

Das Leben der Moose.

Geschildert am

Widerthonmoos (*Polytrichum commune*).

Von

Prof. Dr. Franz Ritter v. Höhnel.

Vortrag, gehalten den 30. November 1887.

Mit fünf Abbildungen im Texte.

Wenn wir, von den höheren Pflanzen ausgehend, in der Reihe der vegetabilischen Organismen abwärts steigen, so gelangen wir durch die Farnkräuter, Schachtelhalme und Bärlappe zu einer kleinen und bescheidenen Gruppe von Formen, die durch ihre einfache Lebensweise und die damit verbundene Allgegenwart ebenso auffallen als durch ihre Zierlichkeit und Lieblichkeit. Wer in der That an einem schönen Frühlingstage offenen Auges und mit Sinn und Verständnis für die Größe und Schönheit der Natur auch im Kleinen begabt, im feuchten Walde alle die Herrlichkeiten der Moosdecke zu bewundern Gelegenheit gehabt hat, und noch mehr, wer mit bewaffnetem Auge auch alle die inneren Schönheiten der Moose kennen gelernt hat, der wird es begreifen, wieso das Studium der Moose allein das ganze Leben nicht weniger bedeutender Männer ausgefüllt hat, und der wird auch die Begeisterung derselben für die so reizende Mooswelt zu würdigen verstehen. Dem Forscherfleiß namentlich einer Reihe deutscher Botaniker verdanken wir nun eine so genaue und ausführliche Kenntnis der Moose, dass kaum eine zweite Gruppe von Organismen existiert, die so genau und erschöpfend erkannt ist.



Es ist daher der Naturforscher in der Lage, von den Moosen ein vollendetes Bild zu entwerfen, und ist nunmehr auch das angesammelte Material von Forschungsergebnissen ein so großes, dass nur ein winzig kleiner Theil desselben in den Rahmen eines kurzen Vortrages eingepasst werden kann.

Es kann daher auch nicht meine Absicht sein, in diesem Vortrage eine möglichst allgemeine Darstellung von der Mooswelt zu bieten — denn eine solche würde nicht nur zu weit führen, sondern auch weniger verständlich sein als die Schilderung des Baues und Lebens charakteristischer Repräsentanten derselben.

Ein solches typisches Moos ist das sogenannte Widerthonmoos (*Polytrichum*). Die Polytrichaceen oder Widerthonmoose gehören zu den größten und schönsten unserer Moose. Sie erreichen manchmal eine Höhe bis zu 20 *cm* und erscheinen daher schon aus diesem

Fig. 1. *Polytrichum commune* L.

Rechts eine männliche Pflanze; in der Mitte eine weibliche Pflanze mit Kapsel, welche von der Haube bedeckt ist. Bei der Pflanze links ist die Haube bereits abgefallen. (Nach Lürssen.)

Grunde als besonders zur näheren Betrachtung geeignet. Gewöhnlich bilden sie lockere Rasen. Sieht man einige solcher Rasen, wie sie sich z. B. auch im Wienerwalde massenhaft finden, besonders an feuchten, schattigen Waldrändern, näher an, so erkennt man alsbald, dass sie zweierlei Art sind. Bald findet man Rasen, deren Stämmchen an der Spitze einen borstenähnlichen Stiel besitzen, der eine Kapsel trägt, die von einer haarigen Haube bedeckt ist, und bald wieder andere, welche an der Spitze schalen- oder schüsselförmig verbreitert sind und daselbst nie eine Kapsel tragen. Ferner bemerkt man, dass die Stämmchen anscheinend einfach und unverzweigt sind. Sieht man aber näher zu, so findet man, dass diese Einfachheit nur scheinbar ist, indem häufig zwei und mehrere Stämmchen an der Basis zusammenhängen, also durch Verzweigung aus einem hervorgegangen sind. Es sind daher unsere Moosstämmchen häufig verzweigt, die Zweigbildung findet aber in unserem Falle fast nur an der Basis statt. Befreit man nun ein Moospflänzchen sorgfältig von Erde, so bemerkt man ohneweiters, dass der Stamm kein unteres natürliches Ende besitzt, sondern im Gegentheile daselbst abgestorben, vermorscht, humificiert ist. An der Spitze wächst das Moosstämmchen fortwährend weiter, während es an der Basis abstirbt. Daraus ist zu ersehen, dass das Moosstämmchen ein ausdauerndes Pflänzchen darstellt. Es ist auch klar, dass auf diese Weise eine Moospflanze ein sehr hohes Alter erreichen kann. Dasjenige, was jeweilig

sichtbar ist, ist freilich nur ein paar Monate oder Jahre alt, aber die Pflanze als Ganzes kann tausende von Jahren alt sein. Es liegt kein Grund vor gegen die Annahme, dass wenigstens einzelne Moosstämmchen, z. B. in Torfmooren, schon viele tausende von Jahren fortwachsen, ja vielleicht schon hunderttausende von Jahren. In diesem Sinne würden die Moose zu den ältesten Organismen der Erdoberfläche gehören. Man darf dabei nicht vergessen, dass ja auch bei anderen alten Organismen, z. B. großen Bäumen, dasjenige von ihnen, was man von außen sieht, z. B. die Rinde, die Äste, Blätter und Blüten, nicht alt ist. Die Rinde wird von innen auch neu nachgebildet und von außen abgerieben, so dass ihre äußeren Partien meist nur ein paar Jahre alt sind. Nur das innerste Holz, das aber häufig herausfällt, ist von dicken Stämmen wirklich alt, alles andere ist mehr oder weniger jünger. Es erscheint daher durchaus logisch, die ausdauernden Moose als unter Umständen sehr alt werdende Pflanzen zu bezeichnen. In der That kann man in solchen Fällen, wo die unteren absterbenden Theile von Moosen durch einen Überzug von Kalk gleichsam versteinert werden, wie dies z. B. bei jenen der Fall ist, welche beim sogenannten Wasserfalle von Terni am Velino wachsen, sehen, dass die Moose hundert und mehr Meter hoch werden, wozu jedenfalls große Zeiträume gehören. In diesen versteinerten Moospolstern von Terni sind ganze Steinbrüche angelegt, in denen man ganz deutlich einzelne Moosstämmchen viele Meter weit hinauf verfolgen

kann. Dieses fortwährende Absterben der Moosstämmchen von unten her bringt aber auch eine andere Tatsache mit sich. Da sich nämlich die Stämmchen verzweigen, so werden fort und fort durch das Vermodern der Abzweigungsstellen die Seitenzweige von der Mutterpflanze getrennt und auf diese Weise selbständig. Es findet also auf diese Weise auch zugleich eine vegetative Vermehrung der Moose statt. Diese Vermehrung hat dabei die Eigenthümlichkeit, dass die Tochterpflanzen nichts anderes als frühere fertige Zweige der Mutterpflanze sind, die sich meist in nichts, jedenfalls in nichts Wesentlichem von letzterer unterscheiden. Sie werden daher der Mutterpflanze in allen wesentlichen Eigenschaften gleichen, und es ist klar, dass auf diese Weise oft ein ganzer Rasen, aus hunderten von getrennten Pflänzchen bestehend, eigentlich eine einzige Pflanze darstellt. In der That kann man oft noch die abgestorbenen Partien, z. B. im Moortorfe, weit nach abwärts verfolgen und auf diese Weise den ursprünglichen Zusammenhang aller Einzelindividuen des Moospolsters constatieren.

