wir möchten dieses Haftenbleiben des Deckels auf der Columella und das Öffnen und Verschließen der Kapsel immer als ein Zeichen für eine Sonderentwicklung betrachten. Die Haube ist klein, meist kappen-, seltener mützenförmig.

An die *Seligeraceae* schließen sich unserer Ansicht nach an die

Bryoxiphiaceae.

Das Peristom fehlt, dafür ist Stylostegie vorhanden. Der Deckel ist kurz und schief geschnäbelt, die Haube kappenförmig. Es ist unserer Meinung nach nicht möglich, an eine solche Sonderentwicklung die *Fissidentaceae* anzuschließen, wie das LOTSY (152) tut. Die vegetative Gestaltung beider Familien ist aber eine sich ähnliche Endentwicklung. — Dagegen zweigen die

Ditrichaceae

etwas weiter oben ab. Dafür spricht die zweischenklige Form der Peristomzähne, wo solche noch vorhanden sind. Ein Peristom fehlt bei *Tristichium*. An dem Anfang stehen die Glieder mit gut entwickelter Kapsel, ans Ende kommen diejenigen mit allmählich eingesenkter und in bezug auf Spaltöffnungen und dergleichen verminderter Kapsel, *Pleuridium* u. a. m. *Ceratodon* soll die Mitte zwischen *Rhabdoweisiaceae* und den *Ditrichaceae* halten (LOESKE, 153). Der Deckel ist kegelförmig bis geschnäbelt. Handelt es sich hier teilweise um reduzierte Formen von Erdmoosen, welche auf das Leben in niedriger Wuchsform zurückgehen, so stellen den Typus der Baummoose die

Dicnemonaceae

dar. Das Peristom ist ungeteilt bis zweispaltig, die Seta verkümmert. Die Haube ist kappen- oder mützenförmig. Das Hauptmerkmal sind aber die mehrzelligen Sporen. Bei mehreren Vertretern der Gattung *Eucamptodon* sieht man das Sporogon verkümmern. Die oft sehr kleinen und zahlreichen Sporogone deuten ebenfalls auf eine Ableitung.

Von den *Dicranaceae* zweigt ebenfalls eine Verwandtschaft ab, die

Leucobryaceae.

Wir wollen diese mit LOESKE, LOTSY und FLEISCHER im engeren Sinne fassen. „Daß *Leucobryum* und *Paraleucobryum* morphologisch in engster Beziehung stehen, hat LINDBERG erkannt und LORCH (154) nachgewiesen. Die phyletische Stellung beider Gruppen

ist aber noch nicht erhellt.“ (LOESKE, 155.) Wenn nun die *Paraleucobryoideae* nicht direkt zu den *Dicranaceae* gehen, so sind sie doch eine Entwicklung, die mit ihnen einen gemeinsamen Ausgang hat. LORSY (156) bringt das auch zum Ausdruck. Die *Paraleucobryoideae* haben eine gerade Seta. Die Kapsel ist glatt und regelmäßig ausgebildet. Daß sie aber oben an *Dicranum* anschließt, das zeigten die zweischenkeligen Peristome. Die Haube ist bei *Paraleucobryum* kappenförmig und ganzrandig, bei *Brothera* groß, mützenförmig und gewimpert. Das gleiche, hinsichtlich der Bewimperung der Haube, gilt von den *Leucobryaceae*. Es finden sich in der Fassung Formen von *Ochobryum*, die kein Peristom besitzen. Die Spaltöffnungen fehlen.

Damit ist die große Formenfülle der *Dicranales* erschöpft, und wir wenden uns einem Formenkreis zu, der hinsichtlich des Peristoms noch ursprüngliche Typen bewahrt hat.

Funariobryales

Bei der Behandlung des Gametophyten sahen wir zwei mit der Basis zusammenhängende, aber dann bald auseinandergehende Reihen. Die eine betonte den Gametophyten und neigte eher dazu, den Sporophyten zu verkleinern, die andere betonte von Anfang an den Sporophyten und verkümmerte den Gametophyten bzw. drückte ihn zu einem algenartigen Lager, zu einem Protonema, herab.

Wir wollen nun mit der ersten Reihe beginnen, und zwar mit den

Eubryales.

Bereits dort hatten wir an den Anfang die sehr mannigfaltige Familie der

Bryaceae

gesetzt. Daß der Satz von LOESKE (157) nicht völlig richtig ist, daß das doppelte Peristom eine Einrichtung sei, welche dem raschen Entweichen der Sporen aus hängenden oder stark geneigten Kapseln vorbeugt, ist in dieser Familie an den *Orthodontioideae* zu sehen. Obwohl die Kapsel oft aufrecht und immer regelmäßig vorliegt, ist das Peristom doch doppelt. Das innere bildet allerdings nur eine niedrige Grundhaut. Aber wir möchten doch eine gewisse Wahrheit in den LOESKESchen Worten insofern erblicken, daß eben gerade das doppelte Peristom in den Kreisen erhalten geblieben ist, welche zum Neigen oder Hängenlassen der Kapseln

übergehen. Was natürlich in diesem Falle die Wirkung, was die Ursache ist, das ist schwer zu entscheiden. Immerhin ist die Tendenz zur geneigten Kapsel nicht zu verkennen, wir sehen das bereits in den Unterfamilien der im Peristom so mannigfaltigen *Mielichhoferioideae* auftreten. Bei den eigentlichen *Bryoideae*, dem Gipfelpunkt dieser Entwicklung, wird das zur Regel. Bei ihnen ist das Peristom doppelt, und die Grundhaut des inneren Peristoms tritt meist hoch hervor. Ebenso sind die Fortsätze breit und gekerbt, im Gegensatz zu den *Orthodontioideae*, wo sie fadenförmig vorliegen. Wie ungemein mannigfaltig besonders die *Mielichhoferioideae* sind, das zeigt u. a. das Peristom. Das eine Mal fehlt das äußere, das andere Mal das innere Peristom, oder aber es fehlen sogar beide. Auch in der Gestalt der Kapseln herrscht hier eine große Verschiedenheit, so daß man wohl annehmen kann, daß diese Gruppe vielleicht der Grund sein könnte. Die Unterbringung der *Eubryales* an den Grund in die Nähe der *Haplolepideae* vertritt u. a. LOESKE (158). Wie alle Glieder der *Diplolepideae* besitzt das Außenperistom zwei Zellreihen, eine äußere und eine innere. Die *Metacranales* lassen die äußeren und inneren Peristome abwechselnd stehen. Das teilen die *Bryineae* mit den *Bartramiineae*. Wie wenig scharf aber diese Unterschiede sind, das bezeugen die *Encalyptaceae*, welche sowohl die Gliederung der *Haplolepideae* wie *Diplolepideae* zeigen. Es ist eben hier wieder so, daß die dem Stamme noch sehr genäherten Familien sich nicht festgelegt haben, während bei den älteren Entwicklungen sich oft nur mehr die Endentwicklungen erhalten haben, und diese sind dann oft in einer Hinsicht einförmig geworden. Mit allen *Bryoideae* teilen die *Bryaceae* das Fehlen des Vorperistoms, doch möchten wir das im gleichen Sinne deuten, daß eben bei den *Isobryales* noch ursprüngliche Merkmale beibehalten wurden, die den zwar unten abgeleiteten, aber in dieser Hinsicht verarmten Gruppen fehlen.

In anderer Beziehung sind die großen Sporenkapseln der *Bryaceae* primitiver. Der Hals ist stets deutlich, mitunter sogar dicker als die Urne. Wir werden später bei den *Oedipodiaceae* eine Gruppe finden, welche den *Urbryaceen* nahesteht. Das Assimilationsgewebe ist stets entwickelt, die Spaltöffnungen im Halsteile phaneropor, zahlreich und groß. In dieser Hinsicht liegt also eine größere Ursprünglichkeit als bei den meisten *Dicranales* vor, wo nur die *Pleurophascaceae* einen solchen Typ noch darstellen. Ein Ring fehlt selten. Das Peristom ist stets hygroskopisch, das innere hat 16 Teile und daneben noch Zwischenwimpern. Auf die un-

geheure Ähnlichkeit mit den *Hypnaceae* haben wir bereits hingewiesen. Hervorheben möchten wir das gelegentliche Auftreten von gefalteten Kapseln.

Wohl den *Bryaceae* am Grunde nahestehend sind die

Leptostomaceae.

Die aufrechte oder geneigte Kapsel ist meist regelmäßig. Sie besitzt, wie bei den vorhergehenden, einen deutlich verschmälerten Hals. Die Spaltöffnungen darin sind cryptopor bis pseudophaneropor. Die Urne ist dickwandig, der Ring oft fehlend. Das Peristom pflegt verkümmert zu sein, obwohl die Kapsel geneigt ist. Die Peristome sind oft beide sonderbar verwachsen. Die Sporen sind klein oder größer, der Deckel ist klein und kuppelförmig. Die glatte Haube ist flüchtig und eng kappenförmig.

Im Bau der Peristome ähneln die

Mniaceae

sehr den *Bryaceae*. Dagegen ist die Kapsel meist dünnhäutig, geneigt oder hängend. Immerhin kommen aber noch Formen fast kugeligen Baues vor. Auch aufrechte Kapseln finden sich noch sehr selten. Der Hals ist kurz und seine Stomata cryptopor bis pseudophaneropor. Der Ring rollt sich ab und setzt sich aus meist zwei Reihen zusammen. Die Sporen pflegen groß zu sein. Der Deckel ist gewölbt bis schief geschnäbelt. Die Haube ist meist kappenförmig. Eigenartige Peristome besitzen die Cinclidien. Hier ist das innere Peristom zu einer Kuppel verwachsen, welche am Ansatz Löcher trägt, die von dem kurzen, äußeren Peristom verschlossen werden. Es handelt sich um Moose, welche in tiefen Sümpfen, in feuchten Gebirgsgegenden und auf Schlamminseln wachsen. Wir finden hier zweierlei Sporen.

Bei *Cinclidium* begegnen wir einer sehr interessanten Konvergenz mit manchen Wassermooseen (*Fontinalis*).

Eine ebenfalls kleine Familie, welche aus diesem Kreise hervorkommt und vielleicht eine parallele Entwicklung zu den *Hooke-riales* darstellt, sind die pleurocarpen

Hypnodendraceae.

Die Kapsel ist geneigt und gestielt, sie kann noch aufrecht sein, hängende Typen kommen vor. Der Hals ist deutlich und mit phaneroporen Spaltöffnungen versehen. Der Ring ist gut entwickelt. Die Grundhaut des Innenperistoms tritt weit hervor, das

äußere Peristom ist gesäumt und hat eine zickzackartige Längslinie. Die Sporogone stehen an sehr kurzen, reichlich wurzelnden Perichätialästen.

Wir verlassen nun diese Spitzenentwicklung, bei der wir vielfach eine Verkleinerung der Kapsel, nur sehr selten eine Reduktion der Seta gefunden haben, und wenden uns dem zweiten Aste zu, der zur Verkümmern der Seta, aber nicht der Kapsel neigt.

Funariales

Eine der primitivsten Familien dieses Kreises stellen die

Oedipodiaceae

dar. Der Sporophyt ist fast von der Vaginula bis zur Kapsel aus dem „Halse“ gebildet, eine Seta fehlt beinahe völlig. Wir möchten in diesem Halse die steril gewordenen Sporophyten von *Anthoceros* wieder erblicken. Der bleiche, sehr schwammige Anteil trägt sehr große Spaltöffnungen. Im Innern ist er von einem deutlichen Strange durchzogen, der Columella. Nach oben sitzt auf diesem sterilen Teile eine regelmäßige, fast kugelige Kapsel. Die Columella ist nach oben verbreitert. Ein Peristom fehlt ebenso wie ein Ring. Diese beiden Dinge möchten wir als sekundär fehlend betrachten. Die Spitze nimmt ein hochgewölbter, stumpfkegeliger Deckel ein. Die kleine Haube ist kegelig-zylindrisch. Sie fällt bald ab und ist einerseits gespalten. Ähnliche Bildungen, d. h. so abnorm dicke Seten finden sich bei den *Seligeraceae* (*Trochobryum carniolicum*). Auch bei *Bruchia* und *Trematodon* sind die dicken Hälse beobachtet worden. In dieses Kapitel gehört auch *Amphidium*, ebenfalls unter den *Dicranaceae*. Diese alle, zusammen mit der dicken Seta der *Pleurophascaceae*, stellen alte Typen dar, und wir möchten diese scheinbaren Konvergenzen als eine Entwicklung durch Reduktion aus gemeinsamem Grunde auffassen. Wenn diese Formen sich auch im Peristom z. B. weit abgeleitet haben, so wahren sie doch zum Teil die ursprüngliche Organisation. Diese sind sich, wenn wir sie an den Grund setzen, genähert.

An die *Oedipodiaceae* lassen sich zwanglos drei Entwicklungen anschließen: die *Splachnineae*, die *Buxbaumiales* und die *Funariineae*. Betrachten wir zunächst die erste Entwicklung.

Splachnineae

Von ihnen sind eine Entwicklungsreihe mit ebenfalls sehr kräftigem Halse die *Taylorioideae*. Sieht man sich die Familien

unter diesem Gesichtspunkte an, so kommt man zur Erkenntnis ihrer Ursprünglichkeit. Es gibt Typen, bei denen der Hals noch sehr lang ist. Daneben aber zeigen die nächsten Verwandten derselben Untergruppe oft eine weitgehende Reduktion. Die Kapsel ist aufrecht, die Peristome sind oft aus vier Zellreihen gebildet. Dazu kommen noch mitunter die Reste eines zweiten Peristoms, des Vorperistoms. Die Columella erreicht den Scheitel des Deckels und tritt oft nach der Entdeckung hervor. Daneben finden sich Formen mit fehlendem Peristom. Von hier aus gehen zwei deutliche Entwicklungen:

1. *Splachnoideae*. Die Seta ist zunächst noch dick, der Hals wird allmählich kürzer, dafür aber kropfig aufgetrieben (*Tetraplodon*). Nun wird die Seta dünner. Der Hals wird zur Hypophyse. Endlich bei *Splachnum* schwillt er immer mehr auf, um zuletzt eine schirmartige Gestalt anzunehmen. Die Spaltung der Peristomzähne ist oft noch nicht vollständig, diese sind zweischichtig. Bei *Splachnum* werden sie von drei Zellschichten gebildet. Die Zähne sind innen gekammert. Wir haben also noch Andeutungen von ganzzelligen Peristomen. Die Columella der Splachnaceen ist bleibend und wirkt als Apparat mit. Die Haube ist klein und kegelförmig. Die Stomata sind sehr groß, zahlreich und phaneropor. Im Fuße des Sporophyten befindet sich bei manchen *Splachnaceae*, ebenso wie im Stiele, ein kräftiger Zentralstrang mit Gliederung in Leptoxylem und Leptophloem. Es ist also eine ebenso hohe Differenziation des Sporophyten vorhanden, wie wir sie bei den *Polytrichales* angetroffen. Das Ganze stellt eine Fortentwicklung dar (s. auch LOESKE, 159).

