

TELMA	Band 18	Seite 157—174	5 Abb.	Hannover, November 1988
-------	---------	---------------	--------	-------------------------

Untersuchungen zur jüngeren Vegetations- und Siedlungsgeschichte in der Seemisse am Ruhestein (Nordschwarzwald)

Research on the Later History of Vegetation and Settlement in the Seemisse/Ruhestein
(Northern Black Forest, FRG)

ADAM HÖLZER und AMAL HÖLZER*)

ZUSAMMENFASSUNG

Ein kurzer Profilabschnitt aus der Seemisse am Ruhestein im Nördlichen Schwarzwald wurde bezüglich der Pollen, Großreste und der chemischen Zusammensetzung in 1cm-Abständen untersucht. Aufgrund der Ergebnisse aus den Pollenanalysen gibt er die Vegetationsentwicklung etwa der letzten 500 Jahre wieder.

Im Pollendiagramm finden sich einige Arten, die nur in tieferen Lagen vorkommen. So gibt das Diagramm mehr die regionale als die lokale Vegetation wieder.

Bei den Großresten lassen sich aufgrund der Torfmoose feuchtere und trockenere Phasen unterscheiden. Dabei spielt ein Brandhorizont eine besondere Rolle. Er geht auf einen Brand im Jahre 1800 zurück.

Bei den chemischen Analysen wurden 22 Parameter gemessen. Viele Elemente zeigen eine Zunahme nach oben hin, was sich aber wenigstens zum Teil natürlich erklären läßt. Andere Elemente wie Silizium und Titan sind weitgehend immobil und zeigen ein Maximum im Bereich des Brandes.

Die parallele Bearbeitung der Pollen, Großreste und der chemischen Zusammensetzung hat sich als sehr nützlich erwiesen.

SUMMARY

A short profile of the upper 41 centimeters of the Seemisse in the Northern Black Forest was analysed for pollen, plant macrofossils and chemistry in

*) Anschriften der Verfasser: Dr.A.HÖLZER, A.HÖLZER, Landessammlungen für Naturkunde, Erbprinzenstr. 13, D-7500 Karlsruhe

intervals of 1 centimeter. It shows the development of the bog and of the vegetation during the last 500 years.

The pollen rain represents more the regional than the local vegetation. There is a high number of species of lower altitudes. From the macrofossils one can know more humid or trier phases. An ash layer of the year 1800 was an important event.

22 chemical factors were analysed. Many elements rise in the upper part of the profile. But this can be explained not only by the increased input of heavy metals, there exist also natural explanations for at least part of this increase. Other elements like Si and Ti are rather immobile and show a maximum in the ash layer.

The combined analysis of pollen, macrofossils and chemistry proved very useful.

INHALT

1. Einleitung
2. Untersuchungsgebiet und Methoden
 - 2.1 Untersuchungsgebiet
 - 2.2 Methoden
3. Großreste
4. Pollendiagramm
5. Chemische Analysen
6. Vergleichende Diskussion der Pollen-, Großreste- und chemischen Analysen
7. Literatur

1. EINLEITUNG

Aus dem nördlichen Teil des Schwarzwaldes liegen zahlreiche pollenanalytische Untersuchungen vor. Es sei hier nur an die Arbeiten von JÄSCHKE (1934), HAUFF (1957), LANG (1958) und RADKE (1973) erinnert. HAUFF (1957) veröffentlichte unter dem Namen "Wildseemoor" eine Prozenttabelle. Da er aber eine Höhe von 914 m angibt, könnte das Profil auch aus dem südlich anschließenden Moor stammen. SCHLOSS (1978) veröffentlichte schon ein Profil von der Seemisse. Das Profil hat eine Länge von etwa 3 m und geht bis ins Boreal zurück.

Diese Arbeiten sind aber nur unter Schwierigkeiten mit der vorliegenden zu vergleichen. Bei JÄSCHKE (1934) und HAUFF (1957) wurden nur wenige Pollentypen unterschieden. Die anderen Bearbeiter legen nur geringen Wert auf die Untersuchung der jüngeren Profilabschnitte, obwohl gerade diese sich bestens zur Untersuchung vieler Fragen eignen.

Die Bearbeitung der Profile wurde im Rahmen der Arbeiten an der Hornisgrinde begonnen (z.B. HÖLZER & SCHLOSS 1981, HÖLZER & HÖLZER 1987). Dabei stellte sich die Frage, wie sich der große Brand, der am 2. August 1800 begann und 6 Wochen andauerte, an der Hornisgrinde ausgewirkt haben könnte. Dieser Brand vernichtete 26 km² Wald, die Brandfläche erstreckte sich von der Schönmünz bis zum Tonbach und vom Wildsee bis Röt im Murgtal. Die

aufsteigende Rauchsäule war noch in Esslingen zu sehen (METZ 1977). Die Auswirkungen dieses Brandes sollten an einem Vergleichsprofil überprüft werden, für das der Brand sicher belegt ist. Herr Dr. SCHLOSS machte mich auf die Brandschicht aufmerksam, die er bei der Bearbeitung seines Profils fand und half bei der Bergung des Profils. Ihm sei mein bester Dank dafür gesagt.

2. UNTERSUCHUNGSGEBIET UND METHODEN

2.1 Untersuchungsgebiet

Die Seemisse ist eines der vielen Kare im Nordschwarzwald. FEZER (1957) stellte in einer umfangreichen Arbeit alle Kare und karähnlichen Formen zusammen. Er listet über 200 solcher Formen auf. Die Seemisse gehört zu einer nordöstlich exponierten Kargruppe am Ostrand des Seekopfes. Im bekanntesten Kar liegt der Wildsee am Ruhestein, der am Rand keine Vermoorungen aufweist. Weiter zu nennen ist hier die Pfälzer Grub, die wie die anderen noch kleineren Kare nur geringe Vermoorungen aufweist. Dies liegt zum Teil daran, daß diese Kare sehr schnell mit Sand oder Blöcken aufgefüllt wurden. Welche Mengen an Sand auch heute noch die Karwände herabgeschwemmt werden, sieht man sehr schön am Ufer des Wildsees.

Geologisch gehört das Gebiet zum Buntsandstein. Der Karboden der Seemisse liegt im Bereich des ECKschen Konglomerats (smc1), der Bausandstein (smb) baut die Karrückwand auf. Das Hauptkonglomerat (smc2) des Mittleren Buntsandsteins bildet die Grindenfläche des Seekopfes.

Die Niederschläge betragen nach JAHN (1957) am Westhang des Ruhesteins 2136 mm. In der Seemisse dürften die Werte in ähnlicher Größe liegen. In der Arbeit von JAHN (1957) findet sich auch eine Karte der Böden.

Die heutige Mooroberfläche der Seemisse ist von einem dichten Bestand der Bergkiefer in der Latschenform bedeckt. Beigemischt sind wenige Exemplare von *Picea abies*, *Betula pubescens*, *Sorbus aucuparia* und *Frangula alnus*. Die Strauchschicht bilden *Vaccinium myrtillus*, *V. uliginosum*, *V. oxycoccus*, *Andromeda polifolia* und *Empetrum nigrum*. Bei den Torfmoosen dominiert *Sphagnum magellanicum* mit *S. nemoreum* und *S. rubellum*. Dazu finden sich *S. angustifolium*, *S. fallax*, *S. cuspidatum* und an den etwas reicheren Stellen *S. palustre* und *S. papillosum*. Seltener ist *S. tenellum*.

