

Ueber das Vorkommen von Kalkpflanzen im Urgesteingebiet des Schwarzwaldes.

Von Karl Müller, Freiburg i. Br.

(Schluss.)

Standortsuntersuchungen.

Nach den im vorigen Abschnitt geschilderten Beobachtungen über das Auftreten von Kalkpflanzen im Schwarzwald war es klar, daß nur eine genauere Untersuchung der Einzelstandorte, der sog. Rhizosphäre der betr. Pflanzen, zu einem näheren Einblick über die Gründe für das Auftreten solcher Pflanzen mitten im Urgebirge führen würde. Das hat nun aber in manchen Fällen seine Schwierigkeiten. Ganz abgesehen davon, daß manche Standorte nicht mehr aufgefunden wurden, sind die Wurzeln der Felsspaltenflora oft recht tief in schmalste Felsspalten eingedrungen. Das Hervorholen des Bodens aus solchen Spalten stößt auf Schwierigkeiten. Die oberste Bodenschicht kann jedoch als reine Humusschicht ganz andere Eigenschaften besitzen, wie jene tief in den Spalten.

Bei Moosvegetationen auf nackten Gneisfelswänden ist es überhaupt nicht möglich, eine Rhizosphären-Untersuchung durchzuführen. Sofern Kalkmoose an solchen Stellen wachsen, muß man, wie ich schon vor 33 Jahren betonte, annehmen, daß herabsickerndes kalkhaltiges Wasser diesen Moosen das Leben ermöglicht, und muß sich deshalb auf die pH-Bestimmung des Wassers beschränken.

1. Hirschsprung.

Am Hirschsprung, d. h. auf der Strecke zwischen den drei Tunneln, liegen eine ganze Reihe von Standorten von Kalkpflanzen. Einige haben inzwischen durch Wegebauten und den starken Besuch Not gelitten oder sind ganz verschwunden. Hier sollen einige typische Stellen näher beschrieben werden.

a) In einer höhlenartigen Felsenspalte einer Gneisfelswand an der Nordwand der Talseite, wo wenig Licht hinkommt, findet man das Kalklebermoos *Pellia Fabbronia* in einer eigenartigen sterilen Form in dichten Rasen, zusammen mit dem Kalklaubmoos *Hypnum commutatum* (erstmals gefunden am 7. Sept. 1896). Daneben wächst *Fegatella conica* und *Cystopteris fragilis*, zwei Pflanzen, die auch im Jura des Wutachtales für ähnliche Stellen typisch sind und eine eigenartige Form von *Gymnostomum rupestre* sowie *Lophozia Hornschuchiana*.

Auf dem schrägen Boden der Spalte liegt über Gneisgesteinsschutt ein nasser, grauweißer, kalklehmartiger, feiner Schlick als Unterlage für die Kalkmoose. Dieser Schlick, den ich schon 1898 (Mitteil. des Bad. Bot. Vereins) als „Kalkgrus“ bezeichnete, reagierte mit verdünnter Säure durch lebhaftes, lange andauerndes Aufbrausen. Getrocknet bildet er ein feines graues Pulver. In dem Schlick sind zahlreiche weiße Kalkspatstückchen zu erkennen, und Kalkspatkrusten sieht man in der Felsspalte verschiedentlich. In der Höhle tropft Wasser herab, das den moosbewachsenen Boden feucht hält. Die ganze Felswand ist stark mit Spalten zersetzt und bröckelig. Die chemische Analyse ergab folgendes:

Der graue Schlickboden, der mit Salzsäure stark aufbraust, enthält 60% CaCO_3 .¹⁷⁾ Mit ausgekochtem, destilliertem Wasser angerührt gibt der Boden eine Reaktion $\text{pH} = 8,2$.

Das von der überhängenden Felswand herabtropfende Wasser gibt eine Reaktion $\text{pH} = 7,4$, es reagiert also, ebenso wie der Boden, deutlich alkalisch. Bemerkenswert ist dabei, daß 4 m von der Felswand entfernt, also außerhalb des Bereiches des von der überhängenden Felswand herabtropfenden Wassers ein normaler Waldhumusboden ohne jede Kalkpflanzenvegetation vorhanden ist mit $\text{pH} = 4,6$.

b) An einer schwachen Quelle an der linken Bachseite oberhalb des obersten Hirschsprungtunnels steht auf Erde *Pellia Fabroniana* z. T. mit Sporogonen in der normalen Form, daneben wächst auch *Fegatella conica*. Da diese *Pellia*-Art als typische Kalkpflanze gilt, habe ich das Wasser auf seine Alkalität untersucht. Die Untersuchung ergab $\text{pH} = 7,3$, das Wasser hatte also alkalische Reaktion, und der Gneisboden, auf welchem die *Pellia* neben der Wasserader wuchs, zeigte $\text{pH} = 6,7-6,8$. Er war demnach durch das Wasser neutralisiert. Die Alkalität des Wassers erklärt also das eigenartige Vorkommen des genannten Kalklebermooses in einem Gebiete, das sonst von ihm nicht besiedelt wird. Direkt daneben, an einer Felswand, an der keine Kalkpflanzen wachsen, nur am Fuße der Wand das mehr oder weniger kalkholde Lebermoos *Fegatella conica*, wies herabtropfendes Wasser einen pH -Gehalt von 6,8 auf.

c) Ebenfalls am linken Bachufer zwischen den beiden obersten Hirschsprungtunnel steht in der Nähe der Nepomukstatue am staubfreien Fußpfad eine eigenartige Vegetation an den Felswänden. Man findet hier *Saxifraga aizoon*, die früher viel häufiger war, seit der Weganlage aber fast ganz geplündert wurde, *Primula auricula*, *Cystopteris fragilis*, *Fegatella conica*, *Hypnum molluscum* und *Haplozia riparia*. In einem Rasen der *H. riparia* ließen sich Kalkteilchen nachweisen. Der Boden, auf welchem die Kalkmoose gedeihen, zeigt $\text{pH} = 7,0$, reagiert also neutral, weil er durch das herabtropfende Wasser neutralisiert wurde. Die *Saxifraga aizoon*, die oberhalb dieser Stelle wächst, weist an den Blattzipfeln Kalkausscheidungen auf, die bei Pflanzen, die auf Humusböden (sauren Böden) kultiviert werden, fehlen. Damit dürfte auch dieses Vorkommen von Kalkpflanzen erklärt sein.

