

Geologische Zeiger

Von Erwin AICHINGER

*Quis nobis dabit genuinam
theoriam v. c. de alpium vi
in vegetationis faciem
mutandam.*

Fries in Nov. Fl. suec.

Mein junger Freund KAHLER ist mir seit über 40 Jahren ein lieber Weggenosse, von dem ich in jeder Hinsicht viel lernte. Wie sehr er mir zugetan ist, erkannte ich aus seinen vielen neckischen Bemerkungen. So pflegt er gelegentlich seiner Vorträge und Exkursionen mit einem Seitenblick auf mich immer wieder hinauszustellen: „Während wir Geologen uns über jeden noch so kleinen Aufschluß freuen, sind die Forstleute wie z. B. AICHINGER in zunehmendem Maße bemüht, den noch so kleinen offenen Boden, der uns als Aufschluß wertvolle Hilfe leistet, zu bewalden und damit unsere Arbeit zu erschweren.“

Ähnlich äußerte sich Kollege Hans SCHNEIDERHOHN während meiner Lehrtätigkeit an der Universität Freiburg im Breisgau. Schon allein darum, weil ihm als Lagerstättegeologe im ausgeglichenen Relief des südlichen Schwarzwaldes auf der Suche nach Lagerstätten (Silber, Blei) nur wenige Aufschlüsse zur Verfügung standen.

Damals fragte ich Kollege SCHNEIDERHOHN, wo die gesuchten Lagerstätten zu erwarten seien und erfuhr von ihm, daß diese im Raume des südlichen Schwarzwaldes meist dort sind, wo die Rengneise mit Granitgesteinen zusammentreffen. Nun konnte ich SCHNEIDERHOHN auf gemeinsamen Exkursionen zeigen, wie die Rengneise oberflächlich nährstoffreichere Böden liefern und daher, wenn diese nicht vom Menschen herabgewirtschaftet wurden, von einer viel anspruchsvolleren Pflanzengemeinschaft besiedelt sind als die angrenzenden Granitböden.

Wenn man nun bedenkt, daß nach Professor ALBERT die Rotbuche durchschnittlich im Jahr auf einem Hektar 96 kg Calcium, 15 kg Kali, 13 kg Phosphor und 50 kg Stickstoff benötigt, so ist es verständlich, daß die so anspruchsvolle Rotbuche mit ihren Begleitpflanzen auf basenreichen Gneisböden günstigere Lebensbedingungen findet als auf basenarmen Granitböden. Ich konnte SCHNEIDERHOHN da und dort zeigen, wie in Abhängigkeit von der Bodenunterlage beim Übertritt von Granitböden auf Renschgneisböden heidelbeerreiche Fichtenwälder direkt an kräuterreiche Rotbuchen-Mischwälder oder kräuterreiche Fichtenforste angrenzen und wie man damit die Angrenzung von Renschgneisböden an Granitböden erkennen könne.

So ist es zu verstehen, daß ich mich, von SCHNEIDERHOHN angeregt, für diese Frage seit Jahrzehnten interessiere und mich freue, meinem jungen Freund KAHLER anlässlich seines 70. Geburtstages einen kleinen Beitrag für die zu seinen Ehren erscheinende Festschrift zu widmen. Wenn ich gerade dieses Thema als Geburtstagsgruß wählte, so vor allem darum, weil ich schon seit 40 Jahren von KAHLER geologische Erkenntnisse vermittelt bekam und sich seine und KIESLINGER's Eintragungen in mein Gästebuch im Jahre 1929 verwirklichte:

„In der Hoffnung, es möge unser Beisammensein zu Pfingsten der Beginn gemeinsamer erfolgreicher Arbeit sein:

Franz KAHLER

Alois KIESLINGER.“

Professor KAHLER verstand es, mich für die vielen geologischen Fragen so zu fesseln, daß ich mir bei allen meinen vegetationskundlichen Arbeiten der grundlegenden Bedeutung geologischer Forschung bewußt wurde. Dazu kommt, daß ich in meinen Jugendjahren einen Freund meines Vaters, den Geologen GEYER, auf vielen Wanderungen in den Karnischen Alpen begleiten durfte und von meinem Lehrer STINY auf vielen Exkursionen erfahren konnte, wie sehr man als Forstmann floristische und geologische Kenntnisse gebrauchen kann.

Damit komme ich zur Frage der geologischen Leitpflanzen. Schon im Jahre 1836 brachte Franz UNGER eine bahnbrechende Arbeit „Über den Einfluß des Bodens auf die Verbreitung der Gewächse“ heraus, eine Arbeit, die leider besonders in Österreich in Vergessenheit geraten ist, obwohl Franz UNGER in der Steiermark geboren wurde, in Graz die Rechte, in Wien und Prag Medizin studierte und schon 1827 mit 27 Jahren als Arzt in Graz tätig war. Im Jahre 1830 kam Franz UNGER nach Kitzbühel, dessen merkwürdige Lage Anton KERNER von Marilaun in einmaliger Weise schilderte:

„Die Kiefer Norddeutschlands gedeiht am besten auf Sandboden, ebenso die Heide (*Calluna vulgaris*) und der Besenginster (*Sarotham-*

nus scoparius). Die Buche gedeiht besser auf Kalk, ebenso von Kräutern *Teucrium montanum*, *T. chamaedrys*, *Gentiana ciliata*, *Ophrys apifera* und andere. Besonders in den Alpen tritt diese Scheidung deutlich hervor. So hat z. B. das Städtchen Kitzbühel im nordöstlichen Tirol eine überaus merkwürdige Lage. Gegen Norden erhebt sich der Wilde Kaiser, ein Bergstock mit steil abfallenden, bleichen, zerklüfteten Kalkwänden, gegen Süden die Rettensteingruppe, eine Kette dunkler Schieferberge, mit Gehängen, die bis weit hinauf mit grünen Matten bekleidet sind. Der Gegensatz, der hier in landschaftlicher Beziehung dem Beschauer entgegentritt, wiederholt sich auch in der Pflanzenwelt der beiden gegenüberstehenden Gebirgsmassen. Rasenflecke aus steifen niederen Seggen, Steinbreche, deren starre Rosetten und Polster die Gesimse und Staffeln der schroffen Kalkwände überwuchern, die gelbblühende Aurikel, das zistrosenblütige Rhododendron und weißblühende Fingerkräuter, welche die Ritzen der Felsen schmücken, dunkle Legföhrenbestände, umsäumt mit dem Buschwerk der gewimperten Alpenrose, an der einen Seite auf dem Kalkgebirge; Matten aus den dicht zusammenschließenden Rasen des Borstengrases mit eingesprengten Glockenblumen, Wohlverleih und anderen Korbblütlern, Bestände der Alpenröhle und Gesträuche der rostfarbigen Alpenrose auf der anderen Seite auf dem Schiefergebirge; das sind Gegensätze in der Pflanzendecke, welche selbst dem flüchtigsten Beobachter auffallen und jedem Naturfreunde die Frage aufdrängen, wodurch sie wohl bedingt sein könnten.“

Der Herausgeber der III. Auflage des „Pflanzenleben“ von Anton KERNER von Marilaun, Professor Dr. Adolf HANSEN, fügt hinzu:

„Um wieviel mehr mußte der für seine Wissenschaft begeisterte Botaniker Franz UNGER, der, ausgerüstet mit umfassenden naturwissenschaftlichen Kenntnissen, in den 1830er Jahren als Arzt nach Kitzbühel kam, durch diese merkwürdigen Erscheinungen gefesselt werden. Mit jugendlichem Eifer benutzte er jede Stunde, die ihm sein Arztberuf übrigließ, zur Erforschung der geognostischen, klimatischen und botanischen Verhältnisse seines neuen Wohnortes und wendete den Beziehungen der Pflanzen zu den als Unterlage dienenden Gesteinen seine volle Aufmerksamkeit zu. Das Ergebnis dieser Studien war das Werk „Über den Einfluß des Bodens auf die Verteilung der Gewächse, nachgewiesen in der Vegetation des nordöstlichen Tirols“ (1836), das in dieser Frage geradezu bahnbrechend wurde. Besonders fand die in diesem Werke eingeführte Terminologie rasch Eingang in die botanischen Bücher jener Zeit. UNGER hatte im Hinblick auf die beiden in den Gesteinen des Kalkgebirges und Schiefergebirges vorherrschenden Stoffe, Kalk und Kieselsäure, die Pflanzen des von ihm untersuchten Gebietes nach ihrem Vorkommen als k a l k h o l d e und

kalkstete, kieselholde und kieselstete unterschieden und sie in Verzeichnisse zusammengestellt, aus denen ersichtlich sein sollte, wie gewisse Arten das kalkreiche, andere das kieselreiche Gestein vorziehen (kalk-, kieselholde Pflanzen), andere an den einen Boden geradezu gebunden sein sollten (kalk-, kieselstete Pflanzen).“

Anton KERNER von Marilaun berichtet weiter:

„Es gibt aber noch weitere Fälle neben den Kalk- und Kiesel-pflanzen, wo eine Bedeutung der Chemie des Bodens vorhanden zu sein scheint. Zwei mitteleuropäische Farnarten, *Asplenium viride* und *Asplenium Adiantum nigrum*, haben ihre Form auf Serpentinstandorten so geändert, daß man sie für besondere Arten (*Asplenium adulterinum* und *Asplenium serpentini*) angesehen hat. Diese Meinung wurde erschüttert, als es gelang, durch Kultur auf serpentinfreiem Boden beide Formen zur Rückkehr zur Stammform zu bringen, allerdings erst in sechs Generationen. Es gelang aber nicht, umgekehrt die Stammformen durch Übertragung auf Serpentin umzuwandeln, so daß die ganze Frage nur halb beantwortet ist. Tatsache bleibt, daß die Serpentinformen niemals die Stammformen neben sich aufkommen lassen. Ein zweites Beispiel ist das gelbe Veilchen (*Viola lutea*), von dem eine besondere Form, das Galmeiveilchen (*V. calaminaria*), auf zinkhaltigem Boden (Galmei) vorkommt.

Ein drittes, lange bekanntes Beispiel der Beziehung von Form und Bodenchemie bilden die Salzpflanzen oder Halophyten. Am pflanzenarmen Meeresstrande hat sich eine kleinere Genossenschaft charakteristischer Pflanzen angesiedelt, unter denen an deutschen Meeren die wichtigsten sind: *Salicornia herbacea*, *Salsola Kali*, *Cakile maritima*, *Glaux maritimum*, *Ameria maritima*, *Atropis distans*, *Statice Limonium*, *Triglochin maritimum*, *Samolus Valerandi*, *Aster Tripolium*, *Oenanthe Lachenalii* und andere. Die Beziehung dieser Pflanzen zum Salzboden ist um so einleuchtender, als eine Reihe von ihnen auch im Binnenlande auf kochsalzhaltigem Boden, in der Nähe von Salinen usw., vorkommen. Solche Standorte finden sich in Brandenburg, bei Eisleben, in Hessen. Alle diese Pflanzen haben eine gewisse Formähnlichkeit, die sich besonders in der Verschmälerung der Blätter und im Fleischigwerden der Organe ausprägt. Die Frage ist nun: Wachsen die Halophyten nur dort, wo Kochsalz im Boden vorhanden ist, und haben sie dieses Salz geradezu nötig? Diese Frage muß verneint werden, denn eine Menge Halophyten wachsen auch, wenngleich nicht häufig, auf salzfreiem Boden und können auf solchem kultiviert werden.“

So konnte ich *Atropis distans* auf den Südhängen am Westausgang Radentheins im Gegendtal Kärntens bodendeckend antreffen.