Die Umgebung des Moores ist heute von der Fichte geprägt, die aber weitgehend auf die großen Anpflanzungen nach dem Brand von 1800 zurückgeht. In der Karwand finden sich beachtliche Buchen und sogar ein Vorkommen von *Ilex aquifolium*, das SCHLOSS (1978) angibt. Das natürliche Vorkommen der Fichte dürfte auf eine ganz schmale Zone in den Karen um die Moore beschränkt gewesen sein.

Über die Lage der Seemisse im Schwarzwald gibt Abbildung 1 Auskunft.

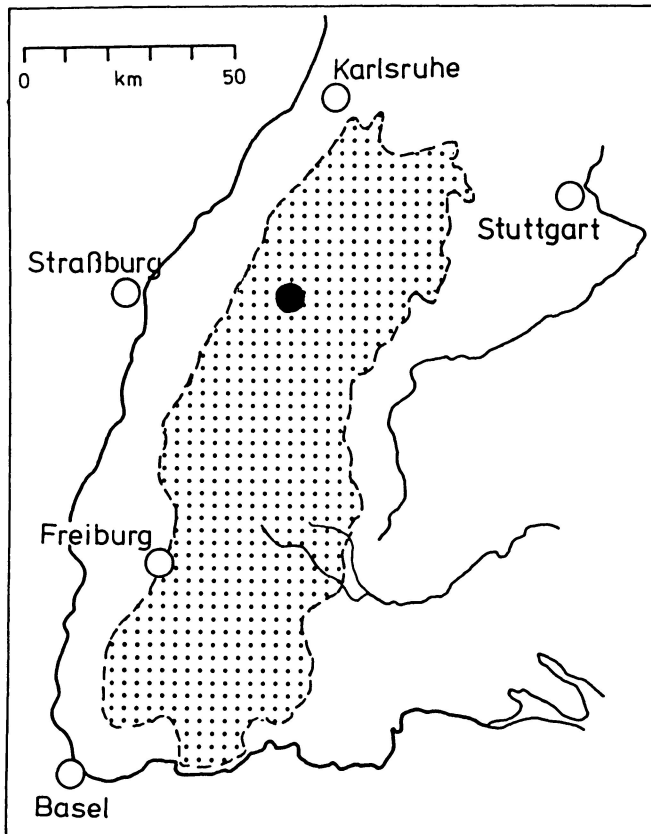


Abb. 1
Lage des Untersuchungsgebietes. Punktiert: Schwarzwald
Site of research area. Dotted: Black Forest

2.2 Methoden

Das Profil wurde im Herbst 1980 im Zentrum der Seemisse an einer lichten Stelle zwischen Bergkiefern mit einem Spaten als Torfkörper von etwa 20x20x41 cm entnommen. Im Labor wurden die äußeren Schichten dieses Torfkörpers erneut abgeschnitten und der verbliebene Rest in Scheiben von 1 cm Dicke aufgeteilt. Der wiederum äußere Teil dieser Scheiben diente der Großrestanalyse. Aus dem inneren Teil, der für die chemischen Analysen verwendet wurde, wurde etwa 1 Gramm Torf für die Pollenanalysen ausgestochen.

Die Proben für die Großreste (etwa 50 ccm) wurden in 5%-iger Kalilauge leicht erwärmt und dann durch ein Sieb von 200 Mikrometer Maschenweite gegossen. Danach wurden die Proben unter einem Stereomikroskop durchgemustert, unter dem Mikroskop nachbestimmt und der Anteil der einzelnen Komponenten an der Gesamtmasse geschätzt.

Die Proben für die Pollenanalysen wurden nach Erhitzen in Kalilauge acetolysiert (FAEGRI & IVERSEN 1975). Aufbewahrt wurden die Proben in Glycerin. Danach wurden Präparate in Gly-

ceringelatine angefertigt und diese gezählt. Die Bezugssumme für die Darstellung bilden die Baumpollen (BP).

Die Messung der chemischen Parameter erfolgte folgendermaßen:

Der Torf wurde bei 105°C getrocknet und dann mit einem Achatmörser staubfein gemahlen. Die Bestimmung des Stickstoffs erfolgte photometrisch nach Aufschluß nach ALLEN (1974) mit einer modifizierten Indophenolblau-Methode. Der NaOH-Auszug ist auf ein Gramm trockenen Torf pro Liter bezogen. Die Extinktion wurde bei 570 nm gemessen. Die Veraschung erfolgte bei 550°C. Aufschlüsse für Silizium wurden mit NaOH-Schmelze, für Titan mit Kaliumsulfat-Schmelze durchgeführt. Die Elemente wurden photometrisch mit Ammoniummolybdat bzw. Tiron bestimmt.

Die Analyse der restlichen Elemente erfolgte nach einem Aufschluß mit Salpetersäure-Schwefelsäure. Photometrisch gemessen wurden: P mit Ammoniummolybdat, Fe mit Orthophenanthrolin und Al mit Aluminon. Ferner wurden folgende Geräte verwendet: Ein Atomabsorptionspektrophotometer Pye-Unicam SP 90 für die Elemente Ca, Mg und Mn, ein Flammenphotometer der Firma Lange für Na und K, ein Polarograph Metrohm E626 mit Inversvoltametriezubehör für Cu, Bi, Sn, Pb, Cd, Zn, Ni und Co.

Die Auswertung der umfangreichen Daten erfolgte mit einem Apple-Microcomputer.

Die Diagramme konnten mit einem Plottprogramm, das Herr P. THOMAS entwickelte, auf einem Plotter HP 7570 mit einem PC von Zenith gezeichnet werden. Herrn THOMAS gilt mein besonderer Dank dafür.

In den Diagrammen findet sich neben den schraffierten Kurven noch die zehnfache Überhöhung.

3. GROSSRESTE (Abb. 2)

Das Großrestdiagramm läßt sich in 3 Abschnitte gliedern. Dabei spielt hauptsächlich die Dominanz der Torfmoose eine Rolle. Torfmoose eignen sich hervorragend zur Beschreibung der Feuchtigkeits- und Trophiebedingungen. Einschränkend muß nur gesagt werden, daß die Gruppe der Acutifolia Schwierigkeiten bei der Unterscheidung der Arten macht. Im vorliegenden Fall dürfte aber das Problem auf die Unterscheidung von *Sphagnum rubellum* und *S.nemoreum* beschränkt sein. Im Profil wurden nur Stammblätter vom *S.rubellum*-Typ gefunden und man darf deshalb beim Vorkommen von *Sphagna Acutifolia* wohl von recht feuchten Standortbedingungen ausgehen. Es könnte aber auch sein, daß Stammblätter von *S.nemoreum* wegen der größeren Trockenheit schlechter erhalten bleiben und deshalb nicht gefunden wurden. Ein weiteres Problem bildet die Unterscheidung von *S.fallax* und *S.angustifolium* anhand der Astblätter. Das Merkmal der Porenverhältnisse in den hängenden Ästen ist kein eindeutiges Merkmal, selbst wenn man im Torf hängende und abstehende Äste unterscheiden kann. Stammblätter fanden sich recht selten. Die wenigen wiesen aber auf *S.angustifolium*. Außerdem spricht die Vergesellschaftung mit *S.magellanicum* und *S.rubellum/nemoreum* für die Art *S.angustifolium*.