2. Die andere Entwicklung geht unter Reduktion des Halses zu den *Splachnobryoideae*. Es gibt hier Typen mit dicker und schon dünnerer Seta. Die Kapsel kann die ovale Form verlassen und zylindrisch werden.

Die *Voitioideae* endlich kommen zur Reduktion des Deckels und Kleistocarpie.

An diese *Voitioideae* könnte man vielleicht die

Schistostegaceae

anreihen. Die Seta ist nun dünn, die Kapsel wird stark verkleinert. Spaltöffnungen, Ring und Peristom fehlen. Der Deckel ist klein und gewölbt, die Haube aber im Gegensatz zur vorhergehenden Gruppe sehr klein und flüchtig. Die zweite Gruppe, die von den

Oedipodiaceae ihren Ausgang nimmt, reduziert wie diese den Gametophyten. Wir möchten aus dem Grunde sehr bald die

Gigaspermaceae

abgehen lassen. Die Seta wird sehr klein, aber sie bleibt dick, die Kapsel ist im Anfang noch sehr groß, aber sie kann sich auch verkleinern. Das Peristom fehlt völlig, die Spaltöffnungen sind groß, oberflächlich und einzellig. Auch der Deckel kann verschwinden. Die ausnehmend großen Sporen sind eine Erscheinung, welche wir bei so kleinen Erdmoosen des öfteren antreffen. Die Zellen des Exotheciums sind locker und dünnwandig. Die Haube ist, wie wir das häufig in diesen Kreisen finden, klein.

Während alle diese Entwicklungen nicht mehr das ursprüngliche Peristom gewahrt haben, finden wir dies in der Reihe der

Buxbaumiales.

Das Peristom im Deckelamphithecium entsteht aus drei bis sechs konzentrischen Zellagen. Das Endostom gehört einer verschiedenen Gewebeschicht an. — Bei den

Diphysciaceae

liegen in mancher Hinsicht abgeleitete, in anderer aber ursprüngliche Merkmale vor. Die Seta ist sehr kurz und bleich. Der Fuß gibt haustorienartige Schläuche ab. Die Kapsel ist eingesenkt, sie besitzt keinen Hals und ist schief eiförmig. Die Mündung ist sehr eng. Spaltöffnungen finden sich am tiefsten Grunde. Ein Ring ist vorhanden, das Peristom ist doppelt, das Äußere alterniert mit den Rippen des Inneren zu einer Haut im gebildeten Peristom. Der Sporensack ist gestielt und mit der Columella verschmolzen. Außen umgibt ihn ein weiter Luftraum mit Spannfäden. Das dürfte ebenso wie die enge Öffnung eine Anpassung als Blasebalg sein. Die Haube ist klein, spitz kegelförmig und bedeckt den Deckel kaum.

Bei den

Buxbaumiaceae

haben wir zum Teil noch ein Vorperistom, dieses liegt dem Außenperistom gegenüber. Das Exostom kreuzt sich mit dem Endostom. Man könnte dabei fast glauben, die *Epicranales*, also *Funariaceae* und *Splachnaceae*, hätten die beiden äußeren, die gekreuzt stehen, entwickelt, die *Bryales* das Vorperistom und das mittlere. Die Kapsel ähnelt sehr der der *Dawsoniales*, doch dürften das ähnliche Umwandlungen als Blasebalg sein. Die Seta ist steif und dick.

Der Fuß geht tief ins Stämmchen hinein. Die Kapsel hat einen kurzen Hals, die Spaltöffnungen liegen zwischen Hals und Seta. Sonst ähneln sie sehr stark den *Diphysciaceae*.

Wir glauben, daß es uns so gelungen ist, die *Buxbaumiales* auch morphologisch gut unterzubringen als einen im Sporophyten archaisch bleibenden Ast der *Funariobryales*. Daß der Gametophyt weit abgeleitet ist, stört diese Ableitung nicht.

Wir kehren nun zum Ausgangspunkt unserer Entwicklung zurück und leiten von den *Oedipodiaceae* die

Funariaceae

ab. Die am tiefsten stehende Gattung ist *Funaria*. Es gibt bei ihr noch Arten mit sehr großem Halse (*Funaria apophysata*). Die Entwicklung geht nach zwei Richtungen, es gibt einerseits die lückenlose Überleitung zur Cleistocarpie, wie wir sie noch vollständiger in der folgenden Familie der *Ephemeraceae* haben, andererseits wird die Kapsel geneigt. Damit geht häufig eine Verkürzung der Seta Hand in Hand. Die Kapsel ist wegen ihres Halses meist birnförmig. Die Spaltöffnungen sind im Halse zahlreich, aber einzellig. Ein Ring ist nicht überall differenziert. Das Peristom kann doppelt sein, aber es setzt deutlich die Reduktion zu einem, ja zum Fehlen ein. Äußeres und inneres Peristom sind gekreuzt gestellt. Der Deckel ist meist flach, aber er kann fast fehlen oder halbkugelig sein. Die Haube ist oft kappenförmig aufgeblasen, die Sporen sind klein bis mittelgroß.

Kaum von der Familie scharf zu trennen sind die

Ephemeraceae.

Ihre Seta ist sehr kurz oder fehlt. Der Hals ist obliteriert, daher die Kapsel kugelig. Die Spaltöffnungen fehlen sehr häufig, die Columella wird bei der Reife häufig resorbiert, die Sporen sind, wie wir das so oft bei Erdmoosen sehen, sehr groß. — Eine eigenartige Familie sind die

Disceliaceae.

Wir halten sie mit LOESKE (160) für eine im Gametophyten reduzierte Funariacee. Die Seta ist lang und, wie bei vielen *Funaria*-Arten, gedreht. Die Kapsel ist klein, schief geneigt. Der fast kugeligen Wand fehlen die Spaltöffnungen, und sie ist weich. Ein Ring ist da, das Peristom ist außen gut kenntlich, das innere sehr verkümmert. Der Deckel ist stumpf und groß. Die Haube wird seitlich durchbrochen und hängt an der Seite. Die Sporen sind mittelgroß.

Eine Gruppe, welche im Gametophyten ziemlich die Organisation tiefstehender Kreise zeigte, waren aus der Reihe der

Pottiales

die

Pottiaceae.

Hinsichtlich der Ableitung der *Pottiaceae* von Gruppen mit reichem Peristome ist das Vorkommen von Vorperistomen bei *Leptodontium* wertvoll. Nach LOESKE (161) kann man zwei Reihen zusammenfassen, die *Pottiaceae* und die *Trichostomaceae*. Er möchte die *Trichostomaceae* von Weisien herleiten. An die Pottien schließt er die *Phascaceae* als Reduktionsreihe an. Es ist hier nicht die Stelle, auf die Einzelheiten einzugehen. Wir folgen der Einteilung von BROTHÉRUS.

Die beiden Gruppen mit fehlendem Peristom, aber sonst gut entwickelter Kapsel, stellen Seitenreihen. Bei den *Pleurozeioideae* kommt dazu noch eine Pleurocarpie. Es scheint eine Entwicklung von überrieselten Moosen zu sein, deren Sporen doch durch das Wasser verschwemmt werden. Der Feuchtigkeit des Standortes würde ein reguläres Peristom bei der Ausbreitung nur schädlich sein, da die Feuchtigkeit des Standortes kaum eine Öffnungsbewegung hervorrufen könnte. Es tritt hier eine Reduktion ein. Die häufige gedrehte Seta kann daneben allein als Abschleudereinrichtung wirken, ähnlich wie bei *Funaria* an trockenen Standorten. Die *Trichostomoideae* beginnen mit Pflanzen, die eine breite Kapsel besitzen, deren Peristome normal sind. Von hier aus geht die Entwicklung zu Typen mit gedrehtem Peristom und schlanker Kapsel. Im allgemeinen ist die Größe der Kapsel nicht bedeutend. Ein Hals ist nur selten angedeutet. Die andere Entwicklung gipfelt in cleistocarpen oder peristomlosen Typen wie *Hymenostomum*, *Aschisma* und ähnlichen. Die Weisien mit ihren kurzen, oft rudimentären Peristomen sind unserer Ansicht nach keine ursprünglichen Typen, sondern abgeleitete; doch hat die acrogame Kapsel immer noch einen Luftraum und Spaltöffnungen.

Bei den *Pottioidae* haben wir es ebenfalls zum Teil noch mit relativ ganz kräftigen Sporophyten zu tun, doch ist die Entwicklung zu den *Phasceae* gleitend. Es kann hier ebenso wie bei den *Trichostomoideae* die Reduktion bis zu kleinen Erdmoosen mit cleistocarper, stielloser Kapsel führen. Daneben gibt es Formen mit Stylostegie und gedrehtem Peristom. Vereinzelt findet sich die Andeutung eines Halses. Luftraum und Spaltöffnungen sind zugegen. Der Unterschied der Unterfamilien ist mehr auf den Game-

tophyten begründet. Von den peristomlosen *Merceoideae* wollen wir nicht allzuviel bringen, sondern direkt zu den Wassermoosen aus dieser Reihe übergehen. Luftraum und Spaltöffnungen fehlen den *Cinclidotoideae*, das Peristom ist noch vorhanden oder zuweilen rudimentär. Der basale Tubus ist niedrig und getäfelt. Seine Äste hängen mehr oder minder gitterig zusammen. Es ist das der Typus, wie wir ihn bei völlig untergetauchten Moosen, deren Kapseln keine Seta besitzen, noch anderswo antreffen. Gleichzeitig zeigt dieses Verhalten, wie verhältnismäßig wenig auf die Ausbildung des Peristoms in systematischer Hinsicht oft gegeben werden kann.

Ziehen wir diese Betrachtungen zusammen, so können wir den Pottien keine ganz niedere Stellung zuteilen, denn es finden sich nur sehr vereinzelt noch Hälse und nur ein Peristom. Die Kapseln sind im allgemeinen mittelgroß bis klein. Es handelt sich somit um eine aus der Mitte abgeleitete Gruppe. Die Ableitung ist aber zum Teil ziemlich weit. Im Bau der Kapsel ist trotzdem noch eine gewisse Mannigfaltigkeit da. Die Basilmembran des Peristoms ist für diese Familie ziemlich kennzeichnend. Der Deckel ist meist kegelig geschnäbelt, die Haube hat die Gestalt einer Kappe, kann aber auch schief aufsitzen. LOTSY faßt die *Pottiaceae* als *Ditrichocranaceales* auf, weil die Peristomzähne haarförmig sind. Es sind die 16 Zähne an der Spitze häufig in zwei Schenkel gespalten, so daß bis 32 Zähne entstehen. Das kann man mit Recht als eine Sonderentwicklung betrachten.

Aus dem Grunde der *Pottiales* entspringt wohl eine Familienreihe, die

Monocranaceales oder Syrrhopodontineae.

Besonders wertvoll ist in diesem Kreise das Auftreten des rudimentären zweiten Peristoms. Wir möchten daran erinnern, daß ein Organ primär niemals rudimentär auftritt. Die 16 ausgebildeten Zähne des oft allein vorhandenen inneren Peristoms können noch zu acht Paaren da sein, also es hat noch keine Teilung stattgefunden. Die Zähne sind dick, rundlich und ungeteilt. Sie sind tief unter der Mündung inseriert.

Es sind zwei Familien vorhanden, welche sich mehr im Bau der Blätter unterscheiden, die *Leucophanaceae* und die *Calymperaceae*. Wir wollen zunächst mit den vielleicht einfacheren

Leucophanaceae

beginnen. Es gibt hier Formen mit ziemlich kräftigem Sporophyten, daneben aber auch kleine. Ein Vorperistom findet sich bei

Leucophanes. Eine vorgelagerte, dünne Membran besitzt *Arthro-cormus*. Die Kapsel ist meist dünnwandig. Es handelt sich um eine konvergente Bildung zu den *Leucobryaceae*. Der Unterschied wurde von FLEISCHER mit Recht auf Grund des Peristoms betont. Da auch die Spaltöffnungen fehlen, so liegt doch ein auch im Sporophyten abgeleiteter Typus vor.

Eine größere Mannigfaltigkeit zeigen die

Calymperaceae.

Die aufrechte Kapsel ist meist länglich zylindrisch. Der Stiel ist lang, aber er kann z. B. bei *Calymperes* (einem sicher abgeleiteten Baummoostyp) sehr kurz sein. Spaltöffnungen sind oft noch angedeutet, aber sie können auch völlig fehlen. Das Peristom ist unter der Mündung inseriert, meistens ist das Äußere als hyaline Vormembran vorhanden. Das Innere hat keine Basalarmembran und 16 Zähne. Bei *Calymperes* fehlt das Peristom. Wir haben hier eine ganz eigene Art der Kapsel. Der Deckel bleibt hier an der Calyptra haften (s. GOEBEL, 162). Sie geht bis unter das Sporogon. An der Spitze bekommt sie einen bis mehrere, meist zwei Risse. Die peristomlose Kapsel verkürzt sich. Es ist etwas ähnliches wie eine Stylostegie da, nur wird der Deckel nicht durch die Columella, sondern durch die Calyptra gehalten. Die Sporenverbreitung dient hier auf weitere Entfernungen, die Besiedelung des Standortes findet durch reichliche Brutkörperbildung statt.

Viel mehr als die *Pottiales* lassen im Bau des Sporophyten die mittlere Stellung die

Bartramiales

erkennen. Sie ähneln den *Funariobryales* derart, daß man sie immer mit dieser Gruppe zusammengebracht hat. Man hätte sie auch direkt an sie anschließen können, weil der Stamm nunmehr mit einer sehr reichen Verästelung beginnt, wie das immer bei Entwicklungen mittleren Alters bekannt ist.

