

## Die Sporenverschiedenheit der Musci.

Von P. GREGUSS (Budapest).

In den natürlichen Pflanzensystemen haben die Sporen einen phylogenetischen und systematischen Wert. Die Namen Isosporen, Homosporen, Anisosporen und Heterosporen drücken diese Verschiedenheit aus. Zwischen den Botanikern ist aber im Gebrauch dieser Namen noch kein völliger Einklang. Am auffälligsten kommt diese Sporenverschiedenheit binnen der Pteridophyten so vor, dass man auf Grund der Sporenverschiedenheit systematische Einheiten aufstellt. Man unterschied bisher bei den Moosen keine solche Verschiedenheit, obwohl bei diesen teils morphologisch und physiologisch zwei- bzw. dreierlei Sporen zu unterscheiden sind. Ich lenkte die Aufmerksamkeit schon in meiner Abhandlung<sup>1)</sup> vom Jahre 1918 auf diese Erscheinung, und die Grundidee meiner Entwicklungstheorie stützt sich gerade auf die physiologische Verschiedenheit der Sporen resp. Samen.

Innerhalb der *Musci* unterschied ich schon damals dreierlei Sporen, und die Existenz der Iso- und Homosporen betonte ich ausdrücklich, während ich die der dritten Art für wahrscheinlich hielt.

Die neuesten morphologischen und physiologischen Ergebnisse - welche meine damalige Ansicht unterstützten - bestärken mich noch mehr in meiner Ansicht. Die grössten Handbücher, so z.B. WETTSTEIN, LOTSY, ENGLER, SCHENK, WARBURG, FILARSKY etc. beschäftigen sich mit der obigen Sporenverschiedenheit der *Musci* nicht und geben nur einerlei Sporen an. Zwei neuere ungarische Handbücher (TURSON, SZABO) stellen aber schon zwischen Iso- und Homosporen einen physiologischen Unterschied auf.

Aber in der neuesten Literatur begegnete ich schon mehreren Mitteilungen, welche meine damalige Auffassung rechtfertigen. So beschäftigt sich z.B. SCHELLENBERG<sup>2)</sup> in einer grösseren Abhandlung mit der Verteilung der Geschlechtsorgane der Moose und kommt in Bezug auf die Sporen bzw. Gametophyten fast auf dasselbe Resultat, als ich vor drei Jahren.

Auch eine derartige grössere ungarische Abhandlung<sup>3)</sup> kommt auf dasselbe Resultat, welches ich schon im Jahre 1917 ausserte. FILARSKY schreibt: Bei den Bryophyten gibt es laut Separationsteilung-Theorie nicht einerlei, sondern zweierlei Sporen: Isosporen und Homosporen, ja einige Moosarten scheinen sogar Anisosporen zu reifen. Die Isosporen sind den monoecischen Arten eigen, die Homosporen für die dioecischen Arten charakteristisch, etc.

Bei den Moosen hielt ich damals (1917) solche Fortpflanzungsorgane für Isosporen, aus welchen sich nur eine physiologisch selbständige, beide Geschlechtsorgane tragende Generation (x) entwickelt, d.h. bei denen nur auf gewissen Zellen der einen Generation (x) die Geschlechtsdifferenzierung auftritt. Das Protonema ist also monoecisch. Hingegen sind die Homosporen solche gleichförmige und gleichgrosse Fortpflanzungszellen, bei welchen sich aus einer Art entweder nur männliche oder nur weibliche Generationen (x), Prothallien entwickeln, welche die gleiche Anzahl von Sporen-Chromosomen enthalten. In solchen Sporen ist nur im latenten Zustand die Neigung der geschlechtlichen Differenzierung vorhanden, welche aber bei Heterosporie (Anisosporie) morphologisch schon an den Sporen zum Ausdruck kommt. Die Prothallien (Protonemen) sind also dioecisch.

1) P. GREGUSS, Ein Gedanke zur polyphyletischen Entwicklung der Pflanzenwelt (Beihete zum Bot. Centralbl. Bd. XXXVI, 1918).

2) G. SCHELLENBERG, Über die Verteilung der Geschlechtsorgane bei den Bryophyten (Beihete 2. Bot. Centrbl. XXXVII, 1920, p. 115.)

3) N. FILARSKY, Die Theorie und Rolle der Separations-Kernteilung in der Entwicklungsgeeschichte und Systemierung der Pflanzen (Math. 6s Term. tud. Ertesítő XXXVIII. köt 1921.)

