

FID Biodiversitätsforschung

Verhandlungen des Naturhistorischen Vereins der Preussischen Rheinlande und Westfalens

Neue Methoden zur Untersuchung von Erdboden und Wasser im
Zusammenhang mit Pflanzengesellschaften im Nahe- und Rheingebiet

Menke, Wilhelm

1933

Digitalisiert durch die *Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main* im
Rahmen des DFG-geförderten Projekts *FID Biodiversitätsforschung (BIOfid)*

Weitere Informationen

Nähere Informationen zu diesem Werk finden Sie im:

Suchportal der Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main.

Bitte benutzen Sie beim Zitieren des vorliegenden Digitalisats den folgenden persistenten
Identifikator:

[urn:nbn:de:hebis:30:4-170613](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hebis:30:4-170613)

Neue Methoden zur Untersuchung von Erdboden und Wasser im Zusammenhang mit Pflanzengesellschaften im Nahe- und Rheingebiet.

Von Dr. Menke, Koblenz und D. Wiemann, Meisenheim.

Eine aufmerksame Betrachtung der Pflanzendecke eines Gebietes hat zu der Erkenntnis geführt, daß viele Pflanzenarten stets zusammen vorkommen, daß sie sogenannte Pflanzengesellschaften bilden. In einer immer größer werdenden Zahl von Arbeiten sind die Pflanzengesellschaften nach physiognomisch-floristischen Gesichtspunkten beschrieben worden. Diese Analysen der Gesellschaften von Pflanzen bleiben in den meisten Fällen rein beschreibend, sie nehmen oft keine Rücksicht auf den kausalen Zusammenhang der Pflanzengesellschaft mit den Bedingungen des Standortes oder wie man auch sagen kann, mit dem Milieu. Es ist wohl klar, daß das gemeinsame Vorkommen vor Pflanzenarten, oft sogar in einem konstanten Zahlenverhältnis von den Einflüssen des Standortes wie Bodenbeschaffenheit und Klima abhängig ist.

Die experimentell-ökologische Forschung der letzten Jahrzehnte hat reiches Material für die Abhängigkeit der einzelnen Pflanze von den Standortsfaktoren beigebracht. Es liegt nun nahe, auch die Pflanzengesellschaften experimentell-ökologisch zu untersuchen oder, wie Lundegardt¹⁾ richtig sagt, die autoökologischen (an einzelnen Pflanzen gewonnenen Erfahrungen) auf synökologische Verhältnisse (bei Pflanzengesellschaften) zu übertragen. Wir würden damit von der nur beschreibenden Pflanzensoziologie zu einer kausal vertieften Wissenschaft kommen.

Unter den für die Beschaffenheit einer Pflanzengesellschaft maßgebenden Faktoren kann man die des Klimas wie Licht, Wärme, Wasser von denen des Bodens unterscheiden. Diese Arbeit will neue Verfahren angeben, mit denen auf schnellem und einfachem Wege einige für die Pflanzengesellschaften wichtige Bodenfaktoren bestimmt werden können.

1) Lundegardt: Boden und Klima. Jena 1930.

Daneben soll auch noch die Abhängigkeit der Wassergesellschaften von dem Chemismus des Wassers gezeigt werden und einige Methoden zur Feststellung dieses Chemismus entwickelt werden.

Die Konzentration der Wasserstoffjonen oder das pH als Bodenfaktor von Pflanzengesellschaften.

Die für die Pflanzennahrung wichtigsten Bestandteile des Bodens sind nach K a p p e n ²⁾ die zeolithartigen Silikate und die Humate. Die zeolithartigen Silikate sind Salze der Kieselsäure oder der Aluminiumkieselsäure mit den Metallen Kalium, Natrium, Magnesium, Calcium. Die Humate werden durch Verwesung von organischen Substanzen gebildet. Die so entstandenen Humussäuren haben sich mit den Metallen Calcium und Magnesium zu zeolithartigen Verbindungen, den Humaten abgesättigt. Diese Humate bilden den sehr fruchtbaren milden Humus, während die nicht abgesättigten Humussäuren den unfruchtbaren Rohhumus darstellen.

Die Zeolithe und Humate werden von dem überall im Boden vorhandenen Wasser, der Kohlensäure, der Humussäure und anderen Säuren in der Weise angegriffen, daß sie einen Teil der Metalle, auch Basen genannt, herausnehmen und dafür den Wasserstoff der Säure einlagern. Dadurch wird der Boden ärmer an Basen und reicher an Wasserstoff. Der eingelagerte Wasserstoff ist die Ursache der Versauerung des Bodens. Der Wasserstoff ist zum Teil in den Zeolithen und Humaten fest gebunden oder er ist frei im Jonezustand vorhanden. Der freie Wasserstoff im Jonezustand bedingt die Reaktion des Bodens, die sauer, neutral oder alkalisch sein kann. Diese Reaktion wird als pH bezeichnet und ihre Stärke mit den Zahlen 1—14 ausgedrückt, wobei 1—7 den sauren Zustand, 7 den neutralen und 7—14 den alkalischen angibt. Die Stärke der Versauerung nimmt von 7—1 zu, die Stärke des basischen Zustandes von 7—14 zu.

