

Relikte so viel Auskunft, wie wir notwendig brauchen. - Genau dasselbe muss der Fall sein bezüglich der ältesten Ur-Organismen, so weit sie heute noch lebend zur Untersuchung kommen können.

Der voll geordnete und so gut wie lückenlose sero-diagnostische Stammbaum, den wir selbst noch von den niedersten Lebensformen nach ihren rezenten Vertretern, ihren Relikten, aufzustellen in der Lage waren, beweist, dass seit den allergräuesten Dämmerungstagen des Lebens bis heute eine irgend wie erheblichere Änderung der Eiweiss-Qualitäten der Formenkreise nur in soweit eingetreten ist, als die morphologische Ausbildung der auf einander folgenden systematischen Gruppen in Frage kommt. Was in niederer Ausbildungs-Form als Relikt erhalten wurde, hat auch seine Eiweiss-Qualitäten bewahrt, und zwar von den präcambrischen Schichten bis auf den heutigen Tag.

Alle für die vorliegende Abhandlung wichtige und ihre Grundlagen enthaltende Einzel-Literatur ist in dem von mir herausgegebenen "Botanischen Archiv" enthalten; der "Königsberger Stammbaum" ist in grossem Format als Demonstrations-Tafel erschienen.

Ueber die Phylogenie der Bryophyten mit besonderer Berücksichtigung der Hepaticae.

Von KARL MIELINSKI (Königsberg Pr.).

Es ist wie ENGLER (1) in der Einleitung zu seinem Syllabus sagt, "nichts leichter als Behauptungen über Verwandtschaften aufzustellen"; aber nichts schwerer, als diese zu beweisen, könnte man hinzufügen.

Dennoch aber muss es möglich sein, einen richtigen Weg der phylogenetischen Entwicklung zu finden. Mag man auch einen Formenkreis polyphyletisch betrachten, so muss er doch in Wirklichkeit aus mehreren neben einander laufenden Reihen bestehen, wie z.B. ein Kabel aus einer Reihe von Drähten. Wenn es gelänge, die Hülle zu sprengen, so müsste man die einzelnen Drähte herauschälen können. Wie aber in jedem Kabel jeder Draht getrennt läuft und infolge seiner Entstehung doch von dem neben ihm laufenden Draht - wenn auch nur wenig - verschieden ist, so ist es sehr unwahrscheinlich, dass sich die einzelnen Drähte der Entwicklung in allen Dingen völlig gleich verhalten könnten.

Auch hier müsste es möglich sein, die Besonderheiten der einzelnen Reihen zu verfolgen. Die Konvergenzen, welche wir in der Natur finden, sind niemals völlig; es gibt immer Unterschiede, nach denen wir die sich noch so ähnlichen Konvergenzen gliedern können.

Aus verschiedenem Material kann niemals völlig Gleiches entstehen, zumal wenn es sich um so ungeheuer komplexe Dinge handelt, wie es die Lebewesen sind.

Wir wollen es versuchen, die Stränge der Entwicklung im Pflanzenreiche zu zergliedern, und zwar haben wir uns zur phylogenetischen Klärung den Grund des höheren Pflanzenreiches, den vermutlichen Übergang von der Alge zur Landpflanze und den Bildungsherd der Gefäßpflanzen herausgesucht.

DIE LEBERMOOSE.

I. TEIL.

DIE PHYLOGENIE DER BRYOPHYTEN DARGESTELLT NACH
MORPHOLOGISCHEN GESICHTSPUNKTEN.

Lassen sich die Moose von den Braunalgen ableiten? Es zeigen die Braunalgen gewisse Ähnlichkeit mit den Moosen, vor allem mit *Anthoceros*, in der Bildung der Sexualorgane und im Generationswechsel. Es dürfte trotzdem aber die Ableitung der Anthocerotaceen von den hochspezialisierten Braunalgen auf einige Schwierigkeiten stossen. So besteht ein grosser Unterschied in so fern, als sich bei den Braunalgen die beiden Generationen unabhängig von einander entwickeln, bei den Moosen aber der Sporophyt parasitisch auf dem Gametophyten lebt, selbst dann noch, wenn derselbe sich stark rückgebildet hat.

Die Frage GOEBELS (2) "ob der Sporophyt der Anthocerotaceen ursprünglich eine selbständig lebende Generation gewesen sei, so wie z.B. der von *Dictyota*", ist bejahend beantwortet worden, da ein solcher gefunden wurde. PEIRCE (3) fand im August und September Sporophyten von *Anthoceros fusiformis* in Californien, welche durch die Feuchtigkeit ihrer Standorte über die Trockenperiode gekommen waren. Sie hatten die stattliche Länge von 16 cm erreicht. Aber auch der Durchmesser des Grundteils hatte sich verdoppelt. Der Fuss hatte anscheinend das Wasser unmittelbar aufgenommen. Die Columella war dicker als normal und erinnerte an die Procambiumstränge junger Farnpflanzen. Da der Gametophyt restlos abgestorben war, musste ein selbständiges Leben des Sporophyten stattgefunden haben.

Die Ähnlichkeit in diesem Falle zwischen *Anthoceros* und Braunalgen besteht in der Selbständigkeit gewisser Entwicklungsstadien beider Generationen, aber während bei den Braunalgen beide Entwicklungsstadien unabhängig von einander oder umgekehrt wie bei den Moosen der Gametophyt auf dem Sporophyt leben, parasitiert hier bei *Anthoceros* der Sporophyt zunächst auf dem Gametophyten und wird erst später selbständig.

Trotz den Beziehungen zwischen Braunalgen und Anthocerotaceen dürfte es nicht befriedigend sein, den Ausgang der Lebermoose bei diesen hochspezialisierten Formen zu suchen.

Denkbar dagegen wäre eine Ableitung von *Coleochaete*. Die Anthocerotaceen haben noch z.T. nur ein einziges Chromatophor in ihren vegetativen Zellen. Hiermit besitzen sie Eigenschaften, welche ihre phylogenetische Ableitung von Algen durchaus verständlich machen.

Coleochaete ist noch eine typische Alge nach Aufbau und vegetativer Fortpflanzungsart. Die Ausbildung eines primitiven Sporophyten und die Umrandung des Oogons dürften bereits aber als *Riccia*-ähnlich anzusprechen sein. Die abweichenden Chromosomen-Verhältnisse fallen wohl nicht so sehr ins Gewicht, eine Meinung, die LOTSY (4) und OLTMANNS (5) ebenfalls vertreten. Möglicher Weise ist nach MOEBIUS (6) bei *Coleochaete* der Generationswechsel noch nicht cytologisch, sondern erst morphologisch ausgebildet und die Reduktionsteilung weiter hinausgeschoben worden. *Coleochaete scutata* hat ferner nach CAMPBELL (17) gleichgebaute Gametangien wie die Anthocerotaceen: "It is quit conceivable, that plurilocular gametangia both male and female, comparable to those of the *Phaeophyceae* may have developed in those Green Algae, from with we may assume the primitive Archegoniaten were derived". CAMPBELL meint, das Verhalten von *Riccia natans* könne vielleicht den ersten Schritt in der Entwicklung der höheren Pflanzen von Algen-ähnlichen Vorfahren erläutern. Diese Wasserpflanzen, welche durch Sinken des Wassers auf dem Schlammstrandeten, mögen Wurzeln entwickelt haben infolge des Reibungsreizes der festen Erde; sie verlängerten ihre Wachstumsperiode und mögen so die Linie der Landpflanzen eingeleitet haben, welche dazu bestimmt waren, den herrschenden Pflanzentypus der Zukunft zu bilden.

LOTSY (8) nimmt an "dass die haploiden *Zoidiogamia* ihre Geschlechtsorgane ur-

sprünglich direkt auf dem Protonema bildeten und glaubt nicht fehl zu gehen in der Annahme, dass sie aus Algen hervorgegangen sind, die durch Abnahme des Wasserstandes aufs Trockne gerieten, einen Teil ihrer Zweige behufs Wasseraufnahme in den Boden trieben und zu Rhizoiden ausbildeten und ihre Geschlechtsorgane mittels verbreiteter Protonemazweige gegen Austrocknung schützten". Den Übergang zum breiten Thallus einer *Riccia* kann man sich sehr wohl durch das Landleben entstanden denken. Der Lichteinfall erfolgt einseitig und nicht mehr oder minder diffus wie im Wasser. Das dürfte die Dorsiventralität in hohem Masse begünstigt haben. Finden wir diese doch schon bei Algen, welche nahe der Oberfläche des Wassers vegetieren, ausgebildet. Andererseits ist die feine Zerteilung des Thallus zum Erlangen der Kohlensäure und des Sauerstoffs nach Art der Kiemen "unnötig" geworden. Nach LOTSYS Meinung (9) "bildeten diese primitivsten zoidiogenen Archegoniaten in der Endzelle der Seitenzweige, welche die Geschlechtsorgane trugen, eine schiefe Wand aus, welcher sich eine zweite ansetzte. Dadurch wurde eine Scheitelzelle gebildet, welche dem Moospflänzchen den Ursprung gab", das zur Dorsiventralität neigte.

Von *Coleochaete* wäre *Ricciella* abzuleiten; ob die Ricciellen, welche heute vorhanden sind, wirklich noch die alten Vorfahren darstellen, welche ans Land stiegen, ist nicht ausgemacht. Wir aber neigen der Meinung zu, dass diese Pflanzen etwa vom Bau einer *Riccia chartacea* waren. Auf der Thallus-Unterseite sind keine Schuppen oder haarähnliche Bildungen. Die Zapfenrhizoiden fehlen vollständig und um die Atemöffnungen sind keine besonderen Zellen ausgebildet. Der Thallus besteht in seiner Hauptsache aus nur zwei Zellschichten. Diese Formen waren nur im Wasser selbst oder doch an ganz feuchten Stellen lebensfähig. Von ihnen leiteten sich die beständigeren Formen ab, welche heute z.T. durch Sonderanpassungen imstande sind, ziemlich trockene Stellen zu bewohnen.

Der Generationswechsel von *Coleochaete* und *Riccia* ist derselbe. Das Sporogon von *Riccia* wäre primitiv, nicht reduziert. Es tritt hier noch keine komplizierte Wand auf, auch die Elateren, die wir bei allen Lebermoosen finden, fehlen hier. Die grossen Sporen dagegen könnten auf eine Sonder-Entwicklung hinweisen.

Von solchen Formen dürften sich *Sphaerocarpus* in der Sporogon-Entwicklung gleichende Formen ableiten. Der Thallus war aber mit guten Luftkammern versehen. Aus diesen Kreisen mögen die Marchantialen hervorgegangen sein. Unter den heute noch vorhandenen Marchantialen hätten wir es sowohl mit zurück- wie fortgebildeten Formen zu tun. Wir neigen im Hinblick auf die Primitivität von *Cyathodium* in den Chromatophoren dazu, diese Form als ursprünglich anzunehmen. Dagegen dürften Typen etwa wie *Monoclea* oder *Dumortiera* eher reduziert sein. Aus der Morphologie ist es oft sehr schwer, die Reihen so aufzustellen wie sie waren, nämlich sowohl auf- wie absteigend zu behandeln. Beides ist, weil einseitig, nicht richtig.

Als Zwischenformen von Ricciaceen und Marchantiaceen seien etwa *Sphaerocarpus* und *Ricciella* hinsichtlich des Sporogons zu deuten. Aus einem Kreise, der zwischen diesen vielleicht stände, kämen die Anthocerotalen hervor.

Noch vor der Bildung der Anthocerotalen käme es in Analogie zu den Marchantialen bei den Formenkreisen der *Archidiales*, *Andreaceales* und *Sphagnales* zur Bildung eines Pseudopodiums. Die Differenziation in morphologischer Hinsicht entwickelt sich auch in diesem Kreise auf gesonderten Bahnen.

Aus dem Kreise der primitiven Anthocerotalen (vielleicht etwa *Notothylas*) könnten die Jungermanniaceen hervorgegangen sein, mit Formen beginnend, welche zunächst eine Reduktion im anatomischen Aufbau zeigen (wie etwa *Aneura*, *Pellia*, *Palavicinia*); die Columella verschwindet in diesem Kreise und die morphologische Gliederung nimmt zu und führt zu einer Sonderentwicklung.

Der innerhalb der Anthocerotalen-Reihe erstarkende Sporophyt übernimmt mehr und mehr die Organisation des Gametophyten. Unter den heute lebenden Formen ist die Ähnlichkeit im anatomischen Bau zwischen beiden in dieser Reihe am grössten. Bereits bei den Anthocerotalen beginnt auch schon die morphologische Gliederung der Gametophyten.

Es finden sich Formen, bei welchen durch Lappenbildung der Thallus in höherem

Masse kraus geworden ist. Nun geht die Entwicklung auseinander. - In der einen Richtung wird bei der Jugendform des Thallus der Anthocerotalen die fadenförmige Gestalt, welche hier kaum zu erkennen war, begünstigt. Es kommt zu einem Protoneuma; dieses ist bei manchen Laubmoosen (*Georgia*) auch noch lappenförmig mehrzellig. Als Sondererwerb kommt für dieses Stadium der Jugendform die schiefe Lage der Wände hinzu. Es kann sogar in letzterem diese Form des Thallus fast allein den Gametophyten ausmachen (*Buxbaumia*). Ähnliche Dinge finden sich bei manchen Lebermoosen wieder. In der Regel wird aber der Thallus vielleicht zunächst anatomisch rückgebildet, dafür aber morphologisch sehr weit in Blätter und Stamm, Rhizoidenstränge u.s.w. gegliedert. Auch der Sporophyt erhält eine Sonderentwicklung in so fern, als er mehr anatomisch gegliedert wird als an Grösse und äusserer Gestalt; aber auch er kann sich wieder rückbilden (*Musci cleistocarpi*).

Während wir diese Richtung etwa durch das Bevorzugen des Gametophyten in morphologischer Hinsicht charakterisieren können, ist die andere Richtung oder sind die beiden anderen Richtungen durch Verkümmern des Gametophyten und reiche Gliederung des Sporophyten in anatomischer wie morphologischer Hinsicht gekennzeichnet. Nur dieses ermöglicht allein die Entwicklung zu grösserer Gestalt.

Gametophyt.

Als Urtyp des Prothalliums dürfte der Gametophyt von *Anthoceros* hingestellt sein. Er ist oft mit krausen Lappen versehen. Die Entwicklung der Stomata und Atemhöhlen ist ihm grösstenteils abhanden gegangen. Die Antheridien und Archegonien sind eingesenkt. Die Spermatozoiden haben, wie bei allen Moosen (und auch den *Coleochaete* Arten) zwei Geiseln. Der Thallus entsteht aus der Spore so, dass sich zunächst eine fadenförmige Zellreihe bildet, die sich verbreitert. Es bildet sich ein in der Mitte oder auch seitlich gelegener Meristempunkt heraus, der allmählig zur Scheitelzelle wird. Der Thallus wird mehrzellig und verzweigt sich gabelig. Es werden mehrere auf einander liegende Lagen gebildet. Der Thallus gliedert sich zu Bändern mit gabeliger Verzweigung. Im Alter entstehen krause Lappen. Die Bildung von Knollen als Überwinternde oder über Trockenperioden helfende Teile ist vorhanden. Weiterhin vermag der Thallus bei ungünstigen Lebensbedingungen auf einer niedrigeren, von ihm während seiner normalen Entwicklung rascher durchlaufenen Organisationshöhe festgehalten zu werden. Die Ausbildung der Sporophyten begrenzt die Entwicklung. Es ist schon die Neigung vorhanden, den Gametophyten absterben zu lassen, wenn der Sporophyt eine bestimmte Entwicklungsstufe erreicht (*A. fusiformis*).

Die Entwicklung in phylogenetischer Hinsicht von den Anthocerotaceen aufwärts ist von CONRADI (10) besonders behandelt worden. Es mag im Rahmen dieser Arbeit genügen darauf hinzuweisen.

Es dürften die Anthocerotaceen als Bildungsherd für die ältesten Pteridophyten zu gelten haben.

Aber auch im Hinblick auf die anderen Moose nimmt diese Gruppe eine eigenartige Stellung ein, sodass sie vielleicht auch für diese als Bildungsherd gelten könnte oder doch einem solchen sehr nahe stände.

Im folgenden wird es unsere Aufgabe sein, diesen kurz dargestellten phylogenetischen Stammbaum der Bryophyten vor allem mit Berücksichtigung der Stellung der Ricciaceen, Marchantiaceen, Jungermanniaceen und Anthocerotaceen durch Eingehen auf Einzelheiten anatomischer und morphologischer Art innerhalb dieser Reihen zu belegen. Ferner soll die besondere Stellung der *Sphagnales*, *Andreaeales*, *Archidiales* als Sonderentwicklung und besondere Reihe gegenüber den *Musci frondosi* dargestellt werden.

Bei den folgenden Ausführungen sind bezüglich der Organisation der Lebermoose vor allem die Untersuchungen GOEBELS herangezogen, dessen vergleichend-anatomische Untersuchungen von besonderer Bedeutung für die Erkennung der phylogenetischen Zusammenhänge innerhalb der Lebermoose sind.

Um die angeführten Entwicklungsreihen innerhalb der Bryophyten weiterhin zu

belegen, mag zunächst einmal die Untersuchung des Aufbaus der Sexualorgane herangezogen werden.

Sexualorgane.

Als Geschlechtsorgane werden solche bezeichnet, in denen Gameten entstehen. In den einfachsten Fällen sind beide Gameten gleich gestaltet. Im Bereich der oberen *Ulotrichales* hat sich bereits die Umwandlung von Isogamie zu Heterogamie vollzogen, das Sitzenbleiben der weiblichen Geschlechtszelle auf der Mutterpflanze und die Bildung schützender Hüllen, welche man mit Archegonien vergleichen könnte.

Bei *Coleochaete* wie auch bei zahlreichen andern Grünalgen zeigen sich dieselben Verhältnisse wie bei sämtlichen Archegoniaten. Die unbeweglich gewordene Eizelle wird innerhalb des Pflanzenkörpers von dem beweglichen männlichen Gameten befruchtet. Mit der nach und nach sich vergrößernden Verschiedenheit der Gameten werden auch die Gametangien differenziert.

Die Gametangien der Archegoniaten unterscheiden sich von denen der Thallophyten durch die Wand, die aus sterilen Zellen besteht. Diese dient sowohl dem Schutze wie namentlich der Öffnung der Gametangien.

GOEBEL (11) glaubt "das Vorhandensein einer Hülle aus sterilen Zellen mit der Tatsache in Verbindung setzen zu können, dass die Archegoniaten schon typische Landpflanzen sind, auch in ihrem Gametophyten, noch mehr aber in ihrem Sporophyten".

Die Wand dürfte wohl vorzüglich die Aufgabe haben, neben dem Schutze der Innenzellen die Regulierung der Transpiration zu übernehmen, da sie infolge ihrer lebenden plasmahaltigen Zellen osmotisch wirksam ist und so die Verdunstung regeln kann. Es liesse sich also der Unterschied in der Ausbildung der Gametangien der Archegoniaten gegenüber denen der Algen durchaus funktionell verständlich machen.

Antheridien.

Die Antheridien der Lebermoose entstehen aus Oberflächenzellen, die sich hervorwölben und nach unten abgeteilt werden. Durch eine neue Wand entsteht die untere Stielzelle und die obere, die Mutterzelle des Antheridiums. Die Art der Weiterentwicklung des Antheridiums aus der Mutterzelle zeigt, dass die Entwicklung in den ersten Stadien bei *Jungermanniaceen* und *Marchantiaceen* dieselbe ist, erst bei der weiteren Entwicklung finden sich in beiden Formenkreisen Unterschiede.

Die *Anthocerotaceen* weichen von dieser Art der Entwicklung stark ab. Die Antheridien entstehen hier endogen; dadurch unterscheiden sie sich wesentlich von der Bildungsweise der Antheridien bei allen anderen Bryophyten.

Bei den Laubmoosen wird der eigentliche Antheridienkörper aus einer zweischneidigen Scheitelzelle herausgebildet. Die Laubmoose vereinigen gewissermassen den Aufbau der *Marchantiales* mit dem der *Jungermanniales*, zeigen aber den oscillierenden Scheitel, den wir bei den Sporogonien der Laubmoose ebenfalls antreffen.

Die Antheridien der Lebermoose sind Keulen- oder Kugel-förmige Körper mit einer Wandschicht und einem Innenkomplex von Spermatozoid-Mutterzellen. Diese Körper werden von einem Stiel getragen. Man könnte mit GOEBEL (12) "die Antheridien der *Marchantiales* als die primitivsten bezeichnen. Hier kommen die Antheridien zustande aus mehreren Stockwerken von Zellen. Die Wandschicht trennt sich erst spät von dem Inhalt, wenn jede Zelle durch 2 Längsteilungen von 4 Quadranten serlegt ist".

Die Antheridien der *Jungermanniaceen* werden aus viel weniger Querscheiben aufgebaut als die der *Marchantiales*. Meist ist es nur eine. Ferner zeigen diese Zellteilungen, welche sich offensichtlich von einer Quadrantenteilung ableiten, bei der in jeder Antheridienhälfte ein Quadrant steril bleibt. Es entstehen zwei physiologisch ungleichartige Zellen, von denen die eine zur Wandbildung verwandt

wird, die andere aber dieselben Teilungen erfährt wie die Quadranten im Marchantiaaceen-Antheridium. Die Fossombronien dürften infolge ihrer primitiven Ausbildung der Antheridien auch phylogenetisch tief stehen.

Die Auffassung, den Aufbau der *Marchantiales* als einen primitiveren gegenüber dem der *Jungermannien* zu halten wird dadurch gefestigt, dass bei *Jungermannien* (z.B. *Scapania*), die sonst die den *Jungermannien* eigentümliche Anordnung der Zellwände zeigen, als Variante auch Quadrantenteilung vorkommt, die die *Marchantiales* kennzeichnet.

Der Aufbau der Antheridien der Anthocerotaceen zeigt ähnliche Verhältnisse wie bei den *Marchantiales*, doch lehnen sich die Anthocerotaceen mehr in der Entwicklung der Antheridien an *Sphaerocarpus* an, nur dass die Stielbildung eine andere ist. Es kennzeichnen sich aber die Anthocerotaceen darin als besondere Entwicklungsreihe, dass die Antheridien endogen, also von Anfang an von der Aussenwelt abgeschnitten im Thallus entstehen, im Gegensatz zu den *Marchantiales*, bei denen die Antheridien in Gruben versenkt werden. Weiterhin erfordern diese Verhältnisse bei den Anthocerotaceen eine besondere Öffnungsvorrichtung für das Dach der Höhlung, in der die Antheridien sich befinden. Es sind die Zellen, die das Dach der Höhlung bilden, mit Schleim versehen. Sie schlagen sich in ähnlicher Weise zurück, wie die Wandschicht eines einzelnen Antheridiums.

LEITGEB hat in abnormen Fällen Antheridien von *Anthoceros*-Arten an der Oberfläche des Thallus gefunden. WALDNER (13) schliesst aus der Herausbildung einer so vollkommen individualisierten Wandschicht bei den Antheridien von *Anthoceros* und dem Umstand, dass die Bildung dieser Hüllschicht vollkommen der der übrigen Lebermoose gleicht, dass hieraus die Annahme wahrscheinlich erscheint, dass die endogene Entstehung der Antheridien (ebenso mag es sich mit der Versenkung der Archegonien in dem Thallus verhalten) abgeleitete Vorgänge sind, dass also die hypothetischen Verfahren unserer Anthocerotaceen ihre Geschlechtsorgane aus oberflächlich gelegenen Zellen angelegt und dieselben ursprünglich über der Thallus-Oberfläche ausgebildet haben, und dass somit die Ausbildung der Wandschicht an den Geschlechtsorganen unserer Anthocerotaceen durch Vererbung zu erklären sei. Auch LOTSY (14) erscheint diese Auffassung berechtigt.

Riccia, deren Antheridien-Aufbau dieselben Verhältnisse zeigt wie bei den *Marchantiales*, also hierin ihren primitiven Charakter darlegt, hat ebenfalls in den Thallus versenkte Antheridien. Das Thallusgewebe wächst infolge der Bildung der Assimilationsfäden um die Antheridien herum empor, wodurch dieselben schon bald in das Gewebe versenkt werden. Schliesslich ragt nur noch die Spitze des Halses ein wenig über den Thallus hervor.

Es zeigen diese Verhältnisse, auf welche Weise eingesenkte Antheridien, wie man sie bei *Anthoceros* findet, entstanden sein könnten.

Während die Antheridien bei den Anthocerotaceen bereits geschützt in den Höhlungen des Thallus heranreifen, dürfte sich die Grubenbildung bei den *Marchantiales* so erklären lassen, dass die Grube zunächst einmal den Schutz der Antheridien, andererseits aber auch die Verbreitung der Spermatozoen zu übernehmen hätte.

Die Verbindung von den *Marchantiales* zu den *Jungermanniales* gäbe *Sphaerocarpus* bezüglich seines Aufbaus der Antheridien.

Die keulenförmig gewordene Mutterzelle des Antheridiums teilt sich durch drei Querwände. Die untere Zelle liefert den Stiel, die zweite den unteren Teil der Antheridienwand. Die beiden oberen Zellen werden zum Antheridienkörper, der sich quadrantisch teilt. Bei den übrigen *Jungermanniales* wird der Antheridienkörper nur aus einer Querscheibe gebildet.

GOEBEL unterscheidet in Bezug auf den Öffnungsmechanismus der Antheridien den Typ der Lebermoose mit *Sphagnum* und den der Laubmoose.

Bei den Lebermoosen finden wir ebenso wie bei *Sphagnum* keine abgegrenzte Zellgruppe sich am Öffnungsmechanismus beteiligend, während bei den Laubmoosen die Antheridien nur durch eine apikale Zellgruppe (Öffnungskappe) die bisweilen nur aus einer Zelle besteht, geöffnet werden.

Sphagnum bildet nach LEITGEBs Untersuchungen durch den Aufbau des Antheridiums

den Anschluss an die Laubmoose, nur ist die Divergenz der Segmentwände nicht durchgehends $1/2$, sondern meist kleiner. - Durch die Öffnungsweise verbindet es sich mit den Lebermoosen.

Cyathodium zeigt in der Öffnungsweise des Antheridiums Anlehnung an die Laubmoose. GOEBEL (15) schreibt hierüber: "Die Antheridien von *Cyathodium* haben eigentlich eine nur aus einer Zelle bestehende Öffnungskappe".

Infolge dieser Anklänge an die Laubmoose dürfte man geneigt sein, die phylogenetische Stellung von *Cyathodium* als dem Stamme genähert zu deuten.

Von *Marchantia* direkt dürften sich nicht die *Hepaticae*, *Anthocerotales* und *Musci frondosi* ableiten lassen. Es ist dieser Formenkreis zu sehr spezialisiert und dürfte in jeder Beziehung eher als Sonderentwicklung zu verstehen sein. So stellen u.a. zum Beispiel die Regenbecher von *Marchantia* Anpassungen zur besseren Übertragung der Spermatozoiden dar. Bei Wasserpflanzen kann die Befruchtung durch das Wasser direkt erfolgen. Wir finden dementsprechend bei den einfachen Moosen die Blütezeit auf Frühjahr oder Herbst beschränkt, also auf Zeiten, wenn die ganze Pflanze unter Wasser gesetzt und dadurch die Befruchtung sicher gestellt ist.

Bei den abgeleiteten Formen der einzelnen Reihen, bei denen die Blütezeit nicht an bestimmte Zeiten gebunden ist, müssen sich dementsprechend Anpassungen zur besseren Übertragung der Spermatozoiden herausbilden. Die an etwas trockneren Stellen wachsende *Marchantia* ist infolge ihrer Regenbecher in der Lage, mit einer geringen Menge Wasser die Befruchtung zu sichern. Es schwärmen die Spermatozoiden allmählich in einen auf die Infloreszenzscheibe gebrachten Wassertropfen hinein. Auch die Anpassungs-Erscheinungen von *Polytrichum* zur besseren Übertragung der Spermatozoiden und anderer Formen, die trockne, nicht zeitweise überflutete Standorte haben, weisen stets auf eine besondere Spezialisierung dieser Formen hin, die also nicht als primitive, sondern als abgeleitete zu betrachten sein dürften.

Der Aufbau und die Öffnungsweise der Antheridien dürften dem in der Einleitung angedeuteten phylogenetischen Stammbaum in keiner Weise widersprechen, sondern ihn durchaus stützen.

Archegonien.

Die Archegonien gehen wie die Antheridien aus Oberflächenzellen hervor. Bei allen Lebermoosen mit Ausnahme der Ricciaceen - hier wächst die ganze aus einer Epidermiszelle entstandene Papille zum Archegonium aus - wird durch eine Querwand in der Höhe der Oberfläche die Stielzelle des Archegoniums von einer oberen Zelle abgegliedert. Die weitere Entwicklung geht nach den Untersuchungen von GAZET (16), JANCZEWSKI (17) und anderen so vor sich, dass die obere Zelle durch Längswände in eine innere und drei periphere Zellen geteilt wird. Die mittlere Zelle gliedert sich durch eine Querwand in eine Deckelzelle und eine Innenzelle. Die Innenzelle teilt sich in eine obere, die sogenannte Mutterzelle der Halskanalzellen, und eine untere, die sich weiterhin in Eizelle und Bauchkanalzelle differenziert. Aus den peripheren Zellen entsteht die Archegonwand, aus der Stielzelle kann sich ein kürzerer oder längerer Stiel entwickeln.

Das Archegon von *Anthoceros* geht ebenso wie das der Lebermoose aus einer Oberflächenzelle hervor. Sie wölbt sich aber nicht wie bei den Lebermoosen hervor und schneidet eine Stielzelle ab, sondern bleibt im Thallus eingesenkt liegen. Im übrigen ist die Entwicklung wie bei den Lebermoosen. Es lässt sich zwar später infolge der Versenkung der Antheridien keine Archegonwand mehr unterscheiden, doch zeigen die ersten Teilungen, dass dieselbe auch bei *Anthoceros* angelegt wird. Im Gegensatz zu den übrigen Lebermoosen wird die Halskanalmutterzelle von der Deckelzelle abgeschnitten. Diese Verhältnisse dürften als abgeleitet zu betrachten, und auch die Versenkung des Archegons in das Thallusgewebe dürfte, wie es bei dem Aufbau der Antheridien bereits betont wurde, als eine Sonderentwicklung aufzufassen sein.

Riccia, welche die ganze Epidermiszelle zum Aufbau des Archegons verwendet, zeigt hiermit ebenfalls ihre Sonderstellung.

Der Hauptunterschied der Laubmoos-Archegonien gegenüber denen der Lebermoose liegt im folgenden: die Halskanalzellen gehen nicht wie bei den Lebermoosen durch die Teilungen einer Mutterzelle hervor, sondern werden z.T. durch ein eigentümliches Wachstum der Deckelzelle geliefert (nach Angaben von CAMPBELL, KÄHN, JANCZEWSKI (18)). Diese soll als Scheitelzelle funktionieren und Segmente liefern, parallel ihren Aussenwänden und nach der Basis ihres Archegoniums hin; die äusseren werden dann zu neuen Halszellen, die inneren zu Kanalzellen. Der Stiel (Fuss) ist wesentlich am Aufbau der Hülle des Embryos beteiligt. Bei den Lebermoosen ist dies nicht der Fall, bei den Marchantialen in geringem Masse.

Auch die Untersuchungen über die Verhältnisse im Bau und Entwicklung der Archegonien innerhalb der aufgestellten Reihen sprechen nicht dagegen, dass dieselben phylogenetisch von einander abzuleiten sind. Wir können nach diesen Darlegungen die phylogenetische Anordnung der einzelnen Reihen innerhalb der Bryophyten folgendermassen zeichnen (Fig. 1):

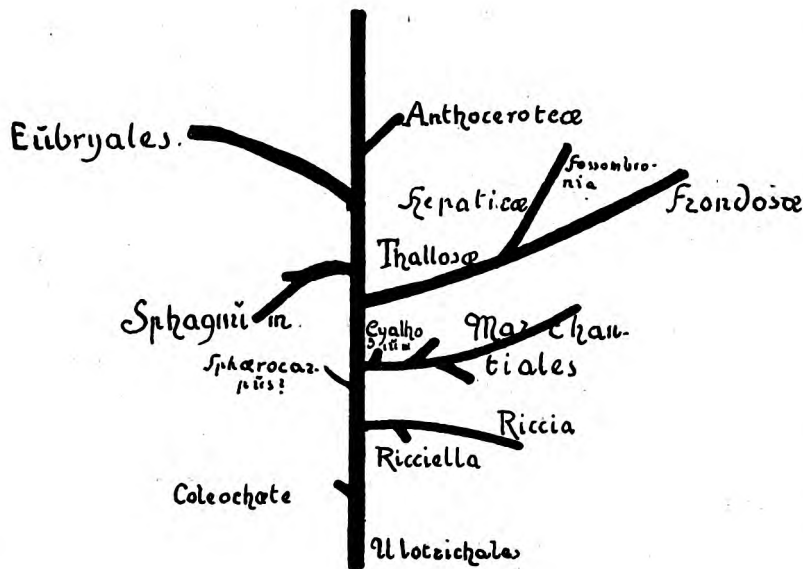


Fig. 1.

Da die Gestaltung der Sporogonien für die einzelnen Reihen innerhalb der Bryophyten eine verschiedene ist, so dürften auch diese Organe für die Aufstellung besonderer Reihen innerhalb dieser Gruppe von Bedeutung sein.

Sporophyt.

Aufbau des Sporophyten.

Der Entwicklungsgang der Bryophyten dürfte sich nach CELAKOWSKI (19) auf Grund desjenigen einer Zahl von Thallophyten deuten lassen.

"Von dem sporenerzeugenden Inhalt der *Coleochaete*-Frucht zu dem einfachsten bekannten Sporangium von *Riccia* ist nur ein Schritt. Dieser Schritt wird dadurch

gemacht, dass eine äusserste Schicht des sporenbildenden Parenchyms zu einer Hüllschicht (Wand des Sporogons) sich ausbildet, also steril bleibt, anstatt ihre Zellen in Sporen umzubilden; damit ist der erste Anfang einer besonderen Generation gemacht, die auch nach dem Auskeimen der Sporen zur neuen Generation als Muttergeneration fort besteht und die von da ab bis zu den höchsten Moosen immer mächtiger dadurch wird, dass immer weniger und spätere Zellgenerationen zu Sporen als Anfangszellen der sexuellen Generation verbraucht werden."

Die niedrigste Entwicklungsstufe des Sporophyten finden wir nicht bei den anakrogynen Lebermoosen mit dem einfachsten Thallus, sondern bei *Riccia*.

Die befruchtete kugelige Eizelle umgibt sich hier wie immer mit einer dünnen Zellulosewand, hierauf wird sie durch eine schräge Wand geteilt und durch eine weitere hierzu senkrechte in vier Zellen zerlegt, die nachher in acht Oktanten zerfallen. Von den an der Peripherie gelegenen Zellen wird die einschichtige Wandschicht des Sporogons gebildet. Aus den inneren Zellen werden Sporogon-Mutterzellen, und zwar werden bei den Ricciaceen sämtliche Innenzellen zu Sporenmutterzellen, im Gegensatz zu den übrigen Lebermoosen, bei denen noch eine Stielzelle vorher abgegliedert wird. Auch Elatereen bilden sich nicht. Es finden sich ferner kei-

ne Elaterenträger, es unterbleibt die Bildung eines Fusses und es kommt nicht zur Differenzierung in Kapsel und Stiel. Die Kapsel zerfällt später und die Sporen liegen dann frei im Archegonbauch. *Riccia* dürfte nach dieser Ausbildung der Diploid-Generation etwa mit gewissen Coleochaeten vergleichbar sein. Man könnte versucht sein, dieses Moos nach der Ausbildung des Sporophyten als primitivstes unter den Bryophyten zu bezeichnen.

Die Entwicklung des Sporogons der Jungermanniaceen und Marchantiaceen weicht von der oben geschilderten Entwicklung des *Riccia*-Sporogons nicht unwesentlich ab.

Die eiförmige Eizelle der Marchantiaceen wird durch eine in der Regel zur Längsaxe des Archegoniums senkrechte Wand in zwei Teile geteilt. Aus der oberen Zelle geht das Sporogon hervor, aus der anderen Stiel und Fuss. Es werden von den acht Oktanten, die auch hier wie bei *Riccia* anfangs auftreten, nur die vier oberen zum Sporogon. Eine Wandschicht wird später ebenfalls vom sporenbildenden Teil abgetrennt.

Auf noch höherer Stufe stehen die Jungermannien. Die längliche befruchtete Eizelle wird zunächst einmal durch eine Querwand auch in zwei Teile geteilt. Während die untere kleine Zelle zu einem Anhängsel am Fuss des Sporogonstiels wird, mit dem sich der Sporophyt oft tief in den Gametophyten hineinbohrt, geht die Kapsel und der Stiel des Sporogons aus der oberen grösseren Zelle hervor. Die obere Zelle zerfällt durch senkrecht zu einander gestellte Längswände in Zellen von Kugeloktantenform. Diese trennen durch horizontale Wände mehrere Scheiben-förmige Stockwerke nach unten ab, welche aus je vier Zylinderquadrantzellen aufgebaut sind. Aus ihnen geht der spätere Sporogonstiel hervor, während aus dem Kugel-Oktanten am Scheitel sich der Sporenraum bildet. Bei den meisten Gattungen der Jungermanniaceen werden zur Bildung des Archespors auch noch die nächsten unter der Scheitelpuppe gelegenen Stockwerke benutzt. Durch perikline Wände formt sich aus der Kuppe Sporenraum und Kapselwand heraus.

Die Sporogone der Anthocerotaceen weichen von den übrigen Lebermoos-Sporogonen stark ab.

Die ersten Entwicklungsstadien stimmen mit denen des Jungermanniaceen-Typus überein. Der Embryo besteht aus 2 - 3 Stockwerken quadrantisch gelagerter Zellen. Aus den untersten vier Quadrantenzellen geht der Fuss (Saugorgan) hervor, die darüber liegenden werden zum Sporogon.

Ein Sporogonstiel fehlt hier ganz. Die Zellen werden durch Periklinen in Innen- und Aussenzellen (Endothecium und Amphithecium) zerlegt. Während aber bei den übrigen Lebermoosen die Aussenzellen zur Wand, die Innenzellen zum Archespor werden, ist das bei *Anthoceros* nicht der Fall. Hier bilden die Innenzellen die Columella, eine sterile Säule, die sich mitten durch die Kapsel hindurchzieht. Die Wandschicht des Sporogons teilt sich nochmals und der innere dadurch entstandene Mantel wird zum Archespor. Es ist eine Zellschicht in Gestalt einer nach unten hin offenen Glocke oder Kuppel (ähnlich wie bei *Sphagnum* und *Andreaea*). Hinsichtlich der Ausbildung der Sporogone dürften die *Anthocerotales* eine vermittelnde Stellung zu den anderen Bryophyten einnehmen.

Die Entwicklung des Sporogons ist bei ganz jungen Embryonen von Laub- und Lebermoosen dieselbe. In beiden Fällen kommt es zur Quadrantenbildung, doch zeigen die Laubmoos-Embryonen (mit Ausnahme von *Sphagnum*) eine ungleichartige Entwicklung gegenüber der der Lebermoose insofern, als sich bei jenen nach einer oder einigen Querteilungen ein Wachstum mit zweiseitiger Scheitelzelle einstellt, d.h. nach KIENITZ-GERLOFFs Anschauung, es ist ein Quadrant stärker entwickelt, der andere unterdrückt. Bei den Lebermoosen bauen sich die Embryonen stockwerkartig gleichmässig auf.

Dieses Wachstum mit zweiseitiger Scheitelzelle kommt bei einigen Lebermoosen embryonal ebenfalls vor (*Sphaerocarpus*, *Symphyogyne*). Es zeigen also die Laubmoos-Embryonen ebenfalls wie die Antheridien (*Sphagnum* ausgenommen) eine ungleichartige Entwicklung. Die erste Teilungswand oszilliert sozusagen von links nach rechts.

Sphagnum zeigt in der Embryo-Entwicklung Übereinstimmung mit den Lebermoosen.

GOEBEL erklärt dieses "grundsätzlich" damit, dass einzelne Abteilungen einer höheren Gruppe sonst verwischte Eigentümlichkeiten der ursprünglicheren Gruppe beibehalten haben. Es beweist das Verhalten doch eher eine den Lebermoosen genäherte Stellung von *Sphagnum*.

Archidium zeigt in dem Aufbau des Sporophyten eigentümliche Verhältnisse. Der Embryo besteht nur aus wenigen Segmenten der Scheitelzelle - es bleibt also die Segmentierung frühzeitig stehen. Innerhalb der Segmente findet nicht mehr die Bildung eines Grundquadrats statt, es bilden sich vielmehr im Endothecium statt vier Zellen nur zwei aus. Die so entstandenen Endothecium-Zellen sind nicht alle fertil; diese Verhältnisse dürften mit GOEBEL durchaus als reduziert aufzufassen sein. Wegen dieser Tatsachen, die für eine starke Reduktion von *Archidium* sprechen, welche sich in anderer Beziehung noch weiterhin in der Bildung des Sporophyten geltend machen, darf man jedoch nicht verleitet werden, andere Eigenschaften, die als primitiv aufzufassen sein dürften, ebenfalls als Reduktions-Erscheinungen zu deuten. Jede einfache Eigenschaft kann auf zwei Wegen entstanden sein: einerseits dadurch, dass ein Organ sich über gewisse ontogenetische Entwicklungen nicht erhebt und deshalb auf der ontogenetisch primitiven Stufe stehen bleibt - wir bezeichnen ein solches Organ als reduziert; andererseits aber kann dieselbe Ausbildung phylogenetisch primitiv sein. Wenn wir nun eine Pflanze betrachten, welche einige Eigenschaften besitzt, die auf eine Reduktion schliessen lassen, so sind wir nur allzu leicht verleitet, alle einfachen Erscheinungen dieser Pflanze als reduziert zu deuten, während doch ontogenetisch und phylogenetisch Primitives gemischt sein kann. So kann man bei den cleistokarpen Moosen urteilen, weil da Eigenschaften vorhanden sind, die als rückgebildete zu betrachten sein dürften.

Auf die-Eigenschaften primitiver und reduzierter Art am Sporogon von *Archidium* soll bei Besprechung der Haupteigentümlichkeiten des fertigen Sporogons eingegangen werden.

Haupteigentümlichkeiten im fertigen Sporophyten.

1) Der fertige Sporophyt der Lebermoose.

Wie in dem Aufbau des Embryos lassen sich auch im fertigen Sporophyten einige Haupteigentümlichkeiten feststellen, die zum Teil die Zusammenhänge innerhalb der einzelnen Reihen der Bryophyten darlegen, z.T. ihre phylogenetische Stellung festlegen könnten.

Der fertige Sporophyt der Anthocerotalen.