Wir möchten an den Anfang als eine Seitenentwicklung aus dem Grunde die auf feuchten Torfmooren vorkommenden

Meeseaceae

stellen, weil sich bei ihnen der lange Hals erhalten hat. Dieser „wimmelt“ von großen, normal phaneroporen Spaltöffnungen mit sehr langem und schmalem Porus ohne Zentralspalte. Sie ähneln hierin den Spaltöffnungen der höheren Pflanzen auf sehr feuchten

Standorten durch die Erschwerung des Eindringens von Wasser. Das Assimilationsgewebe ist, wie bei allen Vertretern dieser Gruppe, reichlich aus Schwammparenchymen mit palisadenartig geformten Armen gebildet. Soweit sind die Verhältnisse ziemlich ursprünglich, nun aber kommt die Fortbildung. Die Kapsel ist hochrückig, länglich-birnförmig, die Mündung klein und schief, die Seta aufrecht, sehr lang und geschlängelt. Das sind schon alles Einrichtungen, um die Sporen möglichst zunächst an die Luft zu bringen und nicht ins *stehende* Wasser fallen zu lassen. Das Peristom und die kleine Mündung zielen gegen das Eindringen von Wasser in die Kapsel. Das Außenperistom ist kürzer als das Innenperistom. Dieses bildet oft ein eigenartiges Netzwerk. Die Sporen sind meist sehr groß, die Haube klein, flüchtig und glatt. — Die

Catosciaceae

wurden früher zu den *Meeseaceae* gerechnet. Sie stellen einen weiter fortgebildeten Typus dar, der natürlich auch den *Bartramiaceae* ähnelt. Sie stehen zwar auch auf feuchtem Boden, aber doch nicht in Sümpfen. Die Sporen sind ebenfalls sehr groß. Das Peristom ist stark reduziert, es ist einfach. Daneben aber kann das innere Peristom durch eine Haut angedeutet sein. Die Zähne sind wenig hygroskopisch. Die ganze Kapsel ist klein und stark gekrümmt, so daß sie oft horizontal liegt. Der Hals, die Stomata, das Assimilationsgewebe fehlen. Die Haube ist kappenförmig und einseitig geschlitzt. Wir haben es eben mit einem stark abgeleiteten Typus zu tun.

Eine viel größere Mannigfaltigkeit zeigen die auf allen Substraten wohnenden

Bartramiaceae.

Nur selten ist ein deutlicher Hals da. Die Stomata sind aber oft noch zahlreich und normal phaneropor am Kapselgrunde. Die Sporogone stehen meist einzeln, doch gibt es auch schon Anhäufungen bis zu fünf Stück. Aufrechte Kapseln wechseln mit geneigten und seltener hängenden ab. Eine Längsstreifung ist manches Mal vorhanden. Die Form ist kugelig, schiefmündig und hochrückig. Im Bau des Peristoms gibt es solche mit doppeltem, einfachem, angedeutetem oder selbst fehlendem verschene. Das Peristom ist oft verwickelt gebaut, das Innere etwas kürzer und mit Grundhaut. Es steht stets weit nach innen und ist mit einer leistenförmigen Grundhaut mit der Mündung verknüpft. Der Sporensack ist auffallend klein und langgestielt. Es ziehen lange

Sporenfäden zum Assimilationsgewebe der Kapsel. Die Sporen sind groß, der Deckel ist klein, selten geschnäbelt. Die kleine Haube geht leicht verloren.

Eine Familie, welche im Bau des Sporophyten an *Hypnum* und *Bryum* erinnert, sind die

Aulacomniaceae.

Da sie aber sonst in diesen Formenkreis gehören, so passen sie sehr gut als eine Bindeform zu den *Leucodontaceae*, bei denen dieses dann an der Spitze herrschende Peristom immer häufiger wird. Es bildet sich eben bei der Umwandlung des Peristoms immer etwas ähnliches heraus: die konvergente Peristomentwicklung. Nur noch selten ist die Kapsel aufrecht, fast stets geneigt. Ein Hals ist nur sehr schlecht noch entwickelt. Die Rippen kommen deutlich heraus. Die Spaltöffnungen sind auf den Halsteil der schlanken Kapseln mit deutlichen Ringen beschränkt. Das Peristom ist stets doppelt und frei. Neben kegeligen Deckeln kommen auch geschnäbelte vor. Die Haube wird auch schmal und geschnäbelt. Sie ist auf einer Seite aufgeschlitzt.

Eine Sonderentwicklung, welche im vegetativen Bau vielfach an *Polytrichaceae* erinnert, sind die

Timmiaceae.

Der Halsteil ist nicht sehr groß, aber die Spaltöffnungen gehen oft bis zur Urnenmitte und sind vortretend phaneropor. Die Kapsel ist geneigt und hängt sehr oft. Die beiden Peristome sind etwas nach innen gerückt und gleich lang. Der Grund der äußeren Zähne ist verschmolzen. Das innere Peristom hat eine hohe Grundhaut, aus der dann 64 Fäden hervorstehen. Lamellen sind im Außenperistom sehr zahlreich. Die Sporen sind mittelgroß bis klein, der Deckel gewölbt. Die kappenförmige Haube ist lang und schmal und bleibt oft auf der Seta zurück. Ob der Peristombau mit der Überschwemmung der Standorte zusammenhängt, welche zeitweise erfolgt, möge dahingestellt sein.

Eine kleine Familie, die oft als Bidefamilie zu den *Pleurocarpen* aufgefaßt wird, stellen die

Spiridentaceae

dar. Wir haben es aber fraglos mit ihren oft fast ungestielten Kapseln mit einer Sonderanpassung an das Leben an Bäumen zu tun, wie wir es noch häufiger antreffen werden. Der kurze Halsteil der eilänglich bis länglich zylindrischen Kapsel trägt allein die

phaneroporen Stomata. Der Ring ist nicht ausdifferenziert. Beide Peristome sind gleich lang, das äußere rollt sich trocken spiralig auf, das innere besitzt eine hohe Grundhaut. Der Deckel ist kegelig geschnäbelt, die Sporen klein.

Wir wenden uns nun den

Rhizogoniineae

zu. Es handelt sich bei diesen Familien um einen Reliktkreis aus einer Entwicklung, die eine Parallele zu den *Fissidentales* darstellt und mit ihnen am Grunde zusammenkommen dürfte.

Am Grund stehend, oder sagen wir eine Entwicklung, welche tief ansetzt, sind die

Rhizogoniaceae.

Die Kapsel ist aufrecht oder geneigt bis horizontal. In der Gestalt schwankt sie zwischen ovoidisch bis zylindrisch. Der Hals ist nur kurz und trägt phaneropore Spaltöffnungen. Das Peristom ist doppelt, wir haben es mit dem *Hypnaceae-Bryaceae*-Typ zu tun. Bei *Hymenodon* fehlt das äußere Peristom, das Innenperistom bei *Rhizogonium* trägt zweiseitige Zähne. Eine Grundhaut ist vorhanden. Die Sporen sind klein, der Deckel besitzt einen schiefen Schnabel, aber es gibt auch kegelige Formen. Die Haube ist kappenförmig. Es soll erwähnt werden, daß bereits hier die Verkürzung der Seta einsetzt. — Die

Calomniaceae

zeigen eine Reduktion des Peristoms bis zum Fehlen. Es kann uns das bei der ständigen Feuchtigkeit des Standortes an Baumfarnen nicht verwundern. Die Kapsel ist kurzhalsig und länglich zylindrisch, mit einem kurzen Halse ist sie mit der gipfelständigen Seta verknüpft. Die Haube gleicht einer Kappe.

Eine sehr kleine Kapsel besitzen die

Drepanophyllaceae.

Sie ist aufrecht und kugelig birnförmig bis länglich. Die terminale Seta steht aufrecht. Besonders betonen möchten wir das Vorhandensein von nur einem Peristom, das unter der Mündung inseriert ist. Die Einzelzähne sind kurz, linealisch abgestutzt, zuweilen durchlöchert. — Das Peristom der

Mitteniaceae

hat eine kräftige Außenlage von 16 Zähnen, die bis zum Grunde frei sind und sich trocken nach außen schlagen. Das Innenperi-

stom ist nur aus wenigen Stockwerken verkümmert. Das Peristom ist *unter der Mündung* inseriert. Die Seta ist kurz, an der dünnen Kapsel fehlen Spaltöffnungen und Ring. Der Deckel ist lang und fein geschnäbelt, die glatte Haube kegelig und bedeckt nur den Deckel.

Der Peristombau dieser Art ist vorzüglich geeignet, um *Fissidens* abzuleiten. Eine ebenfalls gute Überleitung zu den *Fissidentaceae* hinsichtlich des Peristombaues bilden die

Eustichiaceae.

Das äußere Peristom fehlt. Wie in der ganzen Endgruppe ist hier das innere allein unter der Mündung eingesetzt. Es hat 16 Fortsätze, die am Grunde zusammenfließen. Sie sind längsgrubig und längsstreifig, kaum papillös. Die Kapsel sitzt auf kurzem Hals, ihr fehlt der Ring. Der Deckel ist aus kegeliger Basis lang und schief pfriemenförmig. Die Haube bildet eine Kappe.

Eine stark reduzierte Form sind die

Sorapillaceae,

die natürlich deshalb mit anderen, ebensolchen eine gewisse Ähnlichkeit besitzen. Die sehr kurz gestielte Kapsel ist länglich, der Ring bleibt. Das Peristom steht an der Mündung, seine langpfriemenförmigen Zähne fließen am Grunde zusammen. Eine kegelige, lappige, behaarte Kappe bedeckt den kurzgeschnäbelten Deckel.

Ein in seiner Stellung viel umstrittener Kreis sind die

Fissidentales.

Man neigt gern dazu, diese in die Nähe der *Dicranales* zu stellen. Der Sporophyt zeigt mancherlei Ähnlichkeiten, besonders das Peristom. Da möchten wir denn vor allem hervorheben, daß *Orthotrichum*, *Grimmia*, *Dicranum*, *Dicranella*, *Fissidens* und *Funaria* nach STEINBRINCK (163) prinzipiell dieselbe Art der Sporenausstreuerung besitzen. Wir haben hier eine bei allen Formen gemeinsame Struktur, welche die schrumpfenden Zähne vornehmlich oder ausschließlich beim Eintrocknen nach außen krümmt. Bei *Orthotrichum* besitzt die Außenlamelle Quer-, die innere Längsstruktur. Bei den anderen Gattungen begegnen wir keiner so ausgesprochenen Längsstruktur der Innenlamelle, und daher ist die Auswärtsbewegung nicht so unbeschränkt. Immerhin möchten wir die Ähnlichkeit im Bau mit der Funktion in Zusammenhang bringen. Genau das gleiche gilt von den *Hypnaceae*, *Bryaceae* und

Mniaceae, ihnen kommt ähnlicher, ja fast gleicher Bau (s. oben) zu, und bei beiden Gruppen führen die Zähne oscillierende Bewegungen aus. Wir wollen hier nicht näher darauf eingehen, nur möchten wir darauf hinweisen, daß die *Funariaceae* und *Bryaceae* sich doch fraglos ziemlich nahestehen, obwohl die Struktur der Peristome und ihre Bewegung doch so verschieden sind. Auch hier gilt eben wieder der Satz, daß an der Basis die Mannigfaltigkeit herrscht, daß aber die Enden erstarren.

Hypnum, *Amblystegium*, *Plagiothecium*, *Brachythecium*, *Rhynchostegium*, *Camptothecium* sind eine solche Endentfaltung. Das gleiche gilt von *Neckera* und *Homalia*, *Mnium* und *Bryum*. Es erweckt den Anschein, als ob sich hier der *Hypnum*-Typus festlegt. *Fissidens* sowohl wie *Dicranum*, *Grimmia* und *Orthotrichum* sind ebenfalls Endentwicklungen. Die Festlegung eines bestimmten Typs kann uns nicht verwundern. Die morphologische Ähnlichkeit ist hier, wie LOESKE (164) so deutlich sagt, durch konvergente Entwicklung bedingt. In dieser Gruppe muß man mit QUELLE die vegetativen Organe betonen, und diese stellen doch eine ziemliche Eigenart dar in einer so großen Gruppe. „Berücksichtigt man aber, daß sich *Fissidens* aus einer *Rhabdoweisia*-artigen Urform ableiten läßt, . . . so wird der Umstand, daß bei *Fissidens* und *Dicranum* das Peristom schließlich in der gleichen Form gipfelt, nichts Merkwürdiges haben, sondern auch hier die Erscheinung der parallelen Peristombildung bei verwandten, aber sehr frühzeitig divergierten Moosgruppen bestätigen.“ Wir möchten im Hinblick auf die Ähnlichkeit der Blätter der aber im Peristombau völlig anderen *Bryoxiphiaceae*, die man direkt als Bindeform angesehen hat, erwähnen, daß die *Sorapillaceae* den gleichen Bau haben und in die Nähe der *Neckeraceae* gehören. Wir wollen weiter erwähnen, daß dieselbe Gruppe von BROTHERUS zu den *Rhizogoniineae* gestellt wird. Diese sind eine Untergruppe der *Eubryales*. Es dürfte daher gar nicht von der Hand zu weisen sein, daß die ganze Gruppe, welche doch auch unverkennbare Ähnlichkeiten mit den *Bartramiaceae* besitzt, in diese Nachbarschaft gestellt wird. Wir haben eben die Eigenschaften entwickelt und gesehen, daß man aus ihnen durch Reduktion eines Peristomkreises sehr wohl das Peristom von *Fissidens* durch Komplikation ableiten kann.

Das *Fissidens*-Peristom ist einfach und meist tief inseriert. Es gibt aber Formenkreise mit Verkümmern. Die Zähne vereinigen sich an der Basis, sie sind bis zur Mitte oder tiefer in 2 (3) faden-

förmige Schenkel geteilt. Wie bei den *Mitteniaceae* besteht die Außenschicht aus einer Reihe Platten mit dicht gestellten Querleisten. Innenschicht aus zwei Reihen Platten mit Querlamellen. Die Ähnlichkeit ist somit sehr groß. Auch der Deckel ist in beiden Fällen aus kegelter Basis lang geschnäbelt. Ein Unterschied besteht aber: Die *Mitteniaceae* haben auch ein rudimentäres Innenperistom, das ist bei den *Fissidentaceae* verschwunden. Die Kapsel der *Fissidentaceae* besitzt nur einen kurzen Hals, daran stehen meist spärliche, funktionslose Spaltöffnungen, nur selten fehlen sie wie bei der anderen Familie. Wenn auch ausnahmsweise, so findet sich doch bei ihnen, wie dort immer, mehr als eine Seta (2) im Perichätium. Die Kapsel ist aufrecht oder geneigt, ja sogar gekrümmt, Streifen und Furchen fehlen, wie dort. Die Übereinstimmung ist so frappant, daß wir nicht anstehen, nun definitiv beide Familien aneinander zu reihen. Hierdurch ist die einsame Stellung der *Fissidentaceae* durch Vergleich mit Gametophyten und Sporophyten der *Rhizogoniineae* aufgehoben. Die *Fissidentaceae* stellen eine junge Entwicklung aus diesem Grunde dar.

