

Die
geologische Bedeutung der Laubmoose.

Von

DR. A. POKORNY.

Vortrag, gehalten am 12. April 1864.

Die Untersuchungen über die Entstehung der Gesteinsarten haben dargethan, dass nicht unbeträchtliche Theile der festen Erdrinde organischen Ursprungs sind. Bald sind es massenhafte Ueberreste von Pflanzen und Thieren, die sich zu mächtigen Schichten und Lagern aufthürmen. Bald sehen wir Gesteine vor uns, die ohne Aggregate organischer Reste zu sein, ihre Bildung offenbar der Lebensthätigkeit organischer Wesen verdanken.

Es ist eine dankbare, wenn gleich oft schwierige Aufgabe, diese geologische Thätigkeit der Organismen näher zu verfolgen und den Antheil einzelner Arten von Thieren und Pflanzen an der Bildung neuer Erd- und Gesteinsschichten zu ermitteln. Ein derartiger Versuch ist es, wenn ich es unternehme, Ihre Aufmerksamkeit auf die geologische Bedeutung der sogenannten Laubmoose zu lenken und in kurzen, allgemeinen Umrissen den Antheil zu schildern, den diese kleinen, aber vielfach merkwürdigen Pflänzchen stellenweise beim Aufbau der jüngsten Erdbildungen nehmen.

Zur nähern Orientirung diene, dass die Botaniker unter Laubmoosen eine Abtheilung der Zellenpflanzen verstehen, die sich durch dichtbeblätterte Stengel und eine kapselartige Sporenfucht auszeichnen, welche von einer später abfallenden Mütze oder Haube bedeckt ist und zuletzt in der Regel mit einem Deckelchen sich öffnet. Die Laubmoose leben meist gesellig in mehr oder minder dichten Rasen und ersetzen durch Menge der Individuen reichlich, was der einzelnen Pflanze an Masse abgeht. Hiedurch, sowie durch die Eigenthümlichkeit ihres fast unbegrenzten Wachsthumts erlangen sie bei uns an einzelnen günstigen Lokalitäten, in den Polargegenden aber über grosse Landstriche hin eine Bedeutung, die weit über die Lebensdauer des Moooses reicht. Zum klaren Verständniss derselben ist es jedoch unerlässlich, den Moosstengel und seine Wachsthumverhältnisse genauer zu betrachten.

Der Moosstengel hat stets einen sehr geringen Breitendurchmesser; er ist meist haardünn oder von der Dicke eines Zwirnsfadens, selten erreicht er die Stärke eines Bindfadens. Doch sind diese nur aus Zellen zusammengesetzten dünnen Moosstengel ausserordentlich zäh und widerstehen mit Leichtigkeit klimatischen Einflüssen, welche andere, anscheinend viel kräftigere Pflanzen tödten. Starke Hitze und anhaltende Dürre vermag das zarte Moospflänzchen meist ebenso gut, wie die stärksten Kältegrade zu ertragen. Diese merkwürdige Lebenszähigkeit ver-

danken die Moose ihrer Hygroskopicität, die ihnen gestattet, bei ungünstigen Verhältnissen lange Zeit hindurch im Zustand des Scheintodes zu verharren, durch Aufnahme von flüssigem oder dunstförmigem Wasser aber das gehemmte Wachsthum und die unterbrochene Ernährung wieder fortzusetzen.

Im Gegensatz seiner sehr geringen Dicke, die zwischen $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{42}$ einer Linie schwankt, erreicht der Moosstengel meist eine verhältnissmässig nicht unbedeutende Länge. Es gibt allerdings auch Moose, bei denen er verschwindend kurz ist; aber das sind seltene Ausnahmen. In der Regel erreicht der Moosstengel eine Länge von ein oder mehreren Zollen, ja mitunter von mehreren Fuss. Unsere Torfmoose, das zierliche Haarmützenmoos (*Polytrichum commune*), die neuseeländische *Dawsonia superba* haben einen aufrechten $1\frac{1}{2}$ —2 Fuss hohen Stengel; manche in rasch fliessenden Gewässern flottirenden Moose (wie z. B. *Fontinalis antipyretica*) werden 4—5 Fuss lang.