Bei den Anthocerotaceen stellen die Sporophyten lange zylindrische Gebilde dar, die nicht in Stiel und Kapsel gegliedert sind; nur der basale Teil ist etwas angeschwollen und als Saugorgan entwickelt, das häufig kurze haustorienartige Schläuche in die Mutterpflanze treibt. Mit den Laubmoosen haben die Anthocerotaceen den Besitz von Spaltöffnungen gemein, doch sind bei ihnen die Spaltöffnungen diffus verteilt. Diese Verteilung kann man mit GOEBEL (20) als primitivsten Fall betrachten. Es zeigt der Sporophyt der Anthocerotaceen die grösste Ähnlichkeit mit dem Gametophyten. Sie besteht vor allem darin, dass der Sporophyt verhältnismässig selbständig ist, sowohl durch seinen reichen Chlorophyllgehalt wie auch dadurch, dass er durch lange andauerndes intercalares Wachstum eine längere Entwicklung besitzt als die Sporophyten der anderen Moose. Die Anthocerotaceen haben an der Basis des Kapselteils im Embryo ein intercalares Meristem, wodurch sich die Länge des die Sporen bildenden Kapselteils erklärt. Doch kann man dieses Meristem auch bei Laubmoosen feststellen und, wenn auch in geringerem Masse, ebenfalls bei den Lebermoosen, nur dass in beiden das Meristem, statt zum Ausbau des Kapselteils, zur Bildung des Stiels verwandt wird. Es zeigt hierin *Anthoceros* seine vermittelnde Stellung zwischen Laub- und Lebermoosen. Im Assimilationsgewebe und in den Spaltöffnungen sowie in der Columella zeigt *Anthoceros* durchaus

grosse Übereinstimmungen mit *Sphagnum*. Ebenso kommt diese, wie bereits hervorgehoben, in der Entstehung und dem Bau des Archesporis zum Ausdruck. Innerhalb der Anthocerotalen selbst lassen sich Anklänge zu Laub- und Lebermoosen feststellen; so behält bei *Notothylas* die Spitzenregion länger die Fähigkeit zur Erzeugung neuer Zellen. Aus den so entstandenen Zellen werden nur Sporen, aber keine Columella. Bei *Notothylas fertilis* kann es sogar zur Unterdrückung der Columella kommen, wenn der Sporophyt etwas schwach ist. LEITGEB hatte bei *Notothylas orbicularis* auch Sporangien gefunden, bei denen die Columella zur Sporenentwicklung herangezogen war. Darin, dass die Columella ganz oder teilweise fertil werden kann, lässt sich die weitere Annäherung des Anthocerotaceen-Sporogons an die Lebermoose belegen.

Für die Lebermoose besonders eigentümlich ist die Mitwirkung der Elateren bei der Sporenaussaat. Die Elateren sind bei der Reife leere, tote Zellen. Als Sondergruppe der Lebermoose zeichnen sich die Anthocerotaceen darin aus, dass die Elateren im Gegensatz zu den einzelligen Elateren-Schläuchen der Lebermoose deren Innenwänden in regelmässiger Weise Spiralbänder anliegen, bei den Anthocerotaceen knieförmig gebogene und mehrzellige Formen sind, die kein Spiralband nachweisen. Auf die Entstehung der Elateren und ihre systematische Bedeutung innerhalb der ganzen Lebermoosgruppe sei später näher eingegangen.

Der fertige Sporophyt der Jungermannien und Marchantiales.

Vom Sporogon der *Marchantiales* unterscheidet sich das der *Jungermanniales*, abgesehen von seiner meist bedeutenderen Grösse vor allem dadurch, dass der Stiel, der sich zwischen Sporenkapsel und Haustorium befindet, oft eine beträchtliche Länge erreicht. GOEBEL führt seine Entstehung darauf zurück, dass das intercalare Meristem nicht wie bei den Anthocerotaceen für den Kapselteil arbeitet, sondern nur steriles Gewebe hervorbringt, das den Stiel bildet. Bei den meisten Gattungen der *Marchantiales* haben die Sporangien die für die Jungermanniaceen typische Gliederung in Kapsel, Stiel und Haustorium, wobei der Stiel sich aber bei der Reife nur wenig streckt. *Monoselenium* zeigt Rückbildung in so fern, als die Streckung so unbedeutend ist, dass die Kapsel nur in ihrem oberen Teil aus der Kalyptra hervorsticht. Im inneren Aufbau sind die Sporogone der Jungermanniaceen und Marchantiaceen wesentlich einfacher organisiert als die der Anthocerotaceen. Es hängt dies damit zusammen, dass sie zarte Gebilde sind, die nur kurze Zeit ausserhalb des Archegonium-Bauchs zu leben pflegen, ihre Sporen ausstreuen und dann verschwinden. Sie besitzen daher weder Assimilations-Vorrichtungen noch Spaltöffnungen. Auch eine Columella kommt nicht vor.

Es seien hier aber die sterilen Gewebekörper erwähnt, die bei einzelnen Jungermanniaceen im Sporogon vorkommen und als Reste ursprünglicher Columellen aufzufassen sein könnten. So schreibt LOTSY (20):

"Im Innern der Kapsel z.B. von *Aneura* differenziert sich etwas, was an die Columella von *Anthoceros* erinnert".

Wir sehen, dass im Gegensatz zu den höheren Jungermanniaceen, bei denen der ganze innere Teil zu Sporen resp. zu Elateren wird, schon sehr früh in der Kapsel sich ein Plasma- und Chlorophyll-armer Teil, der stärkeereich ist, und ein Plasma-reicher, dunkelgrüner und Stärke-armer Teil herausdifferenzieren. Der erste bildet den sogenannten "Elateren-Träger", der andere Teil wird zum eigentlichen Archespor. Wenn sich die Kapsel öffnet, spaltet sich der Elaterenträger in vier Teile, ebenso in vier Teile teilt sich die Sporen- und Elaterenmasse. Jede dieser vier, den vier Klappen aufliegenden Massen erfährt nun eine Drehung um 90°, so dass auf jeder Klappe die Sporenmasse aufgerichtet erscheint. *Metzgeria* zeigt ähnliche Verhältnisse. Bei den *Pellia*-Arten zeigt die Kapsel in der Mitte des unteren Teils einen Zellkörper mit strahliger Anordnung. Man findet diesen an der geöffneten reifen Kapsel am Grunde ansitzend ein Büschel langer, fadenförmiger, schraubenlinienig verdickter Zellen. Zu erwähnen wäre noch das Vorkommen eines "Ela-

terenträgers" bei gewissen *Gottschea*-Arten (*Gottschea splachnophylla*).

Auch GOEBEL (22) nimmt an, dass diese sterilen Gewebekörper als Reste einer ursprünglichen Columella zu deuten sein könnten.

In den typischen Sporogonen der Marchantiaceen finden wir ausser den Sporen auch sterile Zellen (Elateren) wie bei den Anthocerotaceen; wie dort kommt den Elateren eine doppelte Bedeutung zu. Einerseits dienen sie in der unreifen Kapsel als Nährzellen für die Sporen, andererseits treten sie nach der Öffnung der Kapsel in den Dienst der Sporenverbreitung. Sie gehen gleich wie die Sporen aus dem Archesper hervor. Es besteht also anfangs kein Unterschied zwischen Sporen- und Elaterenzellen. Später verschwindet aus den zu Elateren bestimmten Zellen das Protoplasma immer mehr. In ihrer ersten Entstehungszeit dürften die Elateren wohl als Nährzellen oder zumindest als Nährleitungsbahnen für das sporogone Gewebe anzusehen sein. Es bilden die sterilen Zellen nach der Trennung zwischen Sporen-mutterzellen und Elateren gewöhnlich ein netzförmiges Gewebe, in dessen Maschen sich die Sporen-Mutterzellen vorfinden. Erst später zerfallen die einzelnen Zellen des Netzes in lange Schläuche, die zu den fertigen Elateren mit spiralförmigen Wandverdickungen werden. MÜLLER (23) erwähnt über die Elateren bei den Lebermoosen folgendes: "LECLERC DU SABLON hat das Zahlenverhältnis von Elateren zu Sporen bei den verschiedenen Gruppen der Lebermoose untersucht und hierbei gefunden, dass die Zahl der Elateren zu Gunsten der Sporen geringer wird, je höher man im System aufsteigt. Bei *Reboulia* und *Targionia* entspricht z.B. eine Elatere einer Sporentetrade. Bei den Scapanien entstehen mehr Sporentetraden als Elateren und bei den Jubuloiden schliesslich kommt je eine Elatere, die hier an der ungeöffneten Kapsel vom Scheitel zum Boden geradeaus gespannt ist, einer Reihe von Sporen-mutterzellen gleich."

Die Anordnung der Elateren ist eine verschiedene und für die einzelnen Gattungen der Lebermoose charakteristische. Es geben diese Verhältnisse aber keine Klärung der phylogenetischen Zusammenhänge und dürfen daher hier unerwähnt bleiben.

Es sei nochmals hervorgehoben, dass wir bei den Anthocerotaceen es mit aus Zellreihen bestehenden, der Hauptsache quer zur Längsaxe der Sporogone angeordneten Elateren zu tun haben. Diese haben bei *Megaceros* und *Dendroceros* die spiralförmige Wandverdickung, die sonst nicht bei den Anthocerotaceen üblich und nur bei den einzelligen Elateren der Jungermanniaceen typisch ist.

GOEBEL (24) vertritt die Ansicht, dass diese Wandverdickung wahrscheinlich "zufällig" zustande gekommen sei. "Nicht zur Sporenbildung verwandtes Material sei als Zellwandverdickung abgelagert worden."

Monoselenium dürfte auch durch das Verhalten der Elateren als rückgebildete Marchantiacee zu betrachten sein. GOEBEL (25) schreibt hierüber: "Die Elateren von *Monoselenium* sind nicht tote, sondern bei der Sporenreife noch lebende Zellen. Sie haben also gegenüber der gewöhnlichen Elateren-Ausbildung eine Hemmung in ihrer Entwicklung erfahren, die sich auch darin ausspricht, dass sie kurz bleiben und entweder nur kurze oder gar keine Wandverdickungen haben. Sie spielen bei der Sporenausbreitung gar keine Rolle mehr, sondern sind nur Nährzellen."

Der fertige Sporophyt der Archidialen-Reihe.

Auf die als primitiv zu deutenden Verhältnisse in der Ausbildung und im fertigen Bau des Sporophyten war bereits eingegangen worden, als der Anschluss der Algen (*Coleochaete*) an die Archegoniaten bezüglich des Baues der Diploid-Generation besprochen wurde.

Es sei hier nochmals erwähnt, dass der Sporophyt von *Riccia* wie im Aufbau so auch im fertigen Sporophyten die denkbar einfachste Ausbildung zeigt. Es werden alle Zellen mit Ausnahme der Wandzellen zu Gonotokonten, es fehlen sowohl Elateren wie Elaterenträger, die Bildung eines Fusses unterbleibt ebenso wie die Herausbildung eines Stiels. Die sporogonen Zellen sind verhältnismässig wenig zahlreich und der Embryo liegt breit, fast kuchenförmig im Archegonbauch.

Der fertige Sporophyt der Archidialen-Reihe.

Sphagnum, *Andreaea* und *Archidium* zeigen sowohl im Aufbau des Sporophyten wie auch in der fertigen Diploid-Generation ganz eigentümliche Verhältnisse, die weiterhin auch auf ihre Sonderstellung hindeuten.

Wie bei *Anthoceros* geht auch bei *Sphagnum* das Archespor aus dem Amphithecium hervor, bei allen anderen Moosen aus dem Endothecium; bei den Lebermoosen wird das Endothecium im ganzen zum Archespor, bei den Laubmoosen bleibt der zentrale Teil steril als Columella ebenso wie bei den *Archidiales* und *Anthoceros*. Das Aussehen des Archespors vom *Sphagnum*, *Andreaea* und *Anthoceros* ist kuppelförmig. Es zeigt dieses die nahe Beziehung dieser Moosgruppen im Gegensatz zu den Laubmoosen, die ein tonnenförmiges Archespor haben. Nach GOEBEL (26) hat sich das tonnenförmige Archespor aus dem domförmigen dadurch entwickelt, "dass die Archesporbildung im oberen Teil des Embryos (der sich zum Deckel ausbildet) unterblieb." GOEBEL (27) glaubt auf Grund der Einzelentwicklung des *Andreaea*-Embryos die Tonnenbildung als Rückbildung verständlich machen zu können und gibt für diese "Hemmung" ebenso wie für die allmähliche Ausbildung des Archespors (welche der erste Schritt zur Hemmung ist) auch einen Bezug an.

"Er besteht in dem Wachstum des Embryos mit einer zweiseitigen Scheitelzelle, durch welches neues embryonales Material gewissermassen stossweise (abwechselnd rechts und links) dem vorhandenen hinzugefügt wird, was dann eine der Segmentbildung entsprechende allmähliche Differenzierung im Älteren Teile des Embryos bedingt, gegenüber der gleichseitigen des *Sphagnum*- oder *Jungermanniaceen*-Embryos. Es reifen die nacheinander gebildeten Segmente auch nacheinander heran, was einen Alters-Unterschied im Embryo von unten nach oben bedingt, welcher dazu führt, dass auch die Archesporbildung von unten nach oben erfolgt. Wenn eine Hemmung eintritt, wird also das oberste, letzte Stück ausfallen und das Archespor ohne Dach bleiben."

GOEBEL (28) glaubt an der Kapsel des Sporophyten von *Sphagnum* gehemmte Spaltöffnungen zu erkennen. "Es kommt aber garnicht zur Anlegung einer Spalte, auch findet sich unter der in ihrer Entwicklung gehemmten Spaltöffnung keine Atemhöhle." Betrachten wir diese Gebilde wie GOEBEL als Spaltöffnungen, so zeigt das diffuse Auftreten derselben (der obere Teil der Kapsel ist frei von Spaltöffnungen) auch in diesem Punkte die Primitivität von *Sphagnum* und seine nahe Beziehung zu *Anthoceros*, dessen Spaltöffnungen ebenfalls diffus verteilt sind.

Die phylogenetisch ursprüngliche Stellung vom *Sphagnum* zeigt sich auch darin, dass es in gewissen Entwicklungsstadien, wie *Anthoceros*, nur ein einziges Chromatophor besitzt.

Als Neuerscheinung in der Archidialen-Reihe und sie hierin als Sondererscheinung kennzeichnend, sind die Pseudopodien von *Sphagnum*, *Andreaea* und *Archidium* aufzufassen. Das Pseudopodium ist bei *Archidium* aber nur ganz klein, sodass es meist übersehen wird. MIGULA (29) schreibt: "Eine Seta fehlt den *Archidiaceae*, die Kapsel wird durch ein Pseudopodium emporgehoben."

Der Bau des *Sphagnum*-Sporophyts ist folgender: Der Fuss dringt in die Spitze des Trag-Astes ein; eine Seta wird nicht gebildet; dennoch erscheint die Kapsel mit deutlichem, bisweilen sogar sehr langem Stiel versehen. Dieser Stiel ist aber keine Seta, sondern die Spitze des Trag-Astes, welche sich oberhalb der Perichaetium-Blätter stark verlängert hat und dieses sogenannte Pseudopodium bildet. Es bildet sich keine eigentliche Haube wie bei den Laubmoosen aus. Der untere Teil der Archegonienwand bildet mit den peripheren Schichten der Pseudopodium-Spitze zusammen die Vaginula. Die Kapsel öffnet sich mittels eines Deckels. Ein Peristom wird nicht gebildet. Es dürfte aber nach GOEBEL (30) "der Deckel von *Sphagnum* anders entstehen wie der der stegocarpen Laubmoose". Nach GOEBEL (31) dürften die Pseudopodien nicht als Neuerscheinung der Archidialen-Reihe zu gelten haben, sondern "es liegt eine mit der mangelnden Stielbildung in Verbindung stehende Anders-Entwicklung eines auch bei anderen Moosen vorkommenden Gebildes vor".

GOEBEL (32) betrachtet das Pseudopodium als ungebildete Vaginula, d.h. Sprossgewebe, welches infolge eines Reizes angelegt, von dem in seiner Stielbildung gehemmten Embryo aber nicht ausgehöhlt wurde und später sich streckte. Es entstand also das Pseudopodium indirekt infolge eines Hemmungsprozesses. Ebenso wurde das Fehlen einer Calyptra bei *Sphagnum* und *Archidium* auf die gehemmte Stielentwicklung von GOEBEL (33) zurückgeführt.

"Eine Calyptra fehlt nur wenigen Moosen, so *Sphagnum* (wo aber gelegentlich der obere Teil der Hülle doch abgehoben wird) und *Archidium*, deren Embryonen die Hülle zersprengen. Ohne Zweifel steht dieses im Zusammenhang mit der Hemmung der Stielentwicklung, die auch den Reiz auf die nach der Befruchtung heranreifende Hülle bald aufhören lässt. Doch ist ein Stiel bei *Sphagnum* sowie bei *Archidium* noch angedeutet."

Durch Reizphysiologie dürfte man aber nicht phylogenetische Verschiedenheiten erklären können, wozu nach unserer Ansicht durchaus kein Anhalt besteht. Das Fehlen der Haube bei *Archidium* könnte vielleicht als reduziertes Merkmal gedeutet werden; man kann es aber ebenso als primitiv auffassen. Diese Eigenschaften dürften durchaus auf die Zusammengehörigkeit dieser Genera hinweisen. Weiterhin zeigen *Archidium* und *Andreaea* folgende gemeinsame Eigenschaften. GOEBEL (34) schreibt: "Ebenso wie bei *Andreaea* erstreckt sich bei *Archidium* der Interzellular-Raum, der bei den Laubmoosen zwischen Sporensack und Wand liegt, über dessen Scheitel", und glaubt dies so erklären zu können, "dass diese Ausbildung damit zusammenhänge, dass keinerlei Deckenregion mehr angelegt werde." GOEBEL sieht darin nur ein Zeichen von Reduktion der Kapsel.

Nach unserer Auffassung dürfte das Fehlen des Deckels als primitiv zu deuten sein.

Der Vergleich von *Archidium* mit anderen kleistocarpen Moosen hat GOEBEL, LOTSY u.a. dazu verleitet, *Archidium* als die stärkst reduzierte Form der *Musci frondosi* aufzufassen, was nicht unbedingt richtig zu sein braucht. Die anderen kleistocarpen Moose haben ohne weiteres Beziehungen zu anderen niederen Moosen (Phascineen). *Archidium* steht ganz vereinzelt da. Die Reduktionen am Sporogon von *Archidium* sind unbedingt, abgesehen von dem Aufbau des Embryos, auch in anderer Beziehung vorhanden. Das Fehlen der Spaltöffnungen, die Sterilität einiger Endotheciumzellen dürften durchaus als Reduktion zu gelten haben. Eine interessante Konvergenz zeigt die Reduktion der Columella bei *Notothylas* unter den Anthocerotaceen und die bei *Archidium*. In dem kleinen Sporogon von *Ephemerum* und *Nanomitrium* ist die Columella nur noch ein wenig-zelliges und rasch vorüber gehendes Gebilde. - Schon vor der Sporenreife ist sie verschwunden. Bei *Archidium* ist die Columella nur hoch im Jugendstadium angelegt und verschwindet später. Die Endotheciumzellen werden nicht alle fertil, sondern nur zwei bis sieben werden zu Sporenmutterzellen; infolgedessen finden sich nur 8 bis 28 Sporen, die sich durch ihre Grösse auszeichnen, im reifen Sporogon.

Es zeigen diese Zusammenhänge im Bau des Sporophyten von *Sphagnum*, *Andreaea* und *Archidium* die Zusammengehörigkeit dieser drei Genera und ihre Stellung gesondert von den *Musci frondosi*. Der Sporophyt von *Archidium*, der in jedem Falle sowohl primitive wie auch reduzierte Eigenschaften in sich vereinigt, gestattet uns durchaus die Absonderung dieses Moores von den übrigen kleistocarpen Formen der Laubmoose und seine Einreihung als rückgebildete Form in die primitiveren Sphagnalen und Andreaealen.

Der fertige Sporophyt der Laubmoose.

Das typische Laubmoos-Sporogon besteht aus einem Fuss, der als Haustorium dient und in der Vaginula resp. dem Moosstämmchen sitzt, ferner einem Stiel, der Seta, deren Zellen sich meist durch unregelmässigen Verlauf auszeichnen. Die Grenze zwischen Kapsel und Stiel bildet die Apophyse, eine bauchige Anschwellung mit Spaltöffnungen; oben auf sitzt die Kapsel, die sich mit dem Deckel (Operculum) öffnet. Ferner besitzt, wie bereits angegeben, der Moos-Sporophyt eine Colu-

mella, die bis an die Spitze des Deckels reicht. Charakteristisch für die Laubmoose ist weiterhin die Peristonbildung unterhalb des Deckels, ein System eigentümlicher Zähnnchen, die bei der Sporenaussaat in Tätigkeit treten. An der späteren Öffnungsstelle der Kapsel, also zwischen Kapsel und Deckel, kommt es noch zur Annulus-Bildung. In der Seta sendet sich ferner ein Strang dünnwandiger, das Wasser leitender Elemente. Das Archespor geht aus dem Endothecium hervor wie bei allen Moosen mit Ausnahme von *Sphagnum* und *Anthoceros*. Doch während bei den Lebermoosen das Endothecium im ganzen zur Archespor wird, bleibt bei den Laubmoosen der zentrale Teil steril als Columella ebenso wie bei den *Archidiales* und *Anthoceros*. Das Amphithecium der Laubmoose entwickelt sich zunächst stärker als das Endothecium. Dieselben Verhältnisse finden wir bei den Anthecerotaceen. Das Vorausschlagen des Amphitheciums dürfte nach GOEBEL (35) damit zusammenhängen, "dass es ein Assimilationsgewebe liefert, welches früher als die Sporen-Bildung in Tätigkeit tritt". Das Aussehen des Archespers ist tonnenförmig und es wurde bereits darauf hingewiesen, dass diese Ausbildung als Hemmung gegenüber der kuppelförmigen Gestalt des Archespers von *Sphagnum* und *Andreaea* aufzufassen sein dürfte.

Das intercalare Meristem, das bei *Anthoceros* für die Kapsel arbeitet, ist auch hier wie bei den Lebermoosen steril geworden, d.h. es bildet nur den Stiel aus.

Eine der merkwürdigsten Eigenschaften vieler Laubmoos-Sporogone ist die, dass sie mit Spaltöffnungen und Assimilations-Gewebe versehen sind. Als Assimilationsgewebe kommen die chlorophyllhaltigen Zellen des Amphitheciums im Kapselteil und in der Apophyse in Betracht. Wahrscheinlich dürfte aber die Assimilationstätigkeit des Sporophyten nur der Sporenbildung zu gute kommen, und GOEBEL (36) behauptet noch heute den Satz, den er bereits 1881 aufgestellt hatte: "Der Sporophyt lebt zum allergrössten Teil auf Kosten des Vegetationskörpers, an welchem das befruchtete Archegonium sitzt; es ist im physiologischen Sinne die ungeschlechtliche Generation, das Sporogonium, ein Parasit der geschlechtlichen. Denn die Assimilations-Tätigkeit des Sporophyten (die aber auch bei manchen Moosen sehr oder ganz zurückgebildet zurücktritt) setzt erst ein, wenn der allergrösste Teil des Sporophyten fertig ist. Sie kommt nur der Bildung der Sporen zugute, welche, so wichtig sie auch sind, nur einen Teil des Sporogons ausmachen." Wir können mit GOEBEL durchaus in der Auffassung zusammengehen, dass die Laubmoos-Sporogonien ursprünglich eine ähnliche Struktur besessen haben wie die von *Anthoceros*, dass aber mit der Reduktion der ursprünglich über die ganze Kapsel verteilten Spaltöffnungen und mit den Übergängen der Seta-Entwicklung gegenüber der Kapsel-Entwicklung eine Verschiebung und vielfach Verkümmern der Spaltöffnungen eintrat.

Öffnungsmechanismus der Sporogone.

Die Sporogonien der einzelnen Bryophyten-Reihen besitzen einen im Bau der Wandung begründeten Öffnungs-Mechanismus, dessen Verhalten für die Systematik von Wert ist und daher hier zusammen gestellt sei. Bei den Ricciaceen geht, wie bereits erwähnt wurde, die Kapsel durch Verwittern sehr zeitig zugrunde.

Die Öffnung der Sporogone erfolgt bei den Jungermanniaceen durch Spaltung der Kapselwand in gewöhnlich vier Klappen. Es entsprechen diese an der reifen, noch ungeöffneten Kapsel meistens durch engeres Zellnetz erkenntlichen Riss-Stellen nach KIENITZ-GERLOFF den ursprünglichen Oktantenwänden des Embryos. Doch gibt es auch in dieser Reihe Verschiedenheiten. Eine Ausnahme von der Vierklappigkeit zeigt z.B. *Fossombronja*, bei der die Kapselwand in Stücke zerfällt. Bei einer brasilianischen *Blyttia*-Art konnte GOEBEL Kapseln beobachten, die sich nur mit einem Längsriß wie eine Hülse öffneten, eine Öffnungsart, die für die Kapsel von *Calobryum* und *Monoclea* charakteristisch ist.

Viel mannigfaltiger ist die Öffnungsweise der Kapsel bei den Marchantiaceen. Es löst sich am Scheitel der Kapsel in den meisten Fällen eine mehrschichtige Stelle, das sogenannte Deckelstück, ab; eine Ausnahme bildet z.B. *Targionia*, de-

ren Wand in einzelne unregelmässige Platten zerfällt ähnlich wie bei *Fossombronia*. Das Verhalten des Restes der Kapsel dürfte sich wohl auf Längsspaltung wie bei den Jungermanniaceen zurückführen lassen. Die Öffnung der Kapsel erfolgt also in den Reihen der Jungermanniaceen und Marchantiaceen "typisch" durch Längsspaltung der Kapselwand in vier Klappen. Als Varianten treten Minderungen und Mehrungen in der Spaltung auf. Bei *Lunularia* kommen noch 4 ziemlich regelmässige Klappen vor, die sich später nochmals teilen, sodass am Schluss 8 vorhanden sind. Weiterhin zeigt sich Zerfall der Wand in Stücke und Unterbleiben der Spaltung. Bei den *Marchantiales* tritt als charakteristisch die Ausbildung eines Deckelstückes hinzu. Es weist diese Gruppe hierin zu den ihnen nahe stehenden Archidialen hin. Nicht alle Gattungen spalten die Kapsel gleich tief. *Madotheca* teilt z.B. die Kapsel etwa bis zur Hälfte, bei den Jubuloiden ist die Teilung tiefer (ungefähr zwei Drittel der Kapsel), bei anderen Gattungen ist das Sporogon zu 4/5 geteilt oder noch tiefer. Zu erwähnen dürfte in diesem Zusammenhange weiter von den Marchantiaceen *Monoselenium* sein, das insofern wieder Rückbildung zeigt, als die Kapselwand keinen besonderen Öffnungsmechanismus besitzt.

Das *Anthoceros*-Sporogon öffnet sich mittels eines Längsrisses in zwei Klappen. Da das Sporogon so lange wächst wie der Gametophyt am Leben bleibt, verlängert sich die Spalte, je nachdem die Sporen reifen.

Bei den Laubmoosen findet die Öffnung der Kapsel mittels eines apikalen Deckels statt, dessen Bildung wir bereits bei den Marchantialen angetroffen haben. Bei Formen, die als reduziert zu betrachten sind, werden die Sporen durch Verwesung der Kapsel frei (kleistokarpe Moose). Dasselbe gilt von manchen Lebermoosen.

Die Archidialen zeigen in der Öffnung der Kapsel eigentümliche Verhältnisse. *Sphagnum* öffnet sich mittels eines Deckels, der sich an der Spitze befindet. *Andreaea* springt in Längsrissen auf und *Archidium* gibt seine Sporen durch Verwesung der Kapsel ins Freie.

Die typischen Mooskapseln, die sich durch einen Deckel öffnen, bezeichnet man als stegocarp. Das Verhalten von *Andreaea* wird als schizocarp bezeichnet. Es findet hier keine Deckel-Bildung statt, vielmehr sind in der Sporogon-Wand im mittleren Teil des Sporogons 4 - 6 Trennungslinien angelegt, an denen sich das Sporogon beim Austrocknen öffnet. Beim Befeuchten findet ein Verschluss der Spalten statt. Es dürfte dies Verhalten der Kapsel von *Andreaea* gegenüber der Öffnung mittels eines Deckels, ebenso wie die Verwesung der Kapselwand von *Archidium*, als Reduktion zu deuten sein.

Sphagnum, das den Lebermoosen am nächsten steht, zeigt ein Verhalten in der Öffnung der Kapsel, das mehr den Marchantialen als den Laubmoosen entsprechen dürfte. Ein Peristom zur Verbreitung der Sporen ist nicht vorhanden wie bei den Laubmoosen; der Verbreitungsmechanismus ist durch das Verhalten der Sporogonwand gegeben. Beim Austrocknen der Kapsel wird die Luft in derselben dadurch zusammengedrückt, dass die Querwände der Kapsel sich zusammenschieben. Indem der Deckel der Kapsel sich weniger zusammenzieht als die Kapsel selbst, entsteht eine Spannung, die den Deckel an der vorgebildeten Stelle (Annulus) abreisst. Durch das Fehlen des Peristoms veranlasst, dürfte man durchaus der Meinung sein, dass die Ausbildungen des Deckelstücks der Kapsel von *Sphagnum* eine andere ist wie die der Laubmoose.

Ähnliches Verhalten in der Öffnung der Kapsel, das auch auf die Bewegungerscheinungen der Sporogonwand zurückzuführen ist, zeigt *Andreaea*.

Neben der Öffnungsweise der Kapsel durch 4 bis 8 Längsrisse, welche von der Spitze aus mehr oder weniger tief herablaufen, seltener jedoch weder die Spitze noch die Basis des Sporogons erreichen, finden sich bei den *Andreaeales* Formen, die durch ihr vierklappiges Sporogon eine interessante Konvergenz zu den Lebermoosen zeigen dürften. Andererseits zeigt *Achroscisma Wilsonii* Hook. fil. eine zylindrische Kapsel, die nur an der Spitze vier- bis achtrissig ist. Es erweckt die Abbildung (37) unbedingt den Eindruck, dass die Kapsel von einem Deckel ver-

geschlossen war, der beim Öffnen derselben abgehoben und an der Seite der Kapsel hängen geblieben sei. Diese Verhältnisse in der Öffnungsweise der *Andreaeales* dürften wohl als Ableitung von der Öffnungsweise der Kapsel mit einem Deckel, wie sie bei der *Sphagnales* üblich ist, zu betrachten sein, andererseits könnte die bei den *Andreaeales* typische Öffnungsweise (das Aufspringen mit Längsrissen in der Mitte der Kapsel) als reduzierte Erscheinung gedeutet werden. Schliesslich weist das vierklappige Sporogon auf die Jungermannien hin, wenn es nicht, wie bereits angedeutet wurde, als Konvergenz zu ihnen aufzufassen ist.

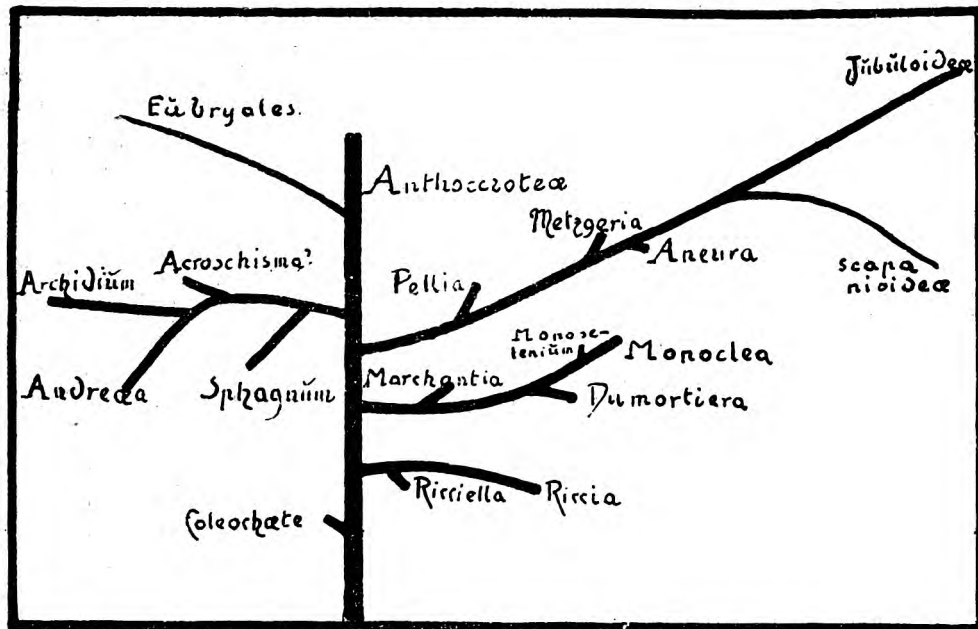


Fig. 2.

Diese Erscheinungen in der Verbreitung der Sporen sprechen in keiner Weise gegen unsere angedeutete Meinung, dass die Archidialen als Sonderentwicklung zu gelten und sich etwa in einem Kreise zwischen den Marchantiaceen und Anthocerotaceen herausdifferenziert hätten. Die *Sphagnales*, *Andreaeales*, *Archidiales* dürften in dieser Reihe als besondere Entwicklungsstufen aufzufassen sein.

Die Verhältnisse im Bau und in der Öffnungsweise des Sporophyten ge-

ben eine Bestätigung unserer Ansicht bezüglich der phylogenetischen Entwicklung der Bryophyten, wie sie in Fig. 1 angegeben war und gestatten die aufgestellten Reihen folgendermassen zu erweitern (Fig. 2).

Der Gametophyt.

Die in der Einleitung angegebenen grossen Reihen der Lebermoose, Archidialen und Laubmoose dürften durch den Vergleich der Sexualorgane und der Sporophyten als solche genügend belegt und ihre phylogenetische Entwicklung geklärt sein. Im Folgenden soll durch Betrachtung des Gametophyten versucht werden, die Stellung, sowohl der verschiedenen Gruppen der Lebermoose (Ricciaceen, Marchantiaceen, Anthocerotaceen, anakrogynen und akrogynen Jungermanniaceen) zu einander wie auch die phylogenetische Anordnung der Familien in diesen Gruppen weiterhin festzulegen.

Der Gametophyt der Bryophyten ist stets vielzellig und zeigt meist eine Gliederung in ein primäres thallusartiges Stadium, das Protonema und die mehr oder minder beblätterte erscheinende Moospflanze. Der Aufbau beider geht auf Teilungen von Scheitelzellen zurück, welche in bestimmten Richtungen Tochterzellen (Segmente) abgeben. Die Moosblätter gehen aus den peripheren Teilen dieser Segmente hervor. Wurzeln fehlen und werden ökologisch zum Teil durch Abschnitte des Protone-mas oder durch Rhizoide (ungegliederte Zellschläuche) ersetzt.

Das Protonema.

a) Lebermoose.

Aus der Spore entsteht ein nur kurz bleibender Keimschlauch. Es stellt dieser einen einfachen quer geteilten Faden dar. Dessen Länge ist gleichfalls meist nur sehr kurz, kann aber manchmal recht erheblich werden. Selten verzweigt er sich, meist entwickelt er Rhizoiden.

Auf dieses rasch durchlaufene Stadium folgen Zellflächen und Zellkörper. So flacht sich z.B. bei den Marchantiaceen der Faden zu einer aus einem Zellkörper bestehenden Keimscheibe aus. Bei *Blasia pusilla*, *Anthoceros*, *Alicularia* und anderen beblätterten Jungermanniaceen kann nach Beobachtungen von LEITGEB (38) und GRÖNLAND (39) entweder ein Keimschlauch oder sofort ein Zellkörper entstehen. Aus den Beobachtungen GRÖNLANDs geht hervor, dass kussere Faktoren über das Auftreten eines Zellfadens oder sein rasches Durchlaufen und fast sofortige Bildung eines Zellkörpers entscheiden. Bei den Marchantiaceen entwickelt sich aus diesem Zellkörper eine Keimscheibe, welche den Beginn der gestaltlich wenig veränderten, aber anatomisch reicher gegliederten Moospflanze darstellt.

Manche Lebermoose kommen aber über die Organisation des Zellkörpers nicht viel hinaus. Dieser wird zwar etwas grösser, gliedert sich aber nicht weiter anatomisch noch morphologisch (*Pellia*, *Metzgeria*, *Aneura* und *Anthoceros*-Arten).

Es ist nun strittig, ob diese "einfache" Organisation der Moospflanze wirklich etwas "Primitives" ist, oder ob nicht vielmehr, ähnlich wie GOEBEL es von *Lejeunea metzgeriopsis* beschreibt, eine Ausdehnung der Jugendform vorliegt. Die Altersform, der anatomisch wohl gegliederte Thallus, würde dann übersprungen. Das Vorkommen von Andeutungen anatomischer Gliederung bei *Anthoceros* (Stomata u.s.w.) deutet auf die Richtigkeit der zweiten Auffassung. Wir möchten also diese Formen als abgeleitete ausdauernde Jugendformen in die Deszendenz der Marchantiaceen oder *Riccia*-ähnlicher Formen stellen. Läge das gleiche Verhalten vor, aber käme die Entwicklung von höheren Lebermoosen, so müssten sich in den geschlechtsreifen Pflanzen noch mehr Spuren von morphologischer Gliederung zeigen. Dennoch wird es nicht ohne weiteres möglich sein, die Primitivität oder Reduktion den höheren Lebermoosen gegenüber auf rein morphologischem Wege klar zu stellen. Dass aber tatsächlich solche anatomisch ungegliederten Moosformen aus denen mit reicher Gliederung des Innenbaus abgeleitet werden können, zeigt uns die experimentelle Erzeugung solcher Formen aus Marchantiaceen. Aber aus den *Marchantiaceae-Compositae* direkt können diese Formen nicht entstanden sein, da auch die Anordnung der Sexualorgane zu Gruppen bei den reduzierten Marchantiaceen erhalten geblieben ist. Wir neigen dazu, die reduzierten Marchantiaceen (*Dumortiera*, *Monoclea*, *Monoselenium*), in Deszendenz von den *Compositae* zu stellen, dagegen die anderen niederen Lebermoose in Deszendenz von anatomisch wohl weiter gegliederten "*Marchantia*-ähnlichen" Lebermoosen (*Cyathodium*) zu stellen, welche noch nicht die Zusammenstellung der Sexualorgane besitzen. Beide Reihen besitzen konvergent die Reduktion des Gametophyten, aber die Entwicklung des Sporophyten bewegt sich in beiden auf verschiedenen Bahnen der Progression. Einerseits erscheint die Ausarbeitung des Einzelsporogons die Vergrößerung des Sporophyten, andererseits hingegen erfolgt das Zusammentreten der wenig vergrößerten und komplizierten Sporophyten zu Gruppen (Podetien).

Die höheren Lebermoose gehen insofern ihre eigenen Bahnen, als die Jugendform, das anatomisch einfache Fadenprotonema, morphologisch gegliedert wird. Man könnte versucht sein, den Beginn dieser morphologischen Gliederung in dem Perianth und den Perichaetien zu suchen. Damit verkümmert normal das Stadium des Flächenvorkeimes; er wird sehr klein und verliert seine morphologische und biologische Selbstständigkeit. Dass aber dieses Jugendstadium wieder unter bestimmten Bedingungen zum Vorschein kommen kann, zeigt *Lejeunea metzgeriopsis*. GOEBEL (40) schreibt: "Der Thallus ist nichts als ein riesig entwickelter Vorkeim, der hier aber den eigentlichen Vegetationskörper darstellt, während er sonst nur ein rasch vorüberge-

hendes Entwicklungsstadium ist." Wir haben auch hier auf- und absteigende Reihen.

b) Archidialen-Reihe.

Am meisten Ähnlichkeit in der Ausbildung des Protonemas zeigt *Sphagnum* zu den Lebermoosen. Es findet sich statt eines verzweigten Fadenprotonemas eine krause, einigermaßen einem *Anthoceros* gleichenden Zellfläche. Nur bei schwacher Beleuchtung und anderen äusseren Faktoren bildet sich ein fadenförmiger Vorkeim aus. Man dürfte den flächenförmigen Vorkeim sich aus dem fadenförmigen durch Verbreiterung desselben entstanden denken. Diese Annahme wird dadurch gestützt, dass die Rhizoïden an ihrem Ende wieder in Zellflächen übergehen können. Aber der Zellfaden tritt ebenso wie bei den Lebermoosen noch völlig in den Hintergrund. Dagegen nimmt die morphologische Gliederung der Folgeform des Gametophyten eine Gestalt an, die mit einer anatomischen Komplikation verknüpft ist. Die *Sphagnales* stellen daher eine Sonderentwicklung dar, die sie zu einer besonderen Lebensweise befähigt.

Bei der Keimung der Sporen von *Andreaea* entwickelt sich nicht wie bei den Laubmoosen ein verzweigter Zellfaden, sondern ein Zellkörper, ähnlich wie bei manchen Lebermoosen. An diesem Zellkörper wachsen drei peripherisch gelagerte Zellen in Fäden aus, in denen sowohl zur Fadenaxe rechtwinklige als auch schiefe Wände auftreten; ausserdem aber auch Längswände. Das Protonema ist häufig perennierend. Es liegt auch hier zweifelsohne eine Sonderentwicklung vor. *Andreaea* selbst ist auch morphologisch eine weit abgeleitete Form. Dennoch möchten wir die Annäherung an die Formen der höheren Laubmoose als eine konvergente Bildung aus den Lebermoosen bezeichnen. - Über die Ausbildung des Protonemas von *Archidium* enthält die Literatur keine besonderen Angaben.

c) Laubmoose.

Die Jugendform der Laubmoose tritt "typisch" als ein aus verzweigten Zellfäden bestehendes Protonema auf, aus welchem durch Knospung das "Moospflänzchen" entsteht, das meist radiär gebaut und beblättert ist. Das Protonema der Laubmoose unterscheidet sich aber von dem fadenförmigen Vorkeim der Lebermoose dadurch, dass es nicht einzellige Rhizoïden entwickelt, sondern dass die unterirdischen Organe ebenfalls gegliederte Zellfäden sind. Es gibt auch bei den Laubmoosen Formen, die ebenso wie bei den Lebermoosen einen Vorkeim besitzen, der einen Zellkörper oder

eine Zellfläche bildet. Doch treten diese abweichenden Gestaltungen des Vorkeims an Zahl sehr stark gegenüber der "typischen" Protonema-Form zurück. Während bei den Lebermoosen Vorkeim und "Moospflänzchen" weniger scharf voneinander abgesetzt sind, erweckt das Protonema der Laubmoose einen grösseren Anschein der Selbständigkeit.