**Seemisse am Ruhestein (935m)
Großreste**

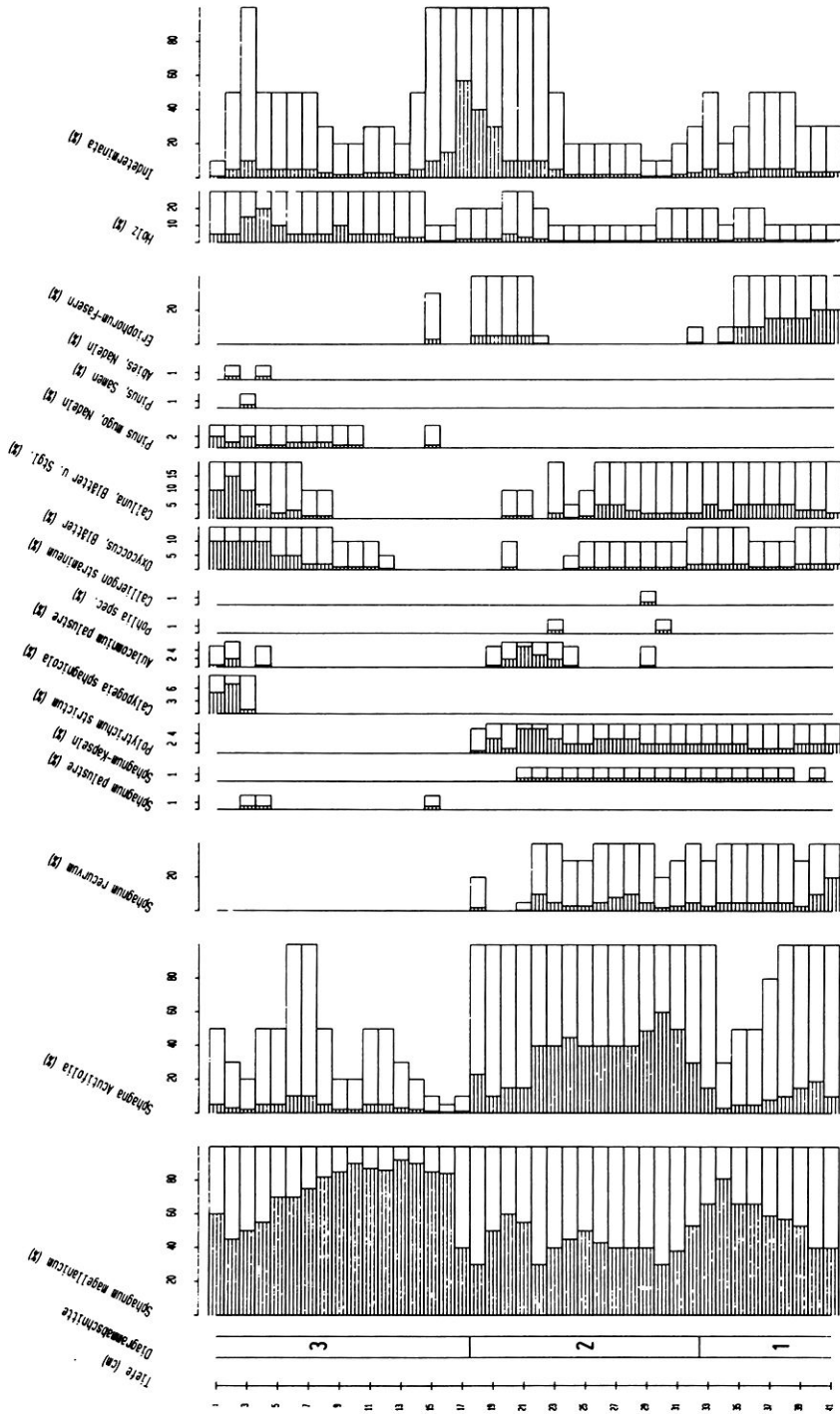


Abb. 2
Großrestdiagramm
Diagram of the plant macrofossils

Im Diagrammabschnitt I dominiert *S. magellanicum*. Im Rasen sind noch *Sphagna Acutifolia* und *Polytrichum strictum* beige-mischt. Zusammen mit *Oxycoccus palustris* und *Eriophorum* sind das Zeiger für eine relativ trockene Phase des Moores.

Abschnitt II ist anfangs wohl etwas feuchter. Das Maximum der *Acutifolia* liegt bei 31 cm. Hier gehen auch die *Calluna*-Blätter und Sproßstücke zurück und *Eriophorum* fehlt am Anfang. Der Torf dürfte schnell gewachsen sein. Gegen Ende dieses Abschnitts kommt es zu einem "Reifen" der Oberfläche und damit zu einer Verlangsamung des Moorwachstums an dieser Stelle. *Polytrichum strictum*, *Aulacomnium palustre* und *Eriophorum* nehmen zu. Auch in anderen Mooren des Schwarzwaldes finden sich ähnliche Erscheinungen kurz vor dem Brand (vgl. Kapitel 5). Die trockenen Verhältnisse am Ende dieser Zone erleichtern dann das Abbrennen der Fläche. Der Brand ist deutlich an der Zunahme der unbestimmbaren Bestandteile erkennbar. Allerdings dürfte das Feuer nur wenig in die Tiefe gegangen sein, da man in den Kurven des Pollendiagramms keinen deutlichen Hiatus erkennt.

Der Brand bedeutete für die Mooroberfläche einen großen Einschnitt. Viele Arten erlöschen vorübergehend. Er bedeutet aber auch eine gewisse Eutrophierung der Mooroberfläche, die sich am Vorkommen von *S. palustre* ablesen läßt. Sicher stammt die Asche nicht nur direkt aus dem Moor. Auch Asche aus der weiteren Umgebung wurde ins Moor geweht. Nach JÄGERSCHMID (1846) (nach METZ 1977) sollen bei dem großen Brand Funken bis Irrnagold geflogen sein und dort Tuch auf der Leine beschädigt haben. Diese Asche läßt sich sicherlich auch in weiteren Mooren anhand der chemischen Analyse nachweisen, auch wenn es in diesen Mooren selbst nicht gebrannt hat.

Nach Bränden in Mooren kommt es durch die Kohle und Asche zu einer Verdichtung des Untergrundes und deshalb zu einer Vernäsung der Brandstelle (MALLIK, GIMINGHAM & RAHMAN 1984). Dadurch kommen normalerweise die *Sphagna Acutifolia* (= *S. rubellum*) zur Dominanz. Eine solche Entwicklung findet sich auch nach dem großen Brand von 1800 an der Hornisgrinde, die nur wenige Kilometer weiter im Norden liegt (HÖLZER & SCHLOSS 1981, HÖLZER & HÖLZER 1987). Ähnlich sind die Verhältnisse auch im Blindensee-Moor im Mittleren Schwarzwald nach einem Brand (HÖLZER & HÖLZER 1987).

Ganz anders sind die Verhältnisse in diesem Profil. Hier kommen in Abschnitt III nicht die *Sphagna Acutifolia* zur Dominanz, sondern *S. magellanicum*. Im oberen Teil dieses Abschnittes wird die Oberfläche wieder trockener und die Ericaceen nehmen wieder zu. Das Moorwachstum verlangsamt sich erneut.

4. POLLENDIAGRAMM (Abb. 3 und 4)

Für den Pollenniederschlag spielen die Winde eine wichtige Rolle, im Schwarzwald sind es die Westwinde. Besonders wichtig sind die Steigungswinde am Westhang. Aber auch Ostwinde spielen eine gewisse Rolle. Diese Verhältnisse dürfen aber nicht direkt auf die Interpretation der Pollenanalysen übertragen werden. Man müßte dabei noch beachten, zu welcher Zeit die verschiedenen Winde wehten, d.h. ob in der Blütezeit der fraglichen Pollentypen.

