

ADAM HÖLZER & AMAL HÖLZER

Untersuchungen zur jüngeren Vegetations- und Siedlungsgeschichte im Blindensee-Moor (Mittlerer Schwarzwald)

Kurzfassung

Ein kurzer Profilabschnitt aus dem Blindensee-Moor im Mittleren Schwarzwald wurde bezüglich der Pollen, Großreste und der chemischen Zusammensetzung in 1-cm-Abständen untersucht. Aufgrund der Ergebnisse aus den Pollenanalysen gibt es die Vegetationsentwicklung etwa der letzten 400 Jahre wieder. Der Pollenniederschlag repräsentiert mehr die regionale als die lokale Vegetation. Beachtlich ist der hohe Anteil an Arten aus tieferen Lagen.

Bei den Großresten lassen sich aufgrund der Torfmoose feuchtere und trockenere Phasen der Moorbildung unterscheiden. Dabei spielt ein Brandhorizont eine wichtige Rolle.

Bei den chemischen Analysen wurden 31 Parameter gemessen. Viele Elemente zeigen eine Zunahme nach oben, was sich aber wenigstens zum Teil natürlich erklären läßt. Andere Elemente wie Silizium und Titan sind weitgehend immobil.

Besonders fallen noch Pollenfunde vom *Ephedra distachya*-Typ auf. In den gleichen Tiefen finden sich auch Peaks bei einigen chemischen Elementen. Es handelt sich wohl um die bekannten Staubstürme, die Staub z. B. aus Nordafrika zu uns bringen. Die parallele Bearbeitung der drei Fachgebiete hat sich als sehr nützlich erwiesen.

Abstract

Research on the later history of vegetation and settlement in the Blindensee-Moor (Central Black Forest, SW-Germany)

A short profile of the upper 30 centimeters of the Blindensee-Moor in the Central Black Forest has been analysed for pollen, plant macrofossils and chemistry in intervals of 1 centimeter. It shows the development of the bog and of the vegetation during the last 400 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 trrier phases. An ash layer caused a more humid phase.

31 chemical factors have been 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 but there exist also natural explanations for at least part of this increase. Other elements like Si and Ti are rather immobile.

Pollen of *Ephedra* could be detected, which agree very well with peaks in the chemical diagramm.

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

Autoren

Dr. ADAM HÖLZER & AMAL HÖLZER, Landessammlungen für Naturkunde, Erbprinzenstraße 13, D-7500 Karlsruhe 1.

1. Einleitung

Aus dem südlichen und nördlichen Teil des Schwarzwaldes liegen zahlreiche pollenanalytische Untersuchungen vor. Aus dem Mittleren Schwarzwald dagegen gibt es kaum entsprechende Arbeiten, obwohl dieses Gebiet eine Reihe von geeigneten Vermoorungen aufweist. Außer der Arbeit von HAUFF (1978) sind nur noch zwei Arbeiten zu nennen, die aber nicht veröffentlicht sind: MITTRACH (1973) und OLLI-VESALAINEN (1980). Die Arbeiten sind aber nur unter Schwierigkeiten mit der vorliegenden zu vergleichen. Bei HAUFF (1978) wurden nur wenige Pollentypen unterschieden. Die anderen beiden Arbeiten legen nur geringen Wert auf die Untersuchung der jüngsten Geschichte.

Die Anfänge der vorliegenden Arbeit liegen schon in den Jahren 1974–1975, als das Blindensee-Moor in aktuell-vegetationskundlicher und ökologischer Hinsicht bearbeitet wurde (HÖLZER 1977). Im Rahmen dieser Arbeit wurde auch die Stratigraphie des Moores anhand eines Gitternetzes, welches über das Moor gelegt wurde, untersucht. Dabei tauchten eine Reihe Fragen auf, die sich nur durch Bearbeitung von Bohrkernen klären ließen. Es war deshalb geplant, eine weitere Arbeit folgen zu lassen, die sich den Verhältnissen in der Vergangenheit des Moores widmen sollte. Die vorliegende Arbeit behandelt einen ersten Teilaspekt dieser umfassenden Arbeiten.

2. Untersuchungsgebiet und Methoden

2.1 Untersuchungsgebiet

Das Blindensee-Moor liegt im Mittleren Schwarzwald zwischen Elz und Gutach in einer Höhe von etwa 1000 Meter. Über die genaue Lage gibt Abbildung 1 Auskunft.

Geologisch gehört das Gebiet zum Großen Mittelschwarzwälder Triberg-Hornberger Granit-Massiv, das sich aus dem Quellgebiet der Donau im Süden bis in jenes der Kinzig im Norden erstreckt. Nicht weit im Süden und Westen des Moores beginnt das Gneis-Gebiet. Östlich schließt sich der Buntsandstein an. Der Hauptteil des Moores liegt in einer leichten Senke, die nach Osten zur Gutach hin entwässert. Nur ein kleiner Teil im Norden des Moores erstreckt sich über die Wasserscheide und entwässert zur Elz.

