

TELMA	Band 19	Seite 57–75	9 Abb.	Hannover, November 1989
-------	---------	-------------	--------	-------------------------

Untersuchungen zur jüngeren Vegetations- und Siedlungsgeschichte im Seewadel (Hegau)

Research on the Later History of Vegetation and Settlement
in the Seewadel Near Singen (Hegau, FRG)

ADAM HÖLZER und AMAL HÖLZER*)

ZUSAMMENFASSUNG

Ein kurzer Profilabschnitt aus dem Seewadel im Hegau bei Singen wurde bezüglich der Pollen, Großreste und der Geochemie in 1cm-Abständen untersucht.

Bei den chemischen Analysen wurden 28 Parameter gemessen. Das Profil zeigt nicht die typischen Maxima der Schwermetalle in den obersten Zentimetern. Dies liegt am relativ tief liegenden Grundwasserstand.

Das Profil zeigt einen interessanten kleinen Peak der Elemente Sn, Ni und Mo bei einer Tiefe von 28 cm.

Im Pollendiagramm kann man drei Schlagphasen erkennen, die sich im Rückgang der Fichtenkurve zeigen.

Der Torf besteht hauptsächlich aus *Sphagnum palustre*. Anhand von Großresten konnte das ehemalige Vorkommen von *Betula humilis* im Seewadel nachgewiesen werden.

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

SUMMARY

A short profile of the upper 31 centimeters of the Seewadel was analysed for pollen, plant macrofossils and chemistry in intervals of 1 centimeter. 28 chemical factors were analysed. The profile does not show the typical

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

maxima of the heavy metals in the upper part. That is because of the low ground-water level. There exists an interesting peak of Sn, Ni and Mo. In the pollen diagram one can notice three phases of tree-cutting by the delinea of *Picea*.

The peat consists mainly of *Sphagnum palustre*. By seeds the existence of *Betula humilis* in the Seewadel could be proved in the past.

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

INHALT

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

1. EINLEITUNG

Aus dem Bodenseeraum liegen zahlreiche pollenanalytische Untersuchungen vor. Die ersten Arbeiten stammen schon von P.STARK (1923, 1925, 1927). Eine Darstellung der bisher pollenanalytisch bearbeiteten Profile findet sich bei LIESE-KLEIBER (1985) und RÖSCH (1985). Westlich von Singen befindet sich aber eine Bearbeitungslücke, obwohl dieses Gebiet eine Reihe von geeigneten Vermoorungen aufweist. Die vorhandenen Arbeiten aus den benachbarten Gebieten legen außerdem nur geringen Wert auf die Untersuchung der jüngsten Geschichte, obwohl gerade diese jüngste Zeit der Schlüssel zur Vergangenheit ist.

Das vorliegende Profil wurde zum Test der Methodik und zum Vergleich mit den vorangegangenen Arbeiten im Schwarzwald entnommen. Ein weiteres Profil von 8 m Länge und ein Parallelprofil dazu werden zur Zeit auf Großreste, Pollen und Geochemie in gleichem Stil wie das vorliegende Profil untersucht, die Arbeit wird in nächster Zeit abgeschlossen.

Die Arbeiten werden im Rahmen des Schwerpunktprogramms der Deutschen Forschungsgemeinschaft "Siedlungsarchäologische Untersuchungen im Alpenvorland" unter der Nummer Ho759/4-2 gefördert, wofür hier gedankt sei.

2. UNTERSUCHUNGSGEBIET UND METHODEN

2.1 Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet liegt südlich von Singen im Hegau (Abb. 1). Es handelt sich um ein vermoortes Toteisloch und steht heute wegen seiner besonderen Vegetation unter Naturschutz. Besonders zu erwähnen ist das Vorkommen des Rundblättrigen Sonnen-

taus (*Drosera rotundifolia*). Das Gebiet hat eine Ausdehnung von nur etwa 2 ha. Es befindet sich am südlichen Rand des Friedhofes von Singen.

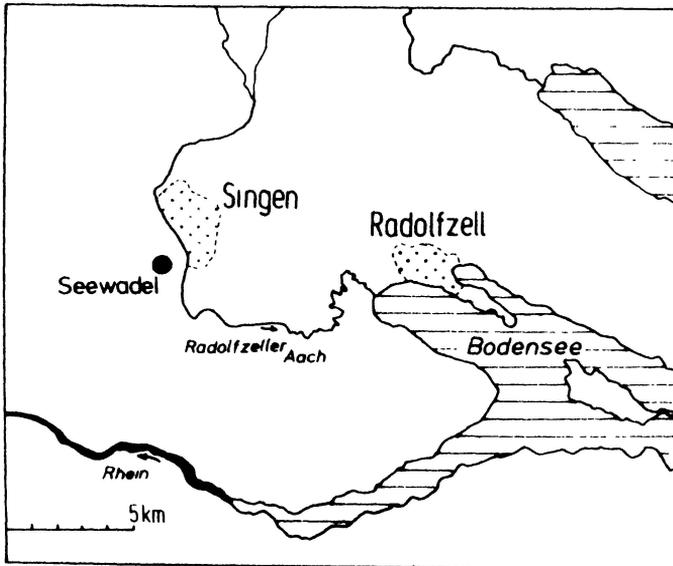


Abb. 1
Lage des Untersuchungsgebietes
Site of research area

Das Gebiet wurde vollständig vom Gletscher der letzten Eiszeit überfahren und ist großflächig von glazigenen Ablagerungen überdeckt. Die Schottermassen sind oft von kleinen und großen Tot-eislöchern durchsetzt. Eines von diesen ist der Seewadel.

Das Moor liegt in einer leichten Senke. Seine mittlere Höhe beträgt 433 m NN. Es ist heute von einer Art Lagg umgeben, der eine Breite von etwa 10 m und eine Wassertiefe von bis zu 1 m hat. Dieser Lagg ist meist von einem dichten Weidenbusch bestanden, am Rande stehen Erlen verschiedenen Alters.

Das Zentrum ist leicht erhöht und von lichtem Waldkieferngehölz bestanden, das eine Höhe von über 20 Metern erreicht. Im Unterwuchs stehen Faulbaum und Birken. Die Moosschicht besteht hauptsächlich aus *Sphagnum palustre*, *S. nemoreum*, *S. subsecundum* und *S. fallax*, wobei die ersten beiden Arten oft hohe Bulte bilden.

Der Seewadel ist heute ringsum von Wald unterschiedlichen Alters umgeben. Die ältesten Bestände haben nach Auskunft des Forstamtes Radolfzell ein Alter von etwa 130 Jahren. In diesen fallen vor allem große Eichen und Kiefern auf. Um das Moor findet sich auch eine Anzahl älterer Fichten. Im Unterwuchs stehen

Buche und Hainbuche. Die jüngsten Bestände, hauptsächlich aus Fichten mit wenig Kiefern, Eichen und Buchen bestehend, sind weniger als 30 Jahre alt.