Durch zahlreiche Arbeiten ist eine starke Abhängigkeit der einzelnen Pflanzen und auch der Pflanzengesellschaften von dem Säurezustand des Bodens, also von dem pH , festgestellt worden. Besonders Olsen hat für zahlreiche wildwachsende Pflanzen den pH Bereich bestimmt, in dem sie ihr optimales Gedeihen finden. Arrhenius ³⁾, Wherry,

2) Kappen: Die Bodenacidität. Berlin 1929.

3) Arrhenius: Kalkfrage, Bodenreaktion und Pflanzenwachstum. Leipzig 1926.

Braun-Blanquet⁴⁾ und andere haben diese Untersuchungen auf Pflanzengesellschaften ausgedehnt und für jede Gesellschaft einen mehr oder weniger engen ph Bereich gefunden.

Das ph des Bodens kann man entweder elektrometrisch mit Hilfe von umständlichen Leitfähigkeitsmessungen bestimmen oder colorimetrisch mit Hilfe von Farbstoffen. Die meisten Messungen werden bei pflanzensoziologischen Arbeiten colorimetrisch vorgenommen, die elektrometrische Bestimmung scheidet für die meisten Pflanzensoziologen wegen der Kostspieligkeit der Apparatur aus.

Bei der Bearbeitung von Naturböden des Nahe- und Rheingebiets fiel uns auf, daß die auf elektrometrischem und colorimetrischem Wege ermittelten ph Werte oft stark voneinander abwichen. So hatte zum Beispiel ein Boden elektrometrisch bestimmt ein ph von 4.5, colorimetrisch zeigte er 5.7. Solche Unterschiede zeigten besonders die humusreichen Böden. Zahlreiche Messungen haben uns diese Abweichungen bestätigt. Da nun die elektrometrisch bestimmten ph den richtigen Wert des Bodens angeben, so sind viele colorimetrisch bestimmten Werte in pflanzensoziologischen Arbeiten mit einer gewissen Skepsis zu betrachten. Die colorimetrische Bestimmung des ph wird häufig noch dadurch erschwert und ungenau, daß die Bodenlösungen trübe filtrieren oder daß sie eine Eigenfarbe haben. Auf jeden Fall hat das colorimetrisch bestimmte ph als einziger Bodenfaktor aus den dargelegten Gründen nur geringen Wert. Die von uns weiter unten geschilderten Bodenfaktoren geben nicht nur einen gewissen Ersatz, weil sie einwandfreie Rückschlüsse auf den Säurezustand des Bodens gestatten, sie geben auch einen tiefen Einblick in die Beschaffenheit von Bodenbestandteilen, die für das Leben der Pflanze von ausschlaggebendem Wert sind. Zahlreiche dahingehende Untersuchungen von Böden im Zusammenhang mit ihrer Pflanzengesellschaft haben uns die Bedeutung dieser Faktoren immer wieder bestätigt.

Die hydrolytische- und die Ausstauschacidität als Bodenfaktoren bei Pflanzengesellschaften.

Diese beiden Faktoren werden heute von der praktischen Landwirtschaft zur Feststellung des Kalkbedarfs von sauren Böden benutzt. Die dort gebrauchten Methoden wurden in der Weise abgeändert, daß wir aus Ersparnisgründen mit

4) Braun-Blanquet: Pflanzensoziologie. Berlin 1928.

kleineren Mengen von Erdboden und Chemikalien arbeiten. Auch die Einwirkungszeit von Chemikalien auf Erdboden haben wir von 1 Stunde auf 10 Minuten verkürzt.

Wie schon angeführt, beruht die Versauerung des Bodens in einer Verarmung an Metallen, auch Basen genannt, und in einer Einlagerung von Wasserstoff. Man kann nun diese Basenverarmung in der Weise feststellen, daß man dem Boden bestimmte Salze, die ja Basen enthalten, zur Verfügung stellt. Der Boden hat die Fähigkeit des Austausches, d. h. er reißt aus dem zugeführten Salz das Metall heraus und gibt den Wasserstoff ab, der mit dem Säurerest des Salzes eine Säure bildet. Die Menge dieser Säure kann mit Normalnatronlauge bestimmt werden. Je stärker der Boden versauert ist, je mehr Wasserstoff er eingelagert hat, um so mehr Säure wird gebildet. Die Menge der gebildeten Säure oder die Menge Natronlauge, die man zu ihrer Neutralisierung gebraucht, ist ein Maß für die Versauerung des Bodens oder auch für seine Verarmung an Basen.

Die hydrolytische Acidität wird mit Hilfe von basisch reagierenden Salzen bestimmt, meistens wird CH_3COONa , essigsaures Natrium, gebraucht. Wird dieses Salz mit dem Boden in Berührung gebracht, dann wird der gesamte Wasserstoff des Bodens, sowohl der aktuelle im Ionenzustand befindliche, der das pH bedingt, wie auch der potentielle mit dem Boden festverbundene frei gemacht.