Wichtiger noch, als die Grössenverhältnisse des Moosstengels sind die verschiedenen Arten seines Wachsthums. Diese sind so auffallend, dass man schon seit Langem zwei habituell sehr verschiedene Abtheilungen der Laubmoose unter dem Namen der Gipfelfrüchtler und der Seitenfrüchtler unterscheidet. Bei erstern ist die Hauptaxe durch Blüten oder Früchte abgeschlossen und kann nur durch seitliche Sprossen oder Innovationen sich verjüngen. Bei letztern hingegen ist die Hauptaxe in ihrem Wachs-

thum unbegrenzt und es gelangen nur Nebenaxen zur Entwicklung von Blüten und Früchten. Die nächste Folge dieser verschiedenen Wachstumsverhältnisse ist, dass die gipfelfrüchtigen Moose aufrechte Stengel haben und bei fortgesetztem Wachstum dichte, in vertikaler Richtung sich vergrößernde Rasen bilden, während die Stengel der seitenfrüchtigen Moose niedergestreckt sind und bei ungehemmtem Wachstum horizontal und centrifugal sich verbreiten. Schon hieraus erhellt, dass die gipfelfrüchtigen Moose durch ihr schichtenweises Wachstum in die Höhe bisweilen zu massenhaften, geologisch wichtigen Anhäufungen Veranlassung geben können.

Abgesehen von den wenigen einjährigen Moosen, deren Hauptaxe während eines Vegetationscyklus sich vollständig abschliesst und erschöpft, haben die übrigen Moose, mögen sie gipfel- oder seitenfrüchtig sein, die Möglichkeit eines unbegrenzten Wachstums für sich, da sie sich theils durch die Seitensprossen, theils durch die fortwachsende Hauptaxe oder einzelne unbegrenzte Nebenaxen fortwährend verjüngen. Es ist jedoch dafür gesorgt, dass die Bäume und so auch die Moose nicht bis gegen den Himmel wachsen. Die feindlichen Einflüsse der Aussenwelt setzen dem Wachstum der Moose in den meisten Fällen nur zu bald unüberwindliche Schranken. Bei weitem nicht alle Sprossen gelangen zur völligen Entwicklung, da es in den compacten aufwärtswachsenden Moosrasen zuletzt an Raum mangelt und im Kampf ums Dasein

nur die günstig situirten Knospen sich weiter entwickeln können. Häufig setzt die Trockenheit im obern Theil des grossgewordenen Moospolsters dem weitem Wachsthum ein Ende. Das untere Ende des Moosrasens aber fällt dem zerstörenden Verwesungsprocess anheim. Zuerst sind es die zarten, gewöhnlich nur aus einer Zellschicht bestehenden, chlorophyllreichen Moosblätter, die sich zersetzen, während der zähere Moosstengel sich länger erhält und mit einem dichten Wurzelfilz bedeckt. Aber auch seine Lebensdauer ist eine meist nur auf wenige Jahre beschränkte. Mit seinem Absterben zerfällt der Moosrasen in Humuskörper, welche mit unorganischem Detritus und mit dem Staub der Atmosphäre gemischt eine braune oder schwarze fruchtbare Erdart bilden. Es ist jedoch bekannt, dass dieser rasche Verwesungsprocess unter Wasser durch Absperrung der Luft verzögert und wesentlich abgeändert wird. Moose, deren Hauptbestandtheil die sogenannte Holzfaser oder Cellulose ist, verwandeln sich hiebei, wenn sie gleichzeitig von unorganischen Beimengungen frei bleiben, in brennbaren Torf. Es kann aber auch geschehen, dass Moose, die in kalkhaltigem Wasser vegetiren, durch ihre Lebensthätigkeit den aufgelösten Kalk fällen, sich mit demselben umkleiden und poröse leichte Kalksteine bilden, die man Tuffe nennt. Wo daher eine Moosvegetation an günstigen Lokalitäten in grossartigem Massstab auftritt, kann sie in dreifacher Beziehung eine geologische Bedeutung erhalten, je nach-

dem sie Veranlassung zur Neubildung von Erd-, Torf- oder Tuffschichten gibt.

Ueber die Wirksamkeit der Moose als Humus- und Torfbildner, welche schon wiederholt in diesem Kreise besprochen wurde, werden hier einige wenige Andeutungen genügen.

Die Humusbildung durch Moose tritt bei uns meist nur im Kleinen auf. So werden durch das enge Anschmiegen der Moose an ihre Unterlage selbst die härtesten Felsen mit einer Humusschichte bedeckt und durch die hygroskopische Eigenschaft der Moose den Angriffen der atmosphärischen Feuchtigkeit in erhöhtem Grade ausgesetzt. Nicht unbedeutend aber ist die Menge von Humussubstanzen, die alljährlich durch die Vermoderung der Moose in Wäldern, auf feuchten schattigen Felsen und hie und da selbst auf nackter Erde entstehen. Wahrhaft grossartig aber sind die Moose als Erdbildner in den Polargegenden, wo Hunderte, ja Tausende von Quadratmeilen fast ausschliesslich von ihnen bedeckt sind und die traurige und einförmige Vegetation der Moossteppe (Tundra) aufzeigen. Ihre vermoderten Reste bilden eine viele Fuss hohe Erdschichte über dem hier stellenweise als Felsmasse auftretenden Eis der Diluvialzeit.