Im Norden des Seewadels liegt der Friedhof von Singen. Dort blieben ebenfalls ältere Bäume stehen.

Nach dem Klimaatlas von Baden-Württemberg liegt die mittlere wirkliche Lufttemperatur/Jahr um 8°C , die mittlere Jahresschwankung der Lufttemperatur um $18,5^{\circ}\text{C}$. Die Niederschläge betragen zwischen 750 und 800 mm/Jahr.

Als Literatur zum Seewadel ist vor allem die Arbeit von GÖTTLICH & KLÖTZLI (1975) zu erwähnen, in der ein Transekt durch das Moor abgebildet ist. Allerdings wird weder in der Beschreibung noch im Transekt Sphagnumtorf erwähnt bzw. dargestellt. Außerdem wird dort für das Zentrum eine Mächtigkeit der Sedimente von etwas über 4 m angegeben. Im Gegensatz dazu ergaben die eigenen Sondierungen für eine Isohypsenkarte des mineralischen Untergrundes an sehr vielen Stellen Mächtigkeiten von über 8 m. Das Transekt von GÖTTLICH & KLÖTZLI (1975) scheint nur das nördliche Ende tangiert, den eigentlichen zentralen Bereich des Moores aber nicht erfaßt zu haben.

2.2 Methoden

Das Profil wurde im Herbst 1987 am nördlichen Rand des zentralen, leicht erhobenen Bereichs als Torfkörper von etwa $20 \times 20 \times 35$ cm mit einem Spaten entnommen. Im Labor wurden die äußeren Schichten dieses Torfkörpers abgeschnitten und der verbleibende saubere Rest in Scheiben von etwa 1 cm Dicke aufgeteilt. Der äußere Teil dieser Scheiben diente der Großrestanalyse. Aus dem inneren Teil, der für die chemischen Analysen verwendet wurde, wurden etwa 2 Gramm Torf für die Pollenanalysen ausgestochen.

Die Proben für die Großreste (etwa 50 ccm) wurden in 5%-iger Kalilauge leicht erwärmt und anschließend 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 Pollenanalyse wurden nach Erhitzen in Kalilauge acetolysiert (FAEGRI & IVERSEN 1975) und in Glycerin aufbewahrt. Danach wurden Präparate in Glyceringelatine angefertigt und diese gezählt.

Der für die chemische Analysen bestimmte restliche Torf wurde bei 105°C getrocknet und mit einem Achatmörser staubfein gemahlen. Die Bestimmung des Stickstoffes erfolgte photometrisch nach Aufschluß nach ALLEN (1974) mit einer modifizierten Indophenolblau-Methode. Die Extinktion des NaOH-Auszuges (0,1N) bei 570 nm ist auf ein Gramm trockenen Torf pro Liter bezogen. Die Veraschung erfolgte bei 550°C . Silizium wurde mit NaOH-Schmelze, Titan mit Kaliumdisulfat-Schmelze aufgeschlossen. Das amorphe Silizium wurde nach BLACK (1965) behandelt. Die Bestimmung dieser 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 9 in Flammenbetrieb für die Elemente Na, K, Ca, Mg und Mn, das gleiche Gerät mit Graphitrohrsystem PU 9095 mit automatischem Probennehmer für die Elemente Li, Be, Sr, V und Cr, ein Hydridsystem von Berghof für As; ein Polarograph Metrohm E 626 mit Inversvoltmetriezubehör für Cu, Bi, Cd, Sn, Pb, Zn, Ni, Co und Mo.

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 von Zenith gezeichnet werden. Herrn THOMAS gilt mein besonderer Dank dafür. Neben den schraffierten Kurven findet sich in den Diagrammen manchmal noch die zehnfachenüberhöhungen.

3. GROSSRESTE (Abb. 2)

Die Untersuchung der Großreste soll hauptsächlich die Zusammensetzung des Torfes aufzeigen. Sie ersetzt die in Pollendiagrammen oft angegebene Stratigraphie, die mit vielen Unsicherheiten behaftet ist. Was würde z.B. im vorliegenden Fall die Beschreibung "*Sphagnum*-Torf" nützen? Es könnte auch ein *Sphagnum magellanicum*-Torf sein. Dann wären aber die ökologischen Verhältnisse an dieser Stelle ganz anders gewesen.

Es ist nicht Ziel dieser Untersuchung, die Pflanzengesellschaften zu rekonstruieren; sondern es soll aufgezeigt werden, welche Arten gerade an dieser Stelle oder in der nächsten Umgebung gewachsen sind und wie sich daraus die damaligen Nährstoffverhältnisse ableiten lassen. Außerdem hängen die geochemischen Verhältnisse zum Teil von der Artenzusammensetzung des Torfes ab.

Das Großrestdiagramm läßt sich in 2 Abschnitte gliedern. In beiden Abschnitten dominiert *Sphagnum palustre*, im unteren finden sich aber zusätzlich Cyperaceenreste. Es handelt sich hier also noch um die Übergangsphase vom Seggenbestand zum Sphagnumrasen. Im Abschnitt 2 könnte man noch eine weitere Zone im Bereich der Proben 11-17 ausscheiden, die durch das Vorkommen von *Juncus effusus*-Samen und Blättern von *Frangula* und *Betula* gekennzeichnet ist. Es handelt sich hier um eine Störphase, die aber wohl nicht das ganze Moor betroffen hat, sondern eher ganz lokalen Charakter hatte. Hier fanden sich auch die Samen von *Betula humilis*, was dem heutigen Vorkommen entspricht.

Die wenigen Reste der *Sphagna Acutifolia* dürften eingeweht oder eingeschleppt sein. Heute sind die nächsten Polster der *Acutifolia* etwa 30 m von der Profilstelle entfernt. *Hypnum cupressiforme* wuchs wohl auf Holz und geriet von dort in den Torf.