Die Bestimmung verläuft folgendermaßen: Der für diese Untersuchung notwendige Boden wird an verschiedenen Stellen des Gebietes aus der Wurzelregion der Pflanzen entnommen und miteinander vermischt. Diese Erde läßt man lufttrocken werden und siebt sie durch ein Sieb von etwa 1—2 mm Maschendurchmesser hindurch und erhält so die Feinerde. Dann stellt man sich eine Normallösung von CH_3COONa her, indem man 136 g des Salzes zu 1 Liter aqua dest. auflöst. Mit 50 ccm dieser Lösung schüttelt man 20 g Feinerde etwa 10 Minuten lang. Jetzt entnehmen die basenarmen Zeolithe des Bodens aus dem essigsauren Natrium das Metall Natrium; die Essigsäure wird dadurch frei. Darauf filtriert man die Erdaufschwemmung; in der klaren Lösung ist dann die Essigsäure enthalten. Dann stellt man sich Zehntelnormal-Natronlauge her, indem man 4 g feste Natronlauge zu einem Liter destilliertem Wasser auflöst. Diese $\frac{n}{10}$ Natronlauge füllt man in eine Bürette hinein, das ist in ein Rohr, das in 50 ccm geteilt ist. Jetzt setzt man zu

25 ccm des Filtrats von der Erdaufschwemmung einige Tropfen einer alkoholischen Lösung von Phenolphthalein und läßt so lange $\frac{n}{10}$ Natronlauge zulaufen, bis die Lösung rot wird und diese Färbung beim Schütteln nicht verschwindet. Die Natronlauge hat sich dann mit der Essigsäure neutralisiert. Die Anzahl der abgelaufenen Kubikzentimeter Natronlauge gibt uns ein Maß für die hydrolytische Azidität des Bodens. Da man nach einer internationalen Übereinkunft die hydrolytische Azidität für 100 g Boden und 250 ccm Flüssigkeit angibt und wir aus Ersparnisgründen die Bestimmung nur für den 5. Teil durchgeführt haben, so müssen die gefundenen Kubikzentimeter Natronlauge mit 5 multipliziert werden. Dieser Wert ist dann die hydrolytische Azidität.

Bei der Austauschazidität nimmt man statt des essigsauren Natriums das Salz Chlorkalium und löst 74,5 g dieses Salzes zu einem Liter Lösung mit destilliertem Wasser auf. Nur ein stark basenarmer Boden ist imstande, aus dem Chlorkalium das Kalium herauszureißen, wobei die Salzsäure frei wird. Mit dieser Lösung von Chlorkalium verfährt man genau wie bei der hydrolytischen Azidität. Während das basische essigsaure Natrium im Stande ist schon aus einem schwach sauren Boden den Wasserstoff herauszureißen und zwar den gesamten Wasserstoff, kann das neutrale Chlorkalium den Wasserstoff nur dann verdrängen, wenn er in großer Konzentration vorhanden ist. Es verdrängt immer nur einen Teil des Wasserstoffs und zwar den Teil, der für den Pflanzenwuchs besonders gefährlich ist und bei manchen Kulturpflanzen direkt zu einer Vernichtung der Ernte führen kann. Die Feststellung der beiden Aziditäten hat deshalb große Bedeutung für die Landwirtschaft. Es sei noch bemerkt, daß die Austauschazidität meistens erst bei einem ph von 5,4 eintritt, also in stark saurem Gebiet. Bei geringen Graden von hydrolytischer Azidität (1—8) kann man den Boden noch als neutral-basisch ansprechen.

Die Aciditäten als Bodenfaktoren bei pflanzensoziologischen Untersuchungen.

Die bisher ausschließlich für die Landwirtschaft benutzten Werte haben wir zum ersten Male auch als Bodenfaktoren für Pflanzengesellschaften bestimmt und zwar mit einem überraschenden Erfolg. Während das ph der Böden

in einem Zahlenraum von 4—8,5 liegen, befinden sich zum Beispiel hydrolytische Aciditäten der Naheböden in dem Zahlenraume von 0—80 und höher. Dadurch ergibt sich eine größere Genauigkeit der Bestimmung. Im Gegensatz zu dem pH , das nur die Menge der Wasserstoffjonen angibt, sagen die Aciditäten auch etwas aus sowohl über Wasserstoffjonen wie auch über den nicht im Jonezustand befindlichen Wasserstoff. Außerdem geben sie die Verarmung des Bodens an Basen und damit an Nährsalzen für die Pflanzen an.

Die Bedeutung der Aciditäten als Bodenfaktoren ist uns erst klar geworden, als wir pflanzensoziologische Untersuchungen auf kleinem Raum anstellten. Darunter versteht man die Beschränkung der Untersuchung auf einen einzelnen Berg mit derselben petrographischen Grundlage. So zeigt die Pflanzenwelt vieler unserer heimischen Bergkuppen wie Erpeler Lei, Ehrenbreitstein, Rotenfels bei Münster am Stein eine außerordentliche Mannigfaltigkeit der Pflanzengesellschaften. Diese Mannigfaltigkeit erkennt man ohne Weiteres, wenn man die südexponierten Hänge mit der Nordlage vergleicht. Am Rotenfels zum Beispiel wandert man beim Aufstieg durch Pflanzengesellschaften, die einem pontisch-mediterranen Klima entsprechen, durch norddeutsche Heidelandschaften zu den dürftigen Flechtengesellschaften einer arktischen Tundra. Wir stellten nun eine starke Abhängigkeit dieser Gesellschaften von den Aciditäten fest. Dabei ist zu beachten, daß diese Abhängigkeit wechselseitig ist. Die Pflanze verändert den Boden, manche nach der sauren Richtung hin durch Bildung von Rohhumus wie *Calluna* oder Kiefer, andere nach der neutral alkalischen Seite wie die Buche. Der veränderte Boden wirkt wieder auslesend auf den Pflanzenbestand ein.

