

ADAM HÖLZER &amp; AMAL HÖLZER

# Zur Vegetationsgeschichte des Hornisgrinde-Gebietes im Nordschwarzwald: Pollen, Großreste und Geochemie

## Kurzfassung

Ein Bohrkern von 350 cm Länge aus dem Biberkessel an der Hornisgrinde (Nordschwarzwald, SW-Deutschland) wurde in 1-cm-Abständen analysiert. Bestimmt wurden: Trockengewicht, Aschegehalt, Si, Ti, N, Cl, Br, und Zersetzungsgrad. In den gleichen Proben wurden auch die Großreste mit Schwerpunkt auf den Moosen untersucht. Pollenanalysen wurden in Abständen von 1 oder 2 cm vorgenommen.

Die Moose aus den Großresten erlauben die Rekonstruktion der Nährstoffverhältnisse und des Grundwasserstandes an der Bohrstelle. Anhand von Optimalkurven wird die heutige Einnischung von 12 Arten belegt. Von den Sphagnen steht *S. fallax* an den feuchtesten und den nährstoffreichsten Stellen, *S. magellanicum* dagegen an trockeneren und nährstoffärmeren. *S. rubellum* nimmt eine Zwischenstellung ein. Von den Ericaceen bevorzugt *Andromeda polifolia* die nährstoffärmsten Standorte. Das Profil beginnt wie viele andere Profile aus dem Gebiet mit dem Einsetzen der Buchen- und Tannenkurve. Die Fichtenkurve setzt schon recht früh ein, aber erst nach 1500 n. Chr. kommt die Fichte zur Dominanz.

Im Diagramm finden sich viele Pollen aus der Rheinebene oder der Vorbergzone, die mit den Westwinden herantransportiert werden. Dies macht die Interpretation der Pollendiagramme für die Vegetation vor Ort schwierig. Beste Indikatoren für diesen Ferntransport sind *Juglans*, *Castanea*, *Carpinus* oder *Cannabis*, der sogar Werte über 20% erreicht.

Belegt werden die Korrelationen zwischen Pollen, Großresten und Geochemie. Eine besondere Rolle spielen dabei die Feuer und die Wiederbesiedlung danach. Es besteht ein enger Zusammenhang zwischen Silizium- bzw. Titangehalt der Torfe, der *Melampyrum*-Kurve und Feuer und dem Einsetzen der Fichtenkurve. Nach Feuern kommt es entsprechend der Feuchtigkeits- und Nährstoffverhältnisse zu einer Ausbreitung von *S. fallax* oder der *Acutifolia* bei den Großresten.

Im jüngster Zeit folgt auf das Ansteigen von Silizium oder Titan, das als Folge von Feuer oder Windwürfen interpretiert werden kann, eine Zunahme der Fichte, welche in die in den Wald geschlagenen Lücken nachdringt. Auch die erste kräftige Zunahme der Buche ist mit so einem Brand verbunden.

Die Proben für die Analysen der Pollen, Großreste und Geochemie sollten dem gleichen Bohrkern und nicht parallelen Bohrkernen entstammen, selbst wenn sie nur wenige Dezimeter voneinander entnommen werden, um eine gute Korrelation zwischen den einzelnen Untersuchungen zu bekommen.

Die kombinierte Analyse von Pollen, Großresten hat sich sehr bewährt und ermöglicht sicherere Aussagen als die Pollenanalyse allein.

## Abstract

**Studies on the vegetation history of the Hornisgrinde area in the Northern Black Forest (SW-Germany) by means of pollen, macrofossils, and geochemistry**

A peat core of 350 cm from the Hornisgrinde (Black Forest,

SW-Germany) was analyzed for geochemistry in intervals of 1 cm. The following parameters were measured: dry weight, ash, Si, Ti, N, humicity, Cl, Br, S. In the same samples also the macrofossils, especially the mosses, were determined. Pollen analysis was done in intervals of 1 or 2 cm.

The mosses of the macrofossils facilitate the reconstruction of the amount of nutrients and of the ground-water level at the coring site.

Frequency histograms of the parameters Na, K, Mg and Ca are derived from water analysis. They are presented from the Hornisgrinde (red sandstone) and compared with other analysis from the Blindensee-Moor (granite). Curves of the physiological optimum of 12 species in relation to the ground-water level and Calcium show the niches and prove the extreme situation at the Hornisgrinde. *Sphagnum fallax* prefers the wettest and richest sites, *S. magellanicum* the driest and poorest ones. *S. rubellum* has got an intermediate position. *Andromeda polifolia* has got the highest tolerance to poor habitat conditions among the Ericaceae.

Our profile starts as many other profiles of the area at the onset of *Fagus* and *Abies*. The curve of *Picea* begins rather early with low levels, but only after 1500 AD it rises strongly.

Many pollen of lowland species are found at the site because of the short distance of the plain and the strong western winds. That makes interpretation of the diagrams and the vegetation rather difficult. Best indicators of such a transport are pollen of *Juglans*, *Castanea*, *Carpinus* or *Cannabis*. The last species reaches even more than 20 % of AP. Usually these species are found below 700 m a.s.l.

The correlations between pollen, macrofossils and geochemistry are demonstrated. The fires are very important and they influence the development of the vegetation of the mire and the surrounding area very much. Silicon and titanium content of the peat is a good indicator of erosion. There exists a close interaction between these elements in the peat, the curve of *Melampyrum*, fires and the onset of the *Picea* curve. Humidity and nutrients increase shortly after fires and so usually *S. fallax* and the *Acutifolia* follow.

In the youngest times a rise of *Picea* can be watched after peaks of silicon or titanium. These are caused by increased erosion after storms, felling of trees or after forest fires. *Picea* can occupy these areas. The first strong rise of *Fagus* is connected with a fire too.

The samples for the combined analysis should be taken from the same core for getting good correlations between pollen, macrofossils and geochemistry.

The combined analysis of pollen, macrofossils and geochemistry in connection with the study of the present ecology proved very usefull.

## Autoren

Dr. ADAM HÖLZER, AMAL HÖLZER, Staatliches Museum für Naturkunde, Erbprinzenstr. 13, D-76133 Karlsruhe.

## 1. Einleitung

Die Hornisgrinde (1163 m) ist die höchste Erhebung des Nordschwarzwaldes (Abb. 1). In ihrem Umfeld finden sich eine ganze Reihe von Vermoorungen unterschiedlicher Genese und heutiger Ausprägung. Sowohl der Nord- als auch der Südgipfel sind mit Plateaumoores bedeckt, die eine Mächtigkeit von mehreren Metern erreichen. Sie werden heute weitgehend von der Rasensimse (*Trichophorum cespitosum*) dominiert. Die Kare zeigen die gesamte Verlandungsabfolge vom rezenten See bis zum Hochmoor.

Trotz dieser Vielfalt und der extremen Position des Gebietes gibt es heute nur wenige Arbeiten über die Moore an der Hornisgrinde. Das früheste, veröffentlichte Profil stammt von JÄSCHKE (1934). Kurz danach erschien auch die Arbeit von OBERDORFER (1938) über das Blatt Bühlertal, die eine Vegetationskarte 1:25000 und auch Pollendiagramme enthält. Die Pollenanalysen dienten schon damals der Klärung offener Fragen in der heutigen Vegetation.

Aus jüngerer Zeit ist zu nennen eine unveröffentlichte Examensarbeit von SCHLICHTING (1974), die noch unter Anleitung von G. LANG (1975) von Karlsruhe aus angefertigt wurde. Im Rahmen des eigenen Arbeitsprogramms entstanden zur Hornisgrinde: HÖLZER & SCHLOSS (1981), HÖLZER (1982), HÖLZER & HÖLZER (1987, 1988) und je eine unveröffentlichte Arbeit von BECKH (1984) zum Ruhesteinloch und zum Großen Muhr von KÖHRER (1993). Eine umfangreiche Arbeit

zum Gesamtkomplex der Vegetation in der Umgebung der Hornisgrinde befindet sich zur Zeit im Abschluß.

Die Arbeit ist E. OBERDORFER gewidmet, der nicht nur in der Arbeit über die Hornisgrinde sondern auch schon im Schluchsee-Moor (1931, 1934) Rezentvegetation und Vegetationsgeschichte verknüpfte. Wir betrachten unsere Arbeiten als eine Fortführung seiner damaligen Bestrebungen. Seine frühen Arbeiten geben uns auch heute noch viele Anregungen und viele seiner damals aufgeworfenen Fragen sind auch heute noch aktuell. Er zeigt auch heute noch stetes Interesse am Fortgang der Arbeiten.

## 2. Untersuchungsgebiet und Methoden

### 2.1 Geologie

Die Hornisgrinde hat die Form eines langgestreckten Rückens („Sargdeckel“), der etwa von Nord nach Süd verläuft. Die Hochfläche der Hornisgrinde wird vom Mittleren Buntsandstein gebildet. Die heutige Geländeoberfläche ist von der letzten Eiszeit geprägt. An der Ost- und Südostflanke befinden sich mehrere Kare. Das größte ist der Biberkessel, der sich wieder in zwei Teilkare untergliedert. Das größere ist durch mehrere Moränenriegel in einzelne Moorbereiche untergliedert. In einem befindet sich ein kleiner Restsee. Dort wurde schon früher ein Profil entnommen, das ins Spätglazial zurückreicht (HÖLZER & HÖLZER 1987, SCHLOSS 1987). Dicht daneben wurde das hier präsentierte Profil in einer Höhe von etwa 1065 m erbohrt. Im südlichsten Kar an der Hornisgrinde liegt der heute durch die Schwarzwaldhochstraße leicht zu erreichende Mummelsee, der keine Verlandungsspuren aufweist. Durch Stauung zur Flößerei wurde er schon in den letzten Jahrhunderten stark verändert. Außerdem sind das Große und das Kleine Muhr im Norden und das Pommersloch im Süden (FEZER 1957, 1971, ZIENERT 1967) zu nennen.

In der letzten Eiszeit war das ganze Hornisgrindegebiet mit einer geschlossenen Firnkappe bedeckt, von der aus fünf Gletscherzungen mit bis zu drei Kilometer Länge bis auf 700 m ü. d. M. hinabreichten. Die Schneegrenze lag bei ca. 850 m (METZ 1977).

Der Mittlere Buntsandstein ist ein sehr armes Ausgangsgestein, was sich deutlich in der heutigen Moorvegetation und den Wasseranalysen widerspiegelt. So ist z. B. *Eriophorum angustifolium* im näheren Umfeld der Hornisgrinde eine Rarität, da nicht ausreichend Nährstoffe vorliegen. Im Blindensee-Moor im Mittleren Schwarzwald (HÖLZER 1977) ist *E. angustifolium* eher für die mittleren bis ärmeren Niedermoor-Bereiche charakteristisch. In den Mooren an der Hornisgrinde ist damit mit ganz anderen Einnischungen der Arten zu rechnen als im Granit- oder Gneis-Schwarzwald. Höhere Nährstoffgehalte finden sich nur an wenigen Stellen, wie in der Karwand des Biberkessels, was

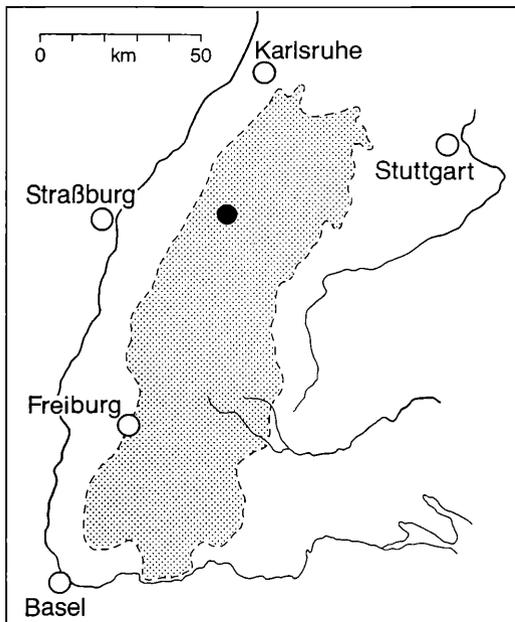


Abbildung 1. Lage des Untersuchungsgebietes. Punktiert: Schwarzwald.

sich auch sofort in der Vegetation widerspiegelt. Hier wachsen z. B. *Sphagnum inundatum* und *Saxifraga stellaris*.

Diese extrem armen Verhältnisse sind auch bei der Interpretation der Wasseranalysen zu berücksichtigen. Nur so sind die Werte mit den Ergebnissen vom Blindensee-Moor (HÖLZER 1977) oder den Analysen von GIES (1973) aus dem Schwarzen Moor der Rhön zu vergleichen.

## 2.2 Klima

Die Umgebung der Hornisgrinde zeichnet sich durch ein besonders extremes Klima aus. Dies ist sehr wichtig für die Vegetation. Selbst wenn die Umgebung der Hornisgrinde in strahlendem Sonnenschein liegt, ist ihr Gipfel oft in Wolken gehüllt oder es regnet dort sogar. Besonders auffällig ist dieses extreme Wetter im Winter. Über viele Jahre weg wurde der Metallzaun um das Sperrgebiet auf dem Gipfel regelmäßig durch den Schnee niedergedrückt. Das Gebiet östlich des Gipfels mit den Mooren verfügt über eine sehr große Schneesicherheit. Deshalb befand sich früher eine Langlaufloipe im Biberkessel, welche die Moorflächen mehrmals kreuzte. Eine dauernde Schneefläche bildet sich schon im November. Manchmal finden sich Schneeflecken in den Mooren noch Anfang Juni.

SCHLENKER & MÜLLER (1978) geben für die Hornisgrinde folgende Werte für den Beobachtungszeitraum 1931 bis 1960 an:

	Januar (°C)	Juli (°C)	Jahr (°C)	10 °C Dauer in Tagen
Hornisgrinde (1140m)	-3,1	12,8	4,9	104
Bühlertal (190m)	1,4	19,2	10,4	190
Baden-Baden (220m)	0,9	18,4	9,6	178

Die Station des Wetterdienstes befindet sich auf dem langgestreckten Rücken nördlich des Gipfels der Hornisgrinde. Angaben zum Lokalklima in den Kar Mooren fehlen.

Niederschläge (mm):

	Sommerhalbjahr	Jahr
Unterstmatt (930m)	1001	2022
Ruhestein (916m)	1036	2094
Schliffkopf (1030m)	1086	2158

Die Niederschläge in den östlich davon gelegenen Mooren sind sicherlich noch etwas höher. Temperaturmeßgeräte sind schon seit etwa zwei Jahren in *Sphagnum*-Rasen in den Karen ausgebracht, die kontinuierlich messen (HÖLZER in Vorber.)

## 2.3 Bohrstelle

Gebohrt wurde für das vorliegende Profil auf einer kleinen Moorfläche direkt unterhalb des großen Turmes. Sie wird durch einen Blockriegel von den anderen Moorflächen getrennt und hat nur eine Länge von etwa 70 Meter und eine Breite von 50 Meter. Gegen die Karwand hin wird diese Fläche, soweit sie vom Hangwasser beeinflusst wird, von *Sphagnum fallax* und *Carex rostrata* dominiert. Die Bohrung wurde auf einer leicht erhöhten Fläche vorgenommen. Hier fällt vor allem *Empetrum nigrum* auf, die einen dichten, niedrigen Bestand bildet. Bei den Moosen dominieren *S. magellanicum* und *S. rubellum*. Eingestreut sind *S. cuspidatum* und *S. angustifolium*.

## 2.4 Methoden

### 2.4.1 Wasseranalysen

Die Wasseranalysen, auf denen die vorliegenden Diagramme beruhen, wurden schon in den Vegetationsperioden der Jahre 1977-1979 vorgenommen. Erste Ergebnisse dazu wurden schon früher veröffentlicht (HÖLZER 1982).

Die Gewinnung der Wasserproben war nicht das ganze Jahr über möglich, da im Winter das Gebiet unter mehreren Metern Schnee begraben ist. Vergl. auch Klima. Normalerweise konnten die ersten Wasserproben im April oder Mai und die letzten im Oktober entnommen werden.

Die Probennahme erfolgte möglichst wöchentlich. Die meisten Wasserproben wurden aus Meßrohren entnommen, wie schon bei GIES (1973) oder HÖLZER (1977, 1982) berichtet. Wenige Proben entstammen offenen Wasserflächen, wie z. B. den Bächen. Die Rohre wurden von oben her abgedeckt.

Zur Methodik sei auf HÖLZER (1977 oder 1982) verwiesen.

### 2.4.2 Bohrkernanalyse

Der vorliegende Kern wurde am 22.09.1989 erbohrt. Eingesetzt wurde dabei ein modifizierter Kolbenbohrer nach MERKT & STREIF (1970) mit einem Durchmesser von 8 cm. Die Kerne wurden soweit möglich in 1m-Stücken entnommen. In einer Tiefe von 2,5 m mußte wegen Holzes eine zweite Bohrung wenig neben der ersten Bohrung niedergebracht werden.