Die Niederschläge betragen in Triberg, für das ein langjähriges Mittel vorliegt, 1461 mm/Jahr. Im Bereich des Blindensee-Moores, das weiter im Westen liegt, dürften die Niederschläge etwas höher sein.

Das Blindensee-Moor ist eines der ehemals zahlreichen Moore im Mittleren Schwarzwald im Bereich Triberg-Furtwangen, von

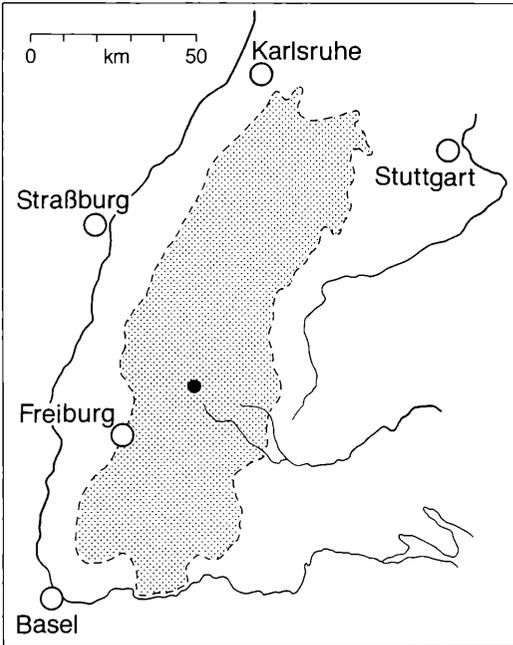


Abbildung 1. Lage des Untersuchungsgebietes. Punktiert: Schwarzwald. Alle Zeichnungen: F. WEICK.

denen aber viele ganz oder wenigstens teilweise abgetorft sind. Das Blindensee-Moor ist das am besten erhaltene und wohl auch schönste. Vor allem zeichnet es sich durch einen großen Kolk aus, der viele Leute anzieht.

2.2 Methoden

Das Profil wurde im Mai 1980 am Süden des Bult-Schlenken-Komplexes ganz in der Nähe der Bohrstelle von MITTRACH (1972) als Torfkörper von etwa 20 x 20 x 35 cm mit einem Spaten entnommen. Im Labor wurden die äußeren Schichten dieses Torfkörpers erneut abgeschnitten und der verbleibende saubere 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 durchgesehen, 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 Glyceringelatine angefertigt und diese gezählt. Die Bezugssumme für die Darstellung bilden die Baumpollen (BP).

Die Messung der chemischen Parameter erfolgte folgendermaßen: Der pH-Wert wurde in dem noch nassen Torf in 0,01 M CaCl_2 -Lösung gemessen (BLACK 1965). Der restliche Torf wurde bei 105°C getrocknet und dann mit einem Achatmörser staubfein gemahlen. Die Bestimmung des Stickstoffes erfolgte photometrisch nach Aufschluß nach ALLEN (1974) mit einer modifizierten Indophenolblau-Methode, die von Kohlenstoff nach

BLACK (1965), aber mit photometrischer Messung. Der NaOH-Auszug ist auf ein Gramm trockenen Torf pro Liter bezogen. Die Veraschung erfolgte bei 550°C. Aufschlüsse für Silizium erfolgten mit NaOH-Schmelze, für Titan mit Kaliumdisulfat-Schmelze. Die Bestimmung der Elemente erfolgte photometrisch mit Ammoniummolybdat, bzw. Tiron.

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, Sb, Sn, Pb, Zn, Ni, Co und Mo. Erst im Jahr 1988 wurden die Elemente Be, Li, Sr, Cr und V nach einem erneuten Aufschluß mit einem Philips SP9 mit Graphitrohrsystem PU9095 bestimmt. 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 A mit PC Zenith gezeichnet werden. Herrn THOMAS gilt mein besonderer Dank dafür.

3. Großreste (Tafel 2, Beilage)

Das Großrestdiagramm läßt sich in 4 Abschnitte gliedern. Dabei spielt hauptsächlich die Dominanz der Torfmoose eine Rolle.

