

FÜHRER ZUR EXKURSION  
DES SYSTEMATISCH-GEOBOTANISCHEN INSTITUTES BERN  
INS BODENSEEGEBIET UND NACH OBERSCHWABEN  
"SPAETQUARTAERE VEGETATIONS- UND SIEDLUNGSGESCHICHTE"  
22. - 26. SEPTEMBER 1985

ZUSAMMENSTELLUNG: G.LANG  
BERN 1985

PROGRAMM

Sonntag, 22. September 1985

- 10.00 Abfahrt im Hof der Botanischen Institute  
Bern (Institutsbus)  
Mittagessen (Picknick)
- 13.30 Treffpunkt Parkplatz am Ostrand des Nussbaumer  
Sees, an der Strasse Nussbaumen-Uerschhausen  
Nussbaumer Seen (Rösch)  
Fahrt nach Hemmenhofen
- 16.00 Einführung in die Pfahlbauarchäologie Bodensee-  
Oberschwaben in Hemmenhofen, Fischersteig 8  
(Billamboz u. Schlichtherle)  
Abendessen und Uebernachtung Gasthaus-Pension  
Adler, D-7763 Oehningen 1 am Bodensee  
Tel. (07735) 450 und 2446

Montag, 23. September

- Vormittags Ausgrabungsgelände Hornstaad(Dieckmann)  
Feuenried bei Ueberlingen am Ried (Rösch)  
Mittagessen
- Nachmittag Weitere Moore im westlichen Bodenseegebiet(Rösch)
- 16.30 Bootsfahrt entlang der Höri  
Abendessen und Uebernachtung Gasthof Adler in  
Oehningen

Dienstag, 24. September

- Vormittags Buchenseen und Mindelsee (Lang)  
Mittagessen
- Nachmittag Vegetation und Flora am Bodenseeufer (Lang)  
Romanische Kirchen auf der Insel Reichenau  
Abendessen auf der Reichenau  
Uebernachtung Gasthof Adler in Oehningen

Mittwoch, 25. September

- Vormittags Fahrt zum Federsee bei Bad Buchau
- 10.00 Treffpunkt Parkplatz Federseemuseum  
Einführung in die Vegetationsgeschichte und  
Seegeschichte (Liese-Kleiber)  
Ausgrabung Siedlung Forschner (Keefer)  
Mittagessen
- Nachmittag Federseemuseum  
Weitere Grabungsplätze (Keefer)  
Rentierjägerstation Schussenquelle (Lang)  
Uebernachtung Gasthof Zum Kreuz, Schussenrieder  
Strasse, D-7952 Bad Buchau, Tel. (07582) 82 72

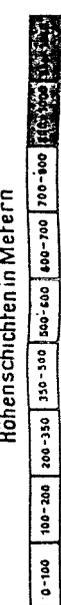
Donnerstag, 26. September

- Vormittag Barockkirche Steinhausen bei Bad Schussenried  
Fahrt über Ravensburg-Tett nang  
Schleinsee bei Lindau (Lang)  
Mittagessen  
Rückfahrt



30° W nach Luzern 30° E nach Zürich 9° Z 30° O ÖSTERREICH 10°

- Dörfer**
- Meurer
  - Forbach
  - Kuppinger



- ⊕ Staatsgrenze
- ▨ Landesgrenze
- ⊕ Dom oder Münster
- ⊕ Ort-m. Schloß
- ⊕ Schloß
- ⊕ Kloster
- ⊕ in einem Kloster

IX. MOOR-EXKURSION BODENSEE-OBERSCHWABEN 22.-26.9.1985  
 TEILNEHMERLISTE

Organisatorische Leitung

LANG, Gerhard Prof.	Bern
WEGMÜLLER, Samuel Prof.	Bern

Lokale Führung

BILLAMBOZ, A.Dr.	Hemmenhofen
DIECKMANN, B. Dr.	Hemmenhofen
KEEFER, E. Dr.	Bad Buchau
LIESE-KLEIBER, Helga Dr.	Freiburg i.Br.
RÖSCH, Manfred Dr.	Hemmenhofen
SCHLICHATHERLE, H. Dr.	Hemmenhofen

Teilnehmer

DRAXLER, Ilse Dr.	Wien
FAEH, Josef	Bern
HADORN, Philippe	Bern
HENRION, Irmtraud Dr.	Hannover
HÖLZER, Adam Dr.	Karlsruhe
LOTTER, Andy	Bern
OEGGL, Klaus	Innsbruck
RICHOZ, Irene	Neuchâtel
SCHLOSS, Siegfried Dr.	Karlsruhe
SCHNEIDER, Annemarie	Bern
SCHNEIDER, Ruth Dr.	Bern
SIDLER, Catherine	Zürich
WAHLMÜLLER, Burgi Dr.	Innsbruck
WEGMÜLLER, Peter Dr.	Münchenbuchsee
WICK, Lucia	Bern

EINFÜHRUNG:  
SPAETQUARTAERE VEGETATIONS- UND SIEDLUNGSGESCHICHTE  
IM RAUM BODENSEE-OBERSCHWABEN

Abb.1. Lage der Exkursionsgebiete Westlicher Bodensee (Rechteck), Federsee (F) und Schleinsee (S) und Eisrandlagen des pleistozänen Rheingletschers. 1: Maximale Eisausdehnung während der Riss-Eiszeit. 2-5: Eisrandlagen (Endmoränen) der Würm-Eiszeit. 2: Schaffhausener Stadium (Äussere Jugendmoräne). 3: Singener Stadium (Innere Jugendmoräne). 4: Konstanz-Tettlinger Stadien. 5: Lindauer Stadien. Nach der Geol. Übersichtskarte von Südwestdeutschland (nach LANG 1973 verändert).

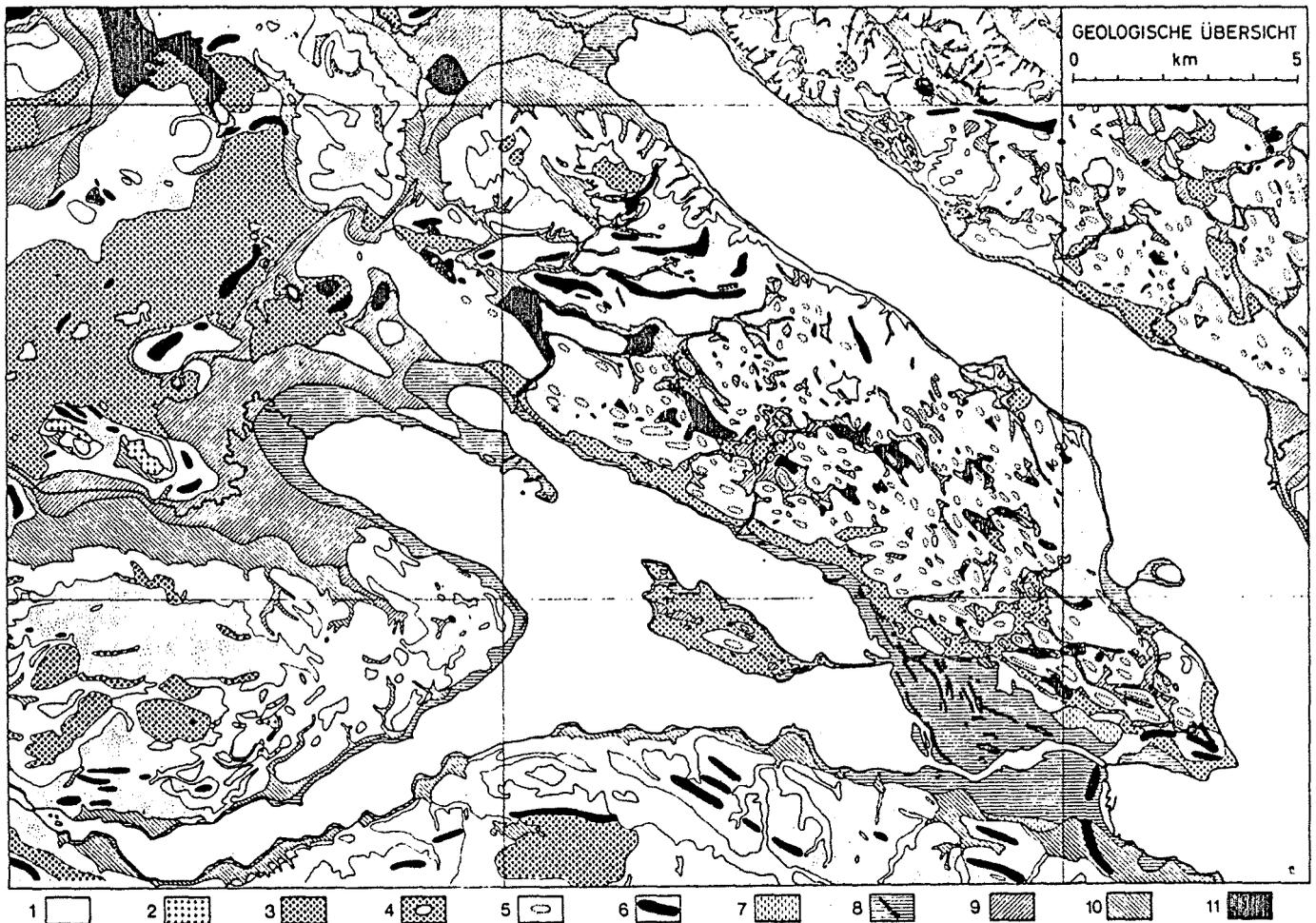
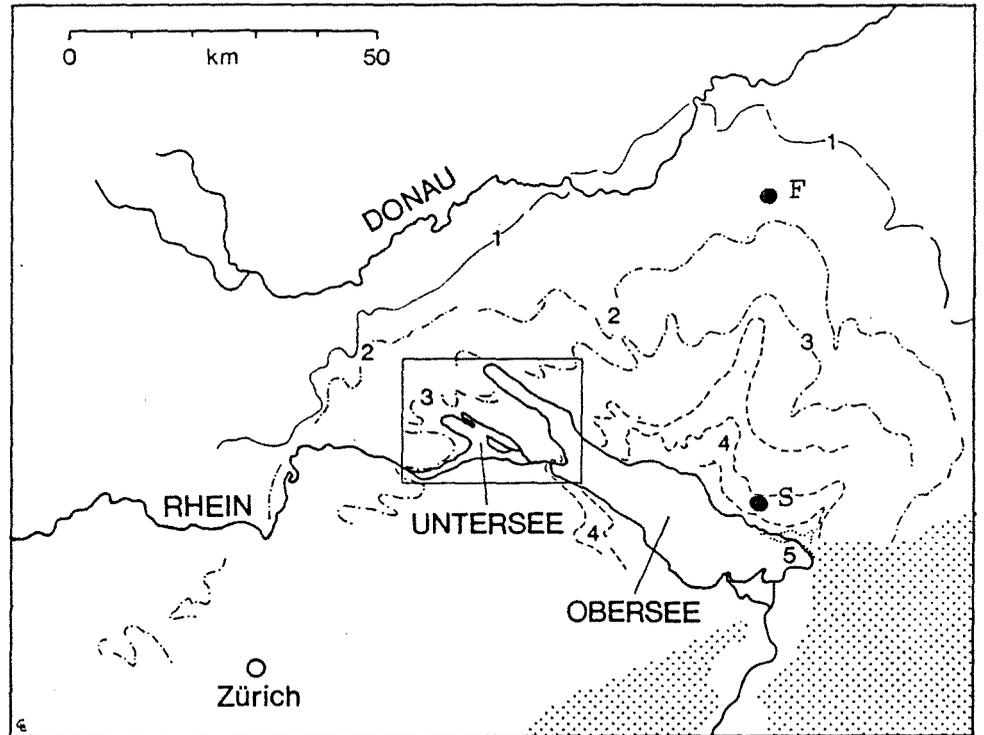