Trotzdem möchten wir anstehen, die ungeheure Entwicklung des Protonemas der

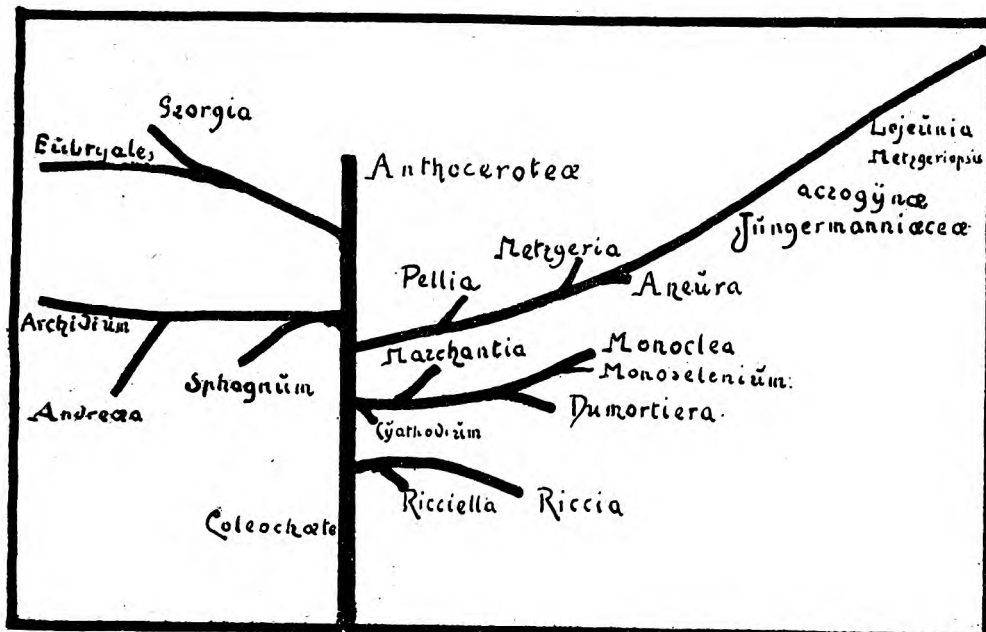


Fig. 3.

Laubmoose als eine caenogenetische Modifikation des Protonema-Fadens der Lebermoose und "niederstehenden Laubmoose" zu betrachten. Wir wissen uns darin mit GOEBEL eins, dass das Laubmoos-Protonema durchaus nichts Primitives ist. Es liegt hier eine Analogie mit *Trichomanes* und *Schizaea* unter den Farnen vor. Hier wie dort ist das fadenförmige Gebilde nicht primitiv, sondern abgeleitet. Es ist eine Verstärkung und teilweise Umbildung eines früheren Stadiums der Jugendform. Dagegen fällt die Flächenbildung aus oder wird nur ganz rudimentärentfaltet. Hieraus können wir aber umgekehrt den Schluss ziehen, dass die Laubmoose mit Flächenprotonema primitiv sind. Wir zeichnen hiernach die phylogenetische Anordnung der Bryophyten wie folgt (Fig. 3).

Die "Moospflanze".

Die Gestaltung der Vegetationsorgane bei den Lebermoosen.

Bau des Vegetationspunktes.

Der Vegetationspunkt der meisten Lebermoose besitzt eine Scheitelzelle, die auch da als vorhanden angenommen werden kann, wo der Scheitel von mehreren mit einander in Gestalt übereinstimmenden Zellen eingenommen wird. In diesen Fällen unterscheidet sich die Scheitelzelle nicht wesentlich von ihren Segmenten; man spricht hier von einer Scheitelkante. Die Ricciaceen und Marchantiaceen besitzen eine solche. Auch bei manchen thallösen Jungermanniaceen (*Blasia*) und bei den Anthocerotaceen könnte man von einer Scheitelkante sprechen; doch für diese Formen hat LEITGEB (41) den Beweis erbracht, "dass eine Zelle dauernd die Segmentbildung veranlasst, deren Teilungsweise nur etwas komplizierter ist. Bei einer Scheitelkante gehört diese Fähigkeit in wechselnder Weise jeder der gleichgeformten Zellen an." Da die Gestalt der Scheitelzelle mit der Organbildung, wie die foliosen Lebermoose zeigen werden, zusammenhängt, so ist die Frage nach "Konstanz der Scheitelzelle" auch für die nach dem Zusammenhang der einzelnen Gruppen von Interesse. Die beblätterten Formen der Lebermoose wachsen alle mit dreiseitiger Scheitelzelle. Dass diese dreiseitig pyramidale Scheitelzelle aus einer zweischneidig keilförmigen hervorgehen kann, zeigt z.B. *Lejeunea metzgeriopsis*, wo das Jugendstadium eine zweischneidige Scheitelzelle hat, welche sich später in die dreiseitige umwandelt.

Ebenso kann aus der zweischneidig keilförmigen in der Einzelentwicklung eine vierseitige hervorgehen, so bei *Marchantia* und *Preissia*, bei denen die Keimpflanze eine zweischneidige, ältere Pflanzen eine vierseitige Scheitelzelle haben. Dass die Gestaltung der Scheitelzelle mit der des Vegetationskörpers in Zusammenhang steht, dürfte sich darin zeigen, dass solche Thallus-Formen, die wenig dicke Zellflächen haben (*Metzgeria*, *Marchantia*-Keimpflanzen) Scheitelzellen besitzen, die nur nach rechts und links Segmente abgeben. Solche, bei denen der Aufbau des Thallus ein massiger ist, haben drei- oder vierseitig pyramidale. Doch zeigen Ausnahmen (z.B. *Aneura*), dass auch noch ein durch die Verwandtschaft bedingter Faktor hinzukommt. Wir möchten aber das Fehlen einer charakteristischen Scheitelzelle als etwas "Primitives" betrachten. Die "typische" Scheitelzelle ist etwas Abgeleitetes. In Parallele damit finden wir ja auch bei den niedrig stehenden Formen noch keine ausgesprochene Scheitelzelle. Die Anthocerotaceen und einige thallosen Lebermoose hätten als primitive Formen noch Scheitelkanten, die abgeleiteten Scheitelzellen.

Gestaltung des Thallus und Ausbildung der einzelnen Verzweigungen.

Die Sprossbildung der thallösen wie beblätterten Lebermoose kann entweder durch Endverzweigung oder durch interkalare Verzweigung stattfinden. Nach LEITGEB verstehen wir unter Endverzweigung jede Sprossbildung, die innerhalb der Scheitel-

region einer Pflanze angelegt wird, während die interkalare Verzweigung stets ausserhalb des Sprossscheitels auftritt. Während bei den Laubmoosen radiäre und dorsiventralside Formen verschiedener Ausbildung der Vegetationsorgane vorkommen, herrscht bei den Lebermoosen der dorsiventralside Typus vor. Mit dem dorsiventralsiden Charakter der Lebermoose hängt es zusammen, dass die Verzweigung entweder in der Ebene der Abflachung des Vegetationskörpers (lateral) oder auf seiner Unterseite (ventral) erfolgt. Man hat von jeher die Lebermoose als gutes und phylogenetisch sehr wichtiges Beispiel für den Übergang der thallösen Formen in die beblätterten angeführt. Beide Formen (Thallus und Kormus) finden sich bei den Lebermoosen, die durch zahllose Zwischenformen unter einander verknüpft sind. Der dorsiventralside Thallus der Lebermoose zeigt einen mittleren Teil, die meist mehrschichtige Axe oder Rippe und den weniger dicken Flügel, der nach beiden Seiten der Axe entwickelt ist, aber auch an einer Seite fehlen kann (*Riella*), ferner Rhizoiden an der Unterseite, mit denen der dem Substrat aufliegende Spross an diesem befestigt ist. Die Flügelbildung kann bei manchen thallösen Lebermoosen an Thallus zeitweilig unterbleiben. Es tritt also schon an den Sprossen eine Arbeitsteilung ein. Der flügellose Teil dient dazu, den assimilierenden ans Licht zu bringen. Wenn der flügellose Teil gleichzeitig als Haftorgan (in diesem Falle ist er im Substrat verborgen) und zur Nahrungsaufnahme dient, so hat der Assimilationspross keine Haarwurzeln mehr und erhebt sich über das Substrat. Die Arbeitsteilung prägt sich in dem Verwandtschaftskreise von *Symphyogyne*, *Blyttia* u.a. also bereits schärfer aus. Bei verschiedenen *Aneura*-Arten kann diese Arbeitsteilung in sofern noch weiter differenziert sein, als sich bei diesen Arten sowohl ein Thallus mit lauter gleichartigen Verzweigungen (*Aneura pinguis*) feststellen lässt, wie es auch Arten gibt, bei denen der eine Teil des Thallus dem Substrat direkt anliegt, der andere aus einer Anzahl gabelig verzweigter Sprossen besteht, die als "Blätter" funktionieren. Sie sind Seitenäste der kriechenden Axe (*Aneura bogotensis*). Bei *Aneura ertocaulis* geht die Arbeitsteilung noch weiter. Die Hauptaxe wird anders gebaut als die Seitenachsen. Es sind diese Assimilationsorgane, während die Hauptaxe lediglich mechanische und ernährungsphysiologische Funktionen zu erfüllen hat. Es ist hier bereits Differenzierung in Stamm und "Blatt" eingetreten. Als Blätter bezeichnet man Anhangsorgane des Thallus, die in bestimmter geregelter Reihenfolge am Vegetationspunkt angelegt werden und in Gestalt und Funktion der Hauptsache nach übereinstimmen mit den Blättern der Formen, bei denen man seit alter Zeit von Blättern spricht.

Es lassen sich in fast allen Entwicklungsreihen der Lebermoose Übergänge zwischen thallösen und foliosen Formen antreffen. Bei solchen Übergangsformen ist die Sprossaxe nicht wie bei den akrogynen Lebermoosen annähernd zylindrisch, sondern abgeflacht und zeigt auch nicht eine solche scharfe Absetzung der Blätter.

Anhangsorgane des Thallus.

a) Blattbildung.

1). Übergänge vom Thallus zu den foliosen Formen bei Anthocerotaceen, Ricciaeaceen und Marchantiaceen. - Die Anthocerotaceen zeigen diese Übergangsformen vom thallösen Bau zum beblätterten Spross nur in geringem Masse. Sie besitzen einen Thallus, der kleine Rosetten mit vielen Vegetationspunkten am Rande bildet. Die Gattung *Anthoceros* selbst hat keine blattähnlichen Anhängsel. Auch bei *Dendroceros* und *Megaceros* kommt meist der ungegliederte Thallus vor. Nur einige *Dendroceros*-Arten zeigen Blattbildung; auch bei *Anthoceros fimbriatus* z.B. finden sich blattähnliche Anhängsel. Der Thallus der Riccien zeigt keine Übergänge zur Blattbildung; auch unter den Marchantiaceen kommen solche nicht vor.

2). Übergänge von thallösen zu foliosen Formen bei den anakrogynen Lebermoosen. - Bei den *Pellia*-Arten geht die dicke Mittelrippe noch allmählig in die Seitenlappen des Thallus über. Bei den *Metzgeria*-Arten ist die Rippenbildung des Thallus viel ausgesprochener als bei *Pellia*. Es hebt sich die aus kleineren Zel-

len gebildete Mittelrippe deutlich von den Seitenlappen ab. Die meisten *Blyttia*-Arten (*Pellia*-ähnliche Pflanzen) haben ungegliederten Thallus. Einige Arten besitzen blattähnliche Anhangsorgane in Gestalt von Zellfäden (*Blyttia longispina*), die eine Art Schutz für den Vegetationspunkt darstellen. Bei einigen *Symphyogyne*-Arten ist die Blattbildung schärfer herausgebildet. *Symphyogyne sinuata* zeigt bereits einen deutlich in einzelne Blattabschnitte gegliederten Thallus, dessen Gliederung aber leicht wieder aufgegeben werden kann. Bei anderen *Symphyogyne*-Arten kann die Ausgliederung der Blätter schon bis fast zur Mittelrippe vor sich gehen. Sie entstehen in gesetzmässiger Reihenfolge aus Scheitelsegmenten am Vegetationspunkt. Auch hier steht die Blattbildung noch nicht fest, sie kann bei jugendlichen Sprossen noch ganz zurücktreten. Ein sehr gutes Beispiel für den allmählichen Übergang vom Thallus zum Kormus bildet *Blasia*. Der Thallus ist mehrfach bis zur Mittelrippe ausgeschnitten. Man kann durchaus diese Abschnitte als von der Sprossaxe nicht scharf gegliederte Seitenblätter auffassen, da sie am Scheitel gesondert angelegt werden wie die Blätter der akrogynen Jungermanniaceen. Zu den Mittelformen zwischen Thallus und beblättertem Spross gehören *Petalophyllum* und *Fossombronia*. LEITGEB nimmt an, dass die Lamellen, die auf dem Thallus von *Petalophyllum* entspringen, den Blättern anderer Formen entsprechen. *Fossombronia* besitzt zwei Reihen Seitenblätter, durch die der Thallus ein krauses Aussehen bekommt. Beide Formen (*Fossombronia* und *Petalophyllum*) besitzen schief zum Vegetationskörper eingefügte Blätter. Auch am Keimling von *Blasia* sind die Blätter nicht horizontal, sondern schief inseriert.

Die Calobryaceen (*Haplomitrium*) dürften die höchste Entwicklungsstufe der anakrogynen Lebermoose in der morphologischen Ausbildung des Thallus darstellen. Die zylindrische Sprossaxe ist scharf von den vollständig quer zu ihr inserierten Blättern abgegrenzt, es ist bereits ein durchaus typisch beblätterter Spross vorhanden. Die Sprosse sind dreizeilig beblättert. Es finden sich Sprosse, deren Blätter auf der einen Seite um die Hälfte kleiner sind als die anderen und die manchmal ganz verkümmern können, während die anderen Blattreihen schief (nicht quer) inseriert waren. Es dürften die Calobryaceen in der Ausbildung der Sprosse auf eine Sonderstellung hindeuten.

Auf Grund der angeführten Formen könnte man die historische Entwicklung der Jungermanniaceen so deuten, dass eine thallöse, etwa *Aneura*-ähnliche Form den Ausgangspunkt für zwei Entwicklungsreihen gebildet habe. In der einen Richtung haben sich daraus die beblätterten Jungermanniaceen entwickelt, von der anderen Entwicklungsreihe dürften nur *Blasia* und *Fossombronia* bekannt sein. *Blasia* mag den thallösen Formen näher stehen, *Fossombronia* müsste man als Weiterentwicklung dieser Reihe gelten lassen, die eine Entwicklung vorgenommen hat, welche den höheren anakrogynen Jungermanniaceen homolog zu deuten wäre.

3). Blattbildung bei den anakrogynen Jungermanniaceen. - Charakteristisch für alle beblätterten Lebermoose, und nur für diese, ist die dreiseitige Scheitelzelle, die den Laubmoosen und Farnen eigentümlich ist. Sie hat die Form eines Tetraeders mit einer gewölbten Aussenfläche und gliedert nach drei Seiten hin Segmente ab. Die bauchständigen (Amphigastrien) geben die kleinen Unterblätter, die seitenständigen die meist viel grösseren Seitenblätter. Die Beblätterung ist also eine dreireihige, die aber erst bei den phylogenetisch höheren Formen zur vollen Ausbildung kommt. Die anfangs fehlenden oder kleinen Amphigastrien werden den Seitenblättern in manchen Fällen (z.B. *Ptilidium*) ähnlicher. Es sind alle Übergänge vorhanden von noch nicht ausgebildeten bis zu gut entwickelten Amphigastrien. Bei *Gymnomitrium* werden nur kleine Papillen ausgebildet. Bei *Radula* fehlen sie ganz, obwohl die Scheitelzelle Ventralsegmente bildet. Es dürfte das Fehlen der Amphigastrien bei dieser hochentwickelten Form als Reduktion zu gelten haben. Von vielen Autoren wird die Gattung *Gymnomitrium* auf Grund ihres Besitzes von Schleimpapillen an Stelle von Amphigastrien als eine primitive anakrogyne Jungermanniacee betrachtet. Es dürften jedoch die Amphigastrien nicht zu homologisieren sein mit den Schleimpapillen thallöser Lebermoose, indem man sich jene aus der Verbreiterung der Schleimpapillen entstanden dachte. Gegen die Auffassung der Ableitung der Amphigastrien der höheren Jungermanniaceen von den Schleimpapillen der anakrogynen spricht u.a.

die Tatsache, dass wo Amphigastrien wohl ausgebildet sind, diese in ihrer Gestaltung, Anlegung am Vegetationspunkt, Zeiteiligkeit u.s.w. mit den Seitenblättern übereinstimmen.

Sobald am Laubmoos eine Blattanlage gebildet wird, tritt im Segment eine Halbierungswand auf, wodurch das Blatt in zwei Hälften zerlegt wird, von denen sich das eine zum sogenannten Unterlappen, das andere zum Oberlappen entwickelt. Die Blätter zeigen nicht nur grosse Verschiedenheiten bei den einzelnen Formen, sondern auch die Erscheinung der Heterophyllie und der Umbildung.

Die akrogynen Jungermanniaceen sind sehr formenreich und stellen eine schwer in Familien zu zerlegende Gruppe dar. Alle Versuche, diesen Formenkreis durch morphologische Merkmale zu zergliedern, dürften stets deshalb gescheitert sein, weil die einzelnen Spezies dieser Gruppe sowohl entwicklungsgeschichtlich wie auch morphologisch sich sehr nahe stehen dürften. Auch die Gattungen gehören unbedingt eng zusammen und lassen sich nur durch wenige Merkmale charakterisieren und zwar dann, wenn sie sich besonders spezialisiert haben. Der Grund der Verwischung der Grenzen zwischen den einzelnen Gruppen dürfte nicht, wie LOTSY (42) sagt: "in der grossen Plastizität der Lebermoose zu suchen sein, welche der Biometamorphose stark unterworfen sind", sondern in der noch fast lückenlos vorhandenen Entwicklungsreihe. Verfolgen wir z.B. die Ausbildung der Organe, die der Brutpflege dienen, so werden wir überall die Labilität der Formen feststellen können. Ausgehend von einfachen Formen der Marsupienbildung kommen wir zu den höher entwickelten bis zu den ganz spezialisierten. Dieselbe Entwicklung kann aber ebenso unter den verschiedenen Gattungen der einzelnen Familien festgestellt werden. Gleiche Verhältnisse finden sich bei der Anheftung der Blätter (Querinsertion, Unterschlächtigkeit, Oberschlächtigkeit). Auch die Amphigastrien-Bildung, die (wie bereits hervorgehoben wurde) als eine Folge der radiären Ausbildung des Vegetationskörpers und der dreiseitigen Scheitelzelle aufzufassen sein dürfte, vermag kein unbedingt sicheres Merkmal zur Aufstellung klarer Entwicklungsreihen zu sein. Die Anschauungen über die Verwandtschaftsverhältnisse der einzelnen Familien und selbst Gattungen sind bei den Bryologen so weit auseinander gehend, dass eine allgemein gültige Grundlage für die systematische Anordnung dieser Gruppe noch nicht gewonnen wurde.

Es sei versucht, die einzelnen Familien phylogenetisch zu ordnen durch Betrachtung der Blatinserktion und der Ausbildung der Amphigastrien und zwar unter Berücksichtigung folgenden Gedankens:

Am Stamm muss sich noch das "Einfache" finden; innerhalb dieser Kreise kann sich aber bereits der Beginn einer höheren Gliederung zeigen; bei den Mittelgruppen wird schon die höhere Ausbildung weiter betont sein, und bei den höchsten Gliedern des Stammes sowie der Seitenzweige hat diese schliesslich ihre Vollendung erreicht, während das "Einfache" zurücktritt oder verschwindet. Auf besondere Spezialisierungen einiger Familien, die sich hierdurch als Sonderentwicklung zeigen dürften, sei bei Besprechung der Brutpflege und der Anpassung einiger Formen in den vegetativen Organen an Trockenheit eingegangen.

Die Blätter der Jungermanniaceen sind der Anlage nach am Stengel quer angeheftet. Die schiefe Blattstellung, die mit besserer Lichtausnutzung in Beziehung gebracht werden könnte, kommt dadurch zustande, dass entweder Bauch- oder Rückenseite des Stengels stärker wächst. Es dürfte sich also die Unter- oder Oberschlächtigkeit aus der Querinsertion herausgebildet haben. Die Verhältnisse in der Stellung der Blätter innerhalb der einzelnen Familien mag uns zu der Annahme berechtigen, dass die Unterschlächtigkeit als die eine Form der Blattstellung zu gelten habe, während die Oberschlächtigkeit das Merkmal der anderen Entwicklungsreihe darstellen dürfte. So finden wir bei der Unterfamilie *Epigonanthaceae* (z.B. *Marsupella*, *Chiloscyphus*) hauptsächlich quer inserierte Blattstellung. Es zeigen aber bereits einige Gattungen schräg inserierte Blätter, und zwar ist die Blattstellung dann unterschlächtig. *Prasanthus* besitzt überschlächtige Blätter. Es deuten diese Verhältnisse in der Blattstellung auf die primitive Stammstellung hin, die weiterhin sich darin zeigt, dass sich bei ihnen bereits besondere Eigenschaften finden, die auf eine spätere Sonderentwicklung hinweisen könnten. Die Amphigastrien sind selten

gut entwickelt, meist sind sie noch klein oder fehlen. Die Gattung *Marsupella* besitzt quer angeheftete Blätter; es fehlen ebenfalls die Unterblätter. *Lophocolea* hingegen hat bereits Amphigastrien und weist Vertreter auf mit quer inserierter wie unterschlächtiger Blattstellung. *Chiloscyphus* stimmt in den vegetativen Organen ganz mit *Lophocolea* überein, doch während diese Gattung bei einigen Vertretern gefranste Blätter und verwachsene Amphigastrien hat, sind bei der Gattung *Chiloscyphus* die unterschlächtigen Blätter ungeteilt und die Amphigastrien nicht verwachsen. Die Cephaloziaceen dürften, da sie kleine Amphigastrien haben, die auch bei einigen Vertretern fehlen, ferner sowohl unterschlächtige wie auch quer inserierte Blätter besitzen, diesen angeführten Formen sehr nahe stehen. Es könnte diese Gruppe zu den *Trigonanthaceae* überleiten, die bereits oft überschlächtige Blätter aufweisen. Zu den höchst entwickelten Formen der akrogynen Jungermanniaceen gehören die *Stephaninoideae* (*Radula*), *Bellinzinioidae* (*Madotheca*) und *Jubulaceae* (*Frullania*). Es weisen hierauf die überschlächtigen Blätter, die diese Familien besitzen, ferner die oft ansehnlichen Amphigastrien; nur *Radula* fehlen die Amphigastrien gänzlich, was unbedingt als Reduktion zu deuten wäre. Die *Jubulaceae* unterscheiden sich scharf von den übrigen Jungermanniaceen durch den Spermogonbau. Es sind diese Familien ferner dadurch ausgezeichnet, dass sie wenigstens vorübergehend austrocknen können. Es ist dementsprechend gerade bei diesen Formen zu Anpassungen der vegetativen Organe an die Trockenheitsperiode gekommen. Sie bilden Wassersäcke aus durch Umbildung einzelner Blattteile. So liegt z.B. bei *Radula*, *Lejeunea* u.a. der Unterlappen des Blattes dem Oberlappen so an, dass er mit diesem ein Taschen- oder Krug-förmiges Organ (*Auricula*), bildet. Auch *Frullania* und *Madotheca* besitzen Wassersäcke. Bei *Frullania* stülpt sich der Unterlappensackartig ein, sodass die morphologische Oberseite des Unterlappens die Innenseite des Wassersackes bildet. Auch die Amphigastrien können solche Wassersäcke bilden. Bei den Gattungen *Radula*, *Frullania* u.a. haben alle Genera mehr oder weniger entwickelte Wassersäcke. Es gibt aber auch unter den nicht so hoch stehenden Jungermanniaceen einzelne Vertreter einiger Gattungen, die solche aufweisen, so z.B. *Plagiochila cucullifolia*, *Chiloscyphus decipiens*, *Novellia curvifolia*. Wir machen also auch bei Verfolgung dieser Besonderheit die Feststellung der Labilität in der Ausbildung bei den höheren Jungermanniaceen und damit der phylogenetisch nahen Verwandtschaft dieser Formen.

Die Gruppe der *Ptilidioideae* zeichnet sich durch haarartig zerschlitzte Blätter aus, die meist unterschlächtig oder quer inseriert sind. Die eigenartige Ausbildung der Blätter gestattet, diese Gattung als Sonderentwicklung zu betrachten, die sich etwa am Grunde der akrogynen Jungermanniaceen herausgebildet hat, da sich hier noch die primitiven, quer inserierten oder unterschlächtigen Blätter finden. Die höchste Entwicklung dieser Reihe dürfte *Trichocolea* darstellen. Aber schon die Blätter von *Ptilidium* sind doppelt zweiteilig mit sehr lang bewimperten Abschnitten. Amphigastrien sind in dieser Reihe vorhanden und den Oberblättern ähnlich, wenn sie auch nicht die Grösse derselben erreichen.

Mit den *Ptilidioideae* haben die *Scapanioideae* die Unterschlächtigkeit oder Quer-Insertion der Blätter gemeinsam. Man könnte geneigt sein, auch diese Formen etwa direkt als Sonderreihe von den anakrogynen Jungermanniaceen wie die *Ptilidioideae* abzuleiten. Beide Gattungen dürften sich früh differenziert haben. Die *Scapanioideae* könnten aber auf Grund des Fehlens oder der Kleinheit der Amphigastrien als eine Reihe gedeutet werden, die dem Stamme näher stände als die hochspezialisierten *Ptilidioideae*. Die *Gottschea*-Arten zeigen durch das Vorkommen von Elateren-Trägern eine Erscheinung, welche nur bei einigen Jungermanniaceen bekannt ist. Sollte *Gottschea* zu den *Scapanioideae* gerechnet werden, so dürfte sie phylogenetisch die Verbindung von den anakrogynen Jungermanniaceen zu den *Scapanioideae* herstellen. Es zeigen sich bei sämtlichen *Gottschea*-Arten Amphigastrien, die man dann bei *Diplophyllum* und *Scapania* als reduziert betrachten müsste.

Auf die Anpassungserscheinungen der vegetativen Organe für Wasserversorgung und auf die Marsupienbildung sei im Zusammenhang mit den anderen Lebermoosen

später nochmals eingegangen. Es mag hier nur vorausgeschickt sein, dass die marsupiferen Lebermoose keine systematische Gruppe bilden dürften. Man kann sie nur als biologische Anpassung auffassen, die zum Schutze der Ernährung des Sporophyten dient, jedenfalls mit der Abstammung keinen Zusammenhang hat. Es liesse sich nur bei den höher abzuleitenden Formen eine bessere Ausbildung der Brutpflege und der vegetativen Organe für die Wasserversorgung feststellen, die in gewissen Grenzen eine Unterscheidung der ursprünglicheren von den abgeleiteten Formen gestatten dürfte.

Zusammenfassung. - Im Vorstehenden wurden die Gestaltungs-Verhältnisse des Vegetationskörpers mit besonderer Berücksichtigung der Übergänge vom Thallus zum Kormus und der Blattbildung geschildert. Es wurde festgestellt, dass sich zwischen Thallus und Kormus eine Anzahl von Mittelformen finden, dass sich also eine oder mehrere Reihen aufstellen lassen, an deren einen Ende thallöse, an deren anderem foliose Lebermoose sich finden. Wie alle morphologischen Reihen kann man auch diese entweder von unten nach oben lesen, also in dem Sinne, dass wir annehmen, die thallöse Ausbildung sei die ursprünglichere, von ihr leite sich die foliose ab, oder von oben nach unten, d.h. ausgehend von foliosen Formen können wir nachzuweisen versuchen, dass eine Vereinfachung der äusseren Gliederung bis zuletzt auf die Thallusgestalt stattgefunden habe. Es gibt foliose Lebermoose, die zweifellos auf die thallöse Gestalt herabsinken oder doch sich ihr nähern können (*Zoopsis*). Doch dürfte die abweichende thallöse Gestaltung der Vegetationsorgane eine nachträglich entstandene sein. Es hat unbedingt in einzelnen Fällen die Entstehung thallöser und Übergangsformen aus foliosen stattgefunden. Dies dürfte aber nicht zu dem Schluss berechtigen, dass die thallösen Formen allgemein aus foliosen entstanden seien. Man kann die Übergänge auch in umgekehrter Reihe lesen. GOEBEL (43) schreibt hierüber: "Wenn man bedenkt, dass bei den Anthocerotaceen, die sicher in ihrem Zellenaufbau, wahrscheinlich auch in ihren Gestaltungsverhältnissen, primitive Züge an sich tragen, keine ausgesprochen foliosen Formen (nur eine Annäherung von solchen bei einigen *Dendroceros*-Arten) vorkommen, dass bei der Keimung folioser Formen zunächst thallöse Gestaltung und bei der von thallösen Formen meist eine Annäherung an foliose hervortritt, so scheint derzeit kein zwingender Grund für die Annahme vorzuliegen, dass alle thallösen Lebermoose aus foliosen hervorgegangen seien."

Für die Annahme dieser Auffassung, dass die foliosen Formen sich aus thallösen entwickelt haben, spricht durchaus der Umstand, dass sich sowohl bei Leber- wie bei Laubmoosen vielfach ein rein thallöser Beginn der Entwicklung findet.

Die weitere Betrachtung der Anhangsorgane des Thallus wie auch die der Herausbildung von Organen, die den Schutz und die Ernährung der Embryonen zu übernehmen haben, dürfte diese Auffassung stützen.

Andere Anhangsorgane des Thallus. (Schleimpapillen, Ventralschuppen.)

Wie im Vorigen dargelegt wurde, war die höhere Gliederung des Vegetationskörpers durch verschiedene Ausbildung der Zweige eines Thallus zustande gekommen oder dadurch, dass sich seitlich Anhangsorgane bildeten, die bei den thallösen Formen, soweit sie vorhanden waren, oft grosse Ähnlichkeit mit den foliosen Formen zeigten, bei denen sie als Blätter bezeichnet wurden. Andere Anhangsorgane entspringen ventral am Thallus. Es dürften sich innerhalb der Marchantiaceen- und anakrogynen Jungermanniaceen-Reihe bezüglich der Ausbildung dieser ventralen Anhangsorgane Entwicklungsstadien verfolgen lassen, die diese beiden Gruppen als Sonderentwicklungen darzustellen vermögen. Es lassen sich diese sowohl bei den Jungermanniaceen wie den Marchantiaceen in einer Reihe anordnen, die mit Schleimpapillen (schleimabsondernden einzelligen Organen) beginnt und mit blattartigen Organen (Zellflächen) endigt. Bei den *Marchantiales* ist es oft zur Bildung grosser, eigentümlich gestalteter Schuppen gekommen, die sich auf der Unterseite des Thallus befinden. Die Auffassung, dass diese Schuppen den Schleimpapil-

len der Jungermanniaceen homolog sein dürften, wird dadurch gestützt, dass bei der Keimung statt der Ventralschuppen Anhangsorgane auftreten, welche kaum über die Gestalt von Schleimpapillen hinausgehen. Auch die Ricciaceen tragen auf der Bauchseite, namentlich in der Nähe des Scheitels, ähnliche Schuppen. Da bei ihnen sich aber weder Schleimpapillen finden, noch jemals bei der Keimung der einzelnen Arten Andeutungen an diese festgestellt wurden, mag man zu dem Schluss berechtigt sein, dass die Ableitung der Bauchschuppen der Ricciaceen von Schleimpapillen unwahrscheinlich ist, man also die Ventralschuppen der Ricciaceen mit denen der Marchantiaceen nicht unbedingt vergleichen dürfte. Auch die Stellung der Schuppen am Thallus ist eine andere wie bei den Jungermanniaceen und Marchantiaceen. Bei einigen Riccien fehlen die Ventralschuppen noch vollständig (*Riccia chartacea* und *R. membranacea*), in vielen Fällen sind sie erst angedeutet. Wo Schuppenbildung vorhanden ist, ist sie weniger zahlreich als bei den beiden anderen Gruppen. Bei den typischen Riccien kommt es nur zur Ausbildung von einer Reihe Ventralschuppen; die Marchantiaceen legen die Bauchschuppen im Gegensatz zu diesen von vorneherein in zwei Reihen links und rechts von der Mittelrippe an. Das ist zum mindesten eine Fortentwicklung der Ausbildung der Ricciaceen. Die Anthocerotaceen zeigen weder Ausbildung von Schleimpapillen noch Schuppen. Es drückt sich im Fehlen dieser Anhangsorgane am Thallus die den Anthocerotaceen eigentümliche Primitivität oder Reduktion im Bau desselben aus. Die Marchantiales zeigen in diesen Anhangsorganen eine sehr mannigfaltige Ausbildung. Bei *Marchantia polymorpha* z.B. kann man drei Reihen von Schuppen unterscheiden; die biologische Bedeutung der Schuppen bei den Marchantialen ist sehr gross und es sind gerade die Anhangsorgane in dieser Gruppe ein sehr gutes Beispiel, um die Beziehungen zwischen Gestalt und Leistung festzustellen. Bei vielen Arten, die eine geringere Ausbildung der Schuppen zeigen, dürfte man dieses als Rückbildung deuten. Bei *Dumortiera* z.B. sind die Schuppen nur noch als niedrige Leisten ausgebildet. Auch bei *Monoselenium* sind sie viel kleiner und schmaler als bei *Marchantia polymorpha*.

Bei der Gattung *Cyathodium* finden sich in der Ausbildung der Schuppen Erscheinungen, die am meisten von allen Marchantiaceen an die als primitiv aufzufassenden Schleimpapillen erinnern. *Cyathodium cavernarum* besitzt nur Zellreihen, bei *Cyathodium penicillatum* scheinen bereits kleine Zellflächen vorzukommen. *Cyathodium foetidissimum* hat schon Schuppen, die aber noch klein und zart sind. Es kann auch in diesem Falle daher eine Primitivität von *Cyathodium* nicht bestritten werden.

Die Anhangsorgane der anakrogynen Jungermanniaceen zeigen sämtliche Übergänge von der primitiven Schleimpapille bis zu den blattähnlichen Zellflächen. Während *Aneura*, *Metzgeria* noch Schleimpapillen besitzen, hat *Moerkia* eine Schleimpapille, die am Ende einer Zellreihe steht. Es bildet diese Form den Übergang zu den Unterblättern oder "Amphigastrien" der thallösen Formen (z.B. *Blasia*). Besonders eigentümlich sind die Verhältnisse bei *Blasia*. Es finden sich hier parallel dem Stengel in zwei Reihen angeordnet Unterblätter. Zum Schutze des Vegetationspunktes werden sowohl die Seitenblätter wie die Unterblätter herangezogen. Es befinden sich auch auf der Oberseite des Thallus Schleimpapillen, die ebenfalls zum Schutze des Vegetationspunktes in der Weise herangezogen sind, dass sie diesen durch Schleimabsonderung von oben her bedecken. Es zeigt in der Jungermanniaceen-Reihe *Blasia* den höchsten Typus der Ausbildung von Schleimpapillen und zwar in einer solch spezialisierten Weise, dass wir nicht anstehen können, diese Form als eine Sonderreihe der anakrogynen Jungermanniaceen auf Grund dieser Verhältnisse zu deuten.

Rhizoid-Bildung.

Die Lebermoose besitzen einzellige Rhizoiden im Gegensatz zu den Laubmoosen, die stets aus Zellreihen bestehende Haarwurzeln aufweisen. Bei *Gottschea*-Arten sind ebenfalls mehrzellige Rhizoiden bekannt. Es zeigt dieser Fall, dass die Lebermoose fähig sind, auch mehrere Rhizoide zu bilden, andererseits deutet die Aus-

bildung der Rhizoide darauf hin, dass die Laubmoose unter den Bryophyten die fortgeschrittenere Gruppe darstellen.

Die Bildung der Rhizoide erreicht in der Marchantiaceen-Reihe eine Ausbildung, die die höchste Stufe innerhalb der Lebermoose darstellt und diese Gruppe hierin wiederum als besondere Entwicklungsreihe darlegt. Weiterhin deutet die Ausbildung bei einigen Gattungen innerhalb der Jungermanniaceen auf eine besondere Entwicklung hin. Zuletzt kann die primitive Stellung der Ricciaceen und ihre Stellung ausserhalb der Marchantiaceen durch den Bau dieser Organe belegt werden.

Die Funktion der Rhizoide bei den epiphytisch lebenden Lebermoosen ist eine mechanische, d.h. sie haben die Anheftung der Pflanze an das Substrat zu übernehmen. So finden sich bei einigen Arten der Gattung *Lejeunea* besonders hoch entwickelte Haftorgane ausgebildet (Haftscheiben). GOEBEL (44) ist der Auffassung, "dass diese Haftorgane aus einem Bündel kongenital verwachsener, am Ende verbreiteter Rhizoide entstanden sind". Eine Anzahl von Besonderheiten in der Ausbildung der Rhizoide zeigen die Marchantiaceen.

Die Rhizoide dieser Gruppe haben zum grossen Teil Ernährungs-physiologische Funktionen zu erfüllen. Die Marchantiaceen besitzen zwei Formen von Rhizoiden, glatte (weite) und enge (Zäpfchen-) Rhizoide. KAMERLING (45) hat darauf hingewiesen, dass die Verdickungen im Innern der Zäpfchen-Rhizoide im Zusammenhang mit der Wasserbewegung stehen können. Da an den Keimpflanzen zuerst die glatten Rhizoide auftreten, so dürfte man geneigt sein, diese Form, die auch die bei den übrigen Lebermoosen übliche ist, als primitiv und die Zäpfchen-Rhizoide als Anpassungserscheinungen an das Landleben, also als abgeleitet aufzufassen. *Dumortiera* weist in einigen Vertretern neben weiten, glatten und engen Zäpfchen-Rhizoiden auch noch enge glatte Formen auf. Die Zäpfchen-Rhizoide sind bei dieser Gattung weniger zahlreich entwickelt und haben zum Teil ihre Wandverdickungen verloren. Auch *Monoselenium* zeigt Rückbildung der Zäpfchen-Rhizoide. Es mag durchaus berücksichtigt werden, dass die Rhizoidbildung von äusseren Faktoren abhängig ist. Es wäre so eine Rückbildung der Zäpfchen-Rhizoide, die eine ausgiebigere Wasseraufnahme ermöglichen, bei den hygrophilen Gattungen *Dumortiera* und *Monoselenium* möglich. Wenn aber einige zum grossen Teil auch an trockenen Standorten vorkommende Marchantiales nur einfache Rhizoide haben und keine rückgebildeten aufweisen (*Cyathodium cavernarum* und *Cyathodium pectinatum*), so dürfte diese Tatsache zu der Annahme verleiten, die Marchantiales-Reihe auch in dieser Beziehung wieder nicht als einfache Reduktionsreihe zu deuten, sondern als eine auf- und absteigende Entwicklungsreihe. *Cyathodium* weist auch in diesem Falle, ebenso wie in der Ausbildung der einfachen Schuppen, unter anderem zu den Ricciaceen hin.

Es zeigt sich bei den schwimmenden Formen von *Riccia natans* und *Riccia fluitans* ebenso wie bei der Wasserform von *Pellia* fast immer ein vollständiger Mangel an Rhizoiden. Es mag nach den Untersuchungen BENECKES (46) die Annahme berechtigt sein, dass die Rhizoidbildung wegen Mangel an gelösten Stoffen unterbleibt. *Riccia chartacea* besitzt nur einfache glatte (weite) Rhizoide. Auch bei anderen Riccien sind Zäpfchen-Rhizoide oder Reduktionen derselben nicht festzustellen. Die Riccien als abgeleitete Marchantiaceen ebenso wie *Cyathodium* auf Grund der Ausbildung der Rhizoide zu bezeichnen, dürfte nach unserer Auffassung unwahrscheinlich erscheinen.

Anpassungs-Erscheinungen der vegetativen Organe an Trockenperioden.

Die Lebermoose werden ökologisch im allgemeinen zu den Hydrophyten gezählt. In vielen Fällen kommt aber auch hier der Landtypus vor. So hat sich die grosse Gruppe der Marchantiales, wie verschiedentlich angedeutet wurde, bereits ganz dem Landleben angepasst. Die Jungermannien und Anthocerotaceen gehören fast alle zu den hygrophilen Pflanzen. Epiphytisch oder auf ungeschütztem Standort lebende Formen müssen daher die Fähigkeit erhalten, nicht zu lange dauernde Trockenheit zu überstehen oder mit besonderen Einrichtungen zum Festhalten des Wassers versehen sein. Diese speziellen Anpassungs-Erscheinungen an periodische Trockenheit, die bei den

einzelnen Gruppen verschieden und in der Gestalt sehr abwechselnd sind, seien im Folgenden zusammengestellt, da sie auch phylogenetische Rückschlüsse gestatten könnten

Die Marchantiaceen sind durch ihre Anpassungen an das Landleben befähigt, leicht trockene Zeiten zu ertragen; es sind bei dieser Gruppe daher auch keine Organe dazu ausgebildet, Wasser längere Zeit festzuhalten. Diese Formen besitzen aber entsprechend ihrem Landleben besondere Vorkehrungen zu ihrem Schutze gegen zu rasche Verdunstung. *Dumortiera* zeigt einen Rückschlag zu den hygrophilen Formen der Lebermoose infolge Beibehalten der Jugendform. Die Pflanze ist ähnlich wie *Pellia* gebaut, sie vermag wie die Jungermanniaceen durch die Kutikula Wasser aufzunehmen im Gegensatz zu den übrigen Marchantiaceen, verhält sich also ganz wie ein hygrophiles Lebermoos.

Der Thallus der Anthocerotaceen zeigt auf der Oberseite grubige Vertiefungen, in denen das Wasser festgehalten werden kann. Der Thallus von *Dendroceros foliatus* bildet am Rande Kapuzen-förmige Taschen, die die Bedeutung von Wasserbehältern haben dürften. Eine ganz eigentümliche Art von Wasserfängern besitzt eine javanische *Anthoceros*-Art. Es sind dies mamillenförmige Auswüchse, die zwischen sich Wasser festzuhalten vermögen.