Torfmoose eignen sich hervorragend zur Beschreibung der Feuchtigkeits- und Trophiebedingungen. Einschränkung muß nur gesagt werden, daß die Gruppe der *Acutifolia* Schwierigkeiten bei der Unterscheidung der Arten zeigt. Im vorliegenden Fall dürfte aber das Problem auf die Unterscheidung von *S. rubellum* und *S. nemoreum* beschränkt sein. Im Profil wurden ausschließlich Stammbblätter vom *S. rubellum*-Typ gefunden und man darf deshalb beim Vorkommen der Section *Acutifolia* wohl von recht feuchten Standortsbedingungen ausgehen. Es könnte aber auch sein, daß Stammbblätter von *S. nemoreum* wegen der größeren Trockenheit schlechter erhalten bleiben und deshalb nicht gefunden wurden. *S. magellanicum* dagegen ist mehr ein Zeiger für trockenere Bedingungen. Im Bult-Schlenken-Komplex des Blindensee-Moores steht *S. magellanicum* meist auf den Bultköpfen, *S. rubellum* dagegen mehr an den Bultfüßen oder in den nassen Bereichen zwischen den Bulten. *S. angustifolium* findet sich als Einzelpflanze zwischen den beiden anderen Arten. Es kann aber auch ausgedehnte Flächen bilden. *S. cuspidatum* steht dagegen sehr feucht bis flutend im Wasser der Schlenken.

Bei den Cuspidata bereitet die Unterscheidung von *S. fallax* und *S. angustifolium* anhand der Astblätter Schwierigkeiten. Das Merkmal der Porenverhältnisse in den hängenden Ästen ist kein eindeutiges Merkmal, selbst wenn man im Torf hängende und abstehende Äste unterscheiden kann. Stammbblätter fanden sich recht selten. Die wenigen wiesen aber auf *S. angustifolium*.

Die Vorkommen der Arten und ihrer Kombinationen sind durch 6 Aufnahmen belegt (Tab. 1).

Der unterste Profilschnitt ist vor allem durch die Dominanz von *S. recurvum* und *Scheuchzeria palustris* charakterisiert. Zu dieser Zeit dürfte es mäßig feucht gewesen sein. *Scheuchzeria* ist vielleicht Relikt einer vorhergehenden feuchteren Phase. Gegen Ende dieser Zone nimmt *S. recurvum* zu und *Scheuchzeria* klingt langsam aus, was schon auf trockenere Verhältnisse hinweist. Dies entspricht etwa den Aufnahmen 3 und 4 aus der Tabelle. Die Kiefern- und Fichtennadeln stammen von Bäumchen in der direkten Nähe, da diese bei der geringen zu erwartenden Höhe der Bäumchen im Bult-Schlenkenkomplex nicht sehr weit fliegen können. In Zone 2 wird es dann noch trockener, wobei *Sphagnum magellanicum* und *Eriophorum vaginatum* charakteristisch sind. Diese Zone ist auch als eine Phase einer gewissen Reife oder eines Stillstandes mit geringem Zuwachs an dieser Stelle des Moores anzusehen. Die trockenen Verhältnisse erleichtern dann das Abbrennen gerade dieser Fläche am Ende dieser Zone, was deutlich am Zunehmen der Indeterminata erkennbar ist. Auch die Holzstücke nehmen hier zu, was aber vor allem durch das Verbrennen der Torfmoose und damit ihrer relativen Abnahme bedingt ist. Allerdings dürfte das Feuer nur wenig in die Tiefe gegangen sein, da man

im Pollendiagramm keinen deutlichen Hiatus Kurven sieht.

Nach Bränden in Mooren kommt es durch die Kohle und Asche zu einer Verdichtung des Untergrundes und deshalb zu einer Vernässung der Brandstelle (MALLIK et al. 1984). Dadurch kommen die *Sphagna Acutifolia* (= *S. rubellum*) zur Dominanz in Zone 3. Eine gleiche Entwicklung findet sich auch nach dem großen Brand an der Hornisgrinde im Nordschwarzwald im Jahre 1800 (vgl. HÖLZER & HÖLZER 1987).

Schon im Laufe dieser Zone nehmen nach oben hin die Zeiger größerer Trockenheit und einer gewissen Wiederstabilisierung wie *Calluna* und *Oxycoccus* zu. Den Abschluß bildet die Zone 4, in der *S. magellanicum* und *Andromeda polifolia* sich ausbreiten, und man nähert sich damit wieder dem Zustand am Ende der Zone 2.

4. Pollendiagramm (Tafel 2, Beilage)

Für den Pollenniederschlag spielen die Winde eine wichtige Rolle. Die Windverteilung in Triberg, welches nur etwa 5 km östlich vom Blindensee-Moor liegt, wird in Abbildung 2 wiedergegeben. Daraus sieht man, daß im Bereich des Moores wohl die Westwinde dominieren, 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 wehen, d. h. in der Blütezeit der fraglichen Typen.

