

## ÜBER DIE MOOSE UND IHRE SUBSTRATEN.

— Mit der Figur 7. —

Von I. GYÖRFFY.\*

Das Studium der Moose nötigt auch mit den Gesteinen sich eingehend zu befassen und in nicht ferner Zeit werden auch die Geologen in gewissem Masse den auf die Moose bezüglichen Teil ihrer Kenntnisse sich aneignen müssen.

Auch in der Ausgestaltung des Lebens der Moose nehmen viele Faktoren teil: hier beleuchte ich bloss den Zusammenhang zwischen den Moosen und dem Substratum. Unter den Moosen befinden sich sehr viele, überaus empfindliche Arten, auf die die edaphischen Faktoren von entscheidendem Einfluss sind.

Neuestens fasste Prof. JULES AMANN (Lausanne) meisterhaft die neuen Richtungen der modernen Bryologie zusammen.<sup>1</sup> Heute unterscheiden wir nach der Natur der Erde, resp. des Substratums: Terri-, arenicolus (od. psammophilus)-, humi-, ligni-, arbori (od. cortici)-, saxicolus-Moose, ausserdem Saprophyten und Fimicole.<sup>2</sup>

Der chemischen Natur des Bodens nach können die Arten, resp. Moosgesellschaften sein: calciphilus (od. calcicolus), calcifugus (od. achalicicolus) und silicicolus, dann haliphilus od. halicolus. Freilich auch diese Hauptbegrenzung ist bis zu einem gewissen Grad schwankend. J. AMANN unterscheidet auf Grund der chemischen Einwirkung des Bodens,<sup>3</sup> unabhängig vom Einfluss des Ca-s: 1. basi-, 2. meso- und acido-, (oder nach AMANN<sup>4</sup> oxy-)philus-Moose, deren Substratum alkalisch, resp. neutral, resp. von saurer Reaction ist und indifferente. Die Zahl der indifferent sich verhaltenden Moose ist überaus gross, hier interessieren uns bloss die ihr Verhalten offen zur Schau tragenden. Von ihrer Fe und Cu liebenden Natur (Gneis, Glimmerschiefer, Grafit-schiefer) ist *Mielichhoferia nitida* bekannt, die in den Alpen vorkommt.

*Rendsina*. In der höheren Region (1330—2128 m) der Hohen Tátra, an der Seite der Kalkgebiete Czerwone Wierchy, Giewont, an der den Weissen Seen zugekehrten (Kalk-) Seite des Durlberg, an den Kalkalpen von Béla etc. findet sich *Plagiobryum demissum*. Überall *Rendsina* begleitendes Moos, welchen Bodentypus BALLENEGGER

\* Vorgetragen in der Fachsitzung der Ung. Geolog. Gesellsch. am 3. Dezember 1924.

<sup>1</sup> J. AMANN: Les nouvelles Directions de la Bryologie moderne. Revue Bryologique 49. 1922: 17—25.

<sup>2</sup> Fimus = Dünger.

<sup>3</sup> J. AMANN im Rev. Bryol. 49. 1922: 21.

<sup>4</sup> Contribution à l'étude de l'édaphisme phys.-chimique. Bulletin de la Soc. Vaudois, Vol. 52. 363.

zuerst erwähnt, sammelte ich vom Granitgebiet selbst oberhalb des Blauensees von dem Terrain unter der Rotensee-Spitze, und J. KRUPA teilt es von der Tomanova Polska mit.

Ich bin dessen sicher, dass an diesen Orten nicht Granit, sondern andere, an Kalk-Feldspaten reiche Gesteinsinseln vorhanden sind.