Wie dies so oft der Fall ist, wendete sich auch Franz UNGER als Arzt eifrigst der Botanik zu und wurde schon im Jahre 1835 Pro-

fessor der Botanik in Graz und 1849 Professor für physiologische Botanik an der Wiener Universität.

Viele Jahre nach Erscheinen von UNGERs Arbeit im Jahre 1836 hat Dionys STUR als Mitarbeiter der k. k. geologischen Reichsanstalt einen Beitrag zur Kenntnis der Flora von Österreich, der Geographie und Geschichte der Pflanzenwelt „Über den Einfluß des Bodens auf die Verteilung der Pflanzen“ veröffentlicht. Dionys STUR durchwanderte alle Gebiete der österreichisch-ungarischen Monarchie und verfaßte ein „Verzeichnis der auf meinen Reisen durch Österreich, Ungarn, Salzburg, Steiermark, Kärnten, Tirol, Krain, Dalmatien und das venetianische Gebiet von mir gesammelten wildwachsenden Pflanzen, nebst Angabe der geologischen Unterlage derselben“.

Wenn auch in den vergangenen 100 Jahren die Sippensystematik in der Botanik und die geologische Forschung viele neue Erfahrungen gewonnen haben, so verdanken wir Dionys STUR sehr viele neue Erkenntnisse, die der Pflanzengeographie und Geologie gleichermaßen zugute kommen.

Jedenfalls haben Dechant PACHER und Freiherr von JABOR-NEGG die Erfahrungen Dionys STURs in der „Flora von Kärnten“ ausgiebig benützt.

Ich habe viele Jahre angenommen, daß Dionys STUR als Botaniker zu seinen Auffassungen gekommen ist, zumal ich als erste seiner Arbeiten „Eine Vervollständigung der Artenliste der Flora bei F. v. KERNER“ (1897) erhielt. Erst später, als ich seine „Geologie der Steiermark“ kennenlernte und „Bau und Bild Österreichs“ (1903) durchblätterte, erfuhr ich, daß STUR als Geologe in der geologischen Reichsanstalt tätig war. Um so mehr wunderte ich mich, daß seine Arbeiten, ähnlich wie jene von STINY, von Geologen und Botanikern so wenig weitergeführt wurden.

So zeigte Dionys STUR auf, daß in den Plinitzer Zinken im Ennstal das Steingras (*Oreochloa disticha* [Wulf.] Link.) ebenso wie das Weißliche Habichtskraut (*Hieracium intybaceum*) in Schleinitz bei Leibnitz auf Glimmerschiefer, während das Zottige Habichtskraut (*Hieracium villosum*) im Hochschwabgebiet besonders auf Dachsteinkalk zu finden ist und das Glatte Habichtskraut (*Hieracium laevigatum* W.) in Modern im Sebrecker Hohlweg auf Gneis und auf der Kralowaner Heide auf den Rändern von Weingärten auf Quarzgeröll vorkommt. Er stellt ferner hinaus, daß der Huflattich (*Tussilago Farfara*) in Modern auf lehmigem, feuchtem Boden, während *Phyteuma comosum* L. am Tagliamento auf Dolomit des schwarzen Kalles zu finden ist.

Ganz besonders interessierte mich die Mitteilung, daß die so seltene *Ononis rotundifolia* L. am Galitzenbach bei der Lienzer Klause unterhalb der Kerschbaumer Alpe auf Lias-Sandsteinen und Mergel

vorkommt, weil ich im Jahre 1966 mit meinen Grazer Studenten auf einer Exkursion *Ononis rotundifolia* L. ebendort antraf. Dionys STUR berichtet ferner, daß die so seltene *Braya alpina* Hoppe Strnb., die auch heute als besondere Pflanze von der Bergwacht geschützt wird, bei der Gamsgrube am Großglockner auf Kalkglimmerschiefer vorkommt.

Es würde zu weit führen, wenn ich noch mehr Beispiele herausgreifen würde, aber es wäre wirklich zu begrüßen, wenn die Geologie nun nach 133 Jahren das Verzeichnis nach heutigen Gesichtspunkten überprüfen würde. Jedenfalls hat Dionys STUR mit dieser Studie für die damalige Zeit eine vorbildliche, jedoch leider viel zu wenig beachtete Arbeit veröffentlicht.

Im Jahre 1950 führte ich eine Lehrwanderung vom großen Holzschlag über die Rippelwiese auf den Grenzkamm des Böhmerwaldes und von hier über Bühlfelsen, Stingelfelsen zurück zum Holzschlag.

Ein bodensaurer heidelbeerreicher Rotbuchen-Ausschlagwald interessierte uns besonders. Wie ist es möglich, daß dieser Rotbuchen-Ausschlagwald so heidelbeerreich ist? Die Erklärung ist nicht schwer. Der bodenständige ehemalige Rotbuchen-Tannen-Fichten-Mischwald wurde auf diesem armen Plöckenstein-Granitboden durch Niederwaldbetrieb, Streunutzung und Waldweidebetrieb zum heidelbeerreichen Rotbuchen-Ausschlagwald herabgewirtschaftet, schon allein, weil nach Abtrieb des Rotbuchen-Tannen-Fichten-Mischwaldes nur die Rotbuche nach Abtrieb des Stammes teils vom Stock, teils von den Wurzeln aus befähigt ist, junge Triebe und Adventivknospen und -sprosse zu entwickeln und wieder auszutreiben.