Nach den Baumpollen läßt sich das Diagramm in drei Abschnitte gliedern. Im untersten Abschnitt dominieren Buche und Eichenmischwald (speziell die Eiche). Der nächste ist von der Tanne geprägt und der jüngste von der Fichte. Der mittlere Abschnitt ist der interessanteste. Er zeigt, wie die Tanne kurzzeitig zur Dominanz kam, als die Buche, z. B. durch die Köhlerei, sehr stark dezimiert wurde. Die Tanne dagegen schonte man, um kräftige Bäume („Holländertannen“) zu erhalten. Etwa um 1800 war auch diese Zeit vorbei, und es folgte die systematische Aufforstung mit Fichte und teilweise auch Kiefer.

Eine weitere Gliederung des Profils ließe sich nach den mehr lokalen Elementen vornehmen. Der unterste Abschnitt ist sehr feucht, wie die Kurven von *Scheuchzeria* und *Amphitrema flavum* zeigen. Danach folgt eine trockenere Phase, wo *Amphitrema* ausfällt. Diese wird in den obersten Zentimetern durch eine wieder feuchtere abgelöst.

Besonders auffallend ist das Vorkommen von *Ephedra* im Profil. *Ephedra* kommt heute in SW-Deutschland nicht vor. Es muß sich also um Fernflug handeln. Auch BORTENSCHLAGER (1968) berichtet bei der Untersuchung von Gletschereis der letzten Jahrzehnte in Österreich von *Ephedra altissima*, die aus Nordafrika stammen muß. Im vorliegenden Profil handelt es sich sicher um

Tabelle 1. Vorkommen der Arten.

Nummer	1	2	3	4	5	6
Krautschicht (%)	90	90	50	50	<10	10
Kryptogamenschicht (%)	100	100	100	100	100	100
Artenzahl (%)	6	8	8	6	5	2
Krautschicht						
<i>Eriophorum vaginatum</i>	2	2	2	3	+	
<i>Oxycoccus palustris</i>	2	2	1	2	+	
<i>Andromeda polifolia</i>	2	2	2	2		
<i>Vaccinium uliginosum</i>			2			
<i>Calluna vulgaris</i>	3	4	+			
<i>Melampyrum pratense</i>		+				
<i>Scheuchzeria palustris</i>					1	2
Kryptogamenschicht						
<i>Sphagnum rubellum</i>	+	5	1	2	2	
<i>Sphagnum magellanicum</i>	5	2	2	2		
<i>Sphagnum angustifolium</i>			5	5		
<i>Sphagnum cuspidatum</i>					5	5
Aufnahmen: 1=6, 2=7 in Tabelle 7 (aus HÖLZER 1977); 5=3, 6=15 in Tabelle 8 (aus HÖLZER 1977). 3 (30 x 30 cm) und 4 (1qm) im Sommer 1987 am Südenende des Bult-Schlenken-Komplexes nahe der Profilentnahmestelle.						

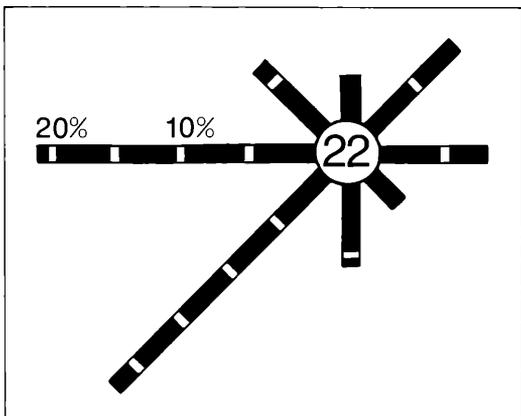


Abbildung 2. Windverteilung in Triberg (nach Klimaatlas von Baden-Württemberg). Zahl im Kreis = Anzahl der windstillen Tage.

Begleiter der Staubniederschläge, wie wir sie auch heute öfter erleben (vgl. auch Abschnitt 5).

Die *Ephedra*-Pollen sind sehr leicht zu erkennen und kaum mit anderen Typen zu verwechseln. Aber auch bei den Indet. könnten sich noch eine Reihe anderer Typen verbergen, die über größere Entfernung transportiert wurden, die aber sehr schwer anzusprechen sind.

Weitere Pollentypen, die sicher nicht in der näheren Umgebung des Moores wuchsen, sind *Castanea*, *Juglans* und *Humulus/Cannabis*. *Juglans regia* reicht heute bis etwa 700 Meter Höhe, *Castanea sativa* ebenso. Einzel Exemplare finden sich bis zu einer Höhe von 1000 m, wo sie aber kaum mehr blüht oder gar fruchtet. *Carpinus betulus* geht vereinzelt bis auf 900 m (OBERDORFER 1983), in größeren Mengen tritt sie aber kaum über 700 m auf. Betrachtet man die Windverhältnisse, so dürften diese Pollentypen aus dem Raum östlich Freiburg oder dem Elztal stammen.