*Heterotopia.* Einige verstreute Daten aus der Tátra finden sich, dass eine Kalk anzeigende Pflanze auf dem Granit wächst. Es werden diese Daten in eine andere Beleuchtung fallen, wenn der Granit der Hohen Tátra nach Tälern petrografisch durch und durch studiert sein wird. Ich zweifle sehr, ob es nicht der weniger orientierten petrographischen Kenntniss zuzuschreiben ist, dass ich jetzt bemüsstigt bin, eine auch im Ausland (an der Südseite des Bucsecs<sup>5</sup> in Rumänien) an den Kalk gebundene Pflanze vorzubringen und sie im chemischen Verhalten als schwankend zu bezeichnen. Die *Radiania Romanica* kommt am Bucsecs auf Kalk vor, auch ich selbst fand sie auf den Bélaer Javorina-Kalkalpen auf Kalk, aber auch auf Granit (unter der Gelben Wand, beim Késmárker Grünen See, an der Deutschen Leiter, dem Satan-Südgipfel, und zwar ebenfalls auf Gneis (Wilderer Pass). Ob es tatsächlich Granit oder ein anderes Gestein Gneis oder Amphibolit ist? Wir wissen, wie grosse Veränderungen jener Teil der geologischen Karte der Hohen Tátra erlitten hat, die V. Uhlig i. J. 1899 herausgab<sup>6</sup> und welchen Teil die polnischen Geologen umgearbeitet herausgeben.<sup>7</sup>

Der Geologe und Petrograf der Tátra geht richtig vor, wenn er die Fundorte der die Heterotopie zeigenden Pflanzen gründlich untersucht, denn dann wird es sich zeigen, dass das nicht Ausnahms-Station-Fundorte sind, sondern bloss noch nicht untersuchte, unter dem Namen eines anderen Gesteines versteckte.

*Ton* anzeigende sind dem im grossen Alföld (Tiefland) arbeitenden Agrogeologen als Fingerzeige von grosser Hilfe, *Ton* anzeigende ist: *Aloina stellata*.

*Moos, als tiefere Schichten bezeichnend.* Der Geologe wird rücksichtlich der Qualität der unter der Oberfläche befindlichen Schichte nach den Moosen sofort orientiert sein. Wenn ich beispielsweise *Polytrichetum* sehe, weiss ich 1. dass hier unter der Oberfläche eine wasserundurchlässige Schichte sein muss, 2. dass hier einmal ein torfiges Moor war, das ausgetrocknet ist, weil man 3. den Wald ausrottete,

<sup>5</sup> Aus Amerika wird das Substratum nicht erwähnt. C. C. HAYNES in The Bryol. XVIII. 1915. 93.

<sup>6</sup> LXVIII. Band d. Denkschr. d. math.-naturw. Cl. d. Kais. Akad. d. Wiss. Wien, 1899.

<sup>7</sup> Atlas geologiczny Galicyi. Pas. 7 i 8, slup II. i III. Tatry.

4. der in der letzten Phase der Austrocknung sich befindet, weil das *Polytrichum*\* noch da ist, aber das Schicksal dieses Ortes schon als besiegelt andeutet.

Welch grossen Nutzen könnten die Geologen aus der Bryologie ziehen, wenn sie wenigstens die leitenden Formen derselben kennen würden. Eine wie vielsagende Formation ist das Torfmoos (*Sphagnum*), welches dem Ca so sehr fremd bleibt, dass es eine Verbindung desselben, z. B. kohlen-sauren Kalk ( $\text{CaCO}_3$ ), wie das O. SENDTNER, V. ÖHLMANN, M. DÜGGELI, HERMANN PAUL nachwiesen, schon in einer Lösung von 0'05 % tötet. Dass die Torfmoose den Kalk fliehen, nahm zuerst i. J. 1906 Graf LEININGEN wahr, sie zeigen nämlich an ihrer Oberfläche eine saure Reaktion.<sup>8</sup> Graf LEININGEN und nach ihm V. ZAILER und L. WILK konstatierten die Azidität der Torfmoose. Bei Feststellung der Azidität ergab sich, dass auf 1 Gramm des trockenen *Sphagnum*-Materials durchschnittlich 2'02 cm<sup>3</sup>  $\frac{1}{10}$  Normal-Natronlauge zur Neutralisierung der Säure notwendig war. Die Hochmoore sind saurer, als die Wald- und Wiesenmoore. Diese Säure hat das Torfmoos zum Leben sehr notwendig.