Seemisse am Ruhestein (935m)
Pollenanalyse
 BP - 100 %

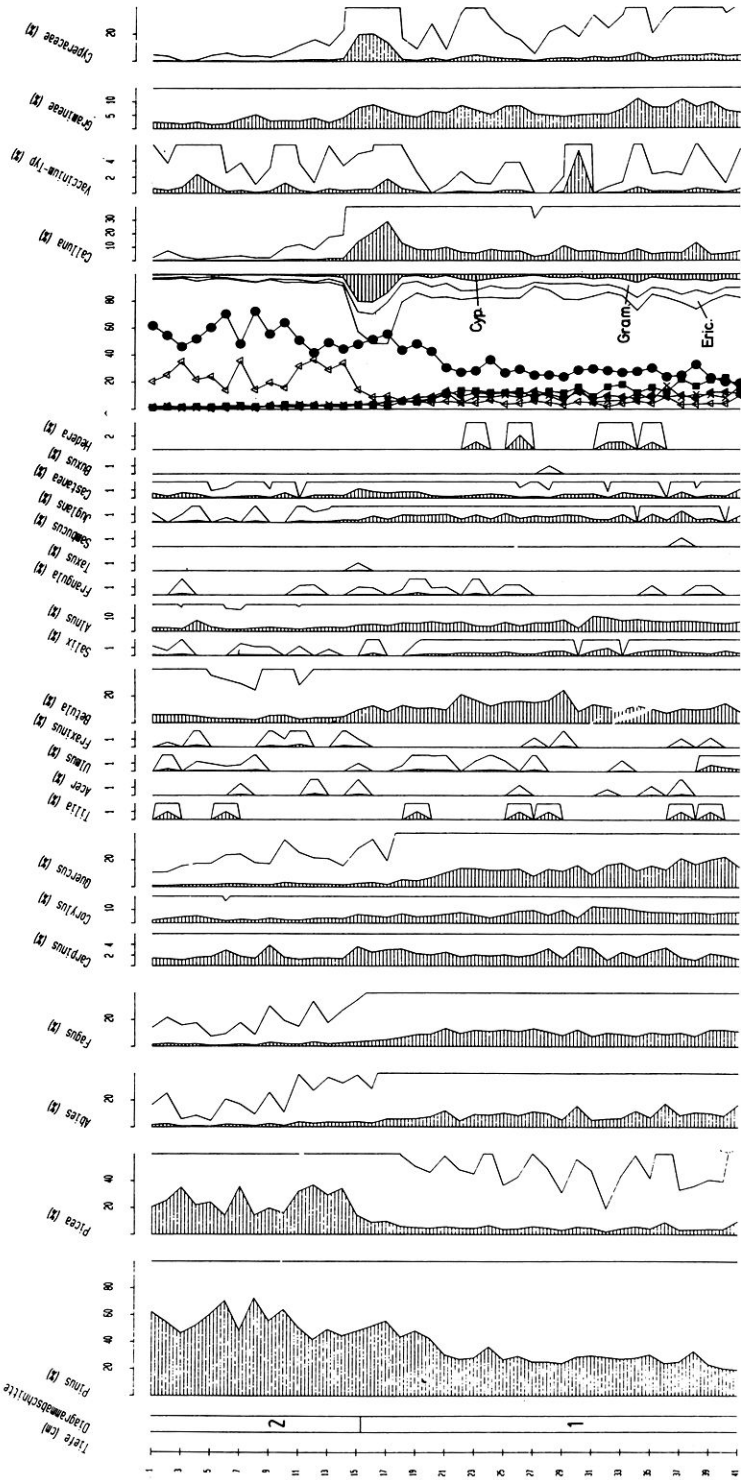


Abb. 3
 Pollendiagramm, Teil 1
 Pollen diagram, part 1

Seemisse am Ruhestein (935m)
Pollenanalyse
 BP = 100 %

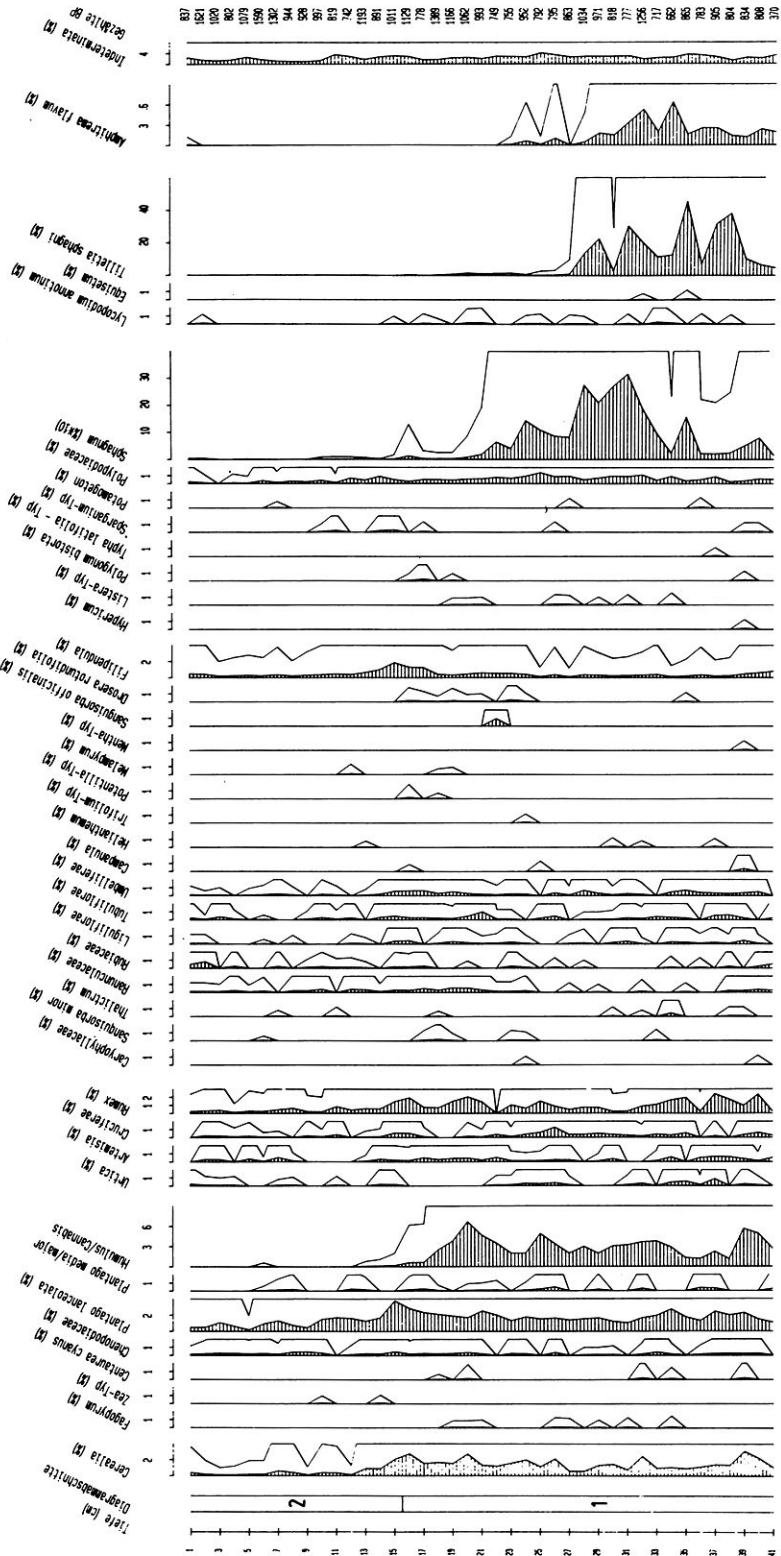


Abb. 4
 Pollendiagramm, Teil 2
 Pollen diagram, part 2

Nach den Baumpollen läßt sich das Diagramm in zwei Abschnitte gliedern. Die Trennlinie bildet der große Brand von 1800, der nach dem Chemiediagramm (Abb. 5) bei der Probe 18 sein Maximum hat. Mit einer gewissen Zeitverschiebung folgt ein Maximum der Cyperaceen, Gramineen und Ericaceen. Sie können sich nach dem Brand kurzzeitig ausbreiten und gehen dann nach der systematischen Aufforstung wieder zurück.