Ähnliches gilt auch für *Humulus/Cannabis*, wobei es sich hier meist um *Cannabis* handeln dürfte. Der Hanf bevorzugt reiche Böden und wurde entlang der Flüsse bis in mittlere Höhen angebaut. Er dürfte also auch im Elztal vorhanden gewesen sein. Die relativ große Entfernung vom nächsten Anbauort zum Moor erklärt den niedrigen Prozentwert dieses Types (<2% am Pollenniederschlag im Vergleich zur Hornisgrinde im Nord-schwarzwald mit dort mehr als 10% (HÖLZER & HÖLZER 1987).

Will man das Profil zeitlich einordnen, so bieten sich dafür zwei Marken an, einerseits der Abfall der *Humulus/Cannabis*-Kurve bei 11 cm, andererseits der Anstieg der Fichte ab etwa 17 cm. Der Abfall der *Cannabis*-Kurve ist etwa dem Jahr 1800 gleichzusetzen, als in der Rheinebene die Hanfmärkte wegen billiger Importe aus dem Osten zusammenbrachen. Man muß aber damit rechnen, daß sich der Hanfanbau in den abgelegeneren Gebieten des Schwarzwaldes etwas länger hielt als in

der Rheinebene.

Vergleicht man das Profil von 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*-Kurve etwas früher ein, als der Abfall der *Humulus*-Kurve.

Eine weitere Marke bildet der Anstieg der *Liguliflorae* in den obersten Zentimetern. Es könnte sich bei diesem Pollentyp hauptsächlich um *Taraxacum* handeln, der heute die mit Jauche gedüngten Wiesen um das Blindensee-Moor prägt.

Eine weitere wichtige Frage ist, inwieweit sich historisch belegte Veränderungen des Waldbildes im Pollendiagramm widerspiegeln. Ein wichtiges Ereignis ist hier die Aufforstung des Geländes um das Blindensee-Moor nach seinem Verkauf im Jahre 1894. Diese aufgeforsteten Flächen umschließen das Moor von NO bis SW. Ebenso aufgeforstet wurden weitere Hoffflächen westlich des Moores, nachdem sie verkauft worden waren, z. B. der Hansmartinshof (DORER 1948). Bei der vorliegenden Darstellung (BP = 100%) fallen diese Ereignisse recht wenig auf. Nähme man aber *Pinus*, die hier deutlich zunimmt, aus der Grundsumme, so würde die Fichte sehr viel deutlicher ansteigen. Allerdings kann man diese belegten Ereignisse im Diagramm nicht deutlich erkennen.

Der Anstieg der *Pinus*-Kurve ließe sich auch als Aufforstungsmaßnahme in der Umgebung erklären. Der Kiefernanstieg braucht also nicht nur eine lokale Erscheinung wegen örtlicher Austrocknung des Moores zu sein. Außer mit Fichten wurde nämlich auch mit Kiefern aufgeforstet und dies könnte ein Grund für die Zunahme sein.

Nach dem Brand (vgl. den Abschnitt zur 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. Eine weitere solche Phase findet sich bei etwa 26 cm Tiefe. Es stellt sich hier die Frage nach der Größe der abgebrannten Fläche und ob vielleicht der Brand außerhalb angelegt wurde, um zu roden und dann auf das Moor übergriff. Genaueres läßt sich nach Abschluß der Untersuchung des nächsten Bohrkernes sagen, wenn sich der Brand dort vielleicht auch findet.

5. Chemie (Tafel 2, Beilage)

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

Diese Frage wird sehr unterschiedlich beantwortet. WANDTNER (1981), der auch ein Profil aus dem Blindensee-Moor bearbeitete, nimmt an, daß Hochmoore sich als „biologische Monitorsysteme“ für Schwermetallimmissionen eignen. Leider findet sich in seiner Arbeit kein Hinweis darauf, wo im Blindensee-Moor er das Profil entnahm und wie sein Torf zusammengesetzt war, um vergleichen zu können. Auch findet sich kein Hinweis auf einen Brandhorizont, der vielleicht seine Kurven erklären könnte. Auch MENKE (1987) nimmt an, daß sich der überwiegende Teil seiner untersuchten Elemente zur Rekonstruktion der Immissionen in der Vergangenheit eignet.

Zu anderen Ergebnissen dagegen kommen z. B. DAMMANN (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 der Brandspuren liegt bei den Proben 14 und 15. 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 sich hauptsächlich um Quarz oder Silikate handeln. 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 sein dürfte.