WALTER MEVIUS erkennt zuerst den Effekt der einfachen Neutralisation PAUL HERMANN's nicht an, der ausserhalb der lebenden Zelle<sup>9</sup> vor sich geht, sondern er sagt, dass der nachteilige Einfluss des Kalkiumkarbonats auf das *Sphagnum* durch das hydrolytische Verhalten dieser Salze auf die spezifische Einwirkung der frei gewordenen OH-Ionen zurückzuführen ist<sup>10</sup> und ändert diese Ansicht in seinem jetzt erscheinende Artikel<sup>11</sup> dahin ab, dass die Empfindlichkeit der Sphagne gegen mineralische Materialien, womit GRAEBNER und DÜGGELI das kalkfeindliche Verhalten erklären, zum Teil der Wahrheit entspricht.<sup>12</sup>

Neuestens die Methode von EDGAR T. WHERRY, in der Frühjahrs-Sitzung 1924 vorweisend, modifizierte sie Prof. J. AMANN; sein Indi-

\* Die anatomische Ausgestaltung des unterirdischen Teiles des *Polytrichum commune* ändert sich nach dem Boden; sie ist anders im Torf, anders im Wald, resp. auf tonigem Boden. A. MÜHLDORF. Ber. d. deutschen botan. Gesellsch. XLII. 1924: 331—334.

<sup>8</sup> Mitt. d. k. bayr. Moorkulturanst. Heft 2. Stuttgart, 1908.

<sup>9</sup> Die heutige Kenntnis des Chemsismus der lebenden Zelle gibt vorzüglich B. HANSTEEN CRANNER: Zur Biochemie u. Physiologie d. Grenzschichten lebender Pflanzenzellen. Meldung fra Norges Landsbrukshöisk. Kristiania, 1922.

<sup>10</sup> WALTER MEVIUS: Beiträge z. Physiologie kalkfeindlicher Gewächse. Jahrb. f. wissensch. Botanik. 60. 1921. Heft 2. 147.

<sup>11</sup> Die auf den sauren Mooren wohnende, im Verhalten den Sphagnen ähnliche Desmidiaceae (V.) l. ULEHLA in Bd. XLI. 1923. (sind „alkaliphoben“)

<sup>12</sup> W. MEVIUS in Zeitschr. f. Botanik. 1924. p. 661.

kator ist der „indicateur panchromatique“\* nach AMANN'S Methode I. nur Arten, die an Substraten von saurer Reaktion beobachtet sind, II. an sauren oder neutralen Substraten, III. nur an Substraten von neutraler Reaktion, IV. nur an Substraten von alkalischer Reaktion.

Nach Austrocknung der torfigen Gründe pflegt auch das *Leucobryum glaucum* zu erscheinen, den gewesenen nassen Boden bezeichnend, er selbst ist schon von xerophytischer Einrichtung. Immer und überall flieht er den Kalk.

*Si-liebende.* Die eine oder andere Art, die das Ca nicht liebt, findet man immer auf Si-enthaltenden Gesteinen, so z. B. *Andreaea*-Arten *Rhabdoweisia crispata*. Ausgesprochen Si-liebend ist beispielsweise *Buxbaumia aphylla* oder *Pleurozygoden aestivum var. brevifolium*. Wenn wir die graulichen Rasen der *Hedwigia albicans* oder jene des *Rhacomitrium canescens*<sup>13</sup> sehen, ist es ganz gewiss, dass dort ein stark Si-reiches Gestein vorhanden ist. Es ist natürlich, dass solche Silikatgesteine, deren Ca-Gehalt ärmer, und jene, deren Ca-Gehalt grösser ist, von einander abweichen und dass ihre Moosflora nicht identisch ist.

*Ca-liebende.* Die Zahl der das Ca-liebenden Moose ist überaus gross. Nur die Frage der Kalkablagerungen bespreche ich. Die Ca-Sympathie verrät sich auch äusserlich gewöhnlich dadurch, dass sie entweder mit Kalkpulver durchtränkt sind, oder dass sich der Kalk schichtweise auf sie ablagert. In einzelnen Fällen verzehren sie den Kalk, beissen ihn aus, in anderen Fällen wieder helfen die Pflanzenorgane dadurch, dass sie die CO<sub>2</sub> dem Wasser entziehen, worauf der Kalk sich auf ihre Oberfläche ablagert, sie inkrustieren sich. Die Arbeit der Organe ist bald vermindernd, bald aufbauend, letzteres ist viel häufiger. Die Kalkablagerung befördern auch die Algen.<sup>14</sup>