Die petrographische Grundlage des Rotenfels ist Porphyry, ein vulkanisches aus dem Rotliegenden stammendes Gestein, das leicht verwittert. Neben einem Felsgrat in halber Höhe, des Bergs, hatte sich frischer Verwitterungsschutt gebildet. (Boden I.) Auf ihm hatten sich einige pontisch-mediterranen Pflanzen wie *Oxytropis pilosa*, *Alyssum montanum*, *Thalictrum minus* u. a. als Pionierpflanzen angesiedelt. Diese Besiedlung zeigte, daß der Schutt schon einige Jahre alt war. Es war zu erwarten, daß diese frische, eben aus dem Gestein entstandene Erde nur wenige Basen verloren hatte. Der Boden zeigte der Erwartung entsprechend eine hydrolytische Acidität von 1,5 und eine Austauschacidität von 0.

In der halben Höhe des Berges schließt sich an diesen Grad in südöstlicher Richtung eine große Steppenheide (Boden II) an von etwa 30° Neigung mit Südexposition. Diese Fläche stellt einen Hauptfundort von mediterran-pontischen Pflanzen dar von einer außerordentlichen Reichhaltigkeit an sog. seltenen Pflanzen. Pflanzensoziologisch können wir diese Gesellschaft als *Xerobrometum* bezeichnen.

Sie enthielt folgende Arten. (Die pontisch-mediterranen Arten sind gesperrt gesetzt):

<i>Melica nebrodensis</i>	<i>Stachys rectus</i>
<i>Festuca ovina</i> viel	<i>Lactuca perennis</i>
<i>Festuca glauca</i> viel	<i>Rosa pimpinellifolia</i>
<i>Poa bulbosa vivipara</i>	<i>Hippocrepis comosa</i>
<i>Poa compressa</i>	<i>Calamintha acinos</i>
<i>Poa pratensis</i>	<i>Potentilla arenaria</i>
<i>Phleum Boehmeri</i> viel	<i>Thymus serpyllum</i>
<i>Koeleria gracilis</i> viel	<i>Trifolium alpestre</i>
<i>Stipa capillata</i> viel	<i>Pulsatilla vulgaris</i>
<i>Stipa pennata</i> etwas	<i>Oxytropis pilosa</i>
<i>Avena pratensis</i> etwas	<i>Hieracium pilosella</i>
<i>Bromus mollis</i>	<i>Veronica spicata</i>
<i>Bromus tectorum</i>	<i>Veronica verna</i>
<i>Carex humilis</i> viel	<i>Thesium intermedium</i>
<i>Carex supina</i>	<i>Centaurea scabiosa</i>
<i>Eryngium campestre</i>	<i>Artemisia campestris</i>
<i>Euphorbia cyparriasias</i>	<i>Achillea millefolium</i>
<i>Sedum album</i>	<i>Myosotis hispida</i>
<i>Sedum acre</i>	<i>Myosotis arenaria</i>
<i>Convolvulus arvensis</i>	<i>Cerastium glutinosa</i>
<i>Medicago falcata</i>	<i>Arenaria serpyllifolium</i>
<i>Asperula glauca</i>	<i>Draba verna</i>
<i>Asperula cynanchica</i>	<i>Erodium cicutula</i>
<i>Aster lino-syris</i>	<i>Isatis tinctoria</i>
<i>Dianthus Carthusianorum</i>	<i>Echium vulgare</i>
<i>Teucrium chamaedrys</i>	<i>Valerianella carinata</i>
<i>Erysimum crepidifolium</i>	<i>Valerianella olitoria</i>
<i>Alyssum montanum</i>	<i>Arabis auriculata</i>
<i>Alyssum calycinum</i>	<i>Camelina microcarpa</i>
<i>Seseli Hippomarathrum</i>	<i>Thlaspi perfoliatum</i>
<i>Allium sphaerocephalum</i>	<i>Holosteum umbellatum</i>
<i>Thalictrum minus</i>	<i>Saxifraga tridactylites</i>
<i>Orobanche spec.</i>	<i>Saxifraga granulata</i>
	<i>Bupleurum falcatum</i>

Die hydrolytische Acidität dieses Bodens war 8,5, die Austauschacidität 0.