Abb. 8. Geologische Übersichtskarte des Untersuchungsgebietes. 1: Molasse, ungliedert (Tertiär). 2: Deckentuffe (Tertiär). 3: Deckenschotter u. Moränen (Altpleistozän). 4: Fluvioglaziale Schotter m. Toteisloch (Würm). 5: Grundmoräne m. Drumlin (Würm). 6: End- u. Seitenmoränen (Würm). 7: Beckenton (Würm, z. T. auch Holozän). 8: Bodenseeablagerungen m. Strandwall (Holozän). 9: Tallehm (Holozän). 10: Schwemmlehm (Holozän). 11: Torf (Holozän). Nach der Geol. Karte des Landkreises Konstanz 1: 50 000, etwas vereinfacht. (aus LANG 1973)

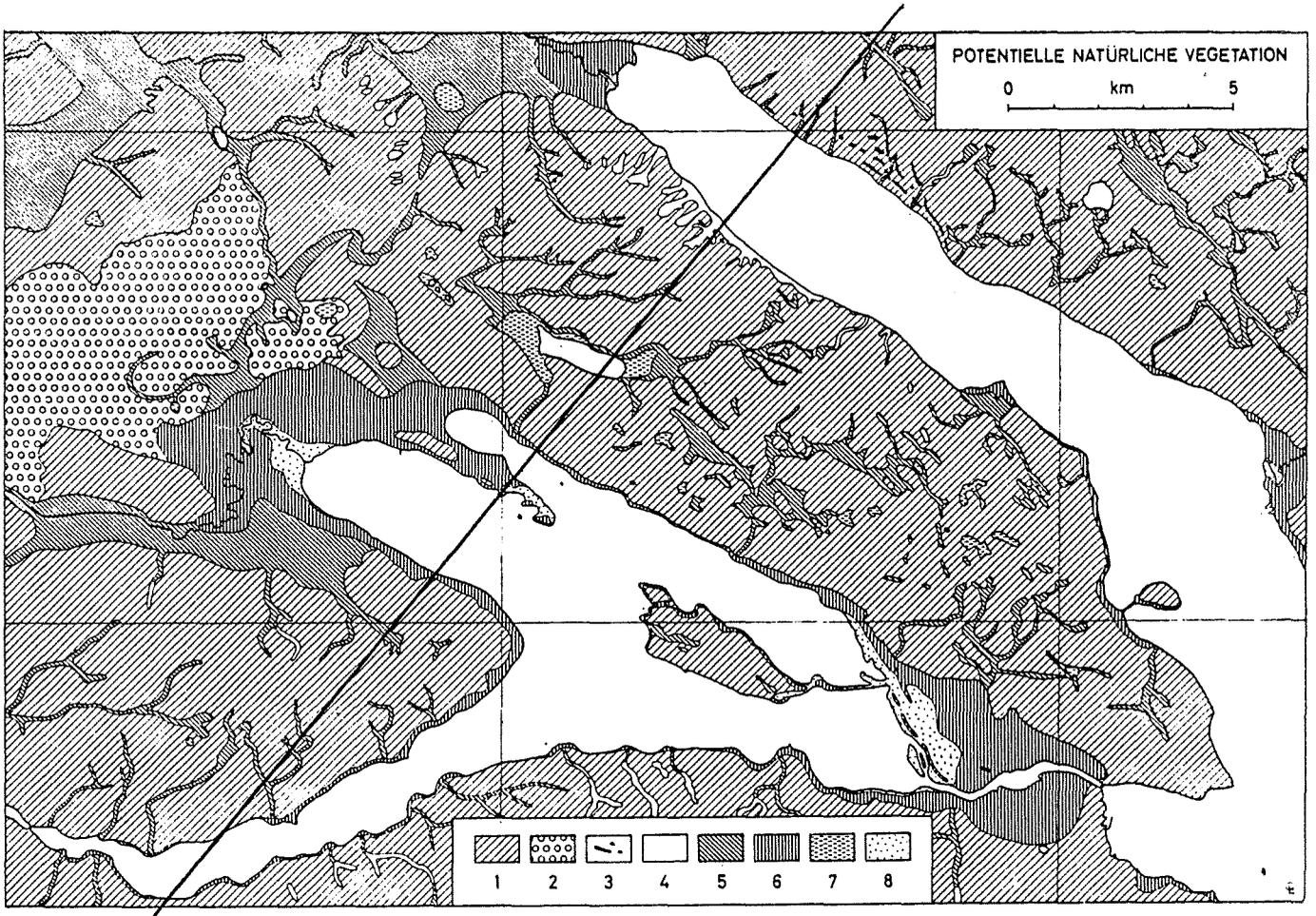


Abb. 37. Karte der potentiellen natürlichen Vegetation. 1: Buchenwälder (Luzulo-Fagetum, Asperulo-Fagetum, Carici-Fagetum). 2: Traubeneichen-Hainbuchenwald (Galio-Carpinetum). 3: Föhrenwälder (Cytiso-Pinetum, Salici-Pinetum). 4: Ahorn-Eschenwald (Aceri-Fraxinetum). 5: Erlen-Eschenwälder (Pruno-Fraxinetum, Carici remotae-Fraxinetum, Stellario-Carpinetum allietosum). 6: Eichen-Ulmenwald (Quercu-Ulmetum) u. Silberweidenwald (Salicetum albae). 7: Moorvegetation (Vaccinio-Pinetum, Carici elongatae-Alnetum, Rhynchosporietum, Caricetum lasiocarpae u. a.). 8: Seggenried u. Röhricht am Bodenseeufer (Caricetum elatae, Phalaridetum, Phragmitetum, Typhetum, Glycerietum maximae).

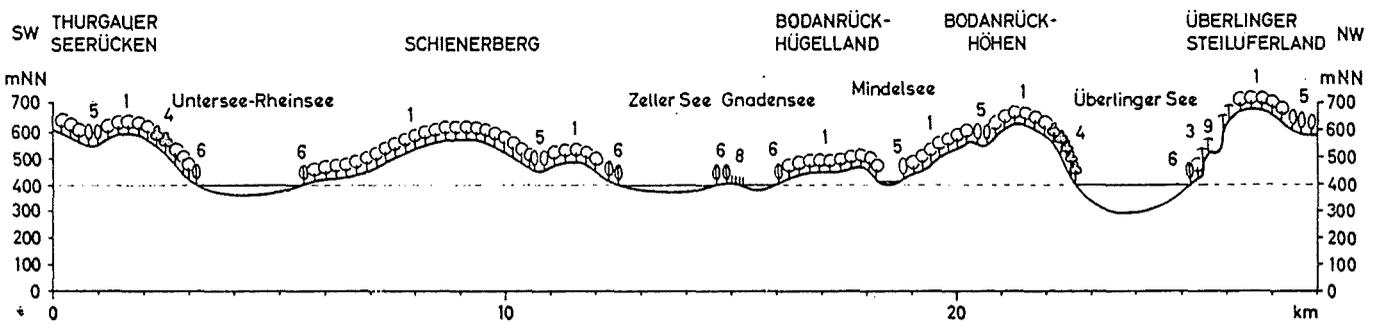


Abb. 38. Vereinfachtes Querprofil durch das Untersuchungsgebiet (SW-NE) mit potentieller natürlicher Vegetation. Zahlen siehe Abb. 37, dazu 9: Saum- u. Felsbandgesellschaften (Geranio-Peucedanetum, Diantho-Festucetum). 6fach überhöht.

(aus LANG 1973)

## UFER- UND MOORSIEDLUNGEN IN SÜDWESTDEUTSCHLAND

### Dr. H. Schlichtherle

Das südwestdeutsche Alpenvorland birgt die nördlichste Gruppe der zirkumalpinen Ufer- und Moorsiedlungen, die seit 1854 unter dem Begriff 'Pfahlbauten' ein besonderes wissenschaftliches wie öffentliches Interesse auf sich zu lenken vermochten (Abb.1). Die hervorragenden Erhaltungsbedingungen für Kulturgüter, Holzbaubefunde und organische Siedlungsabfälle sowie ihre Einbettung in umfangreiche Moor- und Seeuferstratigraphien erlauben unter Einsatz naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden eine synthetische Betrachtung der Siedlungs- und Landschaftsentwicklung im Zeitraum zwischen ca. 4200 und 800 v.Chr. (kalibrierte  $^{14}\text{C}$ -Daten und Dendrochronologie).

Im Sommer 1979 nahm das Landesdenkmalamt Baden-Württemberg nach jahrzehntelanger Unterbrechung die inzwischen vor allem in der Schweiz weit vorangeschrittene, aber auch in Ostfrankreich, Oberitalien und Österreich weitergeführte 'Pfahlbauforschung' im eigenen Lande wieder auf. In einem zunächst auf drei Jahre befristeten Programm wurde mit Unterstützung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft im Rahmen des "Projekts Bodensee-Oberschwaben" eine systematische Bestandsaufnahme der Siedlungen durchgeführt.

