

TELMA	Band 12	Seite 37–46	9 Abb.	Hannover, November 1982
-------	---------	-------------	--------	-------------------------

## Beziehungen zwischen chemischen Parametern des Moorwassers und Pflanzen in den Biberkessel-Mooren an der Hornisgrinde (Nordschwarzwald)

Correlations Between Chemical Parameters of the Mire Water and Plant Species  
in the Biberkessel-Peatlands at the Hornisgrinde (Northern Black Forest, SW-Germany)

ADAM HÖLZER\*)

### ZUSAMMENFASSUNG

Die Beziehungen zwischen 31 Pflanzen und 7 chemischen Parametern des Wassers sowie der Basensättigung wurden in den Biberkessel-Mooren an der Hornisgrinde im Buntsandsteingebiet des Nördlichen Schwarzwaldes untersucht. Wöchentlich wurden in den Jahren 1977, 1978 und 1979 pH-Wert, Leitfähigkeit, Na, K, Ca, Mg und Fe des Wassers analysiert. Die Arten *Sphagnum inundatum*, *Carex echinata*, *Deschampsia cespitosa*, *Scapania undulata* zeichnen sich durch Maxima ihrer statistischen Verteilung im Bereich höherer Kationenkonzentrationen, höherer pH-Werte und geringerer Leitfähigkeit aus. *Andromeda polifolia* ist eine Art, welche mit sehr geringen Kationenkonzentrationen auskommt. Sehr schwer sind *Carex rostrata*, *C. canescens* und *Molinia caerulea* einzuordnen. Dies liegt hauptsächlich an den geringen Kationenkonzentrationen sogar im Mineralbodenwasser des untersuchten Gebietes. Am besten eignet sich für die Beurteilung eines Standortes die Basensättigung.

### SUMMARY

The correlations between 31 plant species and 7 chemical parameters of the water and the base saturation were examined in the Biberkessel-Peatlands at the Hornisgrinde in the sandstone area of the Northern Black Forest. Conductivity, pH-value, Na, K, Ca, Mg and Fe in the water were measured weekly during the years 1977, 1978 and 1979. Species like *Sphagnum inundatum*, *Carex echinata*, *Deschampsia cespitosa*, *Scapania undulata* show maxima of their statistical distribution within the region of higher cation concentrations, higher pH-values and lower conductivity. *Andromeda polifolia*

\*) Anschrift des Verfassers: Dr. A. HÖLZER, Landessammlungen für Naturkunde, Erbprinzenstr. 13, D 7500 Karlsruhe.

is one of the species which can live at very low concentrations. It is rather difficult to classify species like *Carex rostrata*, *C. canescens* or *Molinia caerulea*. This is because of the low concentrations of cations even in the water of the mineral soil. Most suitable for the judgement of a habitat is the base saturation.