Die Einrichtungen bei den anakrogynen und akrogynen Jungermanniaceen zum Wasserfesthalten stimmen im wesentlichen überein; es lassen sich aber in der Ausbildung dieser Vorrichtungen bei den höheren Jungermanniaceen besondere Spezialisierungen und ein häufigeres Vorkommen derselben feststellen, was auf ihre höhere Stellung hinzuweisen scheint. Bei einigen *Aneura*-Arten sind die einzelnen Thallus-Äste nach unten umgebogen, wodurch dieselben Wasser festzuhalten imstande sind. Bei anderen Arten sind an der Unterseite des Thallus Lamellen angebracht, deren Ränder mit "Haaren" besetzt sind, wodurch die Fähigkeit Wasser festzuhalten gesteigert ist. Von einheimischen *Metzgeria*-Arten besitzt nur *Metzgeria pubescens* Einrichtungen zum Wasserfesthalten in Form von Papillen. Dagegen hat die in Neu-Seeland auf Baumrinden lebende *Metzgeria saccata* ähnliche Wassersäcke, wie sie in Gestalt der Blattohren von *Frullania* oder denen von *Dendroceros foliatus* vorkommen. Bei den höheren Jungermanniaceen finden sich diese Anpassungen zum Festhalten von Wasser und daher zum Ertragen trockener Zeiten in grosser Mannigfaltigkeit. Es wurde bei der Blattbildung bereits angedeutet, dass durch diese Wasserbehälter gebildet werden können, doch auch die Sprossaxe kann sich dabei beteiligen und zwar durch Bildung von Auswüchsen, den sogenannten Paraphyllien. Diese Paraphyllien sind unter den höheren Jungermanniaceen sehr verbreitet bei den verschiedensten Arten. Eine wichtige Rolle bei der Aufnahme und dem Festhalten von Wasser spielen bei einigen Formen Papillen, die sich auf der Oberfläche der Blätter befinden und sowohl hierdurch deren Oberfläche vergrössern wie auch sie befähigen, eine grössere Menge Wasser aufzunehmen. Andere Einrichtungen, Wasser rasch und reichlich aufzunehmen, zeigen die *Ptilidioideae*, die wir bereits als Sonderentwicklung der Jungermanniaceen angeführt haben. Sie besitzen stark zerteilte, oft zilienförmige Blätter, wodurch zahlreiche kapillare Hohlräume gebildet werden, die wie ein Schwamm Wasser aufzunehmen vermögen. Sie wachsen an Standorten, an denen das Wasser rasch abläuft (Baumrinden). *Trichocolea tomentosa* besitzt Auswüchse von verzweigten Zellreihen, die die Pflanze zu einer schwammigen Masse machen. In geringerem Grade tritt dies auch bei *Lophocolea*-Arten auf. Bei Jungermanniaceen, die gleiche Standorte haben wie die *Ptilidioideae*, aber diesen Formen nicht nahe stehen dürften, wie bereits angedeutet wurde, ist in der Weise für Aufhalten des Wassers gesorgt, dass sie in Gestalt von Strängen an Bäumen und Felsen herunterhängen, während die Seitenblätter nicht wie sonst flach ausgebreitet, sondern eingekrümmt sind, wodurch sie zusammen mit den grossen Amphigastrien ein System kapillarer Hohlräume bilden (*Frullania*-, *Lajeunia*-Arten u.a.).

Die Bildung von Wassersäcken ist, wie schon früher erwähnt wurde, vor allem bei den hoch-entwickelten Jungermanniaceen charakteristisch. Es besitzen von diesen Formen alle Arten Wassersäcke verschiedenster Form. Es kommt auch bei tiefer stehenden Gattungen zur Ausbildung solcher Wassersäcke, dann sind diese aber nicht

der ganzen Gattung eigentümlich, sondern treten nur bei einzelnen Arten auf. Bei den *Scapanioideae*, die ebenfalls, wie die *Ptilioideae*, als Sonderreihe der Jungermanniaceen aufgefasst wurden, wird der Wassersack noch nicht (wie z.B. bei *Lejeunia*, *Frullania* u.a.) durch Umwandlung des Ober- oder Unterlappens gebildet, sondern einfach durch die Stellung beider Blattlappen zueinander geschaffen. Auf "xerophile" Anpassungen der Lebermoose sei in diesem Zusammenhange nur kurz hingewiesen. Es sprechen sich diese Anpassungen ebenfalls in der Fähigkeit mancher Formen aus, zeitweilige Austrocknung zu ertragen. Eine Anzahl von Lebermoosen, die an periodisch trockenen Standorten leben, ist dadurch ausgezeichnet, dass sie sich einfach in die Erde verkriechen können (z.B. *Riccien*). Bei vielen Lebermoosen kommt es in diesen Fällen zur Knöllchenbildung, sie kann bei den verschiedenen Verwandtschaftskreisen als Parallelbildung auftreten und für die Verbreitung und Erhaltung der betreffenden Formen oft von der grössten Wichtigkeit sein.

Die anatomische Gliederung des Gametophyten.

Der anatomische Bau des Gametophyten dürfte bei Klärung der phylogenetischen Zusammenhänge der einzelnen Lebermoosgruppen nicht unberücksichtigt bleiben, und es sollen daher diese Verhältnisse erörtert werden.

Bei den Jungermanniaceen lässt sich im anatomischen Bau des Gametophyten eine Rückbildung wahrnehmen. Für die Frage nach dem Zusammenhang der Formen dürfte die Tatsache von grösster Bedeutung sein, dass die thallösen Jungermanniaceen eine höhere anatomische Gliederung aufweisen als die beblätterten Formen, die in morphologischer Hinsicht eine besondere Ausbildung gezeigt hatten. Die beblätterten Jungermanniaceen weisen in ihren Stämmen einen äusserst einfachen anatomischen Bau auf. Es ist dies sehr verständlich, da eine innere Wasserleitung nicht nötig ist, und sich nur zwei verschiedene Arten von Zellen bilden müssen, solche die mehr mechanisch wirksam sind (äussere) und andere, die für Leitung plastischer Stoffe und Speicherung in Frage kommen (innere). Bei den thallösen Jungermanniaceen sind die Unterschiede zwischen der äusseren assimilierenden und der darunter liegenden grossmaschigen Stärke-speichernden Schicht bereits etwas grösser. Es teilt sich später die unterste Zelllage des Thallus in zwei bis drei Schichten. Bei *Pellia*-Arten finden sich in vielen Zellen sehr starke Verdickungsleisten, die senkrecht zur Ebene des Thallus verlaufen. Es sind dies Einrichtungen, welche zum Aussteifen des Thallus dienen. Einige thallöse Jungermanniaceen haben im Thallus Stränge enger gestreckter Zellen mit verholzten Wänden, deren Funktion noch unbekannt ist. Es dürfte sich aber wahrscheinlich um ein primitives wasserleitendes Gewebe handeln.

Auch bei den Anthocerotaceen ist der Thallus sehr "einfach" gebaut. Es tritt hier ebenfalls keine Differenzierung in farbloses und Assimilationsgewebe auf, höchstens bilden sich noch Interzellularräume, welche nicht mit Luft, sondern mit Schleim gefüllt sind.

Die Marchantialen zeigen im Gegensatz zu diesen Formen ganz eigenartige Bauverhältnisse im Thallus, die man als Anpassungs-Erscheinungen an das Landleben deuten könnte. Ebenso wie sie in der Rhizoidengestaltung und in den Anhangsorganen des Thallus die höchste Entwicklungsstufe unter den Lebermoosen erreichen, weisen sie auch im anatomischen Bau desselben eine besondere Höhe auf. Es lassen sich vier Gewebeschichten feststellen: die untere Epidermis, das Grundgewebe, die Luftkammerschicht und die obere Epidermis. Die Haupteigentümlichkeit der Marchantiaceen zeigt sich darin, dass sie unter der oberen Epidermis das sogenannte Luftkammerngewebe besitzen, dessen Aussenwände von der oberen einzellschichtigen Epidermis gebildet werden, welche meist kein Chlorophyll aufweist. Jede Kammer hat in fast allen Fällen eine Atemöffnung, durch die das am Grunde der Zellen gelegene chlorophyllhaltige Gewebe mit der Atmosphäre in Verbindung steht. Die Entstehung der Lufthöhlen bei den Marchantiaceen führte LEITGEB auf Einsenkungen in die Oberfläche zurück. Es sollten diese Grübchen sogleich hinter dem Scheitel entstehen an Stellen, wo vier Zellen zusammenstossen. Die darüber liegenden Zel-

len teilen sich radial und später tangential weiter. Die Grübchen werden immer grösser und erhalten eine Decke, die eine von mehreren Zellringen umgebene Öffnung besitzt. So könnte man sich die einfachen Atemöffnungen entstanden denken. PIETSCH (47) vertritt dagegen die Ansicht, dass die Kammern sich aus Interzellularräumen bilden. Sie sollen durch Spaltungen im vorher festgefügtten Gewebe entstanden sein, die entweder von aussen nach innen oder umgekehrt, von innen nach aussen, fortschreiten. LEITGEB nimmt für die kanalförmigen Atemöffnungen des Thallus von *Preiszia* und *Marchantia* eine der vorigen ähnliche Entstehungsart an. Hier sollen sich unter der Epidermis kleine Interzellularräume im Gewebe bilden, die anfangs nach aussen nicht offen sind. Durch Vergrösserung und Umformung entstehen hieraus die Atemhöhlen. Gewöhnlich kommt es aber zu keiner radialen Teilung der Deckenzellen, sodass die Zellringe bei der fertigen Atemöffnung meist nur aus vier Zellen gebildet werden. Durch Wände, parallel mit der Aussenfläche, teilen sich die in der Mitte der Kammer gelegenen Deckelzellen in mehrere übereinander liegende Zellringe. Auf diese Weise werden die kanalförmigen Atemöffnungen angelegt, deren Zellen erst zum Schluss etwas auseinander weichen. Wir können an ihnen zwei Teile unterscheiden, einen oberen, welcher der einfachen Atemöffnung entspricht, und einem unteren Ansatz. Wenn GOEBEL (48) an *Marchantia*-Keimpflanzen, die unter ungewöhnlichen Verhältnissen gezogen wurden, statt der üblichen tonnenförmigen Atemöffnungen einfache feststellen konnte, so mag man dies als Hemmung auffassen. Daraus aber schliessen zu müssen, dass die tonnenförmigen die einfachere primitive Form, die einfachen Öffnungen abgeleitete Formen darstellen, ist durchaus nicht zwingend. Es besitzen die meisten Marchantiaceen die Fähigkeit, die Tonnenporen zu bilden, und zwar findet sich bei den *Marchantiales*, welche am Thallus einfache Öffnungen besitzen, der Typus der Tonnenöffnung an den Thallusteilen, die als Träger der Sexualorgane dienen. Nach unserer Auffassung kann man die einfachen Spaltöffnungen in einigen Fällen als Hemmungsbildung betrachten. Im übrigen dürfte man aber mit LEITGEB die kanalförmigen aus den einfachen als genetisch hervorgegangenen ansehen. Vereinfachungen im Thallusbau lassen sich unzweifelhaft bei *Dumortiera* und *Monoselenium* feststellen. Bei *Dumortiera* wird zwar noch die Luftkammerschicht im Vegetationspunkt des Thallus angelegt, doch sterben ihre Zellen bald ab. Es sind zuletzt nur noch Reste der Kammerdecken und Kammerränder sichtbar. Weiterhin verschwindet das Assimilationsgewebe auf dem Boden der Kammer. Bei *Dumortiera velutina* ist der Thallus nur noch von Zellpapillen bedeckt, die den Aussprossungen in den Kammern entsprechen dürften, wie sie z.B. bei *Marchantia* zu finden sind, also demnach den letzten Rest des Assimilationsgewebes darstellen. Bei einigen *Dumortiera*-Formen kann nach CAMPBELL (49) sowohl die Anlegung der Luftkammerschicht wie der von Assimilationszellen ganz unterbleiben. *Monoselenium* dürfte eine noch weiter reduzierte Form der Marchantiaceen darstellen. Der Thallus ist dünn und ohne Luftkammerbildung. Es lässt sich hier die Rückbildung aber nicht mehr so deutlich nachweisen wie bei *Dumortiera*. Es ist der Bau des Thallus bei dieser Form auf eine Stufe herabgedrückt, wie er sich bei den thallösen Jungermannniaceen fand. Der Thallus sowohl von *Dumortiera* wie auch von *Monoselenium* ist wie der von *Pellia* direkt benetzbar. Bei den abgeleiteten Marchantialen wird also zwar die Kammerung des Thallus aufgegeben, der Thallus bleibt aber noch mehrschichtig und ist in seinem inneren Aufbau von dem einer Jungermannniacee nicht wesentlich verschieden. GOEBEL (50) hatte bereits darauf hingewiesen, dass bei diesen Formen eine hygrophile Rückbildung oder nicht volles Erreichen der Folgeform vorliegt. Der Thallus von *Cyathodium* besteht aus einer einschichtigen Gewebeplatte und weist weite Kammern mit einfachen Atemporen auf. Die Wände der Kammern bestehen nur aus je einer Zellschicht, es ist also auch der Boden der Luftkammern einschichtig. Die Kutikula ist nicht wie bei *Dumortiera* benetzbar. *Cyathodium* als abgeleitete Marchantiacee auf Grund dieses Baues des Thallus zu betrachten, dürfte unwahrscheinlich erscheinen. Was wir bei *Dumortiera* und *Monoselenium* als Rückbildung gedeutet haben, findet bei *Cyathodium* nicht gleiche Berechtigung. Die Luftkammerschicht wird nicht wie bei *Dumortiera* nur noch angedeutet, sondern ist gut ausgebildet; auch das Assimilationsgewebe

zeigt nicht solche "Rückbildung". Ebenso wie das Fehlen der Zäpfchen-Rhizoiden und der Tonnenöffnungen, die Bildung der Ventralschuppen und anderes weisen auch diese Beziehungen wieder auf die primitive Stellung von *Cyathodium* und darauf hin, die Marchantiaceen als eine auf- und absteigende Reihe zu deuten.

Die Ricciaceen zeigen eine höhere Entwicklung im anatomischen Bau des Thallus als die Jungermanniaceen und Anthocerotaceen, unterscheiden sich aber durchaus von den Marchantiaceen. Man könnte sie wieder unten an *Cyathodium* anschliessen. Auf der Thallus-Unterseite findet sich ein parenchymatisches Grundgewebe, das reichlich Stärke enthält, aber keine Chlorophyllkörner. Nach unten wird es von der Rindenschicht begrenzt, aus der die Bauchschuppen und Rhizoiden entstehen. Nach oben setzen sich rechteckige oder tonnenförmige Pfeiler fort, die mit einer grösseren Zelle enden. Es rinden sich statt der Luftkammern nur enge luftführende Hohlräume. In dieser eben beschriebenen Form der typischen Riccien (Eu-Riccien) sehen wir aber nicht den primitiven Typ. Die Untergattung *Ricciella* zeigt einen gekammerten Bau. Diese Formen haben die am weitesten entwickelten Atemöffnungen. *Riccia Bischoffii* besitzt in der Mitte des Thallus die engen Luftkammern und am Rande die weiten Lufträume. Es sind also die beiden oben angeführten Typen durch Übergänge mit einander verbunden. *Riccia chartacea* zeigt im Thallusbau die grösste Ähnlichkeit mit *Cyathodium*, das wir als primitive Marchantiacee gedeutet haben. Sie besitzt ebenfalls einen ganz dünnen Thallus, der seiner Hauptsache nach nur aus zwei Zellschichten besteht, welche die obere und untere Wand der weiten Luftkammer darstellen. Auch das Fehlen von Schuppen auf der Thallus-Unterseite könnte man als primitiv bezeichnen. Die Ricciaceen können nach diesen Darlegungen durchaus als eine selbständige Entwicklungsreihe aufgefasst werden. Das Fehlen der Zäpfchen-Rhizoiden, die Ausbildung der ventralen Anhangsorgane, des Assimilationsgewebes und der Atemöffnungen, ebenso wie bei den Sporangien das Fehlen von Haustorium und Stiel, des Öffnungs-Apparats der Kapsel und der Elateren weisen darauf hin, diese Reihe als primitivste Lebermoosgruppe aufzufassen und geben keinen zwingenden Grund, sie als abgeleitete Formen der Marchantialen-Reihe hinzustellen.

Lage der Sexualorgane am "Moospflänzchen".

Die Verteilung der männlichen und weiblichen Sexualorgane ist innerhalb der einzelnen Lebermoosreihen eine wechselnde. Antheridien wie Archegonien gehen stets aus Zellen der Oberseite der Pflanze hervor (mit Ausnahme von *Haplomitrium*). Ferner bilden sie sich nie aus der Scheitelzelle selbst, sondern aus Segmenten kurz hinter ihr.

Bei den Ricciaceen stehen die Antheridien tief in Gruben auf der Thallusoberfläche. Durch das Wachstum desselben werden sie später auseinandergerückt, sodass sie unregelmässig angeordnet erscheinen. Da die Antheridien der Anthocerotaceen einzeln oder in Gruppen ebenfalls in Höhlungen stehen, bedürfen sie wie die der Ricciaceen keines weiteren Schutzes, und es kommt hier nicht zur Ausbildung besonderer Hüllorgane. Bei diesen beiden Gruppen ist also nur eine zerstreute diffuse Verteilung der Sexualorgane vorhanden, ein Verhalten, das man als primitiv deuten könnte. Viel weniger einfach sind die Verhältnisse bei den Marchantialen. *Clevea* und *Sauteria* haben Antheridien, die noch zerstreut im mittleren Teil des Thallus genau wie bei den Ricciaceen angeordnet sind. Sie sind in Höhlungen des Thallus eingesenkt, die nach aussen durch einen engen Gang offen sind. Als weitere Entwicklung wäre die Anordnung der Antheridien in Gruppen zu betrachten, die auf der Oberseite gewöhnlicher Thalluszweige stehen und nicht über diese hervorragen. Diese Stufe der Entwicklung lässt sich bereits unter den Ricciaceen bei dem abgeleiteten *Ricciocarpus* feststellen. Die nächst höhere Stufe der Entwicklung dürfte das Verwachsen der unteren Teile der Antheridien mit einander darstellen, wodurch Scheiben mit rauher Oberfläche entstehen (*Reboulia* und *Grimaldia*). Es kann weiterhin der ganze Antheridienstand auf einen besonderen Träger emporgehoben sein. In diesem Falle ist dann auch gleichzeitig ein strahliger Bau

des Blütenbodens bemerkbar. Bevor nämlich Antheridienbildung auf einem Spross stattfindet, teilt sich dieser mehrmals, wodurch ganze Zweigsysteme auftreten (so bei *Marchantia*, *Preissia*, *Fegatella* und *Dumortiera*). Erst nach wiederholter Gabelung des Vegetationspunktes des fertilen Sprosses werden die Antheridien auf den verschiedenen Gabelkästen angelegt. Die thallösen Jungermanniaceen tragen die Antheridien ebenfalls im mittleren Teil des Thallus an beliebigen Stellen, so wie es bei Ricciaceen festgestellt wurde. Es erfolgt auch hier durch Wucherung der umliegenden Zellen eine allmähliche Versenkung in den Thallus. Bei den akrogynen Jungermanniaceen stehen die Antheridien in Ein- oder Mehrzahl in den Achseln der Blätter; sie sind gewöhnlich lang gestielt.

Die Archegonien der Ricciaceen verhalten sich ihrer Stellung nach genau wie die Antheridien, sie stehen zerstreut im Thallus eingesenkt. Die Archegonien der Anthocerotaceen sind ebenfalls in den Thallus versenkt. Wie bei der Anlage der Antheridien zeigen die Marchantiaceen auch in der Stellung der Archegonien grosse Mannigfaltigkeit. Es lässt sich hier ebenfalls eine Entwicklungsreihe aufstellen, die vom "Einfachen" bis zum "Hochentwickelten" mit sämtlichen Zwischenstufen führt. Als nächst höhere Ausbildung der diffusen Verteilung, wie sie bei den Ricciaceen üblich ist, dürfte das Zusammenstehen von mehreren Archegonien sein, die durch das Dickenwachstum des Thallus allmählich in Gruben versenkt werden (*Corsinia*). In diesen entwickelt sich dann später ein Höcker, in welchem die Archegonien in seitlichen Nischen eingesenkt sich befinden. Bei anderen Marchantialen (z.B. *Clevea*) finden sich die Archegonien ebenfalls auf der Thallus-Oberseite auf einem Höcker; es wird dieser aber schon früh angelegt, so dass sie auf seiner Oberseite entstehen und im Gewebe versenkt werden. Bei der Reife des Sporogons streckt sich dann der untere Teil des Höckers, wodurch der Archegonstand auf einen Stiel zu stehen kommt. Dieser Stiel dürfte also nur aus einer oberflächlichen Thalluswucherung entstanden sein. Die höchste Stufe der Entwicklung zeigt auch hier wieder *Marchantia*, *Preissia* u.a., bei denen das Receptaculum ein strahlig gebautes Zweigsystem darstellt. Der Träger der Stände bei den Marchantialen kann entweder ein Auswuchs der Thallusoberfläche (*Clevea*) oder eine reine Verlängerung des Thallus sein (z.B. bei *Sauteria*, *Neesiella*, *Grimaldia*, *Reboulia*), wenn die Archegonstände am Sprossscheitel entstehen, sodass dieser sein Wachstum einstellen muss oder aber er entspricht den ersten Gabelzweigen des fertel werdenden Scheitels (*Marchantia* u.a.). Zur Anlage der Archegonien einer grossen Anzahl von Arten bei den Jungermanniaceen wird der Sprossscheitel verwandt (akrogyne). Bei den anderen ist dies nicht der Fall (anakrogyne). Es schliesst also bei den akrogynen Jungermanniaceen der Spross stets mit einer Anlage der Archegonien ab. Wenn nun ein Archegon sich bildet, wird zu dessen Zustandekommen die Scheitelzelle verwandt; bilden sich aber mehrere, dann entstehen die drei ersten aus den der Scheitelzelle zunächst liegenden Segmenten, und erst das vierte aus der Scheitelzelle. Dies gibt im übrigen aber keine weitere Klärung der phylogenetischen Stellung der einzelnen Gruppen bei den Jungermanniaceen. Besser für diesen Zweck geeignet dürften die Vorkehrungen für den Schutz der Sexualorgane sein.

Einrichtungen zum Schutz der Sexualorgane.

Bei den Anthocerotaceen und Ricciaceen ist infolge der im Thallus eingesenkten Sexualorgane kein besonderer Schutz derselben nötig und es kommt nicht zur Ausbildung von Hüllorganen. Bei den Marchantialen lassen sich zweierlei Schutzeinrichtungen für die Geschlechtsorgane feststellen: für die Archegonien Einzelhüllen (Perianthien) - die Antheridien haben, da sie ebenfalls in Gruben versenkt sind, keine besonderen Schutzorgane ausgebildet - und Gruppenhüllen (Perichaetien). Die Perichaetien sind Thalluswucherungen, die zum Schutz der Archegonien entstehen, wodurch diese in Höhlungen versenkt werden. Der Gewebewulst wächst zu einer vollständigen Hülle um den Archegonstand herum. Bei den höchstentwickelten Formen tritt sie stets auf, bei den niedrigeren nur nach stattge-

habter Befruchtung. Die Gattungen *Fimbriaria*, *Preissia*, *Marchantia* besitzen ausser dieser gemeinsamen Hülle der Archegonstände um jedes einzelne Archegonium noch einen kelchartigen Behälter, das Perianth. Es ist schon vor der Befruchtung angelegt, vergrössert sich aber nach der Befruchtung stark, indem es aus der Stielzelle des Archegoniums hervorsprosst. Mit den Perianthien der akrogynen Jungermanniaceen dürfte das Perianthium der Marchantiaceen nicht zu homologisieren sein, da es bei jenen aus einem Ring von Blattanlagen hervorgeht, die mit einander verwachsen. Bei *Dumortiera*, *Monoselenium* und *Monoclea* sitzen die Archegonien in Gruben, es fehlen ferner die Perianthien; es dürfte dieses wiederum als Rückbildung bei diesen Formen zu deuten sein. Bei den thallösen Jungermanniaceen kommt es nicht zur Ausbildung besonderer Hüllorgane um diese Antheridien, da diese durch Wucherung der umliegenden Zellen allmählich in den Thallus versenkt werden. Im Reifezustand sind die Antheridien nur durch einen engen Kanal nach aussen offen.

Die Archegonien der anakrogynen Formen stehen bei einigen Vertretern in Gruppen in einer taschenförmigen Hülle, die eine Thalluswucherung darstellt, den Perichaetium. Es ist dieses also nicht wie bei den akrogynen Formen aus Blättern gebildet. Bei einigen Arten kann es weiterhin (*Blyttia*) zur Ausbildung einer zweiten Hülle kommen (Perianth), die sich zu einem langen zylindrischen Körper nach der Befruchtung entwickelt und das Perichaetium weit überragt. Die Entstehung dieser Hülle ist nicht ganz geklärt; ihre Funktion dürfte nicht nur eine schützende, sondern auch eine ernährende sein, entsprechend der des Marsupiums marsupiferer Lebermoose. Die Antheridien der beblätterten Lebermoose werden von umgeformten Blättern geschützt. Die Archegonienstände dieser Gruppe erhalten ebenfalls von Blättern schützende Hüllen (Perichaetium); in den meisten Fällen sind sie aber noch von einer zweiten Hülle bedeckt, dem Perianth, welches aus der Verwachsung von zwei oder drei der innersten um die Archegonien befindlichen Blätter entsteht.

Im Vorstehenden wurde besonders auf die Einrichtungen zum Schutze der Sexualorgane hingewiesen. Es können diese Einrichtungen aber auch dem heranwachsenden Sporogon zugute kommen. Es mag im Folgenden bei Betrachtung der Ernährung und des Schutzes der Embryonen auf diese Herausbildung der Brutpflegeorgane innerhalb der einzelnen Gruppen bei den Lebermoosen Wert gelegt werden.

Ernährung und Schutz des Embryos.

Die befruchtete Eizelle wächst zu einem Embryo heran, der in den einfachsten Fällen von dem nach der Befruchtung heranwachsenden Bauteil des Archegoniums gegen Austrocknung, Beschädigung etc. geschützt wird, und aus dem er seine Nährstoffe bezieht; dieses wäre der Fall bei *Oxymitra* und vielen Marchantiaceen. Doch beteiligt sich an der Bildung der Hülle schon bei den Marchantiaceen auch das darunter gelegene Gewebe des "Stiels" des Archegoniums. Der Embryo kann bei anderen Formen der Lebermoose weiterhin mit seinem Basalteil in das Gewebe des Thallus oder "Stämmchens" eindringen, wobei es bis zur "Coelocaulie", d.h. zur Bildung einer in der Hauptsache aus dem ausgehöhlten Sprossgewebe entstandenen Hülle kommen kann. Schliesslich können auch Wucherungen des Stengelgewebes eintreten, wodurch der Fruchtsack herausgebildet wird, in welchem sich der Embryo entwickelt. Es wurde bereits darauf hingewiesen, dass die marsupiferen Lebermoose keine genetische Verwandtschaftsgruppe darstellen, sondern dass man die Fruchtsackbildung als biologische Anpassung betrachten muss. Es lassen sich aber in der Ausbildung dieser Organe bei den einzelnen Gruppen und Arten Formen feststellen, die auf eine bestimmte Höhe der Brutpflege hinweisen und damit in gewissen Grenzen auch Rückschlüsse auf die genetische Verwandtschaft oder auf eine besondere Höhe der Entwicklung mancher Formen gestatten. Marsupifere Lebermoose sind sowohl unter den thallösen wie foliosen bekannt. Bei den Ricciaceen kommt nach GOEBEL (51) nur bei *Ricciella* eine Annäherung an die Marsupienbildung vor. Unterhalb der befruchteten Archegonien bildet sich bei *Riccia fluitans* eine

Vorwölbung der Thallus-Unterseite, welche Reservestoffe für den heranwachsenden Embryo enthält, wie auch Rhizoiden entwickelt. Ausgesprochene Marsupienbildung auf der Thallus-Oberseite findet sich bei sämtlichen Anthocerotaceen. Durch eine Gewebewucherung wird der Embryo umschlossen und wächst mit dieser hoch, bis er sie durchbricht. Auf die Verhältnisse bei den Marchantialen wurde bereits hingewiesen. Bei den anakrogynen Jungermanniaceen besitzt *Pellia* unterhalb des Archegoniums ein Gewebe, in das der Embryo sich einbohrt, es allmählich ganz verdrängend. Das Gewebe scheint gleichzeitig zur Nahrung für den Embryo zu dienen, der sich eine Hülle aus dem ausgehöhlten Sprossgewebe geschaffen hat. Bei *Aneurad*-Arten beteiligt sich bei der Bildung der Hülle neben dem Archegonbauchteil bei its das unter dem Archegonium liegende Gewebe, welches stark wächst. Es ist hier also schon ein Marsupium vorhanden. Bei den foliosen Formen der Jungermanniaceen zeigt *Thylimanthus* bereits ausgesprochene Marsupienbildung. Hier bildet sich unter dem befruchteten Archegon am Stengelende eine Knolle, in die sich der Embryo wie bei den vorher angeführten Formen hineinbohrt. Bei *Isotachis* und wahrscheinlich auch *Marsupella* wächst nach Untersuchungen GOEBELs eine ringförmige Zone der Spross-Axe in der Längsrichtung des Stämmchens aus und hebt auch Blätter mit empor. Es wird also die gesamte Archegonanlage durch eine zylindrische Stengelwucherung in der Längsrichtung der Stammaxe umschlossen. Bei *Kantia*, *Calypogeia*, *Lethocolea* u.a. wird die gesamte Archegon-Anlage in einen Sack gesenkt, der senkrecht zur Längsaxe des Stengels steht. Der Fruchtsack entsteht hier ebenfalls durch ringförmiges Emporwachsen des Stengelgewebes rings um den Archegonstand, nur die Richtung ist eine andere, und so kann der Beutel tief in den Boden eindringen. Die Marsupien stellen ganz eigenartige Beispiele von Brutpflege dar. Es lassen sich für systematische Zwecke diese Ausbildungen, wie bereits angegeben, nur bedingt verwenden.

Die morphologische und anatomische Ausbildung der Folgeform des Gametophyten, die Lage und die Einrichtungen zum Schutz der Sexualorgane ebenso wie die Heraus-

bildung der Brutpflege-Organ zur Ernährung und zum Schutz des Embryos dürften die phylogenetische Stellung der Lebermoose weiterhin geklärt haben.

Nachdem wir die Gestaltung der gesamten Entwicklungs-geschichte und Organographie der Lebermoose an uns haben vorbeiziehen lassen und dabei immer den Gedanken einer phylogenetischen Vorstellung im Auge hatten, wollen wir die einzelnen Äste und Stamnteile der

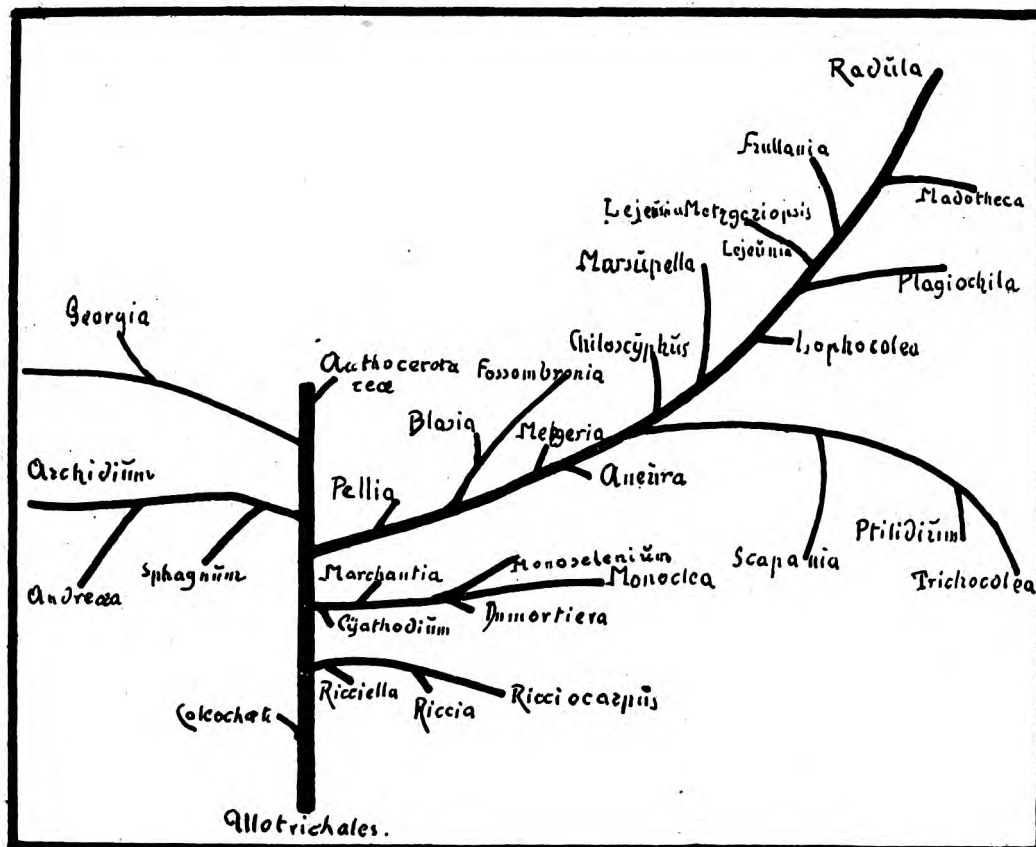


Fig. 4.

Entwicklung nach diesen Merkmalen zu einem gemeinsamen Bilde zusammenlegen (Fig. 4).

**KRITIK DES AUF MORPHOLOGISCH-ANATOMISCHEM WEGE
GEWONNENEN STAMMBAUMES.**

Soll dieses Bild Anspruch auf Richtigkeit, erheben, so darf es den Gesetzen der Phylogenie nicht widersprechen.

1). Wir sehen in der Entwicklung des Protonemas die Richtigkeit des biogenetischen Gesetzes, wenn es auch, wie leider so häufig, casuogenetischen Verschleierungen unterworfen war.

2). Auch das Gesetz der Irreversibilität hatte Giltigkeit. Wir möchten da besonders auf die Protonemafaden-Bildung hinweisen; wenn auch die Gestalt der Fäden den Algenfäden sehr ähnlich ist, so unterscheiden sie sich doch durch die schief gestellten Wände. Diese finden sich aber in einigen Luftalgen als Convergenz wieder.

3). Das Gesetz der progressiven Reduktion der Variabilität sahen wir besonders bei den höheren Lebermoosen in Erscheinung treten. Die tiefer stehenden Formen zeigten die ungeheure Variabilität, die abgeleiteten die Uniformität. Das Gleiche könnte man von *Sphagnum*, *Andreaea* und *Archidium* sagen.

4). Das Gesetz des Unspezialiserten fand seine Bestätigung. Alles, was am Stamme noch vorhanden war, zeichnete sich durch ungeheure Anpassungsfähigkeit aus. Wir möchten da besonders die Ricciaceen hervorheben. Wasserpflanzen, amphibische Pflanzen, ja selbst Pflanzen trockener Standorte finden sich in diesem Kreise. Dagegen fanden wir die strengen Xerophyten *Radula*, *Frullania* und andere mit ihrer Austrocknungsfähigkeit ebenso an den Enden von Entwicklungsreihen wie die *Sphagnales*.

Aber dennoch! können dem kritischen Auge alle diese Gedankengänge, alle diese Verkettungen wirklich Stand halten? Haben wir die Reihen zwar in ihrem Verlaufe richtig gelesen, aber vielleicht in verkehrter Richtung? Ist alles richtig gedeutet?

Liegt nicht vielleicht häufiger als wir denken eine Verwechslung von Konvergenz und Verwandtschaft, Primitivität und Verharren auf dem Jugendstadium oder gar wirkliche Reduktion als Anpassung an ein bestimmtes Milieu vor?

Wenn man sich diese Gedanken vergegenwärtigt, wird man da nicht unsicher?

Und dennoch wollen wir uns nicht auf den Standpunkt stellen, wie er in folgendem Satze von HOLTSHAUS (52) ausgesprochen ist: "Der richtige Systematiker habe sich nicht um die Phylogenie zu kümmern, er habe zu klassifizieren. Erst sekundär kann er eine phylogenetische Spekulation einleiten."

Dennoch möchten wir nicht, die Schwierigkeiten einer morphologisch phylogenetischen Spekulation anerkennend, die Entgegnung so krass fassen, wie sie KARNY (53) ausspricht: "Im obigen Satze spricht sich nur eine merkwürdige Verkenntnis der Grundlagen des modernen Systematikers aus. Wie die Systematik die Grundlage aller biologischen Wissenschaften bildet, so muss auch ihre Voraussetzung, die möglichst genaue Kenntnis der Phylogenie, als das höchste Ziel aller Zweige der biologischen Forschung gelten."

Es haben schon verschiedene Forscher sich Gedanken über die Verkettung der Lebermoose, über ihre Phylogenie, gemacht; wir wollen sehen, was sie fanden:

Andere Ableitungen.

(Zusammengestellt von ZIEGENSPECK (54)).

"In der vorstehend dargestellten hypothetischen Gliederung der Bryophyten sind wir so ziemlich den Gedanken GOEBELs gefolgt. Nur muss hervorgehoben werden, dass wir am Anfang abgewichen sind. GOEBEL ist sich der Unsicherheit einer richtigen Entscheidung wohl bewusst und spricht nicht alles scharf aus, sondern hält sich in gewisser Reserve. Wir müssen ihm hierin Recht geben. Wenn wir aber hier manches schärfer betonen als er es tut, so möge er es uns nicht verübeln.

Die Anthocerotalen stehen unter den heute lebenden Formen am Grunde, aber doch sind sie reduziert. Ob nur im Gametophyten, nicht am Ende gar auch im Sporophyten, ist noch garnicht ausgemacht. Wäre es nicht denkbar, dass die Rhynien oder noch etwas unter ihnen stehende Urformen die Stammeltern von Moosen und Pteridophyten gewesen wären? Bereits bei *Coleochaete* kommen neben den typisch biciliaten Formen auch pleiociliate vor, welche Polyciliatie andeuten. Dadurch, dass sich zunächst die Haplophase zum Landleben angepasst hätte, wären Formen entstanden, welche die Ureltern der Anthocerotalen gewesen wären. Es hätte sich nunmehr der Sporophyt bis zu einer gewissen Organisation erhoben. Wir erhielten so eine Ur-*Anthoceros* mit anatomisch reich gegliederten Gametophyten mit Spaltöffnungen und Atemhöhlen. Der Sporophyt sei etwa von der Gestalt des *Anthoceros*. Von diesen Ur-Anthocerotalen hätten sich verschiedene Reihen angezweigt. Die biciliaten Formen wären uns in den Lebermoos- und Laubmoosreihen allein erhalten geblieben.

Entwicklungsreihen der Bryophyten.

1). Marchantialen. - Während der Gametophyt zunächst noch seinen etwas verwickelten Innenaufbau behalten hat, werden die Sporophyten etwas zurückgebildet. Diese treten wie die Antheridien auf Podetien zusammen. In der Marchantialenreihe erfolgt durch das Stehenbleiben auf der Jugendform die Reduktion der Gametophyten (*Monoclea*). Sie stellen eine ausgezeichnete Reduktionsreihe dar.

2) Riccien. - Hier ist die Rückbildung des Sporophyten ganz ungeheuer. Der Gametophyt vereinfacht sich langsamer. Auch sie sind eine Reduktionsreihe. - Die anderen Reihen werden so gedeutet, wie wir das oben gemacht haben.

3). Jungermannien. - Zunächst erfolgt ein Herabsinken des anatomischen Baues des Gametophyten und Umwandlung des Sporophyten (*Notothylas*). Darnach kommt das Einsetzen einer morphologischen Sondergliederung nach zwei Richtungen: *Haplomitrium* und übrige Jungermannien.

4) Laubmoose. - Herabsinken des anatomischen Baues der Jugendform und gestaltliche, später auch anatomische Gliederung des anatomischen Baues der Folgeform des Gametophyten: Die Sporophyten stellen eine Sonderentwicklung dar, indem diejenigen der Anthoceroteen in mancher Hinsicht vereinfacht, in mancher kompliziert werden. Die *Archidiales*, cleistocarpene Moose, *Sphagna* sind reduzierte Typen aus verschiedenen Formenkreisen. *Sphagnum* hat sich bald abgezweigt, vielleicht auch *Andreaea*.

Von weiteren Ableitungen, sofern sie die Lebermoose betreffen, seien die sehr vorsichtig geäußerten Gedanken von MÜLLER in "RABENHORST, Lebermoose" vorgebracht.

Der Ursprung ist nach ihm ein Lebermoos, etwa vom Bau des Thallus eines *Sphaerocarpus* mit dem primitiven Sporogon von *Riccia*. Ein Ast geht zu *Anthoceros*. Dieser gabelt sich, einen Zweig zu den Laubmoosen abgebend.

Zunächst läuft der Astteil für die Lebermoose und Marchantialen kurze Weile gemeinsam. Die eine Seite dieses Astes zeichnet sich zunächst durch Gliederung des anatomischen Baues aus. Der Sporophyt bleibt anfangs ebenso wie die Gestalt auf der einfachen Stufe. Wir gelangen so zu den Riccien. Nun erst beginnt der Sporophyt sich etwas zu gliedern und gleichzeitig erheben sich aus dem Thallus die Pseudopodien-artigen Träger der Sexualorgane. Die Reihe ist also ähnlich CAMPBELL, aber im Gegensatz zu GOEBEL, aufsteigend.

Der andere Ast gliedert sich zunächst im Sporophyten. Wir kommen so zu einer Form nach Art des jetzigen *Sphaerocarpus*. *Blasia* geht seitlich ab, durch niedere Differenziation der Morphologie und hohe Ausbildung der Diplophase gekennzeichnet. Die Hauptreihe gliedert etwa den Sporophyten und Gametophyten gleichaltrig (*Fossombronia* - *Jungermanniales*). Es besteht eine Neigung zum dorsiventralen Bau. Dagegen ist der Ast nach *Haplomitrium* den Laubmoosen am ähnlichsten in der Gestalt.

Wir haben nun glücklich die dritte Ansicht entwickelt. Jede hat ihre Gründe

für sich. Eine Sicherheit der Ableitung auf morphologischem Wege ist nicht erzielbar. Damit möchten wir noch nicht gesagt haben, dass die Kombinationsmöglichkeiten durch die dargelegten Reihen vollständig erschöpft wären. Es ist möglich, selbst die Laubmoose als das primitivste anzusehen. Man kann bei WETTSTEIN (Handbuch der systematischen Botanik 1924) dies ausgeführt finden:

Die Laubmoose seine von den Lebermoosen insbesondere verschieden durch die stärkere Entwicklung des Vorkeims, durch den nicht dorsiventralen Bau des Gametophyten (Ausnahmen bei abgeleiteten Formen!), durch das Verhalten der Archegonwand bei der Entwicklung des Sporogons (Haubenbildung), durch die lange währende Teilungsfähigkeit der Deckzelle des Archegoniums sowie durch den Bau und den Öffnungsmodus der Kapsel. Die Unterschiede seien in der Mehrzahl der Fälle scharf. Die vollkommenen Homologien und die Existenz annähernder Formen (*Sphagnales* und *Andreaeales* einerseits, *Haplomitriaceae* andererseits) liessen es zweifellos erscheinen, dass beide Gruppen entwicklungsgeschichtlich zusammenhängen, wenn auch der Zusammenhang weit zurückreiche. Schwieriger zu entscheiden sei die Stellung der beiden Gruppen zu einander. Die Fortentwicklung der Cormophyten beruhe auf der allmählichen Reduktion des Gametophyten. Danach wären die Lebermoose als stärker abgeleitet zu betrachten. Für dieselbe Auffassung spreche der Umstand, dass die Ableitung der Lebermoose vom Typus der Laubmoose keine Schwierigkeiten bereite (!), wohl aber die umgekehrte (siehe CAMPBELL), dass die scheinbar so einfach gebauten Gametophyten der Lebermoose keine ursprünglichen, sondern abgeleitete seien, dass es unter den Lebermoosen Formen gäbe, die deutliche Beziehungen zu den Pteridophyten aufwiesen, während solche den Laubmoosen fehlten. Mit jener Auffassung stehe es im Einklang, dass die einfachsten *Bryales* (*Archidiaceae* nach GOEBEL reduziert!), ferner Formenreihen, die sich früh von der *Bryales* abzweigten, wie die *Sphagnales* und *Andreaeales*, als Typen, die den ursprünglichen Moosen relativ nahe standen, Beziehungen zu den Lebermoosen hätten. Es würden demnach die Lebermoose als die stärker abgeleiteten Moose betrachtet werden mit Betonung des Umstandes, dass die Ableitung derselben nicht von den heute lebenden Laubmoosen erfolgen könne, sondern weit zurück zu verlegen sei, dass die *Musci* in der Entwicklung einzelner Teile (Sporogon und Blatt) weit über jene Formen hinausgegangen seien, von denen die Ableitung stattfinden könne. (Ist das eine Reduktion des Gametophyten? Oder doch eine Fortentwicklung bei den Moosen?). Zwischen den Laubmoosen und den Lycopodinen beständen nach WETTSTEIN zwar Beziehungen, aber das Auftreten einer Columella in den Sporangien von *Hornea* und *Sporogonites* gäbe ihm keinen Anlass, genetische Beziehung zwischen Laubmoosen und Psilophyten anzunehmen. Doch das Fehlen von *Anthoceros*-artigen Moosen als Fossile im Devon sei weder ein Beweis für noch gegen die Ableitung Thallophyten - Psilophyten (polyphyletische Vermutungen: Laubmoose - Lycopodinen; *Anthoceros* - Psilophyten?).