Unter den torfbildenden Moosen spielen die eigentlichen Torfmoose der Hochmoore eine Hauptrolle. Ihr eigenthümlicher Blattbau schützt sie, so wie die von ihnen eingeschlossenen Theile anderer Pflanzen vor gänzlicher Verwesung. Ihre bleichen

Blätter haben nämlich zweierlei Zellen. Der Haupttheil der Blattfläche besteht aus grossen, von Spiralfasern aufgeblähten, mit weiten, runden Löchern versehenen Zellen, welche mit erstaunlicher Kraft Wasser absorbiren, von Zelle zu Zelle fortleiten und mit der grössten Hartnäckigkeit zurückhalten. Diese schlauchartigen Zellen sind von einem System schmaler, geschlossener, chlorophyllhaltiger gewöhnlicher Zellen umgeben und setzen die Torfmoose in den Stand, Wasser über ein benachbartes Niveau beträchtlich zu heben und gleich einem impermeablen Boden die Verdunstung so wie das Abfliessen desselben zu verhindern. Die mächtigsten Torflager, die man kennt, die bisweilen eine Tiefe von 30—40 Fuss erreichen, sind aus solchen Moosen aufgebaut.

Als Gesteinsbildner aber sind unstreitig die Kalktuff-bildenden Moose die wichtigsten. Es ist sehr merkwürdig, dass für manche Moose wie z. B. für die Torfmoose kalkhaltiges Wasser tödtlich ist, während im Gegensatz hiezu andere gerade in solchen Gewässern die passendste Bedingung zu ihrem fröhlichen Gedeihen finden. Unter letztern sind besonders einige hervorzuheben, welche eine constante Temperatur und einen stets befeuchteten, keineswegs aber untergetauchten Standort bedürfen. Solche Lebensbedingungen finden sich an Gebirgsquellen, die reich an Kalksalzen sind, fast das ganze Jahr hindurch gleiche Wassermenge und gleiche Temperatur besitzen und über grosse Flächen oft sich ausbreitend, den stark ge-

neigten Boden nur überrieseln, ohne ihn hoch zu bedecken. Die an solchen Localitäten massenhaft und üppig gedeihenden Moose zeigen ein rasches und frisches Wachstum der Spitzen, während die untergetauchten Theile derselben durch Kalkniederschläge bald in hohem Grade incrustiren und von einer porösen Kalkmasse ganz umhüllt und verbunden werden. Man kennt nur wenige Arten von tuffbildenden Moosen; unter ihnen sind besonders vier durch die Häufigkeit und Massenhaftigkeit ihres Vorkommens für die mitteleuropäischen Tufflager wichtig. Es sind: *Hypnum commutatum*, *Gymnostomum curvirostrum*, *Eucladium verticillatum* und *Trichostomum tophaceum*.

Was nun den Chemismus des Vorganges anlangt, so ist bekannt, dass in solchen Gewässern die Kalkerde in doppelt kohlenaurer Verbindung gelöst ist, dass aber hiebei ein Atom der Säure nur in loser Verbindung vorkommt, daher leicht getrennt werden kann, was eine Abscheidung des für sich unlöslichen oder schwerlöslichen einfach kohlen-sauren Kalkes zur Folge hat. Man hat früher ziemlich allgemein der Verdunstung die Verwandlung des löslichen Bikarbonats in den basischen einfach kohlen-sauren Kalk zugeschrieben. Allein viele Gründe widersprechen der allgemeinen Gültigkeit eines solchen Vorgangs. Eine Verdunstung kann überhaupt nur bei stagnirenden oder heissen Gewässern in Betracht kommen. In Quellen von constanter niederer Temperatur, in rasch fließenden Gewässern ist die Wirkung der Verdun-

stung auf die Ausscheidung von Kalk wohl gleich Null. Eine solche Ausscheidung setzt auch einen concentrirten Zustand der Lösung voraus, während die meisten Kalktuff absondernden Quellen noch weit von der möglichen Sättigung mit Kalkkarbonaten entfernt sind. Die Erfahrung zeigt auch an solchen überrieselten Stellen, dass ein Niederschlag nur dort erfolgt, wo eine passende Vegetation sich ansiedelt. In dieser muss daher der Grund der Kalkabsonderung liegen. In der That bedürfen alle Pflanzen der Kohlensäure zu ihrer Ernährung und Wasserpflanzen entziehen sie dem sie umgebenden Medium und scheiden dafür im Sonnenlicht Sauerstoff aus. Die tuffbildenden Moose eignen sich nun auch den nur lose verbundenen Antheil von Kohlensäure des Kalkbikarbonats zum Behuf ihrer Ernährung an und bewirken dadurch die Ausscheidung des basisch kohlen-sauren Kalkes. Nicht immer aber kommt es dadurch zu einem unmittelbaren Absatz des letztern. Bisweilen wird er ganz oder theilweise durch die freie Kohlensäure des Wassers wieder in die lösliche Form des Bikarbonats übergeführt. In raschfließenden Gewässern vegetiren ebenfalls häufig massenhaft Moose, ohne dass es zur Tuffbildung kommt; der ausgeschiedene Kalk wird hier mechanisch fortgerissen und anderweitig erst abgelagert oder wieder aufgelöst. Ist aber die Bewegung des Wassers keine zu rasche und gewaltsame, überhaupt auch die Menge des Wassers nicht zu bedeutend, so wird der ausgeschiedene