Am deutschen Bodenseeufer liegen etwa 70 Stationen, die teilweise in stratigraphischer Überlagerung mehrere Besiedlungsphasen umfassen (Abb.2). Ein zweites Siedlungszentrum bildet der Federsee, an dem durch Neuentdeckungen die Zahl der Siedlungen inzwischen auf 15 erweitert werden konnte. In kleineren Seen und Mooren Oberschwabens, aber auch außerhalb des Moränengebietes auf der Baar und im Blautal der Schwäbischen Alb finden sich weitere 'Feuchtbodensiedlungen'. Durch Bohrungen und Sondagen konnte die Stratigraphie zahlreicher Siedlungen geklärt und die Kulturabfolge im Rahmen eines dendrochronologischen Datennetzes sowohl für den Bodensee als auch für Oberschwaben fixiert werden (Abb.3,4).

Der Erhaltungszustand der Stationen ist alarmierend. Zahlreiche Siedlungsflächen sind am Bodensee bereits durch Yachthafenbaggerungen oder andere Eingriffe in die Flachwasserzone zerstört. Großflächige Abspülvorgänge erfassen zudem im Zusammenhang mit dem 'Schilfsterben' die Kulturschichten. In den oberschwäbischen Mooren führen Grundwasserabsenkungen zur Austrocknung und mikrobakteriellen Zerstörung der Fundplätze.

Seit 1983 werden die Untersuchungen des Landesdenkmalamtes unter dem Titel "Pfahlbauarchäologie Bodensee-Oberschwaben" in einigen der gefährdeten Siedlungen (Bodman, Sipplingen, Unteruhldingen, Hagnau, Reute) fortgesetzt. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft hat 1983 ein Schwerpunktprogramm "Siedlungsarchäologische Untersuchungen im Alpenvorland" eingerichtet, in dessen Rahmen großangelegte Siedlungsgrabungen (Hornstaad-Hörnle, Siedlung Forschner) durchgeführt werden. In diesem Zusammenhang dienen neue Bohrungen im Federseebecken (Wildes Ried), im Litoral des Untersees (Hornstaad) und in Toteislöchern des westlichen Bodenseegebietes (Feuenried, Durchenbergried) zur Klärung der späten postglazialen Vegetationsgeschichte ( $^{14}\text{C}$ -datierte Pollendiagramme) und ihrer Verknüpfung mit den Siedlungsstratigraphien.

Als Arbeitsstelle wurde vom Landesdenkmalamt B.-W. ein geeignetes Gebäude in Hemmenhofen (Gemeinde Caienhofen, Kr. Konstanz) eingerichtet, in dem sich neben den Räumen für die archäologische Auswertung ein dendrochronologisches und ein paläoethnobotanisches Labor befinden. Ein Teil der vom Landesdenkmalamt B.-W. (Dr. D. Planck) und vom Institut für Ur- und Frühgeschichte der Universität Freiburg (Prof. Dr. Ch. Strahl) beantragten Kerngruppe von 2 Archäologen (Dr. B. Dieckmann, Dr. E. Keefer), 1 Archäodendrologen (Dr. A. Billamboz), 1 Zooarchäologen (Dr. M. Kokabi) und 2 Paläoethnobotanikern (Dr. H. Liese-Kleiber, Dr. M. Rösch) arbeitet hier unter der Leitung von Dr. H. Schlichtherle zusammen unter einem Dach. Sedimentologische Untersuchungen zur Genese der Strandwälle des Bodensees erfolgen durch Dr. E. Nickel, Institut für Erdwissenschaften der Universität Utrecht. Die Jahrringdatierungen werden in enger Zusammenarbeit mit dem dendrochronologischen Labor der Universität Hohenheim (Dr. B. Becker) durchgeführt. Die Radiocarbonatierungen erstellt das Institut für Umweltphysik der Universität Heidelberg (Dr. B. Kromer).

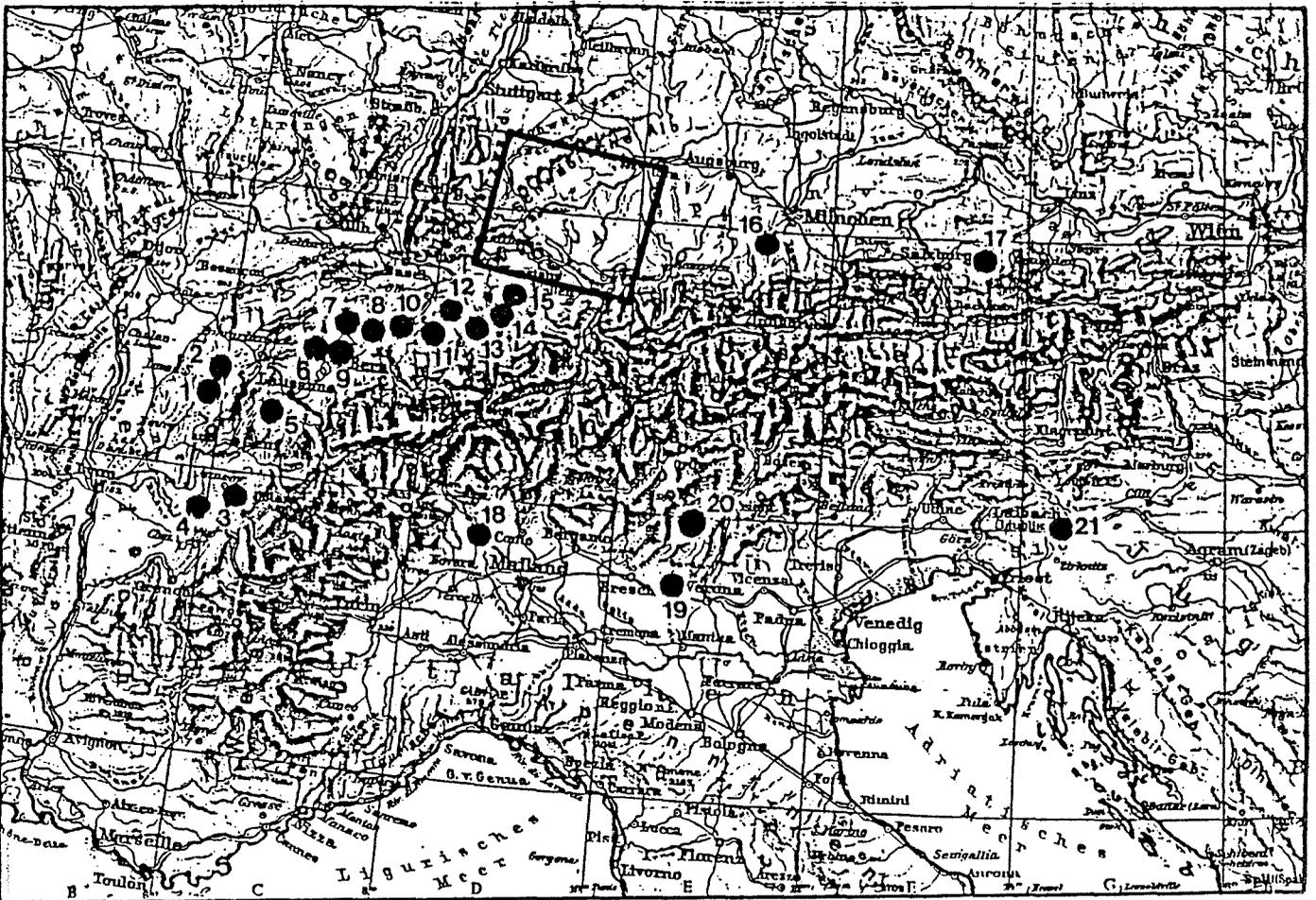


Abb. 1

"Pfahlbausiedlung" - ein zirkumalpines Phänomen. Kartiert sind bedeutende Siedlungsgebiete.

- |                    |                            |
|--------------------|----------------------------|
| 1 Lac de Clairvaux | 12 Baldeggersee            |
| 2 Lac de Chalain   | 13 Zugersee                |
| 3 Lac d'Annecy     | 14 Zürichsee               |
| 4 Lac de Bourget   | 15 Greifensee/Pfäffikersee |
| 5 Genfer See       | 16 Starnbergersee          |
| 6 Neuchâtelers See | 17 Mondsee/Attersee        |
| 7 Bieler See       | 18 Lago Maggiore           |
| 8 Murtensee        | 19 Lago di Garda           |
| 9 Burgäschisee     | 20 Lago di Ledro/Fiave     |
| 10 Wauwiler-Moos   | 21 Laibacher Moor          |
| 11 Sempachersee    |                            |

Kartenausschnitt siehe Abb. 2

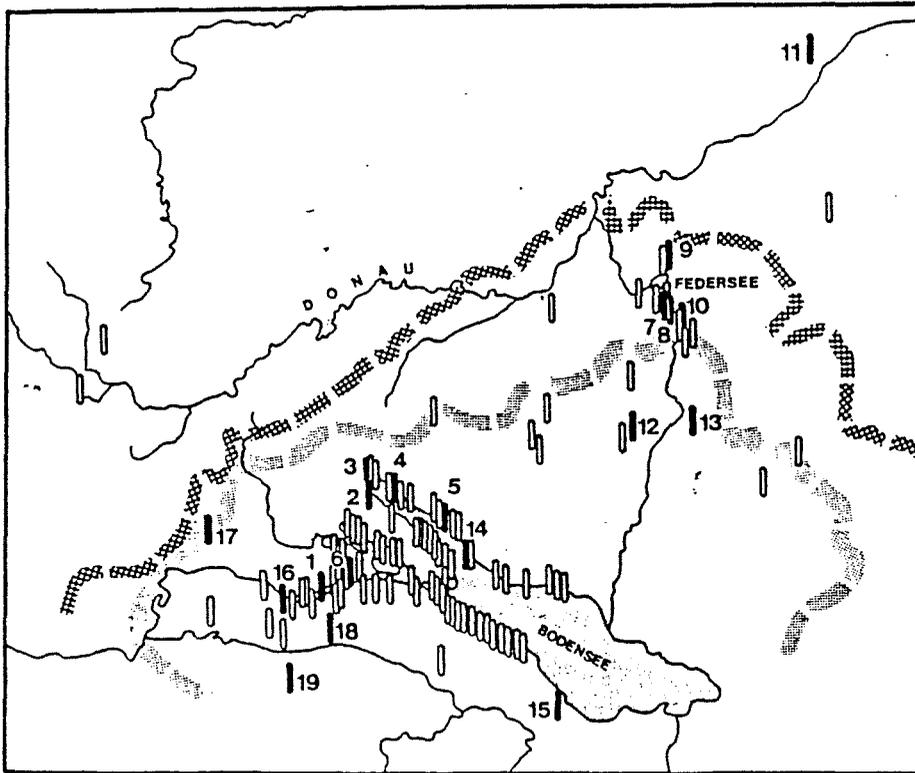


Abb.2 "Pfahlbausiedlungen" in Südwestdeutschland sowie im angrenzenden schweizerischen Gebiet. Besonders hervorgehoben sind folgende Forschungsschwerpunkte: 1 Wangen-Hinterhorn, 2 Bodman-Weiler, 3 Bodman-Schachen, 4 Sipplingen-Osthafen, 5 Nussdorf-Seehalde, 6 Hornstaad-Hörnle, 7 Wasserburg-Buchau, 8 Siedlung Forscher, 9 Ödenahlen, 10 Riedschachen u. Aichbühl, 11 Ehrenstein, 12 Schreckensee, 13 Reute-Schorrenried, 14 Unteruhldingen-Stollenwiesen, 15 Arbon-Bleiche, 16 Insel Werd, 17 Thayngen-Weier, 18 Pfyn, 19 Niederwil. Gerasterte Linien: Endmoränen der Riß- und Würmeiszeit.