Betrachtet man nun das lebende Moosstämmchen etwas näher, so sieht man, dass dasselbe mehr oder weniger stielrund ist, an der Spitze mit einer lockeren Knospe endigt, und dass es seiner ganzen Länge nach mit linealen, scharf spitzen Blättern bedeckt ist. Im ganzen sieht es also dem Stengel einer monokotylen Samenpflanze, z. B. einer nicht blühenden Lilie gleich. In der That gehören die Laubmoose zu jenen niedri-

geren, gefäßlosen Pflanzen, welche in ihrer äußeren Form die höheren Pflanzen am deutlichsten nachahmen. Indessen ist diese Ähnlichkeit nur eine äußerliche, denn schon eine flüchtige mikroskopische Untersuchung lehrt uns, dass die Moose außerordentlich einfach gebaut sind, während z. B. die Lilie eine sehr complizierte Anatomie aufweist. Während nämlich die letztere aus einer ganzen Reihe von wesentlich von einander verschiedenen Zellen, ferner Fasern, Gefäßen, Siebröhren und Krystalschläuchen etc. besteht, zeigt unser Moos nur Zellen, die sich allerdings nicht alle gleichen, sich aber zu weitergehenden Umwandlungen, z. B. in Gefäße oder echte Bastfasern, nicht aufschwingen. So zeigt schon ein flüchtiger Blick ins Mikroskop die einfache und niedrige Organisation der Moose. Es sind Zellenpflanzen im Gegensatze zu den Gefäßpflanzen.

Trotz dieser Einfachheit besitzt aber das Moosstämmchen einige wunderbare Anpassungen, welche uns zeigen, dass selbst die einfachsten Pflanzen nach den unwandelbaren Gesetzen der Mechanik und Physik gebaut sind.

Betrachtet man nämlich den Querschnitt eines Moosstämmchens unter dem Mikroskope (etwa bei 300—400facher Vergrößerung), so sieht man, dass die Zellen, welche dasselbe zusammensetzen, theils dünnwandige, theils dickwandige sind. Die Annahme, dass die dickwandigen Zellen wohl dazu da sind, dem Moosstämmchen eine gewisse Festigkeit zu verleihen, ist

naheliegend. Die Pflanzen in der freien Natur müssen eine gewisse Festigkeit und Zähigkeit besitzen, nicht nur, damit sie ihre aufrechte oder sonstige Stellung erhalten können, sondern auch, damit sie all den zerstörenden Einflüssen, die in so vielfältiger Gestalt auftreten, widerstehen können. Wie oft fegt nicht der Sturmwind über die moosbedeckte Heide oder fällt nicht dichter Hagel auf unsere zarten Organismen. Wie würde da unser Widerthonmoos nicht alsbald geknickt und getödtet werden, wenn es nicht durch seine merkwürdige Organisation dagegen geschützt wäre!

Würde nämlich der Moosstamm bloß aus dünnwandigen und kurzen Zellen zusammengesetzt sein, so würde er sehr leicht geknickt oder gebrochen werden können. Dies ist aber nicht der Fall; die Zellelemente, welche den Moosstamm zusammensetzen, sind alle faserartig langgestreckt und außerdem ist ein großer Theil derselben dickwandig. Nun fällt aber noch etwas auf. Man sieht nämlich, wie alle dickwandigen Faserzellen sich am äußeren Umfange des Querschnittes finden, während die Mitte nur aus dünnwandigen Elementen besteht. Diese Anordnung hat ihre Ursache offenbar in mechanischen Principien. Es lehrt nämlich die Mechanik, dass die Biegungsfestigkeit z. B. einer Säule eine um so größere ist, je weiter die eigentlich festigenden Theile in dem Querschnitte des zu biegenden Objectes auseinandergerückt sind. Daraus geht hervor, dass, wenn zwei Säulen oder Träger aus dem gleichen Material auch gleich hoch und gleich schwer sind, sie

doch nicht gleich biegungsfest sein werden. Es wird offenbar jene eine größere Last tragen können, welche einen größeren Querschnitt besitzt. Deshalb macht man z. B. gusseiserne Säulen hohl, um den Querschnitt zu vergrößern, wodurch die festigenden Theile auseinandergerückt werden. Dieses wichtige mechanische Princip, welches der Ingenieur fortwährend anwendet, ist nun bei unserem Moosstämmchen aufs schönste verwirklicht. Ein denkender Ingenieur hätte dasselbe aus dem gleichen Materiale nicht biegungsfester herstellen können.

Dabei darf aber auch das nebensächliche Moment nicht vergessen werden, dass es auch aus anderen Gründen für jede Pflanze von Vortheil ist, wenn die festen, derben Theile derselben nach außen gerückt sind und so eine schützende Decke für die inneren zarten und weichen bilden, welche sonst auch den Angriffen der Thierwelt mehr exponiert wären.

Es taucht nun die Frage auf: Ja sind denn die Fasern im Moosstämmchen so fest, dass sie den mechanischen Anforderungen entsprechen, welche man ihnen zuerkennt? Die Antwort lautet auf Grund von eingehenden Untersuchungen bejahend. Die Untersuchungen zeigen uns, dass die Festigkeit der Moosstämmchenfasern eine sehr hohe ist, wenn sie auch nicht so groß ist wie z. B. jene vom Flachs, Hanf etc. Wenn man die Festigkeit von Fasern feststellt, so geht man hiebei meist in der Weise vor, dass man dieselben irgendwo aufhängt und dann am unteren Ende Gewichte anbringt,

welche man allmählich vermehrt, bis ein Zerreißen der Faser eintritt. Ist die Faser doppelt so dick, so wird auch das zweifache Gewicht nöthig sein, woraus hervorgeht, dass sich eine bestimmte Gewichtsangabe stets nur auf einen bestimmten Querschnitt beziehen kann. Gewöhnlich berechnet man derartige Festigkeitsversuche mit Fasern so, dass man ermittelt, wieviel Kilogramm Belastung nothwendig sind, um ein Fasernbündel zu zerreißen, das an der Risstelle einen festen Querschnitt von 1 *qmm* besitzt. Man nennt die Kilogrammzahl pro 1 *qmm* festen Querschnitt (im Momente und an der Stelle des Reißens) den Festigkeitsmodul der Faser. Eisendraht hat einen Festigkeitsmodul von 20—30 *kg*, die Fasern der höheren Pflanzen einen solchen von 16—25 *kg*, die Moosfasern von 7—11.5 *kg*.

Wenn man nun bedenkt, dass die Moose nur kleine Organismen sind, an deren Festigkeit noch lange nicht jene großen Ansprüche gestellt werden wie bei den hohen mono- und dikotyledonen Pflanzen, so muss die constatirte Festigkeit ihrer Fasern als eine sehr bedeutende bezeichnet werden.