Die Bohrkerne wurden schon im Gelände aus den Rohren in Folienschlauch von 10 cm Durchmesser ausgedrückt, in halbierte Plastikrohre mit einem Innendurchmesser von 8 cm verpackt und dann im Labor in Tiefkühltruhen gelagert. Der Gefrieren sollte das Wandern von Elementen innerhalb der Bohrkerne verhindern. Ohne diese Maßnahme erkennt man, wie normalerweise der untere Teil der horizontal gelagerten Kerne innerhalb kurzer Zeit feuchter ist als der obere. Zum anderen war das Schneiden der Kernen in 1cm-Scheiben nur in gefrorenem Zustand möglich, da der Torf oft sehr fäsig war.

Der äußere Teil der Scheiben mit einer Breite von etwa 1 cm wurde für die Großrestanalysen verwendet, da er sowohl durch das Bohren wie auch durch den Transport geringfügig verschmutzt sein konnte. Dies dürfte bei den Großresten die geringste Rolle spielen. Vom inneren Teil wurden eine Probe von etwa 2 cm<sup>3</sup> für die Pollenanalysen abgetrennt. Der Rest diente den chemischen Analysen.

#### 2.4.2.1 Pollenaufbereitung

Die Proben wurden mit der KOH-Acetylolyse-Methode nach FAEGRI & IVERSEN (1975) behandelt. Aufbewahrt wurden die Proben in Glycerin. Gezählt wurden Glycerringelatine-Präparate. Als Bezug für die Berechnungen diente die Summe der Baumpollen (BP).

Andere Bezugssummen vor allem unter Beachtung der regionalen Pollentypen (JANSSEN & BRABER 1987) wurden auch durchgespielt, sie werden aber erst beim Vergleich der verschiedenen Profile von der Hornisgrinde und ihrer Umgebung Verwendung finden.

Lycopodiumtabletten wurden nicht zugegeben, da es sich bei den Proben weitgehend um Sphagnumtorf handelte. Hier ist die Entnahme einer konstanten Menge sehr schwierig, da die Proben oftmals sehr faserig oder holzreich sind. Am ehesten ließe es sich vielleicht noch durch Abwiegen und Bezug auf ein konstantes Gewicht bewerkstelligen. Aber auch hier stellt sich dann die Frage, ob man die Probe aus dem mehr faserigen oder anderen Bereichen der Probenscheibe entnimmt. Schon hier ergibt sich eine Differenz mit Faktor von bis zu 5.

Zum anderen können *Sphagnum*-Torfe innerhalb weniger Dezimeter sehr unterschiedliche Wachstumsraten aufweisen. Als Beispiel sei hier nur auf den kurzen Profilabschnitt von der Hornisgrinde (HÖLZER & SCHLOSS 1981) verwiesen, wo auf eine Profiltiefe von nur 30 cm Arten sich mehrmals ablösen. Die verschiedenen Arten dürften wohl kaum gleichen Zuwachs produzieren. Ähnliche Verhältnisse finden sich auch bei diesem Profil. Es würde sich dann die Frage stellen, ob sich der Influx wirklich verändert hat oder ob sich einfach die verschiedenen Wachstumsraten widerspiegelt.

Am einfachsten bei dieser Problematik ist sicher, wenn man die Probenaufbereitung mit *Lycopodium*-Zugabe einer Hilfskraft überläßt und sich selbst dann keine Gedanken mehr dazu macht.

#### 2.4.2.2 Großreste

Die Torfproben wurden in verdünnter KOH erwärmt, dann durch ein Sieb mit 0.2 mm gegossen und mit geringem Wasserdruck gespült, damit die Proben keinen Schaden nehmen.

Die Summe aller Reste wurde als 100% angenommen. Der Anteil der einzelnen Arten an der Gesamtmasse wurde geschätzt. Schätzung ist mit einiger Übung sehr gut möglich. Wichtiger als der absolute

Anteil der einzelnen Arten sind die Zu- oder Abnahme, d. h. der Trend.

Da ein großer Teil der Großreste aus Moosen bestand, wurde bewußt nicht die Anzahl der Blätter der einzelnen Moose gezählt. Alle Blätter hätte man nicht zählen können und eine Teilzählungen der Blätter wären wohl mit einer ähnlichen Größenordnung an Fehler behaftet gewesen wie die Schätzungen. Wie gut die Schätzungen mit einiger Erfahrung reproduzierbar sind, sieht man sehr gut an den vorliegenden Diagrammen. Allerdings setzt dies voraus, daß keine Hilfskräfte für solche Arbeiten eingesetzt werden.

#### 2.4.2.3 Chemie

Die Torfproben wurden bei 105 °C getrocknet und dann in einem Achatmörser (FRITSCH) zerkleinert. Zur Bestimmung des Aschegehaltes wurde eine Teilprobe auf 550 °C in einem Muffelofen erhitzt. Titan wurde nach einer Schmelze mit Kalium-Disulfat im Quarztiegel photometrisch mit Tiron (Brenzkatechindisulfonsäure) mit einem automatischen Photometriesystem bestimmt. Eine andere Teilmenge wurde mit NaOH im Nickeliegel eingeschmolzen und dann das Silizium photometrisch mit der Molybdänblau-Methode bestimmt.

Der organische Stickstoff wurde nach KJELDAHL-Aufschluß photometrisch mit einer modifizierten Indophenolblau-Methode bestimmt. Auch hier kam ein automatisches Photometriesystem zum Einsatz (SKALAR).

Die Extinktion des NaOH-Extraktes (0.1 N) bezieht sich auf ein Gramm trockenen Torfes/Liter. Die Extinktion des Extraktes bei 570 nm wird in den Diagrammen ohne weitere Umrechnung angegeben.

Die Proben für Schwefel, Chlor und Brom wurden nach SCHÖNIGER (1961) im Sauerstoffkolben verbrannt und dann die Elemente über Ionenchromatographie (METROHM IC690) bestimmt. Für Brom kam eine Silberelektrode mit Elektrochemischem Detektor (E641) zur Anwendung.

Weitere Elemente wie bei der Arbeit über den Seewald im Hegau (HÖLZER & HÖLZER 1991) werden in der näheren Zukunft zusätzlich bestimmt werden.

#### 2.4.2.4 Darstellung der Ergebnisse

Die Arten wurden auf den Diagrammen möglichst nach ökologischen Zusammenhängen angeordnet.

Für die Pollendiagramme wurden entgegen der Darstellung beim Restsee (HÖLZER & HÖLZER 1987) Liniendiagramme gewählt. Dies sollte eine bessere Vergleichbarkeit mit anderen Diagrammen ermöglichen, obwohl eigentlich die Säulendarstellung sachlich richtiger wäre, da nur der Pollengehalt eines Zentimeters wiedergegeben wird.

Die Pollendiagramme wurden in lokale Pollenzonen unterteilt. Hierfür wurden die mehr regionale BP-Typen herangezogen. Lokale Erscheinungen, die sich

vor allem in den Schwankungen von *Betula* und *Pinus* widerspiegeln dürften, blieben dabei unberücksichtigt. Die Diagramme der einzelnen Bohrkerne wurden nicht zu einem einzelnen Pollendiagramm zusammengezogen. Damit sollte gezeigt werden, wie hoch die Variabilität zwischen verschiedenen Bohrkerne selbst bei dem geringen horizontalen Abstand von weniger als einem Meter ist.

Die Skalenwerte sind in Prozent, wenn keine anderen Angaben gemacht sind.

#### 2.4.2.5 Datierungen

Am Material des vorliegenden Kerns selbst wurden bisher keine <sup>14</sup>C-Datierungen vorgenommen. Die Datierung erfolgt durch den Brand von 1800 und bisher unveröffentlichten <sup>14</sup>C-Analysen aus dem nur wenige Meter danebenliegenden Profil vom Restsee (HÖLZER & HÖLZER 1987), die durch den charakteristischen Kurvenverläufe von *Centaurea cyanus* und *Humulus/Cannabis* leicht übernommen werden konnten. Weitere Datierungen finden sich in der Hornisgrinde-Arbeit (HÖLZER & HÖLZER in Vorb.).

### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Ökologie der wichtigsten Arten

Die Interpretation von Ergebnissen aus Bohrkerne erfordert die genaue Kenntnis der heutigen Vergesellschaftung von Arten im Arbeitsgebiet, ihrer Ansprüche und der Möglichkeiten eines Standortes. DIERSSEN & DIERSSEN (1984) geben Wasserstandspräferenzen und pH-Werte wichtiger Kryptogamen für den Schwarzwald an. Wahrscheinlich beziehen sich die Werte wie auch die anderen Diagramme hauptsächlich auf das Hinterzartner Moor und die Hirschbäder im Südschwarzwald. Zu weiteren Parametern ist für SW-Deutschland recht wenig bekannt. BÜCKING & DIETRICH (1981) zeigen Verteilungskurven verschiedener Standortparameter von 6 Arten aus Wäldern Baden-Württembergs. Unter diesen sind auch die Säurezeiger *Vaccinium myrtillus* und *Deschampsia flexuosa*, die am Rand von Mooren oder auch darin eine Rolle spielen. Ihre Angaben bezüglich des Ionengehaltes beziehen sich auf Bodenauszüge. Vor allem aus dem Buntsandsteinschwarzwald kann nur auf die eigenen Untersuchungen verwiesen werden (HÖLZER 1982). Diese Arbeit gibt aber nur wenig davon wider, was in den vorhandenen Daten an Aussagemöglichkeiten steckt. Hier soll deshalb noch einmal kurz auf einige Arten eingegangen werden. Eine umfangreichere Bearbeitung der Arten vor allem im Vergleich mit dem Blindensee-Moor im Mittleren Schwarzwald und dem Lautermeer in der Rheinebene ist in Bearbeitung. Bei den vorliegenden Diagrammen werden hier nicht wie bei HÖLZER (1981) die reinen Rohwerte der Verteilung der Wasseranalysenwerte wiedergegeben, son-

dern es fand eine Gewichtung der Analysenwerte entsprechend der Deckung statt. Meßwerte von Meßstellen, an denen die untersuchte Art mit hoher Deckung vorkam, wurden höher gewichtet, d.h. stärker gewertet als solche von Arten mit geringer Deckung. Dazu wurde im letzten Jahr der Messungen die Deckung der einzelnen Arten in einem Radius von etwa 30 cm um das Meßrohr geschätzt. Die Werte wurden nach folgenden Schlüssel gewichtet:

Deckung nach BRAUN-BLANQUET (1964):	+ 1 2 3 4 5
Gewichtung	1 1 3 7 8 9

Hierbei wurde aber nicht berücksichtigt, daß manche Arten nie mit hohen Deckungswerten vorkommen, wie z. B. *Oxycoccus palustris* oder *Carex pauciflora*.

Durch die Gewichtung der Meßwerte sollte das Vorkommen vereinzelter Pflanzen an einem Extremstandort relativiert werden. Weiter müßte aber auch die Gesamtverteilung aller über die drei Vegetationsperioden gemessenen Faktoren in diese Berechnung einbezogen werden, vor allem wenn man die vorliegenden Werte mit anderen Gebieten vergleicht. In der vorliegenden Arbeit wurden deshalb auch die Gesamtverteilungen der einzelnen Parameter vom Biberkessel angegeben, und zum Vergleich auch vom Blindensee-Moor. Nicht einbezogen werden konnte auch der wichtige Faktor der Wasserbewegung, die sicherlich nicht nur in den Bächen eine große Rolle spielt. Die Bewegung bedeutet für die Pflanzen ein relativ größeres Nährstoffangebot. Leider konnte für diesen Parameter bisher keine gute Erfassungsmethode, die ohne Störung des Standortes langfristig durchführbar wäre, gefunden werden.

Abb. 2 gibt zuerst die Verteilung von vier Kationen aller Wasseranalysen der Jahre 1977, 1978 und 1979 von der Hornisgrinde wider. Hierbei sind auch die höheren Werte aus der Biberkessel-Karwand und der kleinen Bächen eingeschlossen, an denen sogar *S. inundatum* und *Saxifraga stellaris* vorkommen. Werte über 1 mg/l kommen nur selten vor, bei Mg liegen die Werte meist sogar unter 0.5 mg/l. Im Vergleich zu den Messungen von GIES (1972) vom Schwarzen Moor der Rhön und HÖLZER (1977) liegen diese Werte extrem niedrig. Abb. 3 gibt zum Vergleich die Verteilung vom Blindensee-Moor im Granit des Mittleren Schwarzwaldes wider. Die dort für Niedermoore typischen Werte fehlen an der Hornisgrinde. GIES (1972) schlägt als Grenze zwischen Nieder- und Hochmoor einen Ca-Gehalt von etwa 1.2 mg/l vor. Für das Blindensee-Moor ist ein Wert deutlich unter 1 mg Ca/l anzusetzen. Für die Hornisgrinde liegt die Grenze noch tiefer.

Die extrem niedrigen Werte an der Hornisgrinde erklären das Fehlen vieler Arten höherer Ansprüche an die Nährstoffversorgung. Oben wurde schon darauf hingewiesen, daß dem Gebiet schon *Eriophorum angustifolium* weitgehend fehlt. Auch bei den Großresten der Bohrkerne kommen Sphagnen reicherer Standorte nicht vor.

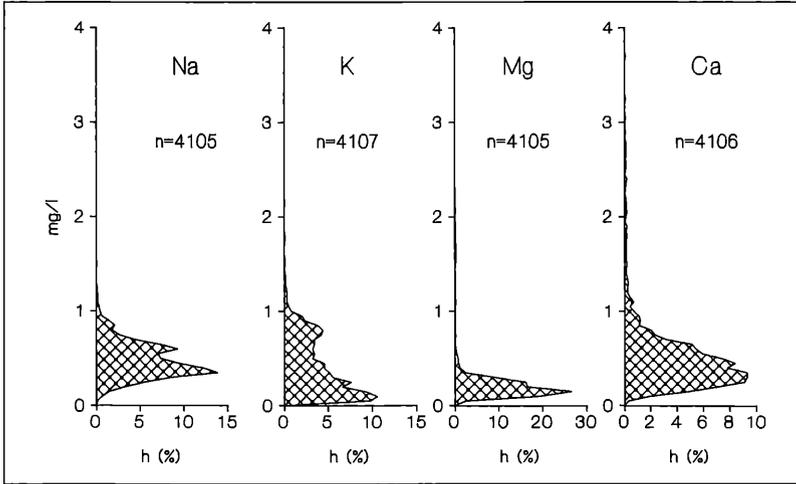


Abbildung 2. Verteilungen aller Meßwerte von der Hornisgrinde für die Parameter Na, K, Mg und Ca.

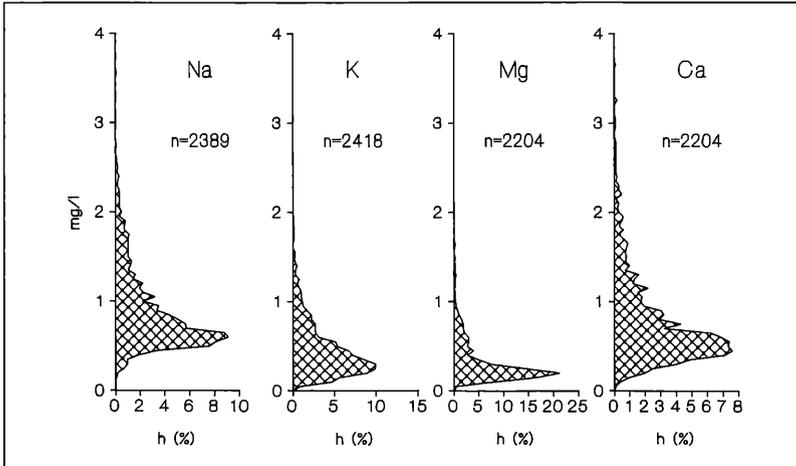


Abbildung 3. Verteilungen aller Meßwerte vom Blindensee-Moor für die Parameter Na, K, Mg und Ca.

Abb. 4 zeigt die Verteilung der Ca-Meßwerte des Moorwassers für die vier wichtigsten *Sphagnum*-Arten in den Moorflächen. Sie zeigen recht geringe Unterschiede. *S. cuspidatum* hat die engste Verteilung. *S. rubellum* zeigt ein schärferes Maximum als *S. magellanicum*, allerdings finden sich vereinzelt recht hohe Werte, die vor allem von gestörten Standorten, wie den Skilopen, stammen. *S. fallax* hat keine eindeutig andere Verteilungskurve als *S. rubellum* oder *S. magellanicum*, was aber daran liegt, daß es oft an Stellen mit offenem und damit leicht bewegtem Wasser vorkommt und damit trotz ähnlicher Meßwerte ein höheres Angebot vorfindet.

Bei den anderen noch gezeigten Arten (Abb. 5) weisen *P. juniperinum* (= *P. strictum*), *A. palustre* und *C. vulgaris* recht breite Maxima auf, was daran liegt, daß sie auch oft an Störstellen wachsen.

Von den drei dargestellten Ericaceen (Abb. 6) zeigt *A. polifolia* die engste und am weitesten nach geringen Konzentrationen verschobene Verteilungskurve. Dies entspricht den Ergebnissen vom Blindensee-Moor (HÖLZER 1977), wo *A. polifolia* als die Phanerogamenart bezeichnet wurde, die am ehesten einem Hochmoorzeiger entspricht.