Im unteren Abschnitt dominiert vor allem der Eichenmischwald (besonders die Eiche) neben der Kiefer. Tanne und Buche liegen in ähnlicher Größenordnung. Im oberen Abschnitt steigt die Fichte schnell an und ist neben der Kiefer der wichtigste Baum. Im Bereich der Proben 21-29 findet sich ein leichtes Maximum der Birke. In diesem Bereich nimmt auch die Tanne leicht zu. Dies ist wohl die Zeit der großen Holzeinschläge. Die Birke als Lichtholz und Pionierart kann vorübergehend zunehmen. Nach der Aufforstung geht die Birke wieder zurück, da sich nach Aufkommen des Waldes außer an besonderen Standorten kein Platz mehr findet.

Eine weitere Möglichkeit der Gliederung des Diagramms bietet sich anhand der lokalen Elemente. Der untere Abschnitt des Profils zeigt Sphagnumsporen, *Tilletia sphagni* und *Amphitrema flavum*, die im oberen Abschnitt fast nicht vorkommen. Will man das Profil zeitlich einordnen, so bieten sich dafür zwei Marken an, einerseits der Abfall der *Humulus/Cannabis*-Kurve bei etwa 16 cm, andererseits der Anstieg der Fichte ab etwa 17 cm. Der Abfall der *Cannabis*-Kurve ist etwa dem Jahr 1750 gleichzusetzen, als in der Rheinebene die Hanfmärkte wegen billigerer Importe aus dem Baltikum zusammenbrachen. Bühl und Achern, die beide nur wenige Kilometer weiter westlich liegen, zählten zu den wichtigsten Hanfmärkten Südwestdeutschlands.

Im Biberkessel an der Hornisgrinde (HÖLZER & HÖLZER 1987) erreichte die *Cannabis*-Kurve über 20%, auf dem Gipfel (HÖLZER & SCHLOSS 1981) dagegen bei BP + NBP als Berechnungsgrundlage Werte um 6%. BECKH (1984) fand im Ruhesteinloch nur 2 km südwestlich der Seemisse Werte um 10%. RADKE (1973), dessen Arbeitsschwerpunkt weiter östlich lag, nennt Werte zwischen 1 und 10%. LANG (1958) führt ihn als *Humulus*-Typ mit sehr spärlichen Werten. Es scheint hier einen gewissen West-Ost-Gradienten zu geben, der sich aus dem Hauptanbau in der Rheinebene und der Vorhügelzone des Schwarzwaldes erklärt. Hanf ist recht anspruchsvoll bezüglich des Bodens. Ebenso dürfte er im Murgtal angebaut worden sein, was die Werte von RADKE (1973) erklärt.

Vergleicht man das Profil mit dem der Hornisgrinde im Nord-schwarzwald (HÖLZER & HÖLZER 1987), so stimmen die Kurvenverläufe von *Picea* und *Humulus/Cannabis* recht gut überein. Auch dort setzt der Anstieg der *Picea*-Kurven etwas früher ein als der Abfall der *Cannabis*-Kurve.

Der Anstieg der *Pinus*-Kurve muß nicht nur von der Austrocknung der Moore in der jüngeren Zeit herrühren. Er ließe sich auch als Aufforstungsmaßnahme in der Umgebung erklären. Außer

mit Fichten wurde nämlich auch mit Kiefern, besonders an den Sonnenhängen, aufgeforstet (JAHN 1957) und dies könnte ein Grund für die Zunahme sein.

Nach dem Brand (vgl. Kapitel 5, Chemie) folgt eine starke Zunahme der Ericaceen. Dies erklärt sich daraus, daß alte Bestände nach Abbrennen wieder kräftiger wachsen. Ebenso werden nach einem Brand die Keimbedingungen für *Calluna* besser (GIMINGHAM 1972). Auch *Vaccinium myrtillus* wird durch Brände begünstigt. Nach dem Brand nehmen in gleicher Tiefe noch die Zeiger für Grünland wie *Plantago lanceolata* zu.

Bei FEZER (1957) wird die Seemisse als vermoorter Karsee aufgeführt. Die Wasserpflanzenpollen im vorliegenden Profil dürfen aber sicher nicht als Zeichen dafür angesehen werden, daß es in der Seemisse in der Zeit, die das Profil beinhaltet, noch einen Restsee gab. Viel eher ist anzunehmen, daß diese Pollen vom Wildsee oder sogar noch von weiter her angeweht wurden.

Abschließend stellt sich noch die Frage nach der Rolle der Fichte im Bereich der Seemisse vor dem Brand. Im Pollendiagramm ist sie mit geringen Prozentwerten vorhanden, meist unter 5% der BP. Nach HUNTLEY & BIRKS (1983) kann man erst ab Werten von 5% mit lokaler Anwesenheit der Fichte rechnen. HAUSBURG (1967) schreibt aufgrund historischer Quellen, daß sich die Fichte schon ab 1500 nicht mehr auf ihre spärlichen Vorkommen in den Höhenlagen beschränkte, sondern in die vom Menschen genutzten Flächen einwanderte. Im Biberkessel (HÖLZER & HÖLZER 1987), wo Fichtennadeln schon in sehr viel älterer Zeit gefunden wurden, erreichten die Fichtepollen gleichzeitig sogar nur Werte unter 1%. Man darf daher in der Seemisse sicher auch mit Fichtenvorkommen ohne Zutun des Menschen rechnen. Das lokale Element Fichte wird hier wie an der Hornisgrinde durch den Pollenflug aus der Rheinebene oder vom Westabhang unterdrückt. Von einer ähnlichen Erscheinung berichtet GROSSE-BRAUCKMANN (1978) vom Schauinsland im Südschwarzwald bei der Untersuchung von Rezentanflug. Für das Gebiet der Hornisgrinde sind Untersuchungen zum heutigen Pollenflug schon seit mehreren Jahren in Arbeit. Erst nach Abschluß dieser Arbeiten und der Untersuchung weiterer Profile wird man eine genauere Aussage machen können.

5. CHEMISCHE ANALYSEN (Abb. 5)

Eine der Hauptfragen bei der chemischen Analyse ist die Mobilität der Elemente und damit die Frage, inwieweit sich chemische Analysen von Hochmoortorfen als Nachweise der historischen Belastung mit Schwermetallen eignen.