Wenn einem nährstoffreichen kräuterreichen Rotbuchen-Tannen-Fichten-Mischwald die Streu von den Holzhauern des nahen Großholzschlages immer entnommen wird, so verarmt sein Oberboden an Nährstoffen und an Bodenleben. Die Folge ist, daß in zunehmendem Maße das Bodenleben zurücktritt, der Boden verhägert und die Laubstreu als Trockentorf roh liegenbleibt.

Wird dann ein solcher, durch langandauernde Streunutzung ausgehagerter Laubmischwald kahlgeschlagen und anschließend beweidet, so geht durch die Streunutzung das Bodenleben noch mehr zurück und die Rotbuche schlägt aus. So führten schließlich Streunutzung, Weidewischnutzung und Kahlschlagbetrieb zum heidelbeerreichen Rotbuchen-Ausschlagwald.

Unsere Ansicht wird durch die Tatsache bestätigt, daß auf demselben Grundgestein die Bodengüte und Bestandesgüte um so besser wird, je entfernter der Wald von den menschlichen Siedlungen am großen Holzschlag gelegen ist; denn der Mensch holt sich, dem Trägheitsgesetz folgend, seine Streu dort, wo er mit dem geringsten Kraftaufwand den größten Nutzen hat. So verstehen wir es, daß die Wäl-

der um die streubedürftige Siedlung „Großholzschlag“ um so geringere Boden- und Bestandesgüte aufweisen, je leichter diese als Streunutzungsobjekte zu erreichen sind. Dazu kommt, daß die Streuanhäufung im ausgehagerten Walde um so größer ist, je mehr das Bodenleben zurückgegangen ist. Im nährstoffreichen Boden ist das Bodenleben so reich entwickelt, daß dieses den gesamten Laubstreuanfall innerhalb eines Jahres völlig verarbeitet.

Es muß so sein, denn der Rotbuchen-Tannen-Mischwald produziert eine Unmenge Rohstoffe für die Verarbeitung durch das Bodenleben.

Geht das Bodenleben durch intensive Streunutzung, Kahlschlagwirtschaft und Weidezwischennutzung zurück, so kann der abgefallene Streuanfall nicht mehr verarbeitet werden, er bleibt roh liegen. Genau so, wie die Kohlen- und Eisenvorräte sich gewaltig anhäufen würden, wenn die Rohstoffe verarbeitenden Industrien nicht arbeiten können.

Nur dem Kreislauf der Produktion durch Bäume, Sträucher, Kräuter und Moose, dem Verbrauch durch Tiere über und im Boden und der Reduktion durch das Kleinleben ist der gute Nährstoffhaushalt unserer Wälder zuzuschreiben.

Werden Waren produziert, aber nicht verbraucht, so häufen sich Warenvorräte an. Wird daher durch den Bestandesabfall, wie Laub und Nadelstreu, Zweige und Borkenschuppen, Rohmaterial angehäuft, so muß sich dies um so mehr anhäufen, je geringer das Bodenleben ist, je weniger dieses daher den Bestandesabfall verarbeiten kann.

Dem ist es zuzuschreiben, daß unter dem Rotbuchenjugendhorst eine so hohe, völlig unverrottete, sauer reagierende Rotbuchenlaubstreu angehäuft ist.

Würde dieselbe Laubstreu einen sehr rätigen Buchenmullboden bedecken, so würde sie in wenigen Monaten vom Bodenleben in milden Humusboden übergeführt werden. Daraus folgern wir, daß die Laubstreu um so länger liegenbleibt, je geringer das Bodenleben ist und um so weniger lang liegenbleibt, je reichhaltiger das Bodenleben ist.

Da aber die Schiefergneis-, Hornfels- und Amphibolitböden um vieles nährstoffreicher sind, versteht es sich, daß von vornherein auf diesen Böden der Gang der Vegetationsentwicklung in Abhängigkeit von der Produktionskraft des Bodens um vieles rascher erfolgt als auf dem armen Boden des Plöckensteingranits.

Demnach ist es auch zu verstehen, daß waldverwüstende Eingriffe die Böden mit geringer Produktionskraft um vieles mehr degradieren als Böden mit großer nachschaffender Kraft.

Daraus wird erklärbar, daß sich auf solchen armen Plöckenstein-Granitböden waldverwüstende Eingriffe viel länger und verheerender auswirken als auf Schiefergneis-, Hornfels- und Amphibolitböden.

So ist es verständlich, daß wir auf Grund des vegetationskundlichen Aufbaues unserer Wälder ohne weiteres die armen Plöckensteingranitböden von den nährstoffreicheren Silikatböden abgrenzen können.

So konnte Herr Forstdirektor Dipl.-Ing. Dr. Hans HUFNAGL von dieser Schau aus der oberösterreichischen Geologie wertvolle Beiträge liefern.

Silikatböden sind also, wie HUFNAGL immer wieder aufzeigt, im Böhmerwald gar nicht so einheitlich, wie dies von vornherein scheinen mag. Hier liegt auch die Erklärung dafür, daß die Vegetationsentwicklung auf den armen Plöckensteingranit-Oberhängen des Mühlviertels nur bis zu einem genügsamen Unterwuchs erfolgen kann, während die Vegetationsentwicklung auf den nährstoffreicheren Schiefergneis-, Hornfels- oder Amphibolitböden ohne weiteres bis zum anspruchsvollen kräuterreichen Typ führen kann.