Auch bei der Travertino-Bildung spielen sie eine grosse Rolle. Die dichten Rasen bildenden, zugunsten äusserer Wasserleitung mit einem umgeheuer grossen äusseren kapillaren Raum, mit Oberfläche versehenen Moose können überaus viel Wasser aufsaugen, mit OLT-

\* „La teinte obtenue en additionnant l'extrait aqueux du terrain, d'une minime quantité de se colorant, permet en effet, parcomparaison avec une série de solutions types traitées de la même manière, et dont les ionisations sont connues (solutions de Sorenson), de fixer, en quelques minutes l'ionisation du substrat avec une exactitude plus que suffisante... La reaction neutre correspond à la concentration des ions H de l'eau pure, l'acidité a des concentrations supérieures et l'alcalinité a des concentrations inférieures à celle de l'eau.“ Rev. Bryol. 51. 1924. 36.

<sup>13</sup> Z. B. auch bei Budapest sucht sich dieses Moos auf dem aus Dolomit bestehenden Csúcshegy genau die von Quarzschotter bedeckten Punkte aus.

<sup>14</sup> Sehr interessant erklärt ULEHLA, warum sich die Cladophoren etc. auf Kalken, Ziegeln, in Ermanglung dieser z. B. auf Schneckengehäusen ansiedeln.

MANN's gesprochen, arbeiten die Moose wie ein Schwamm und wenn sie gesättigt sind, z. B. auch mit kalkhaltigem Wasser, benützen sie die Kohlensäure des Wassers assimilatorisch und die Kalkschichte lagert sich als Inkrustation auf sie ab. Eine Zeit lang lebt noch unter der Kalkschichte, die auch plastisch ist, das Moos, dann aber geht es zugrund, sein Negativ bleibt zurück, welches dann zum Teil oder ganz das zuletzt eingesogene kalkige Wasser ausfüllt, es deformiert und auch die negativen Höhlungen unkenntlich macht; als Endresultat bleibt eine fein-poröse, höhlungsfreie Kalktuffmasse zurück. Dieser Vorgang lässt sich

A) auf Wiesen, und

B) an Wasserfällen, beim Zutagetreten von Quellen, längs der Bäche beobachten.

#### A) Kalkablagerungen der Wiesen.

An Berggehängen mit Wildwässern, an wässerigen Wiesen ist es eine überaus gewöhnliche Erscheinung, dass hie und da feste kalkige Inseln, kleine Hügel sich erheben. Die wässerigen Moose der Wiesen inkrustieren sich hier. Beispiele: Kolosvár, Felek: *Cratoneuron glaucum*, *Philonotis calcarea* sind die Vermittler (Szepesbéla, Pfaffenwiese, Leutschau, Jankovec). Am Fundorte der *Ligularia sibirica* im Kolosvárer Mühlthal, woselbst folgende Arten teilnehmen: *Amblystegium stellatum*, *Bryum ventricosum* DICHS., *Camptothecium trichoides* NECK. In den offenen wässerigen Stellen beginnt die Kalkausscheidung oft *Drepanocladus revolvens* (Hohe Tátra, Bollwiese). Es sind aber auch andere Moose von dieser Tätigkeit bekannt (*Hypnum falcatum*, *Amblystegium glaucum* etc.).

#### B) Felsbildner.

Eine grosse Rolle spielen die Moose bei Ablagerungen von Wasserfällen, bei zutagetretenden Quellen und längs der Wässer. Wenn der Ca-Gehalt des Wassers geringer ist, ist auch die Ablagerung unbedeutenderer (*Eucladium*, hie und da), wenn der Gehalt grösser ist, durchdringt die Ablagerung ganz (*Eucladium* von Diósgyőr bildet grosse Massen (Szkleno bei Teplic, Feredőgyógy, Járatal). Bei dieser Arbeit helfen aber auch andere Moose, z. B. *Pellia Fabbriana* mit). Ein solcher Steinbildner ist *Eucladium curvirostre*, welches bei Szepesváralja ein Hauptfaktor der Steinbildung der prächtigen Sivabradá-Quelle ist. Ein solcher ist *Eurhynchium rusciforme*. Von grosser Verbreitung und Versteinerung verursachend ist *Barbula brevifolia* LINDB., Ich betone aber, dass gewöhnlich auch andere Moose, Algen (*Oscil-*

*latoria Scenedesmus* grüne Algen etc.) sich den Kalkbildnern beimengen.