Wir haben in vorstehenden Besprechungen den Widerstreit der Meinungen an uns vorbeiziehen lassen; in jeder Richtung gibt es mehrere Ansichten. Man glaubt die Geschichte der Philosophie zu lesen. In Wirklichkeit zeigt ja auch die morphologische Richtung sehr viel von dieser Denkungsart."

II. TEIL.

DIE PHYLOGENIE DER BRYOPHYTEN, DARGESTELLT NACH SEROLOGISCHEN UNTERSUCHUNGEN.

Die phylogenetische Forschung konnte sich bis jetzt allein auf die Befunde der vergleichenden Morphologie und Ontogenie stützen. Bei dem Streben der Phylogeneten, die höchst-entwickelten Formen der niedrigeren Periode an die niedrigst-entwickelten der höheren Periode anzuschliessen, musste es bei Aufstellung eines natürlichen Stammbaums der Pflanzen, wie es auch bei den Bryophyten der Fall war, zu widersprechenden Ansichten kommen. Es lassen sich die zahlreichen Verschiedenheiten in den Meinungen bei den Anschlüssen der grossen Entwicklungsperioden durchaus erklären. Ebenso dürften auch die Differenzen bezüglich

der phylogenetischen Verwandtschaft innerhalb der einzelnen Gruppen zu verstehen sei.

Es ist uns in der Serologie ein Mittel in die Hand gegeben, rein experimentell die physiologisch-chemische Verwandtschaft der in ihrer Zusammensetzung noch nicht bekannten Eiweiss-Stoffe der Organismen festzustellen. Der Einwand, dass Eiweiss-Konvergenzen bestehen könnten zwischen Arten, die phylogenetisch wenig oder garnicht verwandt sind, die aber infolge ihrer grossen morphologischen und anatomischen Ähnlichkeiten auf eine solche hinweisen, wurde abgewiesen (MEZ in Mez, Archiv XV (1926) p.313). Auch sprechen Ergebnisse meiner Arbeit, die hier aber nicht besonders zusammengestellt sein sollen, gegen eine solche Annahme (*Pellia* und *Dumortiera*, vergl. Protokolle).

Es ist uns auf Grund zahlreicher Versuchsergebnisse möglich, einen Grundsatz für die Phylogenie aufzustellen:

Formen, die hoch entwickelte Glieder einer Gruppe darstellen, zählen zu den hochspezialisierten Formen, die bei Änderung der Lebensbedingungen so bleiben müssen wie sie sind, also keine weitere Entwicklungsfähigkeit besitzen; es sind überspezialisierte Formen, die sich zu einem besonders ausgeprägten Typ herausgebildet haben. Nur die einfachen, primitiven Formen zeigen Entwicklungsmöglichkeiten.

Wenn dieser Satz auch in den meisten Fällen richtig ist, so muss er dennoch erst immer seine Bestätigung erfahren.

Ein Mittel, einen Entscheid hierüber herbeizuführen, ist uns durch die Sero-Diagnostik in die Hand gegeben. Es zeigt ein Stammbaum, der auf Grund der Eiweiss-Verwandtschaften aufgestellt ist, somit eine gewisse Überlegenheit über phylogenetische Hypothesen, die sich allein auf morphologisch-anatomische Vergleiche stützen.

Wir haben im Vorigen sowohl eine morphologische Entwicklung der Phylogenie des Formenkreises der Bryophyten mit besonderer Berücksichtigung der Lebermoose gegeben, wie auch die Ansichten GOEBELS, WETTSTEINS, MÜLLERS u.a. über die phylogenetische Stellung dieses Formenkreises angeführt. In vielen Punkten gleichen sie sich, oft stürzt der eine aber gerade das um, was der andere auf Grund der morphologischen und ontogenetischen Verhältnisse glaubt behaupten zu können.

All' dieser Widerstreit der Meinungen lässt sich nach diesen angewandten Methoden nicht beseitigen. Jeder, der unter Bevorzugung eines Markmals die Gruppen ordnet - und er muss das - weiss nicht, ob dieses das "wesentliche" Merkmal ist. Es kann dieses Merkmal eine phylogenetische Klärung herbeiführen; was aber der einen Entwicklungsreihe eigentümlich ist, kann in einer anderen als mehr oder weniger vollkommene Konvergenz entstanden sein. Welches von beiden Momenten zutrifft, das muss offen gelassen werden. Die Resultate sind daher subjektiv und relativ.

Wir wollen nun sehen, ob wir in der Serologie ein Mittel in der Hand haben, um uns ein starres Gestell zu schmieden, an welchem wir die morphologischen Gedanken zu einem einheitlichen Werk gestalten können.

AUSDEUTUNG DER PROTOKOLLE.

GUTTMANN (55) hatte bereits die Stellung der Bryophyten bei Bearbeitung der Archegoniaten in den Hauptzügen durch serologische Untersuchungen festgelegt und STEINECKE (56) die Arbeiten GUTTMANNs bei Untersuchung der Phylogenie der Microphyten auf Grund der Eiweissverwandtschaften bestätigt resp. weiter ausgeführt. Es seien hier kurz die Ergebnisse wiederholt. So schreibt STEINECKE (57) über die phylogenetische Stellung der Bryophyten folgendes:

"Von *Riccia* sowie von *Ulothrix* aus zeigte sich nach der Reaktionsstärke von den Bryophyten die thallösen Lebermoose am nächsten, es folgten dann die *Sphagnales* und zuletzt die *Musci frondosi*." Die äusserst starken Reaktionen zwischen *Ulothrix* und *Riccia* ergaben nach GUTTMANN (58) und STEINECKE (59) "die *Riccia*-ceen als die untersten der jetzt bekannten Archegoniaten und somit dieselben als

Wurzel der Bryophyten." Die Untersuchungen GUTTMANNs zwischen Marchantiaceen und Jungermanniaceen zeigten die nahe Verwandtschaft dieser beiden Lebermoosgruppen. Mit *Anthoceros* konnte weder von GUTTMANN noch von STEINECKE reagiert werden. Die Frage, ob *Anthoceros* als Verbindungsglied von den Ricciaceen zu den Psilotaceen zu gelten habe, musste daher offen bleiben. Die phylogenetische Anordnung der Archegoniaten sei auf Grund der Untersuchungen GUTTMANNs und STEINECKEs unter Benutzung der Stammbaumzeichnung STEINECKEs (60) wiedergegeben. Es sei erwähnt, dass diese Figur bezüglich der Bryophyten nur auf Grund einer relativ geringen Anzahl von Reaktionen aufgestellt war, und dass daher nur die groben Züge der phylogenetischen Zusammengehörigkeit der einzelnen Reihen festgelegt sind.

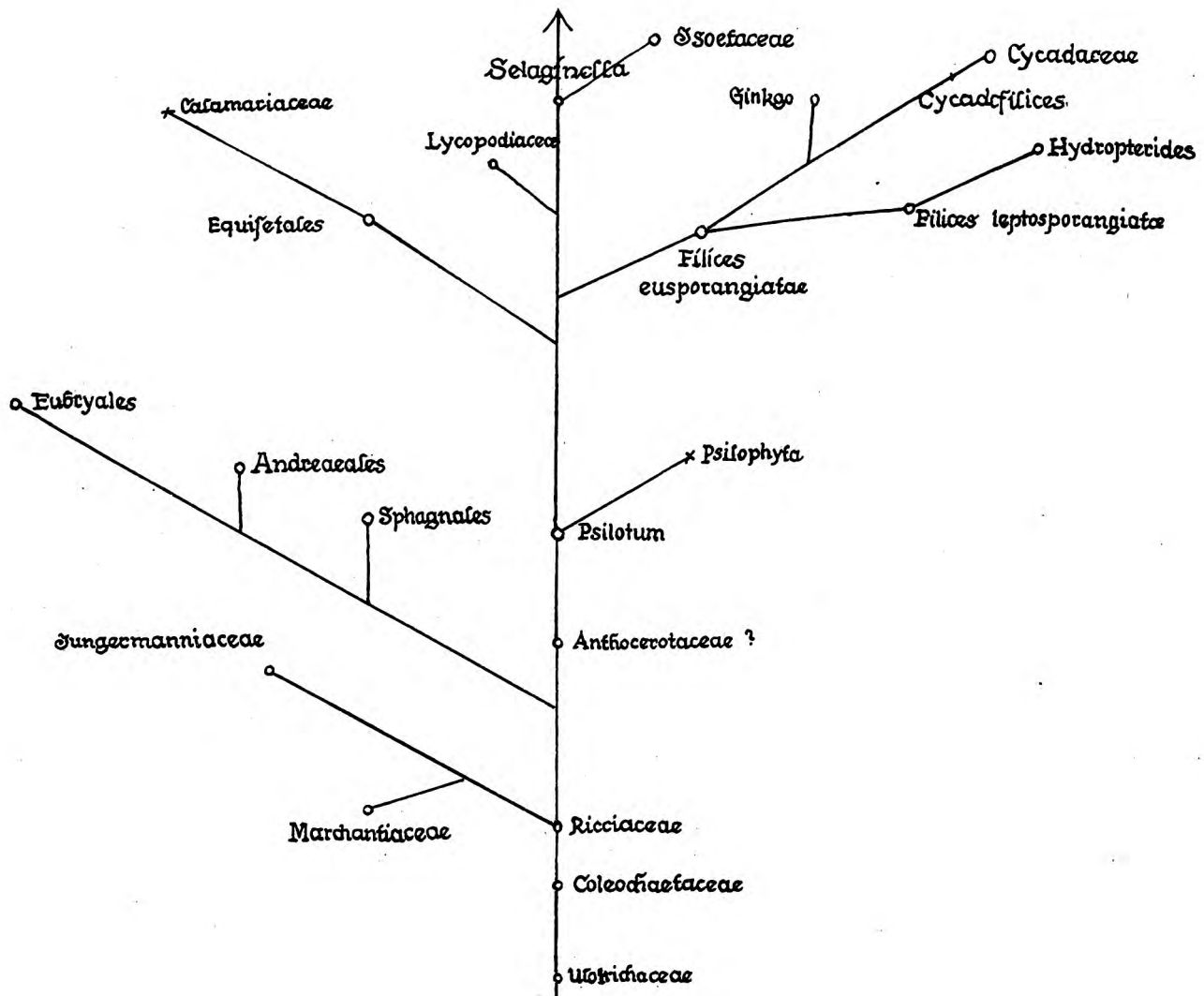


Fig. 5.

Der Stammbaum der Archegoniaten, dargestellt nach serologischen Untersuchungen von GUTTMANN und STEINECKE.

Im Folgenden soll es nun unsere Aufgabe sein, auf Grund unserer Reaktionsergebnisse, die durch Untersuchung der Eiweiss-Verwandtschaften nach serologischen Methoden (61) gewonnen wurden, und derjenigen von STEINECKE (62) und GUTTMANN (63)

zahlenmässig und durch ein allmähliges Hineinziehen immer weiterer Glieder in den Reaktionsradius den Stammbaum der Bryophyten mit besonderer Berücksichtigung der Lebermoose aufzustellen.

Bei den nun folgenden Aufstellungen bedeutet die Ziffer unmittelbar hinter dem Pflanzennamen die Anzahl Gläschen, die bei der Praecipitation einen Niederschlag enthielten. Die Ergebnisse der Conglutination seien unmittelbar dahinter zusammengestellt und ebenfalls in Zahlen ausgedrückt. Die erste Zahl bedeute Auschlag im ersten Glase, die zweite gebe diesen im zweiten Glase und so fort an. Wir beginnen, da bei der Conglutination das Hauptgewicht der Deutung auf Zeit des Auftretens des Niederschlags und Reichweite gelegt wird, von hinten zählend und bekommen beim Eintreten der Reaktion nach 20' die Zahl 6, nach 40' die Zahl 5, nach 60' die Zahl 4, nach 90' die Zahl 3, nach 120' die Zahl 2 und nach 150' die Zahl 1. - 0 bezeichnet das Fehlen einer Reaktion.

Beginnen wir mit dem Formenkreis *Ulothrix*, *Ricciella*, *Marchantia* und suchen auf Grund unserer angeführten Reaktionen ihre Stellung festzulegen.

Es ist zunächst *Ulothrix* als Zentrum gewählt.

(STEINECKE Zentrum)	<i>Ulothrix</i>	9	6, 6, 6, 5
	<i>Ricciella</i>	7	6, 6, 6, 5
	<i>Marchantia</i>	-	-----
(Eigenes Zentrum)	<i>Ulothrix</i>	4	5, 5, 4, 4, 4
	<i>Ricciella</i>	4	5, 4, 1, 1, 0
	<i>Marchantia</i>	3	5, 4, 2, 2, 0

Von *Ulothrix* als Zentrum wurde bei der Praecipitation *Ricciella* näher bei *Ulothrix* als *Marchantia* gefunden, während bei der Conglutination *Marchantia* gegen *Ulothrix* stärker reagiert hatte; es dürfte daher dieser Reaktionsausfall noch keinen eindeutigen Schluss für die gegenseitige Stellung zulassen, und man könnte diese drei Genera in folgenden Bildern sich gegenüber stellen:

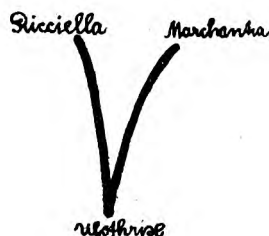


Fig. 6 a



Fig. 6 b.



Fig. 6 c.

Zur Klärung dieser Frage ziehen wir weiterhin die Ergebnisse von *Ricciella* als Zentrum heran und fügen zur Erweiterung des Reaktionsradius Reaktionen mit *Anthoceros* hinzu:

(STEINECKE Zentrum)	<i>Ricciella</i>	9	6, 6, 6, 5
	<i>Ulothrix</i>	8	6, 6, 4, 3
	<i>Marchantia</i>	8	5, 4, 3, 2
	<i>Anthoceros</i>	-	-----
(Eigenes Zentrum)	<i>Ricciella</i>	4	3, 3, 2, 1, 1
	<i>Ulothrix</i>	-	-----
	<i>Marchantia</i>	2	3, 3, 1, 1, 0
	<i>Anthoceros</i>	2	2, 2, 1, 0, 0

(Eigenes Zentrum).	<i>Ricciella</i>	9	5, 5, 5, 5
	<i>Ulothrix</i>	9	5, 2, 0, 1
	<i>Marchantia</i>	9	4, 4, 3, 0
	<i>Anthoceros</i>	-	-----

Es geben diese Reaktionen folgendes Bild: Da in allen Fällen *Marchantia* von *Ricciella* ungefähr gleich weit ist wie *Ulothrix*, so kann nicht der Weg von *Ricciella* über *Ulothrix* nach *Marchantia* gehen. Die Möglichkeit I a ist ausgeschlossen. Es blieben so die Möglichkeiten I b und I c offen. Über die Stellung von *Anthoceros* lässt sich zunächst nur aussagen, dass dieselbe über *Riccia* oder *Marchantia* hinausführt. Wir interpretieren dieselbe also folgendermassen:



Fig. 7 a.

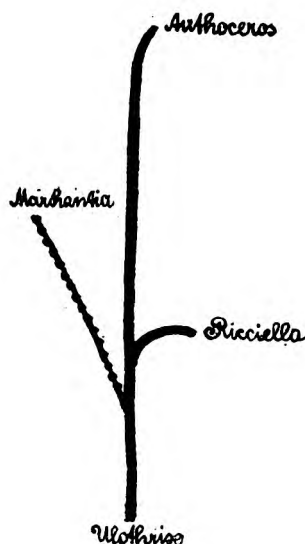


Fig. 7 b.

Marchantia als Zentrum hat folgende Ergebnisse:

(Eigenes Zentrum)	<i>Marchantia</i>	7	5, 5, 5, 5
	<i>Ulothrix</i>	5	4, 4, 4, 4
	<i>Ricciella</i>	6	4, 4, 4, 4
	<i>Anthoceros</i>	6	4, 4, 4, 4

Anthoceros und *Ricciella* liegen hiernach gleich weit von *Marchantia*, *Ulothrix* liegt ferner. Es spricht dieses Ergebnis nicht gegen die Annahme des Bildes 7 a, welche durch spätere Reaktionen von anderen Zentren weiter bestätigt wurde.

Wir haben nun die Möglichkeit, diese Stellung von *Anthoceros* zu kontrollieren und gleichzeitig die *Marchantiales* einzuführen. Ausserdem möge *Archidium* in unsere Betrachtungen hineingezogen werden.

Eigene Zentren von *Ulothrix*

<i>Ulothrix</i>	4	5, 5, 4, 4, 4
<i>Ricciella</i>	4	5, 4, 1, 1, 0
<i>Marchantia</i>	3	5, 4, 2, 2, 0
<i>Anthoceros</i>	3	5, 4, 3, 0, 0
<i>Archidium</i>	2	4, 2, 2, 0, 0
<i>Fegatella</i>	2	4, 4, 0, 0, 0
<i>Dumortiera</i>	1	4, 3, 0, 0, 0

Der Weg zu *Anthoceros* muss über *Ricciella* und *Marchantia* führen, da dieses etwas ferner liegt als *Marchantia*, diesem aber näher steht als *Fegatella*. Das Bild 7 a für diese Genera dürfte hierdurch weiterhin gefestigt sein. Die *Marchantiales* *Fegatella* und *Dumortiera* müssen sich vom Stamme weiter entfernen als *Marchantia*. Denn sie reagieren schwächer gegen *Ulothrix* als *Marchantia* und zwar *Dumortiera* schwächer als *Fegatella*. Es wurden diese Reaktionen später immer wieder von anderen Zentren aus bestätigt. *Dumortiera* dürfte also unbedingt als die abgeleitete Form aufzufassen sein. *Archidium* zeigt gegenüber *Ricciella*, *Marchantia*, *Anthoceros* eine schwächere Reaktion. Wir können mit Vorbehalt hinsichtlich der Stellung von *Archidium* unsere Ergebnisse folgendermassen interpretieren:

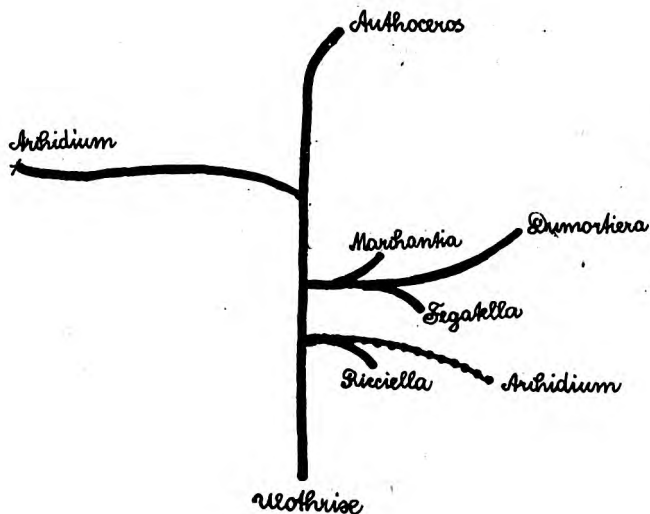


Fig. 8 a.

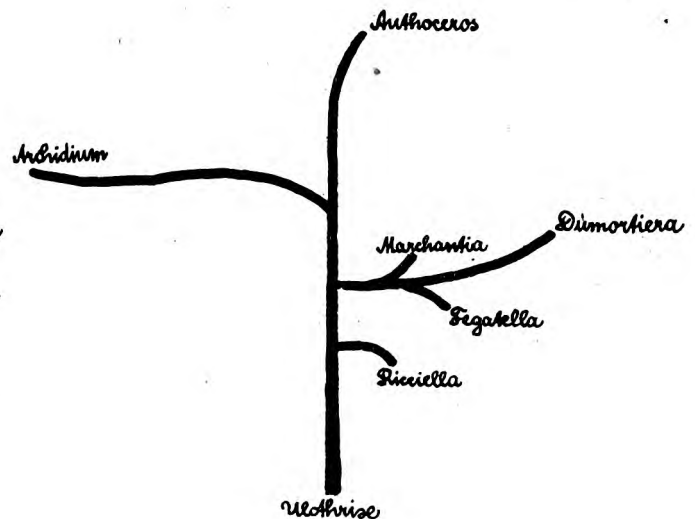


Fig. 8 b.

Um die Stellung von *Archidium* zu klären, diene *Archidium* selbst als Zentrum.

(Eigene Zentren)	<i>Archidium</i>	4	5, 4, 4, 3, 3
	<i>Anthoceros</i>	4	5, 3, 3, 0, 0
	<i>Marchantia</i>	4	5, 4, 3, 2, 2
	<i>Ricciella</i>	4	5, 3, 3, 0, 0
	<i>Ulothrix</i>	3	5, 4, 0, 0, 0
	<i>Dumortiera</i>	3	4, 4, 2, 0, 0

Da *Marchantia* dem *Archidium* auf Grund dieser Reaktionen näher steht als *Ricciella* dem *Archidium*, fällt für die Stellung von *Archidium* die Möglichkeit 8 b aus. Doch geben diese Reaktionen noch in keiner Weise ein festes Bild von seiner Stellung. Zur Kontrolle dieser Stellung von *Archidium* diene *Marchantia* als Zentrum. Gleichzeitig werde *Polytrichum* zur Erweiterung des Stammes angebaut.

(Eigene Zentren)	<i>Marchantia</i>	7	5, 5, 5, 5
	<i>Archidium</i>	5	4, 4, 4, 3
	<i>Ricciella</i>	6	4, 4, 4, 4
	<i>Fegatella</i>	7	5, 5, 5, 5
	<i>Dumortiera</i>	6	4, 4, 4, 4
	<i>Anthoceros</i>	6	4, 4, 4, 4
	<i>Polytrichum</i>	3	4, 4, 4, 0

Es zeigen diese Reaktionen von diesem Zentrum im Gegensatz zur vorigen Reaktion die nähere Zusammengehörigkeit von *Riccia* und *Marchantia*, auch *Anthoceros*.

steht *Marchantia* näher. Wir gehen wohl nicht fehl in der Annahme, dass *Archidium* als ein Seitenzweig in der Entwicklung *Ulothrix* - *Riccia* - *Marchantia* - *Anthoceros* aufzufassen ist und zwar spricht nichts gegen die Annahme der Stellung Fig. 8 a.

Der Reaktions-Unterschied von *Marchantia* als Zentrum zu *Archidium* im Gegensatz von *Archidium* als Zentrum gegen *Marchantia* hinsichtlich der beiden Genera *Riccia* und *Anthoceros* lässt sich durch die seitliche Stellung von *Archidium* erklären. Es ist nämlich ein Erfahrungssatz (MEZ und ZIEGENSPECK in Mez, Archiv XII (1925) p. 180), dass Eiweiss-Reaktionen, die man zwischen zwei Individuen einer Gruppe ausführt, stets stärker ausfallen, wenn man das phylogenetisch ältere Individuum als Reaktionszentrum wählt und gegen das andere reagiert, das sich aus dieser Form entwickelt hat (d.h. also, wenn man eine Entwicklungsreihe hinauf reagiert, als wenn man von der Spitze dieser nach unten die Reaktion ausführt).

Bei Berücksichtigung dieses Satzes finden wir durchaus eine Bestätigung des obigen Schemas Fig. 8 a für die Stellung von *Archidium*. Die Reaktionen sagen über die Stellung von *Polytrichum* aus, dass dieses von *Marchantia* weiter entfernt steht als *Archidium* und sämtliche übrigen oben angeführten Reaktionsglieder. Man kann es daher sowohl an *Archidium* wie auch an *Riccia* - *Marchantia* - *Anthoceros* anschliessen. Um hierüber weitere Aufklärung zu erhalten, ziehen wir Reaktionen heran, die mit *Polytrichum* als Zentrum ausgeführt wurden.

Eignes Zentrum.	<i>Polytrichum</i>	7	5, 5, 5, 2, 2
	<i>Archidium</i>	4	5, 4, 2, 2, 0
	<i>Marchantia</i>	5	5, 3, 2, 0, 0
	<i>Ricciella</i>	4	5, 3, 3, 0, 0
	<i>Anthoceros</i>	5	5, 3, 1, 0, 0
	<i>Fegatella</i>	-	4, 3, 2, 1, 0
	<i>Dumortiera</i>	-	3, 2, 0, 0, 0
	<i>Ulothrix</i>	-	4, 2, 1, 0, 0

Es gestatten uns diese Ergebnisse folgende Stammbaumzeichnung:

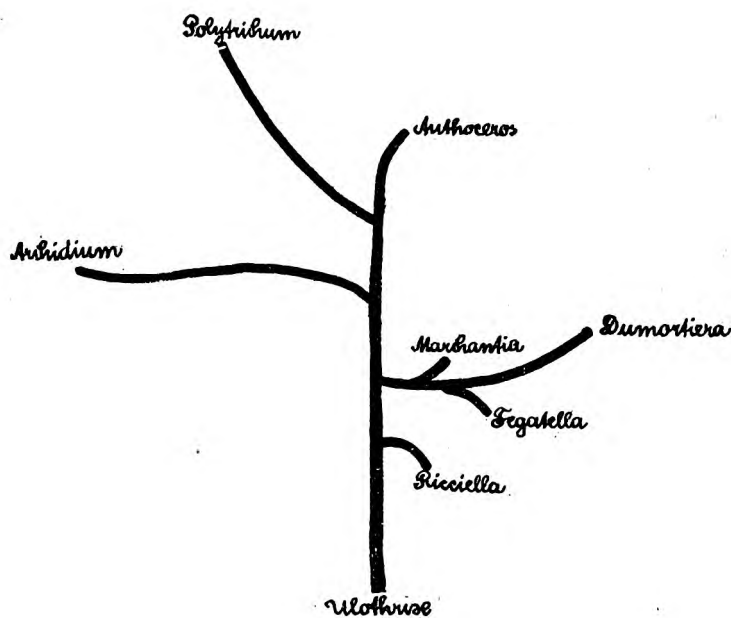


Fig. 9.

Es ist somit das Bild gleichzeitig reziprok bestätigt worden. Die hypothetische Stellung von *Polytrichum* muss, wie üblich, von anderen Zentren aus nachkontrolliert und bestätigt werden. Hierzu diene zunächst *Archidium* als Zentrum. Es

sei gleichzeitig *Sphagnum* in unsere Betrachtungen hineingezogen.

Eignes Zentrum.	<i>Archidium</i>	2	5, 4, 4, 3, 3
	<i>Polytrichum</i>	2	4, 3, 0, 0, 0
	<i>Marchantia</i>	4	5, 4, 3, 2, 2
	<i>Anthoceros</i>	4	5, 3, 3, 0, 0
	<i>Ricciella</i>	4	5, 3, 3, 0, 0
	<i>Sphagnum</i>	4	4, 4, 3, 0, 0

Diese Reaktionen stützen unsere Deduktion bezüglich der Stellung von *Polytrichum* wesentlich. *Archidium* steht *Marchantia*, *Ricciella* und *Anthoceros* näher als *Polytrichum*. Aus den oben angeführten Reaktionen erfahren wir über *Sphagnum*, dass es *Archidium* näher steht als *Polytrichum*. Wir wollen seine Stellung zunächst einmal in folgendem Schema festlegen:

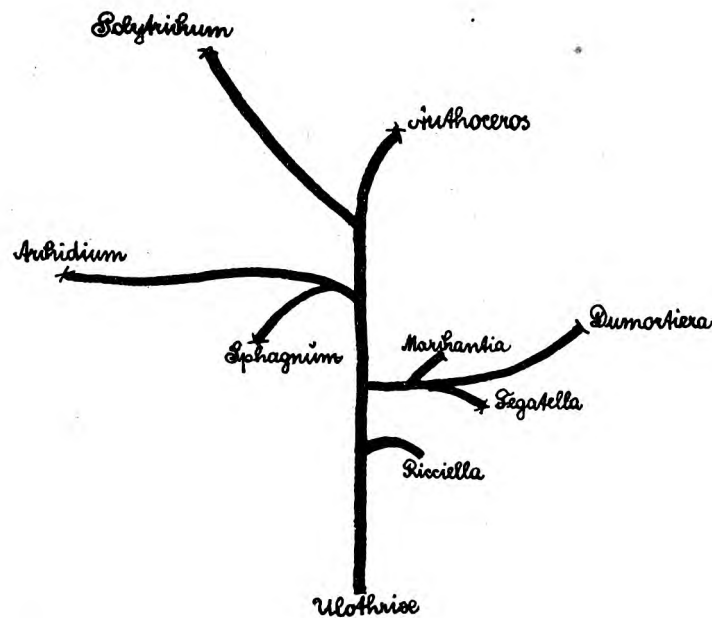


Fig. 10.

Ziehen wir das *Sphagnum*-Zentrum von GUTTMANN zur weiteren Kontrolle heran, so zeigen auch diese Reaktionen die nähere Verwandtschaft von *Sphagnum* zu *Marchantia* als zu *Polytrichum*:

GUTTMANN-Zentrum	<i>Sphagnum</i>	7	4, 4, 4, 3
	<i>Polytrichum</i>	5	4, 3, 2, 1
	<i>Marchantia</i>	6	5, 5, 3, 1

Zur Bestätigung von Fig. 10 seien die Ergebnisse von STEINECKE mit *Ricciella* als Zentrum herangezogen. Gleichzeitig mag *Andreaea* zum weiteren Ausbau des Stammbaums angegeben sein. Von meinen eigenen Zentren sei zu diesem Zwecke *Marchantia* angeführt.

STEINECKE-Zentrum.	<i>Ricciella</i>	9	6, 6, 6, 5
	<i>Marchantia</i>	9	5, 4, 3, 2
	<i>Sphagnum</i>	5	5, 4, 3, 2
	<i>Andreaea</i>	4	6, 4, 4, 3
	<i>Archidium</i>	2	3, 3, 3, 2

Eignes Zentrum.	<i>Marchantia</i>	7	5, 5, 5, 5
	<i>Sphagnum</i>	5	4, 4, 4, 3
	<i>Ricciella</i>	6	4, 4, 4, 4
	<i>Anthoceros</i>	6	4, 4, 4, 4
	<i>Archidium</i>	5	4, 4, 4, 3
	<i>Polytrichum</i>	3	4, 4, 4, 0
	<i>Andreaea</i>	3	4, 4, 3, 0

Es bringen die Reaktions-Ergebnisse keine Unstimmigkeiten mit den vorhergehenden und festigen durchaus das angeführte Schema (Fig. 10).

Weiterhin gestatten sie uns, *Andreaea* mit Vorbehalt an die *Archidiales* anzusetzen.

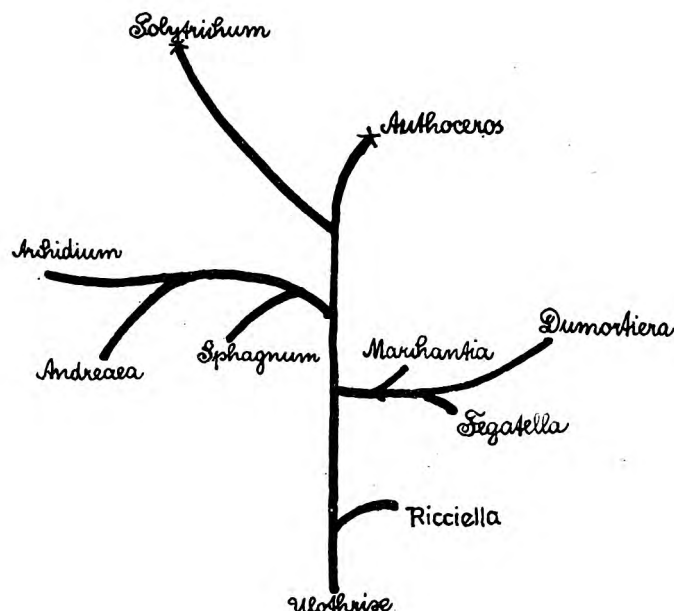


Fig. 11.

Um diese Stellung von *Andreaea* zu prüfen, mögen Reaktionen von *Polytrichum* als Zentrum angegeben sein. Zum weiteren Ausbau des Stammbaums seien die Anschluss-Reaktionen mit *Ricciocarpus* und *Psilotum* angeführt.

Eignes Zentrum.	<i>Polytrichum</i>	7	5, 5, 5, 2, 2
(Enger gestaffelte	<i>Archidium</i>	4	5, 4, 2, 2, 0
Praecipitation.	<i>Andreaea</i>	4	5, 3, 2, 0, 0
Vergl. Protokoll.)	<i>Sphagnum</i>	4	5, 3, 1, 0, 0
	<i>Anthoceros</i>	5	5, 3, 1, 0, 0
	<i>Marchantia</i>	5	5, 3, 2, 0, 0
	<i>Ricciella</i>	4	5, 3, 3, 0, 0
	<i>Ricciocarpus</i>	4	3, 2, 0, 0, 0
	<i>Ulothrix</i>	-	4, 2, 1, 0, 0
	<i>Psilotum</i>	2	-----
	<i>Ceratodon</i>	3	5, 5, 3, 0, 0
	<i>Brachythecium</i>	3	5, 0, 0, 0, 0
	<i>Georgia</i>	5	3, 0, 0, 0, 0

Da die Praecipitation hier enger gestaffelt ist als gewöhnlich, dürften ihre Ergebnisse in diesem Fall besser zu verwerten sein, als die der wie üblich gestaf-

felten Conglutination. Der Reaktions-Ausfall weist unbedingt wiederum auf die Richtigkeit der Stellung von *Andreaea* hin.

Polytrichum am nächsten dürfte von den Laubmoosen *Georgia* stehen, die anderen Laubmoose reagieren schwächer. Es ist nun die Frage, ob die Laubmoose von den *Archidiales* abstammen oder an einem Aste, welchem *Polytrichum* ansitzt, sich herausgebildet haben. *Ricciocarpus* ist als Deszendenz von *Ricciella* aufzufassen. *Psilotum* sei zunächst hypothetisch an *Anthoceros* angereiht. Es gestatten uns die Ergebnisse, den Stammbaum in folgender Form wieder zu geben:

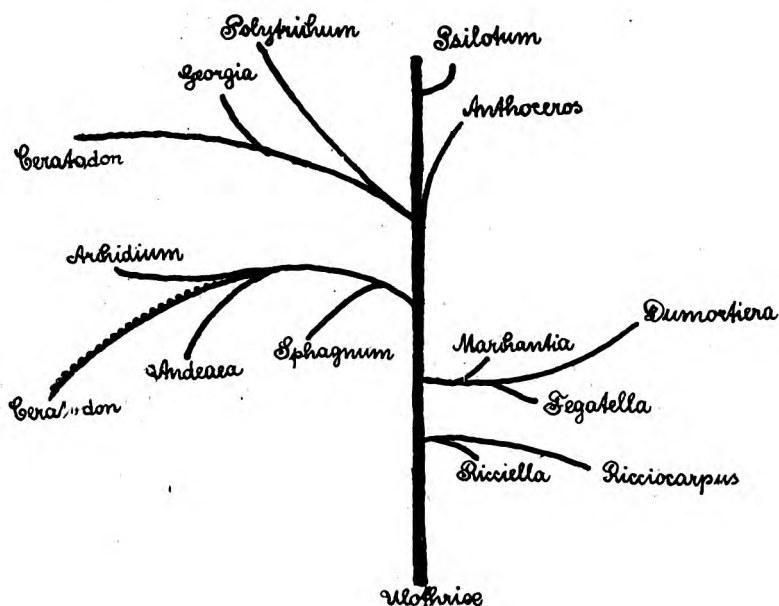


Fig. 12.

Auch die Reaktionen mit *Psilotum* als Zentrum bestätigen die Stellung von *Psilotum*.

Psilotum (CONRADIS Zentrum (64)).

<i>Psilotum</i>	-	6, 6, 6, 6
<i>Polytrichum</i>	-	6, 0, 0, 0
<i>Anthoceros</i>	-	6, 0, 0, 0
<i>Marchantia</i>	-	6, 6, 6, 6
<i>Ricciella</i>	-	6, 6, 5, 5
<i>Sphagnum</i>	-	6, 5, 3, 0
<i>Ulothrix</i>	-	6, 6, 0, 0

Zur Kontrolle der *Psilotum*-Stellung wollen wir weitere Reaktionen heranzuführen, da dieselbe noch in keiner Weise festliegt.

Marchantia (eigenes Zentrum).

<i>Marchantia</i>	7	5, 5, 5, 5
<i>Psilotum</i>	5	4, 4, 4, 4
<i>Anthoceros</i>	6	4, 4, 4, 4
<i>Ricciella</i>	6	4, 4, 4, 4

Polytrichum (Fortsetzung).

<i>Polytrichum</i>	3	4, 4, 4, 0
<i>Lycopodium</i>	3	4, 4, 4, 1
<i>Georgia</i>	3	4, 2, 3, 1
<i>Sphagnum</i>	5	4, 4, 4, 3
<i>Archidium</i>	5	4, 4, 4, 2
<i>Andreaea</i>	3	4, 4, 3, 0

Marchantia (GUTTMANNs ZENTRUM.)

<i>Marchantia</i>	9	5, 5, 5, 4
<i>Lycopodium</i>	8	3, 3, 3, 2
<i>Sphagnum</i>	6	4, 4, 4, 3
<i>Hypnum</i>	7	4, 4, 4, 4
<i>Selaginella</i>	5	4, 4, 4, 4

Diese beiden Zentren zeigen, dass *Psilotum* von *Marchantia* weiter absteht als *Anthoceros* und *Ricciella*. Es wird somit die Ableitung des *Psilotum* von *Anthoceros* weiterhin auch die Stellung des gesamten Stammbaums wiederum bestätigt. Wir können ferner *Lycopodium* und *Selaginella* dem Stamme nach oben hin ansetzen und erhalten Fig. 13.

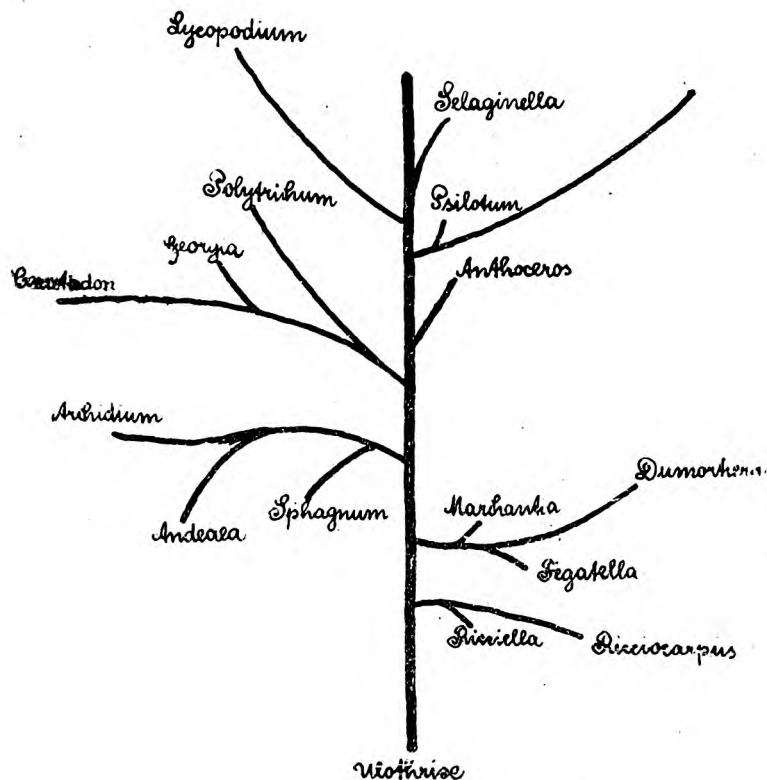


Fig. 13.

Zur weiteren Festigung dieses Bildes und zum Vergleich seien Reaktionen von STEINECKE angeführt, die dieser mit *Ricciella* als Immunisations-Zentrum ausgeführt hat. Aus gleichem Grunde sei ein *Ulothrix*-Zentrum von STEINECKE und ein zweites *Ulothrix*-Zentrum (eigenes Zentrum) angeführt:

Ricciella (STEINECKES Zentrum).

<i>Ricciella</i>	9	6, 6, 6, 5
<i>Psilotum</i>	6	-----
<i>Lycopodium</i>	4	-----
<i>Selaginella</i>	5	5, 5, 3, 2
<i>Marchantia</i>	8	5, 4, 3, 2
<i>Sphagnum</i>	5	5, 4, 3, 2
<i>Hypnum</i>	3	3, 3, 2, 1

Ulothrix-Zentrum (STEINECKE).

<i>Ulothrix</i>	9	6, 6, 6, 5
<i>Psilotum</i>	4	5, 3, 2, 1
<i>Ricciella</i>	7	6, 6, 6, 5
<i>Selaginella</i>	3	5, 4, 2, 0
<i>Sphagnum</i>	4	6, 6, 5, 4
<i>Hypnum</i>	3	4, 2, 0, 0
<i>Andreaea</i>	-	6, 5, 4, 2
<i>Archidium</i>	-	3, 2, 1, 0

Ulothrix (eigenes Zentrum).

<i>Ulothrix</i>	4	5, 5, 4, 4, 4
<i>Psilotum</i>	1	5, 2, 0, 0, 0
<i>Ricciella</i>	4	5, 4, 1, 1, 0
<i>Marchantia</i>	3	5, 4, 2, 2, 0
<i>Anthoceros</i>	3	5, 4, 2, 0, 0
<i>Archidium</i>	2	4, 2, 2, 0, 0
<i>Sphagnum</i>	2	4, 2, 0, 0, 0
<i>Andreaea</i>	1	4, 2, 0, 0, 0
<i>Polytrichum</i>	1	2, 2, 0, 0, 0

Es finden sich keine Unstimmigkeiten zwischen diesen angeführten Reaktionen, und sie geben immer wieder die Bestätigung des angedeuteten Stammbaums Fig. 13.