Im Hinaufsteigen zu den Rippelwiesen fällt uns auf, daß wir langsam aus dem genügsamen Heidelbeer-Trockentyp in den Sichelmoos-Drahtschmielen-Typ, dann in den Astmoos-Drahtschmielen-Typ und schließlich in den farnreichen Sauerklee-Schattenblümchen-Typ kommen, welcher unter diesen geologischen Verhältnissen auf Plöckensteingranitboden wirtschaftlich gesehen den Höhepunkt der Waldentwicklung darstellt. Hier konnte sich dieser Waldtyp halten, weil ja die Streunutzung nicht mehr so hoch heraufkommt.

Wie wir aus diesem Beispiel erfahren, dürfen wir nicht annehmen, daß im einheitlichen Klima, unabhängig von der geologischen Unterlage, immer wieder derselbe Vegetationstyp erreicht werden kann. Auf armen Plöckensteingranitböden oder anderen Granitböden vermag im Klimagebiet der Oberen Rotbuchenstufe der Rotbuchen-Tannen-Fichten-Mischwald niemals so hoch hinaufzusteigen wie auf Schiefergneis-, hornblendereichen Hornfels- oder Amphibolitböden.

Klar ersehen wir aus diesen Zusammenhängen, daß jeder Waldtyp Ausdruck bestimmter Faktoren der lebenden Umwelt, des umgebenden Klimas und des Bodens ist.

Der Gang der Vegetationsentwicklung als Zeiger für die Bodenunterlage

Anton KERNER von Marilaun, der Mitbegründer moderner Vegetationskunde, veröffentlichte im Jahre 1863 als Professor für Botanik an der Universität Innsbruck eine hervorragende Vegetationskunde: „Das Pflanzenleben der Donauländer“.

In diesem klassischen Werk beschrieb er für die Donauländer nicht nur die Pflanzengesellschaften, sondern zeigte auch auf, wie diese entstanden sind und sich weiterentwickelt haben.

So schildert KERNER einen Gang der Waldentwicklung folgend:

„Welcher Reiz liegt endlich nicht in dem Studium des Entwicklungsganges einer jeden Formation und in dem Verfolgen ihres Entstehens, ihres Werdens und Verschwindens. So wie jüngere Generationen des Menschengeschlechtes die älteren ablösen und auf den Errungenschaften der Väter weiter und weiter bauen, ebenso sehen wir auch hier Pflanzengenerationen auf Pflanzengenerationen in stetigem Zuge sich folgen.

Im harten Kampfe mit den starken Elementen ergreifen die ersten Ansiedler Besitz von dem toten Boden. Schritt für Schritt dringen sie über den wüsten Gebirgsschutt oder über den Flugsand der meeresebenen Tiefländer vorwärts und kleiden ihn mit einer spärlichen grünen Pflanzendecke.

Und Jahre vergehen, bis dann eine zweite Generation auf dem zubereiteten Boden sich reicher und kräftiger entfalten kann; rastlos aber arbeitet die Pflanzenwelt und baut ihr grünes Gebäude weiter und weiter; auf den Leichen untergegangener Wurzeln die Keime anderer, jüngerer, neuerer Pflanzenformen, und so geht es fort in niemals ermüdendem Wechsel, bis endlich die schattigen Wipfel eines Hochwaldes über dem humusreichen Boden rauschen.

So wie das Menschenleben hat demnach auch das Pflanzenleben seine Epochen und seine Geschichte aufzuweisen, und hier wie dort sehen wir ein ewiges Ringen und Kämpfen, ein ewiges Verdrängen und Erneuern, ein ewig' Kommen und ein ewig' Gehen.“

Für den Geologen ist es bemerkenswert, daß jeder Gang der Vegetationsentwicklung von Klima, Boden und den Einflüssen der lebenden Umwelt abhängt.

Hinsichtlich des Bodens müssen wir vor allem trennen:

1. Die Vegetationsentwicklung auf mehr oder weniger trockenen, basischen Böden.
2. Die Vegetationsentwicklung auf mehr oder weniger trockenen, silikatischen Mineralböden.
3. Die Vegetationsentwicklung auf mehr oder weniger wasserzügigen Unterhängen.
4. Die Vegetationsentwicklung der Auenwälder.
5. Die Vegetationsentwicklung auf mineralreichen Böden mit stagnierender Nässe im Gelände verlandeter eutropher Seen und Teiche.
6. Die Vegetationsentwicklung auf mineralarmen Moorböden im Gelände verlandeter oligotropher Seen und Teiche.

Für den Geologen besitzen die Pioniergesellschaften in den verschiedenen Höhenstufen entscheidende Bedeutung.