Die Moose, als Steine bildende, also geologische Faktoren, kennt man seit lange. Im Jahre 1857 erwähnt der Geologe FRIEDRICH ROLLE Kalktuffschichten, die 4—5 Klafter mächtig sind und von denen H. W. REICHARDT in seiner Privatdozent-Habilitationsschrift 1860 nachweist, dass diese Schichten aus der Versteinerung von Moosen herkommen.<sup>15</sup> Prof. F. UNGER erklärt in einem seiner grundlegenden anatomischen Artikel<sup>16</sup> ganz richtig diese Bildung, beschreibt und zeichnet diese Kalktuffwände i. J. 1861 ab.<sup>17</sup> A. POKORNY schreibt i. J. 1865 ausschliesslich darüber, welche Rolle die Moose beim Zustandekommen der festen Erdrinde spielen.<sup>18</sup> Zusammengezogen können wir sagen:

1. Kann das Moos und andere seiner Genossen tatsächlich als gesteinsbildender geologischer Faktor figurieren?

Antwort: ja. 8—10—12 Klafter mächtige Kalktuffablagerungen kamen so zustande, zu deren Bildung man nur 2000—3000 Jahre und 7200—8000 Jahre annimmt. Einen sehr schönen derartigen Traventino beschreibt neuestens W. H. EMIG,<sup>19</sup> unter denen auch 60—100 Fuss hohe sind, von der Breite einer halben amerikanischen Meile.<sup>20</sup>

2. Die Versteinerung erfolgt überaus rasch, z. B. im Bad Rauschenbach.

3. Isoliert nehmen einzelne Arten und Assoziationen teil an der Gesteinablagerung? Verhältnismässig pflegt nur in sehr kleinen Flecken je eine Art als reiner Rasen zu verbleiben, gewöhnlich sind die Moosarten gemischt.

4. Verbleibt die Struktur?

Nein, 1. weil, so wie die inkrustierte Mooseinheit zugrunde geht, saugt sich die zurückgebliebene Höhlung nachträglich mit kalkigem Wasser an, die Höhlung stopft sich aus; 2. weil die äussere Ablagerung fortwährend anhält, die Phyllotaxis nur anfangs in ganz frischem Zustand ausnehmbar ist, schon im 2., 3. Jahre das sich ablagernde Material die einzelnen Individuen zusammenpresst und die Stämme und Blätter nicht ausnehmbar werden.

<sup>15</sup> H. W. REICHARDT: Über d. Alter d. Laubmoose. 1860. 10, (596).

<sup>16</sup> F. UNGER: Beiträge z. Physiologie d. Pflanzen. VII. Über d. anatomischen Bau des Moosstammes. Sitz.-Ber. d. k. Akad. d. Wiss. Math.-Naturw. Cl. XLIII. Bd., 4. Heft, 1861.

<sup>17</sup> UNGER l. c. 512, 514.

<sup>18</sup> A. POKORNY: Die geolog. Bedeutung d. Laubmoose. Wien, 1865.

<sup>19</sup> W. H. EMIG: Mosses as Rock Builders. The Bryologist. XXI. 1918. 25—27.

<sup>20</sup> The Bryol. XXI. 1918. Plate XVI. Fig. 1, 2.

5. Lässt sich die Moosart bestimmen, die durch Versteinerung den Kalktuff zustande brachte?

Bloss in ganz frischem, noch lebendem Zustande, später nicht. Als Leit-Versteinerungen können sie also spezifisch nicht figurieren.

6. Lässt es sich bestimmen, ob den Travertino oder Kalktuff spezifisch wohl welche Art zustandebrachte?

Nein.

7. Lässt sich entscheiden aus dem Travertino *selbst* oder bloss aus dem Kalktuff, in welcher geologischen Zeit sie sich gebildet haben?