Diese Unterscheidung der Bryosporen steht mit neuester Chromosomen-Theorie im völligstem Einklang. Nach diesen Theorien sind die Träger der Vererbungsfähigkeiten, d.h. die Chromosomen ein und derselben Zelle nicht immer gleichwertig, weil eine Tochterzelle manchmal um Eins mehr, oder weniger Chromosomen als die andere, oder, wenn die Zahl übereinstimmt, so ist ihr Wert verschieden. Diese Verschiedenwertigkeit der Chromosomen bestimmt schon beinahe vorherein das Geschlecht der Nachkömmlinge, weil sie in den Keimzellen schon vor der Vereinigung einen geschlechtlichen Charakter haben, und das Geschlecht der Nachkömmlinge ist immer durch jene Keimzelle determiniert, aus welcher Art zwei vorhanden sind.

Diese experimentelle Feststellung führte auch zu der Annahme der Hetero- oder Idiochromosomen. Die sogenannten Heterochromosomen können auf verschiedene Art entstehen, deren Erörterung aber hier keinen Platz finden kann. Ich hebe nur das Wichtigste hervor und versuche diese theoretischen Ergebnisse auf die bei den *Musci* vorkommenden Sporen-Verhältnisse anzuwenden. Dies kann ich aber nur dann tun, wenn mir die jetzigen Verhältnisse bei den Moosen klar sind. Diesbezüglich untersuchte ich die *Musci* und kam zu dem schon vorgeahnten Resultat, dass die Verschiedenheit der Bryosporen eine positive innere Ursache habe. Ich tat nichts anders, als dass ich bei den jetzt lebenden *Musci* diese gehahten Verhältnisse numerisch feststellte.

Solche statische Tabelle hat auch LIMPRICHT 1) zusammengestellt, um zu entscheiden, ob die Geschlechtsorgane der Moose auf einem oder zwei verschiedenen Individuen erscheinen. LIMPRICHT hat ca. 1000 Arten untersucht und kam zu dem Resultat, dass 54 % der Individuen dioecisch, dagegen 46 % monoecial war. Mit der Sporenverschiedenheit beschäftigt er sich aber nicht.

Ich untersuchte sämtliche Individuen der *Bryales* und das Ergebnis ist aus der unten stehenden Tabelle ersichtlich.

=====

### Bryales.

Genus = 613 (100 %)				mit Species 13226 (100 %)			
monoecisch				dioecisch			
Genus	%	Species	%	Genus	%	Species	%
262	42	6487	49	351	58	6739	51

### Nur

monoecisch				dioecisch				gemischt			
Genus	%	Species	%	Genus	%	Species	%	Genus	%	Species	%
114	24	1466	19	242	52	3226	24	110	24	8652	57

### Bryales.

Acrocarpi				Pleurocarpi			
Genus	%	Species	%	Genus	%	Species	%
295	48	8345	63	318	52	4881	37
monoecisch				monoecisch			
Genus	%	Species	%	Genus	%	Species	%
145	49	3918	47	150	51	4427	53
dioecisch				dioecisch			
Genus	%	Species	%	Genus	%	Species	%
117	38	2569	52	201	62	2312	48

1) JANZEN, Die Blüten der Laubmose (Hedwigia 1921, p. 170).

## Bryales cont. (Acrocarpi).

monoecisch			dioecisch			gemischt					
Genus	%	Species	%	Genus	%	Species	%	Genus	%	Species	%
47	23	712	9	89	44	1901	23	63	33	5732	68

## Bryales cont. (Pleurocarpi).

monoecisch			dioecisch			gemischt					
Genus	%	Species	%	Genus	%	Species	%	Genus	%	Species	%
67	25	754	15	153	57	1325	27	47	18	2920	58

Ich habe diese Zusammenstellung erstens deswegen gemacht, weil ich zu Gunsten meiner damaligen Auffassung einen numerischen Beweis bringen, d.h. numerisch belegen wollte, dass es kein Zufall ist, wenn unter den Moosen monoecische oder dioecische Gametophyten vorkommen; zweitens wollte ich auf jene Gesetzmässigkeit hinweisen, deren Ursache nur die Verschiedenheit der Bryosporen sein kann.

Nachdem die monoecischen und dioecischen Moose in erster Linie physiologisch unterschieden sind, folgt logisch daraus, dass es auch bei den Anfangszellen, d.h. Bryosporen mindestens zwei mit verschiedenen Eigenschaften ausgestattete Arten gibt.