Kalk sogleich die nächste Unterlage, also die ausscheidenden Moose, Blätter, Aeste, Wurzeln und andere im Wasser liegenden Pflanzentheile überziehen. Dieser Ueberzug ist anfänglich äusserst dünn, wird aber immer unförmlicher und bildet die mannigfaltigsten nachahmenden Gestalten. Allein wird später die ursprüngliche Ablagerungsfläche blossgelegt, so zeigt sie einen wunderbar getreuen Abdruck des Gegenstandes, auf den der Kalk sich niedergeschlagen hat. Abdrücke von Blättern, Holzresten, Schnecken-schalen u. dgl., zum Theil wunderbar erhalten, sind daher in Kalktuffen häufig zu finden.

Die von der porösen Tuffmasse eingeschlossenen Pflanzenreste verwesen ziemlich rasch und so vollständig, dass meist schon nach wenigen Jahren die organische Substanz ganz verschwunden ist und der incrustirte Pflanzenrest nur an den Eindrücken, die er hinterlassen hat, bisweilen auch aus der Form der einhüllenden Kalkkruste erkannt werden kann. Wenn man aus tiefern Schichten eines Tufflagers Stücke untersucht, so findet man nur die dünnen Röhren, in denen die incrustirten Moosstengel eingeschlossen waren; von den Moosen und ihren sonst so zähen Stengeln selbst ist keine Spur vorhanden. Doch lässt sich häufig noch die Moosart bestimmen, welche zur Bildung des Tufflagers Veranlassung gegeben hat. Die gipfelfrüchtigen Moose (wie *Gymnostomum curvirostrum*, *Eucladium verticillatum*, *Trichostomum tophaceum*) bilden eine kleinzellige, poröse weisse Kalkmasse, welche

den engen Zwischenräumen der dichtgedrängten Rasen und aufrechten Stengel entspricht. Die seitenfrüchtigen Moose hingegen (*Hypnum commutatum*) geben mit ihren allseitig verzweigten und fortsprossenden Stengel Veranlassung zur Entstehung eigenthümlicher wurzelartiger oder verworrener korallenartiger Gestalten, in welchen die centrale Moosstengelröhre oft von einer mehrere Linien dicken Kalkzone umgeben ist. In jedem Tufflager erkennt man bald Stellen, die nicht durch Kalkniederschlag auf und zwischen Moosen entstanden, die also keine Moostuffe sind. Ebenso zersetzend wie vegetirende Moose, wirken andere lebende Wasserpflanzen, namentlich Algen, sowie verwesende Pflanzenreste auf das im Wasser gelöste Bicarbonat. Es gibt also auch Algentuffe, Blättertuffe, Holztuffe u. dgl. Jedes Tufflager hat ferner grössere oder kleinere Hohlräume, deren Wände wie in den lichtlosen und daher vegetationsleeren Höhlen der Kalkgebirge von den mannigfaltigsten echten Sinterbildungen und Tropfsteinen bedeckt sind. Diese Sinterbildungen entstehen ohne Mitwirkung von Pflanzen durch Verdunstung oder durch chemische Wechselwirkung der Mineralsubstanzen. — In dem Wasser der kalktuffbildenden Quellen sind endlich ausser dem Kalkbikarbonat auch noch Bikarbonate von Eisen- und Manganoxydul, es ist Chlormagnesium und manche andere Verbindung enthalten, die durch die Lebensthätigkeit der Moose zerlegt wird und zu Niederschlägen Veranlassung gibt.