*Calluna vulgaris* hat die breiteste Verteilungskurve, was auch den Beobachtungen im Gelände entspricht. Sie geht vom Hochmoortorf bis auf den Mineralboden. *Vaccinium oxycoccus* hat auch eine breite Verteilungskurve, wobei aber die höheren Teile der Kurve nicht den wirklichen Standortsansprüchen der Art entsprechen dürften. Die Wasserproben können einem Torf entstammen, über welchen die Sprosse nur hinwegkriechen. Oft kann man beobachten, daß die Sproßspitzen dieser Art bis in Bestände von *Spha-*

Abbildung 4. Verteilung der Ca-Werte für die Arten *Sphagnum cuspidatum*, *S. fallax*, *S. rubellum* und *S. magellanicum*, an der Hornisgrinde.

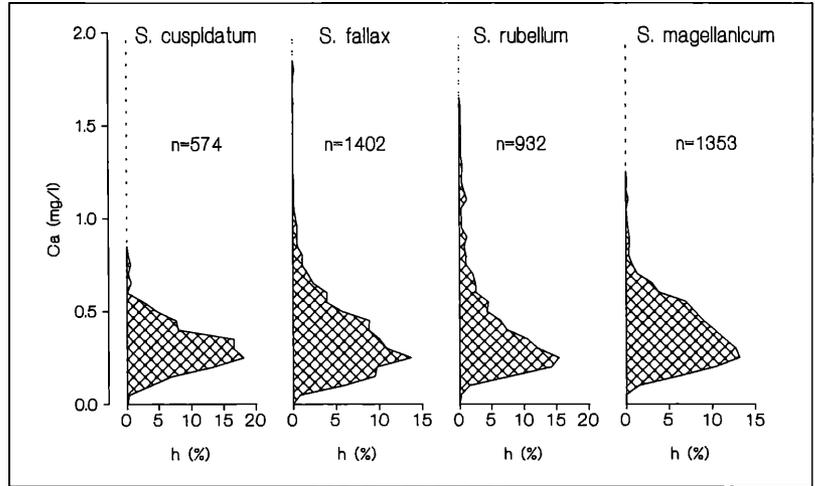


Abbildung 5. Verteilung der Ca-Werte für die Arten *Drepanocladus fluitans*, *Eriophorum vaginatum*, *Polytrichum juniperinum* und *Aulacomnium palustre*, an der Hornisgrinde.

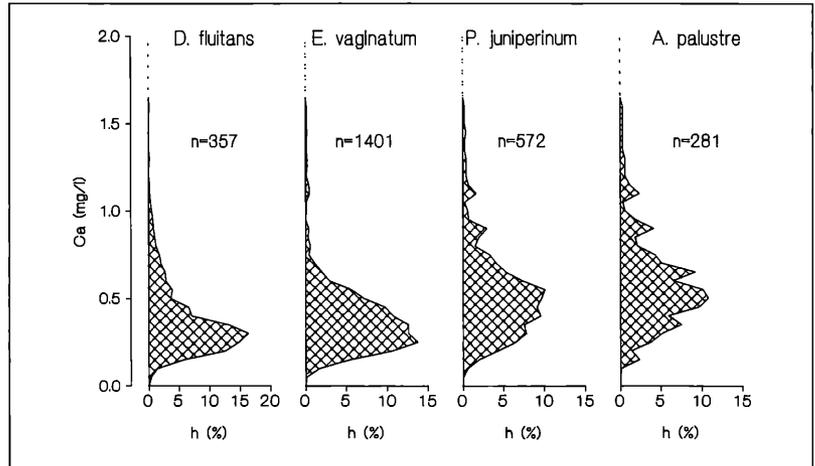
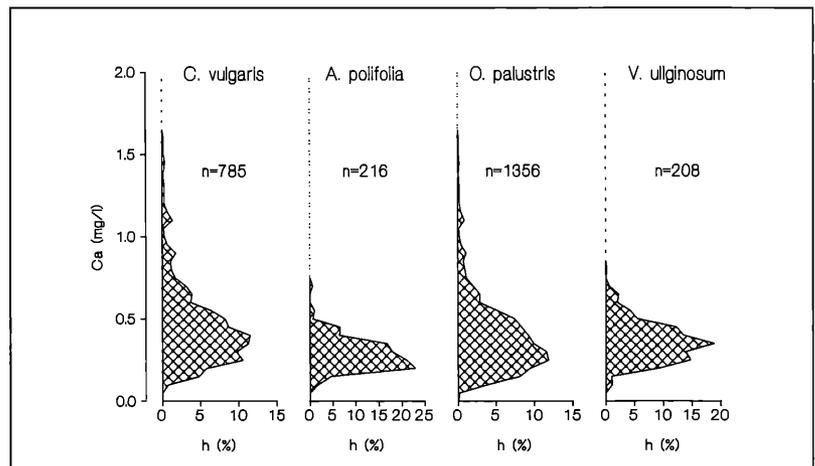


Abbildung 6. Verteilung der Ca-Werte für die Arten *Calluna vulgaris*, *Andromeda polifolia*, *Oxycoccus palustris* und *Vaccinium uliginosum*, an der Hornisgrinde.



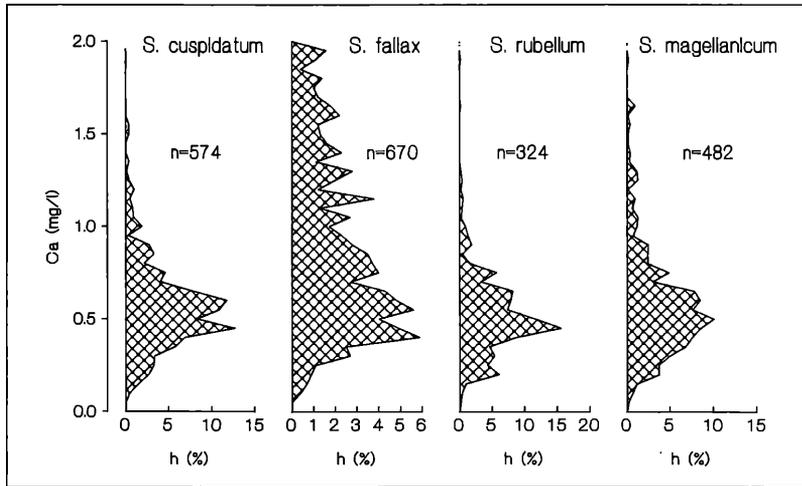


Abbildung 7. Verteilung der Ca-Werte für die Arten *Sphagnum cuspidatum*, *S. fallax*, *S. rubellum* und *S. magellanicum* im Blindensee-Moor.

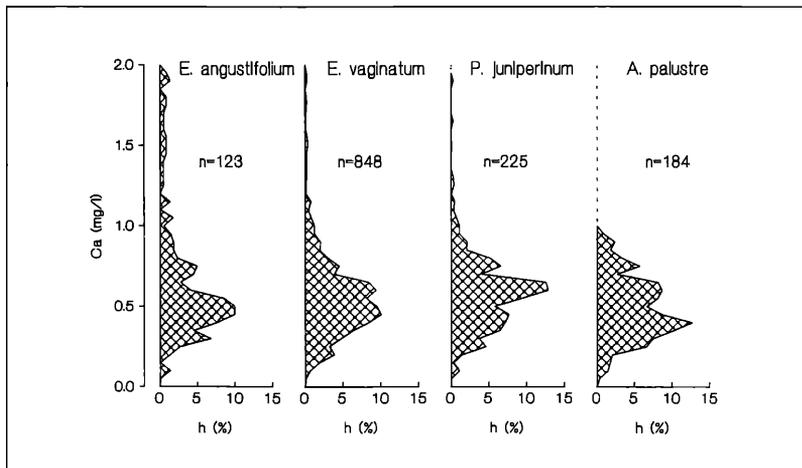


Abbildung 8. Verteilung der Ca-Werte für die Arten *Eriophorum angustifolium*, *Eriophorum vaginatum*, *Polytrichum juniperinum* und *Aulacomnium palustre* im Blindensee-Moor.

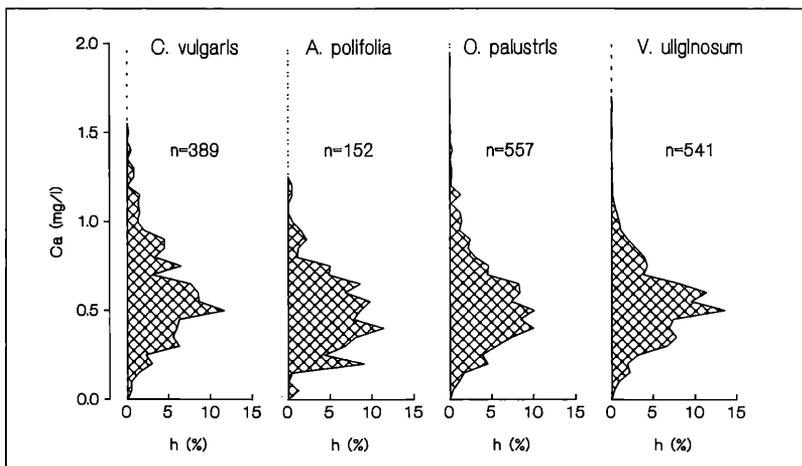


Abbildung 9. Verteilung der Ca-Werte für die Arten *Calluna vulgaris*, *Andromeda polifolia*, *Oxycoccus palustris* und *Vaccinium uliginosum* im Blindensee-Moor.

Abbildung 10. Verteilung der Grundwasserstandswerte für die Arten *Sphagnum cuspidatum*, *S. fallax*, *S. rubellum* und *S. magellanicum*.

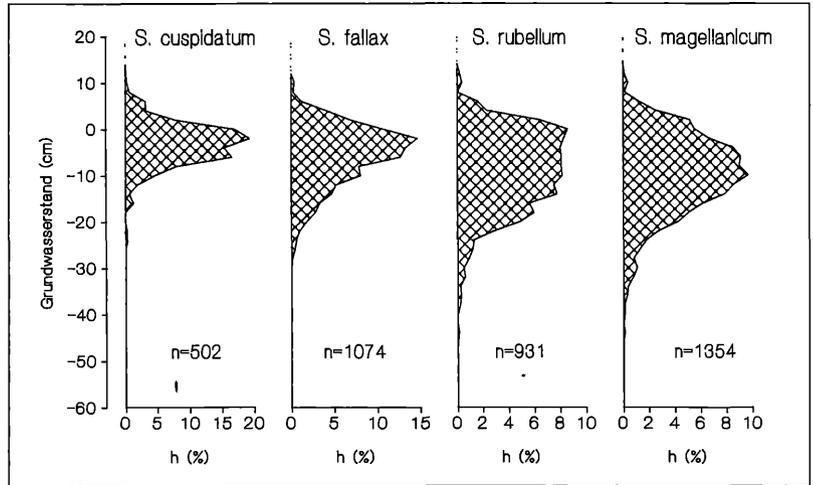


Abbildung 11. Verteilung der Grundwasserstandswerte für die Arten *Drepanocladus fluitans*, *Eriophorum vaginatum*, *Polytrichum juniperinum* und *Aulacomnium palustre*.

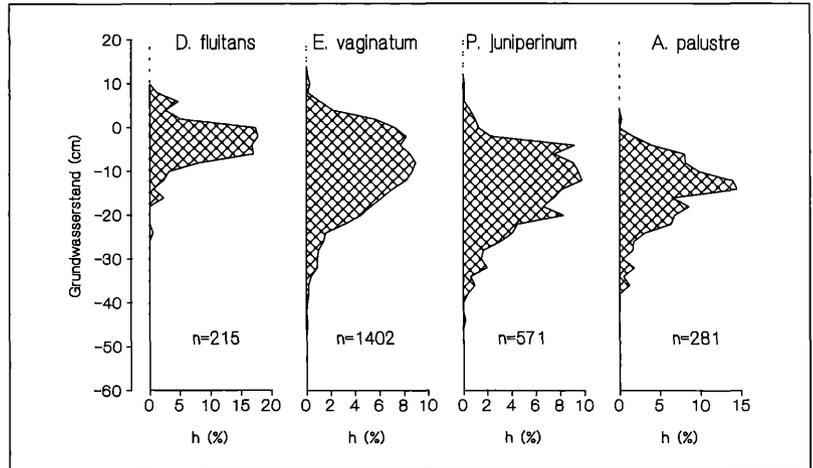
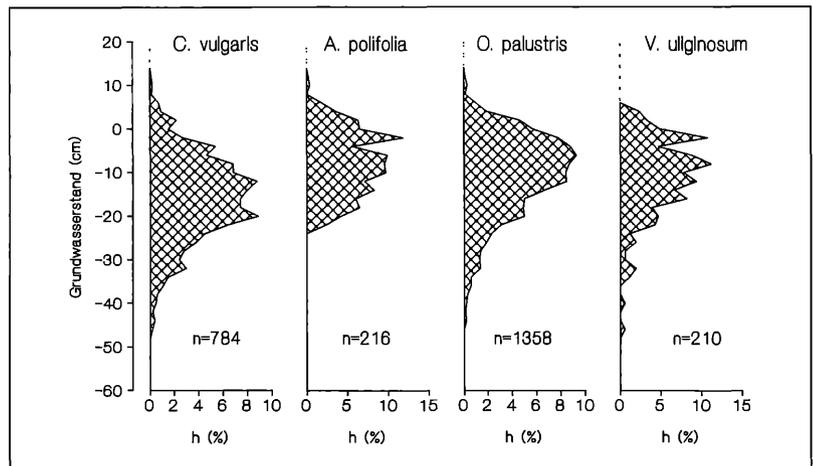


Abbildung 12. Verteilung der Grundwasserstandswerte für die Arten *Calluna vulgaris*, *Andromeda polifolia*, *Oxycoccus palustris* und *Vaccinium uliginosum*.



*gnum fallax* und *Carex rostrata* hineinreichen.

Abb. 7 bis 9 geben zum Vergleich die Ca-Verteilungen für die gleichen Arten im Blindensee-Moor wider. Da dort *Drepanocladus fluitans* an den Meßstellen nicht vorkam, werden die Werte von *Eriophorum angustifolium* dargestellt.

Die Werte für die Torfmoose (Abb. 7) wie auch die anderen Arten sind deutlich höher als an der Hornisgrinde. *S. magellanicum*, *S. rubellum* und *S. cuspidatum*, die für die ombrotrophen Bereiche des Moores charakteristisch sind, zeigen ähnliche Verteilungskurven. *Sphagnum fallax* dagegen hat eine viel breitere Verteilung. Viele Werte liegen sogar noch über 2 mg/l. Sie werden aber hier wegen der besseren Vergleichbarkeit der Diagramme nicht wiedergegeben.

Die Verteilungskurven der Ericaceen (Abb. 8) unterscheiden sich fast nicht. *Andromeda polifolia* und *Oxycoccus palustris* haben die am weitesten nach niedrigeren Werten verschobenen Maxima.

*Eriophorum angustifolium* ist in Süddeutschland wie *S. fallax* ein Mineralbodenwasserzeiger (MBWZ), was sich auf Abb. 9 in den Werten über 1 mg/l Calcium widerspiegelt. Das Maximum um 0,5 mg/l ist dadurch zu erklären, daß die Art oft an Stellen mit bewegtem Wasser vorkommt und die Wasseranalysen damit nicht das wirkliche Nährstoffangebot wiedergeben. Schon in der Arbeit über das Blindensee-Moor (HÖLZER 1977) war aber auch darauf hingewiesen worden, daß *E. angustifolium* mit niedrigeren Ca-Konzentrationen auskommt als *Comarum palustre* oder *Menyanthes trifoliata*.

Als Bezugslinie für den Grundwasserstand wurde der solide Torf gewählt. Dies erklärt die relativ hohen Grundwasserstände. Von den vier Torfmoosen (Abb. 10) kommt *S. cuspidatum* bei den höchsten Grundwasserständen vor. Eine ähnliche Verteilungskurve weist *Drepanocladus fluitans* (Abb. 11) auf. Beide Arten bilden im Bereich des Restsees die größten Bestände. Auch *S. fallax* steht an relativ nassen Standorten, allerdings kann es auch an trockenere Stellen gehen. *S. rubellum* steht leicht feuchter als *S. magellanicum*. Trockenere Standorte bevorzugen *Aulacomnium palustre*, *Polytrichum juniperinum* und *Calluna vulgaris*. Von den Ericaceen (Abb. 12) steht *Andromeda polifolia* an den feuchtesten Stellen. *Calluna vulgaris* findet sich manchmal auch recht feucht, wie Beobachtungen zeigen. Sie wächst dann sehr niedrig und dürfte in den Torfen besser erhalten bleiben. Diese Art ist damit nur in beschränktem Rahmen ein Zeiger für Trockenheit in Bohrkernen.

*Sphagnum rubellum* steht nach den Beobachtungen im Gelände oft ein wenig feuchter als *S. magellanicum*. Dies kommt auch bei den Abbildungen heraus. Es besteht aber kein großer Unterschied. Nach einer Bodenverdichtung kann es dominant werden, wie z. B. auf ehemaligen Loipen. Hier ist es oft feuchter. Bei DIERSSEN & DIERSSEN (1984) im Südschwarzwald sind

die beiden Arten besser getrennt, was aber daran liegt, daß man dort ein größeres Spektrum an Standorten zur Verfügung hatte. Wie an der Hornisgrinde hat *S. magellanicum* auch dort die breitere Verteilung. Bei den vorliegenden Ergebnissen werden die Nischen aufgezeigt, in welche die Arten in den Karmoores der Hornisgrinde durch die Konkurrenz gedrängt werden, also nicht um die physiologischen Optima. Durch die niedrigen Kationenkonzentrationen in den Moores an der Hornisgrinde wird die Interpretation der Werte sehr erschwert, da die Optima sehr eng beieinander liegen.