Gehen wir nun weiter und betrachten wir uns die Blätter des Widerthonmooses etwas näher. Zunächst bemerken wir, dass jedes Blatt aus zwei Theilen, nämlich einer dem Stengel angeschmiegtten Scheide und einer flachen Spreite besteht. Ferner erkennt man, dass die Blätter nicht regellos am Stamme vertheilt sind, sondern ganz regelmäßig, so zwar, dass die Distanz

der Blätter voneinander eine vollständig geregelte ist. Verbindet man die Blattbasen der aufeinander folgenden Blätter mit einer Linie, so sieht man, dass diese Linie eine ganz regelmäßige Spirale darstellt, welche um den Stamm herumläuft. Auf dieser Linie sind die Blätter annähernd gleichmäßig vertheilt. Daraus ergibt sich ohneweiters, dass sich die Anordnung der Blätter mathematisch feststellen lässt, und dass man also z. B. durch eine mathematische Formel angeben kann, welche Blattstellung vorhanden ist. Diese mathematische Regelmäßigkeit an organischen Objecten hat früher vielfältiges Staunen hervorgerufen, während man jetzt die — höchst einfachen — Ursachen dieser Verhältnisse genügend erkannt hat, um denselben das Gewand des Wunderbaren zu nehmen. Doch würde es den Rahmen dieses Vortrages weit übersteigen, wollte ich hier auch auf die Geheimnisse der Blattstellungen eingehen, weshalb wir uns damit begnügen müssen, constatirt zu haben, dass auch am Moosstämmchen unerwartete mathematische Gesetze vorkommen.

Sehen wir nun von der Blattstellung ab und betrachten wir das einzelne Blatt näher, so fällt uns zunächst die Blattscheide auf. Diese umgibt den Stengel in Form eines Halbcylinders; da nun die Blätter ziemlich dicht stehen, so erscheint der Stengel ganz bedeckt mit den sich übereinander schiebenden Scheiden der successiven Blätter. Da nun die Blattscheiden, wie die Untersuchung lehrt, ziemlich feste Gebilde sind, so ist klar, dass diese zum Theile mehrfache Um-

scheidung die Steifheit und Elasticität der Stämmchen nicht wenig erhöhen muss.

Viel wichtiger ist indessen eine andere Function der Blattscheiden. Es ist nämlich klar, dass die Gesamtheit der Blattscheiden einen zum Theile mehrfachen cylindrischen capillaren Raum um den Stamm bilden muss, welcher nicht nur eine Art Vorrathskammer für Wasser bilden wird, sondern auch vermöge seiner capillaren Eigenschaften zur Wasserbeförderung von der Basis der Stämmchen zur Spitze dienen können wird. Und so ist es denn auch in der That. Die Moose besitzen, wie schon erwähnt, kein lebendes unteres Stammende; sie haben daher auch keine Hauptwurzel. Aber auch Nebenwurzeln fehlen vollständig. Hingegen sieht man allerdings, wie die Basis der Moosstämmchen mit einem braunen Filz von wurzelähnlichen Haaren bedeckt ist. Diese Wurzelhärchen oder Rhyzoiden sind oft recht lang; verzweigt und bestehen aus einfachen Zellreihen. Sie vermitteln die Aufnahme von verschiedenen Stoffen, z. B. Salzen und wahrscheinlich auch organischen Substanzen aus dem Nährboden, vermögen aber das Moospflänzchen nicht zur Genüge mit Wasser zu versorgen. Die Moose sind daher darauf angewiesen, in sehr feuchtem Boden zu wachsen, in welchem ihre Stämmchen direct in flüssiges Wasser tauchen, oder von oben aus durch Thau, Regen etc. benetzt zu werden. Jene Fähigkeit, welche die höheren Pflanzen besitzen, die letzten Reste von Wasser dem Boden zu entnehmen und zu verwerten, besitzen

die Moose nicht. Dafür sind sie aber mit einer andern Eigenschaft ausgestattet, nämlich mit der, vollständig austrocknen zu können, ohne abzusterben. Diese wichtige Eigenschaft fehlt den höheren Pflanzen gänzlich. Sie müssen daher mit Einrichtungen versehen sein, welche die Gefahr des Austrocknens verhindern. Solche besitzen sie nun in der That. Hierher gehören nicht nur die vollkommenen Wasserleitungseinrichtungen, sondern auch jene, welche zu große Wasserverluste verhindern, und endlich die Wasserreservoirs, welche vielen höheren Pflanzen eigen sind.

Von allen diesen Dingen ist bei den Moosen nichts zu finden. So lange sie genügend Wasser zur Verfügung haben, wachsen sie frisch weiter, um dann oft auf Wochen hinaus — ohne Schaden zu nehmen — im trockenen Zustande eine weitere Wachstumsperiode in einer Art Trocknisschlaf abzuwarten. Jeder Moos-sammler weiß, dass trocken nach Hause gebrachte Rasen, welche scheinbar leblos sind, unter Wasser getaucht sich binnen ein paar Minuten aufrichten und alsbald so frisch und grün aussehen, als wenn sie stets in einem Überflusse des unentbehrlichen Wassers geschwelgt hätten. Es ist daher für die Moose auch gar nicht so wichtig, ein vollkommen entwickeltes inneres Wasserleitungssystem zu besitzen, sie begnügen sich mit der äußeren capillaren Leitungseinrichtung, welche ihnen die Blattscheiden bieten. Aus diesem Grunde gehören aber die Blattscheiden zu den physiologisch wichtigsten Organen der Moose.

Betrachten wir nun nach dieser Erörterung der Bedeutung der Blattscheiden auch die Spreite etwas näher. Schon mit einer Loupe sieht man, dass die Blattspreite des Widerthonmooses ganz bedeckt ist mit der Länge nach angeordneten dunkelgrünen Lamellen, von welchen jede aus einer Schichte von dünnwandigen chlorophyllreichen Zellen besteht. Die Lamellen stellen jenen Theil des Widerthonmooses dar, welcher am chlorophyllreichsten ist. Da es nun, wie bekannt, die grünen Chlorophyllkörner sind, welche allein die Fähigkeit besitzen, aus anorganischen Substanzen, namentlich Kohlensäure und Wasser, jene organischen Körper zu erzeugen, welche zum Aufbaue der Pflanze dienen, so gehören die grünen Lamellen der Moosblätter zu den wichtigsten Organen der Pflanze.

Von vorneherein ist es klar, dass mindestens dreierlei Anforderungen äußerlicher Art an die in Rede stehende Einrichtung gestellt werden können.