2. Felswand am Fußweg Posthalde-Alpersbach.

Oberhalb des Porphyrtsteinbruchs am Fußweg von Posthalde nach Alpersbach zieht sich eine Gneisfelsrippe, an der der Fußweg sich stets wenden muß, weit hinauf. An dieser Felswand fanden vor Jahrzehnten HERZOG und ich das Laubmoos *Neckera turgida*. Es ist das der einzige bisher in Baden bekannt gewordene Standort des Mooses, das nach seiner weiten Verbreitung im Schweizer Jura eine typische Kalkpflanze darstellt. CH. MEYLAN¹⁸⁾ zählt sie auch ausdrücklich zu

¹⁷⁾ Herrn Kollegen Dr. Vogt verdanke ich die Ausführung dieser Analyse.

¹⁸⁾ Meylan, Ch., Catalogue des mousses du Jura. Bull. Soc. vaudoise des sciences naturelles, Vol. 41 (1905).

den kalkliebenden Laubmoosen. Sie wächst an der erwähnten Gneisfelswand an ganz trockener Stelle zusammen mit *Neckera crispa*, *Asplenium ruta muraria*, *Viburnum Lantana* etc.

Es mußte also der Nachweis erbracht werden, ob auch an der Stelle, an der *Neckera turgida* wächst, Kalk vorhanden ist. Drei aus den Spalten entnommene Steinstücke brausten mit Salzsäure stark auf, weil eine Kalzit-Kruste auf dem Gneis lagerte. Also war auch dieses eigenartige Vorkommen eines Kalklaubmooses an einer Gneisfelswand erklärt. Auch in dem Abfallschutt des Porphyristeinbruchs, der neben der Felsenrippe betrieben wird, findet man bis 1 cm dicke Kalkspatkrusten.

3. Seewand am Feldsee.

An der nahezu senkrecht abstürzenden Seewand am Feldsee wurden zwei Stellen genauer untersucht, eine im westlichen Teil, die andere mehr im östlichen Teil der Wand.

a) In der Nähe des durch eine Schlucht herabkommenden Wasserfalls im westlichen Teil der Seewand, dessen Wasser $\text{pH} = 6,8$ aufweist, steht über den Ruinen einer von mir vor 35 Jahren errichteten Steinhütte die Felsenbirne (*A melanochier*), ferner die, aus der Entfernung betrachtet, ganz ähnliche Zwergmispel (*Cotoneaster interregima*), gelber Enzian, Türkenbund und *Saxifraga aizoon* zusammen mit dem Laubmoos *Gymnostomum rupestre* und *Asplenium ruta muraria*. Der Steinbrech wächst in einem etwa 50 cm hohen, aus zermürbtem Gestein bestehenden, horizontal verlaufenden Felsband. Steinstücke aus diesem zersetzten Felsband weisen mehr oder weniger dicke Kalkspatkrusten auf. An den Blattzipfeln der *Saxifraga aizoon* sind weiße Mineralscheidungen vorhanden, die sich ebenso wie weiße Krusten auf den *Gymnostomum*-Rasen als Kalkspatausscheidungen zu erkennen geben. Das erwähnte Felsband, das durch das Vorkommen von *Saxifraga aizoon* besonders während deren Blüte leicht auffällt, weist also reichlich Kalk auf. Wo das Band gegen den Wasserfall stößt, steht ebenfalls noch *Saxifraga aizoon*, zusammen mit *Campanula pusilla*, *Euphorbia dulcis*, *Cystopteris fragilis*, *Aster bellidiastrum*, *Salix grandifolia*, sowie *Veronica saxatilis*. Hier wurde eine Probe Boden aus einer Felsspalte, in der *Saxifraga aizoon* und *Campanula pusilla* zusammen wachsen, entnommen. Der Boden braust mit Salzsäure stark auf. Mit destilliertem Wasser angerührt und abfiltriert, zeigte diese Lösung $\text{pH} = 7,5$, bei einer anderen Stelle mit *Sax. aizoon* $\text{pH} = 7,3$. Der Boden reagiert also deutlich alkalisch.

b) Die zweite Untersuchungsstelle an der Seewand ist ungleich reicher an typischen Kalkpflanzen. Sie befindet sich im untersten Teil der Wand neben dem Bache, der zwischen der isolierten Felsspitze herabkommt, etwa unter der Thomahütte. Hier fand ich von Lebermoosen *Lophozia Hornschuchiana* und *Preissia commutata*. Von Laubmoosen *Gymnostomum rupestre*, *Hypnum molluscum* und *H. commutatum*,