Indem wir wieder die Vielgestalt des Stammes mit seiner ungleichmäßig schweren Gliederung betonen, möchten wir nun die auf der Schneide der Acrocarpen zu den Pleurocarpen stehenden Formkreise weiter verfolgen. Wir benutzen dazu die Anordnung von LOESKE (165). LIMPRICHT hat mit seiner Anordnung der *Isothecieae* in vieler Hinsicht das Richtige getroffen. Dieser Kreis umfaßt alle Gruppen, welche wir an den Grund der einzelnen Äste stellen und einige Sonderzweige dazu. Die Gruppe ist durch das gerade Sporogon ausgezeichnet. Betrachtet man diese Gruppe als einen Bildungsherd, so kann man seine Vielgestalt verstehen, sie zusammenlassen und dennoch mit LOESKE Einzelreihen, die hinausführen, herauserschälen.

Auch LORSY hat die Zusammengehörigkeit sehr gut erfaßt, indem er an die Spitze seiner *Diplolepideae-Metacranaceales* die *Iso-bryoideae* stellt. Es tritt bei ihnen ein Vorperistom zuweilen auf. Wir möchten das als ein Zeichen für eine Neigung zum Anzestralen bei Stammformen auffassen. Das Endostom soll nie normal sein, meist sind Wimpern da. Die Kapsel soll nie geneigt sein. An die beiden letzten Merkmale möchten wir uns nicht so starr halten. Es ist die Möglichkeit einer Fortentwicklung da. Immerhin sei im Hinblick auf die *Fissidentales* hervorgehoben, daß sich hier in den Seitenentwicklungen, die deutlich herauszuschälen sind, besonders häufig ein Verkümmern des Innenperistoms zeigt, wie wir ja von

Anfang an das einfache oder fehlende Peristom als einen Verlust auffassen. Besonders hervorheben möchten wir aber die Darstellung von LORSY (166): „Die Sektion enthält eine große Anzahl von Familien, welche zum Teil nur durch geringfügige Merkmale unterschieden werden können und sich infolgedessen nicht gut kurz charakterisieren lassen.“ Das ist so das Bild eines „Hexenkessels der Entwicklung“. Wir wollen noch den Umfang des Kreises im Sinne von LORSY durch die Namen der Familien hervorheben: *Eustichiaceae*, *Orthotrichaceae*, *Erpodiaceae*, *Cryphaeaceae*, *Hedwigiaceae*, *Fontinalaceae*, *Leucodontaceae*, *Entodontaceae*, *Fabroniaceae*.

Wesentlich weiter faßt den Kreis BROTHÉRUS (167). Wir möchten aber die engere Fassung als die glücklichere bezeichnen, weil sich aus dem Ganzen doch fraglos scharfe Äste herausbilden. Es ist natürlich immer unendlich schwer, diese Gedankengänge in die Form einer Linie zu projizieren, wie es ja ein Handbuch erfordert. Es bleibt da eben nichts anderes übrig, als den Baum in Äste zu zerlegen und diese dann nacheinander abzuhandeln. Man wird dabei sehr leicht verführt, die Endentwicklungen als Zustände gleicher „Höhe“ polyphyletisch zusammenzubringen.

Ein solcher Zweig, der hinausführt, sind die

Entodontaceae.

Die ungefaltete Kapsel ist emporgehoben und weist bei ihrer aufrechten Stellung einen regelmäßigen Bau auf. Das Peristom ist im Anfang noch doppelt, aber es findet, wie man das bei Fels- und Baummoosen nicht allzu selten beobachten kann, eine Verkümmernng des Inneren statt, die bis zum Fehlen führen kann. Wir haben im allgemeinen da, wo das vollständig ist, bereits das *Hypnaceae*-Peristom. Der Halsteil ist mitunter bei *Pterigynandrum* noch ganz gut kenntlich. Es gibt noch Spaltöffnungen daran, aber sie können auch schon fehlen. Der Deckel ist aus kegelförmiger Basis kurz oder länger geschnäbelt. Die nackte Haube bedeckt als Kappe das Sporogon. Die Sporen sind klein bis mittelgroß. BROTHÉRUS stellt sie zu den *Hypnaceae*. — Wenn man die

Scorpiuriaceae

hierher setzt, so hat der Kreis die geeigneten Kapseln erhalten. Der Hals ist wenig entwickelt und die Spaltöffnungen können funktionslos sein. Die Grundhaut des Peristoms tritt meist nur niedrig vor. Wir möchten diese gleichsinnige Sporophytenentwicklung in ver-

schiedenen Gruppen mit LOESKE (168) betonen. BROTHÉRUS stellt sie zu den *Brachytheciaceae*.

Betrachtet man sich die Wuchsform der

Fabroniaceae

und die Sporophyten, so wird man mit LOESKE völlig überzeugt sein, daß man es hier mit einer zusammenhängenden Bildung zu tun hat. BROTHÉRUS stellt sie zu den *Leskeinae*. Alle die systematischen Stellungen haben eine gewisse Berechtigung. Die Verwandtschaften des Grundes bestehen. LORSY (169) erfaßt jene und die Stellung am Grunde sehr wohl. Die Ähnlichkeit mit den *Erpodiaceae* und somit auch mit den *Orthotrichaceae* sind durch das Hervorgehen aus gleichem Grunde bedingt und kommen auch in unserer Anordnung zur Geltung.

Im Bau der Kapsel finden wir Vertreter, welche ungemein stark an die *Bryaceae* erinnern. Die ovalen bis oft kugeligen Kapseln haben einen deutlichen, kurzen, oben dicken Hals, daneben aber kommen auch die schlanken Formen zur Geltung, deren Hals kaum kenntlich ist. Im Halse finden wir oberflächliche Spaltöffnungen. Die Zellen des Exotheciums sind locker und dünnwandig. Sie steht aufrecht an einer oft gedrehten Seta. Ihre Wand ist aber bereits dünn und trocken, oft runzelig und unter der Urnenmündung eingeschnürt. Das Peristom ist tief inseriert, was ebenfalls an die *Bartramiaceae* und *Fontinalis* anklingt. Es ist selbst doppelt, aber es kann einfach werden. Seine Zähne haben keine Lamellen und hängen oft noch paarig zusammen, selten fehlen nie. Das Innenperistom ist öfters als Grundhaut mit zahnartigen Fortsätzen ausgebildet, daneben aber ist es durch pfriemenartige Teile gebildet und bezeugt so die Reduktion, die bis zum Fehlen führen kann. Wir werden später bei den *Encalyptaceae* und *Orthotrichaceae* die gleiche Mannigfaltigkeit im Peristombau finden. Einmal fehlt das Innere, ein anderes Mal das Äußere. Auch die äußere Zweizelligkeit ist hier gar nicht so festgelegt, wie die Abbildung von LORSY (170) zeigt. Der Deckel ist breit, mit Zitze oder kegelig bis lang, selbst schief geschnäbelt. Die Haube ist klein und wird leicht verloren. Die Sporen besitzen geringe bis Mittelgröße.

Die nunmehr erfolgende Gabelung des Stammes führt einerseits zu den *Leucodontinales*, andererseits zu den *Encalyptaceae* und *Hedwigiaceae*.

Wir wollen uns der letzteren, kleineren Gruppe zuwenden, den

Hedwigiales.

Eine Entwicklung, welche in vieler Hinsicht ihren eigenen Weg gegangen ist, in anderem aber die „Palette“ der Formenfülle, besonders im Peristombau, erhalten hat, sind die

Encalyptaceae.

Die Kapsel ist noch acrocarp, sie ist aber in ihrer Kleinheit, zylindrischen Form und wegen der dünnen Haut alles andere denn primitiv. Die Spaltöffnungen liegen oberflächlich und nur am unteren Teil der Kapsel, der Andeutung des Halses. Der Deckel mit langem nadel- bis keulenförmigen Schnabel paßt gar nicht schlecht in die Kreise um die Spitze. Eine Besonderheit ist die auffallend große Haube, die zylindrisch glockenförmig und ungefalt ist, bei einzelnen Formen trägt sie in der Jugend Fransen. Die Zellen sind sehr dickwandig. Diese Calyptra wirkt hier als „Wasserbauch“ (GOEBEL, 171) und kann an den so trockenen Standorten den Sporogonen noch Wasser liefern, wenn die anderen Organe bereits ihre Tätigkeit eingestellt haben. Daß man neben allen diesen Einrichtungen, die fraglos auf eine abgeleitete Natur hinzielen, dennoch die Encalypten als „einen phyletischen Mittelpunkt“ (PHILIBERT, zit. nach LOESKE, 172) auffassen wollte, hat trotz dem Widerspruch von FLEISCHER, LIMPRICHT u. a. eine gewisse Berechtigung. Im Peristombau ist die Unspezialisiertheit selten so gut ausgedrückt. Im Grunde genommen ist ja die Bezeichnung *Heterolepidaceae* als Zwischengruppe zwischen oben und unten auch nichts anderes. Die Fülle kann am besten mit LOTSY (173) durch Aufzählen der Eigenschaften wiedergegeben werden:

- | | |
|---------------------------------|--|
| Sekt. I. <i>Pyromitrum</i> , | ohne Peristom. |
| Sekt. II. <i>Xanthopus</i> , | Peristom einfach, die Außenschicht aus |
| Sekt. III. <i>Rhabdotheca</i> , | einer Reihe von Platten bestehend oder |
| | Peristom fehlend. |
| Sekt. IV. <i>Diplolepis</i> , | Peristom doppelt, die Außenschicht der |
| | Zähne des Exostoms aus 2 Reihen von |
| | Platten bestehend; das Endostom rudi- |
| | mentär. |
| Sekt. V. <i>Streptotheca</i> , | Peristom doppelt, Endo- und Exostom |
| | bei beiden entwickelt. |

Wir möchten noch die Längslinie zum Exostom von Sekt. V
zusetzen. Das Peristom hat oft ein Vorperistom, also der Reichtum

ist auffallend groß. Das Innenperistom alterniert oder hängt am äußeren. Ein Kennzeichen, das sich besonders häufig in diesem Kreise findet, ist die gestreifte Kapsel. Sie findet sich zwar auch noch hier und da sonst im System, aber nicht immer bei so vielen Vertretern.

An die *Eustichiaceae* schließt Lortsy die

Orthotrichaceae

an. Wir sehen also auch hier wieder einen Kreis, der sehr stark an die tieferen anklingt. Das macht sich unter anderem auch im Peristom geltend. Es ist „doppelt, meist scheinbar einfach, oder, indem das Innere fehlt, rudimentär, bisweilen sogar beide fehlend“ (Lortsy, 174). Das Endostom besteht entweder aus Zilien, welche mit den Zähnen des Exostoms alternieren, oder nur aus einer rudimentären Grundhaut. Ein Vorperistom findet sich häufig. Auch isolierte Verdickungen (s. RUHLAND in BROTHERUS, 175) zeigen die Reichhaltigkeit an. Die Nach-Außenbewegung des Peristoms könnte auf eine Annäherung an *Grimmia* hindeuten. Die Encalypten passen auch hierin sehr gut in die Verwandtschaft. Die Kapseln sind selten birnförmig und erinnern an die *Bryales*, dick eiförmig und zylindrische herrschen vor. Die Stomata sind in die Riefen des meist sehr undeutlichen Halses eingesenkt. Die Kapsel hat häufig Längsreihen. Der Ring bleibt stehen. Der Deckel spitzt sich aus gewölbtem oder kegeligem Grunde zu einem geraden Schnabel zu. Die Haube ist groß, meist kappenförmig und nackt, daneben finden sich kegelige glockenförmige Hauben, die Falten aufweisen. Jene ist oft dicht behaart. Es möge hervorgehoben werden, daß sich auch eingesenkte Kapseln finden, denen ein Peristom mangelt. Pleurocarpe und acrocarpe Formen gehen durcheinander, wenn auch letztere den größten Teil ausmachen. — Wir kommen nun zu den

Ptychomitriaceae.

Diese Familie wurde früher zu den *Grimmiaceae* gerechnet, aber sie hat unverkennbare Beziehungen zu den *Orthotrichaceae*. Sie hat sich nach LOESKE (176) von den Uloten entfernt. Das *Trichostomum*-artige Peristom erklärt er als eine parallele Peristombildung aus gleichem *Rhabdoweisia*-artigem Grund. Wir möchten diese Entwicklung unterstreichen. Die Sporogone sind aufrecht und gipfelständig auf oft gedrehter Seta. Furchen sind nicht da. Ihrer Gestalt nach sind sie birnförmig oder zylindrisch.

Seltener ist die Andeutung eines Halses zu sehen. Es kommen Formen vor, bei denen zwei bis mehrere Sporophyten aus einem Perichätium kommen. Das eine Peristom besteht aus außen einfachen Zellen, die Zähne können noch ganz oder tief in zwei Schenkel gespalten sein. Papillen trägt es reichlich. Der Deckel wird von einem geraden Schnabel besetzt. Die Haube hat keine Haare. Wir finden mützig, fünflappige Hauben oder Glocken.

Erpodiaceae.

Aus den *Orthotrichaceae* leiten sich ebenfalls diese Kreise ab. Die Seta ist sehr kurz, die nicht übermäßig große Kapsel ist regelmäßig aufrecht und besitzt nur sehr dünne Wände. Der kurze Hals trägt oberflächliche Spaltöffnungen. Die Columella ist kurz und dick. Der Ring bleibt lange. Zumeist ist das Peristom verloren gegangen, selten ist nur ein äußeres, aus 16 breiten, außen einzelligen Zähnen bestehendes, vorhanden. Dieses ähnelt den primitiven *Ptychomitriaceae*. Der Deckel ist flach gewölbt bis schief geschnäbelt. Die Haube hat den hier gewohnten Bau und ist meist gefaltet und oft gelappt. Die Sporen sind, wie bei manchen Moosen auf Bäumen, sehr groß. Die Sporogone stehen bereits deutlich pleurocarp.

Sehr wohl in bezug auf den Bau der Kapseln und gefalteten Haube passen in diesen Kreis die

Grimmiaceae.