Da erstens die Chlorophyllkörner vornehmlich die Kohlensäure der Luft verarbeiten, so ist es klar, dass sie möglichst frei angeordnet sein müssen. Zweitens muss der ganze Assimilationsapparat, der also naturgemäß aus dünnwandigen Zellen bestehen wird, möglichst geschützt sein gegen äußere Agentien, und drittens muss dafür Vorsorge getroffen sein, dass jene Producte, welche in den Assimilationszellen erzeugt werden, auch dem Gewebe des Stammes, sowie den Neubildungsherden der Pflanze zugeführt werden

können. Diese drei, ich möchte sagen grob-mechanischen Bedingungen, welche selbstverständlich nur einen kleinen Theil aller jener Erfordernisse darstellen, welche die Function des Chlorophyllapparates mit sich bringen muss, sind nun bei unserem Widerthonmoose in der schönsten Weise erfüllt.

Es ist ohneweiters klar, dass durch die Anordnung der Chlorophyllzellen in Lamellen dem Luft-, d. h. Kohlensäurebedürfnisse derselben in einfachster und zweckmäßigster Weise Rechnung getragen ist, wobei zugleich aber noch andere Momente, namentlich die sich auf die Festigkeit beziehenden befriedigend berücksichtigt sind. Auch ist sicher, dass die Längstellung der Lamellen zweckmäßiger als eine Quersanordnung derselben ist.

Geschützt werden die Lamellen naturgemäß dann sein müssen, wenn sie infolge des Austrocknens der Moospflanzen in einen Zustand der Ruhe gelangen. Da sieht man nun, wie sich die Blätter nicht nur seitlich zusammenkrümmen, wodurch sie hohlrinnig werden und die ursprünglich voneinander getrennten Lamellen zu einer compacten Masse zusammengedrückt werden, sondern auch, wie sich die Blätter aufwärts krümmen und sich an den Stamm anlegen und so die Lamellen des weiteren vor äußeren Angriffen schützen.

Was nun das dritte Erfordernis anlangt, so sei nur kurz erwähnt, dass jeder Querschnitt eines Moosblattes aufs deutlichste zeigt, wie von den chlorophyllreichen Lamellen förmliche Wege — aus Zellreihen

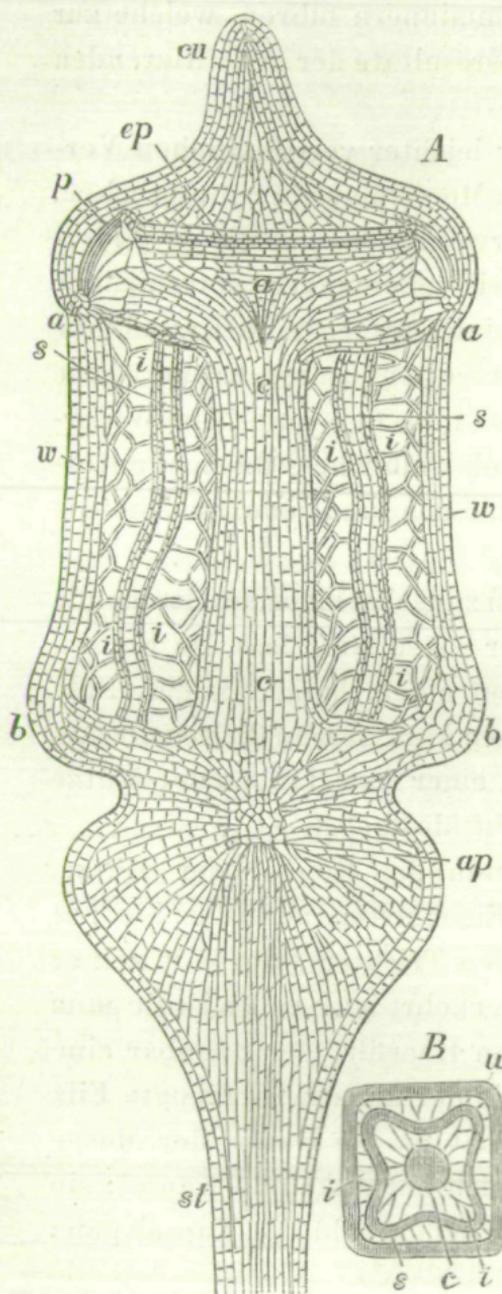
bestehend — zu dem Stamminnern führen, welche zur Ableitung der Productionsresultate der assimilierenden Gewebe dienen.

Nun hätten wir alle leichter verständlichen Verhältnisse des eigentlichen Moosstämmchens besprochen.

Schon oben wurde erwähnt, dass man beim Widerthonmoos stets zweierlei voneinander verschiedene Stämmchen findet: die einen tragen eine Kapsel, die anderen hingegen eine rosettenförmige Krone. Eine nähere Untersuchung lehrt nun, dass man beim Widerthonmoose männliche und weibliche Pflanzen unterscheiden muss. Die weiblichen sind jene, welche die Kapsel tragen.

Untersuchen wir nun zunächst eine kapseltragende Pflanze, so bemerken wir vor allem, dass die Kapsel, welche 4—6seitig ist, auf einem langen Stiele, Seta genannt, sitzt, ferner einen kurz geschnäbelten Deckel aufweist, der wieder von einer Art Haube oder Mütze bedeckt ist, die sehr leicht abzuheben ist.

Vor allem ist es nun die Haube oder Mütze, welche uns durch ihre Eigenheiten auffällt. Sie hat die Gestalt eines schmalen Trichters, der mit seiner Erweiterung nach unten gekehrt ist. Außen ist sie ganz bedeckt mit einem dichten Haarfilz, der offenbar eine ähnliche Rolle besitzt wie der künstlich erzeugte Filz unserer Hüte. In der That ist die Haube der Moose ein Schutzorgan für die sich entwickelnde Kapsel; sie wird als unnütz abgeworfen, sobald die Kapsel ganz reif ist.



Die Mooskapsel selbst nun ist, wie die Figur 2 lehrt, ein ziemlich compliciert gebautes Object. Der obere Theil der Seta *st* ist zunächst keulenförmig verdickt und bildet so die Apophyse *ap*, welche erst die eigentliche Kapsel trägt, die mehr oder weniger urnenförmig, oben von einem spitzen Deckel bedeckt ist. Wo der Deckel auf der Kapsel aufsitzt, bemerkt man (Fig. 2, *a* im Durch-

Fig. 2. A Längsschnitt der Kapsel des haartragenden Widerthonmooses.

(Vergr. 15fach.)