Seewadel (433m) Grobreite

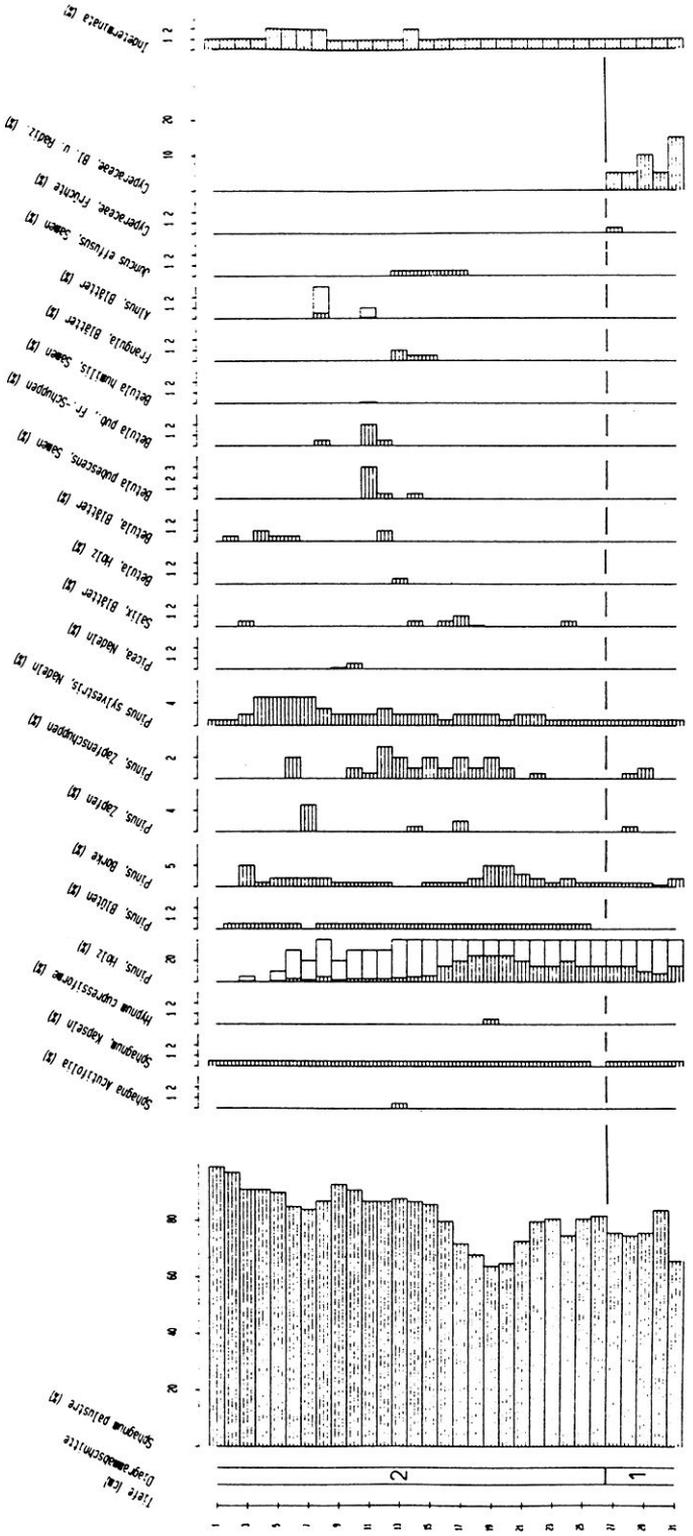


Abb. 2
Grobreite
Diagram of plant macrofossils

4. POLLENDIAGRAMM (Abb. 3, 4, 5, 6)

Bei der Berechnung der Pollendiagramme stellte sich die Frage, welche Art der Berechnung man wählen sollte. Zuerst wurde die Summe aller BP als 100% gesetzt (Abb. 3 u. 4). Um dann besser die regionale Vegetation erkennen zu können, wurden die im Moor selbst vorkommenden Bäume (*Pinus*, *Alnus*, *Betula*, *Salix*, *Frangula*) aus der Summe ausgeschlossen (Abb. 5 u. 6). Allerdings ist fraglich, ob nicht ein Teil der Kiefernpollen von den trockenen Hängen der Umgebung stammt. Da sich im Großrestdiagramm sehr viele Blütenstände von *Pinus* fanden, wurde zunächst *Pinus* als lokal angenommen.

Nach den Baumpollen lassen sich die Diagramme in sieben Abschnitte gliedern. Sie kommen durch den unterschiedlichen Anteil an *Pinus*, *Picea* usw. zustande. Die zweite Darstellung des Diagrammes (Abb. 5 u. 6) unterscheidet sich hauptsächlich dadurch, daß die Diagrammabschnitte 2, 4 und 6 deutlicher hervortreten. Aber auch die Nichtbaumpollen erreichen andere Wertigkeiten. Interessanterweise sind diese Abschnitte etwa von gleicher Länge.

Im Pollendiagramm sind die herausragenden Ereignisse die Schlagphasen, die sich im Rückgang der Fichten äußern. Bei den Diagrammabschnitten 4 und 6 nimmt gleichzeitig die Kiefer deutlich zu (Abb. 5), in Abschnitt 2 dagegen nur wenig. Die Kiefer kam sicherlich recht schnell auf den trockeneren Schlagflächen auf. Somit stammt der Pollen der Kiefer nicht nur aus dem Moor. Man könnte eine Grenze zwischen dem lokalen *Pinus*-Pollen aus dem Moor und dem Anteil aus der Umgebung bei etwa 200% in Abbildung 5 ziehen.

In den Schlagphasen nehmen auch *Betula*, *Carpinus*, *Corylus* und *Quercus* bei den Bäumen mit gewissen Phasenverschiebungen zu. *Corylus* und *Betula* gehören zur gleichen Gruppe wie die Kiefer, d.h. sie nehmen auf Schlagflächen recht schnell zu. Bei *Carpinus* und *Quercus* dagegen könnte es sich um eine Frage der Berechnung handeln, sie könnten aber auch von einer Auflichtung profitiert haben.

Die unterste Schlagphase unterscheidet sich von den beiden anderen einerseits durch das weitgehende Fehlen des *Pinus*-Gipfels, zum anderen zeigt sie aber Maxima bei *Salix* und noch deutlicher bei den Cyperaceen und Gramineen, aber auch bei den Umbelliferen, Fabaceen, bei *Campanula* und *Melampyrum*. Dieser Schlag dürfte eine relativ feuchte Fläche betroffen haben.

Es lassen sich auch Phasen intensiveren Landbaues erkennen. Sie sind vor allem durch die Maxima der Cerealia, Chenopodiaceae, *Plantago lanceolata* und *Rumex* zu erkennen.

5. CHEMISCHE ANALYSEN (Abb. 7 u. 8)

Die Diagramme wurden nach charakteristischen Elementen in drei Abschnitte eingeteilt. Im obersten Abschnitt zeigen vor allem die Elemente Kalium, Calcium und Mangan ein Maximum, im untersten Abschnitt vor allem Silizium. Dieser Abschnitt entspricht