Es kommt außer dem einen Peristom unter anderem ein Vorperistom bei *Rhacomitrium* vor. Die Peristomzähne sind einerseits breit, oft gitterartig durchbrochen, daneben kommen auch Formen mit tiefer Spaltung in zwei bis vier Schenkel vor. Sie können außen aus einer Zelle bestehen, daneben aber finden sich Typen mit zwei bis drei Zellen. Die Zähne sind außen papillös. Die Kapsel besitzt einen kurzen Hals, oder derselbe fehlt. Spaltöffnungen sind manchmal vorhanden und sind groß. Meistens aber ist ihre Zahl nur spärlich und sie sind verkümmert. Die Kapsel ist meist ovoidisch und nicht allzu groß. Sie hat einen Luftraum und steht auf kurzer und verlängerter Seta aufrecht oder geneigt. Der Deckel ist meist lang geschnäbelt. Die Columella trägt nur selten den Deckel. Die Sporen sind klein bis mittelgroß. Die Sporogone stehen acrogen oder cladogen. Die Haube ist oft gefaltet. Eine besondere Entwicklung sind die *Scoulerioideae*, deren merkwürdige Kapsel von GOEBEL (177) besonders studiert

wurde. Die Kapsel hat keinen Luftraum. Die Columella trägt längere Zeit den Deckel. An der Kapselmündung steht ein zweizellreihiges, wenig ausgebildetes Peristom. Da sich die Kapselwand zusammenzieht, so wird die Sporenmasse herausgedrückt. Die Breite und Gesamtlänge verkürzt sich nur wenig. Die Stylostegie dieser an umfluteten Felsen Wachsenden ist bei den großen Sporen verständlich. Die Verbreitung erfolgt durch das Wasser. Bei anderen Arten fehlt das Peristom völlig. Dieses ist, wie bei manchen Grimmien, unter der Mündung inseriert. Das vereinzelt auftretende Vorperistom und die gefaltete Haube haben die Grimmien mit den vorhergehenden Familien gemeinsam, wir möchten aber eine Entwicklung aus gleichem Grunde annehmen.

Mit der nächsten Familie kommen wir an die Grenzfläche dieses Astes.

Hedwigiaceae

Die Stellung der Sporogone ist ausgesprochen pleurocarp. Die eingesenkten bis gestielten Kapseln besitzen einen ausnehmend tiefen Fuß. Das kurze Scheidchen hat lange, goldgelbe Haare. Die Ochrea fehlt. Die Haube ist niemals groß, niemals faltig, meist nackt oder aber *sehr* klein. Die Kapsel ist meistens regelmäßig, ovoid bis rund, sie trägt einen zwar kurzen, aber dicken Hals. Der Sporensack ist lang gestielt und liegt oberwärts der Kapselwand mit Längsleisten an. Im Kapselhalse findet sich reichliches Assimilationsgewebe und außen phaneropore Spaltöffnungen. Neben Formen mit stark reduziertem innerem Peristom sind die meisten peristomlos. Die Columella schrumpft ein, der Deckel ist sehr vielgestaltig, flach gewölbt bis schief geschnäbelt. Die Sporen sind groß. Wir möchten nach alledem die Hedwigien für eine Entwicklung halten, welche aus der Verzweigungsstelle herauskommt, aber starke Spuren einer Ableitung neben Ursprünglichem zeigt. Die Hedwigien werden gern mit den *Cryphaeaceae* zusammengebracht, doch zeigt die hervorgehobene Kapsel von *Pseudobraunia*, daß das nicht so unbedingt der Fall ist. Die Ähnlichkeiten sind mehr bedingt durch ein gleiches Leben. Wir möchten die Hedwigien, schon wegen ihres „Fußes“, für eine Sonderentwicklung wie die *Cryphaeaceae* halten, wenn auch aus gleichem Grunde und mit ähnlichem Ziele der „Anpassung“.

Eine andere Gruppe aus fast dem gleichen Grunde sind die

Leucodontaceae.

Die Ableitung der *Leucodontaceae* als eine ziemlich tiefstehende Familie kann unter anderem die Bildung des Peristoms aus ganzen Zellen stützen (LOESKE, 178). Die Seta ist noch verlängert, aber es macht sich bei den Baummoosen mehr und mehr eine Verkürzung geltend. Es finden sich noch Kapseltypen, die oval bis eilänglich sind. Die Wand kann noch dick sein, auch findet man noch Spaltöffnungen. Besonders Typen mit einem kurzen Halse wie *Pterogonium* gehören hierzu, aber auch Formen wie *Antitrichia*, deren Hals zwar kaum in Erscheinung tritt, haben sie noch. Dafür ist aber die Kapsel eiförmig, daneben erscheinen aber schon länglich-zylindrische Kapseln mit dünner Wand ohne Stomata, und der Sporensack liegt ohne Luftraum unmittelbar der Wand an. Ein Ring ist meist differenziert. Das Peristom ist doppelt. Die Grundhaut des inneren Peristoms pflegt niedrig zu sein, Fortsätze fehlen meistens. Der Deckel verjüngt sich aus kegeligem Grund in einen schiefen Schnabel. Die nackte Haube bedeckt die Kapsel als Kappe. Die Sporen sind mittelgroß bis groß.

Als extreme Ausbildung der *Leucodontaceae* erweisen sich die

Cryphaeaceae.

Wie bei so vielen Baummoosen haben die Kapseln ihren Stiel verloren. Nur wenige, phaneropore Stomata sind auf der halslosen Kapsel, worunter wir keinen gut abgesetzten Hals verstehen. Der Ring an der dünnwandigen Kapsel ist differenziert und rollt sich ab. Unter der Urnenmündung steht das tief inserierte Peristom, das kaum hygroskopisch ist. Seine 16 Zähne sind flach und dünn. Die Grundhaut der inneren Reihe ist sehr niedrig, selten fehlt ein inneres Peristom. Der Deckel ist meist zugespitzt, seltener fehlt ihm die Spitze. Die rauhe Haube ist meist klein und zerreißt zuweilen mit einem einseitigen Schlitz. Die Größe der Sporen hält die Mitte.

Lang gestielte, deutlich achtriippige Kapseln, welche sich bereits umkrümmen können, haben die

Ptychomniaceae.

Die Spaltöffnungen haben offene Poren. Der Ring ist schmal und besitzt geringe Gliederung. Die Außenzähne des doppelten Peristoms treten genau am Grunde zusammen. Nach oben zu haben sie eine durchscheinende Mittellinie. Das Innenperistom schwankt zwischen weit hervortretender Grundhaut bis zur Ver-

kümmerung. Der schiefe Schnabel des Deckels ist mitunter nadel-förmig und doppelt so lang als die Kapsel. Die nackte Haube bedeckt als Kappe das Ganze.

Durch ihren deutliche Spaltöffnungen tragenden Hals kennzeichnet sich die Familie der

Lepyrodontaceae

als eine tiefere Entwicklung, doch fehlt das Außenperistom an den breit beringten, länglichen, dünnwandigen Kapseln. Das andere Peristom bildet eine niedrige; herausragende Grundhaut mit unregelmäßigen Fortsätzen.

Eine vielleicht in dieser Gegend aufsteigende Familie sind die

Prionodontaceae.

Die Seta der ovoidischen Kapsel ist sehr kurz. Spaltöffnungen sind am meist gut abgesetzten Halse vorhanden, die Zähne des dicht papillösen Außenperistoms haben eine Zickzacklinie. Die Grundhaut des zweiten Peristoms ist niedrig. Die Haube hat die Form einer Kappe. Die Sporen sind mittelgroß. Wir finden hier wieder die Reduktion der Seta bei Baumbewohnern.

Zu den Moosen mit eingesenkter Kapsel gehören die

Rutenbergiaceae

Diese zeigen auch sonst die üblichen Anpassungen wie enge Mündung, nicht differenzierten Ring, länglich zylindrische Gestalt und große Sporen (60—70 μ). Das doppelte Peristom ist nicht sonderlich entwickelt. Auf dem geschnäbelten Deckel sitzt eine müthenförmige, dicht behaarte Haube. Alles in allem handelt es sich um extreme Baummoose.

Halten wir diese Entwicklungen für weiter* abgeleitet, so möchten wir nun einigen Familien aus dem Stamme uns zuwenden.

Cyrtopodaceae

Auf einem verlängerten Stiele erhebt sich die fast zylindrische Kapsel. Ihr Halsteil ist noch mit phaneroporen Spaltöffnungen besetzt. Ein Ring ist nicht differenziert. Das Peristom ist nicht besonders ausgeprägt, das innere fehlt sogar teilweise. Die Sporen dieser Baummoose sind klein. Der Deckel ist schief geschnäbelt und von einer kurzen Kappe bedeckt. Man gewinnt den Eindruck, als ob die Sporenverbreitung der Baummoose zwei Wege gegangen sei. Entweder finden wir kleine, verstäubende Sporen, dann ist

die Kapsel gestielt, oder sie sind auf Verschwemmen und Verspritzen durch Wasser und Regen eingerichtet, dann sind sie groß und die Kapsel ist ungestielt.

Vielleicht in die Nähe der *Cyrtopodaceae*, wenn auch nicht mit ihnen vereinigt, stellt man die

Echinodiaceae.

Die glatte, noch derbhäutige Kapsel hat in ihrem kurzen Halse phaneropore Stomata. Das langgestielte Sporogon ist geneigt, aber seine dick ovale Gestalt läßt die Erinnerung an niedere Kreise auftauchen. Die beiden Peristome sind gleich lang. Sie sind stark durch Eintrocknen beweglich. Eine Zickzacklinie durchzieht das mit dicht gestellten Lamellen besetzte Außenperistom. Die weit vortretende, innere Grundhaut trägt lauter durchbrochene Fortsätze und Wimpern mit Anhängseln.

Eine Familie, die so recht den Typus einer Bindefamilie zeigt, sind die

Trachypodaceae.

Nach LOTSY (179) zeigen sie wohl mit den *Neckeraceae* Ähnlichkeiten. So ist das Peristom nach BROTHIERUS (180) nach Art dieser Familie gebildet. „Die Verwandtschaft geht von den *Leucodontaceae* aus über das neue Genus *Trachypodopsis* durch *Diaphanodon* zu den *Leskeaceae*.“ Gewisse Anklänge an die Papillarien unter den *Meteoriaceae* gibt es in den Papillen auf den Zellpfeilern.

Der Stiel ist manchmal noch lang, meistens verkürzt, häufig trägt er Papillen oder Stacheln. Die aufrechte Kapsel ist dick oval bis fast kugelig, ein Zug, der unverkennbar an die Bartramien anklängt. Der Hals ist oft noch da. Hier sind phaneropore Spaltöffnungen. Bei *Duthiella* können sie sogar zahlreich sein. Die Peristome sind zwar meist „*Neckera*-artig“, daneben gibt es noch *Hypnum*-artige. Das doppelte Peristom hat außen eine verdickte, gerade Mittellinie und Vorperistom. Die Grundhaut ist fast immer niedrig und läßt fadenförmige Zähne. Die Sporen sind mittelgroß.

Wir wollen nun die nächste Verwandtschaft der *Leucodontaceae* verlassen und zu den

Leskeales

übergehen. Wie in der Besprechung des vegetativen Teiles können wir die

Leskeaceae

nicht direkt von diesen beiden Bindefamilien abgehen lassen. Wie nahe aber beide stehen, das zeigt die von uns zu den *Trachypoda-ceae* mit *BROTHERUS* gezogene *Duthiella*, die *LOTSY* (181) zu den *Thuidiaceae* rechnet. Wir können mit *BROTHERUS* zwei Familienreihen unter den *Leskeales* unterscheiden, deren erste wir hier bei den *Leskeaceae* vornehmen. Die Seta ist verlängert und glatt. Die Kapsel ist meist aufrecht und regelmäßig. Es gibt noch ziemlich langhalsige Formen vereinzelt, die Spaltöffnungen haben noch eine deutliche Pore. Das Peristom ist doppelt, es kann sehr tief eingesetzt sein. Es ist außen normal. Die Grundhaut pflegt kurz zu sein und Zähne und Fortsätze zu tragen. Die Sporen sind meist klein. Es handelt sich um Fels- oder Baummoose. Die

Thuidiaceae

sind eine in manchen Gliedern vegetativ sehr hoch differenzierte Familie. Neben der aufrechten Kapsel finden wir auch schon geneigte und umgekrümmte. Die Spaltöffnungen können schon verschwunden oder spärlich geworden sein. Das Peristom ist wie bei der vorhergehenden Familie, der Deckel kegelig oder geschnäbelt. Die Sporen sind klein, die nackte Haube hat die Kappenform.

An die *Leskeales* schließt sich als eine Seitenentwicklung die Familie oder Unterfamilie der

Theliaceae

an. Die Kapseln sind kurz oder mäßig gestielt. Sie stehen aufrecht oder geneigt. Diese letzteren gehören zum länglichen Typ. Spaltöffnungen hat sie nur noch spärlich. Das übrige gleicht den *Thuidiaceae*.

Verlassen wir die Endentwicklung der *Leskeaceae* mit ihrem Peristom, das im *Hypnaceae*-Typus gegipfelt hat, und wenden uns wieder dem *Leucodontineae*-Stamm zu, so kommen wir zu einer neuen Reihe, die mit den

Myuriaceae

beginnt und auf die *Pterobryaceae* zugeht. Die gestielte Kapsel ist aufrecht bis geneigt und besitzt eine länglich-ovoidische Gestalt. Spaltöffnungen gibt es nur spärlich. Das Peristom ist doppelt. Die Peristomzähne sind durchsichtig und oft längs durchlöchert. Die Fortsätze der niedrigen oder vortretenden Grundhaut fehlen oder sind vorhanden. Der Deckel ist geschnäbelt, die Sporen 18–30 μ . Die glatte Haube ist kappenförmig. *LOTSY* (182) rechnet die Familie bereits zu den *Pterobryaceae*.

Pterobryaceae

Den verhältnismäßig tiefen Abgang dieser aber weit abgeleiteten Familie bezeugt das Vorkommen von Vorperistomen, die sich mit „eingeschlichen“ haben und als rudimentäres Organ erhalten wurden. Neben Formen mit noch langer Seta sind die meisten mit nur kurzem oder sehr kurzem Stiele ausgerüstet. Wir sehen auch hier wieder die Erscheinungen der Baummoose mit ihren eingesenkten Kapseln. Diese sind regelmäßig und glatt. In der Form wechseln sie zwischen runden bis länglichen Gestalten. Vielfach ist die Mündung sehr eng, was man allenfalls für eine Erschwerung zum Eindringen von Wasser auffassen könnte, zumal die Formen gestielte Kapseln besitzen. Die Sporen sind groß bis mittelgroß. Hin und wieder begegnet man noch einem kurzen Halse. Meistens aber fehlt dieser genau so wie die Spaltöffnungen. Auch sonst sind sie nur in geringer Anzahl vorhanden und phaneropor. Das Peristom ist meist tief unter der Mündung angeheftet. Man könnte auch hierin eine Einrichtung sehen, welche es weniger auf die Mitwirkung bei der Sporenverbreitung abgesehen hat, als auf einen Apparat, der die Luft kapillar festhält. Daher kann es nicht verwundern, wenn das Peristom selbst deutliche Zeichen einer Verkümmerng zeigt. Besonders gilt das vom Innenperistom, doch gibt es auch Fälle, bei denen dieses noch gut entfaltet ist und Zähne, ja sogar Wimpern trägt. Die Zähne des Exostoms sind lanzettlich. Die Dorsalschicht zeigt neben gewöhnlicher Ausbildung unregelmäßige Verdickung. Die Ventralschicht hat deutliche oder kaum sichtbare Lamellen. Wir können somit auch in dieser vegetativ so großen Entfaltung eine Reduktion des Streuapparates erkennen neben noch urwüchsigen Formen.