B Querschnitt desselben Objectes.

w Kapselwandung, *cu* Deckel, *cc* Columella, *p* Peristom, *ep* Haut, welche die Kapsel verschließt; *a* Ablösungsring, *ii* Intercellularräume im Chlorophyllparenchym, *s* Sporensack, *st* Seta, *ap* Verdickung der Seta am oberen Ende.

schnitte) einen Ring (Annulus), bestehend aus kleinen dickwandigen Zellen, welcher Ring bei dem mit dem Reifen der Kapsel verbundenen Eintrocknen derselben abspringt und so die Ablösung des Deckels erleichtert. Betrachtet man den Querschnitt einer unreifen Kapsel (Fig. 2, B), so sieht man, dass sich in der Achse derselben ein säulenförmiger Gewebscyliner befindet (c), welcher als Säulchen (Columella) die ganze Kapsel durchsetzt und oben verbreitert ist. An die Columella schließt sich ein chlorophyllreiches Parenchym, welches große Zwischenzellräume besitzt (i); hierauf folgt eine Gewebsschichte, welche als sporenbildend zu bezeichnen ist, da in ihr allein die Sporen entstehen; weiter nach außen folgt wieder eine lockere Chlorophyllzellschichte und endlich die derbe Kapselwandung. Wie aus der Querschnittszeichnung (Fig. 2, B) zu ersehen ist; bildet die Sporenschichte einen Hohlkörper, in dessen Achse das Säulchen liegt. Die Menge von Sporen, welche im sogenannten Sporensack erzeugt wird, ist eine sehr große. Eine einfache Schätzung ergibt pro Kapsel eine Zahl von 1—2 Millionen. Alle diese Sporen wollen ausgesät sein, wollen in alle Winde zerstreut werden. Es ist nun klar, dass auch zu diesem Behufe Vorkehrungen getroffen sein müssen. Untersuchen wir von diesem Standpunkte aus die Beschaffenheit der Moosfrucht, so finden wir zunächst, dass die aufrechte Lage der Kapsel ein wesentliches Moment ist. Würde die Kapsel nach abwärts gekehrt sein, so würden die Sporen alle nach dem Abfallen des Deckels neben der Mutterpflanze auf den

Boden fallen und wegen Mangel an Raum im Rasen zugrunde gehen. Durch die aufrechte Lage der Kapsel ist dafür gesorgt, dass die Sporen nicht ohneweiters herausfallen können. Zu demselben Ende dienen aber auch noch andere Einrichtungen. Man sieht nämlich, dass die entdeckelte Mooskapsel mit einer Membran verschlossen ist, welche am Rande der Kapselöffnung durch 64 kleine Zähne, die durch enge Zwischenräume voneinander getrennt sind, befestigt ist. Es sind daher 64 kleine Öffnungen am oberen Rande der Kapsel vorhanden, welche zur Entleerung der Sporen dienen. Es ist nun selbstverständlich, dass unter den gegebenen Verhältnissen nur dann eine Entleerung der Sporen stattfinden wird, wenn die Kapsel heftig gerüttelt wird, wie dies z. B. im Winde der Fall sein wird. Die austretenden Sporen werden vom Winde erfasst und gleich weit fortgeführt, so wie es im Interesse der Verbreitung derselben ist. Nun wird uns auch verständlich, warum die Mooskapsel auf einem so unverhältnismäßig hohen Stiele sitzt: dieser Stiel ermöglicht die entsprechenden Bewegungen der Kapsel im Winde und macht sie zugleich durch seine Elasticität andauernder. Die Membran hat aber in Verbindung mit der Columella noch eine andere Bedeutung. Die Kapsel ist beim Widerthonmoose ziemlich groß. Ein Regentropfen kann daher leicht in dieselbe eindringen. Die Folge davon wäre, dass die Sporen in der Kapsel nass würden. Sie würden auskeimen und schließlich zugrunde gehen. Durch die Membran wird daher das

Eindringen von Regen verhindert, ohne dass die Sporenausstreuung beeinträchtigt wird. Das Säulchen dient der zarten Membran zur Stütze, und da es gegen die Spitze zu verbreitert ist, so weist es zugleich den Sporen den Weg zu den Löchern zwischen den Zähnen.

Bei anderen Moosen fehlt zwar die Membran, dafür ist aber die Kapsel bedeutend kleiner und mit einem einfachen oder doppelten Besatz von großen Zähnen versehen, welche bei feuchtem Wetter sich gegen die Achse der Kapsel zusammenbiegen und auf diese Weise eine Art Reuse bilden, welche das Regenwasser abhält. Bei trockenem Wetter treten sie wieder auseinander und gestatten den Sporen den Austritt.

Betrachten wir nun die Seta oder den Kapselstiel etwas näher, so sehen wir zunächst, dass auch er so gebaut ist, wie es die mechanischen Grundsätze fordern. Ferner finden wir zu unserem Erstaunen, dass die Seta mit dem beblätterten Moosstämmchen gar nicht verwachsen ist. Sie steckt mit ihrer Basis in einer engen Scheide (Vaginula), aus welcher sie leicht herausgezogen werden kann und in welche sie wieder hineingefügt, ruhig wieder weiterwächst. Es ist dies ohne Zweifel eine höchst merkwürdige Thatsache, deren Ursache uns bald klar werden wird und von welcher wir ein vollständiges Analogon im Pflanzenreiche nicht wieder finden. Wenn sich die Thatsache aber wirklich so verhält, dass die Basis der Seta mit dem Moosstämmchen nicht verwachsen ist, so müssen die Mooskapseln sammt

ihrer Seta selbständige Pflanzen darstellen, und muss ferner dafür gesorgt sein, dass die Seta aus der Scheide (Vaginula) nicht leicht herausfällt und doch genügend Nahrung aus dem Moosstämmchen ziehen kann. Alle diese Folgerungen treffen vollständig zu. Die Mooskapsel stellt sammt ihrer Seta in der That eine selbständige Pflanze dar, welche, sich auf der Mutterpflanze aus einem Ei entwickelnd, mit dieser vereinigt bleibt, bis sie ihre Sporen entleert hat. Die Mutterpflanze stellt als weibliches Individuum die ältere Generation dar, die Sporenkapsel als asexuelle Pflanze die jüngere. Wir sehen also hier nicht nur die merkwürdige Thatsache, dass zwei Pflanzen, welche zu einander in dem Verhältnisse von Mutter und Tochter stehen, miteinander zu einem Scheinindividuum zeitlebens vereinigt bleiben, sondern auch, dass diese beiden Individuen voneinander in der Beschaffenheit und Fortpflanzungsart vollständig verschieden sind, wodurch zugleich ein vollständiger Generationswechsel gegeben ist.

Bevor wir nun aber in den Entwicklungsgang der Moosgenerationen näher eingehen, wollen wir noch die oben berührten Eigenheiten des Fußes der Seta in der Scheide berühren. Damit die Seta nicht leicht und ohneweiters aus der Scheide herausfällt, ist die Oberfläche des Fußes sowohl als auch die Innenseite der Vaginula mit Rauigkeiten versehen, und ferner der Zwischenraum zwischen Scheide und Fuß mit einer gummiähnlichen Kittsubstanz ausgefüllt, so dass man sagen kann, dass der Fuß der Seta förmlich eingekittet ist.