Der enge Nischenbereich bezüglich der Nährstoffversorgung erklärt auch die relative Artenarmut der Torfe.

### 3.2 Pollendiagramme

Wie schon beim Diagramm von benachbarten Restsee (HÖLZER & HÖLZER 1987) ist auch bei dem vorliegenden Profil (Abb. 13 und 14) die Interpretation durch den Pollenflug aus der Vorbergzone oder sogar der Rheinebene sehr erschwert. In den vergangenen Jahren konnten mehrmals im Herbst *Castanea*-Blätter im Biberkessel beobachtet werden. Sie wurden aus einer Höhe von unter 700 m über den Gipfel in den Biberkessel transportiert. Wenn so große Blätter im Arbeitsgebiet über solche Entfernungen transportiert werden, dann ist dies in noch stärkerem Maß für die Pollen zu berücksichtigen.

Schöne Beispiele für einen solchen Transport sind *Alnus* und *Cannabis*. *Alnus* findet sich heute noch bei etwa 900 m Höhe. Sie geht z. B. bis ins Ruhesteinloch wenige Kilometer südlich der Hornisgrinde. Die großen Massen dieses Pollentyps stammen aber sicher aus der Kinzig-Murg-Rinne. *Carpinus* findet sich nach OBERDORFER (1994) im Schwarzwald bis 900 m. Normalerweise liegt die Grenze ähnlich wie bei *Castanea* um 700 m. *Cannabis* wurde in der Vergangenheit nur bis in mittlere Höhen angebaut. Er stand bevorzugt in den Tälern auf Schwemmlflächen. Beim *Humulus/Cannabis*-Typ muß es sich damit ausschließlich um Fernflug handeln.

Mittels des Rezentpollenniederschlags zeigte GROSSE-BRAUCKMANN (1978) sehr deutlich diese Problematik am Schauinsland am Rande des Südschwarzwaldes mit ähnlicher Lage wie die Hornisgrinde auf. Dort machen *Quercus*, *Carpinus*, *Fraxinus*, *Alnus* und *Corylus* weit mehr als die Hälfte des Gehölzpollenniederschlags aus. Dies sind Arten, die den Wäldern der nächsten Meßstellenumgebung fehlen. Dasselbe gilt auch für die stark vertretenen Getreidepollen.

Aufgrund dieser Ergebnisse ist an der Hornisgrinde mit ähnlichen Schwierigkeiten zu rechnen. Die lineare Entfernung zur Rheinebene beträgt weniger als 10 km. Der Höhenunterschied zwischen Rheinebene und dem Untersuchungsgebiet liegt bei fast 1000 Metern. Zudem herrschen im Schwarzwald Westwinde vor.

Besonders viel Input dürfte aus der Rheinebene oder der Vorbergzone zur Zeit der offeneren Vegetation auf den Höhen im 18. und 19. Jahrhundert gekommen sein, da dann die lokale Pollenproduktion nicht so stark ins Gewicht fällt. Heutige Verhältnisse können deshalb nicht direkt auf die Vergangenheit übertragen werden.

Das Pollendiagramm beginnt wie viele andere Diagramme aus dem Nordschwarzwald kurz vor dem Anstieg der Kurven von *Fagus* und *Abies* mit einer Dominanz von *Corylus*. RÖSCH (1989) gibt für diesen Anstieg von *Fagus* in seinem Profil Breitnau-Neuhof vom Westrand des Südschwarzwaldes ein  $^{14}\text{C}$ -Alter von  $4825 \pm 50$  Jahren an. Der erste Gipfel ist bei  $4400 \pm 45$ . Dies stimmt recht gut mit dem weiter nördlich in der Rheinebene gelegenen Lautermoor (HÖLZER & HÖLZER 1994) mit einem Alter von  $4440 \pm 45$  überein. Die nächste Pollenzone (3) wird durch das erste Maximum von *Carpinus* geprägt. Danach folgen im Wechsel mehr durch *Fagus* und *Abies* oder *Carpinus* geprägte Pollenzonen. Für das Ende der Pollenzone 6 ergibt es ein  $^{14}\text{C}$ -Alter von  $1940 \pm 20$  Jahren. Dies stimmt recht gut mit dem Einsetzen von *Juglans* und *Castanea* überein, die als von den Römern eingeführt betrachtet werden.

In jüngerer Zeit nahm KÜSTER (1993) die Arbeit von SCHLOSS (1978) auf und versuchte sie bezüglich der *Ericaceen* auszuwerten. Nach seiner Datierung setzen die *Juglans*- und *Castanea*-Kurven erst nach 1000 BP ein, selbst wenn man berücksichtigt, daß die Pollensumme bei dem Diagramm von SCHLOSS (1978) so niedrig ist, daß bei einem höheren Auszählen mit einem etwas früherem Einsetzen der Kurven zu rechnen ist. Auch die Abgrenzung des *Empetrum*-Typs ist in der zugrunde liegenden Examensarbeit mit Vorsicht zu betrachten und damit auch die daraus bei KÜSTER (1993) folgenden Schlüsse.

In Pollenzone 7 dominiert *Quercus*, was durch die mittelalterliche Eichenförderung bedingt ist.

Die letzte Pollenzone wird von *Pinus* und *Picea* geprägt, was den Eingriff des Menschen in den Wald dokumentiert. Für den Beginn des Abfalls der *Humulus/Cannabis*-Kurve gibt es ein Datum von 1640-1665 n. Chr. (=  $240 \pm 25$  BP). Dieses Datum stimmt gut mit dem durch die Literatur dokumentierten Fichtenanstieg nach 1500 überein.

Die Sporen von *Pteridium* spielen in den Profilen vom Nordschwarzwald keine große Rolle, obwohl die Pflanze sehr häufig ist. Ihre Sporen werden aber sehr selten reif, wie eigene Nachsuchungen über mehrere Jahre weg zeigten. *Pteridium* kann deshalb nicht als Zeiger für Waldrodungen bei uns herangezogen werden, wie dies z. B. v. GEEL (1976) in den Niederlanden tat. Dies ist ein schönes Beispiel dafür, daß man Erfahrungen aus anderen Gebieten nicht einfach übernehmen darf, sondern daß man die Rezentbedingungen miteinbeziehen muß.

Im obersten Meter zeigt die *Humulus/Cannabis*-Kurve etwa den gleichen Verlauf wie im Profil vom Restsee (HÖLZER & HÖLZER 1987). Seltsam ist, daß sie gerade nach dem Brand in etwa 120 cm Tiefe (Abb. 14) und etwa 100 cm etwas ansteigt. Vielleicht ist dies ein Zeichen für lokale Auflichtung und dann vermehrten Input aus der Vorbergzone oder der Rheinebene.

SMETTAN (1989) erwähnt einen erneuten Anstieg des Hanfanbaues um den ersten und zweiten Weltkrieg. Dies macht sich aber im vorliegenden Profil nicht bemerkbar.

### 3.3 Großreste

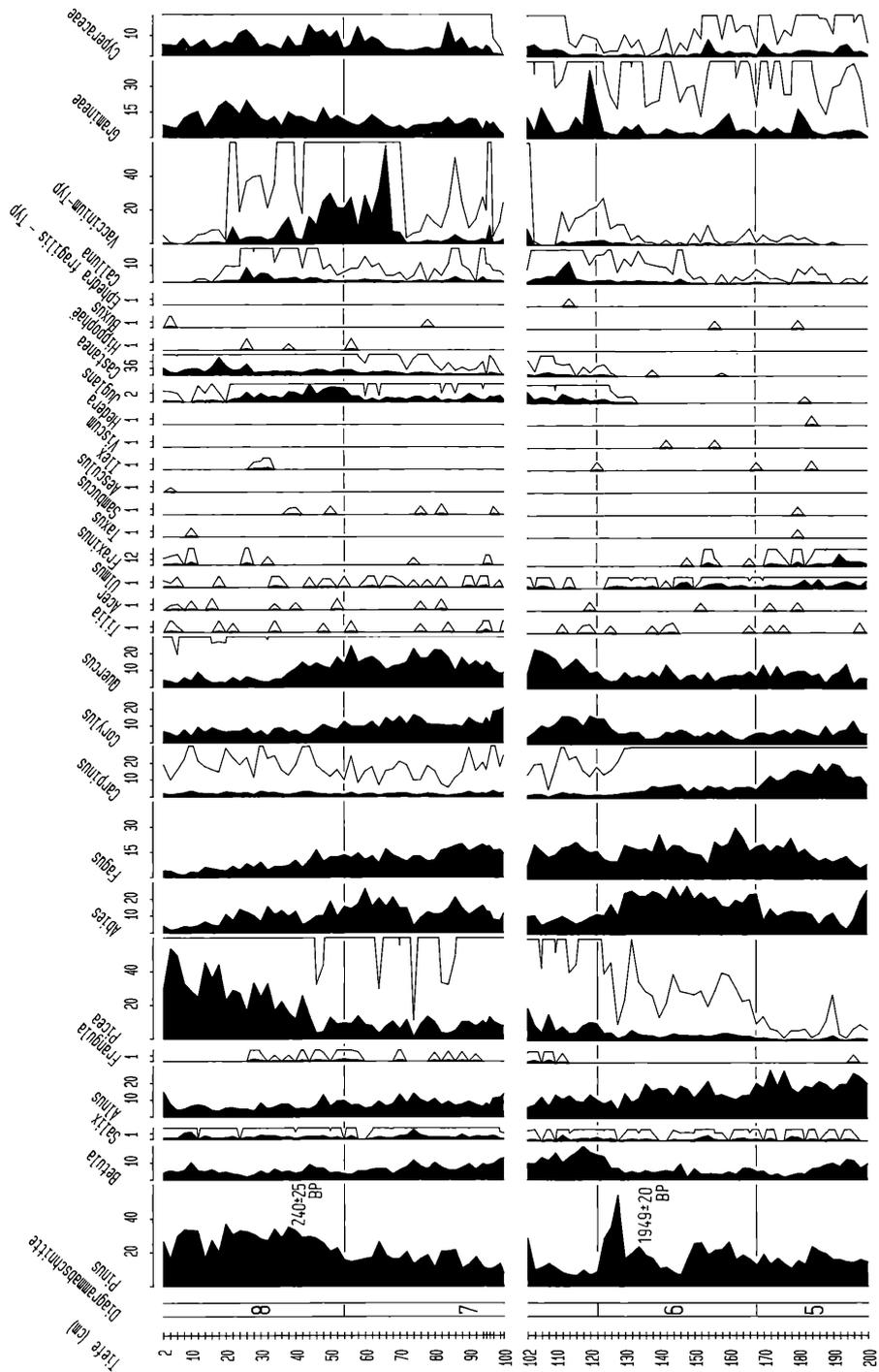
Die Großrestanalyse von Torfen, besonders bei *Sphagnum*-Torfen, ist heute eine sehr vernachlässigte Arbeitsmethode, obwohl eigentlich klar ist, daß die Torfzusammensetzung die Geochemie und auch den Pollengehalt beeinflussen muß. Die Vernachlässigung dieser Methode ist wohl hauptsächlich darin begründet, daß zur Erkennung von Bruchstücken von Moosen recht viel Erfahrung und Zeit gehört und man so eine Arbeit nicht in wenigen Monaten beenden kann. Ein weiterer Grund ist sicherlich, daß bei der Vegetationsgeschichte in den letzten Jahrzehnten reine Datierungsfragen mehr in den Vordergrund traten. Man wollte wissen, wann bestimmte Arten einwanderten oder sich ausbreiteten. Dies wurde vor allem durch die Datierungsmöglichkeiten der  $^{14}\text{C}$ -Methode gefördert. Das Interesse für die übergreifendere Mooruntersuchung und für Sukzessionsfragen im Moor und in Bohrkernen trat wenigstens in Deutschland in den Hintergrund.

Großreste bieten aber eine Reihe von Vorteilen gegenüber den Pollen, die oft nicht bis auf Artniveau bestimmt werden können. Das gleiche gilt für die Sporen der Torfmoose. Außerdem sind manche Pollentypen in den Profilen schlecht vertreten, da die Pflanzen von Insekten bestäubt und damit schlecht verbreitet werden, oder sie sind im Torf schlecht erhalten, z. B. *Juncus*, die sich aber als Samen sehr gut bestimmen lassen (KÖRBER-GROHNE 1964).

Unsere Darstellung des Diagramms (Abb. 15) ist ähnlich wie bei EDELMAN (1985) in den Vogesen oder bei BARBER (1981), nicht wie bei GROSSE-BRAUCKMANN (1986). Dies liegt an der anderen Zielsetzung unserer Arbeit. Im Vordergrund steht die Sukzession im Bereich der Bohrstelle und nicht die Rekonstruktion der umliegenden Pflanzengesellschaften.

Eine Großrestzonierung wurde in den Diagrammen nicht vorgenommen, da es auf sehr viele Zonen hinausgelaufen wäre, die sicherlich ganz lokale Bedeutung gehabt hätten. Wahrscheinlich hätten sie schon für einen wenige Meter entfernten Kern nicht mehr gegolten. Man vergleiche hier nur die Entwicklung im kaum 150 m entfernten Profil am Rande des Restsees (HÖLZER & HÖLZER 1987). Großrestzonen haben sich weitgehend unabhängig von der Waldgeschichte ent-

# Hornisgrinde (1065m) : Pollendiagramm, Teil 1



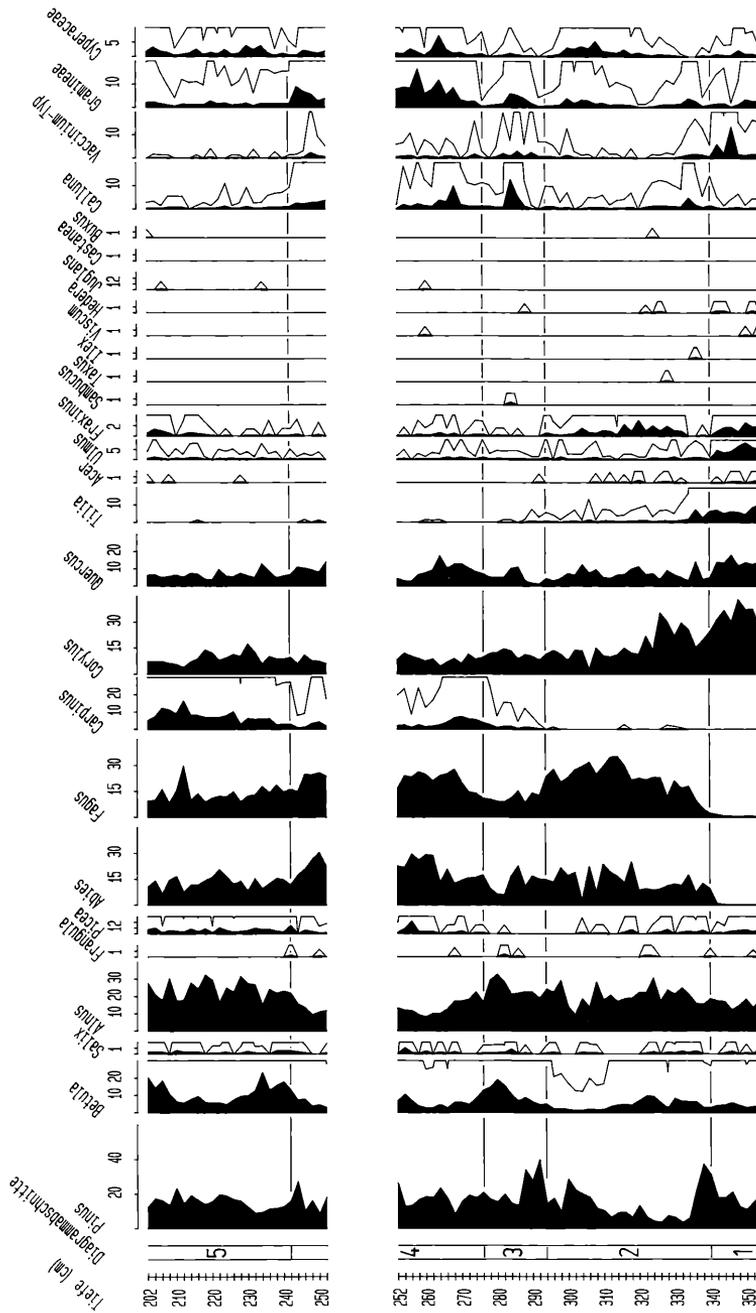
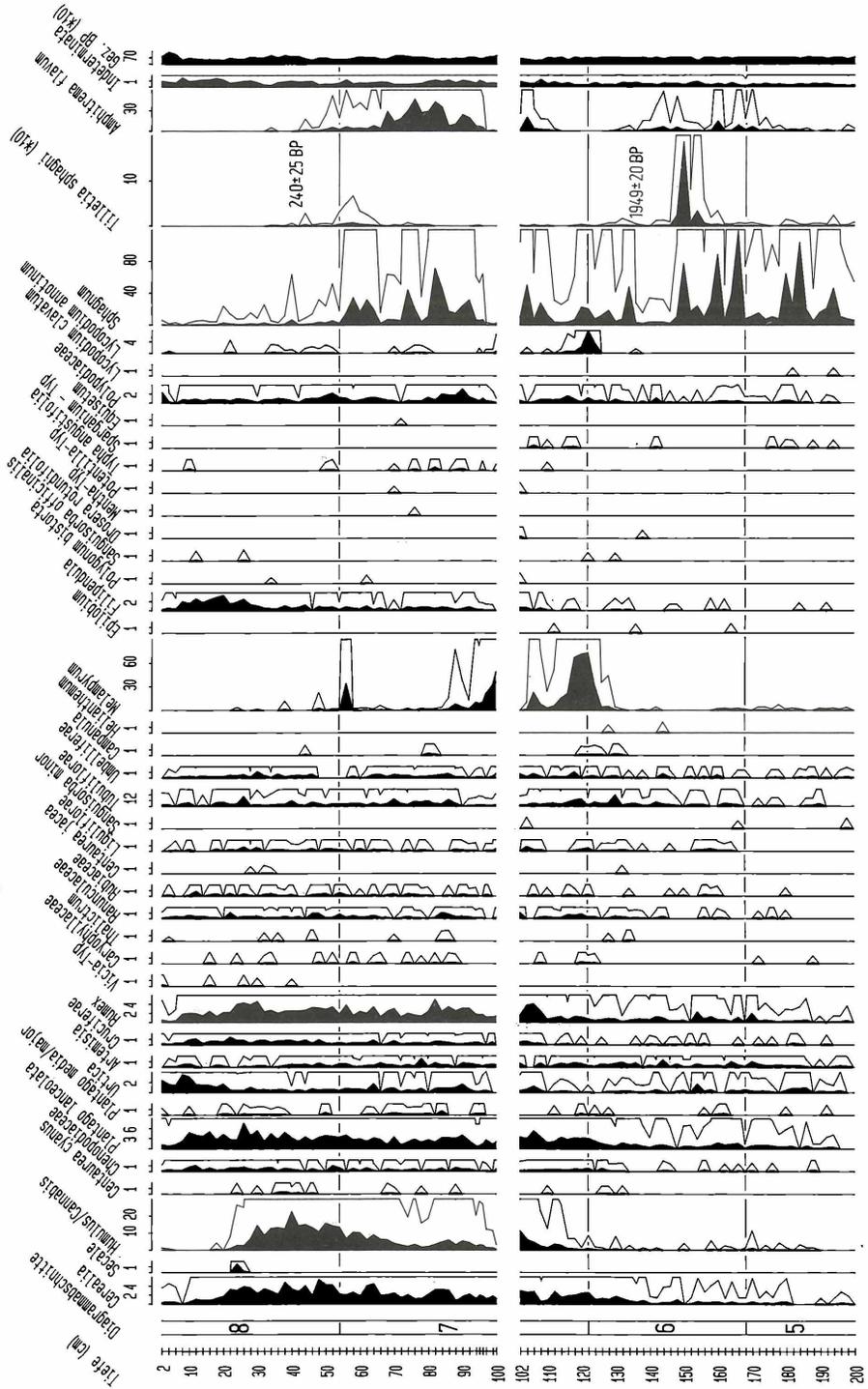