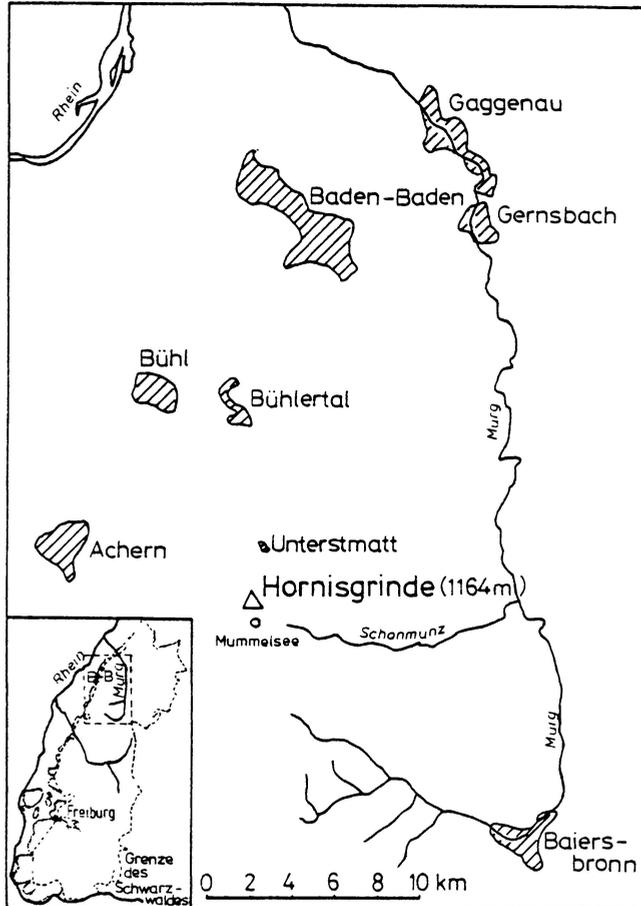


Abb. 1  
Lage des Untersuchungsgebietes  
Site of research area

## INHALT

1. Einleitung
2. Methode
3. Ergebnisse
4. Diskussion
5. Literatur

## 1. EINLEITUNG

In den Jahren 1977 bis 1979 wurden in den Biberkessel-Mooren an der Hornisgrinde (TK 7315 Bühlertal) im Nordschwarzwald im Rahmen einer größeren Arbeit möglichst jede Woche Wasseranalysen vorgenommen (Abb. 1). Ziel war vor allem die Feststellung der chemischen Parameter des Moorwassers in einem Moor im Buntsandsteingebiet, deren Abhängigkeit von den Niederschlägen und ein Vergleich mit Arbeitsergebnissen aus anderen Gebieten (WITTING 1947, JENSEN 1961, GIES 1972, MÜLLER 1973). Aus den Jahren 1974 und 1975 lagen bereits Analysen aus dem Blindensee-Moor im Granit des Mittleren Schwarzwaldes vor (HÖLZER 1977). Es wurde nicht nur im eigentlichen Moorbereich, sondern auch im angrenzenden Mineralbodenwasser analysiert.

Die Untersuchungen wurden in dankenswerter Weise durch Sachmittel der DFG unterstützt.

## 2. METHODE

Die Parameter wurden entweder direkt im Oberflächenwasser oder an speziell eingerichteten Meßstellen untersucht. An den Meßstellen wurden perforierte Plastik-Rohre in den Boden eingesetzt. Die Messungen wurden morgens nach Entnahme und Filtration im Labor vorgenommen. Die pH-Werte wurden mit einem WTW-Gerät, Typ 640, die Leitfähigkeit mit einem Philips-Gerät PW 9501 gemessen. Natrium und Kalium wurden mit einem Eppendorf-Flammenphotometer, Calcium, Magnesium und Eisen mit einem Atom-Absorptions-Spektrophotometer Perkin-Elmer 300 in Flamme bestimmt.

Die Basensättigung wurde nach folgender Formel berechnet (TOLONEN u. SEPPÄNEN 1976):

$$\text{Me (\%)} = \frac{100 \times (\text{Ca} + \text{Mg} + \text{K} + \text{Na} + \text{Fe})}{\text{H}^+ + (\text{Ca} + \text{Mg} + \text{K} + \text{Na} + \text{Fe})}$$

Im Umkreis von 50 cm wurden um alle Meßstellen die Pflanzenarten nach BRAUN-BLANQUET (1964) aufgenommen, von einer ursprünglich vorgesehenen Berücksichtigung des Deckungsgrades der Arten wurde abgesehen. Die Meßwerte wurden in Klassen eingeteilt und ihre Häufigkeit in Diagramme für die Pflanzenarten gezeichnet.

## 3. ERGEBNISSE

### 3.1 pH-Werte (Abb. 2)

Die meisten Meßwerte liegen zwischen 3.7 und 4.0, wie das Diagramm der Summe aller Meßwerte zeigt. Ein zweites Maximum der statistischen Verteilung liegt bei pH 6. Es ist durch die Bäche

im Mineralboden bedingt. Pflanzenarten mit einem besonders scharfen Maximum im Bereich tiefer pH-Werte sind *Andromeda polifolia*, *Empetrum nigrum*, *Sphagnum fuscum* und *S.cuspidatum*. Zu den Arten mit recht breitem Maximum zwischen pH 4 und 5 zählen *S.inundatum*, *Molinia caerulea*, *Marsupella emarginata*, *Scapania undulata* und andere. Auffallend ist das recht tiefe Maximum von *Sphagnum fallax*, *Carex rostrata* und *C.canescens*.