neben *Fissidens adianthoides* und *Plagiobryum Zierii*. Von Farnen *Aspidium lobatum*, von Phanerogamen *Alchemilla Hoppeana*, *Saxifraga aizoon*, *Laserpitium latifolium*, *Carduus defloratus*, *Campanula pusilla*, *Aster bellidiastrum*, *Ranunculus montanus*, *Gentiana lutea*, und an trockeneren Stellen *Sedum dasyphyllum*. Infolge des aus den Felsspalten austretenden Wassers mit $\text{pH} = 7,6$ finden die genannten Pflanzen geeignete Wachstumsbedingungen. Der pH -Gehalt des Substrates von *Lophozia Hornschuchiana* betrug 7,4, bei *Preissia* war $\text{pH} = 7,1$, bei *Alchemilla* 6,5, bei *Saxifraga* 7,2. Somit war der Boden neutral bis alkalisch. Kalkspat selbst konnte ich aber hier vorläufig nicht feststellen. An einer anderen Stelle (beim Kreuz für den verunglückten Hans Mayer) tropft Wasser an Felsspalten herab. Die eine Wasserader hatte $\text{pH} = 7,6$, die andere $\text{pH} = 7,5$. Hier steht *Campanula pusilla* in den Felsspalten, darüber ist der Fels trocken und bietet weiter nichts Bemerkenswertes. Dagegen wuchsen, kaum ein Meter neben der alkalisch reagierenden Tropfstelle, an einer anderen Wasseraustrittsstelle sterile Rasen einer *Pellia*, die ich für *P. epiphylla*, also für ein an nicht alkalisches Substrat angepaßtes Lebermoos halte. Tatsächlich zeigte der nasse Boden, auf welchem das Moos wächst, auch $\text{pH} = 5,9-6,0$. Dieses Vorkommen beweist, ebenso wie die am Hirschsprung erwähnten, daß in unmittelbarer Nachbarschaft alkalische und nicht alkalische Bodenreaktion vorkommen können, wodurch sich leicht erklärt, warum mitunter Kalk- und Silikatpflanzen nahe beieinander wachsen.

4. Seebuckabsturz gegen den Feldsee.

Am Nordabsturz des Seebuck zwischen der großen Rinne und dem großen Wasserfall, der von dem Bach gebildet wird, der unterhalb der akademischen Skihütte vorbeifließt, befinden sich große Felsabstürze, die vor mir von Botanikern wohl kaum untersucht worden sind. Hier fand ich s. Zt. u. a. die typischen Kalkmoose *Lejeunea calcarea* und *Orthothecium intricatum*. In einer feuchten Felsklamm steht reichlich *Saxifraga aizoon* mit *Campanula pusilla*, *Aster bellidiastrum*, *Alchemilla Hoppeana* und *Fegatella conica*. Anfangs glückte hier der Nachweis von Kalk nicht. Beim Höherklettern konnte ich aber aus Spalten, in welchen *Campanula pusilla* mit den Wurzeln tief in den Felsritzen verankert wuchs, dünne Plättchen herausholen, die mit Salzsäure stark aufbrausten, also Kalkspat darstellten. Somit war auch hier das Vorkommen der Kalkpflanzen in Zusammenhang mit einem Kalkvorkommen gebracht.

5. Zastlerloch.

Das obere Zastlertal beherbergt eine ganze Reihe von kalksteten Pflanzen. Einige Stellen sollen hier näher geschildert werden:

a) Oberes Zastlertal etwa 780 m. Schlucht des Zastlerbaches mit etwa einem Dutzend Stöcken von *Asplenium viride*, ferner

Aspidium lobatum und *Scapania aequiloba*. Der Boden wurde nicht untersucht.

b) Zastlerloch. Hang vom Hüttenwasen gegen den Zastlerbach. Zahlreiche Quellen mit *Hypnum commutatum* in reichlicher Menge und *Lophozia Hornschuchiana*. An zwei Stellen entnommene Proben des schwarzen humösen Bodens, auf welchem die *Hypnum commutatum* Polster wachsen, wiesen einen pH-Gehalt von 7,1, an der zweiten Stelle von 7,2 auf.

c) Zastlerloch am Bach. Reiches Vorkommen von üppig entwickelten *Asplenium viride* in Felsritzen zusammen mit dem Kalklaubmoos *Gymnostomum rupestre*. Der Gneis ist stark verwittert. Der Boden aus den Felsritzen braust mit Salzsäure stark auf. In zahlreichen Felsspalten treten bis fingerdicke Krusten von Kalkspat zutage. An zwei Stellen wurde neben den *Asplenium viride* Stöcken Boden entnommen. Die Böden hatten einen pH-Gehalt von 7,75 und von 8,0. Eine dritte Probe stammt von einer Stelle, an welcher mit *Asplenium viride* noch das Kalklebermoos *Lophozia Mülleri* auf Erde und das Kalklaubmoos *Gymnostomum rupestre* in Felsspalten wachsen; pH-Gehalt dieser Probe 7,7. Der Boden mit pH 7,75 wurde auf Kalk untersucht = 28,5% Ca CO₃.

6. St. Wilhelmertal.

Mehrere kleine Quellen am Straßenrand oberhalb des Schulhauses, wo der Fußweg nach der Erlenbacher Hütte abgeht, werden von üppigen Polstern des Laubmooses *Hypnum commutatum* eingefasst. Das Wasser, das durch die Moospolster abfließt, hat fast alle Feinerde weggeschwemmt. Die Moospolster wachsen deshalb auf feinem Gneisgrus. Nur im untersten Teil der Moorsrasen ließ sich etwas Feinerde sammeln. Sie zeigte einen pH-Gehalt von 7,4 und einige Meter entfernt, an einer anderen Quelle, pH = 7,6.

In einer Entfernung von 10 m treten an dieser Stelle drei Quellen hervor mit pH = 7,5—7,6. Das Wasser ist also deutlich alkalisch und erklärt das Vorkommen des Kalkmooses gerade an dieser Stelle.