So treffen wir in diesen auf mehr oder wenigen trockenen, basischen Böden z. B. folgende Leispflanzen:

Allium montanum (Berg-Lauch), *Anthericum ramosum* (Ästige Zaunlilie), *Asperula cynanchica* (Hügel-Meier), *Asplenium Ruta-muraria* (Mauer-Streifenfarn), *Aster amellus* (Berg-Sternblume), *Aster Linosyris* (Goldschopf), *Astragalus glycyphyllos* (Süßer Tragant), *Buphthalmum salicifolium* (Gewöhnliches Ochsenauge), *Calamintha alpina* (Alpen-Steinquendel), *Carex firma* (Polster-Segge), *Chrysanthemum corymbosum* (Strauß-Wucherblume), *Coronilla coronata* (Berg-Kronwicke), *Cyclamen purpurascens* (Gewöhnliches Erdbrot), *Cytisus purpureus* (Roter Geißklee), *Daphne Cneorum* (Duft-Seidelbast), *Daphne striata* (Gestreifter Seidelbast), *Dorycnium germanicum* (Seidenhaar-Backenklee), *Dryas octopetala* (Silberwurz), *Epipactis atrorubens* (Roter Waldstendel), *Erica carnea* (Frühlings-Heide), *Galium verum* (Gelbes Labkraut), *Geranium sanguineum* (Blut-Storchenschnabel), *Globularia cordifolia* (Herzblatt-Kugelblume), *Gymnocarpium Robertianum* (Kalkfarn), *Gypsophila repens* (Kriech-Gipskraut), *Hippocrepis comosa* (Hufeisenklee), *Juncus monanthos* (Einblütige Simse), *Lithospermum purpureocoeruleum* (Blauer Steinsame), *Melampyrum cristatum* (Kamm-Wachtelweizen), *Moehringia muscosa* (Moos-Nabelmiere), *Peucedanum Cervaria* (Hirsch-Haarstrang), *Polystichum Lonchitis* (Lanzen-Schildfarn), *Primula auricula* (Alpen-Aurikel), *Prunella grandiflora* (Großblütige Brunelle), *Rhododendron hirsutum* (Wimper-Alpenrose), *Rhodothamnus Chamaecistus* (Europäische Zwergalpenrose), *Salix glabra* (Kahl-Weide), *Sesleria varia* (Kalk-Blaugras), *Soldanella alpina* (Alpenglöckchen), *Teucrium Chamaedrys* (Edel-Gamander), *Teucrium montanum* (Berg-Gamander), *Veronica Teucrium* (Großer Ehrenpreis).

Auf mehr oder weniger trockenen silikatischen Mineralböden:

Agrostis tenuis (Rot-Straußgras), *Ajuga pyramidalis* (Pyramiden-Günsel), *Arnica montana* (Arnika), *Asplenium septentrionale* (Nordischer Streifenfarn), *Betonica officinalis* (Rote Betonie), *Blechnum Spicant* (Gewöhnlicher Rippenfarn), *Calamagrostis villosa* (Woll-Reitergras), *Calluna vulgaris* (Besenheide), *Campanula barbata* (Bart-Glockenblume), *Campanula Scheuchzeri* (Scheuchzer's Glockenblume), *Carex curvula* (Krumm-Segge), *Carex pilulifera* (Pillen-Segge), *Cytisus supinus* (Kopf-Geißklee), *Deschampsia flexuosa* (Wald-Schmieie), *Dianthus superbus* (Pracht-Nelke), *Empetrum hermaphroditum* (Zwitterige Krähenbeere), *Genista sagittalis* (Flügel-Ginster), *Gentiana Kochiana* (Kiesel-Glockenenzian), *Gentiana pannonica* (Braun-Enzian), *Geum montanum* (Berg-Nelkenwurz), *Hieracium Pilosella* (Langhaar-Habichtskraut), *Juncus trifidus* (Dreiblatt-

Simse), *Lathyrus montanus* (Berg-Platterbse), *Luzula albida* (Weißliche Hainsimse), *Lycopodium annotinum* (Schlangen-Bärlapp), *Lycopodium clavatum* (Keulen-Bärlapp), *Lycopodium complanatum* (Flacher Bärlapp), *Lycopodium Selago* (Tannen-Bärlapp), *Pirola secunda* (Nickendes Wintergrün), *Potentilla aurea* (Gold-Fingerkraut), *Primula villosa* (Zottige Schlüsselblume), *Rhododendron ferrugineum* (Rost-Alpenrose), *Saponaria pumila* (Niedriges Seifenkraut), *Sarothamnus scoparius* (Besenginster), *Senecio carniolicus* (Krainger Greiskraut), *Sieglingia decumbens* (Liegendes Dreizahngras), *Silene rupestris* (Felsen-Leimkraut), *Soldanella montana* (Wald-Alpenglöckchen), *Soldanella pusilla* (Niedriges Alpenglöckchen), *Teucrium Scorodonia* (Salbei-Gamander), *Vaccinium Myrtillus* (Heidelbeere), *Vaccinium uliginosum* (Moor-Heidelbeere), *Vaccinium Vitis-idaea* (Preiselbeere), *Veronica officinalis* (Wald-Ehrenpreis).

Auf mehr oder weniger wasserzügigen Unterhängen und Auenwald-Böden:

Aegopodium Podagraria (Gewöhnlicher Geißfuß), *Agropyron caninum* (Wald-Quecke), *Agrostis stolonifera* (Kriech-Straußgras), *Ajuga reptans* (Kriech-Günsel), *Allium ursinum* (Bären-Lauch), *Angelica silvestris* (Wilde Engelwurz), *Brachypodium silvaticum* (Wald-Zwenke), *Caltha palustris* (Dotterblume), *Carex pendula* (Hänge-Segge), *Carex remota* (Winkel-Segge), *Chaerophyllum Cicutaria* (Bach-Kälberkropf), *Chrysosplenium alternifolium* (Wechselblatt-Milzkraut), *Circaea lutetiana* (Wald-Hexenkraut), *Cirsium oleraceum* (Kohl-Distel), *Cirsium palustre* (Sumpf-Distel), *Deschampsia caespitosa* (Rasenschmiele), *Equisetum Telmateja* (Großer Schachtelhalm), *Eupatorium cannabinum* (Wasserdost), *Festuca gigantea* (Riesen-Schwengel), *Filipendula Ulmaria* (Echtes Mädesüß), *Galanthus nivalis* (Schneeglöckchen), *Galium Aparine* (Kleb-Labkraut), *Geum rivale* (Bach-Nelkenwurz), *Geum urbanum* (Busch-Nelkenwurz), *Humulus Lupulus* (Hopfen), *Impatiens Noli-tangere* (Springkraut), *Leucojum vernum* (Frühlings-Knotenblume), *Lysimachia Nummularia* (Münz-Felberich), *Matteuccia Struthiopteris* (Straußfarn), *Myosoton aquaticum* (Wassermiere), *Petasites albus* (Weiße Pestwurz), *Potentilla reptans* (Kriech-Fingerkraut), *Ranunculus repens* (Kriech-Hahnenfuß), *Rubus caesius* (Auen-Brombeere), *Scirpus silvaticus* (Haarbinse), *Solanum Dulcamara* (Bittersüßer Nachtschaden), *Stellaria nemorum* (Wald-Sternmiere), *Valeriana officinalis* (Arznei-Baldrian).