Seewadel (433m)
Pollendiagramm
BP = 100%

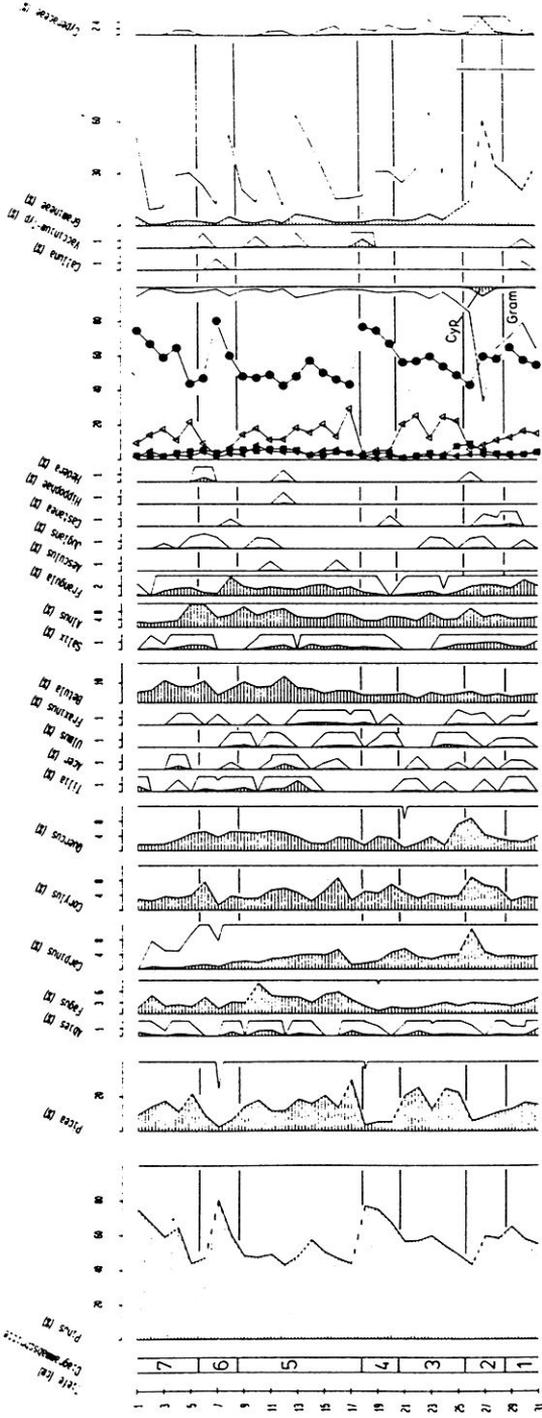


Abb. 3
Pollendiagramm, Teildiagramm 1a
Pollen diagram, part 1a

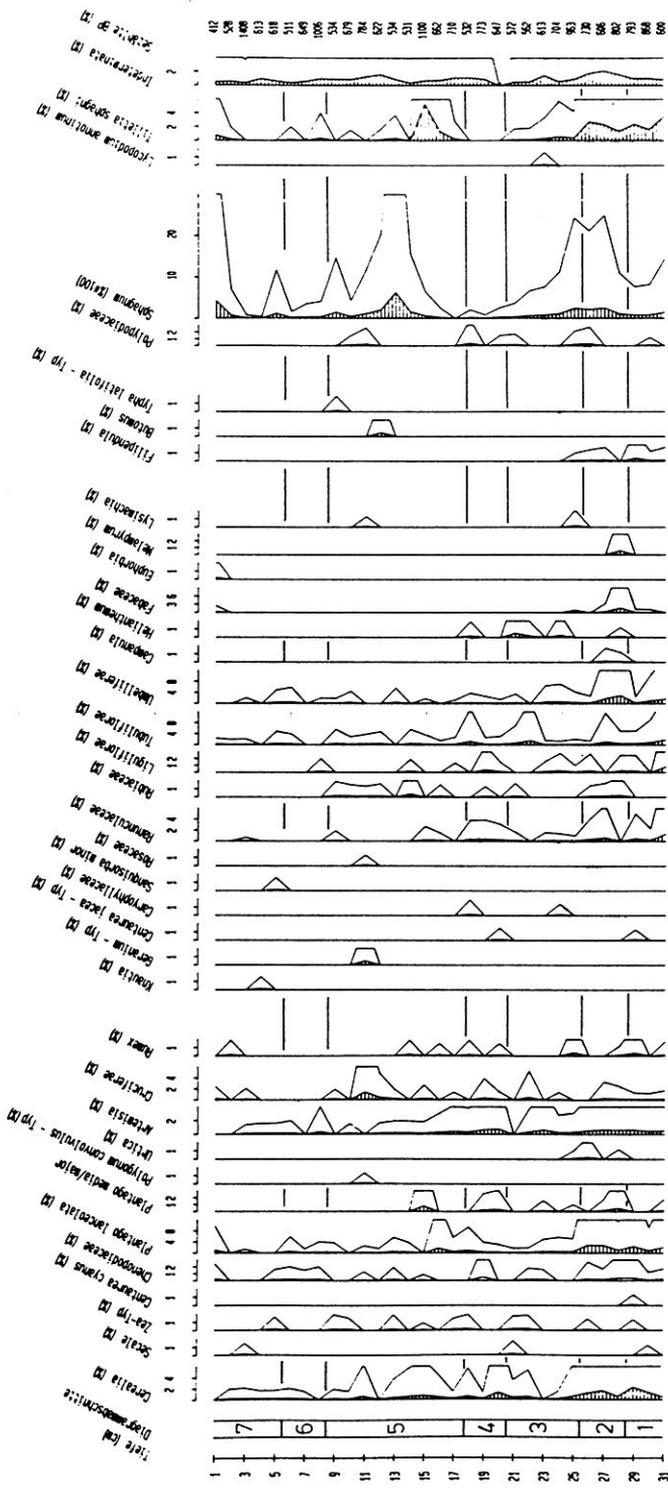


Abb. 4
 Pollendiagramm, Teilidiagramm 1b
 Pollen diagram, part 1b

Seewadel (433m)