7. Belchen.

Am Absturz des Hohkelch am Belchen gegen Süden stehen in Porphyrfelsspalten zahlreiche Stöcke von *Saxifraga aizoon*, *Digitalis ambigua*, *Centaurea montana*, *Asplenium septentrionale* und vereinzelt auch das Lebermoos *Reboulia hemisphaerica*. Letztere beiden Pflanzen sind als Silikatpflanzen bekannt, die ersten drei dagegen sind sonst in Kalkgebieten verbreitet. Kalkspat konnte ich bisher hier nicht nachweisen. Die Standorte der übrigen Kalkpflanzen am Belchen konnten bisher noch nicht untersucht werden.

Die Ursache des Vorkommens von Kalkpflanzen am Belchen ist also noch nicht geklärt.

8. Granit im Wehratal.

Den Standort der zahlreichen Kalkpflanzen im Gebiete zwischen Straßentunnel und Wildenstein habe ich nicht mehr gefunden. Boden, der mit dem Rasen von *Pellia Fabbriana* vom Wehratal ins Herbar kam, zeigte mit Salzsäure z. T. ein schwaches Aufbrausen. Darnach ist der Standort wenigstens dieses Moores kalkhaltig gewesen. Da nur der untere Teil des Wehratales Granit aufweist, der obere Teil dagegen Gneis, ist die Frage, ob die Kalkpflanzenstandorte überhaupt im Gebiete des Granits liegen, oder ob vielleicht Gneis dazwischen gelagert ist, noch ungeklärt.

9. Bergahorn am Felsenweg am Feldberg.

An einem alten Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*) am Felsenweg wächst reichlich das Kalklebermoos *Metzgeria pubescens*. Unter den *Metzgeria*-Rasen ist die Rinde größtenteils schon in Humus umgewandelt. Diese humose Rinde wurde an zwei verschiedenen Stellen entnommen, getrocknet und auf Kalkgehalt untersucht. Dabei ergab sich:

Aschengehalt der humosen Rinde	5 % und 4,9 %
CaO Gehalt auf getr. Rinde berechnet	1,94 % „ 1,4 %
CaO Gehalt der Asche	38,3 % „ 33,1 %

Die humose Rinde, auf welcher das Lebermoos wuchs, ergab pH = 6,4. Das Substrat war also nicht, wie man von dem fast schwarzen mulmigen Humus erwarten sollte, sauer, sondern es reagierte neutral.

Die noch lebende Rinde des Bergahornbaumes wurde ebenfalls chemisch untersucht. Ihr Gehalt an Asche betrug 7,9 % und der CaO-Gehalt in der Asche 39,3 % oder auf die lufttrockene Rinde berechnet = 3,1 % CaO. Dieser Kalkgehalt ist verhältnismäßig hoch. Nach Angaben in der Literatur¹⁹⁾ beträgt der CaO-Gehalt in der Rinde von

Buche	2,58 %
Eiche	2,21 %
Birke	0,18—0,43 %
Fichte	0,26—1,22 %
Weißtanne	0,29 %
Legföhre	0,55 %
Spitzahorn etwa	4,0 %
Feldahorn	3,4 %
Weichselkirsche	5,5 %
Kirsche	4,36 %

Die Bergahornrinde ist also besonders reich an Kalk, der offenbar ursprünglich als oxalsaurer Kalk abgelagert wird und später, beim Zersetzen der Rinde sich in kohlen-sauren Kalk umwandelt. Durch kohlen-säurehaltiges Wasser wird dieser dann nach und nach gelöst und der Humus, der sich aus der Rinde bildet, wird dadurch neutralisiert. Offenbar genügt den Kalklebermoosen *Metzgeria pubescens*

¹⁹⁾ Die folgende Zusammenstellung verdanke ich Herrn Kollegen Direktor Dr. Herrmann in Augustenberg.

und *Madotheca levigata* schon neutrale Beschaffenheit der Unterlage, um gedeihen zu können, nur saures Substrat meiden sie.

Nach Mitteilung von Herrn Prof. LAIS leben an Bergahornrinden eine ganze Anzahl von Schnecken, die an den Rinden anderer Laubholzbäume nicht gefunden werden. Offenbar bevorzugen diese Schnecken den Bergahorn, weil sie hier den für den Gehäuseaufbau nötigen Kalk leichter erreichen können.

Ergebnis der Standortsuntersuchungen.

Obwohl es nicht möglich war, alle Kalkpflanzenstandorte genau zu untersuchen, weil zwischen der Entdeckung der Standorte und jetzt z. T. ein Zeitraum von 35 Jahren liegt und deshalb die Wiederauffindung nicht immer glückte, vor allem jener Standorte, die nicht von mir festgestellt wurden, oder weil Straßen- und Wegebauten die Standorte zerstörten, dürften die Ergebnisse der vorgenommenen Standortsuntersuchungen gleichwohl genügen, um das Kalkpflanzenproblem im Schwarzwald einer endgültigen Klärung entgegenzuführen.

Die Kalkpflanzenvorkommen an mehreren Stellen auf Granit im südlichen Schwarzwald, auf Granit, Buntsandstein und auf Porphyryr im östlichen Schwarzwald ließen sich leicht klären, da überlagerter Muschelkalk dem herabkommenden Wasser den nötigen Kalkgehalt abgibt, der für das Gedeihen von Kalkpflanzen nötig ist.

Das Auftreten von Kalkpflanzen auf Porphyryr und Gneis am Belchen und auf Granit im Wehratal konnte dagegen in dieser Weise nicht geklärt werden. Diese Vorkommen sind noch nicht mit der nötigen Sicherheit klargestellt. Leider glückte es mir nicht mehr, den Wehratalstandort aufzufinden.

Dagegen dürften die Standorte von Kalkpflanzen, zumal von Moosen im Gebiete des Kulmzuges im südlichen Schwarzwald auf das Vorkommen von Kalken im Kulmgebirge zurückzuführen sein, wie solche bei Schönau mit Sicherheit nachgewiesen sind, aber wohl noch weiter verbreitet sind.