Abbildung 13. Pollendiagramm, Teil 1;  $\Sigma$  BP = 100 %

**Hornisgrinde (1065m) : Pollendiagramm, Teil 2**

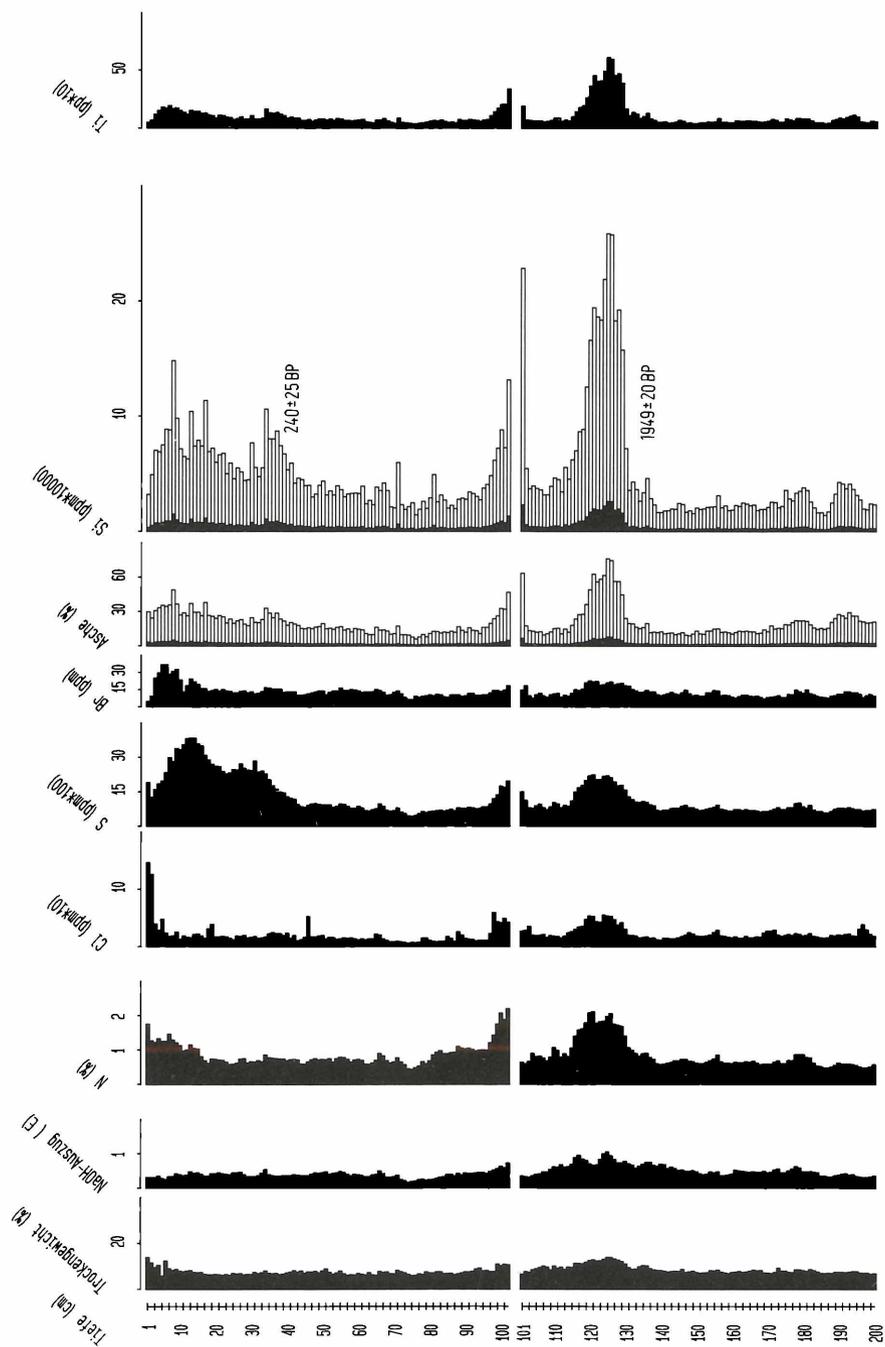








**Hornisgrinde (1065m) : Geochemie**



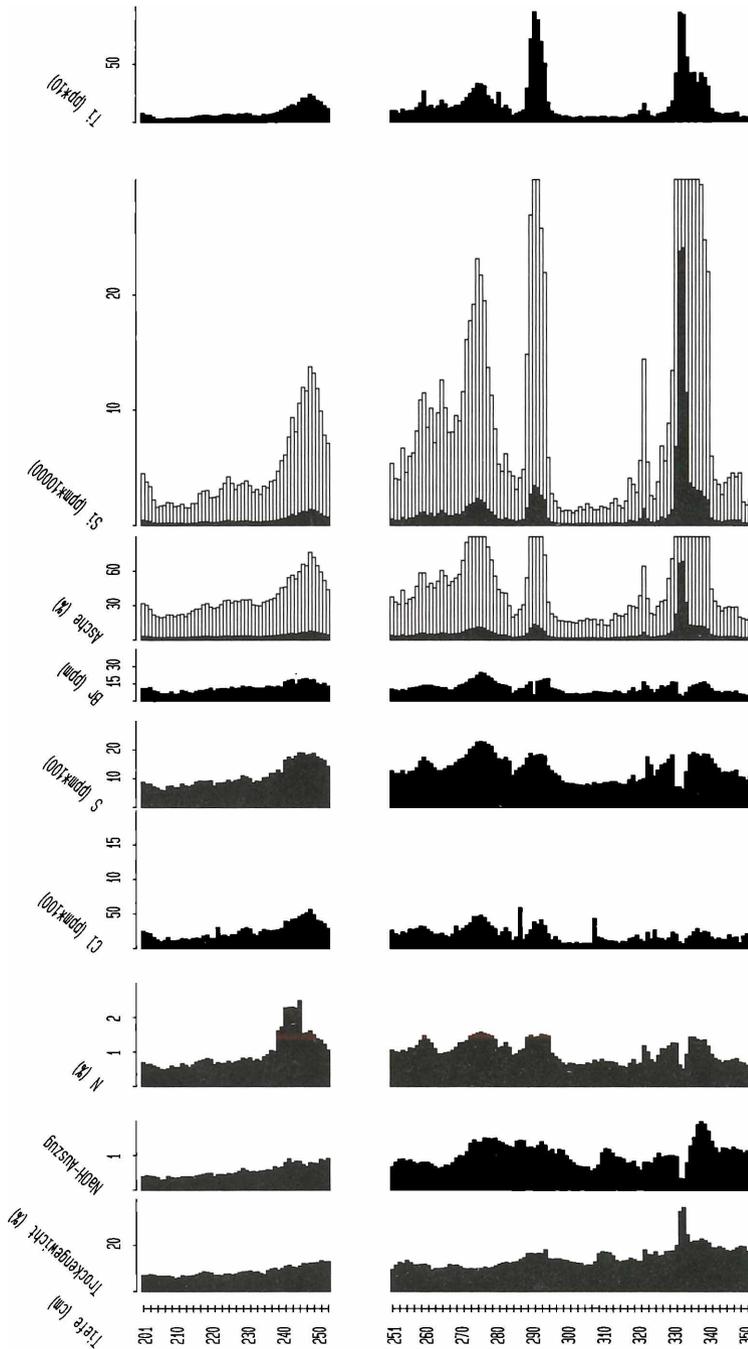


Abbildung 16. Geochemie

wickelt. Nur Veränderungen in nächster Umgebung, wie etwa das Aufkommen eines hohen Randwaldes, dürfte sich durch größere Beschattung oder auch höhere Luftfeuchtigkeit auswirken. Weiter dürften von wichtigem Einfluß große Waldbrände oder Windwürfe sein. Großklimatische Veränderungen sind durch solche lokalen Ereignisse überlagert.

Besonderer Wert wurde bei den Großresten auf die Moose gelegt, da sie weitgehend vor Ort gewachsen sind. Die Blätter oder Samen von Bäumen sind problematischer, da sie durch starke Winde verweht werden können. Als ein weiteres problematisches Beispiel sei hier *Oxycoccus* erwähnt, der über alle Vegetation mit langen Ausläufern dahinkriecht, obwohl seine Wurzeln an ganz anderer Stelle die Nährstoffe sammeln. So kann die Spitze des Triebes über *Sphagnum fallax* kriechen, die Wurzeln befinden sich noch im *S. magellanicum* – Bult. Viel bessere Zeiger sind deshalb die Moose und hier speziell die Torfmoose.

Das Großrestprofil ist durch die Dominanz unterschiedlicher Moose charakterisiert. Als Gegenpart zu den Moosen findet sich *Eriophorum*. Phasen mit *S. fallax* oder *Drepanocladus fluitans* sind ein Zeichen höherer Feuchtigkeit und größeren Nährstoffangebotes. Zwischen *S. fallax* und *S. parvifolium* wurde wegen der Unsicherheit bei den Großresten nicht unterschieden. Typische *parvifolium*-Formen stehen als einzelne Exemplare zwischen *S. magellanicum* und *S. rubellum*. Niedrige Anteile dürften auf diese Art hinweisen. *Sphagnum rubellum* nimmt eine Mittelstellung ein. Vergl. dazu Kap. 3.

*S. magellanicum* und *Polytrichum strictum* oder *Aulacomnium palustre* verweisen auf trockenere Endstadien. Alle Phasen können einander sehr kurzfristig ablösen. Dies zeigt recht schön, daß eine einfache Dreigliederung des Profiles in See, Nieder- und Hochmoortorf, wie es von KÜSTER (1993) nach dem Diagramm von SCHLOSS (1978) für das Profil Seemisse vorgenommen wurde, nicht stimmen kann. Die Seemisse befindet sich in ähnlicher Lage wie der Biberkessel nur wenige Kilometer südlich. Die Bedingungen im Kar der Seemisse entsprechen weitgehend dem Biberkessel. Auch dort findet sich ein entprechender Wechsel wie im Biberkessel, wie eigene Untersuchungen zeigten. Im Profil wurden trotz des geringen Abstandes zu den Hängen von weniger als 50 Meter ausgesprochen wenige Nadeln von *Picea* und *Abies* gefunden. Eigentlich würde man erwarten, daß diese durch die starken Westwinde auf die Moorflächen geweht werden. Heute finden sich Nadeln in großer Menge auf dem Waldweg zwischen dem Moor und dem Steilhang, wo sie auch durch den Regen an manchen Stelle zu dicken Lagen zusammengeschwemmt werden. Auf den *Sphagnum*-Flächen sieht man sie weniger. Auffällig ist, daß vor allem angekohlte Nadeln im Profil im Bereich von Bränden erhalten blieben. So könnte es einfach eine Frage der schnellen Zersetzung sein, wenn

die Nadeln längere Zeit auf den *Sphagnum*-Polstern dem Wetter ausgesetzt liegen.

Die tiefsten Funde der *Abies*-Nadeln sind schon in einer Tiefe von 305 cm kurz nach dem Erscheinen der Tanne im Pollendiagramm. Dies bedeutet, daß die Tanne schon damals in direkter Nähe des Bohrpunktes vorkam. Allerdings läßt sich über den Anteil der Tanne in der Vegetation wenig sagen. Sehr schön wird die Problematik durch den Fund von Fichtenadeln bei einem Pollenanteil dieses Baumes von <0.5% im benachbarten Moor bewußt (HÖLZER und HÖLZER 1987).

*Empetrum*-Nadeln finden sich einerseits ganz oben, andererseits auch ganz unten im Profil. Sie scheinen sehr schnell von der Spitze her zersetzt zu werden. Warum finden Sie sich aber in den tiefen Schichten? *Empetrum* ist im Nordschwarzwald nicht selten. An der Bohrstelle bildet sie einen niedrigen, dichten Rasen. Die Krähenbeere blüht sehr früh im Jahr. Auf dem Gipfel der Hornisgrinde konnten Blüten gerade nach dem Abschmelzen des Schnees beobachtet werden.

Heute bildet *Trichophorum* auf der Hochfläche und in den Karen große Bestände. Auf der Hochfläche dürfte *Trichophorum* erst seit jüngster Zeit vorhanden sein. Es fehlen in den Torfen die heute typischen Begleiter wie *S. compactum* oder *S. tenellum*. Sicher ist das heute dominante Vorkommen eine Folge der Nutzung in der jüngsten Vergangenheit. Bezeichnend ist, daß *Trichophorum* sich innerhalb weniger Jahre auf nicht mehr genutzten Loipen einstellt. Ein schönes Beispiel ist die Loipe, die an dem kleinen Restsee vorbeiführt und die nur einen Winter in Betrieb war. Auch heute dominiert *T. cespitosum* hier noch, obwohl der Loipenbetrieb schon mehr als 10 Jahre zu Ende ist.

Phasen mit *Polytrichum strictum* und *Aulacomnium palustre* sind Störungen oder Stillstandsphasen. Vor allem *A. palustre* stellt sich schnell auf und am Rand von kleinen Trampelpfaden ein.

Die Arten der Gattung *Polytrichum* lassen sich nicht immer eindeutig unterscheiden. Oft sind nur Reste der Blattscheiden vorhanden. Es fehlen die eigentlichen Blattspreiten mit Bezaehlung und Lamellen. Dann läßt sich die Art nicht mehr ansprechen.

Das Profil läßt eine Sukzession von minerotroph zu oligotroph erkennen. Unten dominiert *Sphagnum fallax* als Mineralbodenwasserzeiger, oben die hat die Vegetation mehr Hochmoorcharakter. Die Sukzession ist aber durch viele Rückschritte unterbrochen.

### 3.4 Geochemie

In der vorliegenden Arbeit wird nur ein Teil der vorgesehenen Parameter präsentiert (Abb. 16). Auf die Schwermetalle wird vorläufig verzichtet, da sie für die Fragestellung von untergeordneter Bedeutung sind und ihre Aussagemöglichkeit durch die Mobilität sehr begrenzt ist.