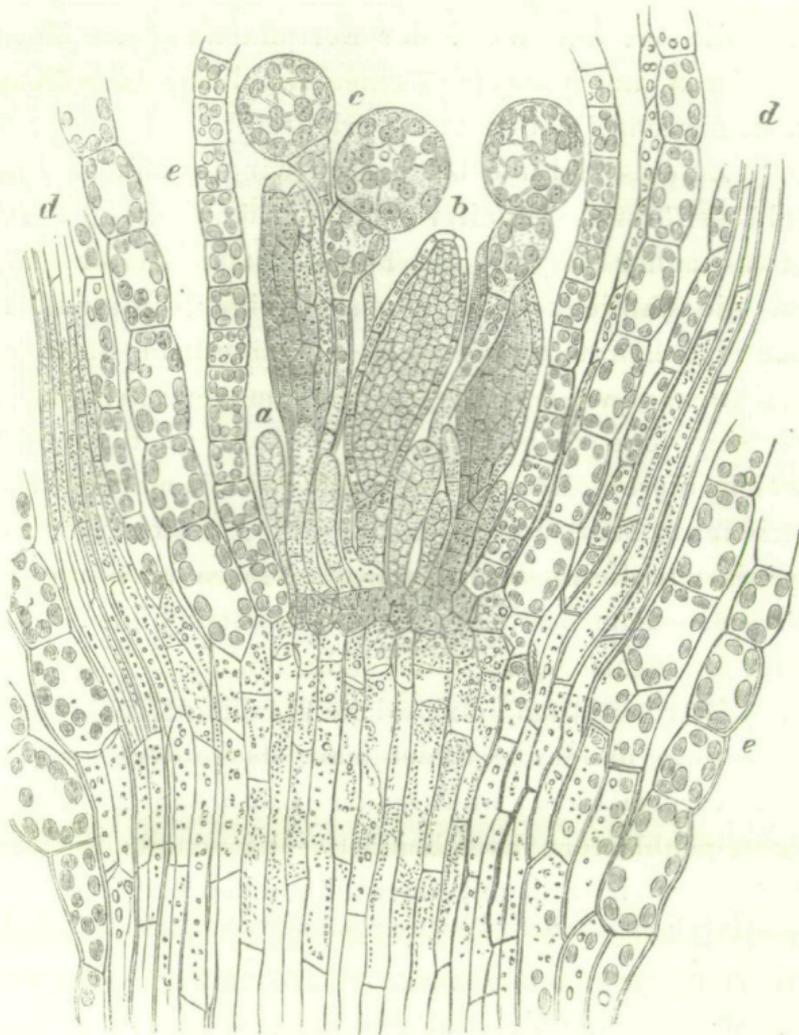


Fig. 3. Längsschnitt des Gipfels einer männlichen Moospflanze (*Funaria hygrometrica*). (Vergr. 300.)

a junge, *b* fast reife Antheridien im Längsschnitt, *c* Saftfäden, *d*, *e* Längsschnitte von Gipfelblättern.

Nachdem wir nun bisher die vegetativen Eigenheiten der Moose kennen gelernt haben, wollen wir

nun die Art und Weise der Fortpflanzung der Moose studieren, um so zugleich einen Einblick in den Generationswechsel derselben zu erhalten.

Zu diesem Ende betrachten wir uns zunächst die schüsselförmige Erweiterung einer männlichen Pflanze etwas näher (Fig. 1 und Fig. 3). Ohneweiters fällt uns die Ähnlichkeit derselben mit einer Blüte auf. In der That könnte man dieselbe als männliche Blüte bezeichnen, obwohl sie streng genommen gar keine Blüte im Sinne der eigentlichen Blütenpflanzen ist. Organe, welche diesen „Moosblüten“ analog oder homolog wären, existieren bei den höheren Pflanzen gar nicht, ebenso wenig wie die niederen Pflanzen Blüten im Sinne der Phanerogamen besitzen, da ihnen die betreffenden homo- oder analogen Organe vollständig fehlen.

Betrachtet man eine solche sogenannte männliche Moosblüte näher, so findet man, dass dieselbe außen von verbreiterten und schön rothbraun gefärbten Schuppenblättern umgeben ist. Der scheibenförmige Mitteltheil ist nun mit eigenthümlichen Gebilden ausgefüllt. Einerseits sind es einfache, aus einer einzigen Zellreihe bestehende kurze Haare, Paraphysen oder Saftfäden genannt, und andererseits dicke, keulenförmige Körper, die einem kurzen Fuße aufgesetzt sind, welche die Scheibe bedecken. Die keulenförmigen Körper haben nun eine besondere Bedeutung, da sie eigenthümliche bewegliche Zellen entwickeln, welche Spermatozoiden genannt werden und die die Eigenschaft haben, mit anderen Zellen, Eier genannt, ver-

schmolzen, diese zu weiterer Entwicklung anzuregen.

Man bemerkt ohneweiters, wie die keulenförmigen Körper, welche man Antheridien nennt, eine einfache Wandung besitzen, welche einen Hohlraum umschließt, der ganz mit kleinen, polyedrischen Zellen dicht angefüllt ist. Ist das Antheridium reif, so sieht man in jeder der kleinen Zellen einen spiralig gedrehten kleinen Körper liegen. Bleibt das Antheridium trocken, so kann es nicht in Function treten. Es vertrocknet einfach und hat seinen Zweck nicht erfüllt. Anders hingegen, wenn auf die männliche „Moosblüte“ ein Regentropfen fällt: da springen alsbald die reifen Antheridien an der Spitze auf und es runden sich zunächst die polyedrischen Inhaltzellen ab, um dann plötzlich in Bewegung zu kommen und in Form einer dichten Wolke, die aus sich lebhaft bewegenden Organismen besteht, auszutreten (Fig. 4). Man sieht, dass sich diese Wolke im Regentropfen rasch zertheilt, und nun schwimmen in diesem eine Menge von sogenannten Spermatozoiden herum, welche einen gewundenen, fadenförmigen Körper besitzen, der am hinteren Ende etwas verdickt ist und am Vorderende zwei Wimpern oder Cilien trägt, welche sich lebhaft bewegen. Mit diesen lebhaft schwingenden peitschenartigen Cilien nach vorwärts gekehrt, schießen diese merkwürdigen mikroskopischen Organismen mit scheinbar großer Geschwindigkeit im Wasser herum. Diese Spermatozoiden bestehen der Hauptsache nach aus