Wo im Gneisgebirge eine ergiebige Kalkpflanzenflora auftritt, wie am Hirschsprung im Höllental, bei Posthalde, an der Seewand am Feldsee, am Seebuckabsturz, im Zastlerloch und im Oberrieder- und St. Wilhelmertal, konnte ich entweder das Vorhandensein von Kalkspat oder doch eine deutlich alkalische oder zumindest neutrale Bodenreaktion oder Reaktion des Wassers nachweisen. Ein Kalkgrus unter herabtropfendem Wasser am Hirschsprung als Standort des Kalklebermooses *Pellia Fabbroiana* enthielt sogar — mitten im Gneisgebirge — die auffallend hohe Menge von 60% kohlen-saurem Kalk. Somit ist das Vorkommen von Kalkpflanzen gerade an diesen Stellen nicht mehr auffallend. Da sich der Kalkspat oft nur in feinsten Ablagerungen in den Gneisfesspalten vorfindet, in welche die Wurzeln der Felsenvegetation tief eindringen, ist das gleichzeitige Vorkommen von Kalk- und Silikatpflanzen in unmittelbarer Nachbarschaft ohne weiteres verständlich. Es glückte auch der Nachweis, daß feinste Quelläderchen, die unmittelbar nebeneinander aus dem Gneisfels austreten, ganz verschiedenen pH-Gehalt aufweisen, einmal sind sie schwach

sauer und ein Meter davon entfernt schon alkalisch mit $\text{pH} = 7,5$. Am Hirschsprung weist der Kalkgrus unter einer Felswand $\text{pH} = 8,2$ auf und der Waldboden 4 m davon entfernt $\text{pH} = 4,6$. Im Zastlerloch wurde an einer Stelle ein Stock von *Asplenium viride* und ein Rasen von *Scapania aequiloba* an einer Stelle festgestellt, deren Boden 0,75% CaCO_3 besitzt und eine Bodenalkalität von $\text{pH} = 7,1$ — $7,2$ aufweist. Das spärliche Auftreten der beiden Kalkpflanzen steht mit dem Ergebnis der Bodenuntersuchung gut im Einklang, denn unweit davon, wo sich reichlich Kalkspat vorfindet und die Bodenalkalität $\text{pH} = 8,0$ beträgt, findet man *Asplenium viride* in üppigen Stöcken zusammen mit dem Kalklebermoos *Lophozia Mülleri*.

Somit haben die Standortsuntersuchungen, soweit sie sich durchführen ließen, gezeigt, daß überall, wo sich typische Kalkpflanzen im Gneisgebiet des Schwarzwaldes finden, eine deutliche alkalische Bodenreaktion oder alkalische Reaktion des Wassers, bedingt durch Kalkvorkommen, die Ursache dafür ist. Die bisherige Auffassung vom wahllosen Vorkommen der Kalkpflanzen auch im Gneisgebiet (sog. Ubiquisten) hat darum keine Berechtigung mehr. Besonders zahlreiche Leber- und Laubmoose haben sich als fein abgestimmte Zeigerpflanzen für Kalkgehalt in sonst kalkfreiem Gebirge erwiesen, und nur durch das Studium der Moose glückte es, das Kalkpflanzenproblem im Schwarzwald zu lösen.

Zu einer ganz ähnlichen Klärung der Kalkpflanzenvorkommen auf Buntsandstein an der Grenze zwischen Wellenkalk und Buntsandstein bei Würzburg kam seinerzeit schon KRAUS²⁰⁾. Nach ihm erreichen überall dort, wo ausgesprochene Kalkpflanzen auf Buntsandstein vorkommen, die Wurzeln der Pflanzen Reste von kleinen Kalkvorkommen.

Auch GREBE²¹⁾ gibt als Ursache für das Vorkommen von Kalkpflanzen im Buntsandsteingebirge in Hessen, im Rotliegenden von Thüringen und im Kulmschiefer in Westfalen überlagernde Kalkdecken an, von welchen kalkhaltige Sickerwasser in die Spalten der darunter liegenden Gesteine eindringen.

So dürfte auch anderwärts, wo ausgesprochene Kalkpflanzen auf Urgestein auftreten, ein abgesondertes Kalkvorkommen und dadurch bedingte alkalische Bodenreaktion als Erklärung dafür dienen. Ich fand z. B. bei Bristen im unteren Maderanertal in der Schweiz an schieferigen Urgesteinfelsen *Laserpitium latifolium* vergesellschaftet mit *Campanula pusilla*, *Vincetoxicum officinale* und *Hypnum commutatum*, also eine ganz ähnliche Pflanzengesellschaft, wie an der Seewand am Feldsee. Im Vorderrheintal oberhalb Ruèras steht *Laserpitium* an einem Sturzbach ebenfalls auf Urgestein. In beiden Fällen dürfte ein überlagertes Kalkvorkommen und dadurch bedingter Kalkgehalt des herabfließenden Wassers diese Vorkommen erklären. Das sind nur Beispiele. Genauere Standortsuntersuchungen dürften wohl in allen Fällen auf-

²⁰⁾ Kraus, Boden und Klima auf kleinstem Raume. Jena 1911.

²¹⁾ Grebe, l. c.

fallende Kalkpflanzenvorkommen im Urgebirge in Zusammenhang mit der Bodenreaktion bringen.