Besonderer Wert wird bei der vorliegenden Arbeit auf die Vegetationsentwicklung gelegt. Dabei spielen vor al-

lem Eingriffe des Menschen oder auch natürliche Veränderungen eine Rolle. Besonderes Gewicht kommt dabei der Erosion zu. Sie wird vor allem durch eine unterschiedliche Vegetationsdecke beeinflusst. Eine schwächere Bodendeckung macht sich sofort in größerer Abschwemmung bemerkbar. Welche Bedeutung die Erosion in den letzten Jahrhunderten bei einer offeneren Landschaft gespielt haben muß, kann man auch heute noch besonders im Frühjahr am Fuß der Karwände erkennen. Dort können sich innerhalb eines Winters mehr als 20 cm Sand ablagern. Dichte *Luzula*-Bestände sind meist ein Indikator solcher Sandschüttungen. Als Indikatoren für Landnutzung und Erosion wurden in der Vergangenheit Staubpartikel (KRAMM 1978) und der Aschegehalt des Torfes (VUORELA 1983) verwendet. Da die Zusammensetzung der Asche sehr komplex sein kann, scheint es sinnvoller, spezielle Erosionsindikatoren zu wählen. Auch die Zunahme von  $\text{CaCO}_3$  ergibt einen Anstieg im Aschegehalt. Besonders geeignet sind hier relativ immobile Elemente wie Silizium und Titan, die in leicht bestimmbarer Menge im Torf vorliegen. Leider findet sich Silizium, das an zweiter Stelle in der Tabelle der Häufigkeit der Elemente in der Erdkruste steht (REEVES & BROOKS 1978), auch in Pflanzen wie in Cyperaceen, *Equisetum* oder Diatomeen. Eine Zu- oder Abnahme dieses Elementes kann also auch durch einen Wechsel in der Großrestzusammensetzung verursacht sein. Ein Beispiel dafür findet sich im Seewadel, wo eine Holzlage die Geochemie beeinflusst (HÖLZER & HÖLZER 1990). Titan steht an 9. Stelle in der Häufigkeitstabelle. Damit ist es ein relativ weit verbreitetes Element; es fehlt den Pflanzen weitgehend. Damit ist es ein besserer Indikator für Erosion des Bodens als Silizium. Es kämen noch eine Reihe anderer Elemente für diese Problematik in Frage, diese sind aber von der Analytik her schwieriger zu bestimmen. Im Gegensatz zu anderen Profilen zeigt N ein weitgehend paralleles Verhalten zu Aschegehalt, Silizium und Titan. Nur für den untersten Brand in 333 cm Tiefe und in weit geringerem Maß bei 293 cm geht N zurück, was durch den erhöhten Si- und Ti-Gehalt verursacht ist. Zusammenhänge zwischen Brom und den Torfmoosen oder dem Klima wie beim Seewadel im Hegau (HÖLZER & HÖLZER 1990) finden sich an der Hornisgrinde nicht. An der Hornisgrinde gibt es viel stärkere Niederschläge als im Hegau, so daß sich leichte Schwankungen der Niederschläge nicht in der Moorvegetation bemerkbar machen. Die Niederschläge sind hier kein begrenzender Faktor.

#### 4. Diskussion

Aus diesen sowie den bisher schon vorliegenden Ergebnissen kann man erkennen, daß es äußerst wichtig ist, daß alle Untersuchungen am gleichen Kern vor-

genommen werden. An den überlappenden Bereichen der Kerne finden sich besonders bei den Pollen große Unterschiede, obwohl die Bohrkerne in einem Abstand von weniger als einem Meter nebeneinander genommen wurden. Deshalb ist es auch nicht sinnvoll, Pollen, Geochemie und Großreste anhand von verschiedenen Kernen vergleichen zu wollen, selbst wenn sie nur wenige Dezimeter von einander entfernt erbohrt wurden.

Betrachtet man die mosaikartige Struktur der heutigen Vegetation der Mooroberfläche mit ihrem kleinräumigen Wechsel und den Höhenunterschieden, so wird diese Problematik sofort klar. Hieran erkennt man wieder, wie wichtig es ist, Rezentbotanik mit Paläobotanik zu verbinden, wie es schon OBERDORFER (1932, 1934) tat.

Auf Zusammenhänge zwischen Feuer und den Torfmoosen und den Ericaceen wurde schon beim Profil vom Restsee (HÖLZER & HÖLZER 1987) hingewiesen. Nach MALLIK & al. (1984) kommt es nach Bränden zu einer Verdichtung des Untergrundes und danach zu einer Vernässung. Auch LÜTT (1992) weist in ihrer Untersuchungen zur Sukzession der Torfvegetation in Schleswig-Holstein auf solche Zusammenhänge hin.

Da sich im vorliegenden Profil gleich mehrere solche Ereignisse finden, soll dies hier nochmals anhand von zusammenfassenden Diagrammen dargestellt werden.

Der älteste deutliche Brand findet sich in einer Tiefe von 338 cm (Abb. 17). Er folgt auf eine trockenere *Sphagnum magellanicum*-Phase zur Zeit des Anstieges von Buche und Tanne. Im Bereich des Brandes, der durch die massive Holzkohlelage nachgewiesen ist, steigen auch schon Silizium und Titan an. Das eigentliche Maximum dieser Elemente folgt aber 5 cm später. Die Abschwemmung des Bodens findet erst nach dem Brand und damit der Schädigung der Oberflächenvegetation statt. Als erste Art kommt *Polytrichum commune*, das auf dieser Abbildung nicht gezeigt ist, vergl. Abb. 15. Es hat wahrscheinlich die sandige Fläche zuerst besiedelt. Vielleicht ist auch *Polytrichum juniperinum* dazwischen. Durch den Erhaltungszustand ließ sich leider nicht klären, um welche Art es sich handelte. Danach finden sich zuerst alle drei Torfmoose in geringer Menge. Darauf folgt eine massive *S. recurvum*-Phase. Diese Art steht am feuchtesten und braucht die höchsten Nährstoffkonzentrationen. Sie wurden durch den Brand freigesetzt. Danach folgt eine kurze *Acutifolia*-Phase als Übergang zum *S. magellanicum*-Rasen. Der Zustand der trockenen Ausgangssituation ist wieder erreicht. Bei etwa 292 cm folgt der nächste, schwächere Brand. Es kommt wieder zur gleichen Sukzession, die aber gleich bei 275 cm von einem neuen, noch schwächeren Brand unterbrochen wird. *S. recurvum* nimmt nicht so stark zu, wie bei den früheren Phasen, was sowohl an geringerem Nährstoffangebot wie auch weniger Feuchtigkeit liegt. Inzwischen ist der Moorkörper um

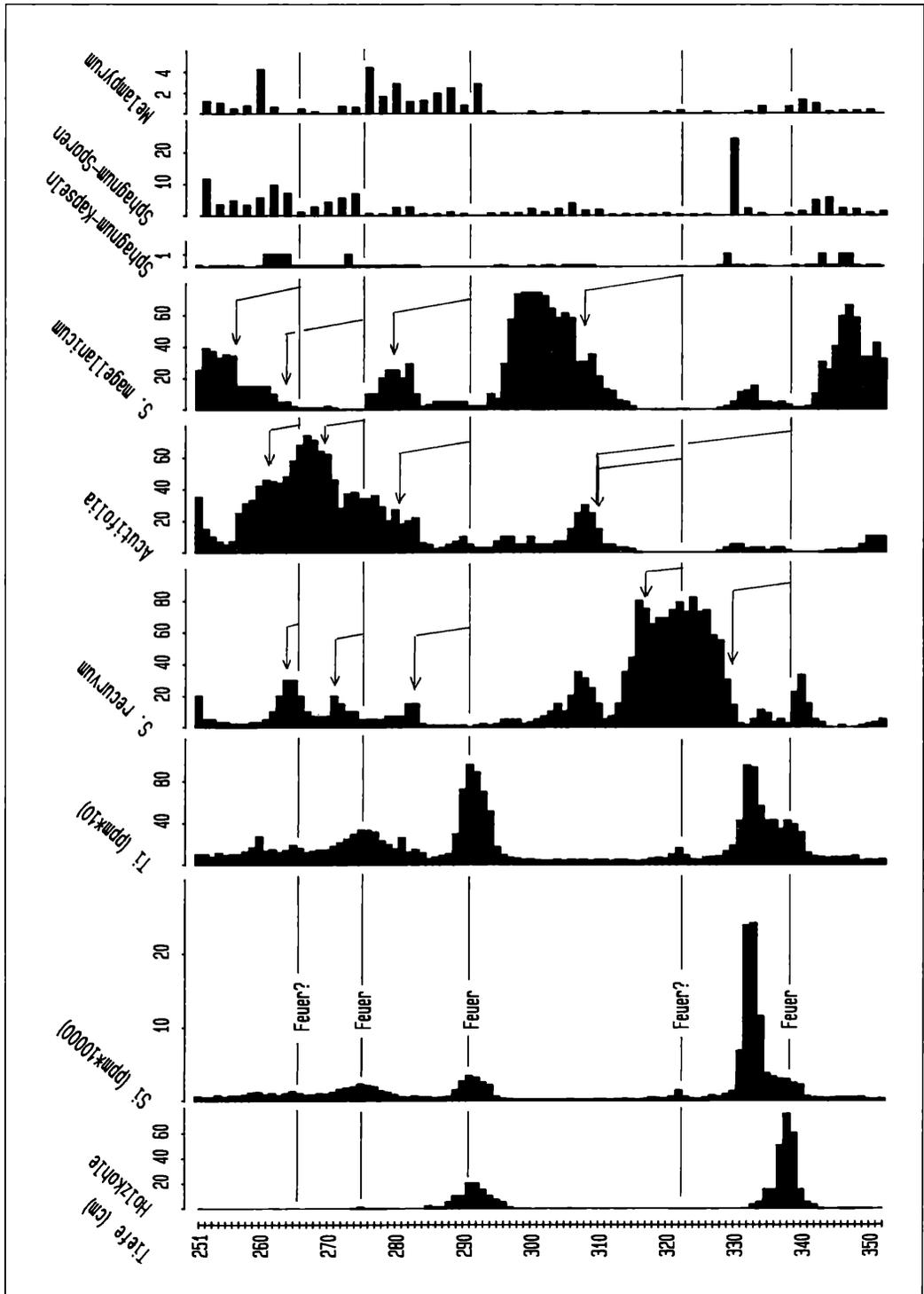


Abbildung 17. Zusammenhänge zwischen Geochemie, Großresten, Sporen und Pollen.

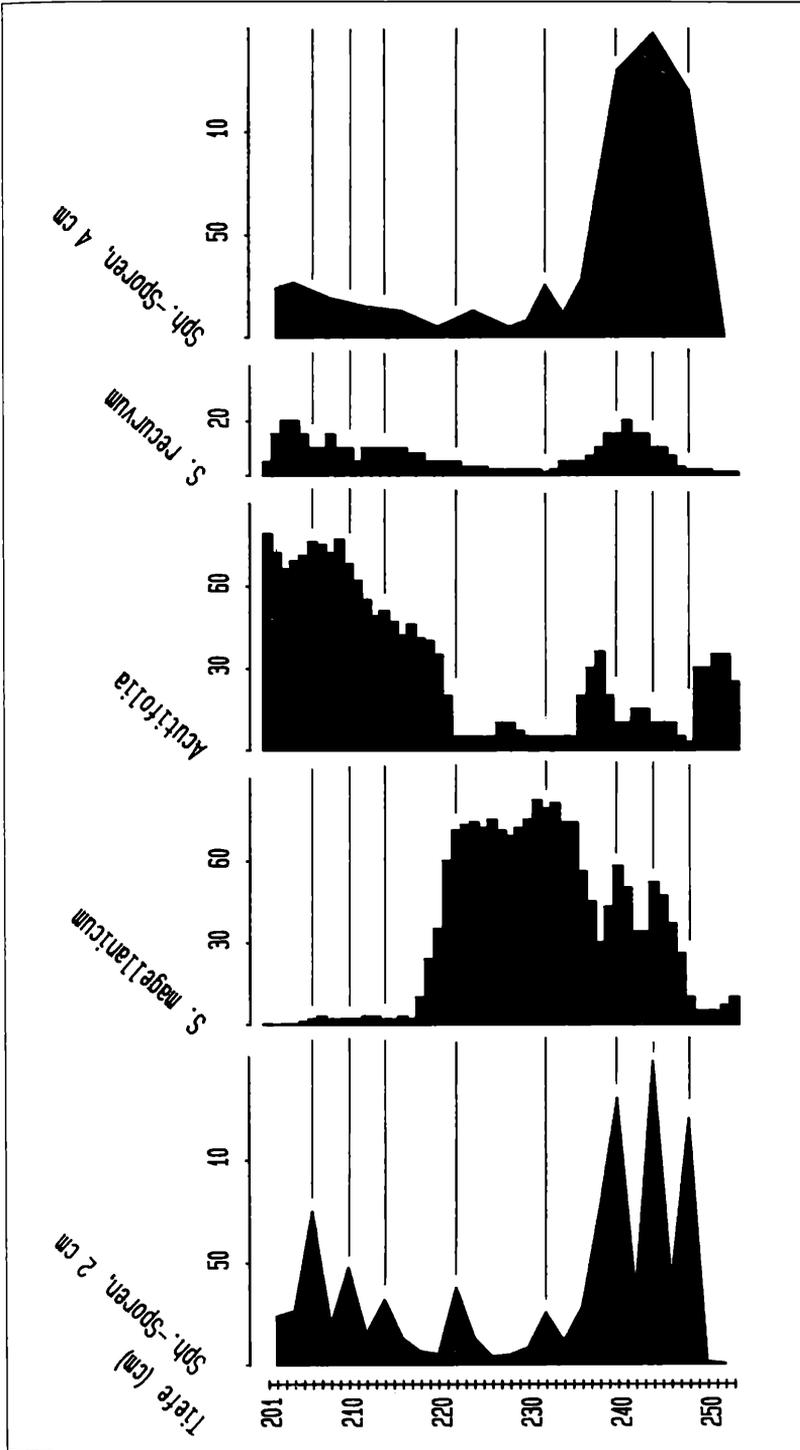


Abbildung 18. Zusammenhänge zwischen *Sphagnum*-Sporen und den *Sphagnum*-Arten bei den Großresten.

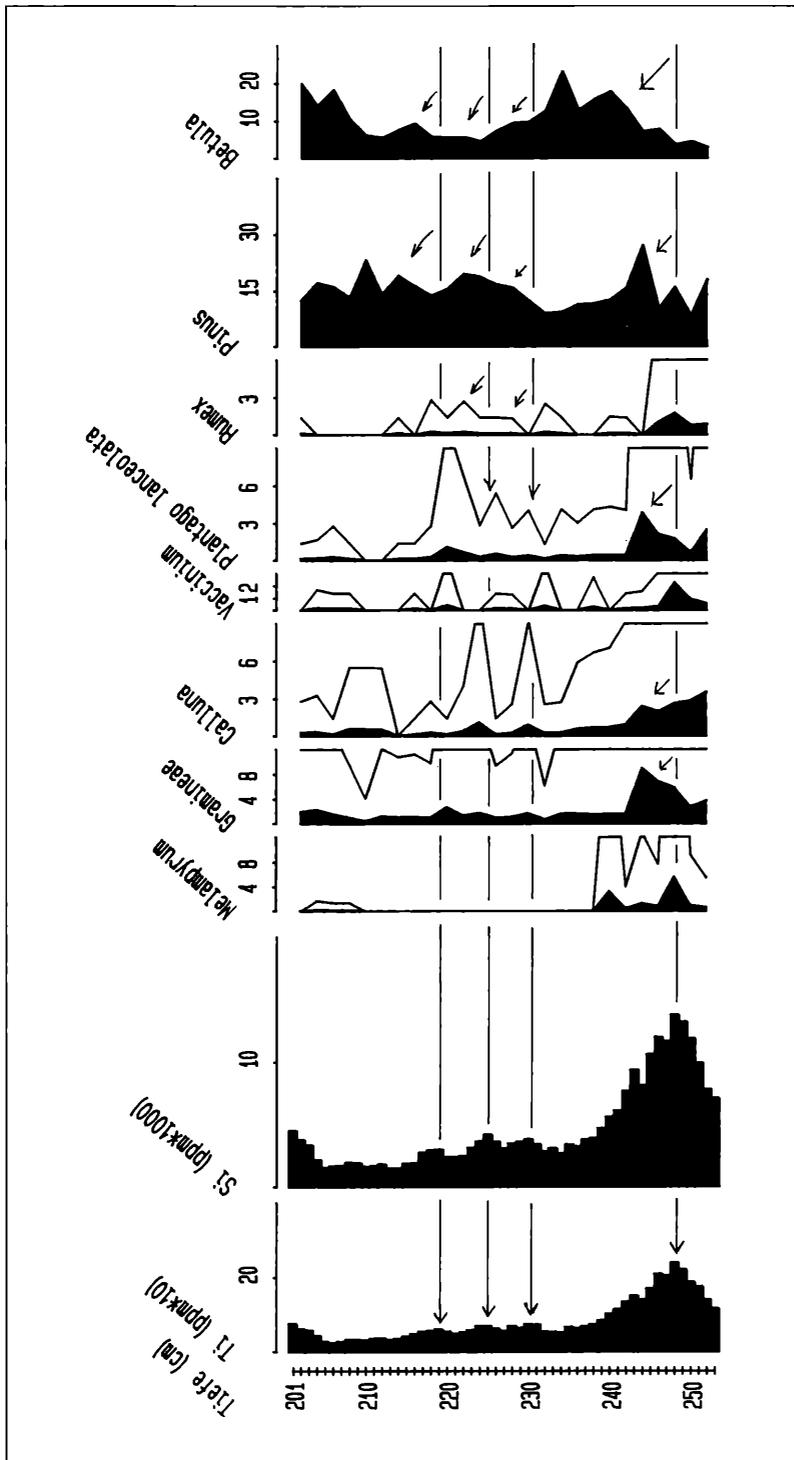


Abbildung 19. Zusammenhänge zwischen den Parametern Silizium und Titan und Pollen.