Der unterhalb von II gelegene Fuß des Berges (Boden III) zeigt in seiner Besiedlung einige bemerkenswerte Unterschiede. Es liegt hier ebenfalls ein *Xerobrometum* vor, aber gegen II anders zusammengesetzt. Es fehlen die

typischen Steppenheidegräser *Stipa pennata* und *Stipa capillata*, dann *Phleum Boehmeri*, *Koeleria gracilis*, *Avena pratensis*, die beiden *Carex*- und *Poa*arten, *Pulsatilla*, *Oxytropis pilosa*, *Veronica spicata* und einige andere. Dafür kommt als neues Gras außer einigen anderen *Bromus erectus* hinzu, das reichlich auftritt. Der Boden erweist sich als basenreicher als II: Hydrolytische Acidität 1.2 Austausch 0. Die Ursache für die geringen Aciditäten ist wohl darin zu suchen, daß das von dem steilen Hang abfließende Bodenwasser in Berührung mit dem basenreichen Gestein Basen aufnimmt und den Boden des Bergfußes wieder damit versorgt. Die floristische Veränderung, das Verschwinden einiger typischer Steppenheidepflanzen und das Neuauftreten von *Bromus* geht auf den größeren Wassergehalt des Bergfußes zurück. Schon Gradmann hat auf den stark xerophylen Charakter von pontischen Pflanzen hingewiesen. Einige von ihnen wie die *Stipa*arten sind besonders trockenliebend.

Bewegt man sich von II aus in südöstlicher Richtung, so verschwinden die pontisch-mediterranen Pflanzen immer mehr. Der Wechsel macht sich vor allen Dingen bei den Gräsern bemerkbar. Eine ganze Reihe der in II und III herrschenden Gräser verschwindet, wie *Stipa*, *Bromus erectus*, dafür tritt *Agrostis vulgaris* ziemlich reichlich auf. (Boden IV.) Man kann diese Pflanzengesellschaft als ein „beginnendes *Agrostidetum*“ bezeichnen.

Artenliste von IV (oberhalb eines Weinbergs):

<i>Festuca duriuscula</i> reichlich	<i>Teucrium chamaedrys</i>
<i>Agrostis vulgaris</i> ziemlich viel	<i>Rumex acetosella</i>
<i>Phleum Boehmeri</i> etwas	<i>Stachys rectus</i>
<i>Avena pratensis</i> reichlich	<i>Sedum reflexum</i>
<i>Koeleria gracilis</i> wenig	<i>Sedum album</i>
<i>Genista pilosa</i> viel	<i>Orobanche spec.</i>
<i>Sarothamnus</i>	<i>Hieracium Pilosella</i>
<i>Thymus serpyllum</i>	<i>Erysimum crepidifolium</i>
<i>Pulsatilla vulgaris</i>	<i>Alyssum montanum</i>
<i>Potentilla arenaria</i>	<i>Euphorbia cyparriasias</i>

Dazu einige Flechten und Moose wie *Polytrichum piliferum*.

Die hydrolytische Acidität dieses Bodens ist 16.5, seine Austauschacidität 0.5. Diese Basenverarmung gegen II hat zur Folge, daß von den 68 Arten von II die meisten verschwinden und daß dafür 6 neue Arten auftreten und zwar solche, die Vorliebe für sauren Boden haben, wie *Sarothamnus*, *Rumex acetosella*, *Genista pilosa*. Während IV einen Übergang von Xerobrometrum zum *Agrostidetum* darstellt, der in den Aciditätswerten gut zum Aus-

druck kommt, hat sich auf dem Plateau des Berges ein ausgesprochenes *Agrostidetum* entwickelt. Eine hier aufgenommene Pflanzengesellschaft V unterscheidet sich von IV dadurch, daß *Agrostis vulgaris* und *Agrostis canina* herrschen, daß außerdem der typische Vertreter stark saurer Böden *Aira flexuosa* reichlich vorhanden ist. An der Grenze des aufgenommenen Gebietes findet man vereinzelt sogar *Calluna vulgaris*. Von den 68 Arten von II sind auch hier die meisten verschwunden. Dafür sind 20 neue meist säureliebende Arten hinzugekommen, wie *Genista pilosa*, *Rumex acetosella*, *Jasione montana*, *Saxifraga granulata*, *Ranunculus bulbosus*, *Sarothamnus*, *Cytisus sagittalis* u. a. Die hydrolytische Acidität des Bodens war 36, die Austauschacidität erreicht den hohen Wert von 17.5.

An Boden V schloß sich Kulturland an (VI). Es war mit Kartoffeln bepflanzt. Es war nun interessant festzustellen, daß der Landwirt den Basengehalt dieses Bodens, der offenbar ursprünglich ein Teil des *Agrostidetums* gewesen war, durch Düngungs- und andere Maßnahmen wieder aufgefüllt hatte. Die hydrolytische Acidität dieses Bodens war 11, die Austauschacidität 0.5.

In der halben Höhe des Berges, östlich von IV geht die offene Grasgesellschaft immer mehr in einen Eichenbuschwald über. Die Zahl der Arten nimmt gegen IV stark ab. So wurden an einer freien Fläche dieses Eichenbuschwaldes nur noch 12 meist säureliebende Arten festgestellt. Die hydrolytische Acidität an dieser Stelle war 36, die Austauschacidität 18.

Besonders pflanzenarm erwiesen sich stark hervortretende Gesteinsrippen dieses Gebietes. Die Artenliste dieser Stelle VII war folgende:

Aira flexuosa herrschend
Genista pilosa
Hieracium pilosella
Rumex acetosella
Sarothamnus scoparius

Außerdem sehr viele Flechten und Moose.

Diese Artenarmut (5 Blütenpflanzen) und Artenzusammensetzung aus stark säureliebenden Pflanzen dieser Stelle, die durch ihren Flechtenreichtum an eine Tundra erinnerte, entsprachen auch die Aciditäten: hydrolytische Acidität 47.5, Austauschacidität 30.