### 3.2 LEITFÄHIGKEIT (Abb. 3)

*Deschampsia cespitosa*, *Saxifraga stellaris*, *Carex echinata* und *Sphagnum inundatum* zeichnen sich durch ein scharfes Maximum unter 50  $\mu\text{S}$  aus, durch ein breiteres dagegen *Marsupella emarginata* und *Molinia caerulea*. Die übrigen Arten haben ein recht breites Maximum bei oder über 50  $\mu\text{S}$ .

### 3.3 NATRIUM (Abb. 4)

*Marsupella emarginata*, *Scapania undulata*, *Deschampsia cespitosa*, *Saxifraga stellaris* und *Sphagnum inundatum* haben ein Maximum, das deutlich über 0,5 mg/l liegt. Interessant ist der doppelte Gipfel von *Drepanocladus fluitans*.

### 3.4 KALIUM (Abb. 5)

Sogenannte Hochmoorarten haben ihr Maximum bei niedrigen Kaliumkonzentrationen, Mineralbodenwasserzeiger besitzen dagegen ein sehr breites Maximum mit einem Gipfel zwischen 0,5 und 1 mg/l. Besonders fällt hier *Deschampsia cespitosa* auf, das bei niedrigen Konzentrationen überhaupt nicht vorkommt.

### 3.5 CALCIUM (Abb. 6)

Gute Mineralbodenwasserzeiger haben ein breites Maximum bei Konzentrationen über 0,5 mg/l.

### 3.6 MAGNESIUM (Abb. 7)

Die Mg-Konzentrationen sind allgemein sehr niedrig. Wieder fallen die gleichen Pflanzenarten durch Maxima im Bereich höherer Konzentrationen auf.

### 3.7 EISEN (Abb. 8)

Bei diesem Faktor liegen die Verhältnisse ganz anders als bei den anderen Kationen. Die Arten *Sphagnum inundatum*, *Saxifraga stellaris* und andere besitzen ihr Maximum im Bereich geringster Konzentrationen.

### 3.8 BASENSÄTTIGUNG (Abb. 9)

Bei der Basensättigung handelt es sich um einen errechneten Faktor, der außer der Leitfähigkeit alle bisher behandelten Parameter umfaßt. *Andromeda polifolia* hat das tiefste und schärfste Maximum, *Sphagnum inundatum*, *Saxifraga stellaris* und andere dagegen haben ihr Maximum im Bereich höchster Basensättigung.

#### 4. DISKUSSION

Die Basensättigung dürfte sich am besten von allen behandelten Parametern zur Beurteilung der Standortsansprüche eignen. Die Leitfähigkeit, die auch alle anderen Faktoren beinhaltet, ist weniger geeignet, weil sie bei so niedrigen pH-Werten hauptsächlich durch die  $H^+$ -Ionen und weniger durch die restlichen Kationen bedingt ist.

*Andromeda polifolia* ist am ehesten als Hochmoorart anzusprechen. Die besten Mineralbodenwasserzeiger sind *Sphagnum inundatum*, *Scapania undulata*, *Marsipella emarginata*, *Deschampsia cespitosa*, *Carex echinata* und *Saxifraga stellaris*.

Ein wichtiger, die Beurteilung der Pflanzenarten sehr erschwerender Umstand ist die geringe Kationen-Konzentration des Mineralbodenwassers im Buntsandsteingebiet des Nordschwarzwaldes. Selbst die höchsten Meßwerte des Mineralbodenwassers wären in anderen Gebieten typisch für Hochmoorgewässer. Zudem befindet man sich im Schwarzwald an der Südgrenze der Verbreitung echter Hochmoore.