Aus dieser Betrachtung erhellt, dass das Material der Tufflager sehr verschiedengestaltig und sehr verschiedenen Ursprungs sein könne, dass aber die überwiegend grösste Masse der aus Quellen sich ablagernden Tuffe durch eine massenhafte Moosvegetation entstanden sei. Diese Tuffe sind also zum grössten Theil Moostuffe, theilweise auch Algen- und Blättertuffe oder einfache Sinterbildungen, wie sie in Kalkhöhlen vorkommen. —

Der Umstand, dass die Moose einen so hervorragenden Antheil an der Bildung jüngster Erdschichten nehmen, bietet jedoch noch in anderer Beziehung hohes Interesse. In unsern Tagen hat die Altersbestimmung der sogenannten postpliocenen Gebilde eine früher ungeahnte Wichtigkeit erlangt. Die Nachforschungen über das Alter des Menschengeschlechtes hängen auf das Innigste zusammen mit der Frage, welche Zeiträume zur Bildung der Erdschichten, in denen Spuren des menschlichen Daseins angetroffen werden, erforderlich waren. Es ist nicht zu läugnen, dass unsere gegenwärtigen Methoden, dergleichen Fragen zu lösen, noch sehr unvollkommen sind. Es unterliegt aber keinem Zweifel, dass relative und absolute Altersbestimmungen der jüngeren Erdschichten, da nun die allgemeine Aufmerksamkeit auf diesen Gegenstand sich richtet, immer schärfer sich werden bestimmen lassen. Ich kann hier nicht umhin, einen der anziehendsten Vorträge, die an dieser Stelle gehalten wurden, Ihnen hiebei ins Gedächtniss zurück-

zurufen und Sie daran zu erinnern, wie weit wir davon entfernt sind, den Begriff Zeit gehörig zu würdigen und die Unermesslichkeit der Zeiträume der Erdbildung auch nur annähernd zu bestimmen. Um so dankenswerther ist daher die Mühe, das Problem der Zeitbestimmung von den verschiedensten Seiten her zu versuchen und so erlauben Sie mir nun in Folgendem einige Andeutungen, wie auch Moose zur Messung von geologischen Zeiträumen Anhaltspunkte geben können.

Man muss hier von den Altersbestimmungen der Moose überhaupt ausgehen. Es ist in der Regel nicht schwer, das Alter akrokarpischer (gipfelfruchtiger) Moose aus der Zahl der übereinanderstehenden Sprossen eines Moospflänzchens zu erkennen. Auf diesem Wege ermittelt man, dass die mittlere Lebensdauer der Moose 3—5, selten 6—10 Jahre währe, im Allgemeinen also ziemlich beschränkt ist. Es gehören ganz besonders günstige Umstände dazu, um an einem vegetirenden Moos höhere Alterszustände direct nachweisen zu können. Ein solches Moos ist die zierliche *Mielichhoferia nitida*, welche in einer prachtvollen Abart (als *var. elongata*) auf dem verwitterten Talk — Glimmerschiefer, an der Schwarzwandgrube der Grossarl im Salzburgischen (hier von Bergrath Mielichhofer 1817 entdeckt) wächst. Sie verdankt ihre vortreffliche Erhaltung unstreitig dem kupfersalzhaltigen Wasser, womit sie hier fortwährend benetzt wird und bildet compacte Rasen von 5—6 Zoll Höhe,

deren oberste grüne vegetirende Sprossen aber nur eine Länge von $2-2\frac{1}{2}$ Linien haben, woraus sich ein Alter 30—32 Jahren für die einzelnen ihrer ganzen Länge nach erkennbaren und lostrennbaren Pflänzchen ergibt.

Bei dem unbegrenzten Wachstum der meisten Moose ist aber das jeweilige vorliegende Exemplar nicht mehr die ganze Pflanze; häufig ist der untere Theil durch Verwesung längst zerstört und wir haben nur den obersten fortsprossenden Theil derselben vor uns. Die meisten Moose dürften daher ein bedeutend höheres Alter erreichen, als sich aus dem Zusammen- und den Wachstumsverhältnissen direct nachweisen lässt. Es hiesse aber zu weit gehen, wollte man aus dem unbegrenzten Wachstum auf ein wirklich endloses, durch ausserordentlich lange Zeiträume fortgesetztes Leben und Sprossen desselben Individuums schliessen. Hindernisse einer solchen gleichmässig fortschreitenden Entwicklung gibt es, wie bereits oben angedeutet wurde, genug; in der Regel findet ein solches scheinbar endlose Vegetiren in räumlichen und standörtlichen Verhältnissen nur zu bald seine Grenze, wie es die genauere Betrachtung grösserer Torf- und Tufflager zeigt, aus denen man gleichwohl das Gegentheil ableiten wollte. Dergleichen Lager besitzen einen deutlichen Schichtenbau, welcher auf wechselnde Vegetationszustände schliessen lässt; nicht selten ist sogar der wiederholte Wechsel von baum- und krautartiger Vegetation nachweisbar. In Tuff-

lagern findet man überdies noch kleinere oder grössere Höhlungen, welche die Continuität unterbrechen. Es sind dies Umstände, die ein stetiges Fortwachsen derselben Individuen durch sehr lange Zeiträume selbst an den günstigsten Localitäten unwahrscheinlich oder unmöglich machen.