Auf mineralreichen Böden mit stagnierender Nässe im Gelände verlandeter eutropher Seen und Teiche:

Agrostis canina (Sumpf-Straußgras), *Calamagrostis canescens* (Moor-Reitgras), *Calla palustris* (Moor-Drachenwurz), *Caltha palustris* (Sumpf-Dotterblume), *Cardamine amara* (Bitteres Schaumkraut), *Carex elata* (Bülten-Segge), *Carex vesicaria* (Blasen-Segge), *Cirsium oleraceum* (Kohl-Distel), *Cirsium palustre* (Sumpf-Distel), *Comarum*

palustre (Sumpf-Blutauge), *Deschampsia caespitosa* (Sumpf-Schmiele), *Dryopteris cristata* (Kammfarn), *Equisetum silvaticum* (Wald-Schachtelhalm), *Eriophorum angustifolium* (Schmalblatt-Wollgras), *Filipendula Ulmaria* (Echtes Mädesüß), *Galium palustre* (Sumpf-Labkraut), *Galium uliginosum* (Moor-Labkraut), *Iris Pseudacorus* (Wasser-Schwertlilie), *Juncus effusus* (Flatter-Simse), *Lycopus europaicus* (Gewöhnlicher Wolfsfuß), *Lysimachia vulgaris* (Gewöhnlicher Felberich), *Lythrum salicaria* (Blut-Weiderich), *Mentha aquatica* (Wasser-Minze), *Molinia coerulea* (Blaues Pfeifengras), *Myosotis palustris* (Sumpf-Vergißmeinnicht), *Orchis maculata* (Echtes Flecken-Knabenkraut), *Pedicularis silvatica* (Wald-Läusekraut), *Peucedanum palustre* (Schilfrohr), *Scutellaria galericulata* (Sumpf-Helmkraut), *Solanum Dulcamara* (Bittersüßer Nachtschaden), *Stachys palustris* (Sumpf-Ziest), *Symphytum officinale* (Arznei-Beinwell), *Thelypteris palustris* (Sumpffarn), *Typha latifolia* (Breitblatt-Rohrkolben), *Valeriana dioica* (Sumpf-Baldrian), *Viola palustris* (Sumpf-Veilchen).

Zu dieser Betrachtung über die Pflanzenarten feuchter Böden müssen wir doch feststellen, daß oft dieselben Pflanzenarten sowohl auf wasserzügigen Unterhängen in Auenwäldern als auch auf mineralreichen Böden mit stagnierender Nässe siedeln. So z. B. die Sumpfdornerblume (*Caltha palustris*), die Kohl-Distel (*Cirsium oleraceum*), die Rasenschmiele (*Deschampsia caespitosa*) und andere. Erst die ökologische Betrachtung wird uns den Hinweis geben, ob wir es mit einem wasserzügigen Unterhangboden, Auwaldboden oder mineralreichen Flachmoor zu tun haben.

Auf mineralarmen Moorböden:

Andromeda Polifolia (Polei-Gränke), *Drosera rotundifolia* (Rundblatt-Sonnentau), *Eriophorum vaginatum* (Scheiden-Wollbinse), *Sphagnum magellanicum* und *Spagnum rubellum* (Torfmoose), *Vaccinium Oxycoccus* (Moosbeere).

Wir haben nun aufgezeigt, wie die verschiedenen Pflanzen an den Oberboden gleiche oder verschiedene Ansprüche stellen und daher einen Zeigerwert für die Beurteilung des Oberbodens besitzen. Wir haben erfahren, daß die einen Pflanzen trockenen basischen Boden, die anderen trockenen Silikatboden, wieder andere feuchten Boden auf wasserzügigen Unterhängen und in den Auenwäldern bevorzugen und daß besonders auf ebenen Böden eine klare Trennung jener Moorpflanzen, die mineralreichen Boden bevorzugen, von jenen, die mineralarmen Boden bevorzugen, möglich ist. Trotzdem müssen wir aus der Kenntnis der Lebensbedürfnisse der Pflanzen feststellen, daß die vielfach gebrauchten Termini basiphil und acidiphil, xerophil, mesophil und hygrophil meist irrtümlich gebraucht werden, weil die Pflanzen den trockenen basischen, den trockenen silikatischen, den mehr oder weniger feuchten bis nassen Boden und Hochmoorboden nicht lieben, sondern nur in der Lage sind, die jeweiligen Extreme

zu ertragen. Ich spreche daher in diesem Sinne meist nicht von basisch und acidiphil, sondern von basifer und acidifer usw.