Aus den obenstehenden Untersuchungen am Rotenfels ergibt sich, daß der großen Mannigfaltigkeit von Pflanzengesellschaften eine ebensolche Verschiedenheit der Aciditäten parallel geht. Bei der Gleichheit der anderen Umweltfaktoren (wie Neigung, Exposition, Klima usw.) läßt sich annehmen, daß zwischen den Pflanzengesellschaften und den Aciditäten des Bodens ein kausaler Zusammenhang besteht. Schon jetzt kann man auf Grund zahlreicher Untersuchungen im Nahe- und Rheingebiet feststellen, daß die Steppenheide und der Steppenheidewald keine Austauschacidität vertragen und daß die hydrolytische Acidität im Raum von 0 bis etwa 10 liegen. Das Agrostidetum entwickelt sich, wenn die hydrolytische Acidität 30—40 ist und die Austauschacidität Werte von 4—15 erreicht. Bei höheren Werten der Aciditäten bildet sich eine Pflanzengesellschaft, die man dem herrschenden Gras *Aira flexuosa* Airetum oder Deschampsietum nennen könnte. Einen Hauptwert der Aciditäten erblicken wir darin, daß sie eine Weiterentwicklung der Gesellschaften erkennen lassen. Das Auftreten von Austauschacidität in einem Xerobrometum oder höherer Werte der hydrolytischen Acidität würde darauf hindeuten, daß die Gesellschaft in einer Weiterentwicklung nach einer mehr „sauren Form“ begriffen ist.

Es erhebt sich noch die Frage nach der Ursache einer so starken Versauerung der Böden. Das überall zu Grunde liegende Gestein Porphyry hat einen mittleren Basengehalt und liefert eine neutral basische Verwitterungserde. Das Gestein selbst gibt also keine Erklärung für die Basenarmut. Die Ursache für die starke Versauerung liegt in besonderen klimatischen Verhältnissen der Vergangenheit und einer damit zusammenhängenden Pflanzendecke. Nach Gradmann⁵⁾ sind die in der Steppenzeit eingedrungenen Steppenheidepflanzen durch eine postglaciale Kälteperiode in ihren empfindlichen Arten auf weniger bevorzugte Punkte zurückgedrängt worden. In dem kalthumiden Klima dieser Zeit haben sich Rohhumus erzeugende Pflanzen wie die Kleinsträucher *Calluna*, *Vaccinium myrtillus*, *Juniperus* ausgebreitet. Bei dem Wärmerweeden des Klimas mit anderen Feuchtigkeitsverhältnissen, haben sie sich auf das Plateau des Berges zurückgezogen, wo sie heute noch vorkommen. Der Rohhumus hat stark basenauslaugend auf die unter ihm liegende Erde eingewirkt.

5) Gradmann: Das Pflanzenleben der Schwäbischen Alp. Tübingen 1900.

Das ph als Umweltfaktor von Wassergesellschaften.

Wenn schon eine starke Abhängigkeit der Landgesellschaften von dem Boden besteht, so ist ein ebenso starker Zusammenhang zwischen den Wassergesellschaften und dem Chemismus des umgebenden Wassers festzustellen. Bei der Bearbeitung von Pflanzengesellschaften des Wassers hat man bis jetzt als Milieufaktor nur das ph angegeben. Wenn bei den Landgesellschaften das ph als Bodenfaktor wegen der Schwierigkeit seiner einwandfreien Bestimmung abgelehnt wurde, so hat das ph allein als Umweltfaktor der Wassergesellschaft aus anderen Gründen einen geringen oder gar keinen Wert. Das ph des Wassers ist sehr von der freien Kohlensäure abhängig. Entwickelt sich durch Fäulnisprozesse im Wasser oder durch Atmung von Tieren viel Kohlensäure, dann sinkt das ph. Wird dagegen durch Assimilation von Pflanzen die Kohlensäure zersetzt, dann steigt es. Durch die Abhängigkeit der Assimilation vom Licht, verändert sich der Kohlensäuregehalt des Wassers im Laufe von 24 Stunden periodisch. Man kann im Laufe eines Tages oft Differenzen von 2 ph feststellen. Aus denselben Gründen hat das Wasser im Winter ein ganz anderes ph als im Sommer. Deshalb ist das ph als einziger Faktor zur Charakterisierung des Wassers abzulehnen. Alle diesbezüglichen Angaben in pflanzensoziologischen Arbeiten sind wertlos. Sie haben nur Wert im Zusammenhang mit den unten angegebenen Faktoren.

Die Gesamthärte, die bleibende Härte und die Karbonathärte als Milieufaktoren von Pflanzengesellschaften.