Mit der Feststellung der Abhängigkeit der hier als Kalkpflanzen bezeichneten Gewächse von der Bodenreaktion wird ein anderes Problem aufgerollt, nämlich das Vorkommen sog. alpiner Arten am Feldberg und im Höllental. Eine Reihe dieser Arten erwiesen sich als typisch basiphil oder neutrophil. Standorte mit basisch reagierendem Bodenwasser finden sich in gewissem Umfange im Schwarzwald nach unserer bisherigen Kenntnis, aber nur im Höllental, im Oberrieder-(St. Wilhelmer)-Tal und am Feldberg. Sonach müsste noch geprüft werden, ob die an solchen Standorten vorkommenden „alpinen“ Arten nicht eher den Substratverhältnissen ihr Vorkommen an den betr. Stellen verdanken und viel weniger rein geographischen Momenten.

Auch das Vorkommen gewisser Kalklebermoose an Bergahornbäumen im Urgebirge scheint nach meinen Untersuchungen geklärt zu sein. Es kann nur noch die Frage gestellt werden, wie gerade der Bergahorn, auf Urgestein gewachsen, zu verhältnismäßig hohem Kalkgehalt in der Rinde kommt. Aber diese Frage bietet der Beantwortung kaum Schwierigkeiten, denn, wenn man auch nicht annehmen will, daß gerade dort, wo diese Bäume wachsen, Kalkspatgänge sich im Fels befinden, liefern doch die im Gneisgebirge vorhandenen Kalk-Natron-Feldspäte genügend Kalk, den der Baum aufnehmen und als Ueber-schußprodukt in der Rinde aufspeichern kann.

Wie kommt der Kalkspat in das Urgesteingebirge?

Die Frage, wie die mehr oder weniger dicken Kalkspatkrusten in die Felsspalten des Urgesteingebirges vor allem des Gneisgebirges des Schwarzwaldes kommen, läßt sich vorläufig nicht mit völliger Sicherheit beantworten. Sie ist auch mehr eine Angelegenheit der Geologen, weshalb hier nur die einzelnen Möglichkeiten kurz besprochen werden sollen. Drei Möglichkeiten könnten in Frage kommen:

1.) Der Kalk stammt von kalkhaltigen Ablagerungen, die früher dem Schwarzwald aufgelagert waren. Er wurde durch kohlen-säurehaltiges Wasser gelöst und drang in die Tiefe, in die Spalten des Urgesteins, wo Kalkspat auskristallisierte und sich bis auf den heutigen Tag erhielt. Man kann öfters an Mauern beobachten, daß durchsickerndes Wasser dort, wo es aus den Mauerritzen austritt, weiße Kalkspatkrusten, teilweise auch regelrechte kleine Stalaktiten absetzt. Das kohlen-säure- oder humussäurehaltige Wasser löst hier den Kalk aus dem Mauermörtel und setzt ihn als Kalkspat außen an der Mauer wieder ab. Dieser Vorgang des Herauslösens des Kalkes aus dem Mörtel bedingte neuerdings die Erneuerung zahlreicher Mauern und Tunnelgewölbe an der Schwarzwaldbahn. In der Ravennaschlucht, wo, wie gezeigt wurde, das Vorkommen mehrerer Kalkpflanzen ebenfalls auf das Vorkommen von Kalkspat schließen läßt, wurde bei der Herstellung der Schächte für die Fundamente der Ravennabrücke ein durch Kalksinter zusammengebackener Schotter gefunden. Das sind genügend Beispiele, um die Lösung von Kalk durch kohlen-säurehaltiges Wasser als in der Natur sehr verbreitet zu kennzeichnen. Heute wird jedoch

von den Geologen z. T. bestritten, daß der südliche Hochschwarzwald jemals von Trias- und Juraschichten bedeckt war.

2.) Der Kalk kann aus den Kalknatronfeldspäten stammen, die sowohl im Gneis- wie im Granitgebirge vorkommen, wobei der CaO-Gehalt der Gneise etwa 3—5%, der des Granits 1—2% beträgt. Der oft mit dem Gneis zusammen auftretende Amphibolit kann sogar 8—12% CaO aufweisen. Bei der Verwitterung derartiger Gesteine kann Kalk durch kohlensäurehaltiges Wasser in Lösung gehen und dann in die Spalten des tiefer liegenden Gesteins in ähnlicher Weise eindringen und sich dort als Kalkspat absetzen, wie unter 1 geschildert.

Diese Annahme würde z. B. erklären, warum in dem kalkärmeren Granitgebirge auffallend weniger Kalkpflanzen auftreten als in dem kalkreicheren Gneisgebirge.

3.) Der Kalkspat tritt als aufsteigendes Material als Auskleidung in Klüften und Gängen als Mineralgänge auf, ähnlich wie es bei Erzvorkommen bekannt ist. In solchen Gebieten, die tektonisch besonders in Mitleidenschaft gezogen sind, wäre das besonders häufige Auftreten des Kalkes dann erklärlich.

Es wäre möglich, daß alle hier genannten Entstehungsweisen an den verschiedenen Kalkspatvorkommen im Schwarzwald beteiligt sind. Die dritte Erklärungsweise hat deshalb manches für sich, weil bei den beiden zuerst genannten Erklärungsversuchen nicht ohne weiteres klar ist, warum nur an bestimmten Stellen sich Kalkpflanzenvorkommen häufen. Auch würde die unter 3 gegebene Erklärung mit der Tatsache übereinstimmen, daß dort, wo Kalk nachgewiesen wurde, meist eine besonders starke Zermürbung oder Zertrümmerung der Felsen Hand in Hand geht. In diesem Zusammenhang darf darauf hingewiesen werden, daß über der ganz aus Gneisfels bestehenden Seewand am Feldsee unterhalb der „Thomahütte“ Granitblöcke herumliegen, sodaß wohl auch im Feldseekessel tektonische Störungen vorhanden sind, doch liegen offenbar auf geologischer Seite keine Anhaltspunkte dafür vor, daß die beobachteten Kalkspatkrusten sich als Adern weit in den Fels hinein fortsetzen und demnach als aus der Tiefe aufgestiegenes Gangmaterial betrachtet werden können. Aus anderen Gebirgen kennt man dagegen Kalkspat eruptiven Ursprungs.