Diese Frage wird sehr unterschiedlich beantwortet. WANDTNER (1981), der auch Profile aus dem Schwarzwald bearbeitete, nimmt an, daß Hochmoore sich als "biologische Monitorsysteme" für Schwermetallimmissionen eignen. Auch MENKE (1987) nimmt an, daß sich der überwiegende Teil seiner untersuchten Elemente zur Rekonstruktion der Immissionen in der Vergangenheit eignet.

Seemisse am Ruhestein (935m)
Chemische Analysen
Bezug: Trochengewicht

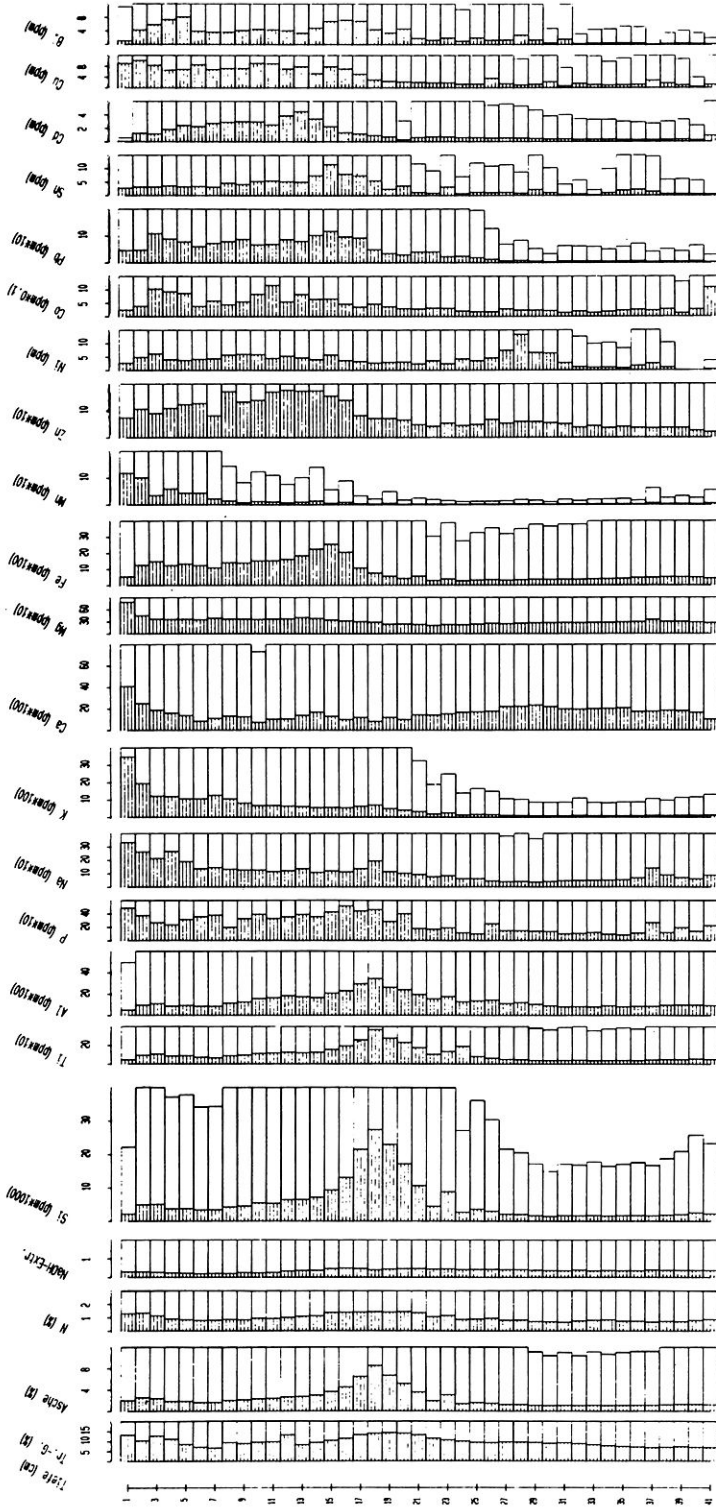


Abb. 5
Diagramm der Chemischen Analysen
Diagram of the chemical analyses

Zu anderen Ergebnissen dagegen kommen z.B. DAMMAN (1978), CLYMO (1983) oder HÖLZER & HÖLZER (1987).

Sehr interessant für die Beantwortung dieser Frage dürfte das Verhalten der Elemente bei einem Brand sein, wie wir ihn im vorliegenden Profil vorfinden. Das Maximum des Brandes liegt bei der Probe 18. Elemente, die relativ immobil sind, müßten im Bereich des Brandes bleiben. Sicherlich recht gut geeignet und weitgehend immobil dürfte Silizium sein, wie man aus dem Kurvenverlauf sieht. Es dürfte hauptsächlich in der Form von Quarz oder Silikaten vorliegen. Es könnte auch noch biogenes Silizium daran beteiligt sein. Da es sich bei der angewandten Methode um einen Aufschluß des Gesamtsiliziums handelt, wäre in Zukunft eine Unterscheidung interessant, was aber wegen der geringen zur Verfügung stehenden Probenmenge schwierig ist.

Beachtlich ist, daß erhöhte Si-Werte sich über 7 cm weg finden. Dies könnte an der Verteilung der Asche durch die Niederschläge liegen.

Einen ähnlichen Kurvenverlauf wie Silizium zeigen auch der Aschehalt, Titan und Aluminium. Einen weiteren Typ repräsentieren die Kurven von Natrium und Kalium. Sie haben einerseits ein Maximum im Bereich des Brandes, andererseits an der Oberfläche. Im Bereich des Brandes werden die immobilen Anteile erfaßt, an der Oberfläche die durch die Torfmoose dort angereicherten mobilen Anteile.

Andere Elemente zeigen ein deutliches Maximum in den obersten Zentimetern. Hierzu gehören die Elemente Na, K, Ca, Mg und Mn. Diese werden wahrscheinlich von den Torfmoosen aktiv in den Köpfchen angereichert. GIES (1972) wies z.B. besonders hohe Konzentrationen an Na, K und Ca im Presswasser aus *Sphagnum*-Köpfchen nach. In den tiefer liegenden Bereichen waren sie viel niedriger.

Eine Reihe weiterer Elemente zeigen nach oben hin eine deutliche Zunahme. Hierzu gehören vor allem die Schwermetalle. Manche nehmen in den obersten Zentimetern wieder ab. Man könnte deshalb versucht sein, diesen Anstieg zunehmenden Immissionen zuzuschreiben. Dies ist aber umstritten. So zeigte CLYMO (1983), daß Elemente innerhalb der Torfmoose von unten nach oben erreicht werden. Dies könnte also selbst bei einem niedrigen, konstanten Input, wie er auch ohne Einfluß der Menschen vorhanden war und auch noch ist, über lange Zeit weg zu einer Anreicherung im obersten Bereich eines Profiles führen. Man denke hier nur an die Gehalte an Schwermetallen im Granit.

DAMMAN (1978) zeigte, daß viele Elemente im Bereich des Grundwasserstandes ein Maximum haben. Dies gilt auch für das vorliegende Profil.