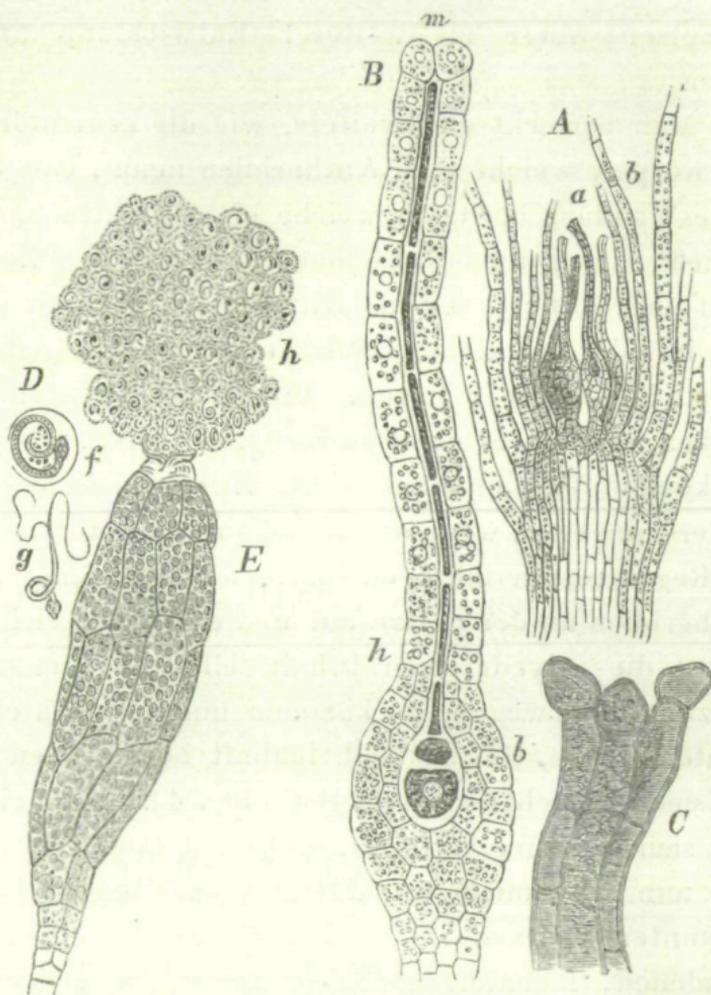


Fig. 4. *Funaria hygrometrica*.

A Längsschnitt des Gipfels einer weiblichen Pflanze (Vergr. 100); a Archegonium, b Blätter. B ein Archegonium 550 mal vergrößert; b dessen Bauch, h Hals mit Mündung m (welche noch geschlossen ist). C Mündung im offenen Zustande. D Spermatozoiden stark vergrößert; f noch in der Zelle, g frei. E Geplatzt Antheridium; h austretende Spermatozoidenwolke.

einem fadenförmigen Stückchen von Protoplasma, nämlich jener merkwürdigen und hochcompliciert zusammen-

gesetzten Substanz, welche als der eigentliche Träger des Lebens angesehen wird. Obwohl die Moospermatozoiden scheinbar ganz regellos durcheinanderschwärmen, so lässt sich doch zeigen, dass sie gegen gewisse äußere Einflüsse nicht ganz unempfindlich sind, und dass sie, obwohl pflanzlicher Herkunft, doch Geschmack besitzen, und zwar einen Geschmack, der dem von der menschlichen Zunge geäußerten verwandt ist. Gibt man nämlich in den Tropfen Wasser, in welchem sich die Spermatozoiden befinden, etwas Zucker, und zwar gewöhnlichen Rübenrohrzucker, so bemerkt man alsbald, dass sie auf diesen Zucker mit großem Eifer hinstürzen und sich haufenweise bei demselben ansammeln. Ja, man kann die Spermatozoiden eines Tropfens auf diese Weise sogar in einem Glasröhrchen einfangen, wenn man in dieses eine sehr verdünnte Zuckerlösung gibt und in den Tropfen hineinhält. Es dringen dann alle Spermatozoiden in das Glasröhrchen ein. Bemerkenswert ist, dass nicht jede süße Flüssigkeit die Moosamenfäden anlockt. Nimmt man anstatt Rohr- oder Traubenzucker, welcher z. B. die Weinbeere süßt, oder Glycerin, das ja auch süß schmeckt, so bemerkt man gar keine Beeinflussung der Spermatozoiden. Auch ist erwähnenswert, dass die Empfindlichkeit der Moospermatozoiden gegen Rohr- oder Traubenzucker eine sehr große ist. Selbst bei einem Gehalte von einem tausendstel Procent an letzterem findet noch eine merkliche Reaction der Spermatozoiden statt. Es sind daher diese Körperchen ein außer-

ordentlich feines und empfindliches Reagens auf Rohrzucker.

Was haben nun die Spermatozoiden für einen Zweck und welche Bedeutung hat ihre Neigung, auf Rohrzucker zuzustürzen? Die Antwort auf diese Fragen erhalten wir, wenn wir jene Widerthonmoos-Individuen untersuchen, welche im Stande sind, Mooskapseln zu producieren. Da finden wir vor der Entwicklung der Kapsel, zwischen den Schopfblättern verborgen, eigenthümliche flaschenförmige Gebilde stehen, welche man als Archegonien bezeichnet. Betrachtet man ein solches Archegonium (s. Fig. 4) etwas näher, so bemerkt man einen aus mehreren Zellreihen bestehenden Fuß, der einen bauchig angeschwollenen Theil mit zweischichtiger Wandung trägt, welcher in einen langen, engen Hals fortgesetzt ist, der oben zunächst geschlossen ist. Sobald das Archegonium reif ist, ist der ganze Hals, sowie der oberste Theil der größeren Höhlung mit farblosem, zähen Schleim erfüllt, während der untere Theil mit einer schönen, großen, ovalen, nackten Zelle, die man als Ei bezeichnet, ausgefüllt ist. Dieses Ei zeigt einen schönen, runden Zellkern (Fig. 4, B).

Fällt nun auf ein derartiges Archegonium ein Regentropfen, so springt dasselbe an der Spitze auf (Fig. 4, A und C) und es entquillt nun dem Halse ein Theil des Schleimes. Dieser Schleim enthält aber Rohrzucker. Wenn nun in der Nähe dieser weiblichen archegonientragenden Pflanzen eine Gruppe von männlichen Individuen steht, so kann es bei Regenwetter

leicht geschehen, dass solche Regentropfen, welche sich auf männlichen Blüten befinden und in welchen, wie wir sahen, zahlreiche Spermatozoiden herumswimmen, theilweise auf die weiblichen Pflanzen hinübergeschleudert werden und auf diese Weise Spermatozoiden führendes Regenwasser mit Archegonien zusammenkommt. Die sich lebhaft bewegenden Spermatozoiden werden sich sofort auf den zuckerführenden Schleim, der den Archegonien entströmt, stürzen; sie bohren sich in demselben ein und gelangen durch den Halscanal zum Ei. Ein Samenthierchen verschmilzt mit diesem, indem es an einer bestimmten hyalinen Stelle in dasselbe eindringt, und regt es zu weiteren Entwicklungsvorgängen an.