Bei den Wasseranalysen ist noch der Einfluß der Wasserbewegung zu berücksichtigen. Starke Wasserbewegung bedeutet ein entsprechend erhöhtes Nährstoffangebot. Dies wurde besonders deutlich bei den Meßstellen am Seerand im Bereich des Wasserabflusses durch den Torf, wo sich direkt am Wasser *Carex canescens* ansiedelte, dahinter folgt *Carex rostrata*. *Carex canescens* dürfte also etwas anspruchsvoller sein als *C. rostrata*, wie auch das Diagramm der Basensättigung (Abb. 8) erkennen läßt. Im See wachsen sogar Seerosen. An diesen Meßstellen waren durch Messungen der chemischen Parameter kaum Unterschiede zu den Hochmoorgesellschaften zu erkennen. Allerdings ist die Einbeziehung der Wasserbewegung technisch ziemlich schwierig und unterblieb daher. Die Maxima von *Carex rostrata* und *C. canescens* müßten mehr im Bereich höherer Konzentrationen zu suchen sein.

Weiter wurde bisher, obwohl aufgenommen, der Deckungsgrad der Pflanzenarten nicht berücksichtigt, weil manche Arten auch in ihrem Optimum nur geringe Deckungsgrade erreichen, wie z.B. *Vaccinium oxycoccus* oder *Carex pauciflora*. Außerdem dürfte der Deckungsgrad nicht nur linear mit den Nährstoffverhältnissen korreliert sein, sondern auch von einer Reihe anderer Faktoren beeinflußt werden. Doch wie man diese meßtechnisch erfaßt und dann in die Werte einbezieht, ist noch ziemlich unklar.

Typische Mineralbodenwasserzeiger wie z.B. *Sphagnum inundatum* oder *Deschampsia cespitosa* haben ein recht breites Maximum im Gegensatz zu sogenannten Hochmoorarten. Diese lassen sich unter Niedermoorbedingungen kultivieren, dagegen Niedermoorarten (= Mineralbodenwasserzeiger) nicht unter Hochmoorbedingungen (SIMONIS 1948). Der Nachweis exklusiver Hochmoorarten gelang bisher nicht. Hochmoorarten werden durch die Mineralbodenwasserzeiger in die Bereiche geringerer Nährstoffkonzentration verdrängt, wo deren Existenz noch möglich ist. Deshalb sollte man den Begriff Hochmoorart meiden und mehr Gewicht auf das Fehlen der Mineralbodenwasserzeiger legen.

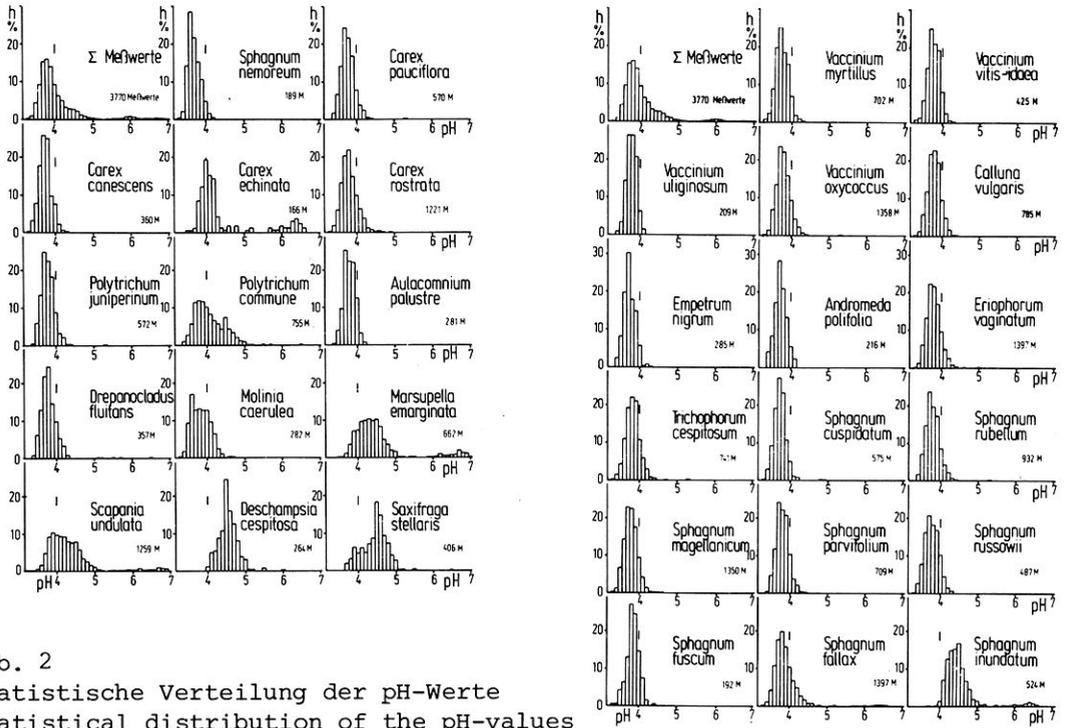


Abb. 2  
 Statistische Verteilung der pH-Werte  
 Statistical distribution of the pH-values