Diese Frage dürfte sich aber recht schwer klären lassen. Ein Ansatz dazu wäre vielleicht die Untersuchung der stabilen Bleiisotope ^{204}Pb , ^{206}Pb , ^{207}Pb und ^{208}Pb . Interessanter und auch erfolgversprechender dagegen dürfte die Suche nach Einzelpeaks

sein, vor allem wenn sie bei Parametern zu erkennen sind, die aus verschiedenen Aufschlüssen bestimmt wurden. Hierzu gehören die Peaks von Si, Ti, Al und Ni bei den Proben 2 und 3 und bei 23 und 24 (ablesbar aus Spalte "Tiefe (cm)") . Besonders fällt auch noch der Peak von Ni und Bi bei 28 auf. Bei dem Peak von Sn nur einen Zentimeter tiefer dürfte es sich um das gleiche Ereignis handeln. Da Sn-Mineralien sehr schwer sind, könnten sie ein wenig tiefer gesunken sein. Ein weiterer Peak von P, Na, Mg, Mn, Ni und Cu findet sich bei 37 cm. Genaueres über diese Peaks läßt sich erst nach der Fertigstellung weiterer Profile aus diesem Gebiet sagen.

6. VERGLEICHENDE DISKUSSION DER ERGEBNISSE DER POLLEN-, GROSS-RESTE- UND CHEMISCHEN ANALYSEN

Vielleicht ist es erstaunlich, daß in der vorliegenden Arbeit nur die obersten 41 Zentimeter und kein vollständiges Profil untersucht wurde. Von besonderem Interesse war aber zu Beginn der Arbeit der Brandhorizont.

Außerdem wurde dieser jüngste Abschnitt gerade bei der Pollenanalyse oft von anderen Bearbeitern vernachlässigt, obwohl er die historische Zeit umfaßt und damit hervorragende Möglichkeiten bietet, die Ergebnisse aus den Diagrammen kritisch mit den historischen Quellen zu vergleichen und dann auch zu relativieren. Ähnliche Maßstäbe müssen dann auch bei der Interpretation der älteren Abschnitte angelegt werden. In besonderem Maß gilt dies für die Zeiten, in denen die Umgebung des Moores waldfrei und tiefere Lagen mit Wald bestockt waren.

Zuerst stellt sich die Frage, ob das Pollendiagramm mehr die lokale oder regionale Vegetation wiedergibt. Als erste Art wäre hier der Hanf zu nennen, der sicherlich nie auf dieser Höhe angebaut wurde. Er kam im Schwarzwald nur bis in mittlere Höhen auf den reicheren Böden vor. Weitere Typen, die sicher nicht in der näheren Umgebung des Moores wuchsen, sind *Quercus*, *Castanea* und *Juglans*. *Juglans regia* geht heute bis etwa 700 m Höhe, *Castanea sativa* ebenso. Einzelexemplare finden sich bis zu einer Höhe von 1000 m, wo sie aber kaum mehr blühen oder gar fruchten. *Carpinus betulus* geht vereinzelt bis auf 900 m (OBERDORFER 1983), in größeren Mengen tritt sie aber kaum mehr über 700 m auf. Ähnliches gilt auch für die Eiche. Betrachtet man die Windverhältnisse, so dürften diese Pollentypen aus der Rheinebene oder vom Westabhang des Schwarzwaldes stammen. Im vorliegenden Profil sind die Verhältnisse aber nicht so extrem wie im Biberkessel an der Hornisgrinde (HÖLZER & HÖLZER 1987).

Bringt man die Ergebnisse der drei Untersuchungsmethoden zueinander in Beziehung, so ergeben sich die nachfolgenden beachtenswerten Überlegungen.

Das Feuer ist wohl sehr schnell über die Bohrstelle weggegangen, d.h. es hat an dieser Stelle nicht sehr lange gebrannt. Es sind höchstens die trockenen Köpfe der Torfmoose abgebrannt und das Feuer ging wenig in die Tiefe. Dies erkennt man vor al-

lem aus dem Pollendiagramm, wo sich kein deutlicher Hiatus in den Kurven findet. Was in den *Sphagnum*-Köpfchen an Elementen angereichert war, wurde anschließend ausgeschwemmt oder wieder in die neue Phytomasse eingebaut. Nur die unlöslichen Teile wie Silikate, Quarze und andere blieben an Ort und Stelle oder wurden im Profil durch den Regen etwas tiefer geschwemmt. Sie finden sich als Peaks im Profil.

Der Brand verursachte aber auch, daß eine Menge an Nährstoffen in die Luft gelangte und verweht wurde. Vielleicht ist das Vorkommen von *Sphagnum palustre* in Probe 15 durch diese Eutrophierung ermöglicht. In Probe 3 und 4 kommt *S. palustre* erneut vor. In den Proben 2, 3 und 4 finden sich im Chemiediagramm (Abb. 5) Maxima von Si, Ti, Al, Na und anderen. Auch dies könnte eine Staubeinwehung und damit eine Eutrophierung sein.

Im Pollendiagramm fällt gegen Ende des untersten Diagrammschnitts eine Zunahme der Birke auf. Hier haben auch *Frangula*, *Plantago lanceolata*, *Fumex*, *Urtica* und *Artemisia* ein Maximum. Um diese Zeit fanden die großen Rodungen statt. Die Hänge und auch Gipfel im Nordschwarzwald waren waldfrei und die Erosion bedeutete eine große Gefahr. Dabei kamen große Mengen an Staub in die Atmosphäre, sei es als Asche beim Abbrennen der unnützen Reste oder als Staub, der vom Boden aufgeweht wurde. Im Chemiediagramm (Abb. 5) sieht man in diesem Bereich eine Zunahme des Aschegehaltes, des Siliziums und des Titans um die Probe 23. Daß auch Titan hier zunimmt, deutet darauf hin, daß es sich um vom Boden aufgewehten Staub handelt. Titan kommt in Pflanzen nicht weiter vor. Hier könnte auch die Unterscheidung der Siliziummodifikation weiterhelfen.

Die bisher untersuchten Profile (HÖLZER & SCHLOSS 1981, HÖLZER & HÖLZER 1987, 1988) zeigen wie im vorliegenden Fall zur Zeit der großen Rodungen trockenere Verhältnisse und damit wohl auch eine Verlangsamung des Moorwachstums. Dies dürfte ein Ergebnis der Rodungen um die Moore herum sein. Nach den Bränden kommt es dann zu einer Verdichtung der Oberfläche und damit zu feuchteren Verhältnissen. Nach einer *S. magellanicum*-Phase folgt eine *S. rubellum*-Phase. Im vorliegenden Profil dagegen breitet sich *S. magellanicum* stark aus. Eine Erklärung dafür gibt es noch nicht.

Weiter stellt sich die Frage, wie die Ergebnisse aus der Pollenanalyse und den Großrest-Untersuchungen bezüglich der Feuchtigkeitsverhältnisse zusammenpassen. *Amphitrema flavum* verweist auf nasse bis sehr nasse Verhältnisse. Dies stimmt sehr gut mit den Verhältnissen bei den Moosen überein. Bei der Besprechung des Großrestdiagramms war der unterste Teil des Abschnittes II als feucht angesprochen worden. Man muß dabei aber beachten, daß Rhizopoden sich sicher mit den wechselnden Grundwasserständen bewegen, um sich den Feuchtigkeitsverhältnissen anzupassen. Damit repräsentieren sie nur in Grenzen die Verhältnisse in dem untersuchten Zentimeter. Sehr viel langsamer als Moose, bei denen man mit höchstens wenigen Jahren rechnen muß, reagieren die Bäume unter natürlichen Verhältnissen. Hier muß

man mit Jahrzehnten oder sogar Jahrhunderten rechnen.