Nein, weil das Höhlenwasser was immer für einen Kalk durchfliessen kann und an dem ins Freie gelangenden Punkt das inkrustierende Kalkmaterial ablagert, es lässt sich also weder auf Grund der spezifischen Struktur, noch nach den spezifisch verursachenden Pflanzen, sondern nach der abgelagerten Masse beurteilt und auf Grund der Vergleichung mit anderen geologischen Faktoren entscheiden und feststellen das Alter der Bildung.

8. Ist eine neue Benennung berechtigt?

Nein, weil Moose, beziehungsweise Algen in mehreren Arten gemeinsam in einander verwebt lebend, mit gemeinsamer Arbeit die Ablagerungen zustande bringen. Es wäre ein erzwungenes Vorgehen, das eine oder andere Glied der Assoziation herauszureissen und bloss nach diesem zu benennen.

9. Hat die Bildung schon eine Bezeichnung?

Jawohl, und zwar Kalktuff und Travertino, welche Bezeichnungen auch ganz entsprechend sind.

Der Zweck meines Vortrages ist, dass ich mit meinem Eingreifen jenes gemeinsame Arbeitsfeld vertiefe, welches sich bei der direkt offenen Natur der Moose dem Geologen darbietet. Denn die Moose sind — meiner vollen Überzeugung nach — ausgezeichnete Indikatoren für Geologen, Petrographen und namentlich Chemiker.

Zum Schluss sei es mir gestattet, ein Beispiel vorzubringen.

Auf der ungarischen und polnischen Seite der Hohen Tatra sind in der Kalkzone folgende 7 Kalkarten vorhanden:

1. Zellen-Dolomit.
2. Grauer Trias-Dolomit.
3. Murankalk
4. Chocdolomit
5. Lithodendron-Kalk (rhätisch).
6. Hochtatrischer Lias-Jura-Kalk
7. Oberliassische Kalke.

Aus dieser bunten Gesamtheit der verschiedenartigen Kalke und

anderer Gesteinsarten setzte sich im Mitteleozän eine Conglomeratzone zusammen.

In den mächtigen Felswänden dieses Konglomerates sind verschiedene Gesteine vertreten und doch dort, wo das Gestein anstehende Wände bildet, wo auch andere ökologische Faktoren vorhanden sind, sucht das nur den Muschelkalkdolomit und Murankalk liebende Moos *Molendoa Sendtneriana* ausschliesslich nur diese Gesteinsstücke aus und erstreckt sich nicht um einen Millimeter weiter auf das benachbarte, ihm nicht liebe Gestein, obgleich es oft von feindlichen Gesteinstücken ringsumgeschlossen ist. (S. Fig. 7.)

Der Zweck der kurzen Zusammenfassung meiner bisherigen, 20-jährigen Erfahrungen ist, die Fachkreise davon zu überzeugen, dass eine gesteigerte, erweiterte geologische Grundkenntnis nötig hat der-

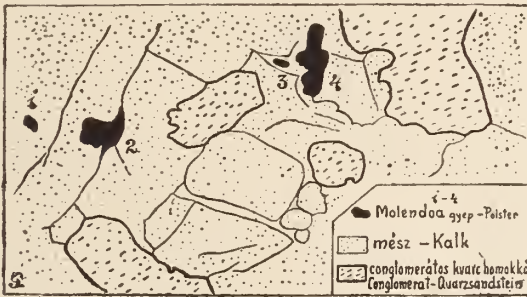


Fig. 7. Ein Teil des Tokernya Konglomerat-Felsens im Bélaer Gebirge (Hohe Tatra).

jenige, der sich mit Ökologie zu befassen wünscht, andererseits aber auch die Geologen, Agrogeologen überaus viele wertvolle Fingerzeige durch die einzelnen chemisch empfindlicheren Glieder der Pflanzen-  
decke erhalten.

Darum wäre es wünschenswert, diese gemeinsamen Details, behufs Austiefung derselben, an den Universitäten viel eingehender zu behandeln, damit die jüngere wissenschaftliche Generation schon vorbereitet, mit den einschlägigen Grundkenntnissen ausgestattet, in Zukunft ihr Arbeitsfeld betreten können.