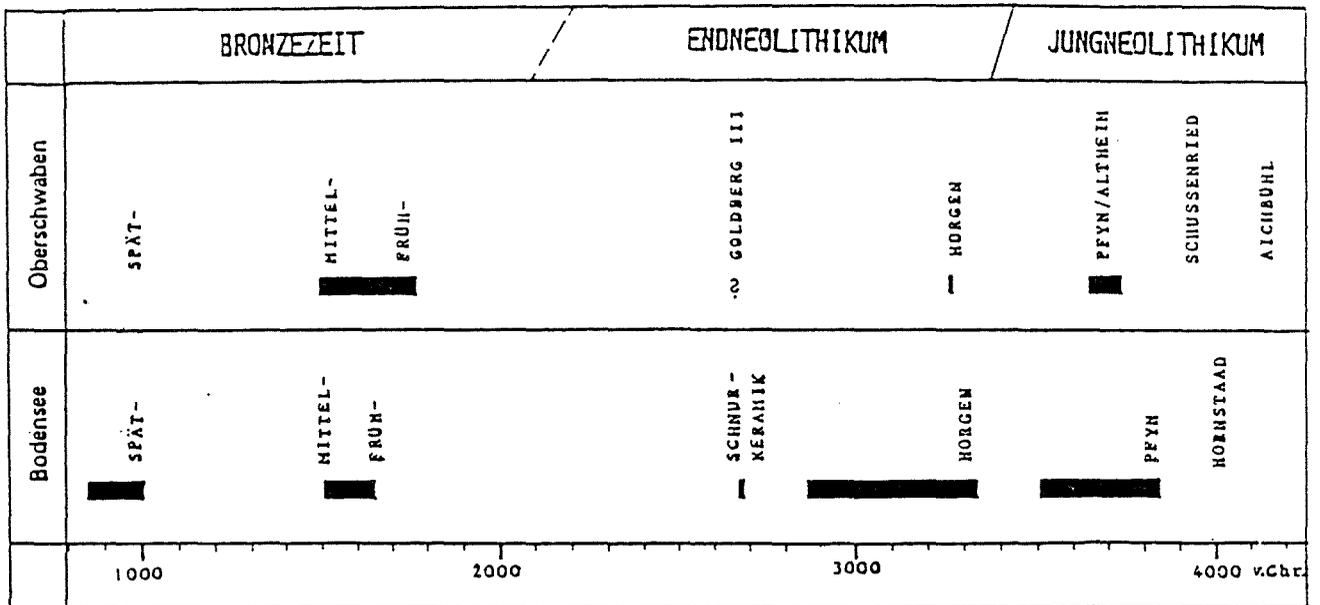


Abb. 4

Zeitliche Einordnung der in den Ufer- und Moorsiedlungen Südwestdeutschlands faßbaren Kulturerscheinungen in den Jahrringkalendern Südmitteleuropas.

Die schwarzen Balken zeigen die dendrochronologisch datierten Phasen (nach Billamboz 1985); die anderen Eintragungen nach kalibrierten  $^{14}\text{C}$ -Daten und stratigraphischen Beobachtungen.

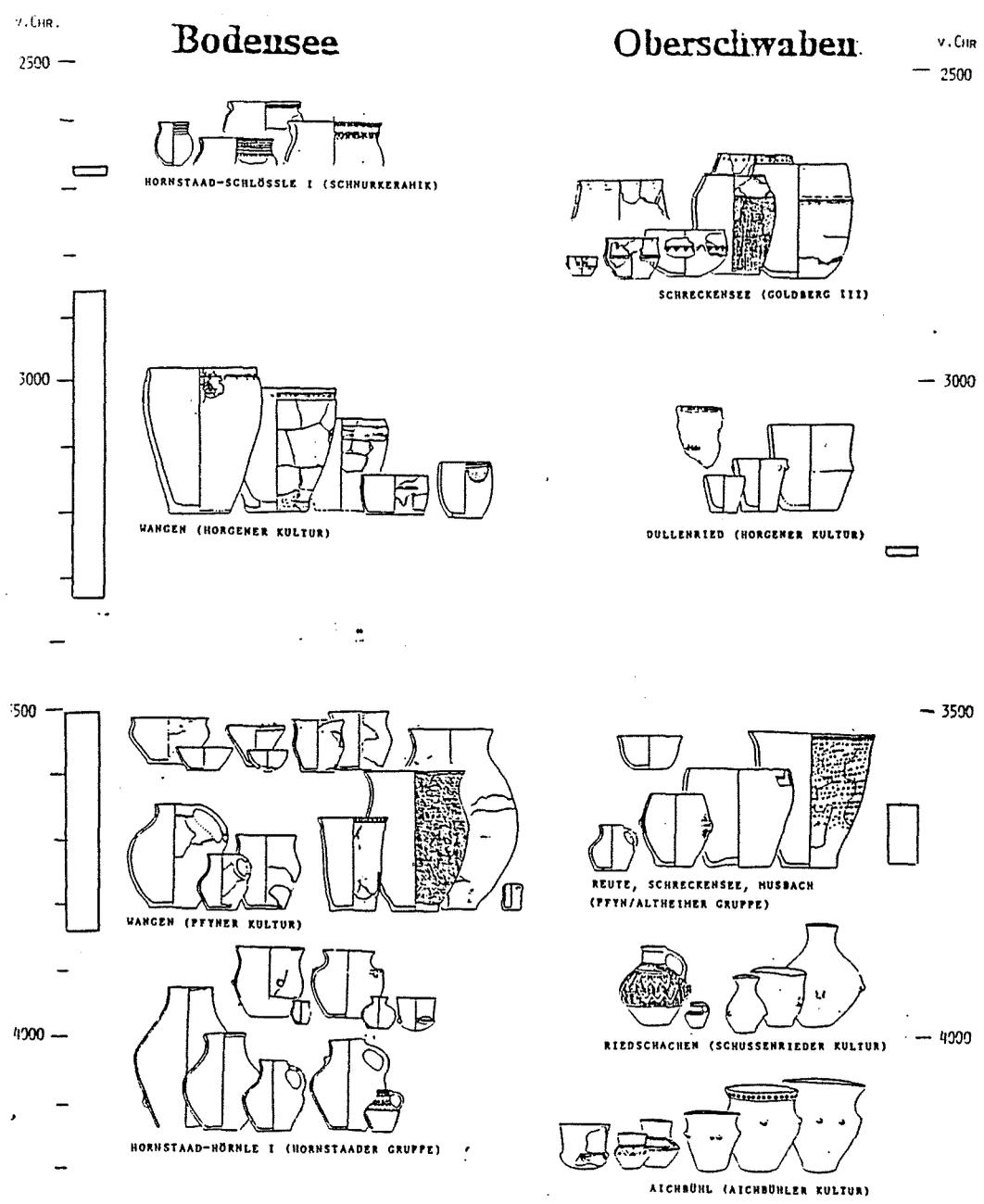


Abb. 3 Die Entwicklung der Keramik im absolutchronologischen Rahmen dendrochronologischer Daten (gerasterte Balken, vgl. auch Abb.4) und kalibrierter <sup>14</sup>C-Daten. Merkwürdigerweise vermindert sich zwischen 4200 und 2800 v.Chr. die Tonqualität der Gefäße zusehends und auch die Formenvielfalt nicht ab. Der feinen, gut profilierten Ware von Aichbühl, Schussenried und Hornstaad steht in den Gefäßen der Horgener Kultur ein verarmtes, grob gearbeitetes Tongeschirr gegenüber. Erst an der Wende zur Bronzezeit kommt es mit der Schnurkeramik und mit der Gruppe Goldberg III wieder zu einer Verbesserung der Keramikqualität.

## ZUR BESIEDLUNGSGESCHICHTE DES BODENSEERAUMES

Dr. H. Schlichtherle

In den Höhlen, an Felsüberhängen und auch im Freiland des angrenzenden Hegaus sowie des Schaffhauser Randen sind mehrere Stationen des ausgehenden Paläolithikums bekannt (Petersfels, Kessler Loch u.a.), im Bereich des Bodensees fehlen derartige Nachweise. Die Anwesenheit des Menschen wird hier erst durch mesolithische Funde faßbar. Es handelt sich um Feuersteinstreuungen auf den Feldern des Seeumlandes, die seit 1929 vor allem auf die Initiative von H. Reinerth gesammelt und registriert worden sind. In jüngerer Zeit ist durch

P. Weber vor allem in der Espasinger- und Radolfzeller Niederung sowie durch E. Lang auf der Höri ein umfangreiches Sammlungsmaterial zusammengetragen worden. Die mesolithischen Fundplätze liegen im Bereich zwischen 398-400 m ü.NN. und orientieren sich offenbar entlang einer entsprechenden Bodensee-Uferlinie des frühen Postglazials. Die Steingeräte gehören nach W. Taute vor allem in die frühmesolithischen Stufen Beuronien A und B, spätmesolithische Funde sind ausgesprochen spärlich, der Zeitraum des frühen Atlantikums kann somit nur schwer überbrückt werden.