Wie man sieht, läßt sich also die Frage über die Herkunft des Kalkspates im Urgebirge des Schwarzwaldes z. Z. nur durch Hypothesen erklären.

Wie kamen die Kalkpflanzen in den Schwarzwald?

Als sich beim Rückgang der Eiszeit der Schwarzwald im Laufe der Jahrtausende vom Eispanzer der Gletscher und den Firnfeldern befreite, hatte das Gebirge im wesentlichen die heutige Form. Kalk- und Buntsandsteinschichten, die ursprünglich das Gebirge überlagerten, waren also nicht mehr vorhanden, ausgenommen von Einzelfällen, wie z. B. der bei der Projektierung der Höllentalbahn gefundene „Alpersbacher Stollen“. Im Tempo des Gletscherrückganges strömten

von allen Seiten Florenelemente in das vegetationsfreie Gebiet ein, natürlich vor allem von Osten her aus dem schwäbischen Jura.

Die Frage ist nun nur, wie so typische Kalkpflanzen wie das Laserkraut (*Laserpitium*), die Bergdistel (*Carduus defloratus*), die kleine Glockenblume (*Campanula pusilla*), das Alpenmasslieb (*Aster bellidiastrum*), der Berghahnenfuß (*Ranunculus montanus*) u. a. neben verschiedenen im Jura verbreiteten typischen Kalk-Leber- und Laubmoosen z. B. bis in den Feldseekessel gelangen konnten, sodaß heutzutage zwischen diesem Vorkommen und dem nächsten im Muschelkalkgebiet des Ostschwarzwaldes eine Luftlinie von mindestens 20—25 km liegt. Die Besiedelung von kalkhaltigen Stellen wäre durch Samenanflug vom Osten her, aus dem Gebiete des schwäbischen Jura leicht erklärlich, denn bei der Unzahl von Samen, die von den Einzelindividuen erzeugt werden, können auch an solche Stellen, die sich für das Fortkommen von Kalkpflanzen eignen, Samen angeweht werden. Ein Beispiel hierfür aus neuerer Zeit erwähnen ZUMPF und REBMANN²⁹⁾. Eine neu entstandene Salzquelle bei Sperenberg war 3 Jahre nach ihrer Entstehung schon von 7 an Salzstellen gebundenen und 8 salzliebenden Blütenpflanzen besiedelt, deren nächster Standort 30 km entfernt lag und auch nur eine kleine Salzstelle darstellte.

Eine solche Erklärung des Kalkpflanzenvorkommens durch Windübertragung könnte man auch für die Sporen von Laub- und Lebermoosen annehmen. Gleichwohl scheint mir diese Erklärung nicht befriedigend, ganz abgesehen davon, daß die Kalkschnecke *Fruticicola villosa*, die nur am „Alpersbacher Stollen“ gefunden wurde, wohl nur zugewandert sein kann. Man muß also annehmen, daß auch die Kalkpflanzen schrittweise von Osten nach Westen in den Schwarzwald vordrangen. Man könnte sich dieses Vordringen folgendermaßen denken:

In jedem Pflanzengarten kann man beobachten, daß viele Kalkpflanzen auch auf nicht kalkhaltigen Böden gedeihen können, allerdings auf die Dauer nur, wenn sie von den Konkurrenten befreit werden. In der Natur aber, wo jede Pflanze unter der Konkurrenz der übrigen wächst, werden auf die Jahrhunderte hinaus Kalkpflanzen nur dort ihr Leben fristen können, wo für kalkfeindliche Pflanzen der Boden sich nicht eignet. Die an Kalkböden oder an alkalische Bodenreaktion angepaßten, vom Osten her zugewanderten Pflanzen, werden deshalb im Urgesteinengebiet des Schwarzwaldes im Konkurrenzkampf mit Pflanzen, die an die sauren Silikatböden gewöhnt sind, größtenteils wieder erlegen sein. Nur ein Teil konnte sich erhalten, und zwar überall dort, wo zufällig Kalk im Gneisgebirge und damit alkalische Bodenreaktion vorlag, also Standortsbedingungen vorhanden waren, die jenen im schwäbischen Jura einigermaßen gleichen. Von solchen Standorten konnten sich die Kalkpflanzen auf ähnliche Standorte in der Nachbarschaft weiter verbreiten und sich Jahrtausende lang bis auf die heutige Zeit erhalten.

Dabei könnte man annehmen, daß z. B. der gewaltige Wutachgletscher auch Felsblöcke mit Kalkspatgängen aus dem Feldseekessel

²⁹⁾ Zumpf und Rebmann, Z. Morph. u. Ökologie d. Tiere, 24 (1932) S. 768-801.

mit sich führte und der Untergrund mitsamt etwa vorhandenen Kalkspatgängen zerrieben wurde. Deshalb muß der nach dem Gletscherrückgang frei gewordene Boden mit Felsbrocken übersät (darunter auch solche mit Kalkspat), auch kalkhaltig gewesen sein, während heutzutage dieser leicht lösliche Kalk aus der Oberschicht längst ausgewaschen ist und sich Kalk nur noch dort vorfindet, wo mit Kalkspat ausgefüllte Spalten in den Felsen zutage treten. Es ist ferner zu berücksichtigen, daß unmittelbar nach der Eiszeit das ganze Gebiet des Schwarzwaldes keine Böden mit ausgesprochen sauerem Rohhumus und Trockentorfdecken besaß, sondern daß überall der neutrale Gneis- oder Granitrohboden zutage trat, der für basi- wie für neutrophile Pflanzen keine solchen Hindernisse für die Besiedelung darstellte, wie die heutigen Schwarzwaldböden. Diese Annahme könnte also das Vordringen von Kalkpflanzen bis zum Feldsee erklären. Sie erhält eine Stütze durch den schon erwähnten Nachweis von *Dryas octopetala* und *Salix reticulata* im postglazialen Schutt am Schluchsee. Damals, kurz nach der Eiszeit, wuchsen also diese kalkliebenden Pflanzen im Granitgebiet, weil offenbar der Glazialschutt dort kalkhaltig war. Mit der Auswaschung der geringen Kalkmengen sind sie dann im Schwarzwald verschwunden, während andere Kalkpflanzen (*Centaurea montana*, *Lilium martagon*) dort bis auf die heutige Zeit vorkommen.