Pollendiagramm

BP exkl. Pinus, Alnus, Betula, Salix, Frangula = 100%

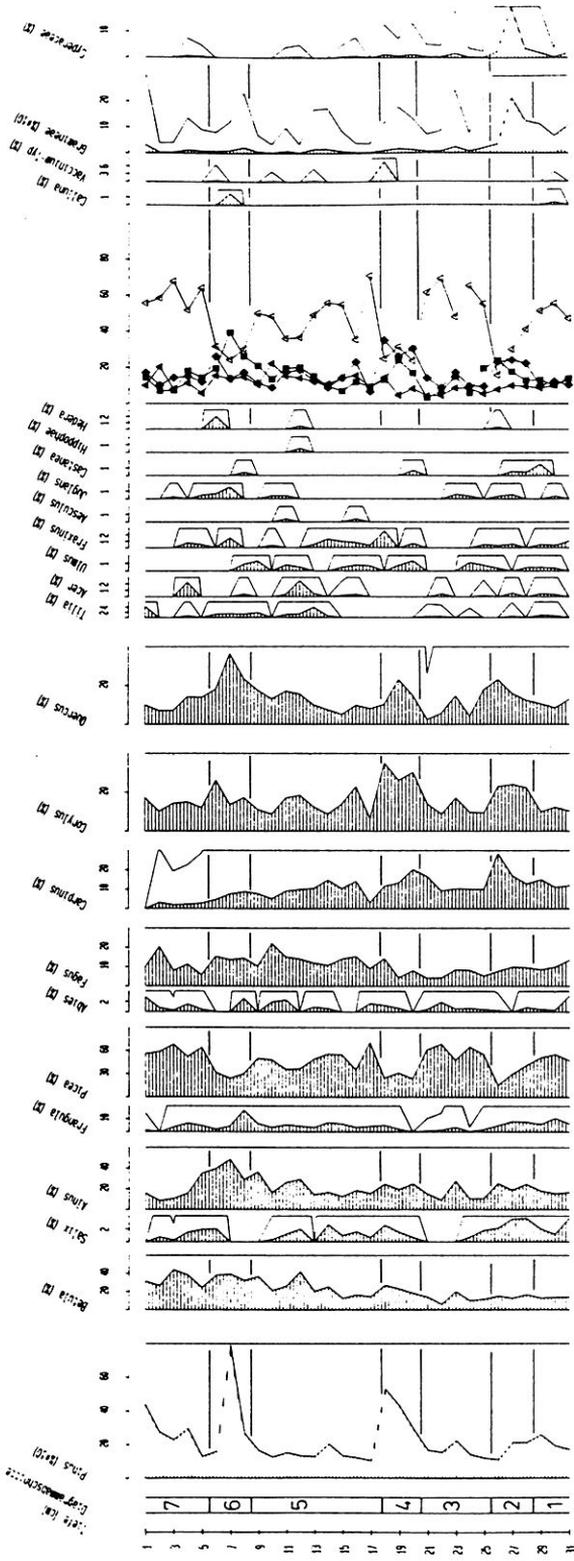


Abb. 5
Pollendiagramm, Teildiagramm 2a
Pollen diagram, part 2a

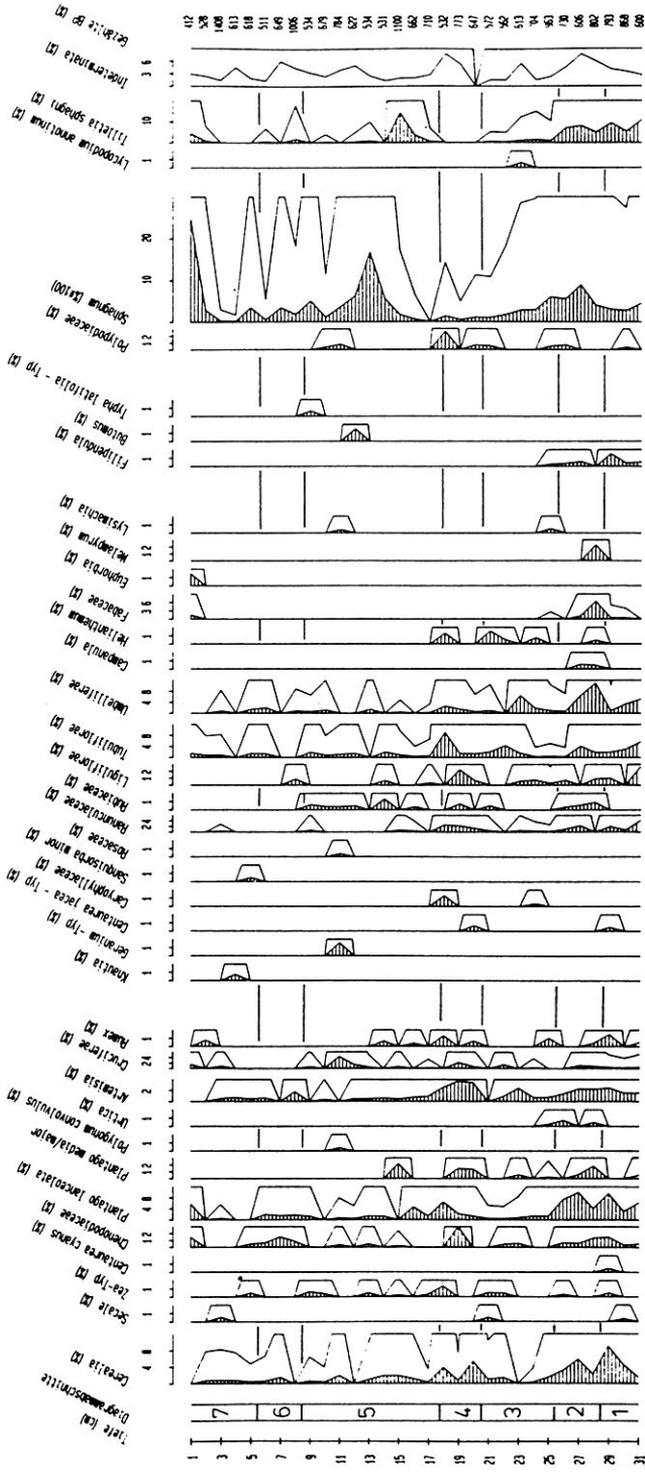


Abb. 6
 Pollendiagramm, Teildiagramm 2b
 Pollen diagram, part 2b

im Großrestdiagramm (Abb. 2) dem Hinzutreten der Cyperaceen zum *Sphagnum*-Torf.

Es wurde sowohl die Darstellung der chemischen Analyseergebnisse mit Bezug auf das Trockengewicht (Abb. 7) wie auf die Asche (Abb. 8) wiedergegeben.

Eine der Hauptfragen bei der chemischen Analyse ist die Mobilität der Elemente und damit die Frage, inwieweit sich Hochmoortorfe als Archive der Belastung mit Schwermetallen in der Vergangenheit eignen.

Diese Frage wird sehr unterschiedlich beantwortet. WANDTNER (1981) nimmt an, daß Hochmoore sich als "biologische Monitorsysteme" für Schwermetallimmissionen eignen. Auch MENKE (1987) vermutet, daß der überwiegende Teil seiner untersuchten Elemente die Rekonstruktion der Immissionen der Vergangenheit erlauben.

Zu anderen Ergebnissen dagegen kommen z.B. DAMMAN (1978), CLYMO (1983) und HÖLZER & HÖLZER (1987, 1988 a,b).

Beim Seewadel handelt es sich zwar nicht um ein Hochmoor, aber wir haben es mit *Sphagnum*-Bulten zu tun, die wenigstens ähnliche Bedingungen aufzeigen wie im Hochmoor, z.B. den Kationenaustausch der Torfmoose.

DAMMAN (1978) zeigte, daß viele Elemente im Bereich des Grundwasserstandes ein Maximum haben. Beim vorliegenden Profil lag der Grundwasserstand in einer Tiefe von etwa 25 cm, also relativ tief. Deshalb dürfte das vorliegende Profil besonders interessant sein. Dies wird vor allem an den hierfür herangezogenen Elementen wie Pb, Cd, Zn oder Cu klar. Sie zeigen kein eindeutiges Maximum in den obersten 20 cm, wie das oft zu sehen ist (WANDTNER 1981, HÖLZER & HÖLZER 1988a,b). Diese Frage dürfte sich aber nicht schwer klären lassen. Interessanter und auch erfolgversprechender dürfte dagegen die Suche nach Einzelpeaks sein, die mit verschiedenen Aufschlüssen gemacht wurden. So ist nämlich ein Analysenfehler einzuschränken.