Einen ähnlichen Kurvenverlauf wie Silizium mit einem hohen Korrelationskoeffizienten ($> 0,9$) zeigen die folgenden Parameter: Al, Asche, Ti, Li, Be.

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 immobile Anteile erfaßt, an der Oberfläche die durch die Torfmoose dort angereicherten mobilen Anteile.

Einen weiteren Typ repräsentieren die Kurven Blei, Zink, Cadmium, Strontium, Eisen usw. Sie zeigen nach oben zunehmende Konzentrationen dieser Elemente. 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 gereicht werden. Dies könnte also selbst bei einem niedrigen konstanten Input eines Elementes über lange Zeit weg zu einer Anreicherung im obersten Bereich eines Profils führen. Im Blindensee-Moor standen dafür etwa 10 000 Jahre zur Verfügung. Da der Torf schon in den untersten Dezimetern weitgehend aus *Sphagnum magellanicum* besteht, muß über die ganze Zeit mit einem „nach oben Reichen“ und damit mit einer Anreicherung bestimmter Elemente in den obersten Zentimetern des Profils gerechnet werden.

DAMMANN (1978) zeigte, daß viele Elemente im Bereich

des Grundwasserstandes ein Maximum haben. Dies gilt auch für das vorliegende Profil. Bei der Entnahme der Proben war der Grundwasserstand in einer Tiefe von etwa 7 Zentimeter.

Diese Frage dürfte sich aber recht schwer klären lassen. Ein Ansatz dazu wäre vielleicht die Untersuchung der stabilen Bleisotope ^{204}Pb , ^{206}Pb , ^{207}Pb , ^{208}Pb .

Interessanter und auch erfolgversprechender dagegen dürfte die Suche nach Einzelpeaks sein, vor allem, wenn sie bei Parametern zu erkennen sind, die mit verschiedenen Aufschlüssen gemacht wurden. Besonders auffallend sind hier die Proben 28, 21, und der Bereich 4–5 und hier die Peaks von Si und Ti. Aber auch eine Reihe anderer Elemente zeigen hier Peaks, so bei 27–28 auch Mn, Fe, Sn, Ni, Ca usw., bei 21 K, Mn, Al, P, Pb, Sn usw.

Es dürfte sich hierbei um Einwehungen handeln, z. B. Staubstürme, wie wir sie recht regelmäßig erleben. Dies wird auch durch die Pollenanalyse bestätigt. Diese Einwehungen dürften von besonderem Wert für die Parallelisierung von Profilen aus dem gleichen Moor oder nahe beieinander liegenden Mooren sein.

Im vorliegenden Profil wurden Scheiben von 1 cm Dicke analysiert. Staubverwehungen, wie wir sie heute z. B. aus der Sahara erleben, sind oft weniger als 1 mm mächtig. Bei diesem Verfahren kommt es also schon bei der Aufarbeitung zu einer starken Verdünnung des Staubbiederschlags und damit der Elemente. Eine Scheibe von geringerer Dicke wäre also für diese Fragestellung günstiger. Aber die Begrenzung bildet dann

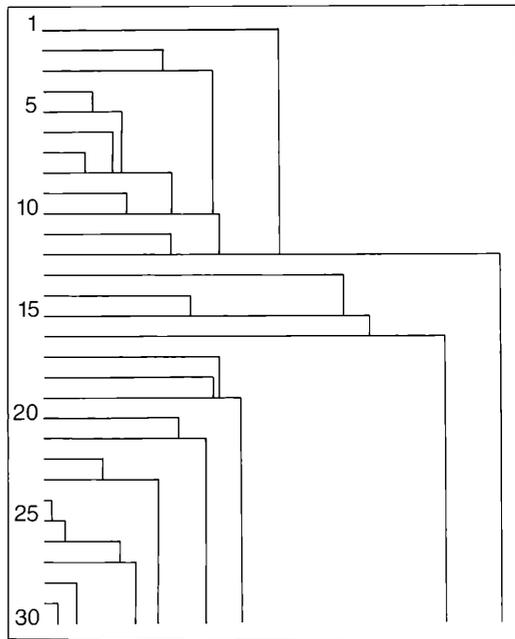


Abbildung 3. Constrained Single Link Dendrogramm der chemischen Analysen.

die Probemenge, die man erhält und die man für diese Analyse mindestens benötigt.

Bei Torfprofilen, die ergraben wurden, könnte man den Querschnitt und damit die Probenmenge vergrößern. Allerdings würde das voraussetzen, daß die Staubschicht in einer Ebene abgelagert wurde, was bei der unruhigen Oberfläche des Moores sehr unwahrscheinlich ist. Bei Bohrkernen ist zudem die Vergrößerung des Querschnittes nur in Grenzen möglich.