Aus dem gleichen Grunde und auch vielfach in gleicher Richtung gegangen sind die noch vegetativ verschiedenen

Neckerineae.

Eine Familie, welche noch zu den *Leucodontineae* gezählt werden kann, sind die

Meteoriaceae.

Wir finden bei ihnen zwar schon kleinere Kapseln, aber einen Hals kann man mitunter noch erkennen. Die Spaltöffnungen sind phaneropor. Der Typus des Peristoms hält die Mitte zwischen *Neckera* und *Hypnaceae*. Meistens ist es gut entwickelt. Ein richtiger Typ fehlt. Man trifft eine große Mannigfaltigkeit an

(helle Mittellinien, Grundhäute außen und innen). Die Sporen sind meist klein, daher ist die Kapsel in den meisten Fällen gestielt, doch gibt es auch eingesenkte Typen. Der Form nach kommen eilängliche bis zylindrische vor. Der Deckel ist meist kurz geschnäbelt. Es ist eine Familie, die mehr eine vegetative Entwicklung als die Ausbildung des Sporophyten erzielt hat, mit andern Worten, eine richtige Übergangsfamilie.

In der Beblätterung gleichen die folgenden

Phyllogoniaceae

schon völlig dem *Neckeraceae*-Typus, aber im Sporophyten treffen wir noch etwas unsichere Verhältnisse an. Ein Hals zielt die Kapsel in manchen Fällen. Sie schwankt zwischen eingesenkt und emporgehoben, oft bei derselben Gattung. Die Kapsel ist nicht mehr groß. Das Peristom ist oft durch ein rudimentäres Vorperistom ausgezeichnet. Der Typus wechselt stark, so daß keine sicheren Angaben gemacht werden können. Es handelt sich auch um eine Binfamilie.

Auch mehr auf eine bestimmte vegetative Entfaltung legen sich die

Neckeraceae.

Man kann zweierlei Sporogone unterscheiden. Entweder ist die Kapsel emporgehoben und mit Spaltöffnungen versehen — man sieht dann auch mitunter noch einen Hals — oder sie ist eingesenkt und ohne Stomata. Ein Ring ist nicht differenziert. Das Vorperistom taucht gelegentlich auf. Das Peristom ist doppelt, aber das innere kann kaum kenntlich sein. Die Lamellen der Zähne haben geringe Größe. Eine Grundhaut tritt oft weit am Innenperistom hervor. Wimpern fehlen und die Fortsätze sind schmal lineal. Die Sporen besitzen Mittelgröße, die Haube ist häufig mit langen, aufrechten Haaren versehen. Die Gestalt der Kapsel wechselt zwischen ovoidischen und länglichen Formen. Auch hier liegt zwar eine Neigung zu einer Entwicklung des Sporogons in der Richtung der eingesenkten Kapsel vor, doch ist die Mannigfaltigkeit unverkennbar, welche auf den Ursprung aus tieferen Stellen hinweist. Die Entwicklung hat sich mehr auf die „Uniformierung“ des Gametophyten geworfen.

Hookeriales

Eine Familiengruppe, welche man immer gern in die Nähe der *Neckerineae* gebracht hat, sind die *Hookeriales*. Am Anfang stehen

Formen mit acrocarper Seta, aber ziemlich rasch geht der Bau in den meist seitenständigen über. Das Peristom ist fast stets doppelt, die Peristomzähne besitzen beinahe immer Lamellen. Wimpern fehlen zumeist. Die Mütze ist kegelig bis mützig. Sehr kennzeichnend sind die oft erscheinenden Fransen.

An den Anfang möchten wir die

Hookeriaceae

selbst stellen, wobei wir uns natürlich klar sind, daß diese Familie eine lange Entwicklung für sich darstellt. Die Seta ist lang und glatt, oder sie kann auch Stacheln und Papillen tragen. Ähnlichen Zuständen begegnen wir bei den *Trachypodaceae*. Die Kapsel selbst steht noch mitunter aufrecht, meist neigt sie sich bis zur Horizontallage. Die Gestalt ist in den meisten Fällen regelmäßig, doch kommen auch unregelmäßige vor. Ein Zeichen für die Ableitung nicht allzu weit aus dem Grunde gibt sich in dem kurzen Halse kund. An ihm findet man die phaneroporen 2—4zelligen Spaltöffnungen spärlich stehen. Der Porus ist dickwandig. Die ovoiden bis länglichen Formen sind der Familie eigen. Das Exothecium erscheint locker und kollenchymatisch. Nur selten ist das Peristom nicht doppelt. Die in der Regel zugespitzten Zähne sind lineal-lanzettlich. Die Dorsalschicht trägt oft eine ausgefurchte Längslinie, Papillen und Querstreifen. Die gleich breite oder wenig schmalere Bauchseite ist durch die deutlichen Lamellen bezeichnet. Die Grundhaut des Endostoms trägt gekielte Fortsätze von der Länge der Zähne. Wimpern trifft man kaum oder gar nicht an. Der Deckel besitzt einen feinen Schnabel. Sehr charakteristisch sind die quastenartigen Fransen oder Lappen an der Haube, die häufig Haare und Papillen dazu trägt. Wie man es bei so langen Kapseln mit gutem Peristom erwartet, sind die Sporen klein bis mittelgroß.

Die Eigenheiten der Gattung *Eriopus* sind so eingehend von GOEBEL (183) gewürdigt, daß hier darauf nur kurz eingegangen werden soll. Die Haare am Sporophyten faßt er als Sauger aus dem „Fuß“ und der Vaginula auf. Das Archegonium beteiligt sich fast gar nicht am Ausbau der Hülle, sondern allein der Fuß des Archegoniums. Die Hülle trägt breite Papillen. Die Fransen dienen als Organe zur direkten Aufnahme von Wasser (und Nährsalzen) in die Haube, die hier so deutlich eine Art *Galle* des Sporophyten darstellt. Dasselbe dürfte auch für die anderen *Hookeriales* gelten.

Besonders kommt das unserer Ansicht nach für die

Nemataceae

in Frage. Hier hat sich der Sporophyt sozusagen in noch höherem Maße von den merkwürdigen Gametophyten „emanzipiert“. Der Bau des Sporophyten bezeugt unserer Meinung nach ebenso wie der Gametophyt eine Ableitung aus dem Grunde der *Hookeriales*. Aufrechte, große, gut behaltene Kapseln, der schwer sich von der Kapsel lösende Deckel und die großen Sporen — 50 μ lang und 30 μ breit — sprechen für eine Verbreitung weniger durch den Wind als etwa durch Verspritzen und Verschwemmen bei den tropischen Regengüssen. Die Verbreitung und die Sporengestalt wären bei den scheinbar so gleichen Verhältnissen der Blatt- und Rindenmoose der Tropen einer daraufhin gerichteten Untersuchung wert. Die Haube als das den Sporophyten ernährende Gallengewebe hat hier besonders lange Fortsätze getrieben.

Nur verhältnismäßig wenig von den *Hookeriaceae* verschieden sind die Formen der

Pilotrichaceae.

Es soll daher nicht im einzelnen auf diese Familie eingegangen werden. Auch noch die mit stacheliger Kapsel versehenen *Symphodontaceae* und die *Leucomiaceae*, die desgleichen nicht aus dem Ende, sondern aus dem Grunde der *Hookeriales* hervorgingen, mögen ebenfalls nicht weiter behandelt werden. Die Kappen sind nicht gefranst.

Die in ihrem vegetativen Bau so merkwürdigen

Hypopterygiaceae

zeigen eine ganz interessante Einrichtung. Wie bei manchen *Pterobryaceae*, *Hookeriaceae*, *Meteoriaceae*, *Prionodontaceae*, *Leucodontaceae* und *Rhacopilaceae* findet man die Verengung der Kapsel an der Spitze oder kurz unmittelbar dahinter. Das Peristom ist unter der Urnenmündung inseriert. Wir möchten das als eine Erschwerung des Eindringens von Wasser in die geöffnete Kapsel auffassen. Da die Sporen klein sind, so liegt wieder einer der Fälle von Baummoosen mit Windverbreitung vor. Das häufige weite Hervortreten der Grundhaut des inneren Peristoms könnte man vielleicht auch in dieser Richtung auffassen als Apparat zum Festhalten von Luft. Die Kapseln sind ovoidisch. Dicke Hälse sind gar nicht selten. Die Entwicklung macht, was den Sporophyten betrifft, nicht den Eindruck einer großen Entfernung vom

Grunde. Der Deckel ist geschnäbelt, die Haube kegelig oder kappenförmig und nackt. Diese steht selten aufrecht, hängt vielmehr sehr häufig. Bereits in der Familie macht sich eine Reduktion der Kapseln, des Stieles und des Peristoms geltend.

Diese geht weiter im Formenkreis der

Rhacopilinae.

Die Entwicklung beginnt mit den

Rhacopilaceae.

Die Sporen sind klein bis mittelgroß, die Kapseln bei diesen Baum- und Erdmoosen lang gestielt. Sie haben einen kurzen Hals und sind trocken faltig. Ihre Spaltöffnungen sind phanerop. Ihre Wand ist derb und die Zellen des Exotheciums parenchymatisch. Die Gestalt pflegt die längliche oder zylindrische zu sein, doch gibt es auch knopfige. Die Haube ist meist kappenförmig, selten mützig und kurzklappig. Lange, aufrechte Haare sind reichlich bis selten vorhanden. Das Peristom besitzt den Bau von *Hypnum*, die Peristomzähne können Lamellen besitzen.

Dagegen findet man bei den

Helicophyllaceae

kein Peristom mehr. Die Kapsel ist kaum gestielt, länglich und regelmäßig, der Deckel ganz flach. Man möchte an ein Verschwimmen der Sporen denken.

Nach Behandlung dieser Äste kehren wir wieder zum Stamme zurück. Hier stehen drei Familien, welche mit dem Reste der *Hypnaceae* sowohl wie mit den *Leucodontaceae* unverkennbare Beziehungen aufweisen und dennoch wieder ihre eigenen Wege gegangen sind. Es ist dieses gemeinsame mit allen an dem Knoten entspringenden Entwicklungen etwas ganz Kennzeichnendes. Die einzelnen Bearbeiter betonen dann immer die eine oder andere Erscheinung und stellen die Familien des Knotens auseinander. — Beginnen wir mit den

Lembophyllaceae.

Das Vorperistom scheint nun endgültig verschwunden zu sein. Das Exostom ist normal entwickelt und mit dicht gestreifter Dorsalschicht und Lamellen. Ebenso hat das Endostom eine weit vortretende Grundhaut. An ihr stehen breiter gestielte Fortsätze und mehr oder minder Wimpern. Der Hals ist nicht mehr sehr aus-

geprägt, aber phaneropore Stomata zeigen seine Stelle an. Die hochgehobene Kapsel geht auf die längliche Form. Es kommen die trocken gekrümmten, unregelmäßigen Formen, die ja bei den *Brachytheciaceae* die Regel sind, schon teilweise zur Entfaltung. daneben gibt es aber noch regelmäßig aufrechte Gestalten. Der Deckel ist stumpf kegelig oder geschnäbelt. Die Sporen sind klein. die Haube ist kappenförmig. Mehr und mehr festigt sich die Erscheinung.

Climaciaceae.

In richtiger Erkenntnis hat LIMPRICHT *Climacium* zu *Isothecium*, also zur vorgehenden Familie, gestellt, auch LOESKE (184) tritt für die Verwandtschaft der beiden Familien mit dieser ein. LORSY (185) schließt sich ihm nicht an, sondern möchte die *Fontinalaceae* mit den *Hedwigiaceae*, und zwar deren Wasserform. *Rhucocarpus*, verknüpfen und hieran erst *Climacium* anschließen. Es ist das wieder der Irrtum, zwei aus ähnlichem Grunde zu paralleler Entwicklung gelangte Spezialisierungen zu vereinigen. Doch ist die Verwandtschaft von *Climacium* mit den *Fontinalaceae* richtig gewürdigt.

Die steif aufrechte Seta ist nach rechts gedreht und trägt eine ungestreifte Kapsel. Letztere steht aufrecht oder bogig übergeneigt und gekrümmt. Der Sporensack ist kurz gestielt und von einem Luftsack umgeben. Ob das mit dem Vorkommen an überschwemmten Orten und den funktionslosen Stomata etwas zu tun hat, sei dahingestellt. Der Deckel ist aus konvexem Grunde geschnäbelt und trägt eine Kappe. Die Sporen sind mittelgroß. Die längliche Form der Kapsel ist vorhanden, der Ring nicht differenziert. Während das Exostom mit seinen Papillen oder derselben Querstreifung und den zahlreichen Lamellen nicht wesentlich von dem der *Lembophyllaceae* abweicht, fehlen dem sonst nicht unähnlichen Endostom die Wimpern. Seine Fortsätze haben leiterförmige Durchbrechungen oder gelochten Stiel.

Es ist leicht, von diesem Peristom das der

Fontinalaceae

abzuleiten. Wir wollen zunächst bei den Fällen bleiben, in denen es noch vorhanden und in ganz charakteristischer Weise umgewandelt ist. Es ist das die eine Reihe, die etwa mit *Dichelyma* anfängt. An einer verlängerten Seta steht eine schlank eiförmige Kapsel. Das äußere Peristom ist kürzer als das innere. Seine stumpflichen Zähne sind trocken aufgerichtet. Die Lamellen stehen

nur noch entfernt. Die Rückenlinie ist gespalten und durchlocht. Das Innenperistom ist an der Spitze oder in der ganzen Länge zu einem Gitter umgewandelt. Die gleich großen Sporen sind klein. Die Haube geht bis unter die Kapsel zurück. Der Deckel ist kegelig und fast von der Länge der Urne. Die nächste Etappe geht zu *Fontinalis*. Die Seta ist verkümmert, und das Perichätium umschließt die Kapsel. Das Außenperistom ist ähnlich wie oben, nur häufig mit der Spitze paarartig vereinigt. Das Innenperistom ist zu einem schönen Gitter geformt, der Deckel kegelförmig, die Haube reicht bis unter den Deckel. Die Sporen sind ungleich groß.

Bereits bei *Dichelyma* beginnt die zweite Reihe. Das Innenperistom kann mit dem Deckel abfallen. Bei *Hydropogon* ist die Kapsel auch nur kurz wie bei *Fontinalis*, aber das Innenperistom fehlt. Das Außenperistom ist nur kurz, die Mündung ist breit, der Deckel kurz gewölbt. Die Sporen sind ungleich, 10—25 μ . Es kommt nun zum Fehlen des Peristoms. Die Sporen werden noch größer, 25—30 μ . Zwar eine gestielte Kapsel, aber nur ein angedeutetes Peristom besitzt *Wardia*, auch hier sind die Sporen 20—25 μ .