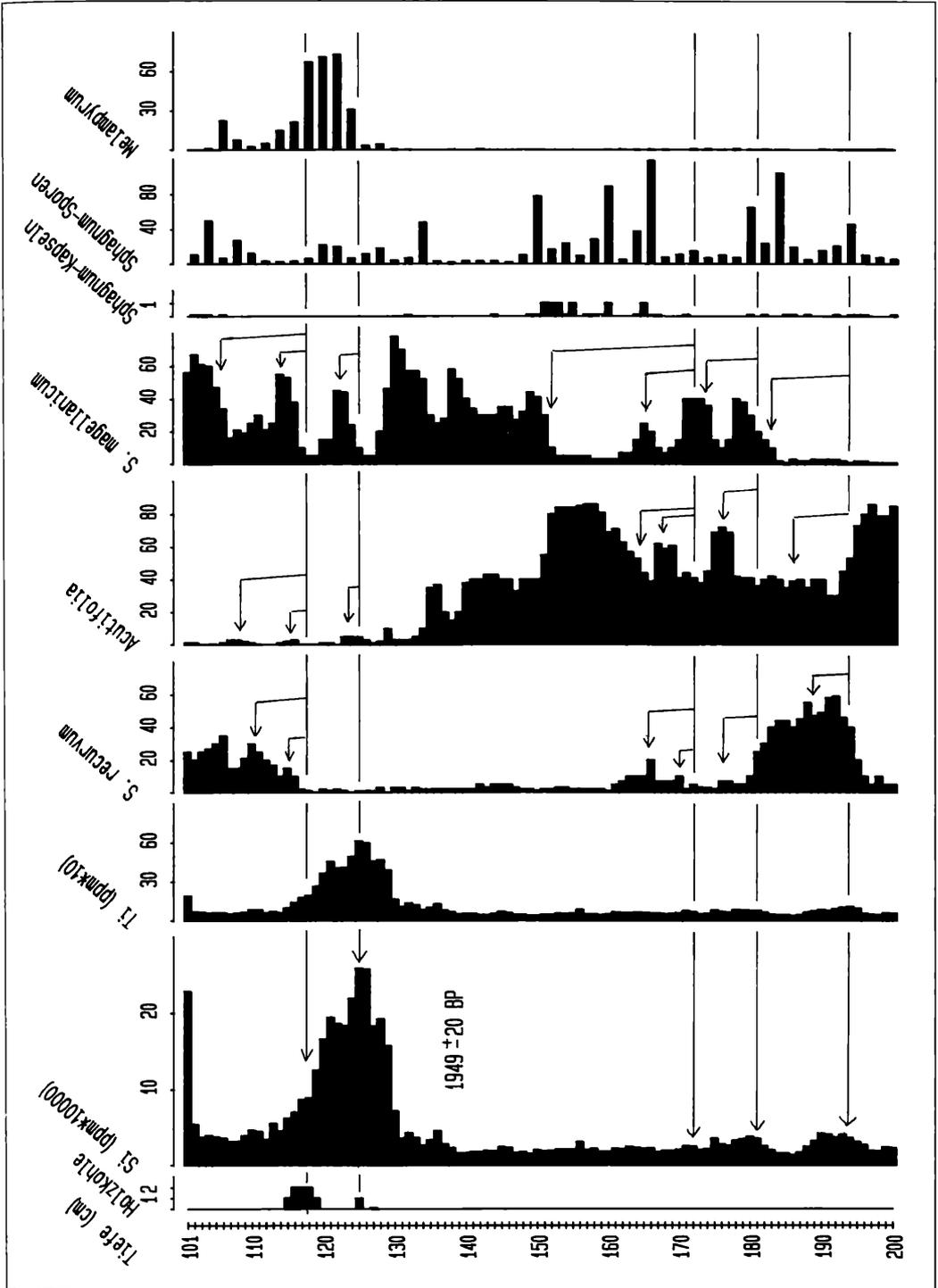


Abbildung 20. Zusammenhänge zwischen Geochemie, Großresten und Pollen.

etwa 70 cm gewachsen. Daß Brände eine eutrophierende Wirkung haben, zeigt auch ein Profil von der Seemisse am Ruhestein, wo sogar *S. palustre* aufkam (HÖLZER & HÖLZER 1988). Asche und Holzkohle können je nach Wetterlage auch über größere Entfernung verweht werden. Unter den Großresten dürften sie dann aber kaum noch zu erkennen sein.

Vergleicht man die Funde von *Sphagnum*-Sporen aus den Pollenanalysen mit den Kapseln und den Torfmoosen, so könnten sie von allen drei Arten stammen. Die höchsten Zahlen finden sich bei Zu- oder Abnahme der Großreste. Niedrige Werte über eine weitere Strecke finden sich beim Plateau von *S. recurvum* in einer Tiefe von etwa 320 cm. Wahrscheinlich werden Sporen von den Sphagnen gebildet, wenn sie sich in einer End- oder Reifephase befinden. Dies würde bedeuten, daß auch *S. magellanicum* an den Sporen beteiligt ist, welches man heute rezent nur äußerst selten mit Kapseln im Gebiet findet.

*Sphagnum*-Sporen fehlen weitgehend den Torfen mit hohem *Eriophorum*-Anteil. Dies bedeutet, daß *Sphagnum*-Sporen nicht sehr weit horizontal transportiert werden, da man nicht annehmen kann, daß die einzelnen Phasen synchron auf der ganzen Moorfläche abgelaufen sind, sondern daß es auch damals um ein ähnliches Mosaik handelte wie heute.

Abb. 18 zeigt nochmals sehr deutlich die Zusammenhänge zwischen den *Sphagnum*-Sporen und den -Arten auf. Allerdings sieht man auch anhand dieses Diagramms, wie wichtig es ist, sowohl Pollen wie auch Großreste und Geochemie an einem Profilkern zu untersuchen. Auf der rechten Seite des Diagramms sind die Sporen mit Abständen von 4 cm ausgezählt, auf der linken Seite mit 2 cm. Auf der rechten Seite würde man annehmen, daß die *Sphagnum*-Sporen mit den Großresten von *S. recurvum* korreliert sind. Die linke Kurve dagegen zeigt die wirklichen Zusammenhänge. Der unterste Sporenpeak dürfte durch die *Acutifolia* und die nächsten beiden durch *S. magellanicum* bedingt sein. Auch die kleineren Sporenpeaks sind solchen Ereignissen zuzuordnen.

Anhand der Parameter Silizium und Titan auf Abb. 19 sieht man, daß der große Brand sich wohl aus drei Einzelereignissen zusammensetzt. Auch *Melampyrum* weist eine dreigipflige Kurve in diesem Bereich auf. Im gleichen Bereich nehmen auch die Zeiger für eine lichte Vegetation wie Gramineae, *Calluna*, *Vaccinium*, *Plantago lanceolata* und *Rumex* zu. Selbst *Pinus* hat hier zwei deutliche Gipfel. Mit Phasenverschiebung folgt *Betula*, was wohl darin begründet ist, daß die Birke angefliegen ist und damit eine gewisse Zeit brauchte um zu blühen, was mindestens 10 Jahre dauert. Die Kiefer dagegen dürfte den Brand überdauert haben und durch die Freistellung gefördert sein und dann sofort geblüht haben.

Bei *Melampyrum* dürfte es sich um *M. pratense* handeln, der vor Ort gewachsen ist. Nach Untersuchun-

gen von Oberflächenproben in den Südvogesen durch EDELMAN (1985) finden sich Pollen diese Art nur in Vegetationseinheiten, wo sie auch blüht. In den Vogesen ist sie stark an lithologische Veränderungen gebunden (JANSSEN & al. 1975). Es überrascht, daß solche *Melampyrum*-Peaks dem großen Brand von 1800 sowohl in diesem Profil wie auch beim Restsee (HÖLZER & HÖLZER 1987) fehlen. Dies könnte ein Hinweis darauf sein, daß es nicht direkt vor Ort gebrannt hat, sondern daß nur Asche verweht wurde.

Bei 230, 224 und 216 cm erkennt man schwache Peaks von Silizium und in noch geringerem Maß von Titan. Dazu passen sehr gut die Gipfel der Lichtzeiger bei den Pollen. *Calluna* wird durch Brände in der Regeneration gefördert (GIMINGHAM 1972). *Rumex acetosella* ist ein Erstbesiedler auf den sandigen Böden des Nordschwarzwaldes. Da die Kiefer weniger schnell als die krautigen Pflanzen reagiert, bildet sich ein zusammenhängender Anstieg über die Einzelereignisse weg. Abb. 20 zeigt einen weiteren Brand kurz nach der Zeitenwende, der sich aus zwei Einzelereignissen zusammensetzt, wie man anhand der Holzkohle und der Geochemie erkennen kann. Wieder kam es zum Brand zur Zeit einer relativ trockenen Phase. *S. magellanicum* hat einen Anteil von etwa 80 % der Großreste kurz unterhalb des Brandes. Da der erste Brand nicht sehr stark war, kann es sich wieder erholen. Erst nach der zweiten Kohlelage nimmt dann *S. recurvum* als Zeiger vermehrter Feuchtigkeit und Eutrophierung zu. Sehr gut paßt auch die Kurve von *Melampyrum* zu dem Brand. Allerdings sind die zwei Einzelbrände nicht aufgelöst, was an den 2cm-Abständen der Pollenanalysen liegt. Dieser Brand war im Profil vom Restsee (HÖLZER & HÖLZER 1987) nicht zu erkennen, da er nach den Pollenanalysen gerade in der Lücke zwischen dem ersten und zweiten Meter liegt. Eine größere Menge an *Sphagnum*-Kapseln findet sich im Bereich des Plateaus der *Acutifolia* bei etwa 155 cm. Kurz nach dem Abstieg der Kurve finden sich keine Kapseln mehr. Zwei weitere flache Peaks der Parameter Silizium und Titan sind am unteren Ende des Profils.

Im obersten Meter (Abb. 21) werden die Zusammenhänge zwischen Titan, Silizium und den Pollen zusammengestellt. Im Gegensatz zum Profil vom Restsee (HÖLZER & HÖLZER 1987) ist der große, historisch belegte Brand von 1800 bei der Geochemie nicht deutlich zu erkennen. Erst wenn man die *Humulus/Cannabis*-Kurve aus dem Pollendiagramm (Abb. 14) heranzieht, ist der Brand zwischen 22 und 26 cm anzunehmen. Auch der Fund von *Secale* in diesem Bereich läßt auf eine offenere Vegetation im Gebiet und damit vermehrten Fernfluganteil aus der Rheinebene oder der Vorbergzone schließen, da Getreidebau an der Hornisgrinde nie stattfand. Kurz danach steigt auch wie beim Profil vom Restsee der Anteil der *Acutifolia* bei den Großresten an. Wahrscheinlich hat es

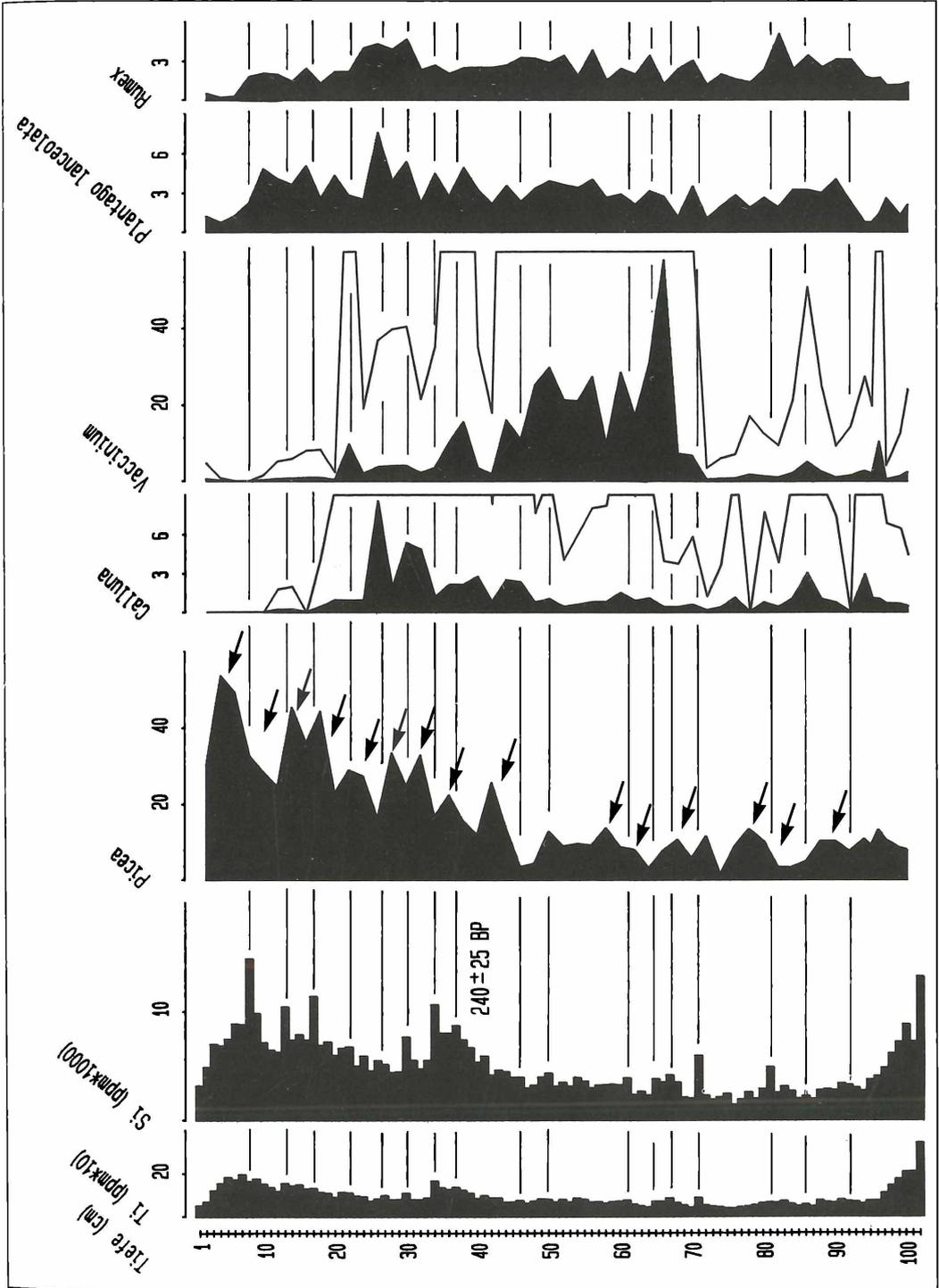


Abbildung 21. Zusammenhänge zwischen Geochemie und Pollen in jüngster Zeit.

direkt an der Bohrstelle nicht gebrannt, obwohl zu dieser Zeit *S. magellanicum* dominierte (Abb. 15) und man recht trockene Verhältnisse annehmen müßte. Bei einem Brand an der Bohrstelle hätte die *Humulus/Cannabis*-Kurve aber abrupter abbrechen müssen. Erstaunlich ist auch, daß durch den Wind oder den folgende Regen nur geringe Mengen an Kohlepartikeln und Asche an diese Stelle verfrachtet wurden. Es findet sich im Gegensatz zum Profil vom Restsee (HÖLZER & HÖLZER 1987) nicht einmal ein Anstieg von Si oder Ti, obwohl man nach einem größeren Brand erwarten müßte, daß sehr viel Staub in der Luft war, was auch historisch belegt ist. Da zu dieser Zeit die Umgebung der Bohrstelle gegenüber der restlichen Moorfläche schon leicht erhöht war, konnte nichts dorthin geschwemmt werden. Außerdem dürfte die Öffnung im Wald über der Bohrstelle kleiner gewesen sein als am Restsee, wodurch weniger Aschepartikel einge-weht werden konnten.

Sehr schön sind im oberen Teil des Profils die Peaks der Erosionszeiger mit Peaks bei den Siedlungszeigern korreliert. Dies gilt auch für die Fichtenkurve, die mit einer gewissen Phasenverschiebung reagiert. Dies bedeutet, daß die Fichte in entweder durch den Menschen verursachte oder natürliche Lücken der Vegetation einrückte, was mit den Ergebnissen von HAUSBURG (1967) übereinstimmt. Nach seinen Archivstudien hat die Ausbreitung der Fichte schon im 14. und 15. Jahrhundert eingesetzt. Er nimmt auch an, daß menschliche Eingriffe in den Wald die vollen Voraussetzungen für ihre Ausbreitung schufen. Für das 16. Jahrhundert konnte auch in tiefer gelegenen Gebieten, die nachweislich vom Menschen früh genutzt wurden, die Fichte nachgewiesen werden. Die Fichtenausbreitung setzte schon vor dem Klima-Umschwung ab 1550 ein. Er kann also nicht als Grund dafür herangezogen werden.