Im Bereich des zentralen Hegaus signalisieren wenige Funde später Linearbandkeramik die erste altneolithische Besiedlung des Gebietes. Siedlungsplätze der nachfolgenden mittelneolithischen Kulturgruppen Hinkelstein und Großgartach sind im selben Raum bereits mehrfach nachgewiesen. Die Ufer des Bodensees scheinen zunächst siedlungsfrei zu bleiben. Es ist möglich, daß die Silexinventare mit Rechteckmikrolithen von zwei mesolithischen Oberflächenfundplätzen bei Böhringen auch eine alt-mittelneolithische Besiedlungsphase umfassen. Sollte dies zutreffen, so wären die ersten Neolithiker bereits in dieser Zeit zumindest bis an den Rand des Bodenseebeckens vorgerückt.

Erst an der Wende zum Jungneolithikum wird mit Hornstaad-Hörnle I und zahlreichen weiteren Stationen mit vergleichbarem Fundmaterial eine dichte Besiedlung des Ufers nachweisbar. Einzelfunde mittelneolithischer Keramik in Bodensee-Ufersiedlungen können als Belege einer bereits früheren Begehung der Ufer wie auch als Kontaktfunde mit möglicherweise retardierenden Siedlungen mittelneolithischer Keramiktradition im Hegau interpretiert werden. Das Auftreten entsprechender Funde im Kulturschichtpaket A von Hornstaad-Hörnle I gibt die Möglichkeit, der Frage in Zukunft weiter nachzugehen.

Die Seeufer scheinen während des gesamten Jung- und Endneolithikums mehr oder weniger kontinuierlich mit Siedlungen besetzt gewesen zu sein. Die lang anhaltenden Phasen der Pfyner- und Horgener Kultur sind in nahezu allen Stationen zumindest durch Lesefunde nachweisbar. Zwischen Pfyner und Horgen typologisch vermittelndes Fundmaterial liegt aus Sipplingen-Osthafen vor. Erst zwischen Schnurkeramik und später Frühbronzezeit sowie zwischen Frühbronzezeit und Urnenfelderzeit bestehen im Bereich der Seeufersiedlungen unüberbrückbare Fundlücken. Angesichts des großen Gräberfeldes der frühen Frühbronzezeit in Singen am Hohentwiel sowie besonderer typologischer Affinitäten zwischen endneolithischer und spät-frühbronzezeitlicher Pfahlbaukeramik einerseits und spät-frühbronzezeitlicher und urnenfelderzeitlicher Keramik andererseits, möchte man kaum an Siedlungsunterbrechungen glauben.

Stark ansteigende Seespiegel könnten für die Aufgabe der Siedlungen in der Flachwasserzone und für ihre landwärtige Verlagerung ausschlaggebend gewesen sein, nachweisbar ist ein derartiger Zusammenhang am Bodensee aber noch nicht. Daß sich zeitweise auch auf höheren Uferlinien Siedlungen befanden, zeigen Neufunde spätesturnenfelderzeitlicher Keramik auf 398 m ü.NN. in Reichenau-Mittelzell und in Markelfingen. Im Übrigen sind die meist mit Streuwiesen bestandenen Uferpartien auf dieser Höhe bisher kaum nach Siedlungen abgesucht worden.

Das Ende der Pfahlbausiedlungen in der Flachwasserzone des Bodensees, das aufgrund dendrochronologischer Untersuchungen im Pfahlfeld von Unteruhldingen um 850 v. Chr. angesetzt werden kann, fällt auf wenige Jahre genau mit den Enddaten der spätbronzezeitlichen Ufersiedlungen der Schweiz zusammen. Die oben genannten spätesturnfelderzeitlichen Funde von einer höheren Uferlinie sowie ein Fund der frühen Hallstattzeit aus der Uferzone bei Ludwigshafen können als Belege dafür gewertet werden, daß die Siedlungskontinuität an den Seeufern mit diesem Datum noch nicht völlig abgerissen war, die Siedlungsschwerpunkte scheinen sich jedoch ins Landesinnere verlagert zu haben. Ab der Bronzezeit mehren sich auch durch Grab-, Depot- und Einzelfunde die Belege für eine rege Siedlungstätigkeit im weiteren Umland des Bodensees.

Der Bodensee liegt im Grenzbereich zwischen den äußersten 'Vorposten' der donauländischen Neolithisierung Mitteleuropas durch die Linearbandkeramik und ihre Nachfolgekulturen einerseits und den Ausläufern eines aus dem westmediterranen Bereich abzuleitenden Neolithikums andererseits, das sich rhôneauwärts über die Westschweiz bis in den Züricher Raum ausbreitete, wo es in Ufersiedlungen der Egolzwiler Kultur und der Cortaillodkultur faßbar ist. Im Jungneolithikum des Raumes Bodensee-Oberschwaben sind zudem direkte Kontakte zu oberitalienischen Kulturen feststellbar.

Da die Neolithisierung des Schweizer Raumes von Westen her offenbar mit einer gewissen Zeitverzögerung zur linearbandkeramischen Landnahme Süddeutschlands erfolgte, die sich zudem weitgehend auf die Lößflächen außerhalb des Jungmoränengebietes beschränkte, kann das Alpenvorland zunächst als Rückzugsgebiet mesolithischer Jäger angesehen werden. Aufgrund pollenanalytischer Indizien ist hier unter Umständen auch mit einem sehr frühen, archäologisch bisher nicht faßbaren Neolithikum zu rechnen.

Zur Klärung der Neolithisierungsvorgänge im nördlichen Alpenvorland, bei denen die Akkulturation von seit langem an den Seeufern verkehrenden mesolithischen Gruppen eine besondere Rolle gespielt haben kann, ist das Bodenseegebiet aufgrund der geschilderten Grenzsituation besonders gut geeignet.

Auch in den folgenden Phasen des Neolithikums und der Bronzezeit scheint die kulturelle Einflußsphäre des Gebietes mehrfach gewechselt zu haben. Daß damit ein Wandel von Wirtschaftsformen, Technologien und Gesellschaftsstrukturen einherging und sich dies über die Landnutzung auch auf die natürliche Vegetation und Fauna auswirkte, beginnt sich am Bodensee bereits in groben Zügen abzuzeichnen, im einzelnen sind die Etappen und Vorgänge des Landesausbaus jedoch noch undurchschaubar. Ungewiß ist vorläufig auch, wie weit die Ufersiedlungen des großen Voralpensees mit seinen eigenen Bedingungen eine Sonderrolle einnehmen und wie weit hier allgemeine Tendenzen des zivilisatorischen Prozesses im Raume nördlich der Alpen sichtbar gemacht werden können. Erst die Erforschung kulturell anders gerichteter, ökologisch verschiedenartig ausgestatteter Siedlungslandschaften, wird hier den nötigen Vergleich gewährleisten. Durch die Einbeziehung des Federsees als Zentrum einer kleinen Beckenlandschaft am Rand des Jungmoränengebietes sowie von Flußlandschaften im bayerischen Alt- und Jungmoränengebiet in das DFG-Schwerpunktprogramm "Siedlungsarchäologische Untersuchungen im Alpenvorland" wird dies in Zukunft möglich sein.

# DAS WIRKUNGSGEFÜGE HOLOZAENER LANDSCHAFTS UND SIEDLUNGSGESCHICHTE AUS BOTANISCHER SICHT

Dr. M. Rösch

Die siedlungsarchäologischen Untersuchungen am Bodensee wurden seit 1973 durch Pollenanalysen an Kulturschichten (H. Liese-Kleiber) und seit 1983 durch Großrestanalysen und Pollenanalysen an natürlichen Sedimenten und Torfen (M. Rösch) ergänzt.

Die nun vorliegenden, mit modernen Methoden (Berglund 1979) gewonnenen Pollendiagramme aus der Region (vgl. Karte der Region bei Schlichtherle, Abb. 0 : Mindelsee, Lang 1970, 1973, 1983, Nussbaumer Seen, Rösch 1983, 1985a, Feuerried, Rösch 1985b, Durchenbergried, Rösch, in Arbeit und Hornstaad-Bodensee/Litoral, Rösch, in Arbeit, Diagramme vgl. Abb. 1-5) geben gute Kenntnis der regionalen Vegetationsgeschichte und ihrer Zeitstellung vom Rückzug des würmzeitlichen Rheingletschers bis zur Gegenwart. Um die Pollenanalyse als Datierungsmethode einsetzen zu können, wird eine zeitlich fixierte biostratigraphische Feingliederung des Holozäns in Einheiten von jeweils wenigen Jahrhunderten Dauer angestrebt. Erste Ergebnisse hierzu sind den Tab. 1+2 zu entnehmen. Der Übergang von der konventionellen, <sup>14</sup>C-gestützten, zur kalibrierten, 'realen' Zeitachse entzerrt die Dynamik der landschaftsformenden Prozesse und erlaubt den direkten Vergleich der hier erkannten Entwicklung mit den Ergebnissen der Dendrochronologie und Archäologie (Tab. 2, Abb. 3).

In kollinen und submontanen Lagen des Rheingletschergebietes erfolgte die Wiederbewaldung am Ende der letzten Eiszeit - konform zu weiten Teilen des übrigen nördlichen Alpenvorlandes - über ein Juniperus-Hippophaë-Strauchstadium nach vorhergegangener Betula-nana-Phase am Übergang: Älteste Dryas/Bølling (Chronozonen sensu Mangerud et al. 1974). Die Betula-Wälder des Bølling wurden im Verlauf des Allerød durch Pinuswälder ersetzt. Klare Hinweise auf eine Klimaverschlechterung während der Älteren Dryas ergaben sich im zirkumalpinen Raum bisher nur an wenigen Stellen. Während der Jüngerer Dryas lichteten sich im Gebiet die Pinuswälder der Tieflagen nur wenig auf. Am Ende der Jüngerer Dryas breitete sich erneut Betula aus. Bereits zu Beginn des Präboreal sind Corylus, Ulmus, Quercus, Tilia, Acer und Alnus nachzuweisen. Corylus erreicht seine Maximalwerte in der zweiten Hälfte des Präboreal mit Werten über 50%. Er dominierte noch zu Beginn und wieder ganz am Ende des Atlantikum (Ursache vgl. unten). Dazwischen herrschte der Eichenmischwald vor. Die rationale Faguskurve setzt um 7500 BP ein, die empirische Faguskurve um 6000 BP. Synchron hierzu erfolgte die Alnusausbreitung, etwas früher, zu Beginn des Atlantikum, die Fraxinusausbreitung. Alle walddeschichtlichen Ereignisse ab der Fagusausbreitung dürfen im Gebiet nicht mehr als natürliche Entwicklungen, sondern müssen als vom Menschen ausgelöste Prozesse betrachtet werden. Es ist im wesentlichen ein zyklischer Dominanzwechsel von Fagus und QM-Arten als Schatt-/Halbschatt- und Klimaxhölzern mit Corylus, Betula u. a. als Licht- und Pionierhölzern, der im Subatlantikum durch sekundäre Ausbreitung von Quercus, im spätesten Subatlantikum von Pinus und Picea abgelöst wird. Damit geht der mehrphasige Rückgang von Ulmus, Tilia und Fraxinus bis zum Erlöschen der rationalen Pollenkurven und später die Einwanderung von Carpinus, Juglans und Castanea einher.