Wir möchten nun einmal diese von *Climacium* gut ableitbaren Peristome und die Standorte vergleichen.

Dichelyma gedeiht auch am Grunde von Baumstämmen und an Baumwurzeln, in Sümpfen und am Rande von Gewässern. Es sind nicht tropische Verbreitungsbezirke. Hier kommt es doch zu einem zeitweiligen Austrocknen der Standorte, da ist eine Verbreitung durch den Wind das Gegebene. Wir finden die Gitter, welche das Eindringen von Wasser durch ihren kapillaren Apparat bewirken, gut vorhanden. Das gleiche gilt von den *Fontinalis*-Arten. Wir möchten da darauf hinweisen, daß die Sporenbildung, wie GOEBEL (186) so richtig schildert, nur dann eintritt, „wenn sie in periodisch austrocknenden Bächen gedeihen“. Diese werden durch den Wind verbreitet. Die andere Reihe gedeiht in den tropischen feuchten Gegenden, Amazonasstrom usw. Da kommt es wohl kaum zum Austrocknen, hier bleibt die Luftfeuchtigkeit zu groß. Da wird mehr an ein Verschwemmen der Sporen oder ein Verschleppen zu denken sein. Wir treffen auch hier bei den Wassermoosen auf ähnliche Dinge wie bei den Baummoosen. In diesem Zusammenhang möchten wir ganz kurz erwähnen, daß *Conomitrium*, das einzige (GOEBEL, 187) als unter Wasser sporenbildend bekannte Moos, nach der BROTHERRUSCHEN Abbildung (188) ein sehr rudimentäres Peristom besitzt.

Um das Bild zu vervollkommen, sei noch erwähnt, daß das Sporogon keinen Luftsack, keine Spaltöffnungen und keinen Hals trägt.

Wir kommen nun zu der Endentwicklung, zu den

Hypnales.

Das Sporogon ist hier mehr und mehr erstarrt und hat die *Hypnum*-Form angenommen. Wenn man die Diagnosen durchliest, so findet man immer noch die Bezeichnung „normal wie“ und ähnliches. So sehr die Gametophyten differieren, so stereotyp pflegen die Sporophyten zu werden. Wir wollen hier wieder LOESKE (189) zu Wort kommen lassen: „Bei den ‚Astmoosen‘ aber findet man zum Teil noch heute Gattungen, wie *Hypnum*, *Amblystegium* im LINDBERGSchen Umfange und ähnliche. Diese Erscheinung hängt damit zusammen, daß das Sporogon der einfacheren Moosformen erheblich formenreicher ist, was die Gattungsbildung bei den Bryologen begünstigte. Bei den Pleurocarpen ist dagegen mit den aufrechten Sporogonen von *Pylaisia*, *Entodon*, *Climacium*, *Neckeraceae* usw. und dem *Brachythecium*- bis *Hypnum*-artigen Sporophyten der meisten übrigen Gattungen der Reichtum so ziemlich erschöpft, und ähnlich steht es mit den Peristomen.“ „Dagegen zeigt sich dort, wo das Peristom in Ermangelung neuer Anpassungsanforderungen im Gegensatz zum Gametophyten seine Entwicklung einstellt und nur noch kleine Skulpturverschiedenheiten wiederholt, das Leben der Moose gerade im vegetativen Mooskörper am ‚lebendigsten‘, und es wäre verständlich, dieses Leben zugunsten erstarrter Sporogone, die zahlreiche Moose auszubilden sich kaum oder nur noch selten die Mühe geben, im System zurückzusetzen.“

Wir möchten daher noch kurz mit der Beschreibung der Sporogone die einzelnen Familien dieses noch nicht gefestigten, aber doch nur einen Typ wenig variierenden Kreises beschreiben.

Amblystegiaceae.

Die glatte Seta trägt verlängert die fast immer geneigte bis horizontal gelegte Kapsel. Ihre Gestalt ist eilänglich bis zylindrisch. Für die feuchten Standorte typisch ist die Verengung unter der Mündung. Das doppelte Peristom hat in den Außenzähnen ausgebildete Lamellen und Querstreifen auf dem Rücken. Die Spitze ist treppenartig gezähnt. Auch das Innenperistom tritt weit vor. Die Sporen klein. Es handelt sich um Moose gemäßigter bis kalter

Klimate, in denen wenigstens vorübergehend ein Austrocknen der Standorte eintritt. Handelt es sich um Wasserpflanzen, so fruktifizieren sie nur, wenn der Standort zeitweise austrocknet. Dann erfolgt die Verbreitung der Sporen durch den Wind. Der Standort wird durch die vegetative Vermehrung besiedelt. Das Peristom ist vorzüglich für das Fernhalten von flüssigem Wasser aus der Kapsel gebaut. Der konische Deckel trägt eine niedrige Spitze oder Warze. Die glatte Haube sitzt kappenförmig auf. Es handelt sich um weiter abgeleitete Typen.

Brachytheciaceae

Im engeren Sinne sind sie eine Entwicklung. Die kurze, eiförmig, wenig gekrümmte, hochrückige Kapsel sitzt auf einer meist verlängerten Seta. Der Hals ist wenig entwickelt, die Spaltöffnungen haben ihre Funktionsfähigkeit zumeist verloren. Der Ring zeigt nur geringe Differenziation. Die beiden Lagen des Peristoms sind gleich lang. Sowohl die äußeren wie inneren bilden eine Grundhaut. Diese tritt besonders bei der inneren hervor. Die äußeren Peristomzähne sind stark hygroskopisch und lanzettlich-pfriemenförmig. Die Lamellen sind zahlreich vertreten. Die Fortsätze des Innenperistoms sind ebenfalls lanzettlich-pfriemenförmig, daneben stehen fast immer Wimpern. Die Sporen sind klein bis mittelgroß, der Deckel kegelig stumpflich, oft hat er einen langen Schnabel. Die Familie umfaßt wahrscheinlich viele Endentwicklungen mehrerer Reihen. Wir möchten an die abgeleitete Natur wegen der Neigung der Kapsel und der Verkümmern der Stomata denken.

Plagiotheciaceae

Ein glatter Stiel trägt die aufrechte bis geneigte Kapsel. Die regelmäßigen Formen gibt es noch, daneben aber besteht die Neigung zum Hochrückigwerden. Der Ring ist meist differenziert. Die Peristomzähne verschmelzen mit dem Grund, sonst ist eigentlich kein Unterschied zu *Brachythecium* vorhanden. Wir möchten nur die Neigung zum Halse etwas hervorheben.

Sematophyllaceae

Der Hals ist wenig entwickelt und trägt phaneropore Spaltöffnungen. Die emporgehobenen Kapseln pflegen sich zu neigen oder zu hängen. Sie sind meist unregelmäßig eiförmig bis länglich. Das Exothecium wird von Collenchymen gebildet. Eine

Differenziation des Ringes fehlt meist. Die in der Gestalt wechselnden Außenzähne sind in der Regel bis zum Grunde getrennt. Nur selten fehlt ein Innenperistom. Der sonstige Bau ist der gleiche wie bei der Gruppe. Wir möchten diese Familie nicht aus dem Grunde heraus ableiten, sondern eher aus *Hypnaceae* kommen lassen.

Hypnaceae

Aufrecht bis horizontal ist die ovoidische bis zylindrische Kapsel an die verlängerte, glatte Seta geheftet. Ihrem Bau nach kann sie grade bis gekrümmt und hochrückig erscheinen. Die oberflächlichen Spaltöffnungen haben oft ihre Funktion verloren. Die Außenzähne sind lanzettlich-pfriemenförmig und besitzen Lamellen und Querstreifen. Die hervortretende Grundhaut trägt breite Fortsätze und knotige Wimpern. Die Sporen sind meist klein und glatt. Die Haube ist als nackte Kappe ausgebildet, der Deckel kegelig bis kurz geschnäbelt.

Fast gar keine Unterschiede zeigen die

Rhytidiaceae und *Hylocomiaceae*.

Damit haben wir das Ende der Formenfülle der Familien durchgesprochen und hoffen, daß wir vielleicht ein „Körnchen“ Klarheit mehr hineingebracht haben als GOEBEL, FLEISCHER, LOESKE, LOTSY, LIMPRICHT, BROTHIERUS, HAGEN und alle anderen, die an diesem Problem gearbeitet haben.

Fassen wir unsere Gedanken ganz kurz in die Sätze zusammen: Die Sporophyten mit reichem Assimilationsgewebe, großen acrocarpen Kapseln und reichem Peristom aus ganzen Zellen sind der Ursprung, der auf *Anthoceros*-artige Vorfahren zurückgeht. Die Peristome werden aus Zellwänden nicht mehr ganzer Zellen gebildet. Die Vorperistome sind häufig ein Maßstab für die Kompliziertheit der Sporogone der Vorfahren. Alle Arten mit nur einem Peristom sind Verlustbildungen. Diese Rückbildung kann bis zum Fehlen des Peristoms, ja bis zur Cleistocarpie führen. Alle diese Reduktionen sind in verschiedenen Reihen gleichzeitig und leider oft gleichförmig eingetreten, so daß man darauf keine Verwandtschaften auf weite Entfernungen bauen kann.

Mit der Rückbildung des Peristoms geht oft Hand in Hand die Kürzung der Seta, aber sie kann auch gesondert erscheinen. Die Schwierigkeit des Überblicks liegt in dem Umstande, daß von manchen Gruppen nur noch das Abgeleitete vorhanden ist.

Die Verarmung der vegetativen Organe des Sporophyten geht mit seiner Verkleinerung und Pleurocarpie häufig gemeinsam. Nur in der Gruppe der *Buxbaumiales-Splachnales* haben wir die Verbesserung des Sporophyten. An der Spitze der Organisation steht die Stereotypie. Die Einzelreihen haben die Bevorzugung einer gewissen Richtung.

Wir möchten aber dieses Kapitel nicht schließen, ohne die Worte von DARWIN am Schlusse seiner „Entstehung der Arten“ hierher zu setzen: „Es ist wahrlich etwas Erhabenes um die Auffassung, daß der Schöpfer den Keim alles Lebens, das uns umgibt, nur wenigen oder gar nur einer einzigen Form eingehaucht hat und daß, während sich unsere Erde nach den Gesetzen der Schwerkraft im Kreise bewegt, aus einem so schlichten Anfang eine unendliche Zahl der schönsten und wunderbarsten Formen entstand und noch weiter entsteht.“

Und dennoch kann man an der Form dieser Ausführungen zweifeln. Ist es wirklich so richtig? Ist es wirklich wahr, daß diese Gruppe immer und immer wieder den Sporophyten rückbildet zu einem Ausbreitungsmaterial, zu einem Behälter der Fortpflanzungszellen? Stehen nicht doch vielleicht Formen wie *Archidium* am Anfang und müssen wir die Reihen anderes lesen, wie es kluge Leute vor uns getan haben? Sind nicht am Ende doch einige der Cleistocarpen ursprünglich und nur ein Teil abgeleitet? Das Getriebe der Entwicklung ist nicht schematisch. Es könnte auch ein viel schwerer entwirrbares Auf- und Absteigen sein. Wir wollen an LOESKE (190) erinnern: „Anstatt ein fertiges System hinzustellen, bei dem weitere Untersuchungen schon in naher Zeit Verschiebungen notwendig machen könnten, ziehe ich es daher vor, das Ganze noch im Flusse zu lassen.“

Wir sind uns wohl bewußt, daß wir, ebenso wie FLEISCHER dessen System uns in seinen Hauptzügen als Stütze gedient hat, nicht die letzten waren, die an dem Ausbau eines Moosystems arbeiteten.

Im Vorausempfinden hat bereits LOESKE (191) einen Weg gezeigt, der uns einen gewissen Rückhalt bei unseren Gedankengängen zu geben imstande ist:

„Nach dem, was MAGNUS und FRIEDENTHAL mit Hilfe der biochemischen Serumforschung bei Pilzen und höheren Pflanzen erzielt haben, ist kein Grund abzusehen, warum auf diesem Wege nicht auch die Phylogenie der Moose einmal weiter aufzuhellen sein sollte.“

Abstract.

The work in question deals with the morphology of the Musci frondosi. It has been attempted to confirm morphologically the genealogy worked out and ascertained in the serodiagnostical research of STEFFUTAT.

I. Protonema.

1. The phylogenetically old types have to undergo a more or less complete metamorphosis. Firstly arise a filamentous and a surface protonema, and on this the moss plants.

2. A complication is found in the more original descendant-circles. There exist even corporeal, especially transformed protonemata.

3. Opposite to these is the metamorphosis of gametophytes occasioned by reduction in the way of *Ephemeropsis*.

4. The filamentous protonema is favored by the deficiency of the surface form or its reduction on a very short equitant stage and represents a caenogenetic transformation of a juvenile form. This formation is phylogenetically so strongly fixed in the higher groups that there does not appear any more transformation, but new formations are the basis of adaptation.

5. The lower circles show the multiplicity of the protonema-formations, the higher one's the stereotypy.

6. It is possible that the oblique position of the transversal walls of the filamentous protonema is a property which has been passed on from the suppressed surface protonema to the filamentous form. Thus the surface form would be left out as a property, but traces would remain of the apical cell-nature.