Wir haben schon einleitend festgestellt, daß im Zuge der Vegetationsentwicklung vor allem die Anfangsstadien für den Geologen besondere Bedeutung besitzen, weil dann diese Pflanzen mehr oder weniger im Rohboden siedeln, während in den späteren Stadien im Zuge der Bodenbildung und Vegetationsentwicklung eine den Oberboden vielfach isolierende Humus- oder Rohhumusschicht die Bodenverhältnisse ändert und dem Geologen nicht immer einen klaren Einblick gibt. Ganz besonders störend wirkt sich natürlich der Aufbau einer Rohhumusschicht dann aus und führt vielfach zu Fehlschlüssen, wenn über dem Mineralboden durch den sauer reagierenden Bestandesabfall der Sträucher und Bäume eine extrem saure Rohhumusschicht aufgelagert wird.

So treffen wir z. B. auf dem ehemals bewaldeten Kalkplateauboden der Villacher Alpe eine Unmenge acidiferer Pflanzen, wie etwa die Rostblättrige Alpenrose (*Rhododendron ferrugineum*), die Krähenbeere (*Empetrum hermaphroditum*), den Schlangen-Bärlapp (*Lycopodium annotinum*), die Blutwurz (*Potentilla erecta*), das Niedrige Seifenkraut (*Saponaria pumila*), die Heidelbeere (*Vaccinium Myrtillus*), die Moorheidelbeere (*Vaccinium uliginosum*), die Preiselbeere (*Vaccinium Vitis-idaea*) und viele andere Arten, die geradezu als Leitpflanzen des sauren Bodens angesehen werden können. Die Erklärung hierfür liegt darin, daß diese Böden ehemals von Legföhren (*Pinus Mugo*) und Fichten (*Picea excelsa*) besiedelt waren und daß sich hier unter dem Einfluß dieser kalten humiden Klimaverhältnisse kein reichliches Bodenleben aufbauen kann. Dazu kommt, daß die sauren Nadeln der Nadelgehölze eine extrem saure, den darunter liegenden basischen Boden isolierende Rohhumusschicht auflagern.

Fassen wir zusammen:

In dieser kleinen Studie haben wir aufgezeigt, daß die einzelnen Pflanzen, besonders aber die Pflanzengemeinschaften, der geologischen Forschung wertvolle Dienste leisten können. Wenn ich bewußt hinausstelle „besonders aber die Pflanzengemeinschaften“, so darum, weil die einzelnen Pflanzen, allein auf sich gestellt, um vieles weniger als geologische Zeiger verwendet werden können. Schon allein deshalb, weil erst der Konkurrenzkampf, der Kampf um Raum, Licht und Nahrung, die Auslese mit sich bringt.

So können wir bei Ausschaltung des Konkurrenzkampfes die sogenannten Galmei-, Serpentin-, Magnesitpflanzen ohne weiteres im Botanischen Garten aufbringen und durch Jäten, also durch Ausschaltung des Konkurrenzkampfes, halten.

So treffen wir in Kärnten auf den von Pflanzen kaum besiedelten Alluvionen der Gailitz die Galmeipflanzen von Raibl, z. B. *Viola calaminaria* Lejeune, *Thlaspi cepeae-folium* Koch.

Und wir begegnen den Serpentinpflanzen auch auf anderen Böden, in denen das Verhältnis

$$\frac{\text{Mg O}}{\text{Ca O}} > 1 \text{ ist.}$$

Über die Gründe, warum die verschiedenen Serpentinpflanzen Serpentinböden bevorzugen, herrschen die verschiedensten, weit auseinandergehenden Ansichten (Hypothesen), die, wie besonders Josef EGGLER betont, erst einer exakten Forschung im Gelände, den Untersuchungen im Laboratorium und den nötigen Kulturversuchen standhalten müssen.

So wenig die einzelnen Pflanzen in der Lage sind, einwandfreie Feststellungen über den geologischen Untergrund zu machen, um so mehr vermögen dies die verschiedenen Pflanzengemeinschaften auf den verschiedenen trockenen basischen, den verschiedenen trockenen silikatischen Böden, den verschiedenen wasserzügigen Unterhängen, den verschiedenen Auenwaldböden, den verschiedenen mineralreichen und den verschiedenen mineralarmen Moorböden.

Auf Grund des Ganges der Vegetationsentwicklung vermögen wir jüngere und ältere Schuttkegel, alluviale Ablagerungen im Gelände der Auen und diluviale und alluviale Bergsturzböden verschiedenen Alters zu unterscheiden.

1. So sind z. B. die jüngsten Bergstürze am Fuße des Dobratsch mehr oder weniger vegetationsoffen.
2. Die älteren sind von einem moosarmen *Dryas octopetala*-, *Arctostaphylos uva ursi*-, *Globularia cordifolia*-reichen Kiefernwald besiedelt.
3. Die noch älteren Bergsturzböden tragen bereits einen *Erica carnea*-reichen Kiefernwald.
4. Die noch älteren einen *Oxalis acetosella*-reichen Kiefern-Fichten-Mischwald.
5. Die ältesten tragen einen mehr oder weniger kräuterreichen Fichten-Rotbuchenwald.

Wir können also auf Grund der Bodenbildung und Vegetations-Entwicklung mindestens fünf große Bergstürze unterscheiden.

Darüber hinaus müssen wir aus der Bodenbildung und Vegetations-Entwicklung annehmen, daß da und dort der Bergsturz auf Eis herabgebrochen ist und dieses Eis begraben hat. Dies gilt insbesondere für die Böden, die von arktisch-alpinen Pflanzen besiedelt sind.

Anschrift des Verfassers: Univ.-Prof. Dr. Erwin Aichinger, St. Georgen am Sandhof, A-9020 Klagenfurt.