Dessenungeachtet kann der jährliche Zuwachs von Moosen in Torf- und Tufflagern eine schätzenswerthe Basis für Altersbestimmungen solcher Lager abgeben, da bei der Annahme einer gleichmässigen und ununterbrochenen Fortentwicklung der günstigsten Wachstumsverhältnisse man wenigstens verlässliche Minimalzahlen für die zu ihrem Aufbau nöthige Zeit erhält und hierauf mit Berücksichtigung der übrigen Umstände weitere Schlüsse zu bilden im Stande ist.

Nimmt man z. B. nach Lesquereux den mittleren Zuwachs der Torfmoose unter günstigen Verhältnissen auf 1 Zoll an und berücksichtigt man, dass die Dichte der trockenen Torfmoose (des sogenannten Moostorfes) 0·1, die mittlere Dichte des Hochmoortorfes 0·4 ist, so kann man den jährlichen Zuwachs eines solchen Torflagers nur auf $\frac{1}{4}$ Zoll oder 3 Linien veranschlagen. Bei fortlaufend gleichmässig günstigem Wachsthum braucht daher ein 20 Fuss mächtiges Lager nahezu ein Jahrtausend zu seiner Bildung; da man aber bis 40 Fuss mächtige Torflager kennt, so sind deren unterste Schichten mindestens 2000 Jahre alt. Es ist kaum nöthig zu bemerken, dass diese Zahlen von der Wirklichkeit wahrscheinlich bedeutend

übertroffen werden, da viele Torflager schon seit Jahrhunderten in ihrer Entwicklung völlig abgeschlossen sind und während des langen Zeitraumes ihrer Bildung wiederholt Störungen eingetreten sein dürften, die das stetige Wachstum auf unbestimmte Zeiten unterbrochen haben.

Aehnlich hat Dr. Reichardt aus den mit grosser Genauigkeit eruirten Wachstumsverhältnissen eines kalktuffbildenden Moooses das Alter des Tufflagers am Kosiakberg bei Neuhaus in Steiermark berechnet. Der jährliche Zuwachs dieses Moooses (*Gymnostomum curvirostrum*) beträgt durchschnittlich 3 Linien. Hieraus ergibt sich für ein 10 Klafter mächtiges Tufflager, das nur durch dieses Moos aufgebaut wäre, ein Alter von 2880 Jahren.

Gelegenheitlich eines längern Aufenthaltes in Scheibbs wurde von mir verflorenen Sommer das grosse Tufflager, das sich am linken Erlafufer eine Viertelstunde südlich vom Markt bei Neustift erhebt, wiederholt besucht. Obgleich dieses Tufflager schon seit Langem in seiner Bildung abgeschlossen ist, so ist es doch in vielfacher Beziehung lehrreich und mag hier als ein Beispiel der Tuffbildung näher beschrieben werden. Es verdankt seine Entstehung einer mächtigen Quelle, welche am Ostabhange des Buchbergs nach meiner barometrischen Messung in einer Seehöhe von 1183 Par. Fuss und 193·8 Fuss über dem Erlafniveau entspringt und in der ganzen Gegend unter dem Namen des Ursprungs sehr be-

kannt ist. Diese Quelle fließt gegenwärtig in einem künstlichen Beete ab und treibt auf einer Strecke von kaum einer Viertelstunde nicht weniger als acht verschiedene Werke. Das Tufflager bildet oben eine horizontale Fläche, welche mit Landhäusern und Grundstücken bedeckt ist. An den steilen Abhängen des Lagers liegt auf der Nordostseite malerisch zerstreut der Ort Neustift selbst. Durch einzelne Steinbrüche ist der Bau des Lagers sowohl hier, als auf der Südseite auf weite Strecken erschlossen. Das Lager ruht auf den bekannten horizontal abgelagerten Conglomeratbänken der Diluvialzeit, in welchem die Erlaf sich tief ihr Bett ausgewaschen hat.

Nach den verlässlichen Schätzungen des Herrn Pfarrers Urlinger in Scheibbs hat das Lager eine Länge von 1500 Fuss in der Richtung von Süden nach Norden, eine Breite von 420 Fuss in der Richtung von West nach Ost, und eine Höhe von mindestens 150 Fuss. Das Volumen des Lagers kann daher annähernd auf 94 Millionen Kubikfuss veranschlagt werden. In den Steinbrüchen kann man deutlich eine horizontale Schichtung wahrnehmen; namentlich sind 3—4 horizontale etwa fusshohe Schichten auf weite Strecken zu verfolgen, die sich durch ihren Reichthum an Blätterabdrücken auszeichnen. Kleine Höhlungen mit Sintergebilden, Hohlräume von Stämmen und Aesten herrührend, werden allgemein angetroffen. Ausserdem findet man nicht selten Schnecken- und in den obersten Schichten Reste

von Kunstproducten, namentlich Abdrücke von Brettern, gefälltem Holz und dgl.