Das Auftreten von Kulturzeigerpollen während der Pionierholzphasen ab dem späten Atlantikum legt deren Deutung als Phasen verstärkter Rodungen mit anschließender Waldregeneration bzw. Niederwaldstadien nahe. Influxveränderungen im Bezug zur Beckengröße (Nußbaumer Seen und Mindelsee 2-3 km Durchmesser, Feuerried 250 m, Durchenbergried 150 m, Untersee bei Hornstaad ca. 6 km, aber Profillage randlich) geben Hinweise auf Lage und Größe einzelner Rodungsinseln und auf ihr Gesamtausmaß in der Landschaft, und dies synoptisch von der Bandkeramik bis zur Gegenwart. Erste Resultate sprechen für ein Größerwerden der einzelnen Rodungsflächen und zugleich für Zunahme der Besiedlungsdichte im Verlauf des Jungneolithikums und mit Beginn der Eisenzeit sowie für eine Umgewichtung von Ackerbau zu Viehzucht im Endneolithikum und in der Bronzezeit (damit verbunden größerer Bedarf vor allem an extensiv genutzter Fläche). Der Übergang von der Natur zur restlos genutzten Kulturlandschaft vollzog sich schubweise und war - mit einer Unterbrechung nach der Römerzeit - spätestens im frühen Mittelalter abgeschlossen.

Die Veränderung der Holzartenzusammensetzung erfolgte direkt durch selektive Nutzung und indirekt durch Waldweide und Veränderung der Wilddichte sowie durch die Schaffung von Sekundärstandorten. So kann die Fagusausbreitung als Folge erhöhter Wilddichte durch nachlassenden Jagddruck und bevorzugter Nutzung der QM-Arten (Ulmenfall, u.U. Laubheufütterung) gedeutet werden, ihr späterer, mehrmaliger Rückgang hingegen als Folge stärkerer Nutzung dieser Art infolge Schwindens anderer Holzressourcen sowie als Folge großflächiger Zunahme urchenlicher Waldnutzungsformen mit kurzen Umtriebszeiten und Verjüngung durch Stockausschläge. Dies und vielleicht vermehrte Schweinemast bewirkten die eisenzeitliche Quercuszunahme, die jedoch im Influx nicht sehr gravierend ausfällt. Das Aussehen mittelalterlicher "Wälder" ist ja von den Bildern romantischer Maler hinlänglich bekannt. Die neuzeitliche Ausbreitung von Pinus und Picea ist auf forstliche Maßnahmen zurückzuführen.

Die pollenanalytisch gewonnenen Daten über Ausmaß, Dauer und Art prähistorischer Landnahme und Waldnutzung können anhand der Ergebnisse der Dendrochronologie, der botanischen Makrorestanalyse und der Tierknochenanalyse aus Kulturschichtmaterial überprüft werden.

Die Tätigkeit des wirtschaftenden prähistorischen Menschen veränderte nicht nur die Biocoenose, sondern die gesamte Biosphäre. So setzte bereits mit Beginn der bandkeramischen Landnahme im Hegau vor 5000 BC Boden-erosion in großem Ausmaß ein, die zum Abtrag von Bergflanken, Aufschütten von Hangfüßen und Verfüllung glazigener Hohlformen führte. Die letztgenannte Tendenz läßt sich auch in den Zeit-Tiefen-Kurven der vorliegenden limnischen Pollenprofile ablesen. (Abb. 7+9): Die drastische Erhöhung der Sedimentationsrate (Kompression nicht berücksichtigt), die am Nussbaumer See zur Verringerung von Wasserfläche und -tiefe führte, am Bodensee zur Bildung der breiten Flachwasserzone, begann an beiden Orten um 5000 BP  $\approx$  4000 BC, also mit Beginn der neolithischen Besiedlung am Seeufer. Welche Rolle dabei Veränderungen der Gewässerdynamik und welche Rolle Eutrophierung spielten, bleibt abzuklären. Am kleinen Nussbaumer See stand in prähistorischer Zeit die zweite Ursache im Vordergrund, doch ist sie auch am Bodensee nicht zu vernachlässigen: so bildete sich der heute wieder im Absterben begriffene litorale Schilfgürtel des Bodensees als Merkmal eines eutrophen Sees nach Ausweis der Pollenanalyse erst seit der Schnurkeramik, also seit 2500 BC = 4000 BP.

Im westlichen Bodenseegebiet als früh und dicht besiedelter Landschaft ist der pollenanalytische Nachweis von Rodungs- und Naturwaldphasen schwierig. Mit Siedlungskontinuität muß man rechnen im Hegau seit der Bandkeramik, also etwa seit 5000 BC, an den Seeufern seit dem Jungneolithikum, also seit 4000 BC. Seit der Zeit war wohl stets eine Siedlung den Profilentnahmestellen so nahe, daß zumindest das Baumpollenspektrum beeinflußt wurde. Dennoch kann man gewisse Phasen stärkerer und schwächerer menschlicher Einflußnahme feststellen, deren strenge regionale Synchronität zu beweisen wäre. Stünde ein solches Ergebnis mit den Vorstellungen von Dendrochronologie und Archäologie im Einklang, so erhöhe sich die Frage nach den Ursachen herrschte der Eichenmischwald vor. Die rationale Faguskurve setzt um 7500 BP ein, die empirische Faguskurve um 6000 BP. Synchron hierzu erfolgte die Alnusausbreitung, etwas früher, zu Beginn des Atlantikum, die Fraxinusausbreitung. Alle waldgeschichtlichen Ereignisse ab der Fagusausbreitung dürfen im Gebiet nicht mehr als natürliche Entwicklungen, sondern müssen als vom Menschen ausgelöste Prozesse betrachtet werden. Es ist im wesentlichen ein zyklischer Dominanzwechsel von Fagus und QM-Arten als Schatt-/Halbschatt- und Klimaxhölzern mit Corylus, Betula u. a. als Licht- und Pionierhölzern, der im Subatlantikum durch sekundäre Ausbreitung von Quercus, im spätesten Subatlantikum von Pinus und Picea abgelöst wird. Damit geht der mehrphasige Rückgang von Ulmus, Tilia und Fraxinus bis zum Erlöschen der rationalen Pollenkurven und später die Einwanderung von Carpinus, Juglans und Castanea einher.

Das Auftreten von Kulturzeigerpollen während der Pionierholzphasen ab dem späten Atlantikum legt deren Deutung als Phasen verstärkter Rodungen mit anschließender Waldregeneration bzw. Niederwaldstadien nahe. Influxveränderungen im Bezug zur Beckengröße (Nußbaumer Seen und Mindelsee 2-3 km Durchmesser, Feuerried 250 m, Durchenbergried 150 m, Untersee bei Hornstaad ca. 6 km, aber Profillage randlich) geben Hinweise auf Lage und Größe einzelner Rodungsinseln und auf ihr Gesamtausmaß in der Landschaft, und dies synoptisch von der Bandkeramik bis zur Gegenwart. Erste Resultate sprechen für ein Größerwerden der einzelnen Rodungsflächen und zugleich für Zunahme der Besiedlungsdichte im Verlauf des Jungneolithikums und mit Beginn der Eisenzeit sowie für eine Umgewichtung von Ackerbau zu Viehzucht im Endneolithikum und in der Bronzezeit (damit verbunden größerer Bedarf vor allem an extensiv genutzter Fläche). Der Übergang von der Natur zur restlos genutzten Kulturlandschaft vollzog sich schubweise und war - mit einer Unterbrechung nach der Römerzeit - spätestens im frühen Mittelalter abgeschlossen.

Die Veränderung der Holzartenzusammensetzung erfolgte direkt durch selektive Nutzung und indirekt durch Waldweide und Veränderung der Wilddichte sowie durch die Schaffung von Sekundärstandorten. So kann die Fagusausbreitung als Folge erhöhter Wilddichte durch nachlassenden Jagddruck und bevorzugter Nutzung der QM-Arten (Ulmenfall, u.U. Laubheufütterung) gedeutet werden, ihr späterer, mehrmaliger Rückgang hingegen als Folge stärkerer Nutzung dieser Art infolge Schwindens anderer Holzressourcen sowie als Folge großflächiger Zunahme urtümlicher Waldnutzungsformen mit kurzen Umtriebszeiten und Verjüngung

solcher Zyklen. Neben kulturgeschichtlichen Gründen kämen Klima-  
veränderungen in Frage, wenngleich diese offenbar so gering waren,  
daß sie von natürlichen Waldökosystemen bis in hochmontane Lagen  
spurlos weggepuffert wurden, was ja auch durch die postglaziale  
alpine Gletscher- und Waldgrenzgeschichte bestätigt wird. Hinweise  
auf Klimaschwankungen wären aus  $^{18}\text{O}$ -Analysen der Süßwasserkarbonate,  
aus den Torfwachstumskurven (Abb. 6+8) und aus der Pegelchronologie  
der Seen, besonders des Bodensees zu erwarten.