Diese 3 Faktoren haben nach unseren Untersuchungen für die Zusammensetzung von Pflanzengesellschaften einen entscheidenden Wert. Neben ihnen hat das ph auch eine gewisse Bedeutung. Die Landpflanzen sind so stark von dem Gehalt des Bodens an Calcium abhängig, daß man die Begriffe der kalksteten und kalkfeindlichen Pflanzen geschaffen hat. Bei dieser Sachlage liegt es nun nahe, daran zu denken, daß auch für die Wasserpflanzen der Gehalt des Wassers an Calcium von Bedeutung ist. Bekanntlich wird der Kalkgehalt durch den Begriff der Härte erfaßt. Wasser mit viel Calcium nennt man hart, solches mit wenig Calcium heißt weich. Unter der Gesamthärte des Wassers versteht man die Gesamtmenge aller Calcium- und Magnesiumsalze

des Wassers. Die Karbonathärte dagegen wird durch die Karbonate dieser Metalle verursacht. Die bleibende Härte endlich wird bedingt durch alle Calcium- und Magnesiumsalze außer der Karbonathärte und ergibt sich als Differenz der Gesamt- und Karbonathärte.

Eine besonders wichtige Rolle für den Charakter des Wassers spielt die Karbonathärte. Sie wird von dem Calciumkarbonat $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ verursacht. Dieses Salz ist aber nur bei der Anwesenheit von freier Kohlensäure beständig. Zu einer bestimmten Menge Karbonat gehört immer eine bestimmte Menge Kohlensäure, die deshalb auch zugehörige genannt wird. Außer dieser zugehörigen Kohlensäure enthält das Wasser meistens noch andere freie Kohlensäure, die man aggressive nennen kann. Für den Charakter eines Wassers ist das System $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + \text{CO}_2$ (zugehörig) von besonderer Bedeutung. Dieses System bildet zusammen mit der aggressiven Kohlensäure die Grundlage des ph. Die Assimilation kann nun tief in dieses System hineingreifen. Sie nimmt zunächst die aggressive Kohlensäure hinweg und greift darauf die zugehörige an. Das $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ist dann nicht mehr beständig und zerfällt in festes CaCO_3 und H_2CO_3 . Die Karbonathärte wird dadurch geringer. Diese Prozesse gehen in der Nacht durch Auflösen von CaCO_3 in H_2CO_3 zum Teil wieder zurück, ganz aber im Herbst und Winter. Während also die Karbonathärte in den Sommermonaten veränderlich ist, hat sie in den anderen Jahreszeiten konstante Werte. Deshalb empfiehlt es sich, diesen Faktor in pflanzenreichen Gewässern möglichst nicht im Hochsommer zu bestimmen. Im Gegensatz zu der Karbonathärte ist die bleibende Härte das ganze Jahr hindurch ein konstanter Wert. Die Gesamthärte ist ähnlich wie die Karbonathärte zu beurteilen.

Die Härtefaktoren lassen sich an Ort und Stelle leicht bestimmen. In etwa 15 Minuten kann man die Härten und das ph eines Wassers festgestellt haben.

Bestimmung der Härtefaktoren.

Die Gesamthärte wird am einfachsten nach der Seifenmethode von Boutron und Boudet bestimmt. Man füllt 40 ccm des Wassers in eine kleine Flasche, die man mit einem Stopfen verschließen kann. Dann läßt man aus einer Bürette mit einem Ausguß, Hydrotimeter genannt, tropfenweise eine Seifenlösung von bestimmtem Gehalt in das Wasser beilaufen und schüttelt die Flasche kräftig mehrere

Male von oben nach unten. Man setzt nun solange Seifenlösung zu, bis beim Schütteln ein dichter Schaum entsteht, der 5 Minuten bestehen bleibt. An dem Hydrometer kann man dann direkt die Härtegrade ablesen, allerdings französische. Um deutsche Härtegrade zu erhalten, multipliziert man mit 0,56.

Zur Bestimmung der Karbonathärte gebraucht man eine gewöhnliche Bürette mit Glashahn von 10 ccm Inhalt. Man fülle sie mit Zehntelnormalsäure. In eine Flasche bringt man 100 ccm Wasser, setze einige Tropfen einer wässriger Lösung von Methylorange hinzu und lasse nun aus der Bürette solange Zehntelnormalsäure unter Schütteln hinzulaufen, bis eine orange bis rötliche Färbung entsteht und bestehen bleibt. Wenn man nun die abgelaufenen ccm mit 2,8 multipliziert, erhält man die Karbonathärte in deutschen Graden.

Die bleibende Härte ergibt sich als Differenz der Gesamthärte und Karbonathärte.

Im Gegensatz zu dem Boden wird das pH des Wassers einwandfrei am besten kolorimetrisch bestimmt. Sehr bequem ist der Universalindikator von Merk Darmstadt (100 ccm mit Farbtafel 4,50 M.). Zu etwa 10 ccm Wasser in einem weißen Schälchen tropft man 3 Tropfen Indikator und vergleicht den entstandenen Farbton mit der Farbtafel.

Die Abhängigkeit der Wassergesellschaften von den Härtefaktoren und dem pH .

Bis jetzt liegen nur vereinzelte Untersuchungen vor, sie werden meistens in dem Gebiete der Wahner Heide und in den Sumpfbetrieben südlich von Köln angestellt. Auf Grund des an und für sich noch geringen Materials läßt sich eine starke Abhängigkeit der Pflanzengesellschaften von den oben bezeichneten Faktoren feststellen.