Obgleich das Tufflager schon längst seinen natürlichen Abschluss erreicht hat, so gestatten doch überrieselte Stellen in den Rinnwerken, namentlich jahrelang ruhende Wasserräder sehr genaue Zuwachsbestimmungen. Hier zeigt sich aber, dass der Zuwachs ein höchst ungleicher ist. Bei einem seit 6 Jahren ruhenden Wasserrad haben sich stellenweise 3 Zoll hohe compacte Incrustationen von *Trichostomum tophaceum* und *Hypnum commutatum* gebildet, während in derselben Zeit an überrieselten Stellen, an denen sich mikroskopische einzellige Algen ansiedelten, sich nur Tuff von 2—3 Linien Mächtigkeit absetzte. An einer senkrechten, von Tropfwasser benetzten Wand zeigten sich noch grössere Extreme in der Tuffbildung. Einzelne üppig vegetirende Rasen von *Hypnum commutatum* incrustiren überraschend schnell und bilden dicke wurzelförmige Gestalten, deren jährlicher Zuwachs in der Breite auf 1—2 Zoll geschätzt werden muss. Die so rasch horizontal fortwuchernden Hypnen überdachen zuletzt die tiefen Stellen der Wand, sperren diese vom Zufluss des Wassers ab, wodurch die Moosvegetation bald aufhört und sich nur dünne Ueberzüge von Algen ansetzen, die zuletzt auch verschwinden, wenn sich die überdachte Stelle allmähig in einen der den Tuffen so eigenthümlichen Hohlräume verwandelt hat. Hier kann man also deutlich sehen, wie an derselben Stelle

die verschiedenen Vegetationen, Moose und Algen sich gegenseitig verdrängen und ausschliessen. Dessenungeachtet bleibt es merkwürdig, dass im grossen Ganzen selbst an solchen Stellen der jährliche Zuwachs im Mittel zwischen den günstigsten und ungünstigsten Verhältnissen beiläufig 3 Linien, also so viel als das mittlere Wachstumsverhältniss von *Gymnostomum curvirostrum* beträgt. Ein solches mittleres Wachstum allgemein angenommen, würde das Scheibbser Tufflager einen Zeitraum von 7200 Jahren zu seinem verticalen Aufbau von 150 Fuss bedurft haben. Ob aber diese Zeit zu einer horizontalen Ausbreitung von 420 Fuss in der Breite ausreichen würde, ist um so mehr problematisch, als kaum anzunehmen ist, dass je das ganze ausgedehnte Lager gleichmässig von der Quelle überrieselt war.

Es gibt jedoch noch eine andere Methode, um die Altersbestimmung eines Tufflagers annähernd durchzuführen. Wie Herr Prof. Unger bei einem steirischen Tufflager (zu St. Johann nächst Neuhaus) bereits nachgewiesen, lässt sich aus der Quantität der fixen Bestandtheile einer tuffbildenden Quelle gleichfalls auf die Zeit schliessen, die zur Bildung eines bestimmten Tufflagers, als Absatz dieser Quelle, erforderlich war. Ich habe mir desshalb die nöthigen Daten über die Ursprungsquelle von Scheibbs verschafft, um auch auf dieser Grundlage eine Altersbestimmung des Tufflagers daselbst zu versuchen. Die Ursprungsquelle liefert nach den Messungen des Herrn

Pfarrers Urlinger bei ihrem Ursprung in der Secunde 3 Kubikfuss Wasser. Eine mitgebrachte Probe dieses Wassers, welche Hr. Prof. Schrötter analysiren zu lassen die Güte hatte, lieferte in 1000 Theilen 52 Theile fixe Bestandtheile. Die Härte dieses Wassers beträgt 14.4. Die Menge von Kalk und Magnesia zusammen beträgt daher in 10000 Theilen 1.44 Theile. Ueberdies enthält die Quelle noch Kali und Natron, dann Kohlensäure, Schwefelsäure, Hydrochlor und Spuren von Phosphorsäure und Kieselsäure.

Nach diesen Daten liefert die Ursprungsquelle jährlich 94 Mill. Kubikfuss oder 5333 Mill. Pfund Wasser, darunter nicht weniger als 27,731.028 Pfund fixe Bestandtheile. Ist die Dichte der porösen Niederschläge der Quelle gleich 2, so haben diese fixen Bestandtheile ein Volumen von 245842 Kubikfuss. Das Scheibbser Tufflager, dessen Volumen nach Obigem 94 Mill. Kubikfuss beträgt, könnte daher, wenn sich sämtliche fixe Bestandtheile der Ursprungsquelle in demselben ablagern würden, bereits in 384 Jahren gebildet sein. Es ist jedoch augenfällig, dass eine solche gänzliche Fällung aller fixen Bestandtheile in der unmittelbaren Nähe der Quelle nicht eintritt. Da das Wasser nicht stagnirt, sondern fortrieselt, so ist es sehr viel, wenn auch nur der 10. Theil derselben sich ablagert. Hiebei darf aber nicht vergessen werden, dass der Kalktuff vorherrschend nur aus kohlen-saurem Kalk besteht, der selbst wieder beiläufig die Hälfte der fixen Bestandtheile ausmacht; es kann