Es dürfte sich bei solchen Peaks um Einwehungen von Staubstürmen handeln, wie wir sie recht regelmäßig noch heute erleben. Dies wird auch durch die Pollenanalyse (HÖLZER & HÖLZER 1988a) bestätigt. Diese Einwehungen dürften von besonderem Wert für die Parallelisierung von Profilen aus dem gleichen Moor oder nahe beieinander liegender Moore sein.

6. ZUSAMMENFASSENDER DISKUSSION DER ERGEBNISSE DER POLLEN-, GROSSRESTE- UND DER CHEMISCHEN ANALYSEN

Vielleicht ist es verwunderlich, daß in der vorliegenden Arbeit nur die obersten 30 cm und kein vollständiges Profil untersucht wurde. Aber gerade diese oberste Zone bietet hervorragende Möglichkeiten, die Ergebnisse der eigenen Untersuchungen kritisch mit den historischen Quellen zu vergleichen und dann auch diese zu relativieren. Ähnliche Maßstäbe müssen dann

Seewadel (433m)

Geochemie

Bezug: Trockengewicht

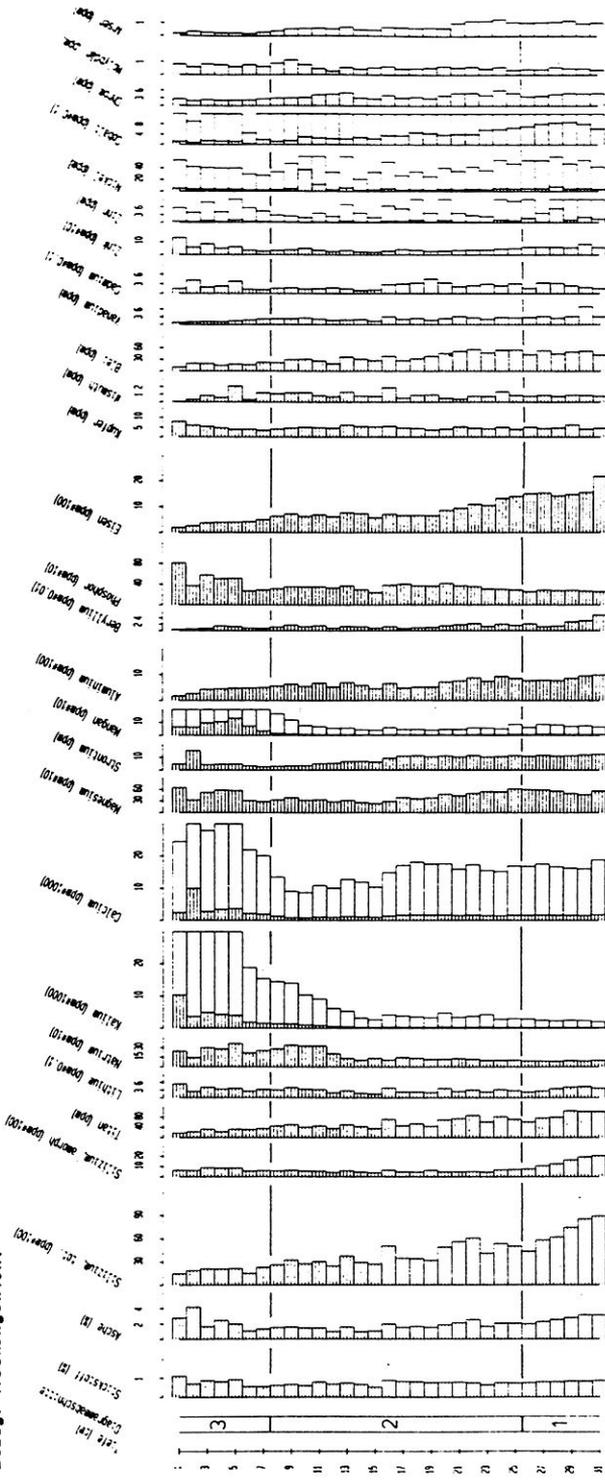


Abb. 7
Diagramm der chemischen Analysen
Diagram of the chemical analyses

Seewadel (433m)
Geochemie
Bezug: Asche

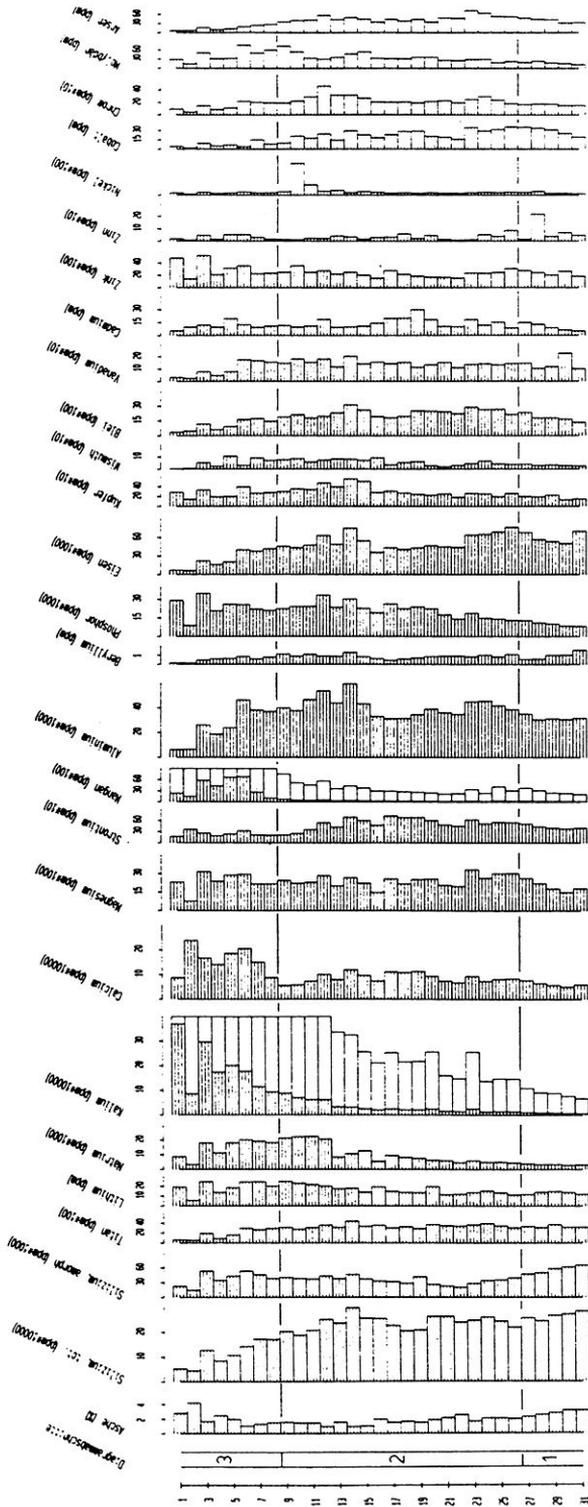


Abb. 8
Diagramm der chemischen Analysen
Diagram of the chemical analyses

auch bei der Interpretation der älteren Abschnitte angelegt werden. Dies gilt vor allem für die Pollenanalysen.