Die physiologische Verschiedenheit der Mooslager steht mit der Chromosomen-Theorie im vollsten Einklang. Aus der Bryo-Isospore entwickelt sich nur ein einziges Protonema bzw. ein Mooslager. Dieses monoecische Moospflänzchen entwickelt aber zweierlei Geschlechtsorgane, nämlich die Archegonien und Antheridien. Wenn es so ist, so müssen wir annehmen, dass diese zweierlei Geschlechts-Charaktere schon vorher in den Isosporen vorhanden waren.

Nach den Chromosomen-Theorien interpretieren wir diese Erscheinung so, dass in den morphologisch ganz gleichwertigen Sporen männliche und weibliche Chromosomen gemischt vorkommen, weil aus bivalenten Sporen sich bivalente Lager bzw. Pflänzchen entwickeln. Der geschlechtliche Charakter kommt nur bei der Bildung der Antheridien und Archegonien zum Vorschein, wenn das Archegonium nur weibliche, das Antheridium nur männliche Zellen entwickelt.

Der Geschlechtscharakter in den Chromosomen der Bryosporen ist nur in latentem Zustand und tritt erst bei der späteren Entwicklung an gewissen Zellen der Moospflänzchen zum Vorschein. Die aus der Befruchtung entstandene diploide Seta ist also hermaphroditisch, und bei der Reduktionsteilung richten sich die Chromosomen so, dass die entstandenen Isosporen beiderlei Chromosomen in gleicher Zahl und gemischt enthalten.

Aus der obigen Zusammenstellung ist ersichtlich, dass die Genera der Bryales in 42 % und die Arten in 49 % im Zustande der Isosporie sind.

Einen Schritt geht die geschlechtliche Differenzierung der haploiden Generationen in den Homosporen bzw. den aus ihnen entstehenden dioecischen Lagern weiter. Aus einer der Homosporen entwickelt sich nur ein Antheridien tragendes, also männliches Pflänzchen, während aus der anderen nur ein weibliches Lager wird. In diesem Falle ist die geschlechtliche Differenzierung auf den ganzen haploiden Entwicklungsstadien bemerkbar, was nur so erklärlich ist, dass in einer Spore nur männliche, in der anderen nur weibliche Chromosomen sind, oder dass diese mindestens dominieren. Die geschlechtliche Differenzierung des haploiden Entwicklungs-

Stadiums ist also in der Homosporie ganz verwirklicht. Zwar sind die einzelnen Sporen morphologisch nicht unterscheidbar, doch müssen wir annehmen, dass der geschlechtliche Charakter in latentem Zustand und physiologisch unbedingt drin ist, weil die sich aus ihnen entwickelnden Lager nicht nur physiologisch, sondern auch morphologisch sich unterscheiden. Als Beispiel sei hier nur die *Buxbaumia* und *Dawsonia* erwähnt. *Buxbaumia* ist ein typisches dioecisches Moos und hat ein ziemlich grosses und gut entwickeltes Sporangium. Die sehr kleinen Sporen sind morphologisch, aber nicht physiologisch ähnlich, weil aus ihnen entweder nur männliche oder nur weibliche Lager, bzw. zweigestaltige Pflänzchen entstehen. Ähnliches finden wir auch bei der australischen 1/2 m hohen *Dawsonia* (Fig. 12).

Aber nicht nur diese zwei Moose sind im Homosporien-Zustand, weil auch diejenigen dioecischen Pflanzen Homosporen haben, deren Sporen morphologisch gleich sind. In der neuesten Literatur deutet man schon auf diese Verschiedenheit der Bryosporen hin, und die Versuche bestätigen obige Annahme auch; man gebraucht blos diese Benennung nicht. So hat z.B. SCHWEIZER<sup>1)</sup> von *Splachnum sphäricum* folgendes festgestellt: Die Einzelpore ist streng unisexuell, ebenso der Gametophyt; bei der Reduktionsteilung findet eine genotypische Geschlechtsdifferenzierung statt.... *Spl. sphäricum* ist streng dioecisch. In keiner einzigen meiner haploiden Kulturen ist in einem männlichen Rasen eine weibliche Blütenstaude beobachtet worden oder umgekehrt in einem weiblichen Rasen männliche Blütenstaude. SCHELLENBERG und die Franzosen MARSCHAL, E. et M., gelangen zu demselben Resultat. Obige Forscher bestätigen, dass bei einigen Moosarten der dioecische Zustand der Pflänzchen sehr streng bestimmt ist, was mit der Homosporie ganz identisch oder gleichwertig ist. Die Versuchsarten waren *Ceratodon purpureus*, *Barbula unguiculata*, *B. fallax*, *Bryum argenteum*, *Br. caespititium*, *Br. capillare*, *Entium hornum* etc. etc.