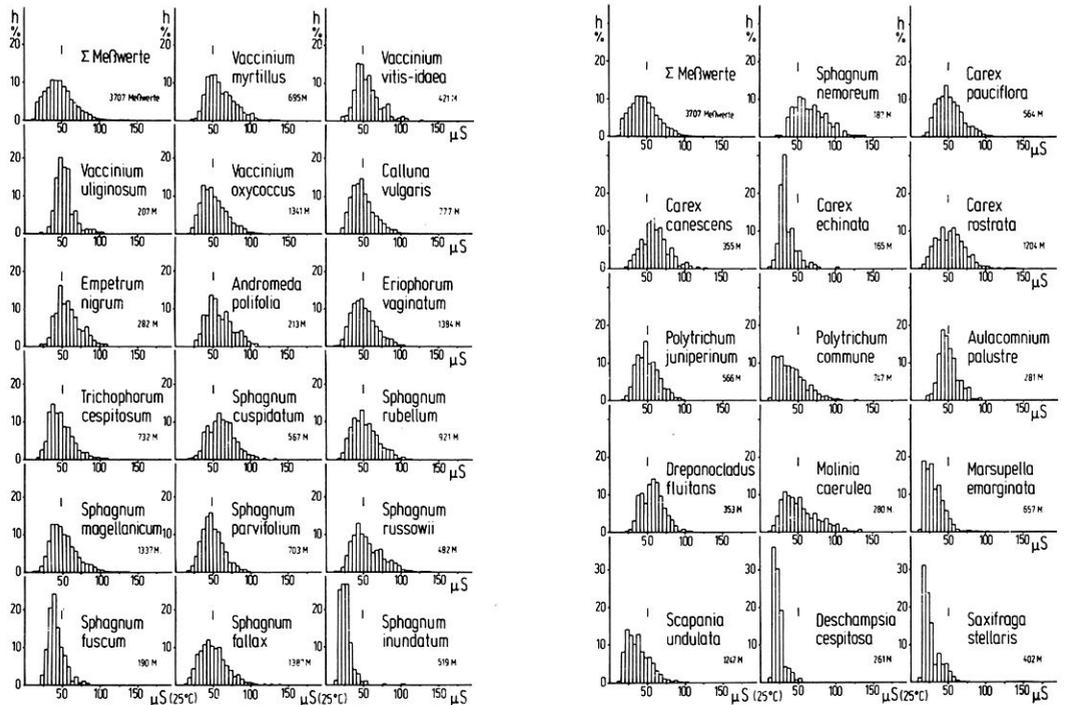


Abb. 3  
 Statistische Verteilung der Leitfähigkeit  
 Statistical distribution of the conductivity