Eine interessante Frage, die schon oft diskutiert wurde, lautet, wann die Torfmoose Sporen bilden. In den vorliegenden Diagrammen erkennt man sehr schön, daß die Maxima der *Sphagnum*-Sporen im Pollendiagramm am Ende von Phasen der Veränderung liegen. Dies gilt für das Ende der Cyperaceen-Phase, das Ende der Störung mit *Juncus effusus* und schließlich das obere Ende des Profils. Zu dieser Zeit dürfte das Optimum der Arten schon überschritten sein.

RÖSCH (1985) nimmt an, daß ab dem Subboreal die Besiedlungsdichte des Raumes um das nur etwa 6 km entfernte Feuerried zu dicht wurde, um zeitlich und räumlich isolierte Rodungsphasen nachweisen zu können. In seinem Profil lassen sich in den obersten 30 cm keine entsprechenden Schlagphasen nachweisen. Er verwendet aber auch Probenabstände von 2,5 cm und gibt nicht an, auf welche BP-Summe gezählt wurde. Aus dem Diagramm kann man sich die Pollensumme aber in etwa errechnen. Er verweist auf engere Probenabstände, die zum Erkennen von Siedlungsphasen notwendig sind. Am vorliegenden Profil kann man sehr schön erkennen, daß man sogar einzelne Einschläge erkennen kann, wenn man entsprechend enge Probenabstände wählt und entsprechend hoch auszählt.

Bei HÖLZER & HÖLZER (1987) sind Schlagphasen mit einem Anstieg im Si-Gehalt verbunden. KRAMM (1978) zeigt, daß gezählte Staubpartikel, die in etwa dem Si-Gehalt entsprechen, mit Peaks in der *Rumex*-Kurve übereinstimmen. Im Seewadel sind keine solchen Anstiege des Si-Gehaltes zu erkennen. Dies dürfte an der besonderen Situation des Seewadels und seiner Umgebung liegen. Die Hintergrundgehalte an Silizium und Titan liegen in den Torfen vom Seewadel in gleicher Größenordnung wie an der Hornisgrinde. Allerdings dürften die Schlagflächen sehr viel kleinflächiger gewesen sein als im Bereich der Hornisgrinde im Schwarzwald und damit das Verhältnis zwischen Einwehung und Hintergrund sehr viel ungünstiger. Außerdem liegt der Seewadel in einer relativ ebenen Landschaft ohne besondere Windverhältnisse.

Wie schon bei HÖLZER & HÖLZER (1988 b) geäußert, dürften die kurzzeitigen Peaks sehr viel interessanter sein als die breiten Peaks in den obersten 20 cm. Das vorliegende Profil zeigt einen typischen Peak des Elementes Zinn bei einer Tiefe von 28 cm. Zinn ist ein relativ schweres Element, das sehr schlecht verweht wird und nicht sehr häufig ist. Auch das Element Ni zeigt hier eine geringe Zunahme, ebenso Molybdän in noch geringerem Maß. Dieses Verhalten der beiden Elemente findet Parallelen im Profil von HÖLZER & HÖLZER (1988 a). Die ähnliche Tiefe dürfte aber ein Zufall sein, da beide Torfe ganz unterschiedlich aufgebaut sind. Entsprechend dem Verhältnis der Elemente spricht aber einiges dafür, daß es sich vielleicht um das gleiche Ereignis handelt, nämlich eine der Staubein-

wehungen, wie wir sie hier in Mitteleuropa öfter erleben. Nach dem Erkennen dieser Peaks wurden die Proben 28 und 27 intensiv nach *Ephedra*-Pollen durchgemustert. Aber es konnte nichts gefunden werden.

Interessant ist auch der Nickel-Peak bei Probe 10. Im Profilabschnitt von der Seemisse im Nordschwarzwald (Hölzer & Hölzer 1988 b) findet sich ein ähnlicher Nickel-Peak.

Wie sah es nun in der Vergangenheit in der Umgebung aus? Sicherlich war der Wald in der Umgebung lückiger. Neben *Cerealia* finden sich eine Reihe von Zeigern für offenes Land und diese nehmen nach unten hin deutlich zu. Neben *Plantago lanceolata*, der nicht nur Zeiger für Grünland ist, sondern auch Ackerunkraut (BEHRE 1981, 1986) sein kann, sind dies *Plantago media/major*, *Artemisia*, *Tubuliflorae*, *Rumex* und andere.

Woher kamen aber Pollen wie der *Zea*-Typ, der sehr wenig verweht wird? Ähnliches gilt für *Helianthemum*. Sind sie in der Umgebung gewachsen oder stammen sie mehr aus dem Gebiet des Hohentwiels, der nur wenige Kilometer entfernt ist. Von der Windverteilung (Abb. 9) wäre dies recht wahrscheinlich. Ost- und Nordostwinde sind im Gebiet nicht selten und fast über das ganze Jahr über möglich.

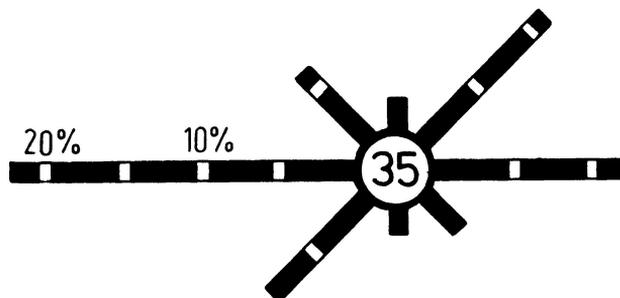


Abb. 9

Windverteilung in Aach (nach Klimaatlas von Baden-Württemberg).

Zahl im Kreis = Anzahl der windstillen Tage

Distribution of winds at Aach (according to Klimaatlas of Baden-Württemberg).

Number in the circle = number of calm days

Betrachtet man das Pollendiagramm, so fragt man sich, welchen Zeitraum das bearbeitete Profilstück umfaßt. Hinweise kann man dem *Zea*-Typ entnehmen. Der Mais kommt nach KÖRBER-GROHNE (1987) erst seit dem 16. oder 17. Jahrhundert in Süddeutschland vor. Damals wurde er meist in Gärten angebaut und dürfte keine Rolle im Pollenniederschlag gespielt haben, zumal sein Pollenkorn schlecht verbreitet wird.