Bei den aus Homosporen entwickelten Moospflänzchen finden wir nicht nur bei den Geschlechtsorganen, sondern auch an den ganz entwickelten Pflänzchen einen geschlechtlichen Dimorphismus. Solcher Dimorphismus kommt z.B. bei *Buxbaumia*, *Spiridens*, *Pleurophascum*, *Lembophyllum*, *Eriogynus* und noch an mehreren Arten vor. Bei diesen Arten sind die männlichen Pflänzchen etwas schlanker oder, wenn sie kleiner sind, so weicht der ganze Habitus auffallend von den weiblichen Exemplaren ab.

Wenn also die Existenz der Homosporen auch durch Versuche numerisch bestätigt wird, so muss man hier eine tiefgreifende Ursache annehmen, welche im interessantesten und wichtigsten Teil der Zelle, nämlich im Zellkern, zu suchen ist.

Die Homospore ist tatsächlich mit den neuesten Chromosomen-Theorien im vollsten Einklang, welche Tatsache ich folgendermassen erkläre: Wenn aus einer der gleichförmigen Sporen entweder nur ein männliches oder nur ein weibliches Pflänzchen (Thallus, Prothallium) entsteht, so bedeutet dies, dass ein Thallus entweder nur das männliche oder nur das weibliche Pflänzchen bestimmende Chromosomen enthält. Ein Pflänzchen entwickelt also nur Eizellen, das andere dagegen nur Spermatozoiden. Die aus der Befruchtung entstehende diploide Generation (Seta) enthält also gemischt sowohl weibliche wie auch männliche Chromosomen, d.h. die diploide Generation ist geschlechtlich noch nicht getrennt, und diese Trennung geht erst bei der Reduktionsteilung in der Weise vor sich, dass in eine Spore nur die männlichen, in die andere dagegen nur weibliche Chromosomen gelangen. Sind die Chromosomen der sich vereinigenden Geschlechtszellen gleichwertig, so entstehen auch bei der Reduktionsteilung ganz gleichwertige, aber verschiedenartige Sporen, d.h. Homosporen. Im Zustand der Homosporie befinden sich die Genera der *Bryales* in 58 %, welche Erscheinung auch bedeuten kann, dass die *Bryales* sich überwiegend im Zustand der Homosporie und nicht in dem der Isosporie befindet, wie man das im allgemeinen annimmt.

Man kann annehmen, dass die geschlechtliche Differenzierung der Sporen schon in der Anisosporie nicht nur physiologisch, sondern auch morphologisch so weitgehend festgelegt ist, dass sich in derselben Kapsel zweierlei Sporen-Arten entwic-

1) SCHWEIZER, Polyploidie und Geschlechtsverteilung bei *Splachnum sphäricum*. (Linn. Fil.) *Soarts. Flora* 1923, N.F. 16, 1 - 17.

keeln und aus der einen Art nur weibliche, aus der anderen nur männliche Pflänzchen entstehen. Diese morphologische Verschiedenheit der Sporen steht mit der Chromosomen-Theorie in vollstem Einklang. Bei der Befruchtung entwickelt sich nämlich eine solche hermaphroditische diploide Generation (Seta), deren jede Zelle so männliche wie weibliche Chromosomen enthält. Bei der Reduktionsteilung trennen sich die zweierlei Chromosomen geschlechtlich nicht scharf von einander, sondern jede Spore enthält beiderlei so gemischt, dass in einer Zelle die Anzahl der männlichen, in der anderen aber die der weiblichen Chromosomen überwiegt.

Da es sich hier um die geschlechtliche Determination der Sporen handelt, so scheint es sehr wahrscheinlich, dass bei dieser Bestimmung auch die sogenannte Heterochromosomie eine Rolle spielt und das Geschlecht der werdenden Sporen schon von vorneherein bestimmt.

Dieses wichtige Eingreifen der Heterochromosomen bei der Bestimmung des Geschlechts wird im Tierreich durch Experimente mehrfach bestätigt; bei den Moosen wurden aber derartige Experimente noch nicht unternommen. In diesem Falle handelt es sich nicht um den Entstehungsprozess der verschiedenen Sporen, sondern vielmehr darum, ob bei den Moosen überhaupt solche, auch morphologisch verschiedene, Anisosporen existieren, aus denen sich nur ein männlicher resp. weiblicher Thallus entwickelt. Diese Frage ist bei den Moosen zu bejahen.