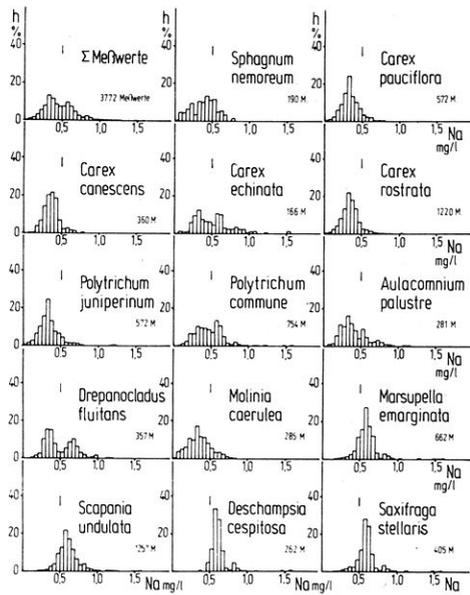
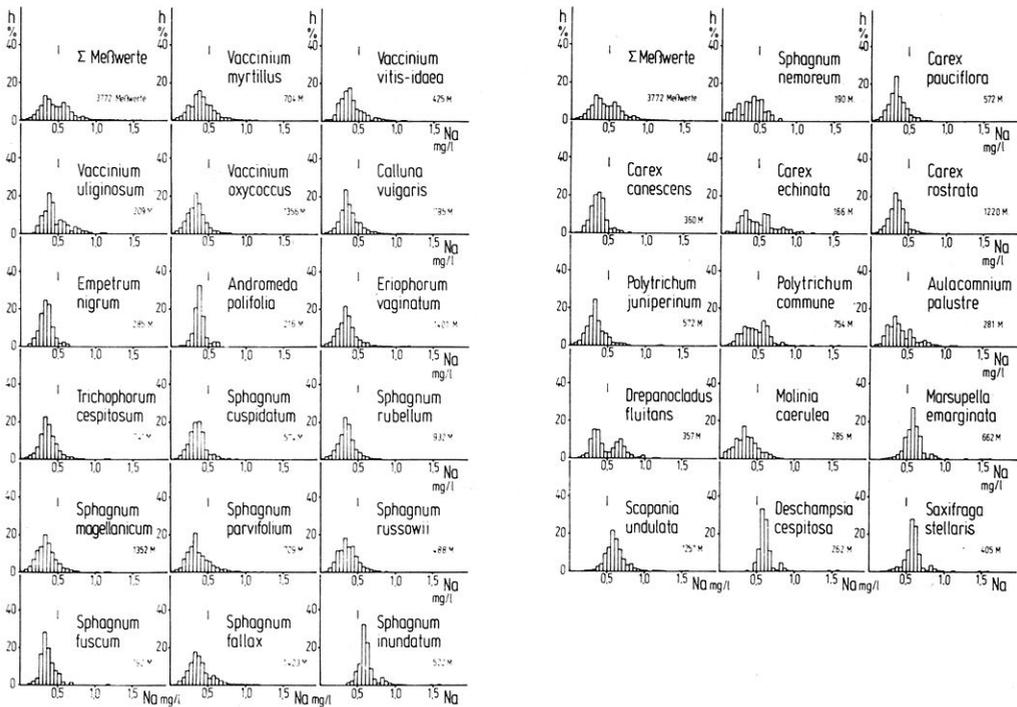


Abb. 4

Statistische Verteilung der Na-Konzentrationen

Statistical distribution of the Na-concentrations

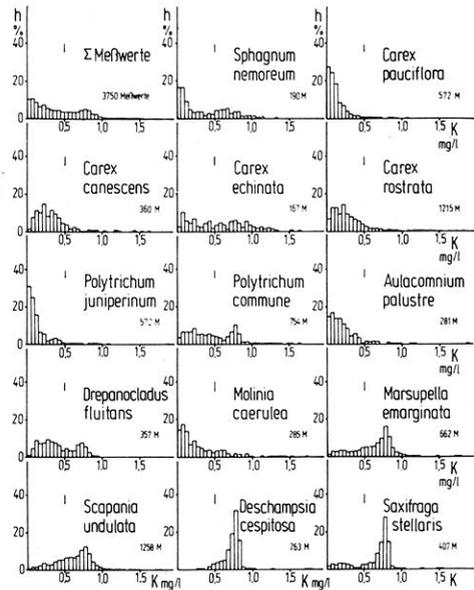
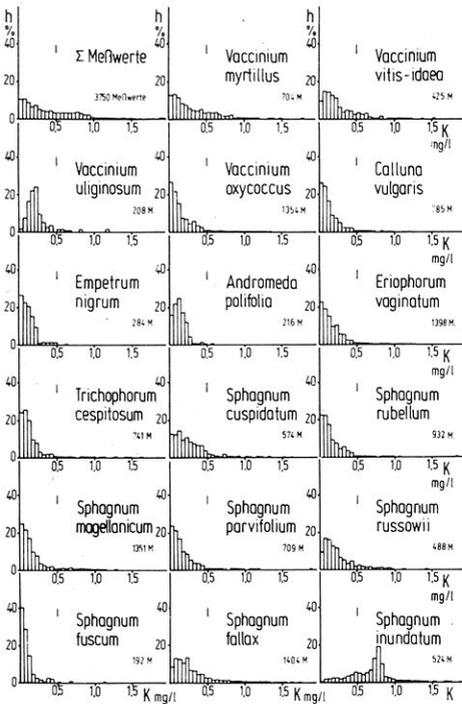