Eine weitere interessante Frage, zu deren Beantwortung das Profil sich eignet, ist, wann Torfmoose hauptsächlich Sporogone bilden. Im vorliegenden Diagramm erkennt man sehr schön, daß das Vorkommen der *Sphagnum*-Sporen im Pollendiagramm sehr gut mit dem der *Sphagnum*-Kapseln im Großrestdiagramm übereinstimmt. Oberhalb der letzten *Sphagnum*-Kapseln finden sich nur noch vereinzelte Sporen. Es stellt sich jetzt die Frage, welcher Art die Sporen zuzuordnen sind. Nach dem Verlauf der Kurven der Torfmoose kommen nur *Sphagnum recurvum* oder *Sphagna acutifolia* in Frage, wobei *S. recurvum*, oder hier wohl *S. parvifolium*, sehr viel wahrscheinlicher ist, da diese Art auch zur gleichen Zeit wie die *Sphagnum*-Kapseln erlischt. Außerdem hat *S. magellanicum* bei uns sehr selten Sporogone. Eine Überprüfung dieser Ergebnisse durch die Unterscheidung der *Sphagnum*-Sporen wurde nach einigen Versuchen aufgegeben, da es sich bei der Untersuchung von Rezentmaterial zeigte, daß die Sporen zu variabel waren.

Wie man sieht, hat sich die parallele Bearbeitung der Pollen, Großreste und der chemischen Parameter als sehr sinnvoll erwiesen. AABY & JACOBSEN (1979) fordern, daß chemische Analysen von Torfen mit Großrestanalysen verbunden werden. Ebenso sollten aber auch Pollenanalysen mit Großrestanalysen verbunden sein. Pollen repräsentieren vor allem die regionale und lokale Vegetation. Die Großreste in einem Hochmoor dagegen stammen fast alle aus der unmittelbaren Nähe der Bohrstelle. Dies gilt vor allem für die Moose, die ganz selten vom Winde als Blätter oder gar Stengel verweht werden. Die Großreste können wiederum die chemische Zusammensetzung des Torfes beeinflussen. So ergänzen sich die drei Untersuchungsmethoden.

7. LITERATUR

- AABY, B. & JACOBSEN, J. (1979): Changes in biotic conditions and metal depositions in the last millennium as reflected in ombrotrophic peat in Draved Mose, Denmark.- Danm.geol.Unders., Arborg 1978: 5-43, Kopenhagen.
- ALLEN, S.E. (Edit.) (1974): Chemical Analysis of Ecological Materials - 1.Aufl., 565 S., Oxford, London, Edinburgh, Melbourne.
- BECKH, G. (1984): Pollenanalytische Untersuchungen im Ruhesteinloch (Nordschwarzwald).- Unveröff.Diplomarbeit, Univ.Karlsruhe.
- CLYMO, R.W. (1983): Peat.- In: GORE, A.J.P. (Edit.). Ecosystems of the world, 4A. Mires: Swamp, bog, fen and moore. General Studies. S.159-224, Amsterdam, Oxford, New York.
- DAMMAN, A.W.H. (1978): Distribution and movement of elements in ombrotrophic peat bogs.- Oikos, 30: 480-495, Kopenhagen.
- FAEGRI, K. & IVERSEN, J. (1975): Textbook of Pollen Analysis.- 295 S., Kopenhagen.
- FEZER, F. (1957): Eiszeitliche Erscheinungen im nördlichen Schwarzwald.- Forsch.z.Dt.Landeskde., 87: 86 S., Remagen.

- GIES, T. (1972): Vegetation und Ökologie des Schwarzen Moores (Rhön) unter besonderer Berücksichtigung des Kationengehaltes.- Diss.Bot.20, Lehre.
- GIMINGHAM, C.H. (1972): Ecology of Heathlands.- 266 S., New York.
- GROSSE-BRAUCKMANN, G. (1978): Absolute jährliche Pollenniederschlagsmengen an verschiedenen Beobachtungsorten in der Bundesrepublik Deutschland.- Flora, 167: 209-247, Jena.
- HAUFF, R. (1957): Pollenanalytische Untersuchungen aus dem Forstbezirk Schönmünzach.- Mitt.Ver.Forstl.Standortskde u. Forstpfl.Züchtung, 7; 1-22, Stuttgart.
- HAUSBURG, H. (1967): Die Ausbreitung der Fichte im Hornisgrinde-Kniebis-Murggebiet des Nordschwarzwaldes bis etwa 1800.- Mitt.Ver.Forstl.Standortskde und Forstpfl.Züchtung, 17: 1-22, Stuttgart.
- HÖLZER, A. & HÖLZER, A. (1987): Paläoökologische Moor-Untersuchungen an der Hornisgrinde (Nordschwarzwald).- Carolina, 45: 43-50, Karlsruhe.
- HÖLZER, A. & HÖLZER, A. (1988): Untersuchungen zur jüngeren Vegetations- und Siedlungsgeschichte im Blindensee-Moor (Mittlerer Schwarzwald).- Carolina, 46: (Im Druck), Karlsruhe.
- HÖLZER, A. & SCHLOSS, S. (1981): Paläoökologische Studien an der Hornisgrinde (Nordschwarzwald) auf der Grundlage von chemischer Analyse, Pollen- und Großrestuntersuchung.- TELMA 11: 17-30, Hannover.
- HUNTLEY, B. & BIRKS, H.J.B. (1983): An atlas of past and present pollen maps for Europe : 0 - 13 000 years ago.- 667 S., 34 Karten, Cambridge.
- JAHN, R. (1957): Forstliche Standortskartierung im Buntsandstein-Hochschwarzwald (Hornisgrindegebiet).- Mitt.Ver.Forstl.Standortskde u. Forstpfl.Zücht., 6: 39-55, Stuttgart.
- JAESCHKE, J. (1934): Zur postglazialen Waldgeschichte des nördlichen Schwarzwaldes.- Beih.Bot.Cbl. 51/II: 527-556, Dresden.
- LANG, G. (1958): Neue Untersuchungen über die spät- und postglaziale Vegetationsgeschichte des Schwarzwaldes. III. Der Schurmsee im Nordschwarzwald.- Beitr.naturk.Forsch. SüdWdtl., 17: 20-34, Karlsruhe.
- MALLIK, A.U., GIMINGHAM, C.H. & RAHMAN, A.A. (1984): Ecological Effects of Heather Burning. I. Water infiltration, moisture retention and porosity of surface soil.- J.of Ecology, 72: 767-776, Oxford.
- MENKE, B. (1987): Geobotanische und geochemische Untersuchungen an einem Torfprofil zur Frage natürlicher und anthropogener Elementverfrachtung.- Geol.Jb., A 95: 3-102, Hannover.
- METZ, R. (1977): Mineralogisch-landeskundliche Wanderungen im Nordschwarzwald.- 632 S., Lahr.
- OBERDORFER, E. (1983): Pflanzensoziologische Exkursionsflora.- 1051 S., Stuttgart.
- RADKE, G. (1973): Landschaftsgeschichte und -ökologie des Nordschwarzwaldes.- Hohenheimer Arbeiten, 68: 1-121, Stuttgart.
- SCHLOSS, S. (1978): Pollenanalytische Untersuchungen in der Seemisse beim Wildsee/Ruhestein (Nordschwarzwald).- Beitr.naturk.Forsch.SüdWdtl., 37: 37-53, Karlsruhe.

WANDTNER, R. (1981): Indikatoreigenschaften der Vegetation von Hochmooren der Bundesrepublik Deutschland für Schwermetallimmissionen.- Diss.Bot.59, 190 S., Vaduz.

Manuskript eingegangen am 31.August 1988