Ich habe womöglich alle in der Literatur gefundenen und beobachteten diesbezüglichen Daten zusammengestellt, welche bezeugen, dass die Anisosporen hauptsächlich und fast ausschliesslich unter den dioecischen Moosen vorkommen, was übrigens aus der Theorie logisch folgt. Diese literarischen Angaben habe ich nicht nur benutzt, sondern unterzog sie auch einer Kritik, und nach den Untersuchungen, die ich mit den Moossporen durchführte, konnte ich feststellen, dass diese dritte Sporenart, nämlich die Anisospore, bei den Moosen tatsächlich vorkommt und dort eine Entwicklungsstufe repräsentiert.

Solche wichtige Genera mit Anisosporen sind folgende:

*Mesotus*: dioecisch, Sporen dimorph. Kommt nur in zwei Arten vor und ist in Australien und Neu-Zeland verbreitet.

*Cinclidium*: dioecisch. Sporen bei derselben Art ungleich gross, 0 045 - 0 064, die kleineren nur 0 020 mm.

*Cleistostomae*: dioecisch. Sporen sehr gross, zweigestaltig, kreisrund rostfarben, 0 045 - 0 050 papillös und stumpf kegelig oder eckig dunkelgrün, 0 15 - 0 175 (Neapel, Anam, Birma).

*Fontinalis antipyretica*: dioecisch. Sporen oft in derselben Kapsel ungleich gross. Sporen 0 016 - 0 020 mm, auch 0 025 - 0 030 gelblich grün oder bräunlich, fein papillös (Fig. 2).

*Antitrichia curtipeduncula*: dioecisch. Sporen 0 016 - 0 022 mm dunkelbraun, wäzig, oder 0 020 - 0 035 olivenfarbig punktiert (Fig. 3).

*Endotrichella elegans*: dioecisch. Sporen in derselben Kapsel sehr ungleich, 0 010 - 0 030, monadenartig, fein papillös (Neuguinea, Borneo) (Fig. 4).

*Lepirodon*: dioecisch. Sporen 0 015 - 0 020 gelblich braun oder bräunlich, fein papillös, selten nur 0 010 mm grün, glatt (Australien, Chile).

*Grevillea*: dioecisch. Sporen in derselben Kapsel sehr ungleich 0 010-0 030 mm fein papillös monadenartig (Sumatra, Java).

*Jaegerina*: dioecisch. Sporen 0 015 - 0 030, auch 0 040 - 0 045 rostfarben papillös (Madagascar).

*Milleriobryum*: dioecisch. Sporen in derselben Kapsel sehr gross, 0 040 bis 0 050 mm, und klein 0 010 - 0 015, braun, fein papillös (Australien, eine Art).

*Pterobryopsis cochlearifolia*: dioecisch (Mexico, Fig. 5).

*Pilotrichella flexilis*: dioecisch. Sporen klein, 0 012 - 0 015 mm bis sehr gross 0 040 - 0 050 mm (Mirador).

*Werneribryum geluense Herzog*: Sporae valde inaequales, plurimae magnae 0 08 x 0 065 mm immo, 0 120 x 0 050 ovoideae vel irregulariter pyramidato-oblongae, chlorophyllosae, laeviusculae, sporodermide crassa, hyalina, minutissime punctulata (Neuguinea).

*Macromitrium micropoma*: dioecisch. Sporen gelbbraun, fein punktiert, durchsichtig, ungleich gross,  $15 - 35 \mu$ , die grösseren oft ellipsoidisch (Java).

*M. Blumei*: Sporen kugelig, hellbräunlich, auf der Oberfläche etwas runzelig, ungleich gross (Fig. 6).