Abb. 5

Statistische Verteilung der K-Konzentrationen

Statistical distribution of the K-concentrations

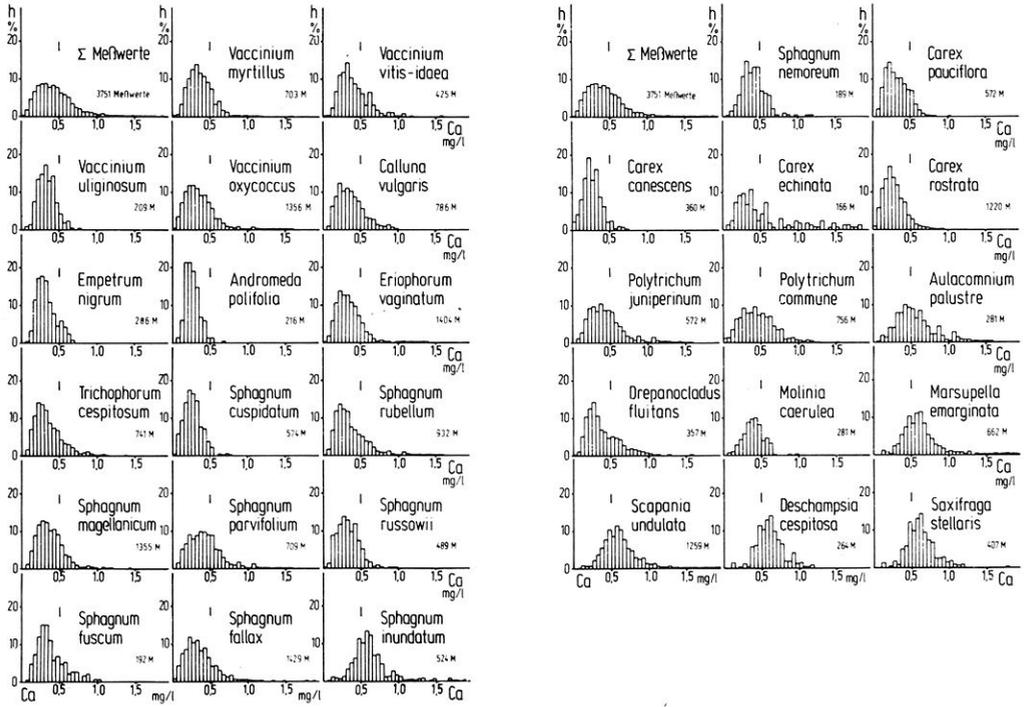


Abb. 6  
 Statistische Verteilung der Ca-Konzentrationen  
 Statistical distribution of the Ca-concentrations