Weiter ist hierbei zu bedenken, daß die Oberfläche z. B. eines *Sphagnum magellanicum*-Rasens sehr locker und durchlässig ist. Ein Staubniederschlag wird also sicherlich nicht als dünne Schicht abgelagert, sondern eher auch im Rasen über eine gewisse Tiefe verteilt werden. Dies wird aber wenigstens zum Teil durch die Komprimierung des Torfes wieder aufgehoben.

Die Daten wurden auch der Constrained Single Link Methode (BIRKS & GORDON 1985) unterworfen. Die Ergebnisse sind in Abbildung 3 dargestellt. Sie untermauern sehr schön die gefundenen Peaks.

6. Zusammenfassende Diskussion der Pollen und der Großreste sowie der chemischen Analysen

Vielleicht ist es erstaunlich, daß in der vorliegenden Arbeit nur die obersten 30 Zentimeter und kein vollständi-

ges Profil untersucht wurde. Von besonderem Interesse war aber zu Beginn der Arbeit der Brandhorizont, der bei den Vorsondierungen aufgefallen war. Außerdem wird dieser jüngste Abschnitt oft von den Bearbeitern vernachlässigt, obwohl er die historische Zeit umfaßt und damit hervorragende Möglichkeiten bietet, die Ergebnisse kritisch mit den historischen Quellen zu vergleichen und dann auch diese zu relativieren. Ähnliche Maßstäbe müssen dann auch bei der Interpretation der älteren Abschnitte angelegt werden. Dies gilt vor allem für die Pollenanalysen. Denn der Anteil des Fernfluges ist in diesem Moor recht hoch, obwohl es im Vergleich mit der Hornisgrinde (HÖLZER & HÖLZER 1987) sehr weit im Osten des Schwarzwaldes liegt. In noch stärkerem Maß gilt dies für die Zeiten, in denen die Umgebung des Moores waldfrei und tiefere Lagen mit Wald bestockt waren.

Betrachtet man die drei Untersuchungsmethoden und bringt sie zueinander in Beziehung, so finden sich folgende beachtenswerte Punkte:

Der Brand ist wohl sehr schnell über die Bohrstelle weggegangen, d. h. es hat an dieser Stelle nicht sehr lange gebrannt. Es sind nur die trockenen Köpfe der Torfmoose abgebrannt; das Feuer ging wenig in die Tiefe. Dies erkennt man vor allem aus dem Pollendiagramm, wo sich kein deutlicher Hiatus in den Kurven findet. Was in den Sphagnum-Köpfchen an Elementen angereichert



Abbildung 4. Bult-Schlenken-Komplex im Blindensee-Moor. Die Entnahmestelle des Profils befindet sich am rechten Bildrand. Foto: A. HÖLZER 1975.

war, wurde dabei anschließend ausgeschwemmt oder wieder in die neue Phytomasse eingebaut. Nur die unlöslichen Teile wie Silikate, Quarze usw. blieben an Ort und Stelle oder wurden im Profil durch den Regen etwas tiefer geschwemmt. Sie finden sich als Peak im Profil. Eine sehr schöne Übereinstimmung findet sich zwischen den *Ephedra*-Pollen und den Peaks in der Chemie bei Probe 27/28. Bei Probe 27 findet sich ein Peak von Ca. Bei 28 zeigen eine ganze Reihe von Elementen Peaks. Diese Differenz mag auf den ersten Blick überraschen, aber sie erklärt sich doch recht einfach. Die eingewehten Mineralien haben ein höheres spezifisches Gewicht als die Pollen und sanken deshalb in der damaligen Mooroberfläche tiefer ein. Etwas überraschend ist der Peak von Zinn, das wohl auch mit dem Staubniederschlag mitgeführt wurde. Denn Zinnmineralien sind sehr schwer und werden in der Luft kaum transportiert. Außerdem kann man daraus vielleicht Hinweise auf die Herkunft der *Ephedra*-Pollen gewinnen. *Ephedra*-Pollen finden sich auch bei den Proben 20/21. Wieder sind die Peaks in der Chemie in Probe 21 und damit ein wenig nach unten verschoben. Bei Probe 3 sind die Verhältnisse ähnlich, allerdings sind die Zusammenhänge hier undeutlicher.

Im Pollendiagramm fällt vor allem der Diagrammschnitt 2 auf, in dem die Tanne dominiert. Wie schon weiter oben erklärt, wurde hier wohl die Tanne durch die



Abbildung 5. *Ephedra distachya*-Typ aus Probe 27. Foto: A. HÖLZER.



Abbildung 6. Westufer des Blindensees im Mittleren Schwarzwald zwischen Elz und Gutach. Foto: A. HÖLZER.