I. Hochmoor am Fliegenberg (Wahner Heide) Sphagnetum.

Pflanzenliste (nach Schumacher).⁶⁾

<i>Sphagnum papillosum</i>	<i>Polytrichum strictum</i>
„ <i>cuspidatum</i>	„ <i>commune</i>
„ <i>aquatile</i>	<i>Eriophorum vaginatum</i>
„ <i>cymbifolium</i>	<i>Nephrodium spinulosum</i>
„ <i>recurvum</i>	<i>Molinia coerulea</i>
„ <i>rubellum</i>	<i>Erica tetralix</i>
<i>Drosera intermedia</i>	<i>Betula verrucosa</i>
„ <i>rotundifolia</i>	

6) Schumacher: Die Sphagnum-Moore der Wahner Heide. Aus den Verh. d. Naturh. Vereins f. Rheinh. u. Westf., 88. Jahrg. 1931.

Die Gesamthärte des Moorwassers war 2,2°, die Karbonathärte 0°, die bleibende Härte 2,2°, das ph kleiner als 4,4.

Es handelt sich hier um ein außerordentlich weiches und saures Wasser. Es ist besonders zu beachten, daß die Karbonathärte 0 ist. Gewässer mit einem ph von unter 4,4 sind selten. Als der gelbe Farbstoff Methylorange zu dem Wasser gegeben wurde, schlug er in Rot um. (Umschlagspunkt $ph = 4,4$) Das ph des Wassers kann auch tiefer gelegen haben.

II. Kronensee (Wahner Heide) Sphagnetum.

Pflanzenliste (nach Schumacher).

<i>Sphagnum cymbifolium</i>	<i>Carex rostrata</i>
„ <i>fimbriatum</i>	„ <i>vesicaria</i>
„ <i>cuspidatum</i>	<i>Eriophorum polystachium</i>
„ <i>turgidulum</i>	<i>Juncus effusus</i>
<i>Nephrodium thelypteris</i>	<i>Drepanocladus fluitans</i>
<i>Scirpus lacustris</i>	<i>Utricularia minor</i>

Die Gesamthärte dieses Wassers ist 2,2°, die Karbonathärte 1,12°, die bleibende Härte 1,08°, das ph 6,6.

Auch hier liegt ein sehr weiches Wasser vor, das sich aber von dem Wasser des Fliegenmoors dadurch wesentlich unterscheidet, daß es eine wenn auch geringe Karbonathärte hat. Diese Karbonathärte verändert den ganzen Charakter des Wassers und erklärt vor allen Dingen das verhältnismäßig hohe ph von 6,6. Der Kronensee ist im Gegensatz zu dem Fliegenmoor fast neutral. Die Pflanzengesellschaft ist infolgedessen auch anders zusammengesetzt wie am Fliegenmoor.

III.

Einen ganz anderen Charakter zeigten einige Gewässer aus der Umgegend von Köln bei Paffrath. Der Boden enthielt kohlen-saures Kalk. Es handelt sich um eine Wasserschenke, die pflanzensoziologisch nach Schwickerath als *Heleocharetum pauciflorae* anzusprechen ist.

Artenliste (nach Schwickerath).

<i>Heleocharis pauciflora</i>	<i>Utricularia minor</i>
<i>Trichogon palustris</i>	<i>Eriophorum latifolium</i>
<i>Carex flava</i>	<i>Juncus supinus</i> (var. <i>nitella</i>)
„ <i>rostrata</i>	<i>Moose spec.</i>
<i>Chara fragilis</i>	

Die Gesamthärte dieses Wassers war 20°, seine Karbonathärte 13,44, die bleibende Härte 6,56°, das ph 8. Das hier vorliegende Wasser ist zu den harten Wässern zu rechnen. Es war nun von Interesse festzustellen, daß ein *Heleocharetum pauciflorae* aus dem weit entfernten Calcarer Bruch folgenden Chemismus zeigte:

Gesamthärte	18,40 °
Karbonathärte	12,88 °
Bleibende Härte	5,52 °
ph =	7,5

Die beiden Gewässer aus ganz verschiedenen Gegenden mit denselben Pflanzengesellschaften zeigen fast denselben Chemismus auf. Man geht wohl nicht zu weit, wenn man ein *Heleocharetum pauciflorae* an ein hartes Wasser mit hohem ph gebunden hält, ein *Sphagnetum* an ein sehr weiches Wasser mit niedrigem ph.

Bis jetzt sind noch wenige der zahlreichen Wassergesellschaften auf ihre Härtefaktoren untersucht. Es wäre sehr zu wünschen, wenn vor allen Dingen in dem an Wassergesellschaften so reichen Niederrhein auf Grund der angegebenen Methoden die Grenzwerte festgestellt würden, innerhalb deren die einzelnen Gesellschaften existieren können.

Die für die Boden- und Wasseruntersuchungen notwendigen Apparate und Chemikalien lassen sich preiswert beschaffen. (Chemikalien: Firma Merk, Darmstadt; Apparate: Hermann Paulsen, Ilmenau in Thüringen.)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen des naturhistorischen Vereines der preussischen Rheinlande](#)

Jahr/Year: 1933

Band/Volume: [89](#)

Autor(en)/Author(s): Menke Wilhelm, Wiemann David

Artikel/Article: [Neue Methoden zur Untersuchung von Erdboden und Wasser im Zusammenhang mit Pflanzengesellschaften im Nahe- und Rheingebiet 168-182](#)