Die Anstiege der Silizium- und Titankonzentration bedeuten Erosionsereignisse. Für sie gibt es verschiedene Ursachen. Es könnten einerseits Brände, andererseits Windwürfe sein, wobei beide menschliche oder natürliche Ursachen haben können. Ein großflächiger Windwurf kann durch einen kleinen menschlichen Eingriff verursacht werden. Das Fehlen von Holzkohlepartikeln, wie man sie beim Durchmustern der Großreste erkennt, bedeutet nicht unbedingt, daß es nicht gebrannt hat.

Beachtlich ist die Häufigkeit solcher Erosionsereignisse unter natürlichen Bedingungen. Eigentlich dürften wenigstens an der Hornisgrinde Brände nicht sehr häufig sein, da es dort bei über 2000 mm Jahresniederschlag extrem feucht ist. Nimmt man noch das häufigere Vorkommen von *Melampyrum* als Indikator für Brände, so muß man mit wenigstens 8 starken Bränden in den letzten 5000 Jahren rechnen. Einige dieser Brände finden sich in mehreren Profilen aus dem Gebiet und erlauben die Synchronisation der Pro-

file. Zieht man die Silizium- und Titankurven heran, so ist in den letzten 2000 Jahren mit etwa 20 Erosionsereignissen in den näheren Umgebung der Hornisgrinde zu rechnen (vergl. Abb. 20 u. 21).

Auch zwischen der *Fagus*-Kurve und den Bränden gibt es wenigstens im unteren Abschnitt des Profils einen Zusammenhang. Die Einwanderung der Buche fällt mit dem untersten Brand zusammen. Auch der Anstieg bei etwa 272 cm folgt einem größeren Brand. Wie weit hier regionale Ereignisse mit zufälligen lokalen Ereignissen zusammenfallen, bleibt weiteren Untersuchungen vorbehalten.

Es stellt sich hier noch die Frage, wie großklimatische Veränderungen die Moorvegetation beeinflussen. Wie man aus den Diagrammen sehen kann, sind lokale Ereignisse wie z. B. ein Windwurf, Brand oder die Bildung einer ganz lokalen Abflußrinne sehr viel wichtiger als das Großklima. Zu denken wäre auch an einen Abbruch am unteren Ende des Moores und damit erhöhte lokale Trockenheit. Natürlich steht die Häufigkeit von Windwurfereignissen wieder in Zusammenhang mit dem allgemeinen Klima. Es gibt ein Zusammenspiel von regionalen und lokalen Ereignissen. Diese sind aber schwer anhand eines Profils zu erkennen oder auch zu trennen.

Man darf nicht erwarten, jede Schwankung im Pollendiagramm auch im Geochemiediagramm wiederzufinden. Hierbei spielt der Einschwemmungs- oder Einwehungsbereich eine Rolle. Der eigentliche Einschwemmungsbereich des Biberkessels ist auf Karwände und das direkte Umfeld der Vermooring beschränkt. Viele Pollen und feine Stäube dagegen werden sehr viel leichter transportiert. Z. B. sind die höchsten *Rumex*-Peaks im oberen Teil des Profilabschnitts von 250-350 cm eher kleinen Geochemieereignissen zuzuordnen. Dies könnte daran liegen, daß die Eingriffe weiter entfernt sind und somit der mehr staubförmige Input in der Geochemie widerspiegelt wird.

Es besteht keine Übereinstimmung zwischen Cerealia und den Erosionszeigern Si und Ti. Cerealia wurden in relativ weiter Entfernung kultiviert. Silizium in größerer Menge stammt aus der näheren Umgebung. So kann keine Übereinstimmung existieren. An der Hornisgrinde waren nie landwirtschaftliche Flächen.

Im obersten Meter bestehen gute Zusammenhänge zwischen *Amphitrema flavum* und *S. recurvum*. Dies bestätigt die Vorliebe dieser Art für feuchtere Verhältnisse.

Eine gleichmäßige Wachstumskurve des Torfes bei unterschiedlicher Artenzusammensetzung, wie sie sehr oft vorkommt, ist sehr unwahrscheinlich. Ähnliche Wechsel der Artenzusammensetzung der Torfe finden sich auch bei dem Restsee (HÖLZER & HÖLZER 1987), beim Gipfel (HÖLZER & SCHLOSS 1981), der Seemisse (HÖLZER & HÖLZER 1982) oder dem Blindensee-Moor (HÖLZER & HÖLZER 1982). Die von der „moderne Vegetationsgeschichte“ geforderten Datierung in engem

Abstand und ein daraus konstruiertes Influxdiagramm sind damit wenigstens bei Torfen mit Vorsicht zu betrachten. Unterschiedliche Wachstumsraten der Torfe zwischen den Datierungen können einen unterschiedlichen Influx vortäuschen. Eine übliche Ansprache der Stratigraphie, wie sie in den Stratigraphiesäulen in den Pollendiagrammen wiedergegeben wird, erlaubt es nicht, solche Schwankungen zu erkennen.

Man sieht an diesem Profil, welche Möglichkeiten eine kombinierte Analyse von Pollen, Großresten und Geochemie mit engen Probenabstand gegenüber der reinen Festlegung von Siedlungsphasen anhand von Siedlungszeigern bei den Pollen (BEHRE 1981) bietet. Allerdings müssen für noch mehr abgesicherte Aussagen noch viele weitere Profile in gleichem Stil bearbeitet werden, was aber gegenüber einer einfachen Bearbeitung der Pollen mit mehrfachem Aufwand verbunden ist.

#### Danksagung

Besonderen Dank möchten wir Herrn Dr. P. THOMAS für die Programme zum Zeichnen der Diagramme sowie zur Berechnung der Verteilungskurven für die Rezentpflanzen aussprechen.

In der Anfangsphase wurden diese Arbeiten durch die DFG (Ho759/1-3) gefördert, wofür hier gedankt sei.

#### Literatur

- ALLEN, S.E. (1974): Chemical Analysis of Ecological Material. – 565. S.; Oxford, London, Edinburgh, Melbourne.
- BARBER, K.E. (1981): Peat stratigraphy and climatic change. A paleoecological test of the theory of cyclic regeneration. – 219 S.; Rotterdam.
- BECKH, G. (1984): Pollenanalytische Untersuchungen im Ruhesteinloch (Nordschwarzwald). – Unveröff. Diplomarbeit. Univ. Karlsruhe.
- BEHRE, K.-E. (1981): The interpretation of anthropogenic indicators in pollen diagrams. – Pollen et Spores, **23**: 225-245; Paris.
- BLACK, C. A. (Ed.) (1965): Methods of Soil Analysis, Part 1. – Physical and Mineralogical Properties, including Statistics of Measurements and Sampling. – 770 S.; Madison.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie. – 3. Aufl., 865 S.; Wien.
- BÜCKING, W. & DIETRICH, H. (1981): Beziehungen einiger Standortswieser-Pflanzen zu chemisch-analytischen Kennwerten des Oberbodens. – Mitteilungen des Vereins für Forstliche Standortskunde und Forstpflanzenzüchtung, **29**: 69-74; Stuttgart.
- DIERSSEN, B. & DIERSSEN, K. (1984): Vegetation und Flora der Schwarzwaldmoore. – Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege in Bad.-Württ., **39**: 1-512; Karlsruhe.
- EDELMAN, H.J. (1985): Late Glacial and Holocene Vegetation Development of la Goutte Loiselot (Vosges, France). – 197 S.; Utrecht.
- FAEGRI, K. & IVERSEN, J. (1975): Textbook of Pollen Analysis. – 295 S.; Kopenhagen.
- FEZER, F. (1957): Eiszeitliche Erscheinungen im nördlichen Schwarzwald. – Forsch. dt. Landeskd., **87**: 86 S.; Remagen.
- FEZER, F. (1971): Zur quartären Formung des Nordschwarzwalde. – Jber. u. Mitt. oberrh. geol. Ver., **53**: 183-194; Stuttgart.
- GIES, Th. (1972): Vegetation und Ökologie des schwarzen Moores (Rhön). – Diss. Bot., **20**. 172 S.; Lehre.
- GIMINGHAM, C. H. (1972): Ecology of Heathlands. – 266 S.; New York.
- GROSSE-BRAUCKMANN, G. (1978): Absolute jährliche Pollenniederschlagsmengen an verschiedenen Beobachtungsstellen in der Bundesrepublik Deutschland. – Flora, **167**: 209-247; Jena.
- GROSSE-BRAUCKMANN, G. (1986): Analysis of vegetative plant macrofossils. – In: BERGLUND, B.E. (Edit.) Handbook of Holocene Paleocology and paleohydrology. S. 591-618. Chichester-Ney York-Bisbane-Toronto-Singapore.
- HAUSBURG, H. (1967): Die Ausbreitung der Fichte im Hornisgrinde-Kniebis-Murggebiet des Nordschwarzwalde bis etwa 1800. – Mitt. Ver. Forstl. Standortskde. u. Forstpfl. Züchtung, **17**: 1-22; Stuttgart.
- HÖLZER, A. (1977): Vegetationskundliche und ökologische Untersuchungen im Blindensee-Moor bei Schonach. – Diss. Bot., **36**, 195 S.; Vaduz.
- HÖLZER, A. (1982): Beziehungen zwischen chemischen Parametern des Moorwassers und Pflanzen in den Biberkessel-Mooren an der Hornisgrinde (Nordschwarzwald). – Telma, **12**: 37-46; Hannover.
- HÖLZER, A. & HÖLZER, A. (1987): Paläoökologische Moor-Untersuchungen an der Hornisgrinde im Nordschwarzwald. – Carolea, **45**: 43-50; Karlsruhe.
- HÖLZER, A. & HÖLZER, A. (1988): Untersuchungen zur jüngeren Vegetations- und Siedlungsgeschichte im Blindensee-Moor (Mittlerer Schwarzwald). – Carolea, **46**: 23-30; Karlsruhe.
- HÖLZER, A. & HÖLZER, A. (1988): Untersuchungen zur jüngeren Vegetations- und Siedlungsgeschichte in der Seemisse am Ruhestein (Nordschwarzwald). – Telma, **18**: 157-174; Hannover.
- HÖLZER, A. u. HÖLZER, A. (1990): Paläoökologische und siedlungsgeschichtliche Untersuchungen im Seewadel bei Singen (Hegau). – Berichte der Römisch-Germanischen Kommission, **71**: 309-333; Mainz.
- HÖLZER, A. & HÖLZER, A. (1994): Studies on the vegetation history of the Lautermoor in the Upper Rhine Valley (SW-Germany) by means of pollen, macrofossils, and geochemistry. – In: Festschrift Gerhard Lang. (edit. A.F. LOTTER & B. AMMANN). Diss. Bot., **234**: 309-336; Berlin, Stuttgart.
- HÖLZER, A. u. SCHLOSS, S. (1981): Paläoökologische Studien an der Hornisgrinde (Nordschwarzwald) auf der Grundlage von chemischer Analyse, Pollen- und Großrestuntersuchung. – Telma, **11**: 17-30; Hannover.
- JAESCHKE, J. (1934): Zur postglazialen Waldgeschichte des nördlichen Schwarzwaldes. – Beih. Bot. Cbl., **51/II**, 527-565; Dresden.
- JANSSEN, C.R., CUP-UITERWIJK, EDELMAN, H.J., MEKEL-TE RIELE, J. & PALS, J.P. (1975): Ecologic and palaeoecologic studies in the Feigne D'Artimont (Vosges, France). – Vegetatio, **30**: 165-178.
- JANSSEN, C.R. & BRABER, F.I. (1987): The present and past grassland vegetation of the Chajoux and Moselotte valleys (Vosges, France). – Proceedings C **90** (2), 115-138.
- KÖRBER-GROHNE, U. (1964): Bestimmungsschlüssel für subfossile Juncus-Samen und Gramineen-Früchte. – Probleme der Küstenforschung im südlichen Nordseegebiet, **7**. 47 S.; Hildesheim.

- KRAMM E. (1978): Pollenanalytische Hochmooruntersuchungen zur Floren- und Siedlungsgeschichte zwischen Ems und Hase. – Abhandl. Landesmus. Naturkde., **40/4**: 49 S.; Münster.
- KÜSTER, H.J. (1993): Die Entwicklung der montanen und subalpinen Heiden Mitteleuropas in vegetationsgeschichtlicher Sicht. – Ber. d. Reinh.-Tüxen-Ges., **5**: 77-90; Hannover.
- LANG, G. (1975): Palynologische, großbestanalytische und paläolimnologische Untersuchungen im Schwarzwald – ein Arbeitsprogramm. – Beitr. naturk. Forsch. SüdwDtl., **34**: 201-208; Karlsruhe.
- LÜTT, S. (1992): Produktionsbiologische Untersuchungen zur Sukzession der Torfvegetation in Schleswig-Holstein. – Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg, Heft **23**; Kiel.
- MALLIK, A. U., GIMINGHAM, C.H. & RAHMANN, A. A. (1984): Ecological Effects of Heather Burning. I. Water infiltration, moisture retention and porosity of surface soil. – J. Ecology, **72**: 767-776; Oxford.
- MERKT, J. & STREIF, H. (1970): Stechrohr-Bohrgeräte für limnische und marine Lockersedimente. – Geol. Jb., **88**: 137-148; Hannover.
- METZ, R. (1977): Mineralogisch-landeskundliche Wanderungen im Nordschwarzwald. – 632 S.; Lahr.
- OBERDORFER, E. (1931): Die postglaziale Klima- und Vegetationsgeschichte des Schluchsees (Schwarzwald). – Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br., **31**: 1-85; Freiburg.
- OBERDORFER, E. (1934): Die höhere Pflanzenwelt am Schluchsee (Schwarzwald). – Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br., **34**: 213-245; Freiburg.
- OBERDORFER, E. (1938): Ein Beitrag zur Vegetationskunde des Nordschwarzwaldes. Erläuterung der vegetationskundlichen Karte Bühlertal-Herrenwies (Bad. Meßtischbl. 73). 11 Abb. 8 Tafeln, 1 Karte. – Beitr. zur naturkundl. Forsch. in SüdwDtl., **3**: 149-270; Karlsruhe.
- OBERDORFER, E. (1990): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. – 1050 S.; Stuttgart.
- REEVES, R. D. & BROOKES, R. R. (1978): Trace Element Analysis of Geological Material. Chemical Analysis, Volume 51. – 421 S. New York/Chichester/Brisbane/Toronto.
- RÖSCH, M. (1989): Pollenprofil Breitnau-Neuhof: Zum zeitlichen Verlauf der holozänen Vegetationsentwicklung im südlichen Schwarzwald. – Carolinea, **47**: 15-24; Karlsruhe.
- SCHLENKER, G. & MÜLLER, S. (1978): Erläuterungen zur Karte der regionalen Gliederung von Baden-Württemberg, III. Teil (Wuchsgebiet Schwarzwald). – Mitt. Ver. Forstl. Standortkde. u. Forstpfl. Züchtung, **26**: 6-20; Stuttgart.
- SCHLICHTING, W. (1974): Pollenanalytische Untersuchungen an der Hornisgrinde. Unveröff. Staatsexamensarbeit. Univ. Karlsruhe. 63 S..
- SCHLOSS, S. (1978): Pollenanalytische Untersuchungen in der Seemisse beim Wildsee/Ruhestein (Nordschwarzwald). – Beitr. naturk. Forsch. SüdwDtl., **37**: 37-53; Karlsruhe.
- SCHLOSS, S. (1987): Ein spätglaziales Pollenprofil von der Hornisgrinde – Nordschwarzwald. – Carolinea, **45**: 167-168; Karlsruhe.
- SCHÖNIGER, W. 1961. Die Kolbenmethode in der organischen Mikroelementaranalyse. – Z. Anal. Chemie, **181**: 28-39; München, Berlin.
- SMETTAN, H.W. (1989): Der Cannabis/Humulus-Pollentyp und seine Auswertung im Pollendiagramm. In: KÖRBER-GROHNE, U. & KÜSTER, H. (1989): Archäobotanik. – Diss. Bot., **133**: 25-40; Stuttgart.
- van GEEL, B. (1976): A paleoecological study of holocene peat bog sections, based on the analysis of pollen, spores and macro- and microscopic remains of fungi, algae, cormophytes and animals. – Diss., 75 S.; Amsterdam.
- VUORELA, I. (1983): Field erosion by wind as indicated by fluctuations in the ash content of Sphagnum peat. – Bull. Geol. Soc. Finland, **55**, (1): 25-33; Helsinki.
- ZIENERT, A. (1967): Vogesen- und Schwarzwald-Kare. – Eiszeitalter und Gegenwart, **18**: 51-75; Öhringen.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Carolinea - Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland](#)

Jahr/Year: 1995

Band/Volume: [53](#)

Autor(en)/Author(s): Hölzer Adam, Hölzer Amal

Artikel/Article: [Zur Vegetationsgeschichte des Hornisgrinde- Gebietes im Nordschwarzwald: Pollen, Großreste und Geochemie 199-228](#)