Zur Klärung der Frage, wie sich die *Musci frondosi* ableiten, diene *Archidium* als Zentrum.

Archidium (eigenes Zentrum).

<i>Archidium</i>	4	5, 4, 4, 3, 3
<i>Psilotum</i>	3	4, 3, 0, 0, 0
<i>Anthoceros</i>	4	5, 3, 3, 0, 0
<i>Marchantia</i>	4	5, 4, 3, 2, 2
<i>Dumortiera</i>	3	4, 4, 2, 0, 0
<i>Georgia</i>	1	2, 0, 0, 0, 0
<i>Polytrichum</i>	2	4, 3, 0, 0, 0
<i>Andreaea</i>	3	5, 4, 2, 2, 0
<i>Sphagnum</i>	4	4, 4, 3, 0, 0
<i>Hylocomium</i>	0	0, 0, 0, 0, 0
<i>Thuidium</i>	0	0, 0, 0, 0, 0
<i>Dicranum</i>	0	0, 0, 0, 0, 0
<i>Ceratodon</i>	2	4, 4, 0, 0, 0
<i>Brachythecium</i>	2	3, 2, 0, 0, 0
<i>Blasia</i>	3	4, 4, 3, 0, 0
<i>Hypnum</i>	1	3, 0, 0, 0, 0
<i>Metzgeria</i>	2	4, 3, 0, 0, 0
<i>Lophocolea</i>	-	3, 3, 2, 2, 0

Die Frage, wie sich die Laubmoose ableiten, ob ihre Entwicklung über die Archidialen geht oder ob sie als Sonderreihe aufzufassen sind, dürfte auf Grund unserer Reaktions-Ergebnisse geklärt sein. Es deuten diese unbedingt darauf hin, dass sich die höheren Laubmoose gesondert von den Archidialen (*Sphagnum*, *Andreaea* und *Archidium*) aus einem Kreise herausdifferenziert haben, der zwischen den Marchantiaceen und Anthocerotaceen liegt; *Polytrichum* zeigt sich als Seitenentwicklung, die sich früh von dem Hauptstamme abgezweigt haben mag; doch um diese Verhältnisse bezüglich der Stellung von *Polytrichum* zu klären, sind unbedingt noch Reaktionen von hochstehenden Laubmoosen aus anzusetzen. Es steht daher *Polytrichum* noch hypothetisch an unserm Stammbaum. Wir können nun unter Einzeichnen der Lebermoose an zunächst hypothetischer Stelle den Stammbaum in folgendem Bilde darstellen:

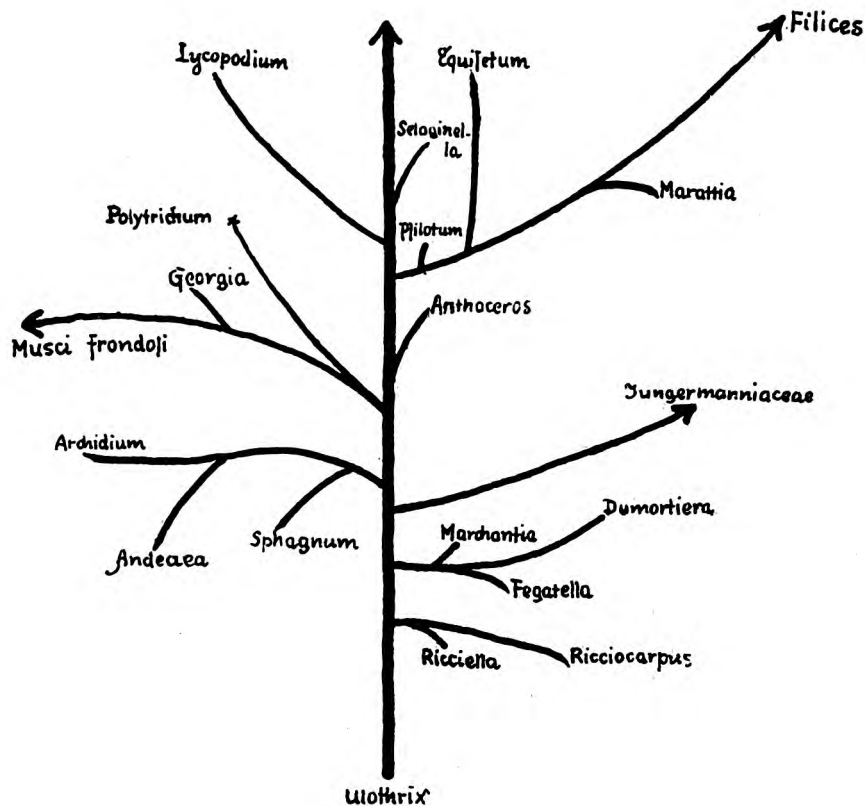


Fig. 14.

Lycopodium und *Selaginella* sind ebenfalls nicht reciprok bestätigt. Es geht dieses über das Ziel unserer Arbeit hinaus, da eine genaue Feststellung ihrer Lage von Reaktionen abhängig ist, die von Zentren ausgeführt werden müssten, welche höher am Stamme ständen als diese Genera selbst. Da deren Stellung aber von KONRADI (65) und GUTTMANN (66) genau untersucht wurde, so kann ich sie ohne weiteres als fest stehend bezeichnen. Dasselbe gilt von *Equisetum*, *Marattia* und den *Filices*. Zur Kontrolle des gesamten aufgestellten Moos-Stammbaums ziehen wir Reaktionen heran, die GUTTMANN mit *Selaginella*, *Lycopodium* und *Equisetum* als Zentren erzielt hat.

Selaginella (Zentrum GUTTMANN).

Selaginella
Lycopodium

9
6

5, 4, 3, 3
3, 3, 3, 2

Selaginella (Fortsetzung).

<i>Sphagnum</i>	3	5, 5, 0, 0
<i>Equisetum</i>	5	3, 3, 3, 2
<i>Marchantia</i>	5	3, 3, 2, 0
<i>Radula</i>	-	0, 0, 0, 0
<i>Hylocomium</i>	4	2, 2, 0, 0

Lycopodium (Zentrum GUTTMANN).

<i>Lycopodium</i>	10	5, 5, 3, 2
<i>Selaginella</i>	8	4, 4, 3, 1
<i>Hylocomium</i>	-	2, 1, 0, 0
<i>Equisetum</i>	8	4, 4, 4, 3
<i>Sphagnum</i>	6	2, 2, 0, 0
<i>Marchantia</i>	3	3, 2, 2, 0

Equisetum (Zentrum GUTTMANN).

<i>Equisetum</i>	9	5, 4, 4, 1
<i>Lycopodium</i>	7	3, 3, 2, 1
<i>Selaginella</i>	5	4, 3, 3, 1
<i>Sphagnum</i>	3	0, 0, 0, 0
<i>Marchantia</i>	7	3, 3, 2, 0

Auch diese Ergebnisse stehen in keinem Widerspruch mit unsern Reaktionen. Von *Selaginella* als Zentrum liegen die Lebermoose weiter entfernt als *Sphagnum* und *Hylocomium*. Im übrigen bestätigen sie Fig. 14 in jeder Beziehung.

Die letzte Aufgabe ist die Einreihung der Jungermanniaceen in den Stammbaum. Als Bezugssystem diene *Lophocolea*.

Lophocolea (eigenes Zentrum).

<i>Lophocolea</i>	5	5, 5, 5, 4, 4
<i>Pegatella</i>	3	4, 4, 4, 2, 0
<i>Dumortiera</i>	3	4, 4, 4, 2, 2
<i>Ricciella</i>	4	-----
<i>Ricciocarpus</i>	3	4, 4, 4, 4, 0
<i>Ulothrix</i>	-	4, 4, 4, 3, 2
<i>Anthoceros</i>	3	-----
<i>Psilotum</i>	3	-----
<i>Sphagnum</i>	1	4, 4, 3, 0, 0
<i>Lycopodium</i>	1	4, 3, 2, 0, 0
<i>Andreaea</i>	1	4, 4, 0, 0, 0
<i>Archidium</i>	2	-----
<i>Georgia</i>	-	4, 4, 0, 0, 0
<i>Hylocomium</i>	0	4, 3, 0, 0, 0

Da die Marchantialen als eine seitliche Entwicklung aufzufassen sind, *Lophocolea* der *Ricciella* aber näher steht als dem *Anthoceros*, so dürften wir in diesen Reaktionen eine Bestätigung der Stellung der Jungermanniaceen in Fig. 14 sehen.

Wir setzen an Stelle der Familie Jungermanniaceen *Lophocolea* und gelangen zu Fig. 15.

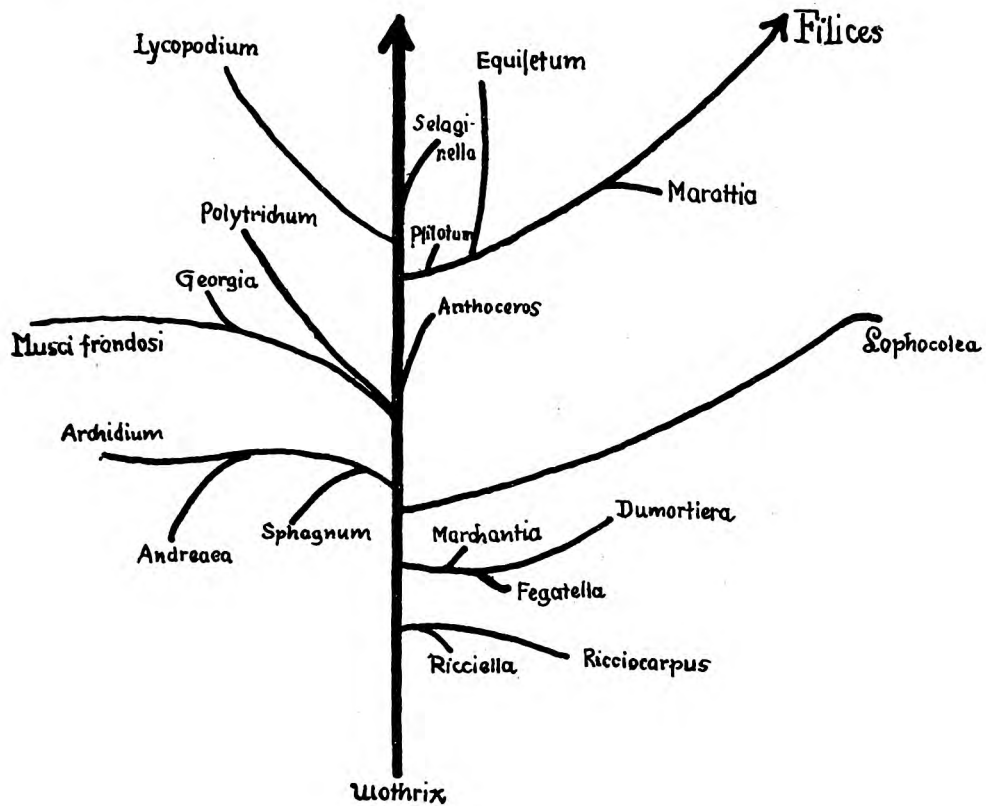


Fig. 15.

Eine weitere Bestätigung für diese Annahme gibt *Ricciella* als Zentrum. Ausserdem fügen wir die anacrogynen Jungermanniaceen *Pellia* und *Blasia* in unsere Untersuchungen ein.

Ricciella (eigenes Zentrum).

<i>Ricciella</i>	9	5, 5, 5, 5
<i>Lophocolea</i>	4	3, 3, 3, 2
<i>Marchantia</i>	9	4, 4, 3, 0
<i>Fegatella</i>	9	-----
<i>Selaginella</i>	8	2, 2, 2, 1
<i>Blasia</i>	5	3, 2, 2, 2
<i>Pellia</i>	7	3, 3, 3, 1

Ricciella (eigenes Zentrum)

<i>Ricciella</i>	4	3, 3, 2, 1, 1
<i>Marchantia</i>	2	3, 3, 1, 1, 0
<i>Pellia</i>	2	2, 2, 2, 1, 0
<i>Blasia</i>	0	2, 1, 1, 0, 0
<i>Lophocolea</i>	0	2, 1, 1, 0, 0
<i>Anthoceros</i>	2	2, 2, 1, 0, 0

Pellia und *Blasia* stehen *Ricciella* und *Marchantia* näher als *Lophocolea*. Als den Marchantialen sehr nahe stehende acrogynen Jungermanniaceen können wir *Pellia*

in den Stamm einzeichnen. Die Stellung von *Blasia* bleibt zunächst noch diskutabel. *Blasia* kann sowohl auf dem Aste nach *Lophocolea* stehen, wie auch eine Sonderreihe darstellen.

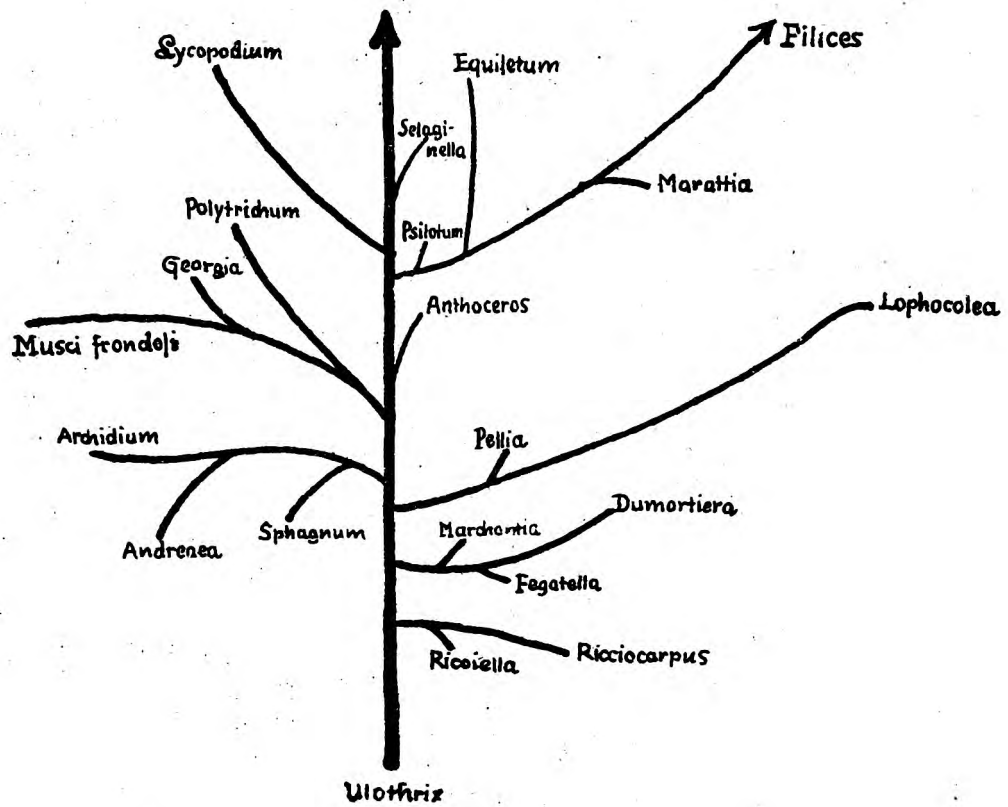


Fig. 16.

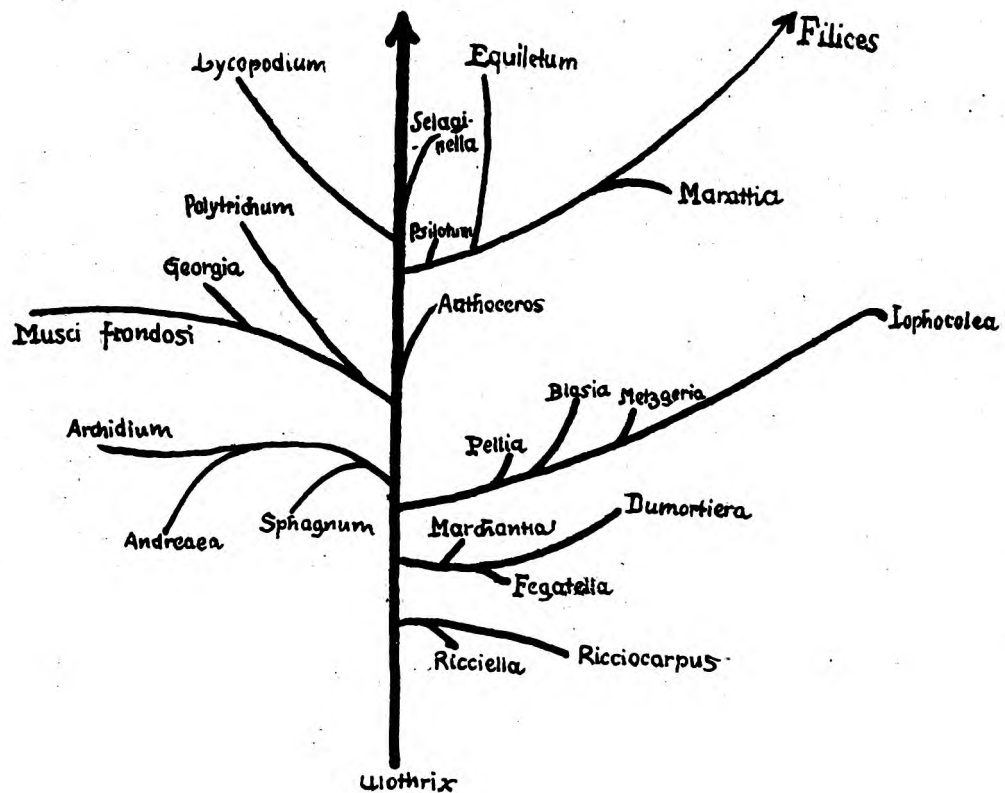


Fig. 17.

Die Definition der Stellung von *Blasia* gibt uns das Zentrum *Lophocolea*. Es seien gleichzeitig Reaktionen mit *Metzgeria* angeführt.

Lophocolea (eigenes Zentrum).

<i>Lophocolea</i>	5	5, 5, 5, 4, 4
<i>Blasia</i>	3	4, 4, 4, 4, 4
<i>Pellia</i>	3	4, 4, 4, 4, 4
<i>Metzgeria</i>	4	4, 4, 4, 4, 4

Blasia selbst steht *Lophocolea* nicht näher als *Pellia*, während *Metzgeria* gegen *Lophocolea* stärker reagiert. Der Stamm ergänzt sich unter Sicherstellung der Stellung von *Blasia* zu Fig. 17.

Bei den folgenden Stammfiguren wollen wir zur Vervollständigung des Hauptstammes *Coleochaete* und *Chaetophora* einzeichnen, deren Stellung von STEINECKE (67) festgelegt ist.

Benutzen wir *Marchantia* als Zentrum zum weiteren Aufbau der Jungermanniaceenreihe.

Marchantia (eigenes Zentrum).

<i>Marchantia</i>	7	5, 5, 5, 5
<i>Lophocolea</i>	4	4, 4, 3, 0
<i>Pellia</i>	4	4, 4, 4, 4
<i>Blasia</i>	3	4, 4, 4, 2
<i>Metzgeria</i>	4	4, 4, 4, 4
<i>Plagiochila</i>	3	4, 4, 4, 3

Dieses Zentrum gibt uns durchaus eine Bestätigung von Fig. 17; gleichzeitig erlaubt es, die Stellung von *Plagiochila* in ihrer Entfernung von *Marchantia* zu bestimmen, aber den Ansatz lässt es offen. Wir wollen es versuchsweise an *Metzgeria* in der Nähe von *Lophocolea* oder *Pellia* ansetzen. Hinter *Blasia* oder *Lophocolea* kann es nicht stehen

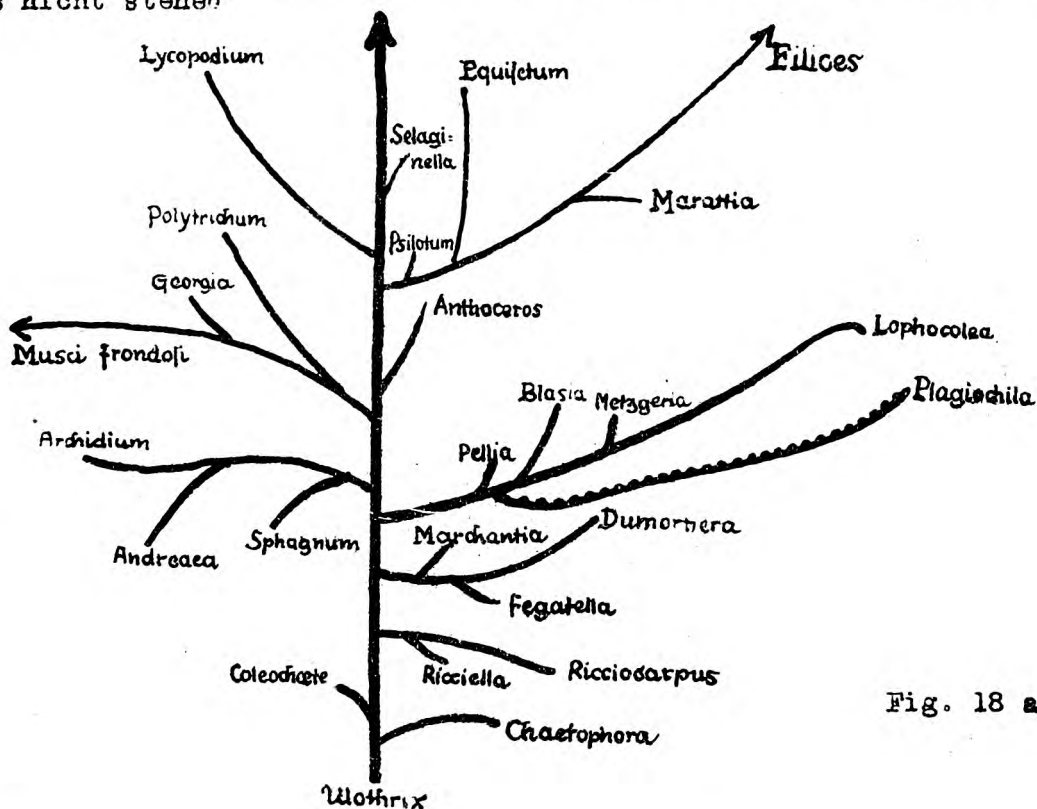


Fig. 18 a.

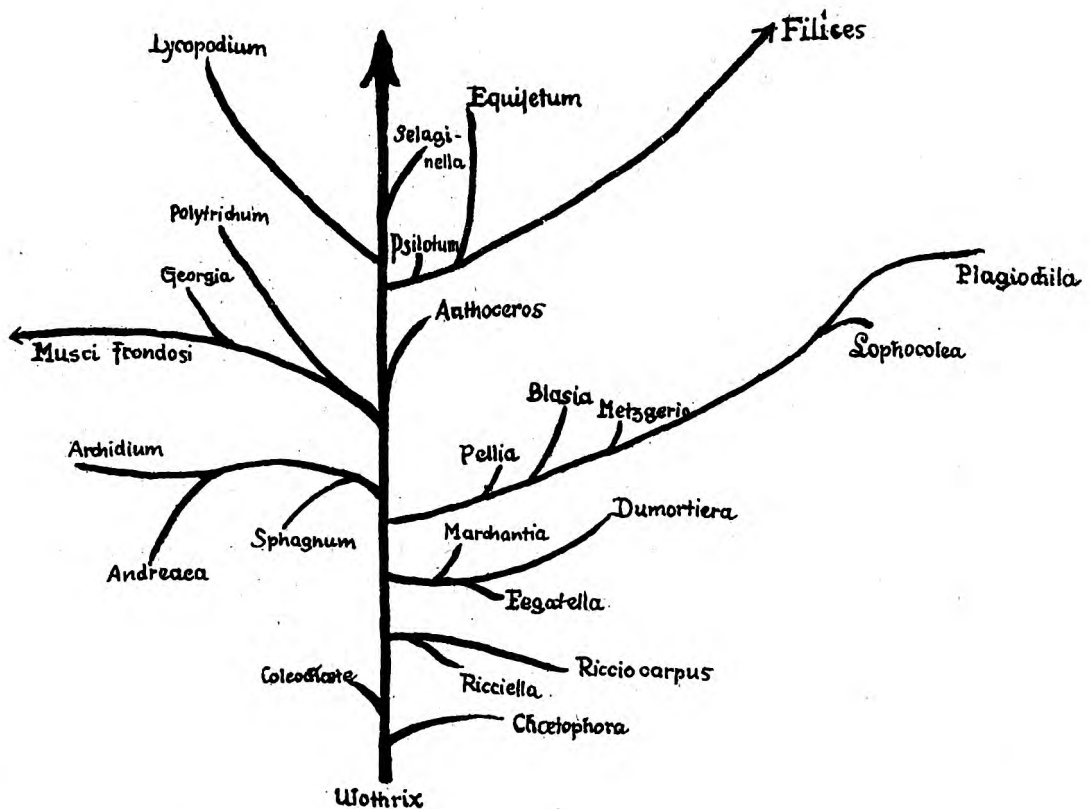


Fig. 18 b.

Das Zentrum *Ulothrix* erlaubt die Stellung von *Blasia* und *Metzgeria* zu stützen. Über die Stellung von *Plagiocolla* gibt es uns noch keinen Entscheid.

Ulothrix (eigenes Zentrum).

<i>Ulothrix</i>	4	5, 5, 4, 4, 4
<i>Pellia</i>	3	5, 4, 3, 0, 0
<i>Blasia</i>	1	4, 2, 2, 0, 0
<i>Metzgeria</i>	2	3, 2, 0, 0, 0
<i>Plagiocolla</i>	0	0, 0, 0, 0, 0
<i>Ricciella</i>	4	5, 4, 1, 1, 0
<i>Marchantia</i>	3	5, 4, 2, 2, 0

Pellia steht fast ebenso weit wie *Marchantia* von *Ulothrix* aus. Ein Abstammen der Jungermanniaceen aus den Marchantiaceen ist also ausgeschlossen. Weiter steht *Pellia* dem Grunde näher als *Metzgeria* und *Blasia*. Es dürfte somit *Plagiocolla* entweder auf einem sehr weiten Aste von *Pellia* stehen oder von *Metzgeria* abgehen. Das Zentrum *Archidium* diene zur weiteren Nachprüfung dieser Verhältnisse.

Archidium (eigenes Zentrum).

<i>Archidium</i>	4	5, 4, 4, 3, 3
<i>Lophocolea</i>	-	3, 3, 3, 2, 0
<i>Blasia</i>	3	4, 4, 3, 0, 0
<i>Metzgeria</i>	2	4, 3, 0, 0, 0
<i>Plagiocolla</i>	0	3, 2, 0, 0, 0

Archidium (Fortsetzung).

<i>Dumortiera</i>	3	4, 4, 2, 0, 0
<i>Marchantia</i>	4	5, 4, 3, 2, 2
<i>Ricciella</i>	4	5, 3, 3, 0, 0
<i>Anthoceros</i>	4	5, 3, 3, 0, 0
<i>Polytrichum</i>	2	4, 3, 0, 0, 0

Aus diesen Reaktionen folgt, dass die Jungermanniaceen den Archidialen ungefähr soweit entfernt stehen wie die Laubmoose. *Anthoceros* steht gleich weit wie *Ricciella* und *Marchantia* und den Archidialen näher als die Laubmoose und Jungermanniaceen. Die abgeleiteten Marchantiaceen (*Dumortiera*) stehen gleich weit wie die Jungermanniaceen. Eine Ableitung der letzteren aus den Marchantialen wird wiederum durch diese Reaktionsergebnisse widerlegt.

Plagiochila steht entfernter als *Blasia*, der Deszendenz von *Pellia*. *Metzgeria* steht weiter als *Blasia*, näher aber als *Plagiochila* und *Lophocolea*, also in Deszendenz von *Pellia*. Der Entscheid für die Stellung von *Plagiochila* ist somit noch strittig; vielleicht gelingt eine Festlegung von *Lophocolea* aus.

Lophocolea (eigenes Zentrum).

<i>Lophocolea</i>	5	5, 5, 5, 4, 4
<i>Plagiochila</i>	4	4, 4, 4, 2, 2
<i>Metzgeria</i>	4	4, 4, 4, 4, 4
<i>Blasia</i>	3	4, 4, 4, 4, 4
<i>Pellia</i>	3	4, 4, 4, 4, 4

Da die Deszendenz der *Plagiochila* von *Lophocolea* nach den Ergebnissen von *Marchantia* als Zentrum aus bereits als unmöglich erwiesen wurde, so ist die Abstammung von *Metzgeria* also wie Fig. 18 b es angibt, erwiesen. Es ist nun nötig, diese Beziehungen reciprok von *Plagiochila* weiter zu belegen.

Plagiochila (eigenes Zentrum).

<i>Plagiochila</i>	4	6, 2, 2, 2, 0
<i>Lophocolea</i>	3	1, 0, 0, 0, 0
<i>Metzgeria</i>	2	-----
<i>Blasia</i>	1	-----
<i>Ptilidium</i>	2	2, 1, 0, 0, 0

Dieses Zentrum bestätigt die Annahme von Bild 18 b weiterhin.

Zugleich kann man *Ptilidium* an verschiedenen Stellen einsetzen (in die Nähe von *Metzgeria*, *Lophocolea* oder *Plagiochila*).

Um über die Stellung von *Ptilidium* einen Entscheid zu erhalten, diene *Ptilidium* selbst als Zentrum. Gleichzeitig mögen die anderen Familien nachkontrolliert werden.

Ptilidium (eigenes Zentrum).

<i>Ptilidium</i>	4	5, 5, 5, 4, 4
<i>Lophocolea</i>	2	5, 4, 3, 2, 1
<i>Plagiochila</i>	2	4, 3, 2, 1, 1
<i>Pellia</i>	2	5, 5, 3, 3, 2
<i>Blasia</i>	3	5, 5, 4, 2, 1
<i>Marchantia</i>	3	4, 3, 3, 2, 1
<i>Ricciella</i>	2	3, 3, 1, 0, 0

Ptilidium (Fortsetzung).

<i>Ulothrix</i>	1	4, 3, 2, 0, 0
<i>Sphagnum</i>	1	3, 2, 0, 0, 0
<i>Polytrichum</i>	0	0, 0, 0, 0, 0

Wir setzen nach diesen Ausfällen *Ptilidium* als Seitenast in die Nähe von *Metzgeria*. Denn es steht zwischen *Lophocolea* und *Pellia*. Seine Stellung wird später weiter gefestigt

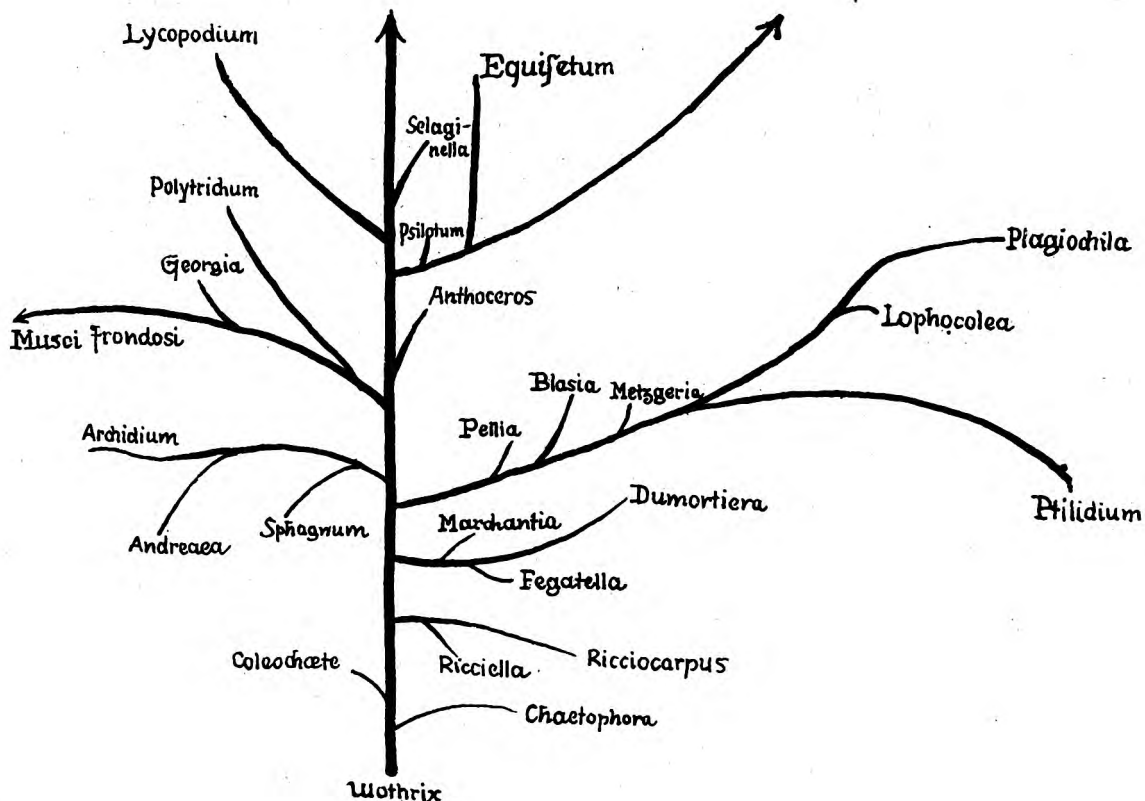


Fig. 19.

Zur Eingliederung der übrigen anakrogynen Jungermanniaceen ist es am vorteilhaftesten zu bestimmen, welchen dieser reciprok festgelegten Punkte die neu einzugliedernden Formen jeweils am nächsten stehen. Beginnen wir mit *Frullania*. *Frullania* steht *Plagiocolea* nahe und sehr weit von *Ptilidium*.

Plagiocolea (eigenes Zentrum).

<i>Plagiocolea</i>	1	6, 2, 2, 2, 0
<i>Frullania</i>	4	2, 1, 1, 0, 0
<i>Lophocolea</i>	3	1, 0, 0, 0, 0
<i>Metzgeria</i>	2	-----
<i>Ptilidium</i>	2	2, 1, 0, 0, 0

Wir können zu folgendem Bilde bezüglich der Stellung von *Frullania* auf Grund dieser Ergebnisse (Fig. 20):

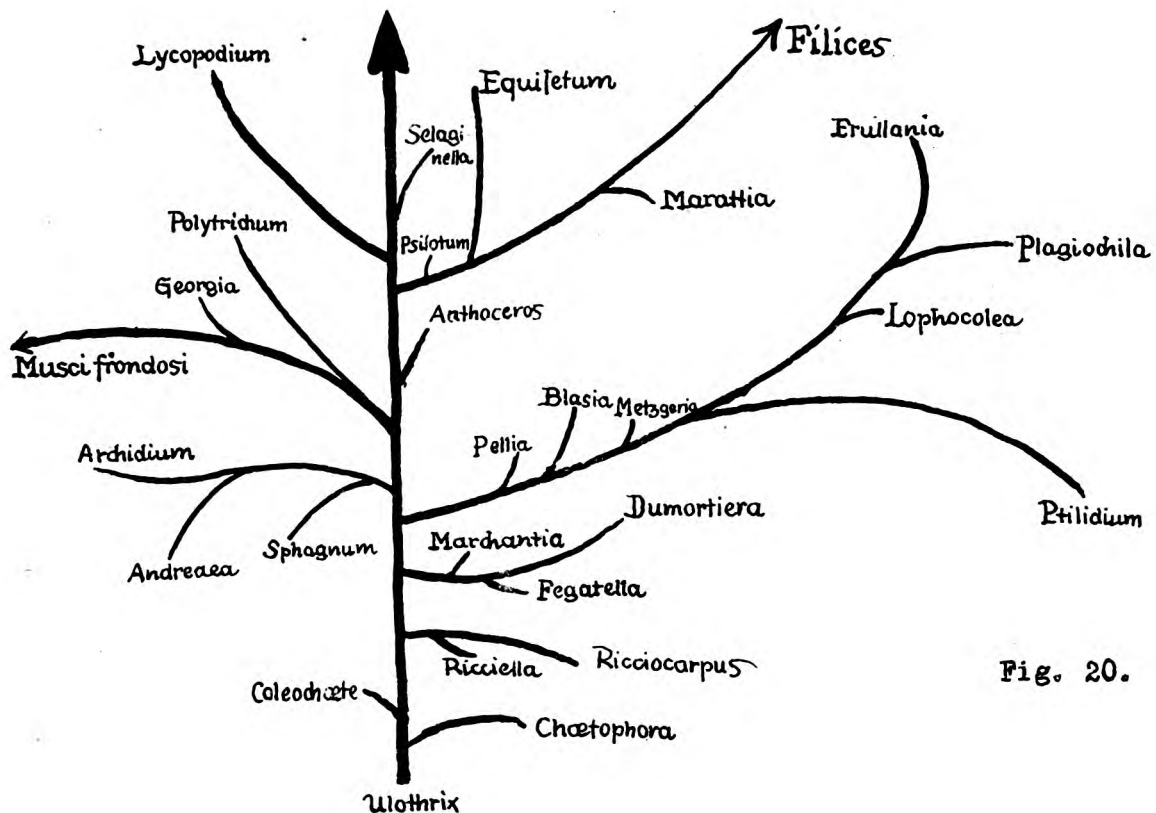


Fig. 20.

Zur Bestätigung dieser Stellung sei *Lophocolea* als Zentrum angeführt.

Lophocolea (eigenes Zentrum).

<i>Lophocolea</i>	5	5, 5, 5, 4, 4
<i>Plagiochila</i>	4	4, 4, 4, 2, 2
<i>Frullania</i>	4	4, 4, 4, 4, 3

Da *Frullania* von *Lophocolea* gleich weit entfernt ist wie *Plagiochila*, so ist Fig. 20 richtig, wobei die Stellung von *Ptilidium* bestätigt wird. Zur weiteren Kontrolle diene *Ptilidium* als Zentrum.

Ptilidium (eigenes Zentrum).

<i>Ptilidium</i>	4	5, 5, 5, 4, 4
<i>Frullania</i>	2	5, 4, 2, 2, 0
<i>Plagiochila</i>	2	4, 3, 2, 1, 1

Auch dieses ist eine Bestätigung von Fig. 20. Weiterhin sei *Marchantia* als Zentrum herangezogen.

Marchantia (eigenes Zentrum).

<i>Marchantia</i>	7	5, 5, 5, 5
<i>Frullania</i>	3	4, 4, 4, 1
<i>Plagiochila</i>	3	4, 4, 4, 2

Marchantia als Zentrum gibt *Frullania* und *Plagiochila* gleich entfernt an. Es

ist also die Stellung von *Frullania*, wie sie in Fig. 20 angegeben ist, genügend festgelegt.

Um die Stellung von *Chiloscyphus* zu bestimmen, können wir *Ptilidium*, *Plagiochila* und *Ulothrix* als Zentrum benützen.

Plagiochila (eigenes Zentrum).

<i>Plagiochila</i>	4	6, 2, 2, 2, 0
<i>Chiloscyphus</i>	3	2, 2, 0, 0, 0
<i>Ptilidium</i>	2	2, 1, 0, 0, 0
<i>Lophocolea</i>	3	1, 0, 0, 0, 0
<i>Metzgeria</i>	2	-----

Ptilidium (eigenes Zentrum)

<i>Ptilidium</i>	4	5, 5, 5, 4, 4
<i>Chiloscyphus</i>	3	5, 5, 4, 4, 3
<i>Plagiochila</i>	2	4, 3, 2, 1, 1
<i>Frullania</i>	2	5, 4, 2, 2, 0
<i>Lophocolea</i>	2	5, 4, 3, 2, 1
<i>Blasia</i>	3	5, 5, 4, 2, 1

Ulothrix (eigenes Zentrum)

<i>Ulothrix</i>	4	5, 5, 4, 4, 4
<i>Chiloscyphus</i>	1	4 0, 0, 0, 0
<i>Ptilidium</i>	0	3, 0, 0, 0, 0
<i>Frullania</i>	0	3, 0, 0, 0, 0
<i>Metzgeria</i>	2	3, 2, 0, 0, 0
<i>Blasia</i>	1	4, 2, 2, 0, 0

Chiloscyphus steht *Ptilidium* nahe; wir neigen dazu, es in die Nähe desselben zu stellen. Da es auch nicht weit von *Plagiochila* entfernt ist, so kann man es folgendermassen festlegen:

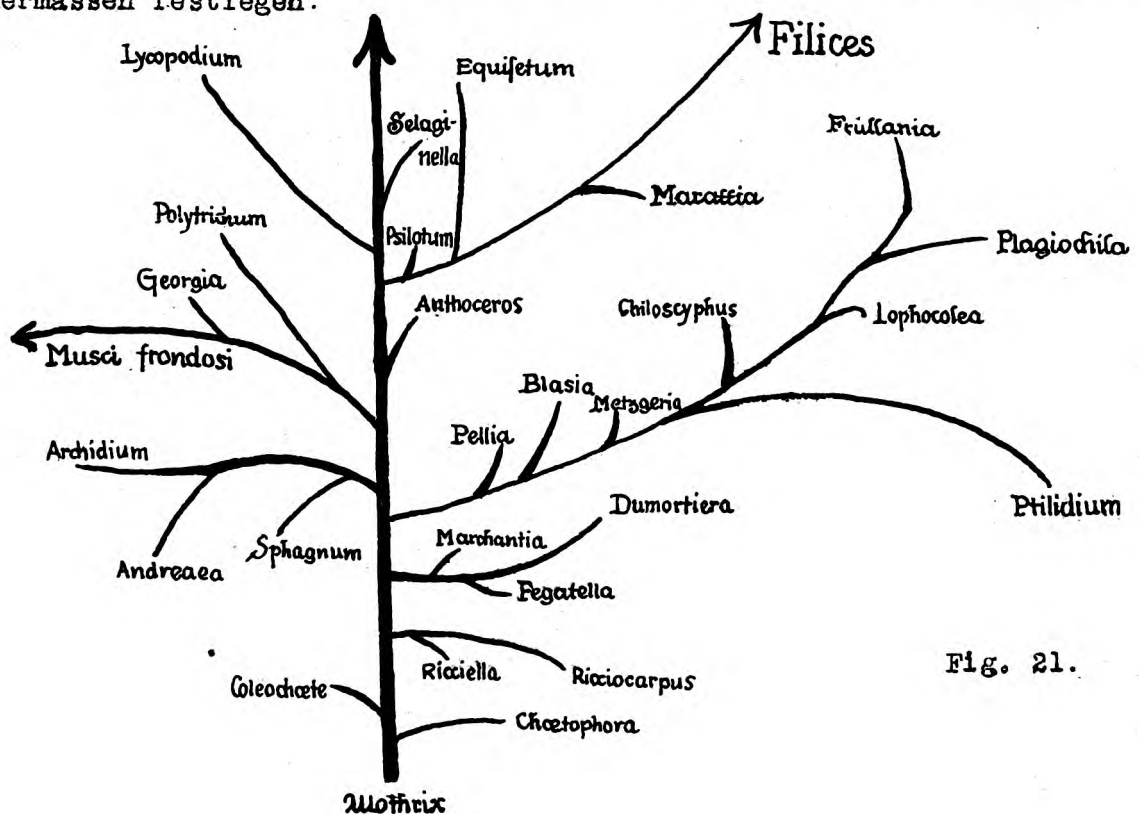


Fig. 21.