daher auch nur diese Hälfte allein in Betracht gezogen werden. Unter diesen allerdings willkürlichen, aber sehr günstigen Annahmen erhält man auch nach dieser Methode einen Zeitraum von 7680 Jahren als Minimum der zur Bildung des Scheibbser Tufflagers nöthigen Zeit.

Es ist nicht zu läugnen, dass in diesen und ähnlichen Altersbestimmungen geologischer Bildungen sehr viel Willkürliches und Hypothetisches liegt. Doch haben sie als erste Näherungsversuche ihren Werth, schon deshalb, weil sie zu Vergleichen anregen und die Entdeckung schärferer Methoden veranlassen. So ist es schon jetzt gewiss, dass ein in voller Bildung begriffenes Tufflager viel verlässlichere Daten zur Beurtheilung des jährlichen Zuwachses geben würde, wenn die Quantität und Qualität der speisenden Quelle beim Eintritt in das Lager, so wie bei deren Austritt genau ermittelt würde. Hieraus, sowie aus der Grösse der überrieselten Oberfläche würde sich am genauesten ergeben, wie viel fixe Bestandtheile thatsächlich abgesetzt wurden. Das Scheibbser Lager ist als völlig abgeschlossen, zu solchen Untersuchungen untauglich, da beim raschen Durchfliessen durch das künstliche Flussbett und die Gewerke kaum die Temperatur des Wassers, die am Ursprung constant 8.3° R. beträgt, um einige Zehntelgrade, noch weniger aber die chemische Beschaffenheit des Wassers sich merklich ändert.

Doch auch die unvollkommenen Zeitbestimmungen, die gegenwärtig möglich sind, zeigen, dass ausserordentlich lange Zeiträume zur Bildung einzelner grosser Tufflager nöthig waren. Wenn wir nun wie im Scheibbser Lager auch in den tiefsten Schichten Blätterabdrücke vom Bergahorn, von der Grauerle und Schwarzweide, und Schalen von jetzt noch in der Gegend lebenden Schnecken beobachten, so ist das ein offener Beweis, dass die Vegetation und Fauna unserer Alpenthäler seit Jahrtausenden sich nicht wesentlich geändert habe.

Das tiefere Studium der jüngsten Alluvialgebilde wird auch manche Entstehungsart älterer Gebilde aufklären. Wenn allgemein nach Lyell die gegenwärtigen Naturkräfte auch in frühern Erdperioden in derselben Weise thätig waren, so ist es mehr als wahrscheinlich, dass auch Moose oder analoge Pflanzen in frühern Erdperioden als Gesteinsbildner wirkten. Bei der ausserordentlichen Zartheit dieser Pflänzchen ist es nicht zu wundern, dass sich nur so wenige und undeutliche Spuren fossiler Moose vorfinden. Doch dürften sich in Kohlenlagern und Süsswasserbildungen noch manche sprechende Beweise ihrer Wirksamkeit nachweisen lassen.

Die Betrachtung der geologischen Bedeutung der Moose zeigt die Vielseitigkeit des Einflusses der Pflanzen auf Gesteinsbildung. Die neuere chemische Geologie lehrt, dass die Pflanzenwelt durch ihre Lebens-thätigkeit, durch ihre Reste, sowie durch die Ein-

wirkung ihrer Zersetzungsproducte in weit höherm Grade auf die Entstehung und Veränderung der verschiedensten Gesteine einwirke, als bisher angenommen wurde. Zu den schon längst als phytogenen Ursprungs erkannten Gesteinen kommt jetzt eine ganze Reihe von Neu- und Umbildungen von Mineralsubstanzen hinzu. Wie in den Sümpfen und Quellen des Festlandes die Moose, so spielen im Meere die Algen eine noch ungleich wichtigere geologische Rolle.

Doch begnügen wir uns hier mit der flüchtigen Skizze der gesteinsbildenden Thätigkeit der Moose. Sehen wir sie hier als Bildner fruchtbarer Erdstriche, dort als Erzeuger nützlicher Brennstoffe oder als Erbauer mächtiger Tufflager, erkennen wir in ihren winzigen Sprossen einen Massstab für die Unermesslichkeit geologischer Zeiträume, so wird unser Interesse an diesen unscheinbaren, aber so merkwürdigen Pflänzchen fortan bleibend gefesselt.