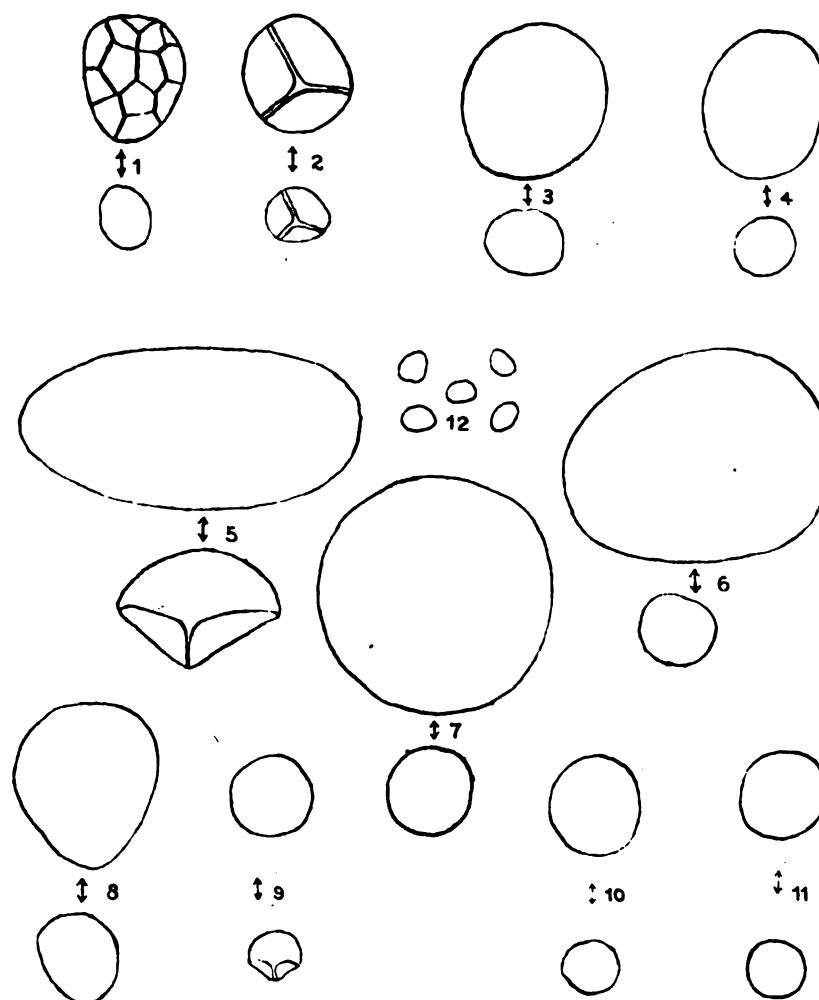
*M. Miquelianum*: dioecisch. Einige keimende Sporen bereits in der entdeckelten Kapsel und zahlreiche in den Falten der Blätter gefunden.

*Schlotheimia Grevilleana*: dioecisch. Sporen unregelmässig rundlich und verschieden gross, rostfarben, papillös, meist  $12 - 20 \mu$  und  $30 - 45 \mu$  gross. Zwischengrössen seltener.

*Phyllogonium viride*: dioecisch. Sporen sehr ungleich (Fig. 7).

Ausser diesen Arten gibt es aber noch mehrere Genera, deren Beobachtung das Vorkommen der Anisosporen bestätigt.

Aus den obigen Daten kann man unbedingt feststellen, dass diese Arten mit Anisosporen alle dioecisch sind, was aus der Theorie fast natürlich folgt, weiter,



#### Verschiedene Anisosporen.

Fig. 1. *Sematophyllum piliferum*. Fig. 2. *Fontinalis antipyretica*. Fig. 3. *Antitrichia curtipendula*. Fig. 4. *Endotrichella elegans*. Fig. 5. *Pterobryopsis cochlearifolia*. Fig. 6. *Macromitrium Blumei*. Fig. 7. *Phyllogonium viride*. Fig. 8. *Pilotrichella cochlearifolia*. Fig. 9. *Brachymenium Borgesianum*. Fig. 10. *Daltonia crispata*. Fig. 11. *Papillaria cameruniae*. Fig. 12. Homospore von *Dawsonia superba* (Reichert, Obj. 5 und Ocular 5).

dass den einzelnen Genera nur sehr wenige besondere Arten angehören, welche fast ausschliesslich in Australien und in der nächsten Umgebung dieses Weltteils verbreitet sind. Dass unsere *Fontinalis* auch dioecisch ist, kann man aus dem Umstand schliessen, dass dieses Moos im Wasser lebt, wo die Befruchtung durch den dioecischen Zustand mehr gesichert ist. Dieses Moos hat sich also wahrscheinlich dem Wasserleben angepasst.

Da die meisten Übergangsarten des Tier- und Pflanzenreichs hauptsächlich in Australien vorkommen (Lemuria!) entsteht bezüglich der obigen, sehr wenigen anisosporigen Moosarten jene Frage, ob diese nicht auch als solche etwaige Übergangsarten aufzufassen sind, als Repräsentanten der Stufen der progressiven Entwicklung.