Scapania können wir auch in der Nähe von *Ptilidium* stellen, da sie sehr stark mit diesem, am schwächsten mit *Plagiochila* reagiert, wie folgende Reaktionen zeigen:

Ptilidium (eigenes Zentrum).

<i>Ptilidium</i>	4	5, 5, 5, 4, 4
<i>Scapania</i>	3	5, 5, 3, 3, 2
<i>Chiloscyphus</i>	3	5, 5, 4, 4, 3
<i>Plagiochila</i>	2	5, 3, 2, 1, 1
<i>Frullania</i>	2	5, 4, 2, 2, 0
<i>Blasia</i>	3	5, 5, 4, 2, 1

Plagiochila (eigenes Zentrum).

<i>Plagiochila</i>	4	6, 2, 2, 2, 0
<i>Scapania</i>	1	-----
<i>Chiloscyphus</i>	3	2, 2, 0, 0, 0
<i>Lophocolea</i>	3	1, 0, 0, 0, 0
<i>Ptilidium</i>	2	2, 1, 0, 0, 0

Lophocolea (eigenes Zentrum).

<i>Lophocolea</i>	5	5, 5, 5, 4, 4
<i>Ptilidium</i>	4	4, 3, 4, 4, 4
<i>Scapania</i>	4	4, 4, 4, 4, 4

Ulothrix (eigenes Zentrum).

<i>Ulothrix</i>	4	5, 5, 4, 4, 4
<i>Scapania</i>	1	-----
<i>Frullania</i>	0	3, 0, 0, 0, 0
<i>Ptilidium</i>	0	3, 0, 0, 0, 0
<i>Chiloscyphus</i>	1	4, 0, 0, 0, 0

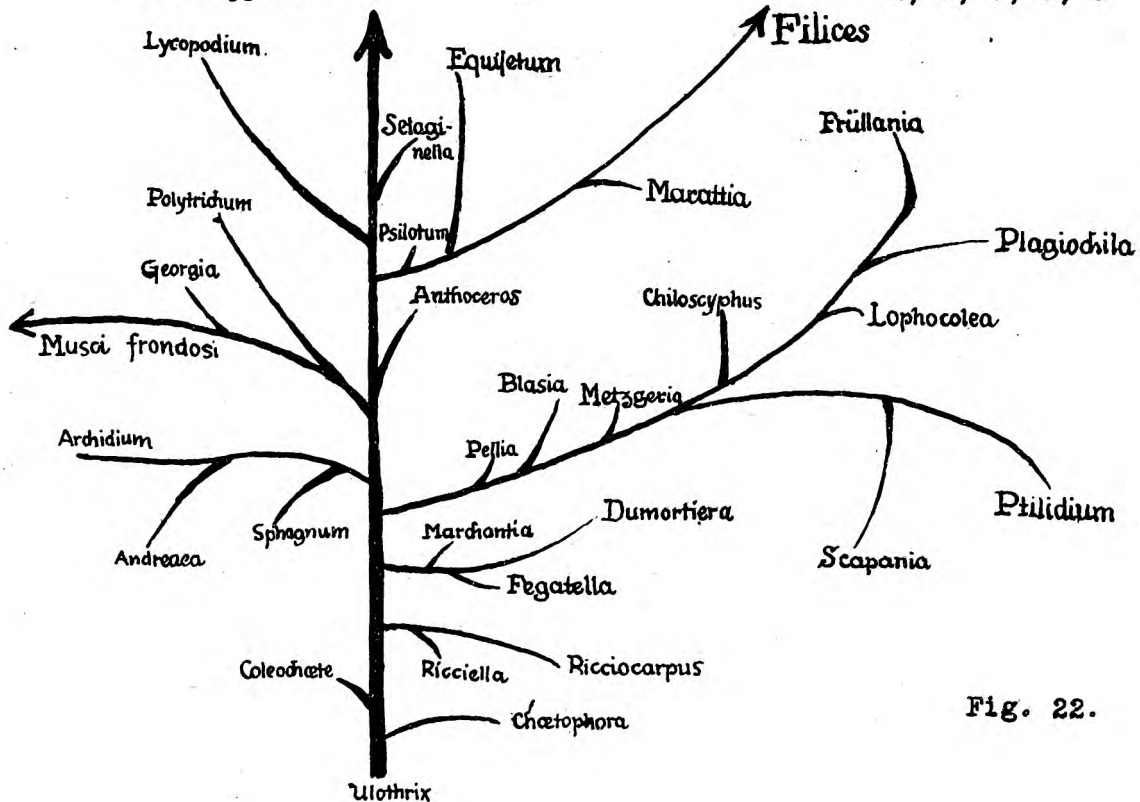


Fig. 22.

Über die Stellung von *Marsupella* sagen folgende Reaktionen aus, dass diese von *Plagiochila* ungefähr gleich weit steht wie *Ptilidium* und *Chiloscyphus*:

Plagiochila (eigenes Zentrum).

<i>Plagiochila</i>	4	6, 2, 2, 2, 0
<i>Marsupella</i>	-	2, 2, 0, 0, 0
<i>Chiloscyphus</i>	3	2, 2, 0, 0, 0
<i>Ptilidium</i>	2	2, 1, 0, 0, 0
<i>Lophocolea</i>	3	1, 0, 0, 0, 0
<i>Scapania</i>	1	-----

Von *Lophocolea* hatten wir ungefähr gleichen Reaktionsausfall gegen alle höheren Jungermanniaceen.

Lophocolea (eigenes Zentrum).

<i>Lophocolea</i>	5	5, 5, 5, 4, 4
<i>Frullania</i>	4	4, 4, 4, 4, 2
<i>Scapania</i>	4	4, 4, 4, 4, 4
<i>Marsupella</i>	4	4, 4, 4, 4, 4
<i>Metzgeria</i>	4	4, 4, 4, 4, 4
<i>Plagiochila</i>	4	4, 4, 4, 2, 2
<i>Ptilidium</i>	4	4, 3, 4, 4, 4

Es liegen hiernach aber *Frullania* und *Plagiochila* wenig weiter entfernt. Wir stehen daher nicht an, *Marsupella* der *Lophocolea* genähert einzuzichnen.

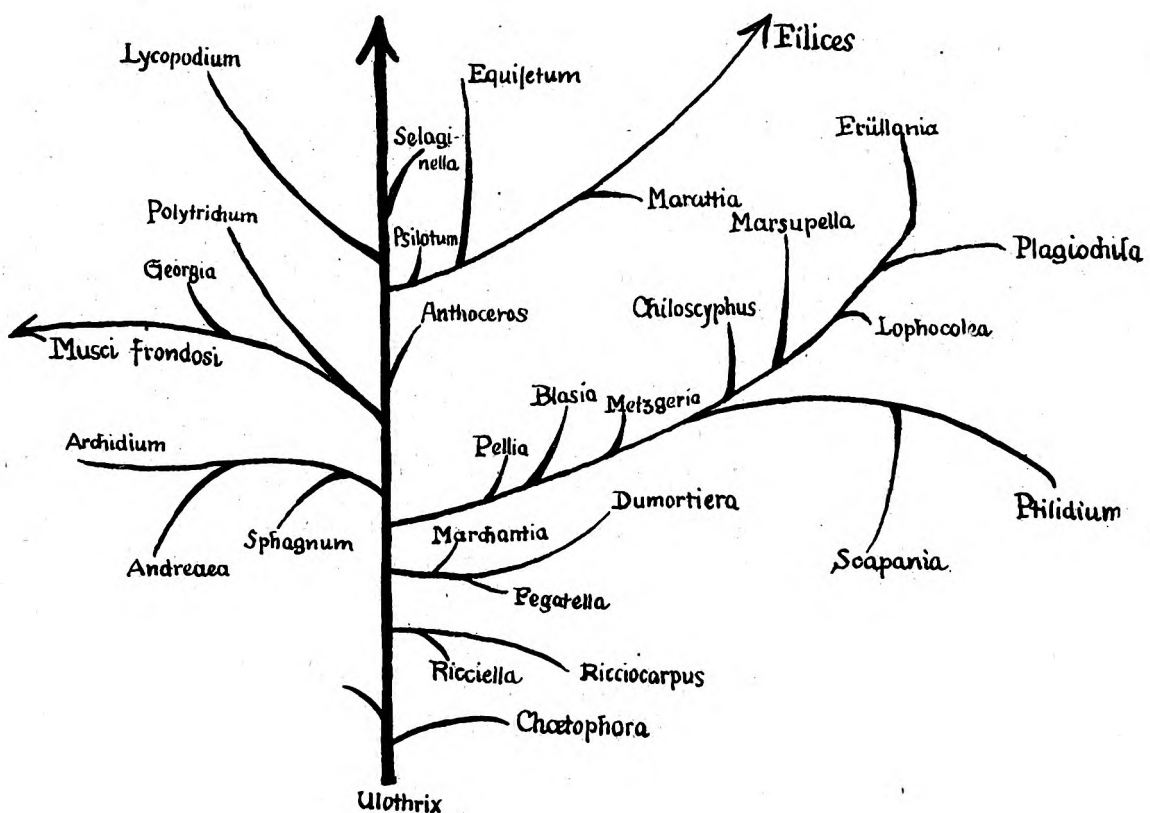


Fig. 23.

Zur Kontrolle möge das Zentrum *Ptilidium* herangezogen werden:

Ptilidium (eigenes Zentrum).

<i>Ptilidium</i>	4	5, 5, 5, 4, 4
<i>Marsupella</i>	3	4, 3, 1, 0, 0
<i>Chiloscyphus</i>	3	5, 5, 4, 4, 3
<i>Scapania</i>	3	5, 5, 3, 3, 2
<i>Lophocolea</i>	2	5, 4, 3, 2, 1
<i>Plagiochila</i>	2	4, 3, 2, 1, 1
<i>Frullania</i>	2	5, 4, 2, 2, 0

Madotheca steht von *Ptilidium* ebenso weit wie *Plagiochila*, aber weiter als *Frullania*. Es wird dieses durch folgende Reaktionen belegt:

Ptilidium (eigenes Zentrum).

<i>Ptilidium</i>	4	5, 5, 5, 4, 4
<i>Madotheca</i>	-	4, 3, 2, 2, 1
<i>Frullania</i>	2	5, 4, 2, 2, 0
<i>Scapania</i>	3	5, 5, 3, 3, 2
<i>Marsupella</i>	3	4, 3, 1, 0, 0
<i>Chiloscyphus</i>	3	5, 5, 4, 4, 3
<i>Lophocolea</i>	2	5, 4, 3, 2, 1
<i>Plagiochila</i>	2	4, 3, 2, 1, 1

Gegen *Plagiochila* selber reagiert es ebenso stark wie *Chiloscyphus* und schwächer als *Frullania*.

Plagiochila (eigenes Zentrum).

<i>Plagiochila</i>	4	6, 2, 2, 2, 0
<i>Madotheca</i>	3	2, 1, 0, 0, 0
<i>Chiloscyphus</i>	3	2, 2, 0, 0, 0
<i>Lophocolea</i>	3	1, 0, 0, 0, 0
<i>Ptilidium</i>	2	2, 1, 0, 0, 0
<i>Marsupella</i>	-	2, 2, 0, 0, 0
<i>Frullania</i>	4	2, 1, 1, 0, 0

Von *Lophocolea* steht es so weit ab, etwa wie *Frullania*.

Lophocolea (eigenes Zentrum).

<i>Lophocolea</i>	5	5, 5, 5, 4, 4
<i>Madotheca</i>	4	4, 4, 4, 4, 2
<i>Frullania</i>	4	4, 4, 4, 4, 3
<i>Plagiochila</i>	4	4, 4, 4, 2, 2
<i>Marsupella</i>	4	4, 4, 4, 4, 4

Nach diesen Reaktionsausfällen stellen wir *Madotheca* als Seitenzweig genähert *Plagiochila* auf, der unterhalb *Frullania* herauskommt.

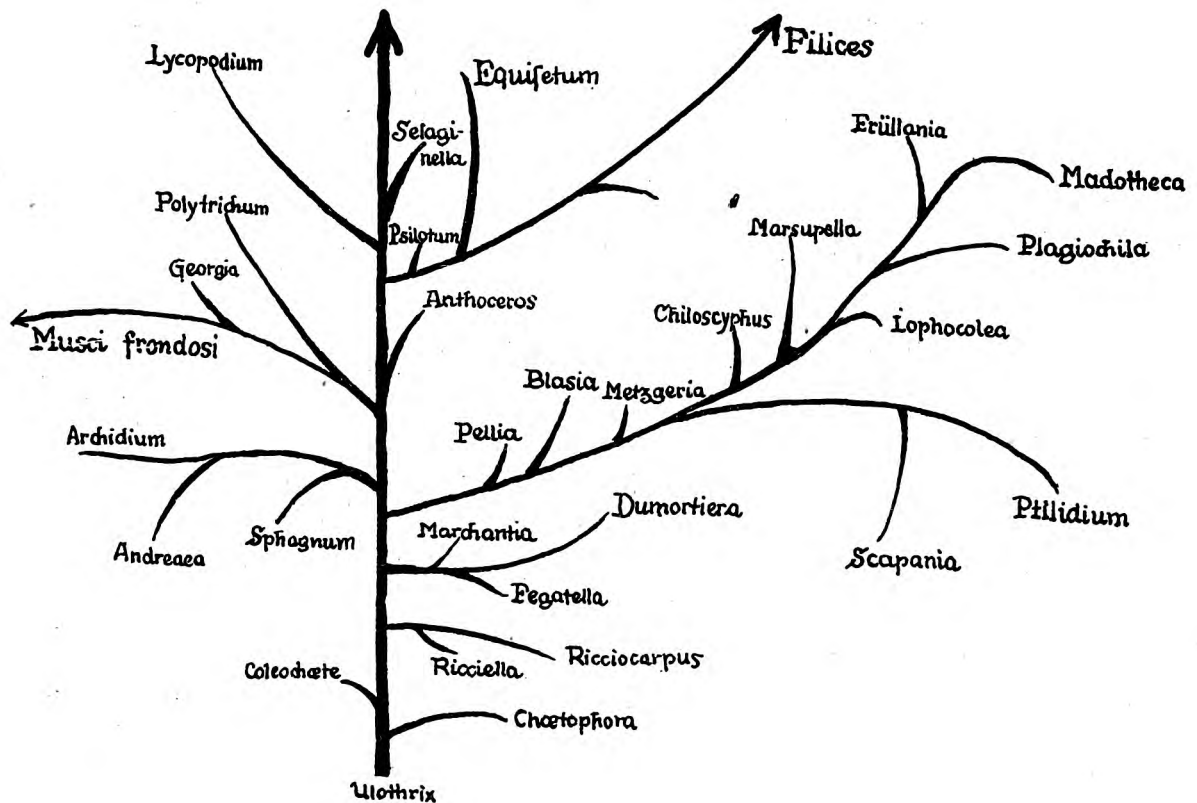


Fig. 24.

Um die Stellung von *Radula* festzulegen, diene zunächst *Ptilidium* als Zentrum. Es lassen diese Reaktionen den Schluss zu, die Stellung von *Radula* als sehr entfernt von *Ptilidium* aufzufassen.

Ptilidium (eigenes Zentrum).

<i>Ptilidium</i>	4	5, 5, 5, 4, 4
<i>Radula</i>	3	2, 2, 2, 2, 2
<i>Frullania</i>	2	5, 4, 2, 2, 0
<i>Madotheca</i>	-	4, 3, 2, 2, 1
<i>Plagiochila</i>	2	4, 3, 2, 1, 1
<i>Lophocolea</i>	2	5, 4, 3, 2, 1

Zur weiteren Untersuchung diene *Plagiochila* als Zentrum.

Plagiochila (eigenes Zentrum).

<i>Plagiochila</i>	4	6, 2, 2, 2, 0
<i>Radula</i>	2	3, 2, 0, 0, 0
<i>Frullania</i>	4	2, 1, 1, 0, 0
<i>Madotheca</i>	3	2, 1, 0, 0, 0
<i>Lophocolea</i>	3	1, 0, 0, 0, 0

Da *Radula*, *Frullania* und *Madotheca* von *Lophocolea* etwa gleich weit entfernt sind, so gelangen wir zu folgendem Bilde (Fig. 25):

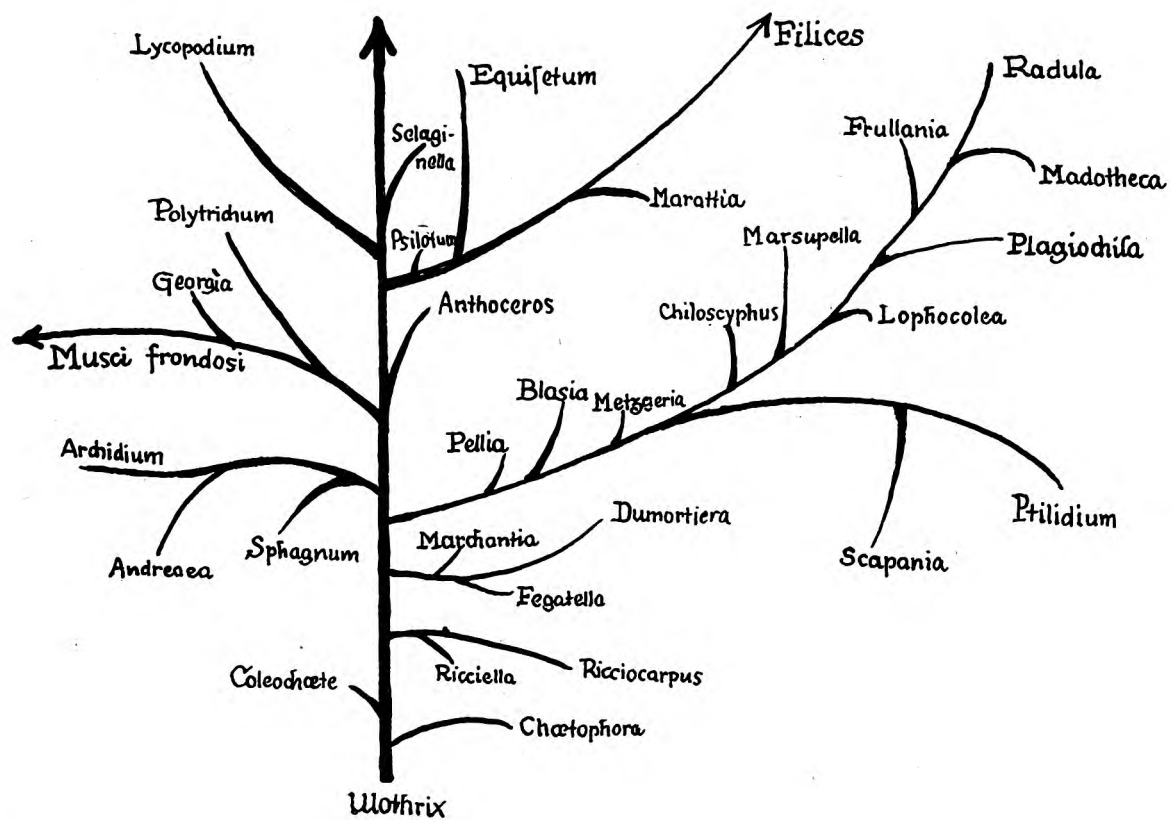


Fig: 25.

Der gesamte Jungermanniaceenstamm sei nachkontrolliert von entfernteren Zentren aus:

Marchantia (eigenes Zentrum).

<i>Marchantia</i>	7	5, 5, 5, 5
<i>Pellia</i>	4	4, 4, 4, 4
<i>Metzgeria</i>	4	4, 4, 4, 4
<i>Lophocolea</i>	3	4, 4, 4, 2
<i>Blasia</i>	3	4, 4, 4, 3
<i>Plagiochila</i>	3	4, 4, 4, 1
<i>Frullania</i>	3	4, 3, 2, 1

Picciella (eigenes Zentrum).

<i>Ricciella</i>	4	3, 3, 2, 1, 1
<i>Marchantia</i>	2	3, 3, 1, 1, 0
<i>Pellia</i>	2	2, 2, 2, 1, 0
<i>Metzgeria</i>	1	2, 2, 1, 0, 0
<i>Blasia</i>	0	2, 1, 0, 0, 0
<i>Lophocolea</i>	0	2, 1, 1, 0, 0
<i>Plagiochila</i>	0	-----

Ricciella (eigenes Zentrum).

<i>Ricciella</i>	9	5, 5, 5, 5
<i>Pellia</i>	7	3, 3, 3, 1
<i>Blasia</i>	5	3, 2, 2, 2
<i>Metzgeria</i>	5	2, 2, 3, 2
<i>Lophocolea</i>	4	3, 3, 3, 2
<i>Frullania</i>	-	3, 2, 2, 0

Polytrichum (eigenes Zentrum).

<i>Polytrichum</i>	7	5, 5, 5, 2, 2
<i>Ricciella</i>	4	5, 3, 3, 0, 0
<i>Pellia</i>	4	4, 3, 1, 0, 0
<i>Metzgeria</i>	4	3, 1, 0, 0, 0
<i>Blasia</i>	-	3, 0, 0, 0, 0

Archidium (eigenes Zentrum).

<i>Archidium</i>	4	5, 4, 4, 3, 3
<i>Blasia</i>	3	4, 4, 3, 0, 0
<i>Metzgeria</i>	2	4, 3, 0, 0, 0
<i>Lophocolea</i>	-	3, 3, 3, 2, 0
<i>Plagiochila</i>	0	3, 2, 0, 0, 0
<i>Ptilidium</i>	0	2, 0, 0, 0, 0

Ulothrix (eigenes Zentrum)

<i>Ulothrix</i>	4	5, 5, 4, 4, 4
<i>Pellia</i>	3	5, 4, 2, 0, 0
<i>Metzgeria</i>	2	3, 2, 0, 0, 0
<i>Blasia</i>	1	4, 2, 2, 0, 0
<i>Chiloscyphus</i>	1	4, 0, 0, 0, 0
<i>Scapania</i>	1	0, 0, 0, 0, 0
<i>Radula</i>	0	3, 0, 0, 0, 0
<i>Frullania</i>	0	3, 0, 0, 0, 0
<i>Ptilidium</i>	0	3, 0, 0, 0, 0
<i>Marsupella</i>	0	0, 0, 0, 0, 0
<i>Plagiochila</i>	0	0, 0, 0, 0, 0
<i>Madothesa</i>	0	0, 0, 0, 0, 0

Es bestätigen diese Reaktionen durchaus die Fig. 25.

Es ist geradezu überraschend, wie sehr der auf rein serologischem Wege gewonnene Stammbaum mit unserer Ableitung im ersten Teile, die sich auf morphologisch-anatomische Grundlagen stützte, übereinstimmt.

Die Serologie als heuristisches Prinzip hat sich auch in diesem verwinkelten Gebiete bewährt.

METHODISCHER TEIL.

Wie bereits STEINECKE (68) feststellte, erwies sich das Eiweiss der niederen Pflanzen im Gegensatz zu dem der höheren Pflanzen als recht wenig differenziert.

"Was wir bei der historischen Entwicklung des Pflanzenreichs sehen, die langsame, fast unmerkliche, allmählig Schritt vor Schritt vor sich gehende Differenzierung, die um so rascher wird, je mehr wir uns von der Basis des Stammbaums entfernen, trifft auch für die Eiweiss-Reaktionen zu. Ein hochwertiges Immuneserum umfasst nur einige Familien unter den Phanerogamen, es reicht bei den Arche-

goniaten stets von den Lebermoosen bis zu den Selaginellen, umfasst bei den Algen schon von dem Hauptverzweigungspunkt *Ulothrix* ausgehend alle Grünalgen und Lebermoose, einen Teil der Braunalgen und Rotalgen und berührt einerseits die Laubmoose und andererseits die Blaualgen."

Aus diesem Grunde musste ich bei Feststellung der Verwandtschaften innerhalb der Lebermoose hauptsächlich darauf bedacht sein, eine möglichst niedrige Immunität zu erzielen.

Bei der Untersuchung der Phanerogamen wurde zur Immunisation der Tiere regelmässig zu Pulver zermahlene Samen benutzt, aus denen das Eiweiss durch Extraktion in Lösung gebracht wurde. Die ersten Versuche einer Immunisation unter Verwendung eines Extraktes aus vegetativen Pflanzenteilen zu erzielen, gelang RAEDER (69) (*Adoxa*, *Polygala*, *Arctostaphylos*) und GUTTMANN (70) konnte die Gleichwertigkeit des Eiweisses aus grünen Pflanzenteilen und Sporenmaterial einwandfrei nachweisen. Auch STEINECKE (71) hat ausschliesslich Auszüge aus vegetativem Material zur Immunisation verwandt. Da bei meinen Untersuchungen die genügende Beschaffung von reinem Sporenmaterial unmöglich war, arbeitete ich ausschliesslich mit vegetativem Material.

Trotzdem bot sich mir in vielen Fällen die Schwierigkeit, eine hinreichende Menge Material rein zu erhalten. Ein grosser Teil meines Immunisations- und Reaktionsmaterials wurde in der nächsten Umgebung von Königsberg gesammelt. Beim Auffinden, Sammeln und Bestimmen dieses Materials wurde ich von Herrn Dr. ZIEGENSPECK in freundlicher Weise angeleitet und unterstützt. Herr Dr. STEINECKE überliess mir Algenmaterial und einige schwer rein zu sammelnde Moosarten. Andere Moose verdanke ich der Zusendung von Herrn Dr. SCHAEDE aus Dresden, der mir gelegentliche Funde zukommen liess. Zur Immunisation konnte ich ausschliesslich frisches Material verwenden, während zu Anschlussreaktionen zum Teil auch fehlende wichtige Moosarten aus Herbarien entnommen wurden.

Von grossem Nutzen für den Fortgang meiner Arbeit war die von STEINECKE (72), NEUHOF und ZIEGENSPECK (73) zuerst angewandte Methode der Einspritzung mit aufgeschwemmtem Immunisations-Material. Eine bestimmte Menge gut gepulverten und gebeutelten Materials wird nach Vorbehandlung mit weinsaurem Alkohol und Äther mit wenig physiologischer Kochsalzlösung angerieben und als Aufschwemmung den zu immunisierenden Tieren intraperitoneal eingespritzt. Es stellte sich bei Anwendung dieser Methode des Immunisierens heraus, dass so vorbehandelte Tiere zunächst schneller Anzeichen der Wirkung des artfremden Eiweisses zeigten, und dass man mit einer geringeren Menge Material eine Immunisation erzielen konnte, als es durch intraperitoneales Einspritzen mit einer Eiweisslösung möglich war, die durch Extraktion mit physiologischer Kochsalzlösung oder verdünnter NaOH-Lösung gewonnen wurde. Die Tiere zeigten zunächst schneller Anzeichen der Wirkung des artfremden Eiweisses, man musste in solchen Fällen aber mit einem grösseren Tierverlust rechnen, da anfangs leicht der Tierkörper mit einer zu grossen Menge artfremden Eiweiss überschwemmt werden konnte. Nach meinen Erfahrungen, die zu gleicher Zeit von Herrn Dr. ZIEGENSPECK bei Untersuchung der Pilze nach serologischen Methoden bestätigt wurden, begann ich später mit ganz geringen Dosen Immunisationsmaterial, steigerte diese langsam bis zu einer bestimmten Menge und nahm gewöhnlich nach der dritten Spritze die erste Probelutentnahme und zwar in der Weise, dass das Tier vor der Blutentnahme mindestens 24 Stunden ohne Nahrung gelassen wurde. Bei Innehaltung dieser Regeln zeigten sich die Schwierigkeiten zur Gewinnung eines einwandfreien Serums lange nicht in dem Masse, wie bei Ausserachtlassung derselben. Die Fütterung der Impftiere war die in unserm Institut übliche, mit Hafer und Heu.

Die Impfungen selbst begannen meist mit einer Aufschwemmung von 0,05 g gepulverten und entätherten Materials. Diese Menge wurde allmählig bis ungefähr 0,15 bzw. 0,2 g gesteigert. Geimpft wurde in Intervallen von ungefähr 4 Tagen. Bei Anwendung von grösseren Mengen als 0,1 g Pulver für die erste Spritze konnte man bei den Tieren meist die schwersten Anaphylaxie-Erscheinungen beobachten, die oft bereits 24 Stunden später den Tod zur Folge hatten. Andere Tiere starben ungefähr

acht Tage nach der ersten Spritze, wahrscheinlich, weil die zweite Impfung zu früh ausgeführt wurde. In der Regel liess ich, wenn die Tiere auf die erste Spritze sehr stark reagierten, zwischen dieser und der nächsten fünf bis sechs Tage verstreichen. In diesen Fällen konnte ich dann nach der dritten Spritze, die ich in den gewöhnlichen Zwischenräumen von vier Tagen auf die zweite folgen liess, meist bereits eine Immunität feststellen, die für meine Moos-Untersuchungen durchaus ausreichend waren.

Die Probeblutentnahme fand regelmässig vier bis fünf Tage nach der ersten Spritze statt.

Die ersten Tiere wurden mit Eiweiss-Auszügen gespritzt, die in der Weise gewonnen waren, dass das feingepulverte und gebeutelte Material nach Behandlung mit weinsaurem Alkohol und Äther 12 Stunden mit 1 % NaOH-Lösung extrahiert wurde. Nach Abzentrifugieren der Flüssigkeit wurde dieselbe neutralisiert und intraperitoneal injiziert. In dieser Weise gewann ich Immunitäten mit *Ricciella* und *Marchantia*. Mit *Marsupella* erzielte ich keine Immunität, trotzdem ich bereits nach der vierten Spritze kontrollierte und im ganzen achtzehn Spritzen injizierte (je Spritze 10 ccm einer Extraktlösung, die aus einem Gramm Substanz mit 20 ccm einprozentiger NaOH-Lösung gewonnen wurde). Das erste *Riccia*-Tier ging nach der fünften Spritze zu Grunde. (Die Extraktmenge war in all diesen Fällen die gleiche pro Spritze.) Das zweite *Riccia*-Tier zeigte nach der siebenten Spritze, nachdem ich mit geringeren Dosen die Injektion begonnen hatte, plötzlich eine hohe Immunität, trotzdem die Prüfung noch nach der fünften Spritze negativ verlaufen war.

Zwei Immunitäten erhielt ich durch Kunstsera nach der neu ausgearbeiteten Methode von MEZ und ZIEGENSPECK (74).

Sämtliche übrigen Tiere wurden nach dem oben angegebenen Verfahren (Einspritzen von aufgeschwemmtem Material) behandelt.

Ein späterer Versuch mit *Marsupella*, eine Immunität auf dieselbe Art zu erreichen, scheiterte daran, dass dieses Moos trotz feinsten Pulvers sofort beim Anreiben mit physiologischer Kochsalz-Lösung eine schwammige Masse bildete, die die Injektionsspritze verstopfte.

Das gewonnene zentrifugierte Immunserum war meist haemolytisch und hatte selten eine weisse Farbe. Ich hatte die Erfahrung gemacht, dass nach einem raschen Zentrifugieren des Blutes sofort nach der Schlachtung des Tieres die Farbe des Serums in den meisten Fällen eine hellere war, als wenn das Serum erst später abzentrifugiert wurde. Mit wenig haemolytischen Seren war die Reaktion stets befriedigender. Auf die Reaktionen selbst hat die haemolytische Eigenschaft des Serums aber keinen Einfluss, da bei Trübungen der Kontrollen - hervorgerufen durch das haemolytische Serum - die gesamten Reaktionen dieses Immunisations-Zentrums nicht ausgewertet werden konnten.

Eine Opaleszenz des Serums dürfte in den seltenen Fällen, wo sie eingetreten war, auf die Ausserachtlassung der Hungerzeit der Impftiere zurück zu führen sein. Seitdem die Heu- und Haferfütterung bei sämtlichen Versuchstieren durchgeführt wurde, ist nur in wenigen Fällen ein Gelatinieren des Serums festgestellt worden.

Für meine Untersuchungen kamen ebenso wie bei meinen Vorgängern die Methoden der Conglutination und Praecipitation nach der an unserm Institut üblichen Weise in Anwendung.

Nur habe ich in der Regel statt wie üblich für die Conglutination das Immunserum 0,08, 0,02, 0, 01, 0, 005 zu staffeln, die Staffelung etwas anders eingesetzt (0,1, 0,05, 0,025, 0,01 und 0,005). Diese Art der Staffelung gab mir ein Glas mehr zum Vergleich der Reaktionen.

Bei der Praecipitation pflegte ich die Verdünnungsskala der Antigen-Lösung in den Fällen ebenfalls enger zu legen, wenn die Immunität eine sehr niedrige war (vergleiche Protokolle).

Beide Methoden, Conglutination und Praecipitation, wurden bei sämtlichen Reaktionen neben einander angewandt. Es ist dies in jedem Falle unbedingt erforderlich, da bei zweifelhaften Entscheidungen die Gegenüberstellung beider Ergebnisse eine grössere Gewähr einer richtigen Wertung gibt.

Bei den Arbeiten mit Immunseren, die einen niedrigen Titer haben, waren stets

die Reaktions-Niederschläge von besonderer Feinheit, wodurch manchmal das Ablesen, hauptsächlich bei der Conglutination, sehr schwierig gemacht wurde. Auch STEINECKE hatte dieselbe Beobachtung bei seinen Arbeiten gemacht.

Die Resultate wurden blind abgelesen, um jede Subjektivität auszuschalten.

Beim Ansetzen der Versuche musste auf strengste Reinlichkeit gehalten werden, und jeder Reaktionsansatz, dessen Kontrolle irgend welche Trübungen zeigte, wurde ohne weiteres ausgeschaltet.

Es hatte sich bereits bei meinen Vorgängern, die mit Moosen reagiert hatten, gezeigt, dass die Extrakte der Moose, und vor allem der Lebermoose, sich nach mehrstündigem Stehen regelmässig trübten. Es brachte dieser Umstand eine grosse Unsicherheit in meine Anfangs-Untersuchungen. Es musste daher meine grösste Sorge sein, diesen Umstand zu beseitigen. Das jedesmalige Sterilisieren der Ansatzgefässe und Reagenzgläser genügte in keiner Weise. Erst, nachdem sich durch ZIEGENSPECKs und eigene Versuche ein Zusatz von Carbonsäure als durchaus unschädlich für die Reaktionen und zur Erzielung von unzweifelhaften Reaktionen am geeignetsten erwiesen hatte, gelang es mir, diese Unsicherheit in meinen Untersuchungen endgiltig auszuschalten.

In der Regel wurden die Reaktionsextrakte so gewonnen, dass 0,1 g feingepulverter Trockensubstanz des Reaktionsmaterials, nachdem es mit weinsaurem Alkohol und Äther vorbehandelt war, mit einer 0,4 - 0,5 prozentigen physiologischen Karbol Kochsalz-Lösung 6 bis 8 Stunden bei Zimmertemperatur extrahiert und dann durch ein einfaches Filter spiegelklar filtriert wurden.

Bei Innehaltung dieser Methode der Extraktbereitung gelang es, eindeutige Reaktions-Erzeugnisse zu erzielen, und nur in seltenen Fällen kam es zur Trübung der Kontrollen.

Für die Bewertung der Niederschläge bezüglich des Grades der Eiweissverwandtschaft dürfte nach unserer Meinung die Zeitspanne, innerhalb der eine Fällung auftritt, massgebender sein, als die Quantität der Ausflockung.

SYSTEMATISCHE LISTE DES MATERIALS.

(J bedeutet Immunisationsmaterial).

- | | |
|----------------------------------|----------------------------------|
| 1. <u>Rhodophyceae</u> | <i>Madrothea platyphylla</i> |
| <i>Chondrus crispus</i> | <i>Radula complanata</i> |
| 2. <u>Chlorophyceae</u> | 4. <u>Musci frondosi</u> |
| <i>Vaucheria dichotoma</i> | <i>Sphagnum acutifolium</i> |
| <i>Ulothrix zonata</i> J | <i>Andreaea petrophila</i> |
| <i>Draparnaldia glomerata</i> | <i>Archidium phascoides</i> J |
| <i>Chaetophora elegans</i> | <i>Polytrichum commune</i> J |
| 3. <u>Musci hepaticae</u> | <i>Funaria hygrometrica</i> |
| <i>Riccia fluitans</i> J | <i>Georgia pellucida</i> |
| <i>Ricciocarpus natans</i> | <i>Dicranum scoparium</i> |
| <i>Marchantia polymorpha</i> J | <i>Ceratodon purpureus</i> |
| <i>Fegatella conica</i> | <i>Hypnum splendens</i> |
| <i>Dumortiera hirsuta</i> | <i>Hylocomium triquetrum</i> |
| <i>Anthoceros punctatus</i> | <i>Cinclidotus fontinaloides</i> |
| <i>Pellia epiphylla</i> | <i>Brachythecium albicans</i> |
| <i>Blasia pusilla</i> | <i>Plagiothecium undulatum</i> |
| <i>Metzgeria furcata</i> | <i>Mnium affine</i> |
| <i>Scapania undulata</i> | <i>Thuidium tamariscinum</i> |
| <i>Ptilidium ciliare</i> J | 5. <u>Psilotales</u> |
| <i>Chiloscyphus combinatus</i> | <i>Psilotum triquetrum</i> |
| <i>Marsupella Funkii</i> | 6. <u>Lycopodiales</u> |
| <i>Lophocolea bidentata</i> J | <i>Lycopodium clavatum</i> |
| <i>Plagiochila asplenoides</i> J | <i>Selaginella Kraussiana</i> |
| <i>Frullania dilatata</i> | ----- |

7. Filicales

Marattia cicutifolia
Aneimia phyllitidis

8. Papaceraceae

Fumaria officinalis

9. Polygalaceae

Polygala senega

10. Styracaceae

Styrax officinalis.

Die vorliegende Arbeit wurde im Botanischen Institut der Universität Königsberg i.Pr. auf Anregung und unter Leitung von Herrn Prof. Dr. MEZ und Herrn Privatdozent Dr. ZIEGENSPECK ausgeführt, denen ich an dieser Stelle für ihre Unterstützung und ständige Teilnahme an meiner Arbeit meinen ergebensten Dank ausspreche.

Herrn Prof. Dr. ABROMEIT danke ich für die mir jederzeit gern gewährte Unterstützung bei Beschaffung der erforderlichen Literatur.

LITERATUR-VERZEICHNIS.

- (1) ENGLER-GILG: Syllabus der Pflanzenfamilien (1912) p.VI. - (2) GOEBEL, Organographie der Pflanzen II (1915/18) p. 547. - (3) CAMPBELL, The relationships of the Anthocerotaceae, Flora C XVIII (1925) p. 62-74. - (4) LOTSY, Vorträge über Bot. Stammesgeschichte I (1907), p.193. - (5) OLTMANNS, Morphologie und Biologie der Algen (1922), 2. ed. I, p. 322. - (6) MOEBIUS, Der Stammbaum des Pflanzenreichs in Naturwiss. Woch. Schr. N.F.VI, Nr. 26/27, p.7. - (7) CAMPBELL, l.c. p. 62/74. - (8) LOTSY, l.c. (1909) p. 50. - (9) LOTSY, l.c. (1909) p. 50. - (10) CONRADI, Das System der Farne unter Berücksichtigung der Morphologie, Entwicklungsgeschichte und Serodiagnostik dargestellt in Mez, Archiv XIV, 74 - 137. - (11) GOEBEL, l.c. I, p. 130. - (12) GOEBEL, l.c. I, p. 132. - (13) WALDNER, citiert nach LOTSY l.c. (1909), p. 66. - (14) LOTSY, l.c. (1909) p. 66. - (15) GOEBEL, l.c. II, p. 523. - (16) GAYET, Recherches sur le développement de l'Archegone chez les Muscinées, Ann. des scienc. nat. VIII Serie bot. 3 (1897). - (17) JAN-CZEWSKI, Vergl. Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte des Archegoniums, Bot. Ztg. (1872). - (18) CAMPBELL u.s.w. citiert nach Goebel, l.c. II, p. 531. - (19) CELAKOWSKI, citiert nach Goebel l.c. II, p. 531. - (20) GOEBEL, l.c. II 861. (21) LOTSY, l.c. (1909), p. 142. - (22) GOEBEL, l.c. II, p. 743. - (23) MÜLLER, Rabenhorst, Kryptogamen-Flora 2. ed. VI 1, p. 95. - (24) GOEBEL, l.c. II, p. 744. (25) GOEBEL, l.c. II, p. 752. - (26) GOEBEL, l.c. II, p. 542. - (27) GOEBEL, l.c. II, p. 542. - (28) GOEBEL, l.c. II, p. 882. - (29) MIGULA, Kryptogamen-Flora (1904), Bd.1, p.22. - (30) GOEBEL, l.c. II, p.543. - (31) GOEBEL, l.c. II, p.875. (32) GOEBEL, l.c. II, p.875. - (33) GOEBEL, l.c. II, p.874. - (34) GOEBEL, l.c. II, p.877. - (35) GOEBEL, l.c. II, p.546. - (36) GOEBEL, l.c. II, p.536. - (37) ENGLER-PRANTL, natürl. Pflanzenfamilien (1924) 10.Bd., p.130. - (38) LEITGEB, Untersuch. über d. Lebermoose, I, p.52 ff, II, p.67. - (39) GRÖNLAND, Memoires sur la germination de quelques Hepatiques, Annales des Sciences nat. 4. ser t.1. - (40) GOEBEL, l.c. II, p.768. - (41) LEITGEB, cit. nach Müller l.c., p.27. - (42) LOTSY, l.c. (1909) p.184. - (43) GOEBEL, l.c., II, p.605. - (44) GOEBEL, l.c. II, p.608. - (45) KAMERLING, Zur Biologie und Physiologie d. Marchantiaceae, Flora 84, Bd. Erg. Bd. z. Jhrg. 1897. - (46) BENEKE, Über die Keimung der Brutknospen von Lunularia cruciata, Bot. Zt. 1913. - (47) PIETSCH, Entwicklungsgeschichte des vegetativen Thallus, insb. d. Luftkammern d. Riccien, Flora 103 (1904), p.347. - (48) GOEBEL, l.c. II, p. 619. - (49) CAMPBELL, Moosses and ferns, 2 ed. p.49. - (50) GOEBEL, Pflanzenbiol. Schilderungen II, Marb. (1893) p.213. - (51) GOEBEL, l.c. II, p.723. - (52) HOLT-HAUS, in ABEL (1909): Was verstehen wir unter monophyletischer und polyphyletischer Abstammung? Verhandl. Zool. bot. Gesellsch. Wien 59 Jhrg. p.243/256. - (53) KARNY, Die Methoden der phylogenetischen Forschung in Handb. d. Biolog. Arbeitsmethode Abderhalden, Abt. IX, Teil, 3 Lief. 177 p.213. - (54) ZIEGENSPECK, Referat über Campbell D.H. The relationships of the Anthocerotaceae in Mez, Archiv, Echo. (55) GUTTMANN, Serodiagnostische Untersuchungen über die Verwandtschaftsverhältn.

der Archegoniaten in Mez, Archiv VI, 421 - 457. - (56) STEINECKE, Die Phylogenie der Algen, dargestellt nach sero diagnostischen Untersuchungen, in Mez, Archiv Bd. I, p.82-205. - (57) STEINECKE, l.c., p.124. - (58) GUTTMANN, l.c., Protokolle. - (59) STEINECKE, l.c., p.124. - (60) STEINECKE, l.c., p.124. - (61) MEZ, Anleitung zur serodiagnostischen Untersuchung für Botaniker in Mez, Archiv I, Bd., p.177 - 200. - (62) STEINECKE, l.c. Protokolle. - (63) GUTTMANN, l.c. Protokolle. - (64) CONRADI, l.c. Protokolle. - (65) CONRADI, l.c. - (66) GUTTMANN, l.c. - (67) STEINECKE, l.c., p.95. - (69) RAEDER, Serodiagnostische Untersuchungen über strittige Verwandtschafts-Verhältn. innerhalb d. Dikotylen in Mez, Archiv VII, p. 9 - 40. - (70) GUTTMANN, l.c. - (71) STEINECKE, l.c. - (72) STEINECKE, l.c. - (73) ZIEGENSPECK und NEUHOF, Serodiagnostische Untersuchungen über die Pilzreihe in Mez, Archiv XVI, ined. - (74) MEZ und ZIEGENSPECK, Zur Theorie der Sero-Diagnostik in Mez, Archiv XII, 163 - 202.