Einen weiteren Hinweis bildet das Vorkommen der Fichte im Gebiet. Nach STOFFLER (1981) wurde die Fichte schon seit 1588 im Forstbezirk Engen bei Neuhausen gepflanzt. Er erwähnt noch weitere Fichtenpflanzungen im Hegau.

Obwohl der Friedhof direkt an das Moor grenzt und die Entnahmestelle des Profilabschnitts weniger als 100 Meter entfernt ist, wurden überraschenderweise keine für einen Friedhof typischen Pollentypen gefunden, die eine Abschätzung des Wachstums der Torfmoose erlauben hätten. Gedacht wird hier an *Buxus*, *Taxus*, *Tsuga* und andere. Der Friedhof besteht an dieser Stelle seit 1936.

Da die Bestände in der Umgebung ein sehr unterschiedliches Alter aufweisen und diese Einzelbestände zudem sehr kleinflächig sind, ist eine Zuordnung zum Einschlag auf ganz bestimmten Flächen im Augenblick nicht möglich. Durch Auszählen auf eine höhere Pollensumme wäre es vielleicht gelungen, noch einige für besondere Zeiträume charakteristische Pollentypen zu finden. Da es sich nur um ein Testprofil handelte, sollte mehr Wert auf die Bearbeitung des langen 8 m-Profiles gelegt werden.

Diese Schlagphasen lassen sich aber sicher in weiteren Profilen aus dem gleichen Moor für die Parallelisierung in den jüngeren Zeitabschnitten verwenden. Man könnte natürlich probieren, was bei ^{14}C -Daten bei diesen Torfen herauskäme. Dies wäre aber eher als Verschwendung des Geldes dafür anzusehen, da diese Methode für diese Zeiträume keine guten Daten liefert.

Wie man sieht, hat sich die parallele Bearbeitung der Pollen, Großreste und der chemischen Parameter als sehr sinnvoll erwiesen. Die Pollen repräsentieren vor allem die regionale und lokale Vegetation. Die Großreste 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. (Ed.) (1974): Chemical Analysis of Ecological Materials.- 1.Aufl., 565 S., Oxford, London, Edinburgh, Melbourne.
- BEHRE, K.-E. (1981): The interpretation of anthropogenic indicators in pollen diagrams.- *Pollen et Spores* 23: 225-245; Paris.
- "- (1986): Die Reflektion archäologisch bekannter Siedlungen in Pollendiagrammen verschiedener Entfernung - Beispiele aus der Siedlungskammer Flögeln, Nordwestdeutschland.- In: BEHRE, K.-E. (1986): Anthropogenic Indicators in Pollen Diagrams, S.95-114; Rotterdam.
- BLACK, C.A. (Ed.) (1965): Methods of Soil Analysis.- Band I u. II: 1-770 u. 771-1572, American Soc. of Agronomy, Madison/Wisc., USA.
- CLYMO, R.W. (1983): Peat.- In: GORE, A.J.P. (Ed.), 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.

- DEUTSCHER WETTERDIENST (1953): Klimaatlas von Baden-Württemberg; Bad Kissingen.
- FAEGRI, K. & IVERSEN, J. (1975): Textbook of Pollen Analysis.- 295 S.; Kopenhagen.
- GÖTTLICH, Kh. u. KLÖTZLI, F. (1975): Erläuterungen zu Blatt Singen (Hohentwiel), L 8318 der Moorkarte von Baden-Württemberg 1: 50 000.- 86 S.; Stuttgart.
- HÖLZER, A. & HÖLZER, A. (1987): Paläoökologische Moor-Untersuchungen an der Hornisgrinde (Nordschwarzwald).- *Carolina* 45: 43-50; Karlsruhe.
- "- -"- (1988 a): Untersuchungen zur jüngeren Vegetations- und Siedlungsgeschichte im Blindensee-Moor (Mittlerer Schwarzwald).- *Carolina* 46: 23-30; Karlsruhe.
- "- -"- 1988 b): Untersuchungen zur jüngeren Vegetations- und Siedlungsgeschichte in der Seemisse am Ruhestein (Nordschwarzwald).- *TELMA* 18: 157-174; Hannover.
- KRAMM, E. (1978): Pollenanalytische Hochmooruntersuchungen zur Floren- und Siedlungsgeschichte zwischen Ems und Hase.- *Abhandl.Landesmuseum f. Naturkunde* 40/4: 49 S.; Münster.
- KÖRBER-GROHNE, U. (1987): Nutzpflanzen in Deutschland. Kulturgeschichte und Biologie.- 490 S.; Stuttgart.
- LIESE-KLEIBER, H. (1985): Pollenanalysen in der Ufersiedlung Hornstaad-Hörnle. I. Untersuchungen zur Sedimentation, Vegetation und Wirtschaft in einer neolithischen Station am Bodensee.- *Materialh.z.Vor- u. Frühgesch. in Baden-Württemberg* 6, 149 S., Stuttgart.
- MENKE, B. (1987): Geobotanische und geochemische Untersuchungen an einem Torfprofil zur Frage natürlicher und anthropogener Elementverfrachtung.- *Geol.Jb., A* 95: 3-102; Hannover.
- RÖSCH, M. (1985): Ein Pollenprofil aus dem Feuenried bei Überlingen am Ried. Stratigraphische und landschaftsgeschichtliche Bedeutung für das Holozän im Bodenseegebiet. *Berichte zu Ufer- und Moorsiedlungen Südwestdeutschlands 2.-Materialhefte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg* 7: 43-79; Stuttgart.
- STARK, P. (1923): Zur Entwicklungsgeschichte der badischen Bodenseemoore.- *Ber.Deutsch.Bot.Ges.* 41: 361-373; Berlin.
- "- (1925): Die Moore des Badischen Bodenseegebietes . I.: Die nähere Umgebung von Konstanz.- *Ber.Naturf.Ges.Freiburg* 24: 1-123; Freiburg.
- "- (1927): Die Moore des Badischen Bodenseegebietes.II.: Das Areal um Hegne, Dettingen, Kaltbrunn, Mindelsee, Radolfzell und Espasingen.- *Ber.Naturf.Ges.Freiburg* 28: 1-238; Freiburg.

- STOFFLER, H.-D. (1981): Aus der Waldgeschichte des Hegaus.- Hegau. Zeitschrift für Geschichte, Volkskunde und Naturgeschichte des Gebietes zwischen Rhein, Donau und Bodensee 38: 121-126; Singen.
- WANDTNER, R. (1981): Indikatoreigenschaften der Vegetation von Hochmooren der Bundesrepublik Deutschland für Schwermetallimmissionen.- Diss.Bot. 59: 190 S.; Vaduz.

Manuskript eingegangen am 26.Juli 1989