Herausnahme der Buche gefördert, d. h. es wurde gerodet. Dabei kamen große Mengen an Staub in die Atmosphäre, sei es als Asche beim Abrennen der unnützen Reste oder als Staub, der vom Boden aufgeweht wurde. Im Chemediagramm sieht man in diesem Bereich eine Zunahme des Aschegehaltes, des Siliziums und des Titans sowie weniger deutlich anderer Elemente. 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. Weiter stellt sich die Frage, wie die Ergebnisse aus der Pollenanalyse und den Großresten bezüglich der Feuchtigkeitsverhältnisse zusammenpassen. Bei genauer Betrachtung stimmen diese recht gut überein. Man muß dabei aber beachten, daß Torfmoose auf Änderungen der Feuchtigkeitsverhältnisse sicher langsamer reagieren als Rhizopoden. Außerdem dürften Rhizopoden im Profil wandern, um sich wechselnden Feuchtigkeitsverhältnissen anzupassen. Damit repräsentieren sie nur in Grenzen die Verhältnisse in dem untersuchten Zentimeter. Sehr viel langsamer als Torfmoose, 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 ist, wann Torfmoose hauptsächlich Sporogone bilden. Im vorliegenden Dia-

gramm erkennt man sehr schön, daß die Maxima der Sphagnum-Sporen im Pollendiagramm kurz vor Abfall der Kurven der einzelnen Arten im Großrestdiagramm liegen. Zu dieser Zeit dürfte das Optimum der Arten schon überschritten sein. 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 des Chemismus als sehr sinnvoll erwiesen. Die Pollen repräsentieren vor allem die regionale und lokale Vegetation. Die Großreste in einem Hochmoor dagegen stammen fast alle aus der unmittelbaren Nähe der Bohrstelle. Die Großreste können wiederum die chemische Zusammensetzung des Torfes beeinflussen. So ergänzen sich die drei Untersuchungsmethoden.

7. Literatur

- ALLEN, S. E. (Edit.) (1974): Chemical Analysis of Ecological Materials. – 565 S.; Oxford, London, Edinburgh, Melbourne.
- BIRKS, H. J. B. & GORDON, A. B. (1985): Numerical Methods in Quaternary Pollen Analysis. – 317 S.; London.
- BLACK, C. A. (Edit.) (1965): Methods of Soil Analysis. – Band II: 771–1572. Amer. Soc. of Agronomy; Madison/Wisc., USA.
- BORTENSCHLAGER, S. (1968): Pollenanalyse des Gletschereises. – Grundlegende Fragen zur Pollenanalyse überhaupt. – Ber. Dtsch. Bot. Ges., **81** (11): 491–497; Stuttgart.
- DEUTSCHER WETTERDIENST (1953): Klima atlas von Baden-Württemberg; Bad Kissingen.
- DORER, R. (1948): Schönwald in Vergangenheit und Gegenwart. Ein Heimatbuch. – 664 S.; Villingen.
- FAEGRI, K. & IVERSEN, J. (1975): Textbook of Pollen Analysis. – 295 S.; Kopenhagen.
- HAUFF, R. (1978): Nachwärmezeitliche Pollenprofile aus baden-württemberg. Forstbezirken V. – Mitt. Ver. Forstl. Standortskd. u. Forstpflanzenzüchtung, **26**: 53–67; Stuttgart.
- HÖLZER, A. (1977): Vegetationskundliche und ökologische Untersuchungen im Blindensee-Moor bei Schonach (Mittlerer Schwarzwald) unter besonderer Berücksichtigung der Kationengehalte. – Diss. Bot., **36**: 195 S.; Vaduz.
- HÖLZER, A. & HÖLZER, A. (1987): Paläoökologische Moor-Untersuchungen an der Hornisgrinde (Nordschwarzwald). – Carolea, **45**: 43–50; 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. 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; 3–112, Hannover.
- MITTRACH, C. (1973): Pollenanalytische Untersuchungen am Blindensee-Moor im Mittleren Schwarzwald. – Staatsexamensarbeit, Karlsruhe.
- OLLI-VESALAINEN, M. (1980): Zur Vegetations- und Siedlungsgeschichte des Mittleren Schwarzwaldes. – Diplomarbeit, Hohenheim.

WANDTNER, F. (1981): Indikatoreigenschaften der Vegetation von Hochmooren der Bundesrepublik Deutschland für Schwermetallimmissionen. – Diss. Bot., **59**: 190 S.; Vaduz.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1988

Band/Volume: [46](#)

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

Artikel/Article: [Untersuchungen zur jüngeren Vegetations- und Siedlungsgeschichte im Blindensee-Moor \(Mittlerer Schwarzwald\) 23-30](#)