Das Ei theilt sich in mehrere Zellen (Fig. 5), diese, sowie das ganze Archegonium, welches lange Zeit mitwächst, vergrößern sich, und es entsteht zunächst ein stabförmiges Gebilde, das dann an der Spitze anschwillt. Man erkennt nun leicht den zukünftigen Kapselstiel und die Kapsel. Indem sich nun der Stiel rasch verlängert, wird die junge Kapsel in die Höhe gehoben, und es reißt die Wandung des Archegoniums quer durch, indem die untere Hälfte als Scheidchen oder Vaginula die Basis der Seta umgibt und der obere Theil die Kapsel in Form der Haube bedeckt. Haube und Vaginula stellen daher zusammengenommen das ursprüngliche Archegonium dar. Mooskapsel und Seta haben sich aus dem Ei entwickelt. So wie das Ei frei im Archegonium lag, so befindet sich auch die Seta

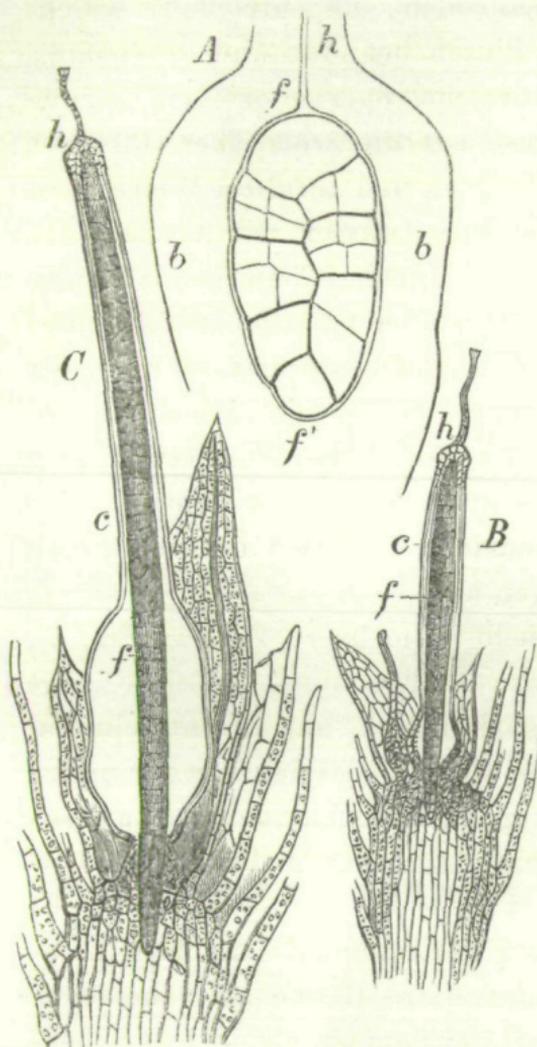


Fig. 5. *Funaria hygrometrica*.

A Anlage der Sporenkapsel; $f f'$ im Bauche
 $b b'$ des Archegoniums im Längsschnitte. B, C
 verschiedene Entwicklungsstadien der Kapsel f ,
 der Haube c ; h Hals des Archegoniums. Vergr.
 von A 500 mal, von B 40 mal.

ganz frei und un-
 verwachsen, nur
 mechanisch befe-
 stigt in der Vagi-
 nula. So erklärt
 sich die Thatsache,
 dass die fertige
 kapseltragende
 Moospflanze aus
 zwei Individuen be-
 steht, aus Mutter
 und Kind. Die
 Mutter ist eine
 weibliche Pflanze,
 das Kind ist ase-
 xuell und erzeugt
 geschlechtslose
 Sporen.

Nun haben wir
 zum Schlusse noch
 zu besprechen, in
 welcher Weise die
 genügend beschrie-
 benen männlichen
 und weiblichen
 Pflanzen entste-
 hen. Wir haben ge-
 sehen, dass die un-
 geschlechtliche Ge-

neration, die Sporenkapsel, aus dem Ei zustande kommt. Woraus entsteht nun aber die eigentliche beblätterte Moospflanze? Die Antwort lautet: Aus der Spore. Wenn diese auf geeigneten feuchten Boden fällt, so keimt sie aus, sie entwickelt grüne Zellfäden, welche sich verzweigen und eine große Ähnlichkeit mit einer Alge haben. Das erste, was sich also aus einer Moosspore entwickelt, ist eine algenähnliche Pflanze, was wohl darauf hindeutet, dass die Moose aus den Algen hervorgegangen sind, was auch aus anderen Gründen wahrscheinlich wird. Diese algenartigen Zellfäden werden Moosvorkeim oder Protonema genannt. Einige farblos bleibende Fadenzweige des Protonemas dringen in den Boden ein und bilden eine Art Wurzel, während sich die oberirdischen Zweige vielfach verästeln und sich durch Vermittlung ihres reichen Chlorophyllgehaltes selbstständig ernähren. Oft bildet auf diese Weise das Protonema Rasen von vielen Quadratcentimetern Oberfläche. Nun entstehen hie und da am Protonema Laubknospen, welche, sich weiter entwickelnd, schließlich die beblätterte Geschlechtsgeneration des Mooses bilden.

Drei Formen höchst verschiedener Art sind es also, welche den Entwicklungskreis der Moose bilden: das algenähnliche Protonema, die höhere Pflanzen nachahmende Geschlechtsgeneration und die biologisch so bemerkenswerte Sporengeneration — alle drei reich an anatomischen und physiologischen Eigenheiten, die lebhaft zu einem eingehenden Studium auffordern.

So sind die Moose nicht nur äußerlich anziehend durch die Zierlichkeit ihrer Formen, sondern auch bei näherer Untersuchung zeigen sie eine Fülle von interessanten Zügen, welche jede Mühe des Studiums reichlich entgelten.

Wir sahen bei den Moosen, also in diesem Reiche von kleinen und meist unbeachteten Organismen, dieselben großen Gesetze der Natur walten, welche das ganze All durchdringend sich stets in gleicher Weise äußern.

Das unbeachtete Moosstämmchen im Walde kann sich ebensowenig den mechanischen Gesetzen entziehen wie der mächtigste Stamm, denn beide sind denselben äußeren zerstörenden Factoren in gleicher Weise ausgesetzt.

Mag man die organische Welt in was immer für Repräsentanten untersuchen, überall drängt sich dieselbe Wahrheit von der Einheit der Welt dem Forscher entgegen.

Je kleiner der untersuchte Mikrokosmos, desto größer die Wunder, desto mehr Unerwartetes stellt sich entgegen. In der That, wer möchte solches Leben, solch scheinbar zielbewusstes Sichentwickeln bei einer so einfachen Pflanzenfamilie vermuthen?

Es zeigt sich eben, dass alles, das Große wie das Kleine, denselben Entwicklungsgesetzen unterworfen, auch in gleicher Weise — aber in seinem Kreise — mit dem vollen Ernste, den der Kampf ums Dasein erzieht, der ewigen Entwicklung oder der Ewigkeit zustrebt — bis unerbittliche Mächte, vielleicht einst die

erkaltende Sonne, oder die immer wasserärmer werdende Mutter Erde, oder eine plötzliche Revolution im Planeten- oder Milchstraßensysteme ein unerwartetes zerstörendes Halt zurufen. — Doch ist dies nur ein scheinbar allgemeines Halt, denn auf anderen Welten blüht und strebt es weiter.

Die große Natur kennt nur den Blick aufs ganze. Das Einzelglück und -Leben wird ebenso zertreten, wie es gegeben wurde. Und so wie die kleine Moospflanze achtlos vernichtet wird mit allen ihren Wundern und Reizen, so mag einst die ganze irdische Welt vor dem Hauche einer noch größeren Macht zugrunde gehen.

Sie verhält eben sich zum All wie ein Moos zur Sonnenkraft.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1888

Band/Volume: [28](#)

Autor(en)/Author(s): Höhnel Franz Xaver Rudolf Ritter von

Artikel/Article: [Das Leben der Moose. Geschildert am Widerthonmoos \(Polytrichum commune\). 87-119](#)