Weitere Aussagen zur Floren-, Vegetations- und Landschaftsgeschichte  
erlauben die Großrest- und Pollenanalysen an systematisch im Flächen-  
raster gewonnenen Kulturschichtmaterial von den Siedlungsgrabungen  
in Hornstaad (Liese-Kleiber 1985a und b, Rösch 1985c). Von den knapp  
250 bisher nachgewiesenen Taxa sind die stetigen und einige bemerkens-  
werte in Tab. 3 zusammengestellt. Folgende wesentliche Aussagen konnten  
bisher gewonnen werden:

Hauptgetreide des Jungneolithikums am Bodensee war ein tetra- oder  
hexaploider Nacktweizen, der im Habitus starke Ähnlichkeit mit *Triti-  
cum durum* hat. Als Nebenge treide treten *Hordeum*, *Triticum dicoc-  
cum* und *Triticum monococcum* (Anteile jeweils um 5%) auf. Die Getreide  
wurden sortenrein angebaut, durch Schneiden dicht unterhalb der Ähre  
geerntet und ungedroschen in der Siedlung eingelagert. Das Unkraut-  
spektrum deutet auf kleinparzellierte Feldflächen hin, von Wald um-  
geben und am Südhang auf Molassesanden oberhalb des Dorfareals gelegen.

Weitere Kulturpflanzen sind *Linum usitatissimum* und *Papaver somniferum*,  
beider Bedeutung nimmt von der Hornstaader Gruppe , wo sie noch selten  
sind, im Verlauf von Jung- und Endneolithikum zu. Nutzung und Vorrats-  
haltung ist für *Fragaria vesca*, *Rubus idaeus*, *Rubus fruticosus* und  
*Rubus caesius*, *Malus sylvestris*, *Pyrus communis*, *Corylus avellana*,  
*Prunus spinosa*, *Physalis alkekengi*, *Galeopsis tetrahit* und *Brassica  
rapa ssp. campestris* nachgewiesen, für weitere Arten wahrscheinlich.  
Die Bedeutung der Sammelpflanzen geht im Verlauf des Neolithikums  
zurück. Hinweise für Grünlandwirtschaft fehlen, für Waldweide sind  
sie spärlich. Das Siedlungsareal selbst war vegetationsarm, zumindest  
frei von nitrophilen Feuchtgesellschaften. Lediglich das Vorkommen  
einiger Sumpf- und Wassermoose wie *Leptodictyum riparium*, *Calliergo-  
nella cuspidata* und *Campylium stellatum* sowie von limnisch-telmati-  
schen Makrophyten ist anzunehmen. Dies und der Durchsatz der Kultur-  
schichten mit Wasserpflanzendiasporen, die gute Erhaltung organischer  
Materialien und der Anteil des natürlichen Influx am Pollenspektrum  
belegen gemeinsam mit den Resten von Wassermollusken und Seekreide-  
sowie Sandbändern in den Kulturschichten, daß das Bodenniveau der  
Siedlung zumindest im Bereich der jährlichen Wasserstandsschwan-  
kungen gelegen hat. Hinzu kommen dendroarchäologische Belege für  
abgehobene Bauweise.

Anthropogene Ersatzgesellschaften, im Arteninventar dem vergleichbar,  
was heutzutage nach Zahl der Assoziationen 75% des Bestandes einer  
Region ausmacht und nach Fläche gemessen noch mehr, konnten sich  
offenbar erst im Verlauf des Neolithikums herausbilden.

Tab. 1 Pollenstratigraphische Gliederung des Holozäns im westlichen Bodenseer Gebiet und Verknüpfung mit der Chronostratigraphie

Chronozonen Biozonen, Kriterien für regional gültige pollen assemblage zones			Radiometrie	Diagrammbelege		
1	2	3	ÜFR	NU	NU	ÜFR MI
	O	Kiefernpraedominanz, Fichtensubdominanz, viel Grünlandzeiger			LPZ	Tiefe
	i	_____			k8/9	3'
	h	Kiefern-Eichen-Kodominanz, Subdominanz von Wacholder, Fichte	370±25		k7	3'
	500	g Eichen-Kiefern-Kodominanz, Subdominanz von Wacholder			k6/7	3'
	f	Eichenpraedominanz, ab hier in limnischen Sedimenten u.U. Praedominanz von Humulus/Cannabis (bis nach i)	920±50		k6	3'
	1000	_____				
SA	e	Buchen-Erlen-Eichen-Birken-Kodominanz, Hainbuchen-Subdominanz			h3	3'
	1500	d Erlenpraedominanz, Birken-Eichen-Subdominanz			h3	3'
	c	Kurven von Nußbaum, Kastanie, Roggen Eichenpraedominanz, Erlensubdominanz, absolute und empirische			k5	2'
	2000	b Eichen-Erlen-Birken-Kodominanz			k4	2'
	a	Erlen-Hasel-Eichen-Kodominanz, Birken-Buchen-Subdominanz empirische Kurve der Hainbuche beginnt	2110±40		k4	2'
	2500	_____				
	h	Kodominanz Hasel-Erle-Buche-Liche(-Birke), Ende der kontinuierlichen Lindenkurve			k4	2'
	3000	_____	3010±45			
	so	Buchenpraedominanz, Erlensubdominanz, am Anfang und Ende Buchen-Erlen-Kodominanz			k4	2'
	3500	Kodominanz Hasel-Erle-Buche(-Birke), (Ende der kontinuierlichen Lindenkurve)			k3	2'
SB	e	Buchenpraedominanz, Erlen-Hasel-Subdominanz, dann Buchen-Erlen- _____	3930±55	4070±70	h2	2'

4000	d	Erlen-Hasel-Kodominanz, Buchen(-Birken)-Subdominanz; Ulme, Linde zuerst über, dann unter 1%	4260 <sub>+30</sub>		k2	26	a↓ b↑ 3,0-3,2
	c	Buchenpraedominanz, Erlen(-Hasel)-Subdominanz, Ulme, Linde 1-2%	4440 <sub>+30</sub> 4515 <sub>+40</sub>		h1	25	3,2-3,4
4500	b	Erlen-Hasel-Kodominanz, Ulme, Linde wenig über 1%		4750 <sub>+40</sub>	k1	24	
	a	Hasel-QM-Kodominanz, Erlensubdominanz, Ulme, Linde, Esche 1-3% mehr Linde als Ulme	4900 <sub>+70</sub>		k1	24	3,4-3,6
5000	h	Hasel-QM(-Erlen)-Kodominanz, Buche sinkt von 20 auf 10, Ulme von 5 auf 2, Linde von 3 auf 1, Esche um 3%	5030 <sub>+45</sub>		k1	22/23	
			5250 <sub>+30</sub>	5230 <sub>+60</sub>			
5500	g	Buchen-QM-Kodominanz, Ulme 10%, Linde 2-3%, Esche zunächst 5-7, dann 3-4%	5610 <sub>+50</sub>		g3	17-21	
			5830 <sub>+60</sub>				3,6-4,3
	f	QM-Praedom., Beginn der rationalen Buchenkurve, Anstieg auf 20% und mehr, Ulme 10, Linde 3-4, Esche 5%		6190 <sub>+80</sub>	g3	16	
6000	e	QM-Praedominanz, Haselsubdominanz, Eschenmaximum, Erlenanstieg	6080 <sub>+55</sub>		g2	14/15	
AT 6500			6530 <sub>+50</sub>				4,3-5,2
	d	QM-Praedominanz, Hasel-Subdominanz, Haselminimum Kurven von Tanne und Fichte kontinuierlich	6800 <sub>+50</sub>		g2	14	
7000			7235 <sub>+50</sub>	7220 <sub>+90</sub>			
	c	QM-Hasel-Kodominanz, Beginn der empirischen Buchenkurve	7500 <sub>+40</sub>		g2	12/13	5,2-6,7
7500			7700 <sub>+30</sub> 7680 <sub>+75</sub> 7720 <sub>+40</sub>				
	b	QM-Hasel-Kodominanz			g1	11	6,7-7,6
	a	QM-Praedominanz, Haselsubdominanz			g1	10	7,6-8,2
8000			7990 <sub>+60</sub> 8460 <sub>+110</sub> 8080 <sub>+80</sub>				
	c	Haselpraedominanz, QM-Subdominanz, Zunahme von Linde, Esche			f3		

		Praedominanz Hasel, am Ende Haselmaximum Ende der rationalen Kurven von Kiefer und Birke mehr Eiche als Ulme	9160 <sub>+70</sub>		f2	8	8,7-9,3
— 9000		c Praedominanz Hasel, QM-Subdominanz, Rückgang von Kiefer und Birke, Eiche und Ulme gleichwertig	9780 <sub>+80</sub>		f1	8	9,3-9,8
PB 9500		b Kodominanz Hasel-Kiefer-Birke, mehr Ulme als Eiche		9820 <sub>+120</sub>	e4	8	9,8-10,0
		a Kiefern-Birken-Kodominanz, Haselanstieg	10240 <sub>+70</sub>		e3	7	10,0-10,
—10000		e Kiefernpraedom., Birkensubdominanz, Beginn der empirischen Ha= selkurve	10760 <sub>+85</sub>	10210 <sub>+90</sub>	e3	6	10,2-10,
		d Kiefernpraedominanz			e2	5	
YD 10500		c Kiefernpraedominanz, erhöhter Anteil von NBP und Sträuchern	10960 <sub>+65</sub>		e2	5	10,5-10,
		b Kiefernpraedominanz			e2	5	
—11000		a Kiefernpraedominanz, Birkensubdominanz, Kiefer über 75%	LST 5 11570 <sub>+100</sub>	10960 <sub>+90</sub>	e1	4	
		c Kiefernpraedominanz, Birkensubdominanz, Kiefer unter 75%			e1	4	
AL		b Kiefern-Birken-Kodominanz			e1	4	
11500		a Birkenpraedominanz, Kiefernsubdominanz	12220 <sub>+80</sub>	11630 <sub>+100</sub>	d4.	3/4	10,9-11,
OD		Birkenpraedominanz, erhöhter Anteil von NBP und Sträuchern			d2/3	3	
—12000		d Birkenpraedominanz			d1	3	11,3-11,
		c Birkenpraedominanz, Wacholder-Subdominanz			d1	3	
BL 12500		b Wacholder-Birken-Kodominanz		12720 <sub>+160</sub>	c2		
		a Wacholder-Praedominanz (beginnt schon Ende Älteste Dryas)			c1		11,7
—13000				13100 <sub>+90</sub>			
MW			13220 <sub>+80</sub>				