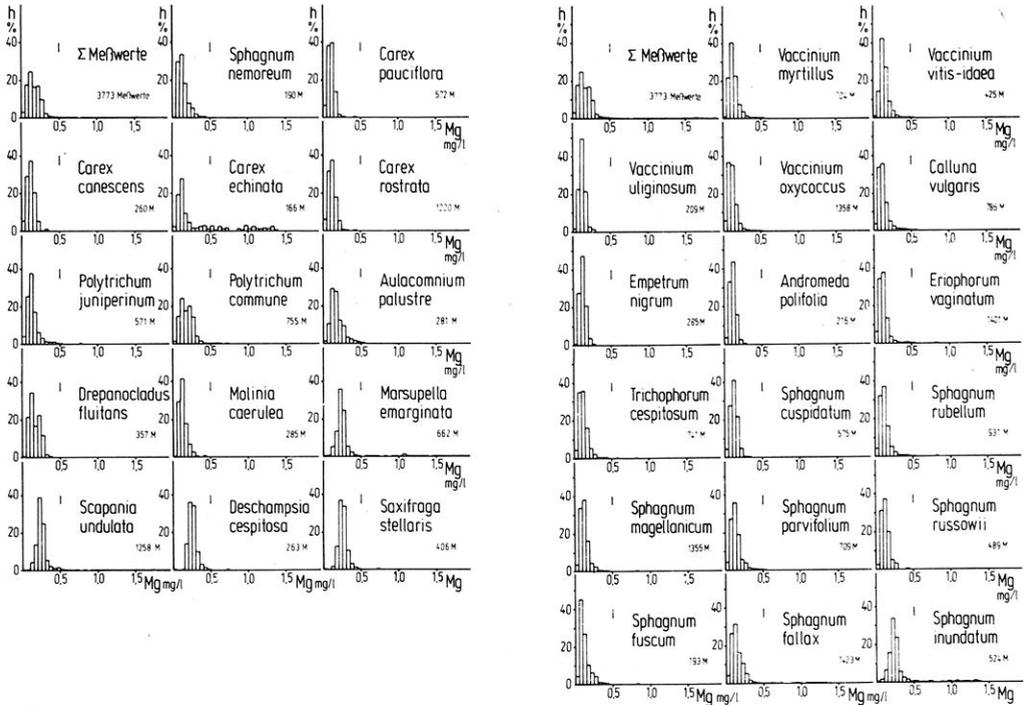


Abb. 7  
 Statistische Verteilung der Mg-Konzentrationen  
 Statistical distribution of the Mg-concentrations



## 5. LITERATUR

- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie.- 3.Aufl., Wien.
- DU RIETZ, G.F. (1954): Die Mineralbodenwasserzeigergrenze als Grundlage einer natürlichen Zweigliederung der nord- und mitteleuropäischen Moore.- *Vegetatio*, 5/6 : 571-585, The Hague.
- FIRBAS, F. (1931): Untersuchungen über den Wasserhaushalt der Hochmoorpflanzen.- *Jb.wiss.Bot.*, 74 : 457-696, 40 Abb., Leipzig.
- GIES, Th. (1972): Die Vegetation und Ökologie des Schwarzen Moores (Rhön) unter besonderer Berücksichtigung des Kationengehaltes.- *Diss.Botanicae*, 20, 43 Abb., 32 Tab., Lehre.
- HÖLZER, A. (1977): Vegetationskundliche und ökologische Untersuchungen im Blindensee-Moor bei Schonach (Mittlerer Schwarzwald) unter besonderer Berücksichtigung des Kationengehaltes.- *Diss. Botanicae*, 36, 195 S., 98 Abb., 14 Photos, 1 Karte, Vaduz.
- HÖLZER A. und SCHLOSS, S. (1981): Paläoökologische Studien an der Hornisgrinde (Nordschwarzwald) auf der Grundlage von chemischer Analyse, Pollen- und Großrestuntersuchung.- *TELMA*, 11 : 17-30, 6 Abb., Hannover.
- JENSEN, U. (1961): Die Vegetation und Ökologie des Sonnenberger Moores im Oberharz und ihre ökologischen Bedingungen.- *Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen*, 1, 85 S., Hannover.
- MÜLLER, K. (1973): Ökologische und vegetationskundliche Untersuchungen an Niedermoorpflanzen-Standorten des ombrotrophen Moores unter besonderer Berücksichtigung seiner Kolke und Seen in NW-Deutschland.- *Beitr.Biol.Pflanzen*, 49 : 147-235, 35 Abb., 19 Tab., Berlin.
- SIMONIS, W. (1948): CO<sub>2</sub>-Assimilation und Xeromorphie von Hochmoorpflanzen in Abhängigkeit von Wasser- und Stickstoffhaushalt des Bodens.- *Biol.Zbl.*, 67 : 77-83, Dresden.
- TOLONEN, K. und SEPPÄNEN, P. (1976): Comparison of ombrotrophic mire waters in Finland.- 5th International Peat Congress, New Recognitions of Peatland and Peat, Vol. II, 73-89, Poznan.
- WITTING, M. (1974): Kationsbestämningar i myrvatten.- *Bot.Not.*, 4, 287-304, Lund.

Manuskript eingegangen am 20.7.1982