Lais²³⁾ nimmt für das erwähnte isolierte Vorkommen der Kalkschnecke *Fruticicola villosa* eine ehemalige, postglaziale Bedeckung des Schwarzwaldes mit Löss an, der der Schnecke die Zuwanderung vom schwäbischen Jura aus ermöglicht habe. Diese Annahme hat sehr viel für sich, sie würde ebenso, wie die vorher geäußerte Ansicht, in einfachster Weise das Vordringen der Kalkpflanzen vom Osten nach Westen in der Postglazialzeit erklären, solange der Löss noch nicht entkalkt und auch noch nicht weggewaschen war. Heutzutage ist allerdings nur noch am Ostrand und am Westrand des Schwarzwaldes Löss nachweisbar, hier mitunter auch noch weit in den Tälern des Schwarzwaldes. Beweise für die Richtigkeit dieser Theorie lassen sich aber heute leider auch kaum mehr erbringen.

Zum Schlusse darf ich den zahlreichen Herren, die mich bei dieser Arbeit, die in die verschiedensten Wissensgebiete greift, durch Auskünfte unterstützt haben, herzlichen Dank aussprechen.

Nachschrift.

Nach Drucklegung dieser Arbeit erscheint (in *Acta Horti botanici Univers. Latviensis* VIII S. 1—16) eine Arbeit von APINIS und DIOGUCS, *Data on the Ecology of Bryophyta I*, in welcher die Bodenreaktion für zahlreiche Lebermoose eingehend geschildert wird. Diese Arbeit ergänzt darum in willkommener Weise meine eigenen Feststellungen. Ich greife hier nur die pH-Werte des Substrates jener

²³⁾ Lais, Die Molluskenfauna des Alpersbacher Stollens im südl. Schwarzwald. *Archiv f. Molluskenkunde*, Bd. 63 S. 53 (1931).

Lebermoose heraus, die auch in meiner vorstehenden Arbeit erwähnt sind und soweit sie in der lettischen Arbeit berücksichtigt wurden. Die Zahlen in den pH-Kolonnen bedeuten die Zahl der untersuchten Proben mit dem betreffenden pH-Gehalt.

Lebermoosart	pH-Gehalt								
	3,6—4,0	4,1—4,5	4,6—5,0	5,1—5,5	5,6—6,0	6,1—6,5	6,6—7,0	7,1—7,5	7,6—8,0
<i>Reboulia hemisphaerica</i>	—	—	—	—	—	—	2	—	—
<i>Fegatella conica</i>	—	—	1	—	4	23	12	5	1
<i>Preissia commutata</i>	—	—	—	—	—	6	5	15	4
<i>Pellia epiphylla</i>	1	—	1	4	4	2	2	—	—
„ <i>Fabbroniana</i>	—	—	—	—	1	3	5	5	1
<i>Haplozia riparia</i>	—	—	—	—	1	1	2	1	—
<i>Lophozia Mülleri</i>	—	—	—	—	—	4	1	—	—

Diese Feststellungen geben den exakten Beweis, daß z. B. *Reboulia* ein nicht saures, sondern ein neutrales Substrat bevorzugt und, daß *Fegatella* wie von mir vermutet, eine Pflanze ist, die neutralen bis schwach alkalischen Boden liebt. Bei den lettischen Untersuchungen schwankte der pH-Gehalt von 5,0—7,7.

Zum Vergleich gebe ich hier nochmals meine pH-Werte für verschiedene in der Tabelle genannte Lebermoose:

<i>Fegatella conica</i>	pH 6,8
<i>Pellia epiphylla</i>	pH 5,9—6,0
<i>Pellia Fabbroniana</i>	pH 6,7—6,8, 7,3 und 8,2
<i>Haplozia riparia</i>	pH 7,0
<i>Lophozia Mülleri</i>	pH 7,7

Ausgabe: 15. Juli 1935.

Dieser Nummer liegt ein Prospekt von J. F. Lehmann's Verlag, München 2 SW über Overbeck, Mittelgebirgsflora, bei.

Schriftleiter der „Mitteilungen“: Regierungsbotaniker Dr. Kotte, Augustenberg, Post Grötzingen in Baden.

Adresse des Vereins: Badischer Landesverein für Naturkunde und Naturschutz e.V., Freiburg i. Br., Bismarckstraße 21. (Hierhin wollen alle Anschriften und Sendungen, die sich nicht auf die Vereinsmitteilungen beziehen, gerichtet werden.)

Adresse des Rechners: Prof. Böhmel, Freiburg i. Br., Röderstraße 1
Postcheckkonto Karlsruhe Nr. 339 56.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen des Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz e.V. Freiburg i. Br.](#)

Jahr/Year: 1934-1938

Band/Volume: [NF_3](#)

Autor(en)/Author(s): Müller Karl

Artikel/Article: [Über das Vorkommen von Kalkpflanzen im Urgesteingebiet des Schwarzwaldes. \(1935\) 164-176](#)