Eine andere besondere Eigenschaft der Moose mit Anisosporen ist jene, dass einige von ihnen sogenannte Zwergmännchen haben, welche auf den weiblichen Pflänzchen nisten. Über die Entstehung der Zwergmännchen ist man noch nicht einig. Einige behaupten, dass einzelne Zellen der Laubblätter zu wuchern beginnen und weiterhin Rhizoiden entwickeln, woraus ein Zwergmännchen als ein kleiner Trieb entsteht. Nach meiner Ansicht scheint diese Behauptung nicht wahrscheinlich. Als wahrscheinlich erscheint FLEISCHERS Ansicht - welche mit der Zellentheorie auch mehr vereinbar ist - nach welcher einige Sporen auf die Blätter fallen, dort auskeimen und ein Protonema entwickeln, aus dem das Antheridien erzeugende Zwergmännchen entstehen, (z.B. *Macromitrium Blumei*). Es gelang FLEISCHER experimentell festzustellen, dass die Zwergmännchen immer aus Macrosporen, während aus den beträchtlich kleineren Microsporen immer weibliche Prothallien entstanden. Hier begegnen wir einer der Heterosporie der Pteridophyten sehr ähnlichen Erscheinung, sodass etliche Verfasser bei dem *Macromitrium Blumei* auch von einer Heterosporie reden, was nach meiner Ansicht falsch ist, da die Macro- und Microsporen der Pteridophyten immer in zwei verschiedenen Sporangien entstehen. Dies ist aber bei dem *Macromitrium Blumei* nicht der Fall, da dort die beiden Geschlechter determinierenden Sporen sich in demselben Sporangium entwickeln. Der Unterschied zwischen Aniso- und Heterosporen besteht nur in dieser Eigenschaft; übrigens sind sie wahrscheinlich so morphologisch wie auch physiologisch gleich.

Bei meinen Untersuchungen fand ich bei den *Musci* überhaupt keine solche echte Heterospore. Hingegen war es mir aber auffallend, dass bei einigen Arten auch solche Sporangien vorkamen, in denen die beiderlei Sporen sich nicht in gleicher Anzahl befanden, sondern in einigen Kapseln überwogen die Macro- in anderen die Microsporen. So habe ich z.B. bei *Brachimonium Barbae-montis* (in Mexico verbreitet) auf demselben Individuum nicht nur Micro- und Macroskopien gefunden, sondern auch zweierlei Kapseln von verschiedener Grösse. Ähnliches ist auch bei der oben erwähnten *Macromitrium Blumei* und *Fontinalis antipyretica* zu finden.

Bei *Fontinalis* untersuchte ich 39 Kapseln, um die Größenverhältnisse festzustellen. Der Länge nach betrugen die zwei extremen 4.72 - bzw. 2.65 mm, der Breite nach 1.65 bzw. 0.92.

Ich will aus diesen Beobachtungen keinen weitgehenden Schluss ziehen, es ist aber sehr interessant, dass bei den *Musci* mit Anisosporen Kapseln von verschiedener Grösse vorkommen, in denen die verschieden grossen Sporen nicht immer in gleicher Anzahl vorhanden sind.

In Bezug auf die Sporenverschiedenheit der *Musci* entsteht auch eine sehr interessante Frage. Die systematischen Handbücher teilen die *Bryales* in zwei grosse Unterordnungen nach der Stellung der Archegonien bzw. der Kapsel, und zwar *Acrocarpi* und *Pleurocarpi*. Es handelt sich darum, ob diese Teilung nur eine künstliche ist oder aber, ob sie einen entwicklungs-geschichtlichen Grund hat. Wenn wir die obige Tabelle mehr ins Auge fassen, so sieht man, dass zwischen dem numerischen Verhältnis der *Acrocarpi* und *Pleurocarpi* keine wesentliche Verschiebung wahrzunehmen ist, weil unter den 613 Genera *Acrocarpi* 295 (49 %) und *Pleurocarpi* 318 (51 %) sind. Bei der Anzahl der Arten ist die Abweichung aber schon grösser, da zu den *Acrocarpi* 8345 (63 %), hingegen zu den *Pleurocarpi* 4881 (37 %) Arten gehören. Bei den *Bryales* sind 262 (42 %) Genera mit 6487 (48 %) Arten (in verschiedenen Variationen monoecisch, dagegen 351 (58 %) Genera mit 6739 (52 %) Arten dioecisch.

Aus dieser Angabe ist ersichtlich, dass die Mehrheit der *Bryales* dioecisch ist; sie haben also vorwiegend Homosporen. Da bei obigen Unterklassen innerhalb einiger Genera sowohl monoecische wie auch dioecische Arten vorkommen, sind diese - um Klarheit zu schaffen - von jenen Genera zu unterscheiden, bei denen entweder die Monoecie oder die Dioecie schon beständig wurde.