II. Gametophyt.

It is characteristic for the series of Musci frondosi that the gametophyt partly loses in internal differentiation but in exchange becomes more exomorph complicated. In consequence new claims are put to the gametophyt and a differently directed, interior and exterior differentiation of the moss plant is sure to happen. Here a hypothesis concerning the nature of the moss plant may be introduced. If we start from *Riccia*, the fundamental type of the mosses, the next observation is a permanently increasing improvement of the thallic gametophytes. Very early special bearers of

sexual organs are formed, the „podetia“ for instance of the *Marchantiaceae*. It is easy now to imagine a convergent development of separate bearers of sexual organs, analogous to the podetia, also in the sidelines of the *Jungermanniales*, *Andreaeales*, *Sphagnales* and *Eubryales*. These podetia grow more and more perfect and undertake the part of Assimilation, instead of the protonema homologous to the thalli of the lower Muscineae. In the beginning there are simple Perichaets. The liverworts are in this respect really much more interesting, as the different stages have been preserved much better as in the foliaceous mosses. The podetium is standing erect and is bearing the sexual organs on its apex. The growing point is centrally situated, so that the production of a new distinct growth is very well possible without branching, by the formation of a new podetium-articulation. We are obliged therefore to place the *Musci acrocarpi* at the beginning of the *Musci frondosi*. The moss plant may thus be considered as a podetium, progressive in its organisation. The independence becomes still more perceptible, the thallose part seems more and more dispensable. It is usually more or less completely left out. But already CORRENS has shown that first of all a two sided apex cell appears in the transition of the protonema to the moss plant, as indeed it is best suitable for the surface growth. This stage is however very quickly got over and replaced by the three sided apical cell of the podetium, simultaneously with the erect allsided bodily growth. In the course of further development the podetium divides. In different places convergently happens the differentiation into branches which bear the sexual organs, and into only vegetative growing one's. The kladocarpeous and the pleurocarpeous mosses are the descendants of the acrocarpeous one's. The primitive mosses thus will possess small moss plants. The acrocarpeous one's are fundamental, the klado- and pleurocarpeous are derived. The little stem of the acrocarpi of course can also become so much complicated that it can hardly be considered as something original. The proportions in the size of gametophytes and sporophytes are also of importance to the phylogeny. The development of the mosses shows in its line of ascent (the stem of the phylogenetic tree) a still greater increase of the sporophyte. Beginning with the small capsula of *Riccia* the development gets on to permanently larger growing structures in the form of *Anthocerotaceae*. In return the number of developing sporophytes decreases. As the *Musci frondosi* with their somewhat complicated sporophytes may well be derived of forms similar to

Anthocerotaceae, we may expect on the basis large and complicatedly formed sporophytes. The smaller, dwarfed and simplified sporophytes represent something derived. During the reduction of the sporophytes they may for correlation-reasons arise again manifold. Then there is a possibility of the development of a greater number. A deeper contemplation of the morphology of the gametophytes of *Musci frondosi* and ideas suggested by the sero-diagnostic, combined especially with the notions of LOESKE, make it possible phylogenetically to arrange and rank together the mosses according to the properties of their gametophytes. Of this part of the work an abstract can not be given.

III. Sporophyt.

From the derivation of the *Musci frondosi* from the *Anthocerotales* may be deducted firstly that the sporophytes with their copious assimilation tissue, large acrocarpious capsulas, and rich peristom of whole cells represent the original forms. The derived peristomes are formed of the cell walls of cells not any more complete. The properistomes frequently are a measure for the degree of complication of the sporogone of their ancestors. All species with one peristom only are loss-formations. These reversions may lead to an entire absence of the peristom, even to kleistokarpy. All these reductions have happened in different lines simultaneously and unfortunately often uniformly, so that it has not been possible to establish any relationship back to a further distance. Simultaneously with the reversion of the peristom very often occurs the shortening of the seta, but this may happen also separately. The difficulty of a clear view is due to the circumstance that of some groups there exist only derived forms. The impoverishment of the vegetative organs of the sporophytes is frequently found at the same time with their diminuation und pleurokarpy. Only in the group of *Buxbaumiales-Splachnales* we see an improving further development of the sporophytes. In the end of the organisation the sporophytes attained a really stereotype equality.

The chapter of the sporophytes has also been discussed particularly, and it has been pointed out that the sporophyte forms can be brought into a line of development which is in good accordance with the one found in the observation of gametophytes and proto-nemata as well as in the sero-diagnostical research.

Literatur

1. FLEISCHER: Natürliches System der Laubmoose in Hedwigia. 61. Bd., 1920. — 2. LOESKE: Studien zur vergleichenden Morphologie und phylogenetischen Systematik der Laubmoose. Berlin 1910. — 3. LOTSY: Vorträge über botanische Stammesgeschichte. 2. Bd., 1909. — 4. ENGLER-PRANTL: Die natürlichen Pflanzenfamilien. Bryales, spez. Teil, Bd. 10, 1924, Bd. 11, 1925. — 5. ENGLER-PRANTL: Die natürlichen Pflanzenfamilien. Bd. 10, 1924. — 6. GOEBEL: Organographie der Pflanzen. II. Teil, 1915—18. — 7. GOEBEL: l. c. — 8. KLEBS: Zur Entwicklungsphys. d. Farnproth. I. Heidelberger Akademie 1916/17. — 9. GOEBEL: l. c. — 10. ZIEGENSPECK: Referat über Campbell. D. H. The relationships of the Anthocerotaceae in Mez, Echo, p. 91. — 11. CONRADI: Das System der Farne unter Berücksichtigung der Morphologie, Entwicklungsgeschichte und Sero-Diagnostik, dargestellt in Mez, Archiv XXIV, p. 74—137. — 12. MIELINSKI: Über die Phylogenie der Bryophyten mit besonderer Berücksichtigung der Hepaticae in Mez, Archiv XVI, p. 23—118. — 13. ENGLER-PRANTL: l. c. Bd. 10, p. 16. — 14. ENGLER-PRANTL: l. c. Bd. 10, p. 129. — 15. ENGLER-PRANTL: l. c., Bd. 10, p. 345. — 16. ENGLER-PRANTL: l. c., Bd. 10, p. 17. — 17. LOESKE: l. c., p. 69. — 18. BERGGREN, Studier öfver mossornas byggnat. Lunds. Univ. Aorskrift 1868 V., p. 14. — 19. ENGLER-PRANTL: l. c., Bd. 10, p. 10. — 20. BERGGREN: Botaniska notiser 1893, p. 109. — 20a. GOEBEL: Flora 1889, p. 9. — 21. GOEBEL: Organ. II, 1915—18, p. 778. — 22. LORCH: Abhandlung d. II. Kl. d. Kgl. Akad. d. Wissenschaft. XXIII, Bd. 3, Abt. 1908. — 23. LOESKE: l. c., p. 143. — 24. GOEBEL: Organ. II, p. 534. — 25. ENGLER-PRANTL: l. c., Bd. 11, p. 500. — 26. KOCH: Bryologische Beiträge, Linnaea 1842, p. 69 ff. — 27. GOEBEL: l. c., p. 775. — 28. LOESKE: l. c., p. 176—179. — 29. ENGLER-PRANTL: l. c. — 30. FLEISCHER: l. c. — 31. GOEBEL: l. c., p. 843. — 32. GOEBEL: l. c., p. 844. — 33. GOEBEL: l. c., p. 839. — 34. GOEBEL: l. c., p. 842. — 35. ENGLER-PRANTL: l. c., Bd. 11, p. 234. — 36. LOESKE: l. c., p. 151. — 37. GOEBEL: l. c., p. 955. — 38. NAEGELI: Zit. nach Engler-Prantl, Bd. 10. — 39. SACHS: Lehrbuch d. Bot. 4. Aufl., 874. — 40. MÜLLER-THURGAU: Arb. a. d. bot. Inst. Würzburg. I, 477. — 41. GOEBEL: l. c., 773. — 42. CORRENS: In Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. XXIII, 1895. — 43. HABERLANDT: Phys. Pflanzenanatomie. 2. Aufl., p. 196. — 44. SCHOENE: Beiträge zur Kenntnis der Keimung d. Lebermoossporen usw. Flora 96, 1906. — 45. GOEBEL: l. c. — 46. ZIEGENSPECK: l. c. — 47. MIELINSKI: l. c. — 48. CORRENS: l. c. — 50. MIELINSKI: l. c. — 51. LOTSY: l. c. — 52. LORCH: l. c. — 53. GOEBEL: l. c., p. 817. — 54. HABERLANDT: l. c. — 55. LOTSY: l. c. — 56. GOEBEL: l. c. — 57. MIELINSKI: l. c. — 58. GOEBEL: l. c., p. 817. — 59. LOESKE: l. c., p. 121. — 60. ENGLER-PRANTL: l. c. — 61. MÜLLER: Deutschlands Moose 1853. — 62. GOEBEL: l. c., p. 780. — 63. LOESKE: l. c., p. 114. — 64. GOEBEL: l. c., II, p. 777. — 65. GOEBEL: l. c., p. 817. — 66. LOESKE: l. c., p. 100. — 67. GOEBEL: l. c., p. 843. — 68. GOEBEL: l. c., p. 824—25. — 69. FUCHS und ZIEGENSPECK: Orchideen in Mez, Archiv. Bd. XVIII, p. 399—402. — 70. LOESKE: l. c., p. 135—138. — 71. LOESKE: l. c., p. 126—128. — 72. LOESKE: l. c., p. 137. — 73. GOEBEL: l. c., p. 851. — 74. GOEBEL: l. c., p. 525. — 75. ZIEGENSPECK: Schleudermechanismus von Ascomyceten in Mez, Archiv. Bd. XIII, p. 341—381. — 76. LOESKE: l. c., p. 136. — 77. LOESKE: l. c., p. 138. — 78. LORCH: Beiträge zur Anatomie und Biologie d. Laubmoose, Flora. Bd. 78, 1894. — 79. GOEBEL: l. c., p. 815. — 80. GOEBEL: l. c., p. 807. — 81.

- GOEBEL: l. c., p. 462. — 82. GOEBEL: l. c., p. 808. — 83. GOEBEL: Organ. I, p. 463. — 84. PHILIBERT: Revue Bryologique, 1883. — 85. LOESKE: l. c., p. 94—95. — 86. ENGLER-PRANTL: l. c., Bd. 10, p. 421. — 87. LIMPRICHT: Die Laubmoose Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. I—III, 1885—1903. — 88. LOESKE: l. c., p. 156. — 89. GOEBEL: II, p. 796. — 90. FLEISCHER: l. c. II, S. 383. — 91. LOESKE: l. c., p. 144. — 92. LOESKE: Zur Systematik der europäischen Brachythecieae. Allg. Bot. Ztschr., Nr. 1 u. 2, Jahrg. 1907. — 93. LOTSY: l. c., p. 355. — 94. LOESKE: Zur Morpholog. u. Syst. d. Laubm. 1910, p. 149. — 95. ENGLER-PRANTL: l. c., Bd. 11, p. 214. — 96. LOESKE: l. c. — 97. LOESKE: l. c., p. 376. — 98. LOTSY: l. c., p. 346. — 99. GOEBEL: l. c., p. 551. — 100. GOEBEL: l. c., p. 804. — 101. WETTSTEIN: Handbuch d. system. Botan. Wien, Deuticke 1901, p. 303. — 102. LOTSY: l. c., p. 346. — 103. LOTSY: l. c., p. 358. — 104. LOESKE: l. c., p. 152. — 105. LOESKE: l. c., p. 148. — 106. LOTSY: l. c., p. 342. — 107. GOEBEL: l. c., p. 827. — 108. LOESKE: l. c., p. 167. — 109. FLEISCHER: l. c. — 110. LOESKE: l. c., p. 100. — 111. WETTSTEIN: l. c. — 112. GOEBEL: l. c. — 113. FLEISCHER: Die Musci der Flora von Buitenzorg. II, 1902—1904. — 114. LOESKE: l. c., p. 106. — 115. LINDBERG: Bot. Zentral. 1898. — 116. ENGLER-PRANTL: l. c., Bd. 11, p. 67. — 117. GOEBEL: l. c. — 118. MIELINSKI: l. c., p. 31. — 119. GOEBEL: l. c., p. 851. — 120. GOEBEL: l. c., p. 532. — 121. GOEBEL: l. c., p. 852. — 122. GOEBEL: l. c., p. 535. — 123. GOEBEL: l. c., p. 542. — 123a. GOEBEL: Flora 1927. Bd. XXII, p. 33. — 124. LIMPRICHT: l. c. — 125. LOTSY: l. c., p. 247. — 126. LOESKE: l. c., p. 68. — 127. LOTSY: l. c., p. 248. — 128. GOEBEL: Archegoniatenstudien X, Flora 1906, 2—45. — 129. LOTSY: l. c., p. 243. — 130. HEDWIG: l. c. — 131. ENGLER-PRANTL: l. c., Bd. 10, p. 302. — 132. ENGLER-PRANTL: l. c., Bd. 10, p. 135, Fig. 110 B. — 133. LOTSY: l. c., p. 292. — 134. GOEBEL: Organ. II, p. 885. — 135. LOESKE: l. c., p. 17. — 136. FLEISCHER: l. c., I, S. 15. — 137. LOESKE: l. c., p. 20. — 138. LOESKE: l. c. — 139. LOESKE: l. c., p. 87. — 140. LOESKE: l. c., p. 76. — 141. ENGLER-PRANTL: l. c., Bd. 10, p. 251. — 142. LOESKE: l. c., p. 144. — 143. LOESKE: l. c., p. 73. — 144. ENGLER-PRANTL: l. c., Bd. 10, p. 160. — 145. ENGLER-PRANTL: l. c., Bd. 10, p. 160, Fig. 134 G. — 146. LOESKE: l. c., p. 95. — 147. LOESKE: l. c., p. 94. — 148. LOESKE: l. c., p. 106. — 149. LOESKE: Allg. Bot. Ztschr. 1907. — 150. LOESKE: Archiv IV, 110—113. — 151. LOESKE: Morph. u. Syst. 1910, p. 78. — 152. LOTSY: l. c., p. 255. — 153. LOESKE: l. c., p. 90. — 154. LORCH: Flora 1894. — 155. LOESKE: l. c., p. 89. — 156. LOTSY: l. c., p. 255. — 157. LOESKE: l. c., p. 117. — 158. LOESKE: Archiv IV, 112. — 159. LOESKE: l. c. — 160. LOESKE: l. c. — 161. LOESKE: l. c., p. 99. — 162. GOEBEL: II, p. 890. — 163. STEINBRINCK: Flora 1897, p. 131—155. — 164. LOESKE: l. c., p. 94. — 165. LOESKE: l. c., p. 153. — 166. LOTSY: l. c., p. 328. — 167. ENGLER-PRANTL: l. c. — 168. LOESKE: l. c., p. 157. — 169. LOTSY: l. c., p. 334. — 170. LOTSY: l. c., p. 336, Fig. 223. — 171. GOEBEL: Organ. II, p. 854. — 172. PHILIBERT: l. c. — 173. LOTSY: l. c., p. 282. — 174. LOTSY: l. c., p. 330. — 175. ENGLER-PRANTL: l. c., Bd. 10, p. 136. — 176. LOESKE: l. c., p. 106. — 177. GOEBEL: l. c., p. 889. — 178. LOESKE: Archiv IV. — 179. LOTSY: l. c., p. 355. — 180. ENGLER-PRANTL: l. c., Bd. 11, p. 117. — 181. LOTSY: l. c., p. 363. — 182. LOTSY: l. c., p. 264. — 183. GOEBEL: Organ. II, p. 857, 854, 555. — 184. LOESKE: l. c., p. 148. — 185. LOTSY: l. c., p. 377. — 186. GOEBEL: l. c., p. 827. — 187. GOEBEL: l. c., p. 827. — 188. ENGLER-PRANTL: l. c., Bd. 10, p. 153. — 189. LOESKE: l. c., p. 146. — 190. LOESKE: l. c., p. 222. — 191. LOESKE: l. c., p. 222.