PROTOKOLLE.

Ulothrix zonata - Conglutination - Titer 1:3200.

Extrakt von:	E.	I.S.	R.S.	20'	40'	60'	90'	120'	150'
Ulothrix	1	0,1	0,4	-	+	++	++	++	++
	1	0,05	0,4	-	tr	+	++	++	++
	1	0,025	0,4	-	-	+	++	++	++
	1	0,01	0,4	-	-	+	++	++	++
	1	0,005	0,4	-	-	+	++	++	++
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Riccia fluitans	1	0,1	0,4	-	+	+	+	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	+
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	++
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Marchantia	1	0,1	0,4	-	+	+	++	++	++
	1	0,05	0,4	-	-	tr	+	+	+
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	+	+
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	+	+
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Fegatella	1	0,1	0,4	-	-	tr	+	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	tr	+	+	+
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Psilotum	1	0,1	0,4	-	tr	+	+	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	-	-	tr	tr
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-

Ulothrix zonata - Conglutination - Titer 1:3200.

Extrakt von:	E.	I.S.	Ausflockung nach:						
			R.S.	20'	40'	60'	90'	120'	150'
Anthoceros	1	0,1	0,4	-	tr	+	+	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	tr	+	+	+
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	tr	tr
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Pellia	1	0,1	0,4	-	+	+	+	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	tr	+	+	+
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	tr	tr
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Blasia	1	0,1	0,4	-	-	tr	+	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	-	-	+	+
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	tr	-
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Archidium	1	0,1	0,4	-	-	tr	+	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	-	-	tr	tr
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Andreaea	1	0,1	0,4	-	-	tr	+	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	-	-	tr	tr
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Sphagnum	1	0,1	0,4	-	-	tr	tr	++	++
	1	0,05	0,4	-	-	-	-	tr	tr
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Polytrichum	1	0,1	0,4	-	-	-	-	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	-	-	+	+
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-

Ulothrix zonata - Conglutination - Titer 1:3200.

Extrakt von:	E.	I.S.	Ausflockung nach:						
			R.S.	20'	40'	60'	90'	120'	150'
Metzgeria	1	0,1	0,4	-	-	-	tr	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	-	-	tr	tr
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Dumortiera	1	0,1	0,4	-	-	tr	+	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	-	tr	+	+
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Radula	1	0,1	0,4	-	-	-	tr	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Chiloscyphus	1	0,1	0,4	-	-	tr	+	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Ptilidium	1	0,1	0,4	-	-	-	tr	tr	tr
	1	0,05	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Frullania	1	0,1	0,4	-	-	-	tr	tr	tr
	1	0,05	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Vaucheria	1	0,1	0,4	-	tr	+	+	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	-	+	+	+
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	tr	tr
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-

Ulothrix zonata - Conglutination - Titer 1:3200.

Extrakt von:	E.	J.S.	R.S.	Ausflockung nach:					
				20'	40'	60'	90'	120'	150'
Conferva	1	0,1	0,4	+	+	+	+	+	+
	1	0,05	0,4	-	tr	+	+	+	+
	1	0,025	0,4	-	-	tr	tr	+	+
	1	0,01	0,4	-	-	-	tr	+	+
	1	0,0 5	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Chondrus	1	0,1	0,4	-	-	-	tr	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1		0,4	-	-	-	-	-	-

Negativ waren die Reaktionen mit: Styra, Marsupella, Plagiochila, Scapania, Madotheca, Mnium.

Wegen Trübung der Kontrolle waren nicht zu verwerten die Reaktionen mit Microspora.

Ulothrix zonata - Praecipitation - Titer 1:3200.

	1 : 200	1 : 400	1 : 800	1 : 1600
Ulothrix	+++	+	+	tr
Riccia fluitans	+	++	+	tr
Marchantia	+	-	+	-
Fegatella	+	+	-	-
Psilotum	tr	-	-	-
Anthoceros	+	-	tr	-
Pellia	+	tr	tr	-
Blasia	+	-	-	-
Archidium	+	tr	-	-
Andreaea	+	-	-	-
Sphagnum	tr	+	-	-
Polytrichum	tr	-	-	-
Mnium	-	-	-	-
Metzgeria	+	+	-	-
Dumortiera	+	-	-	-
Radula	-	-	-	-
Madotheca	-	-	-	-
Chiloscyphus	+	-	-	-
Scapania	tr	-	-	-
Ptilidium	-	-	-	-
Plagiochila	-	-	-	-
Frullania	-	-	-	-
Marsupella	-	-	-	-
Conferva	+	+	+	-
Chondrus	-	-	-	-
Styrrax	-	-	-	-

Wegen Trübung der Kontrolle nicht zu verwerten die Reaktionen mit Vaucheria.

Riccia fluitans - Praecipitation - Titer 1:250.

	1 : 100	1 : 150	1 : 200	1 : 400	Bei der 1. Praecip. Titer 1:400.	
					1 : 200	1 : 400
Riccia fluitans	+++	+++	+	+	++	++
Marchantia	++	+	-	-	+	?
Fegatella	+	tr	-	-	+	?
Metzgeria	+	-	-	-	+	-
Dumortiera	+	-	-	-	+	?
Ricciocarpus	tr	+	-	-	-	-
Anthoceros	++	+	-	-	++	++
Archidium	-	-	-	-	-	-
Sphagnum	-	-	-	-	-	-
Andreaea	-	-	-	-	-	-
Psilotum	Trüb.	Trüb.	Trüb.	-	-	?
Polytrichum	-	-	-	-	-	-
Marattia	-	-	-	-	Trüb.	Trüb.
Ulothrix	Trüb.	Trüb.	Trüb.	-	-	+
Chaetophora	-	-	-	-	-	-
Draparnaldia	-	-	-	-	-	-
Pellia	+	tr.	-	-	-	-
Blasia	-	-	-	-	-	-
Lophocolea	-	-	-	-	+	-
Aneimia	-	-	-	-	-	-
Plagiochila	-	-	-	-	-	-
Mnium	-	-	-	-	-	-
Styrax	-	-	-	-	-	-
Frullania	-	-	-	-	-	-
Lycopodium	-	-	-	-	-	-

Riccia fluitans - Conglutination - Titer 1 : 250.

Extrakt von:	E.	J.S.	R.S.	20'	40'	60'	90'	120'	150'
Riccia fluitans	1	0,1	0,4	-	-	-	tr	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	-	tr	+	+
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	+	++
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	+
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	+
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Marchantia	1	0,1	0,4	-	-	-	+	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	-	tr	+	+
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	+
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	+
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Fegatella	1	0,1	0,4	-	-	-	+	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	-	+	+	+
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	+	tr
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-

Riccia fluitans - Conglutination - Titer 1:250.

Extrakt von:	E.	J.S.	R.S.	20'	40'	60'	90'	120'	150'
Metzgeria	1	0,1	0,4	-	-	-	-	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	-	-	tr	+
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	tr
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Dumortiera	1	0,1	0,4	-	-	-	tr	tr	+
	1	0,05	0,4	-	-	-	-	tr	tr
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	tr
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Ricciocarpus	1	0,1	0,4	-	-	-	+	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	-	+	+	+
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	tr	+
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	+
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	+
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Anthoceros	1	0,1	0,4	-	-	-	-	tr	+
	1	0,05	0,4	-	-	-	-	+	++
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	+
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Psilotum	1	0,1	0,4	-	-	-	-	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	-	-	-	+
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	+
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Ulothrix	1	0,1	0,4	-	-	-	-	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	-	-	-	+
	1	0,025	0,4	-	-	-	tr	-	-
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	+
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Blasia	1	0,1	0,4	-	-	-	-	tr	+
	1	0,05	0,4	-	-	-	-	-	tr
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Pellia	1	0,1	0,4	-	-	-	-	tr	+
	1	0,05	0,4	-	-	-	-	tr	+
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	tr	+
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	tr
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-

Riccia fluitans - Conglutination - Titer 1:250.

Extrakt von:	E.	J.S.	R.S.	20'	40'	60'	90'	120'	150'
Lophocolea	1	0,1	0,4	-	-	-	-	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	-	-	-	tr
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	tr
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-

Negativ waren die Reaktionen mit: Archidium, Sphagnum, Andreaea, Polytrichum, Marattia, Chaetophora, Draparnaldia, Aneimia, Plagiochila, Mnium, Styrax.

Riccia fluitans - Conglutination - Titer 1:51200.

Extrakt von:	E	J.S.	R.S.	20'	40'	60'	90'	120'	150'
Polygala	1	0,08	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,02	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Riccia fluitans	1	0,08	0,4	-	+	+	+	+++	+++
	1	0,02	0,4	-	+	+	++	+++	+++
	1	0,01	0,4	-	+	++	++	+++	+++
	1	0,005	0,4	-	tr	++	+++	++	+++
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Selaginella	1	0,08	0,4	-	-	-	-	+	+
	1	0,02	0,4	-	-	-	-	tr	tr
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	tr	+
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	+
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Lycopodium	1	0,08	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,02	0,4	-	-	-	-	-	+
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	+	+
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	+
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Ulothrix	1	0,08	0,4	-	tr	+	+	tr	tr
	1	0,02	0,4	-	-	-	-	tr	+
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	tr
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Sphagnum	1	0,08	0,4	-	+	+	+	+	+
	1	0,02	0,4	-	+	+	+	+	+
	1	0,01	0,4	-	+	+	+	+	+
	1	0,005	0,4	-	+	+	+	+	+
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-

Riccia fluitans - Conglutination - Titer 1:51200.

Extrakt von:	E.	J.S.	R.S.	20'	40'	60'	90'	120'	150'
Marchantia	1	0,08	0,4	-	-	tr	tr	tr	tr
	1	0,02	0,4	-	-	tr	+	+	++
	1	0,01	0,4	-	-	-	+	+	++
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Metzgeria	1	0,08	0,4	-	-	-	-	+	+
	1	0,02	0,4	-	-	-	-	tr	+
	1	0,01	0,4	-	-	-	tr	++	+
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	tr	tr
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Pellia	1	0,08	0,4	-	-	-	+	+	+
	1	0,02	0,4	-	-	-	+	+	+
	1	0,01	0,4	-	-	-	tr	tr	tr
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	+
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Blasia	1	0,08	0,4	-	-	-	+	tr	+
	1	0,02	0,4	-	-	-	-	tr	+
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	tr	+
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	tr	+
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Lophocolea	1	0,08	0,4	-	-	-	tr	+	+
	1	0,02	0,4	-	-	-	tr	+	-
	1	0,01	0,4	-	-	-	+	tr	+
	1	0,005	0,4	-	-	-	tr	tr	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Frullania	1	0,08	0,4	-	-	-	tr	tr	tr
	1	0,02	0,4	-	-	-	-	tr	tr
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	tr	tr
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-

Negativ waren die Reaktionen mit Polygala.

Wegen Trübung der Kontrollen konnten die Reaktionen mit Pegatella, Plagiochila, Ptilidium nicht verwertet werden.

Riccia fluitans - Praecipitation - Titer 1:51200.

	1: 200	1: 400	1: 800	1: 1600	1: 3200	1: 6400	1: 12800	1: 25600	1: 51200
Riccia fluitans	+	+	+	+	+	++	++	++	+
Selaginella	+	++	+	+	+	+	+	tr	-
Ulothrix	+	++	++	++	+	+	+	+	+
Sphagnum	-	+	+++	+++	+	+	tr	-	-
Marchantia	++	++	++	+	+	tr	tr	tr	tr
Pegatella	++	++	++	+	+	tr	tr	tr	tr
Metzgeria	++	+	+	+	tr	-	-	-	-

Riccia fluitans - Præcipitation - Titer 1:51200.

	1: 200	1: 400	1: 800	1: 1600	1: 3200	1: 6400	1: 12800	1: 25600	1: 51200
Pellia	++	++	+	+	+	+	+	-	-
Blasia	++	+	++	+	+	-	-	-	-
Lophocolea	+	+	+	+	-	-	-	-	-

Wegen Trübung der Kontrollen konnten nicht die Reaktionen verwertet werden mit: Lycopodium, Ptilidium, Plagiochila.

Negativ waren die Reaktionen mit Polygala.

Marchantia polymorpha - Conglutination - Titer 1:12800.

Extrakt von:	E.	J.S.	R.S.	20'	40'	60'	90'	120'	150'
Marchantia pol.	1	0,08	0,4	-	+	++	++	++	++
	1	0,02	0,4	-	+	++	++	++	++
	1	0,01	0,4	-	+	+	+	++	++
	1	0,005	0,4	-	+	+	+	++	++
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Riccia fluitans	1	0,08	0,4	-	-	++	++	++	++
	1	0,02	0,4	-	-	++	++	++	++
	1	0,01	0,4	-	-	++	++	++	++
	1	0,005	0,4	-	-	++	++	++	++
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Anthoceros	1	0,08	0,4	-	-	++	++	++	++
	1	0,02	0,4	-	-	++	++	++	++
	1	0,01	0,4	-	-	++	++	++	++
	1	0,005	0,4	-	-	++	++	++	++
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Psilotum	1	0,08	0,4	-	-	tr	+	+	++
	1	0,02	0,4	-	-	tr	+	+	++
	1	0,01	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,005	0,4	-	-	tr	+	+	++
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Lycopodium	1	0,08	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,02	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,01	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	+
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Pellia	1	0,08	0,4	-	-	+	+	+	++
	1	0,02	0,4	-	-	+	+	+	++
	1	0,01	0,4	-	-	+	+	+	++
	1	0,005	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-

Marchantia polymorpha - Conglutination - Titer 1:12800.

Extrakt von:	E.	J.S.	R.S.	20'	40'	60'	90'	120'	150'
Blasia	1	0,08	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,02	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,01	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	+	+
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Lophocolea	1	0,08	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,02	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,01	0,4	-	-	-	tr	+	+
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Plagiochila	1	0,08	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,02	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,01	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,005	0,4	-	-	-	+	+	+
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Radula	1	0,08	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,02	0,4	-	-	-	+	+	+
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	+	+
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	tr
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Dumortiera	1	0,08	0,4	-	-	tr	+	+	+
	1	0,02	0,4	-	-	tr	tr	+	+
	1	0,01	0,4	-	-	tr	+	+	+
	1	0,005	0,4	-	-	tr	+	+	+
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Metzgeria	1	0,08	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,02	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,01	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,005	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Frullania	1	0,08	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,02	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,01	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	+
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Fegatella	1	0,08	0,4	-	+	++	++	++	++
	1	0,02	0,4	-	-	++	++	++	++
	1	0,01	0,4	-	-	++	++	++	++
	1	0,005	0,4	-	-	++	++	++	++
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Ulothrix	1	0,08	0,4	-	-	++	++	++	++
	1	0,02	0,4	-	-	++	++	++	++
	1	0,01	0,4	-	-	+	++	++	++
	1	0,005	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-

Marchantia polymorpha - Conglutination - Titer 1:12800.

Extrakt von:	E.	J.S.	R.S.	20'	40'	60'	90'	120'	150'
Sphagnum	1	0,08	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,02	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,01	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,005	0,4	-	-	-	+	+	+
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Mnium	1	0,08	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,02	0,4	-	-	-	-	+	+
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Archidium	1	0,08	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,02	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,01	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,005	0,4	-	-	-	+	+	+
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Ricciocarpus	1	0,08	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,02	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,01	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,005	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Andreaea	1	0,08	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,02	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,01	0,4	-	-	-	tr	+	+
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Polytrichum	1	0,08	0,4	-	-	tr	+	+	+
	1	0,02	0,4	-	-	tr	+	+	+
	1	0,01	0,4	-	-	tr	+	+	+
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Georgia	1	0,08	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,02	0,4	-	-	-	-	tr	+
	1	0,01	0,4	-	-	-	+	+	+
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	+
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Cinclidotus	1	0,08	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,02	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,01	0,4	-	-	-	tr	+	+
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-

Negativ waren die Reaktionen mit Polygala, Styrax
Wegen Trübung der Kontrollen unbrauchbar die Reaktionen mit Ptilidium.

Marchantia polymorpha - Praecipitation - Titer 1:12800.

	1:200	1:400	1:800	1:1600	1:3200	1:6400	1:12800
Marchantia	+	+++	+++	++	+	+	+
Riccia fluitans	+	++	++	+	+	+	-
Anthoceros	+	+	+	+	+	?	-
Fegatella	+	+	+	+	+	+	+
Archidium	-	+++	+	+	+	-	-
Sphagnum	+	++	+	++	?	-	-
Blasia	-	+	++	-	-	-	-
Pellia	-	+	++	+	-	-	-
Radula	-	+	+	-	-	-	-
Lophocolea	-	+	++	?	-	-	-
Plagiochila	-	+	+	-	-	-	-
Dumortiera	-	+	+	+	+	?	-
Lycopodium	-	+	+	-	-	-	-
Ulothrix	?	+	+	+	+	-	-
Metzgeria	+	+	++	+	-	-	-
Frullania	+	+	+	-	-	-	-
Psilotum	-	+	+	+	+	-	-
Ptilidium	-	+	+	?	-	-	-
Mnium	+	tr	-	-	-	-	-
Polygala	-	-	-	-	-	-	-
Polytrichum	+	+	+	-	-	-	-
Georgia	+	+	+	-	-	-	-
Andreaea	+	+	tr	-	-	-	-
Ricciocarpus	+	+	+	+	-	-	-
Cinclidotus	+	+	+	-	-	-	-
Styrax	-	-	-	-	-	-	-

Lophocolea bidentata - Conglutination - Titer 1:3200.

Extrakt von:	E.	J.S.	R.S.	20'	40'	60'	90'	120'	150'
Styrax	1	0,1	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,05	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Lophocolea	1	0,1	0,4	-	+	++	+++	+++	+++
	1	0,05	0,4	-	+	++	+++	+++	+++
	1	0,025	0,4	-	+	++	+++	+++	+++
	1	0,01	0,4	-	-	+	++	+++	+++
	1	0,005	0,4	-	-	+	+	++	++
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Blasia	1	0,1	0,4	-	-	+	++	++	++
	1	0,05	0,4	-	-	+	++	++	++
	1	0,025	0,4	-	-	+	+	++	++
	1	0,01	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,005	0,4	-	-	+	-	+	+
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-

Lophocolea bidentata - Conglutination - Titer 1:3200.

Extrakt von:	E.	J.S.	R.S.	20'	40'	60'	90'	120'	150'
Pellia	1	0,1	0,4	-	-	+	+	++	++
	1	0,05	0,4	-	-	tr	tr	+	++
	1	0,025	0,4	-	-	+	+	+	++
	1	0,01	0,4	-	-	+	+	++	++
	1	0,005	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Ptilidium	1	0,1	0,4	-	-	+	++	++	++
	1	0,05	0,4	-	-	-	++	++	++
	1	0,025	0,4	-	-	+	++	++	++
	1	0,01	0,4	-	-	+	+	++	++
	1	0,005	0,4	-	-	+	+	++	++
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Radula	1	0,1	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,025	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,01	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	+	+
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Plagiochila	1	0,1	0,4	-	-	+	+	+	++
	1	0,05	0,4	-	-	+	+	+	++
	1	0,025	0,4	-	-	+	+	+	++
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	+	++
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	+	+
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Metzgeria	1	0,1	0,4	-	-	+	++	++	++
	1	0,05	0,4	-	-	+	++	++	++
	1	0,025	0,4	-	-	+	+	++	++
	1	0,01	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,005	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Frullania	1	0,1	0,4	-	-	+	+	++	++
	1	0,05	0,4	-	-	+	+	++	++
	1	0,025	0,4	-	-	+	+	++	++
	1	0,01	0,4	-	-	+	+	+	++
	1	0,005	0,4	-	-	-	+	+	+
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Madotheca	1	0,1	0,4	-	-	+	+	++	++
	1	0,05	0,4	-	-	+	+	++	++
	1	0,025	0,4	-	-	+	+	+	++
	1	0,01	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	+	+
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Marsupella	1	0,1	0,4	-	-	+	+	++	++
	1	0,05	0,4	-	-	+	+	++	++
	1	0,025	0,4	-	-	+	+	+	++
	1	0,01	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,005	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-

Lophocolea bidentata - Conglutination - Titer 1:3200.

Extrakt von:	E.	J.S.	R.S.	20'	40'	60'	90'	120'	150'
Fegatella	1	0,1	0,4	-	-	+	+	+	++
	1	0,05	0,4	-	-	+	+	+	++
	1	0,025	0,4	-	-	+	+	+	++
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	+	+
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Ulothrix	1	0,1	0,4	-	-	+	+	++	++
	1	0,05	0,4	-	-	+	+	+	++
	1	0,025	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,01	0,4	-	-	-	+	+	+
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	+	+
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Sphagnum	1	0,1	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,025	0,4	-	-	-	+	+	+
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Dumortiera	1	0,1	0,4	-	-	+	+	+	++
	1	0,05	0,4	-	-	+	+	+	++
	1	0,025	0,4	-	-	+	+	+	++
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	+	++
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	+	+
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Lycopodium	1	0,1	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	-	+	+	+
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	+	+
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Georgia	1	0,1	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	tr	tr	+	+
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Scapania	1	0,1	0,4	-	-	+	++	++	++
	1	0,05	0,4	-	-	+	++	++	++
	1	0,025	0,4	-	-	+	++	++	++
	1	0,01	0,4	-	-	+	++	++	++
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-

Lophocolea bidentata - Conglutination - Titer 1:3200.

Extrakt von:	E.	J.S.	R.S.	20'	40'	60'	90'	120'	150'
Ricciocarpus	1	0,1	0,4	-	-	+	+	++	++
	1	0,05	0,4	-	-	+	+	++	++
	1	0,025	0,4	-	-	+	+	++	++
	1	0,01	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Mnium	1	0,1	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,05	0,4	-	-	+	tr	+	-
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Hylocomium	1	0,1	0,4	-	-	tr	+	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	-	+	+	+
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Andreaea	1	0,1	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-

Wegen Trübungen der Kontrollen nicht berücksichtigt Reaktionen mit: Marchantia, Riccia fluitans, Anthoceros, Psilotum, Archidium, Hypnum, Selaginella, Cinclidotus.

Lophocolea bidentata - Praecipitation - Titer 1:3200.

	1 : 200	1 : 400	1 : 800	1 : 1600	1 : 3200
Lophocolea	++	+++	+	+	+
Blasia	++	++	+	-	-
Pellia	+	+	+	-	-
Ptilidium	++	++	+	+	-
Plagiochila	++	++	+	+	-
Radula	++	++	++	+	-
Metzgeria	++	++	+	+	-
Frullania	++	++	++	+	-
Madotheca	++	++	++	+	-
Marsupella	++	++	++	+	-
Riccia	tr	tr	+	+	-
Fegatella	tr	tr	+	-	-
Anthoceros	++	++	tr	-	-
Psilotum	+	+	+	-	-
Archidium	+	?	-	-	-
Sphagnum	+	-	-	-	-
Dumortiera	+	+	+	-	-

Lophocolea bidentata - Praecipitation - Titer 1:3200.

	1 : 200	1 : 400	1 : 800	1 : 1600	1 : 3200
<i>Lycopodium</i>	+	-	-	-	-
<i>Scapania</i>	++	++	++	++	-
<i>Ricciocarpus</i>	+	+	+	-	-
<i>Styrax</i>	-	-	-	-	-
<i>Hylocomium</i>	-	-	-	-	-
<i>Hypnum</i>	-	-	-	-	-
<i>Andreaea</i>	+	-	-	-	-

Wegen Trübung der Kontrollen nicht berücksichtigt Reaktionen mit: *Ulothrix*, *Marchantia*, *Georgia*, *Cinclidotus*, *Mnium*, *Selaginella*.

Plagiochila asplenoides - Conglutination - Titer 1:500.

Extrakt von:	E.	J.S.	R.S.	20'	40'	60'	90'	120'	150'
<i>Metzgeria</i>	1	0,1	0,4	-	-	-	-	-	-
<i>Pellia</i>	1	0,05	0,4	-	-	-	-	-	-
<i>Blasia</i>	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	-
<i>Dumortiera</i>	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
<i>Scapania</i>	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
<i>Fegatella</i>	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
<i>Marchantia</i>	1	0,1	0,4	-	-	-	-	-	-
<i>Ricciocarpus</i>	1	0,05	0,4	-	-	-	-	-	-
<i>Riccia</i>	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	-
<i>Ulothrix</i>	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
<i>Psilotum</i>	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
<i>Archidium</i>	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
<i>Andreaea</i>	1	0,1	0,4	-	-	-	-	-	-
<i>Polytrichum</i>	1	0,05	0,4	-	-	-	-	-	-
<i>Anthoceros</i>	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	-
<i>Plagiochila asplen.</i>	1	0,1	0,4	tr	tr	+	+	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	-	-	+	+
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	+	+
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	+	+
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
<i>Frullania</i>	1	0,1	0,4	-	-	-	-	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	-	-	-	tr
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	tr
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
<i>Radula</i>	1	0,1	0,4	-	-	-	tr	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	-	-	+	+
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-

Plagiochila asplenoides - Conglutination - Titer 1:500

Extrakt von:	E.	J.S.	R.S.	20'	40'	60'	90'	120'	150'
Ptilidium	1	0,1	0,4	-	-	-	-	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	-	-	-	tr
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Lophocolea	1	0,1	0,4	-	-	-	-	-	+
	1	0,05	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Madotheca	1	0,1	0,4	-	-	-	-	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	-	-	-	+
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Chiloscyphus	1	0,4	0,4	-	-	-	-	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	-	-	+	+
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	+	+
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Marsupella	1	0,4	0,4	-	-	-	-	tr	+
	1	0,05	0,4	-	-	-	-	tr	+
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-

Plagiochila asplenoides - Praecipitation - Titer 1:500.

	1 : 200	1 : 300	1 : 400	1 : 500
Plagiochila	+	+	+	+
Frullania	tr	tr	+	+
Radula	+	tr	-	-
Ptilidium	tr	tr	-	-
Lophocolea	tr	+	tr	-
Madotheca	+	+	+	-
Metzgeria	+	tr	-	-
Pellia	Trübung der Kontrolle.			
Blasia	+	-	-	-
Dumortiera	tr	-	-	-
Scapania	tr	-	-	-
Chiloscyphus	+	+	+	-
Fegatella	-	-	-	-
Marchantia	-	-	-	-

Plagiochila asplenoides - Praecipitation - Titer 1:500.

		1 : 200	1 : 300	1 : 400	1 : 500
Ricciocarpus		-	-	-	-
Riccia fluitans		-	-	-	-
Ulothrix		-	-	-	-
Psilotum		-	-	-	-
Archidium		-	-	-	-
Andreaea		-	-	-	-
Polytrichum		-	-	-	-
Anthoceros		-	-	-	-
Marsupella		Trübung der Kontrolle.			
Sphagnum		-	-	-	-
Mnium		-	-	-	-
Styrax		-	-	-	-
	1:100	1:200		1:100	1:200
Riccia fluitans	+	?	Anthoceros	-	-

Ptilidium ciliare - Conglutination - Titer 1:1600.

	E	J.S.	R.S.	20'	40'	60'	90'	120'	150'
Ptilidium	1	0,1	0,4	-	+	+++	+++	+++	+++
	1	0,05	0,4	-	+	++	++	++	+++
	1	0,025	0,4	-	+	+	++	++	++
	1	0,01	0,4	-	-	+	+	++	++
	1	0,005	0,4	-	-	+	+	++	++
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Blasia	1	0,1	0,4	-	+	+	+	+	++
	1	0,05	0,4	-	+	tr	+	+	+
	1	0,025	0,4	-	-	tr	tr	+	+
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	tr	+
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Frullania	1	0,1	0,4	-	+	+	+	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	+	++	+	+
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	+	+
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	tr	+
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Scapania	1	0,1	0,4	-	+	+	+	+	+
	1	0,05	0,4	-	+	+	+	+	+
	1	0,025	0,4	-	-	-	+	+	+
	1	0,01	0,4	-	-	-	tr	+	+
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	tr	+
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Lophocolea	1	0,1	0,4	-	+	+	+	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,025	0,4	-	-	-	tr	+	+
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	+	+
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	+
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-

Ptilidium ciliare - Conglutination - Titer 1:1600.

	E.	J.S.	R.S.	20'	40'	60'	90'	120'	150'
Madotheca	1	0,1	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	-	+	+	+
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	+	+
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	tr	+
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	+
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Pellia	1	0,1	0,4	-	+	+	+	+	+
	1	0,05	0,4	-	tr	+	+	+	+
	1	0,025	0,4	-	-	-	tr	+	+
	1	0,01	0,4	-	-	-	tr	+	+
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Plagiochila	1	0,1	0,4	-	-	tr	+	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	-	+	+	+
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	+	+
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	+
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	+
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Sphagnum	1	0,1	0,4	-	-	-	tr	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	-	-	tr	tr
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Riccia fluitans	1	0,1	0,4	-	-	-	+	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	-	+	+	+
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	tr
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	+
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Fegatella	1	0,1	0,4	-	-	-	+	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	-	-	+	+
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	tr
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Radula	1	0,1	0,4	-	-	-	-	+	++
	1	0,05	0,4	-	-	-	-	+	++
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	+	++
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	+	++
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	tr	+
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-

Philidium ciliare - Conglutination - Titer 1:1600.

Extrakt von:	E.	J.S.	R.S.	20'	40'	60'	90'	120'	150'
Marchantia polym.	1	0,1	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	-	+	+	+
	1	0,025	0,4	-	-	-	+	+	+
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	tr	++
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	tr
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Andreaea	1	0,1	0,4	-	-	-	-	-	+
	1	0,05	0,4	-	-	-	-	-	tr
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Marsupella	1	0,1	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	-	+	+	+
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	+
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Styrax	1	0,1	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,05	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Ulothrix	1	0,1	0,4	-	-	tr	+	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	-	tr	+	+
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	tr	tr
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Psilotum	1	0,1	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,05	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Polytrichum	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,05	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Chiloscyphus	1	0,01	0,4	-	+	+	+	+	+
	1	0,05	0,4	-	+	+	+	+	+
	1	0,025	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,01	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,005	0,4	-	-	-	+	+	+
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-

Ptilidium ciliare - Praecipitation - Titer 1:1600.

	1 : 200	1 : 400	1 : 800	1 : 1600
Ptilidium	+	+	+	+
Blasia	+	+	+	-
Frullania	+	+	-	-
Scapania	+	+	+	-
Lophocolea	+	+	-	-
Pellia	+	+	-	-
Plagiochila	+	+	-	-
Sphagnum	-	tr	-	-
Riccia	+	+	-	-
Fegatella	+	-	-	-
Radula	+	+	+	-
Marchantia	+	+	+	-
Andreaea	+	-	-	-
Marsupella	+	+	tr	-
Styrax	-	-	-	-
Ulothrix	+	-	-	-
Psilotum	-	-	-	-
Polytrichum	-	-	-	-
Chiloscyphus	-	+	+	-

Trübung der Kontrolle zeigte Madottheca.

Archidium phascoides - Conglutination - Titer 1:1600.

Extrakt von:	E.	J.S.	R.S.	20'	40'	60'	90'	120'	150'
Archidium	1	0,1	0,4	-	tr	+	+	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,025	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,01	0,4	-	-	-	+	+	+
	1	0,005	0,4	-	-	-	+	tr	tr
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Andreaea	1	0,1	0,4	-	tr	+	+	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	tr	tr
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	+
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Sphagnum	1	0,1	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,025	0,4	-	-	-	tr	+	+
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Polytrichum	1	0,1	0,4	-	-	tr	+	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	-	tr	+	+
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-

Archidium phascoides - Conglutination - Titer 1:1600.

Extrakt von:	E.	J.S.	R.S.	20'	40'	60'	90'	120'	150'
Ceratodon	1	0,1	0,4	-	-	tr	+	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Hypnum	1	0,1	0,4	-	-	-	tr	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Brachythecium	1	0,1	0,4	-	-	-	tr	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	-	-	tr	tr
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Georgia	1	0,1	0,4	-	-	-	-	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Mnium	1	0,1	0,4	-	-	-	-	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Psilotum	1	0,1	0,4	-	-	tr	+	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	-	tr	tr	tr
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Riccia fluitans	1	0,1	0,4	-	+	+	+	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	-	+	+	+
	1	0,025	0,4	-	-	-	tr	tr	tr
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Marchantia	1	0,1	0,4	-	+	+	+	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	tr	+	+	+
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	tr	tr
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	+	+
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	tr	tr
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-

Archidium phascoides - Conglutination - Titer 1:1600.

Extrakt von:	E.	J.S.	R.S.	20'	40'	60'	90'	120'	150'
Dumortiera	1	0,1	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	tr	+	+	+
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	tr	tr
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Metzgeria	1	0,1	0,4	-	-	tr	tr	tr	tr
	1	0,05	0,4	-	-	-	+	+	+
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Blasia	1	0,1	0,4	-	-	+	+	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	tr	+	+	+
	1	0,025	0,4	-	-	-	tr	tr	tr
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Lophocolea	1	0,1	0,4	-	-	-	+	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	-	tr	+	+
	1	0,025	0,4	-	-	-	tr	tr	tr
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	tr	tr
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Anthoceros	1	0,1	0,4	-	+	++	++	+++	+++
	1	0,05	0,4	-	-	-	+	+	+
	1	0,025	0,4	-	-	-	+	tr	tr
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Ulothrix	1	0,1	0,4	-	+	+	+++	+++	+++
	1	0,05	0,4	-	-	tr	+	++	++
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Ptilidium	1	0,1	0,4	-	-	-	-	tr	tr
	1	0,05	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Plagiochila	1	0,1	0,4	-	-	-	tr	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	-	-	+	+
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-

Archidium phascoides - Conglutination - Titer 1:1600.

Extrakt von:	E.	J.S.	R.S.	20'	40'	60'	90'	120'	150'
Styrax	1	0,1	0,4	-	-	-	-	-	-
Dicranum	1	0,05	0,4	-	-	-	-	-	-
Hylocomium	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	-
Thuidium	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-

Archidium phascoides - Präcipitation - Titer 1:1600.

	1 : 200	1 : 400	1 : 800	1 : 1600
Archidium	+	+	+	+
Andreaea	++	++	+	-
Sphagnum	+	+	+	+
Polytrichum	+	+	-	-
Ceratodon	+	tr	-	-
Hypnum	+	-	-	-
Dicranum	-	-	-	-
Brachythecium	+	tr	-	-
Hylocomium	-	-	-	-
Georgia	tr	-	-	-
Mnium	-	-	-	-
Thuidium	-	-	-	-
Psilotum	tr	+	+	-
Riccia fluitans	+	++	+	tr
Marchantia	+	+	+	tr
Dumortiera	+	+	+	-
Metzgeria	+	+	-	-
Blasia	+	+	+	-
Anthoceros	+	+	+	tr
Ulothrix	+	+	+	-
Ptilidium	-	-	-	-
Plagiochila	-	-	-	-
Styrax	-	-	-	-

Wegen Trübung der Kontrollen nicht zu verwerten waren die Reaktionen mit *Lo-phocolea*.

Polytrichum commune - Conglutination - Titer 1:1800.

Extrakt von:	E.	J.S.	R.S.	20'	40'	60'	90'	120'	150'
Fumaria offic.	1	0,1	0,4	-	-	-	-	-	-
Styrax	1	0,05	0,4	-	-	-	-	-	-
Thuidium	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Polytrichum	1	0,1	0,4	-	tr	tr	+	+	+
	1	0,05	0,4	-	tr	tr	+	+	+
	1	0,025	0,4	-	+	+	+	+	++
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	tr	+
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	tr	+
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-

Polytrichum commune - Conglutination - Titer 1:800.

Extrakt von:	E.	J.S.	R.S.	20'	40'	60'	90'	120'	150'
Archidium	1	0,1	0,4	-	tr	+	+	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	+	++	+	+
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	+	+
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	tr	tr
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Andreaea	1	0,1	0,4	-	+	+	+	+	++
	1	0,05	0,4	-	-	-	+	+	tr
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	+	tr
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Sphagnum	1	0,1	0,4	-	tr	+	+	++	++
	1	0,05	0,4	-	-	-	-	-	tr
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Hypnum	1	0,1	0,4	-	+	+	+	+++	+++
	1	0,05	0,4	-	-	-	-	-	tr
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Mnium	1	0,1	0,4	-	-	-	+	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Riccia fluit.	1	0,1	0,4	-	+	+	+	++	++
	1	0,05	0,4	-	-	-	tr	+	+
	1	0,025	0,4	-	-	-	tr	+++	+++
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Georgia	1	0,1	0,4	-	-	-	tr	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Dicranum	1	0,1	0,4	-	-	-	tr	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-

Polytrichum commune - Conglutination - Titer 1:800.

Extrakt von:	E.	J.S.	R.S.	20'	40'	60'	90'	120'	150'
Plagiothecium	1	0,1	0,4	-	tr	tr	+	++	++
	1	0,05	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Brachythecium	1	0,1	0,4	-	tr	tr	+	++	++
	1	0,05	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Hylacomium	1	0,1	0,4	-	-	-	tr	tr	tr
	1	0,05	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Ceratodon	1	0,1	0,4	-	+	+	+	++	++
	1	0,05	0,4	-	+	+	+	tr	+
	1	0,025	0,4	-	-	-	+	+	+
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Anthoceros	1	0,1	0,4	-	tr	tr	tr	++	++
	1	0,05	0,4	-	-	-	tr	-	+
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	tr
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Marchantia	1	0,1	0,4	-	tr	+	+	+++	+++
	1	0,05	0,4	-	-	-	+	++	++
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	tr	tr
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Ricciocarpus	1	0,1	0,4	-	-	-	tr	+	+
	1	0,05	0,4	-	-	-	-	+	+
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Fegatella	1	0,1	0,4	-	-	+	+	++	++
	1	0,05	0,4	-	-	-	+	+	+
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	+	+
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	+	+
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	tr
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-

Polytrichum commune - Conglutination - Titer 1:800.

Extrakt von:	E.	J.S.	R.S.	20'	40'	60'	90'	120'	150'
Metzgeria	1	0,1	0,4	-	-	-	tr	tr	++
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	tr
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Dumortiera	1	0,1	0,4	-	-	-	+	+	+
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	tr	+
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Pellia	1	0,1	0,4	-	-	tr	+	+	+
	1	0,005	0,4	-	-	-	tr	tr	+
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	+
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Blasia	1	0,1	0,4	-	-	-	?	tr	tr
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-
Ulothrix	1	0,1	0,4	-	-	tr	tr	+	+
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	tr	tr
	1	0,025	0,4	-	-	-	-	-	tr
	1	0,01	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	0,005	0,4	-	-	-	-	-	-
	1	-	0,4	-	-	-	-	-	-

Wegen Trübung der Kontrollen unbrauchbar: Lophocolea, die Reaktionen mit: Psilotum, Funaria hygrometrica.

Polytrichum commune - Praecipitation - Titer 1:800.

	1:100	1:150	1:200	1:300	1:400	1:600	1:800
Polytrichum	+++	+++	+++	+	+	+	+
Archidium	+++	+++	+++	+	-	-	-
Andreaea	+++	++	+	+	-	-	-
Sphagnum	+++	+++	+	+	-	-	-
Hypnum	+++	+++	tr	+	-	-	-
Thuidium	+++	++	?	-	-	-	-
Mnium	+++	++	++	-	-	-	-
Riccia	+++	++	++	++	-	-	-

Polytrichum commune - Praecipitation - Titer 1:800.

	1:100	1:150	1:200	1:300	1:400	1:600	1:800
Georgia	+++	+	+	tr	tr	-	-
Dicranum	+++	++	+	-	-	-	-
Plagiothecium	+++	++	+	-	-	-	-
Brachythecium	+++	++	+	-	-	-	-
Hylocomium	++	++	++	-	-	-	-
Ceratodon	+++	++	++	-	-	-	+
Anthoceros	+++	+++	+++	tr	+	-	-
Psilotum	-	+	-	-	-	-	-
Marchantia	+++	+++	+++	+	tr	-	-
Ricciocarpus	++	+	+	+	-	-	-
Metzgeria	++	+++	+	tr	-	-	-
Fumaria officinalis	-	-	-	-	-	-	-
Styrax	-	-	-	-	-	-	-

Wegen Trübung der Kontrolle unbrauchbar Reaktionen mit: Funaria hygrometrica, Ulothrix, Lophocolea, Pellia, Blasia, Plagiochila, Dumortiera, Fegatella.

Die Phylogenie der Parietales.

Von KURT REUTER (Königsberg Pr.).

EINLEITUNG.

Da die bisherige sero-diagnostische Bearbeitung der *Parietales* von PREUSS (1) nur sehr summarisch war, wurde mir die Aufgabe gestellt, diesen Kreis in möglichst weitem Ausmasse von Neuem zu behandeln. Zu dieser bearbeitung trug erstens in hohem Masse die Übersendung von Material aus den Tropen bei, welches mit Unterstützung der Notgemeinschaft der Buitenzorger Botanische Garten in dankenswertester Weise uns zur Verfügung stellte. Zweitens sollten auf Grund der neu herausgekommenen Bearbeitung der *Parietales* in den "Natürlichen Pflanzenfamilien" in der Darstellung von GILG (2) und seinen Mitarbeitern alle serologischen Ergebnisse so gut als möglich morphologisch gestützt werden. Zu diesem letzten Schritte bewog uns vornehmlich die von morphologischer Seite aufgestellte Behauptung, unsere Resultate stimmten mit der Morphologie nicht überein.

Ich will versuchen, zunächst eine Vorstellung von der Gliederung der *Parietales* auf Grund rein morphologischer Befunde zu bilden, bevor ich an die Auswertung meiner serologisch gewonnenen Resultate herangehe.