Dieser Vergleich ist noch von grösserem Interesse. Zwischen den Genera der *Acrocarpi* sind 47 Genera (23 %) mit 712 (9 %) Arten streng monoecisch, 89 Genera (44 %) mit 1901 (23 %) Arten streng dioecisch; gemischte Genera sind 63 (33 %) mit 5732 (68 %) Arten.

Bei den *Pleurocarpi* ist die Lage folgende: Streng monoecisch sind 67 (25 %) Genera mit 754 (15 %) Arten, streng dioecisch 153 (57 %) Genera mit 1325 (27 %) Arten, gemischt sind aber 47 (18 %) Genera mit 2920 (58 %) Arten.

Wenn wir jetzt sämtliche Genera und Arten der *Bryales* zusammenfassen, so erhellt sich daraus, dass bei den *Bryales* 114 (24 %) streng monoecische Genera mit 1466 (19 %) Arten, 242 streng monoecische Genera mit 1466 (19 %) Arten, 242 streng dioecische Genera (52 %) mit 3226 (24 %) Arten und schliesslich 110 (24 %) gemischte Genera mit 8652 (57 %) Arten vertreten sind.

Da bei den *Bryales* die streng dioecischen Genera 52 %, die ihnen angeschorenden Arten aber nur 24 % betragen, kann man den interessanten Schluss ziehen, dass unter den *Musci* der dioecische Zustand mehr verbreitet ist, was mit jener experimentell festgestellten Tatsache auch zusammenhangt, dass die Nachkommen der dioecischen Arten mehr lebensfähig sind. Diesbezüglich behauptet der Bryologe HEDWIG, dass die Befruchtung bei den hermaphroditischen Arten ganz gewöhnlich ist, seltener bei den monoecischen und noch seltener bei den dioecischen Arten. Hingegen stammen die meisten keimungsfähigen Sporen von den dioecischen Arten, d.h. für die Erhaltung der Moosarten scheint der dioecische Zustand weit entsprechender und zu dem amphibischen Leben vorteilhafter zu sein.

Um das Resultat kurz zu fassen, kann man folgende Aussage machen: Da die *Musci* in so hohem Prozent (52 %) dioecisch sind, so kann man von ihnen nicht behaupten, dass sie nur einerlei, d.h. Isosporen, haben.

Zuletzt wollen wir noch jene Frage anschneiden, wie die *Acrocarpi* und *Pleurocarpi* sich zu einander verhalten. Bei den *Pleurocarpi* kommen verhältnismässig mehr dioecische Genera (62 %) vor, als bei den *Acrocarpi* (51 %), dagegen ist die Anzahl der dioecischen Arten bei den *Acrocarpi* eine grössere (bei den *Acrocarpi* 53 %, bei den *Pleurocarpi* 48 %). Die *Pleurocarpi* haben also verhältnismässig mehr dioecische Genera und weniger dioecische Arten; bei den *Acrocarpi* ist es aber gerade umgekehrt.

Anders steht die Sache mit der Monoecie. Hier ist die Sachlage die umgekehrte. Bei den *Acrocarpi* sind die monoecischen Genera in 49 %, bei den *Pleurocarpi* nur in 38 %, dagegen die monoecischen Arten bei den *Acrocarpi* nur in 47 %, bei den *Pleurocarpi* aber in 52 % vertreten. Die *Acrocarpi* haben in 49 % Genera mit Isosporen; bei den *Pleurocarpi* sinkt deren Anzahl auf 38 %, dagegen beträgt die Anzahl der Genera mit Homosporen bei den *Acrocarpi* 51 %, welche bei den *Pleurocarpi* auf 62 % steigt. Diese Tatsache scheint zu bewiesen, dass bei den *Pleurocarpi* die auch entwicklungs-geschichtlich höherstehende Homosporie dominiert. Wenn also die Homosporie (Dioecie) eine entwicklungs-geschichtlich höhere Stufe bedeutet als die Isosporie (Monoecie), und weil dieser Zustand bei den *Pleurocarpi* in grösseren Prozenten vorhanden ist als bei den *Acrocarpi*, so müssen wir annehmen, dass die *Pleurocarpi* sich in einem phylogenetisch höher entwickelten Zustande befinden als die *Acrocarpi*.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Botanisches Archiv. Zeitschrift für die gesamte Botanik](#)

Jahr/Year: 1925

Band/Volume: [12](#)

Autor(en)/Author(s): Greguss Pál

Artikel/Article: [Die Sporenverschiedenheit der Musci 473-480](#)