Stratigraphische Gliederung des jüngeren Holozäns im Bodenseegebiet				Torfwachstum im Feuerried (schemat.)	kalibrierte 14 C-Skala	Rodungsphasen Feuerried	Dendrochron. dat. Schlagsphasen am Bodensee	Kulturgeichte
Chronozone	1	2	3					
Subatlantikum	i		200	Kiefer, Fichte, Grünland	- +			Neuzzeit Hochmittelalter Frühmittelalter Alemannen Römer La Tène Hallstatt Spät- Mittel- Früh-
	h	400		Kiefer, Eiche		1500 AC		
	g			Eiche, Kiefer				
	f	1000	500	Eiche, Weichholder				
	e			Buche, Erle, Eiche, Birke		1000 AC		
	d		1300	Erle, Birke		500 AC		
	c		1600	Eiche (Nußbaum, Kastanie)		0		
	b		1900	Eiche, Erle, Birke				
	a	2100		Erle, Hasel, Eiche (Hainbuche)		500 BC		
	Subboreal	h	2500	Hasel, Erle (keine Linde mehr)		1000 BC		
g		3000	Buche		1500 BC			
f			3300	Buche, Erle		2000 BC		
e			3600	Buche		2500 BC		
d		4000		Erle, Hasel		3000 BC		
c		4300		Buche		3500 BC		
b		4500		Erle, Hasel				
a		4800		Hasel, QM		4000 BC		
h		5000		QM, Hasel				
Atlantikum		g	5300	Buche, QM		4500 BC		
	f	5700	QM, Buchenanstieg		5000 BC			
	e	6000	QM, Hasel		5500 BC			
	d	6500	QM (Tanne, Fichte)		6000 BC			
	c	7000	QM, Hasel (Buche)					
	b	7500	Hasel, QM					
	a	7800	QM, Hasel					
		8000						

Tab.2. Stratigraphische Gliederung des jüngeren Holozän im westlichen Bodenseegebiet

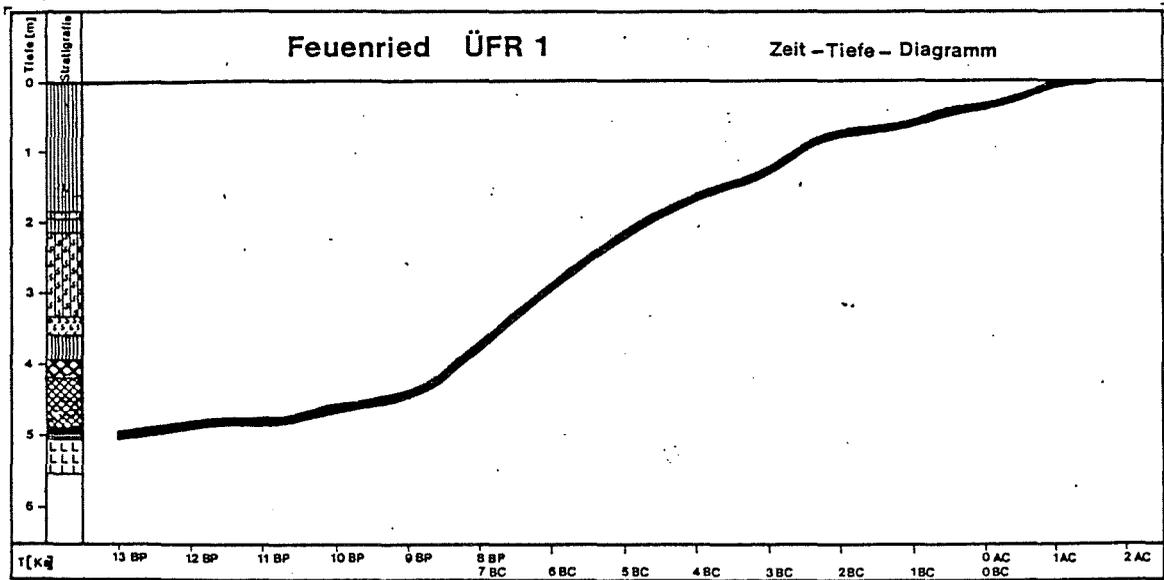


Abb. 6

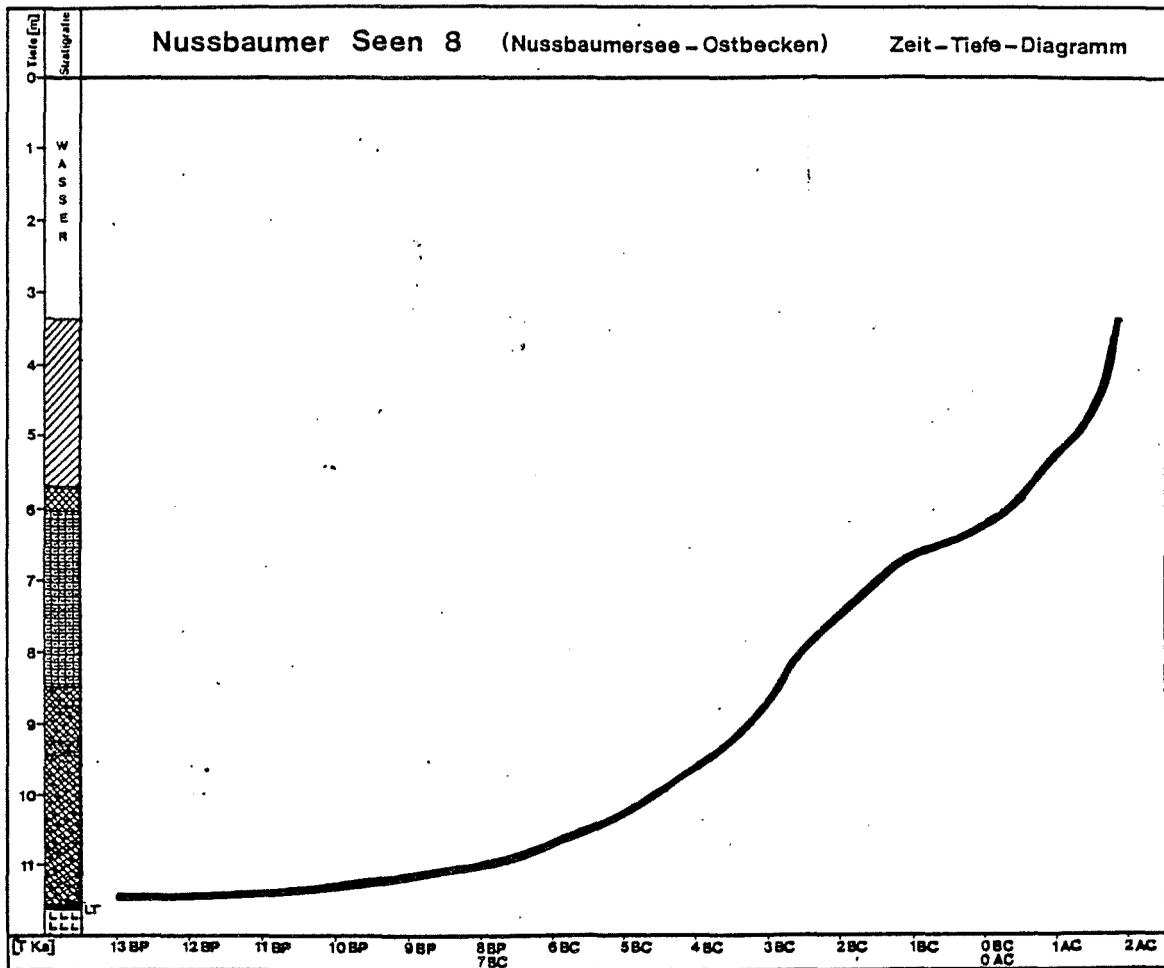


Abb. 7

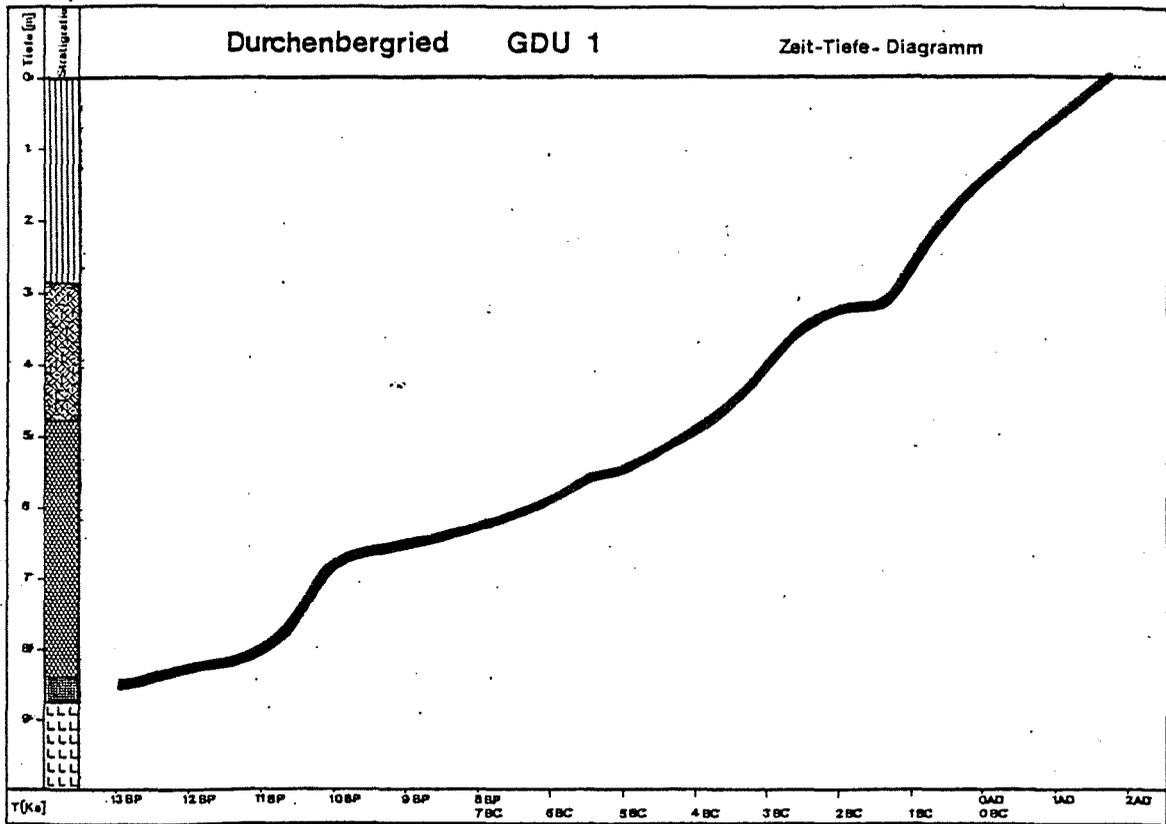


Abb. 8

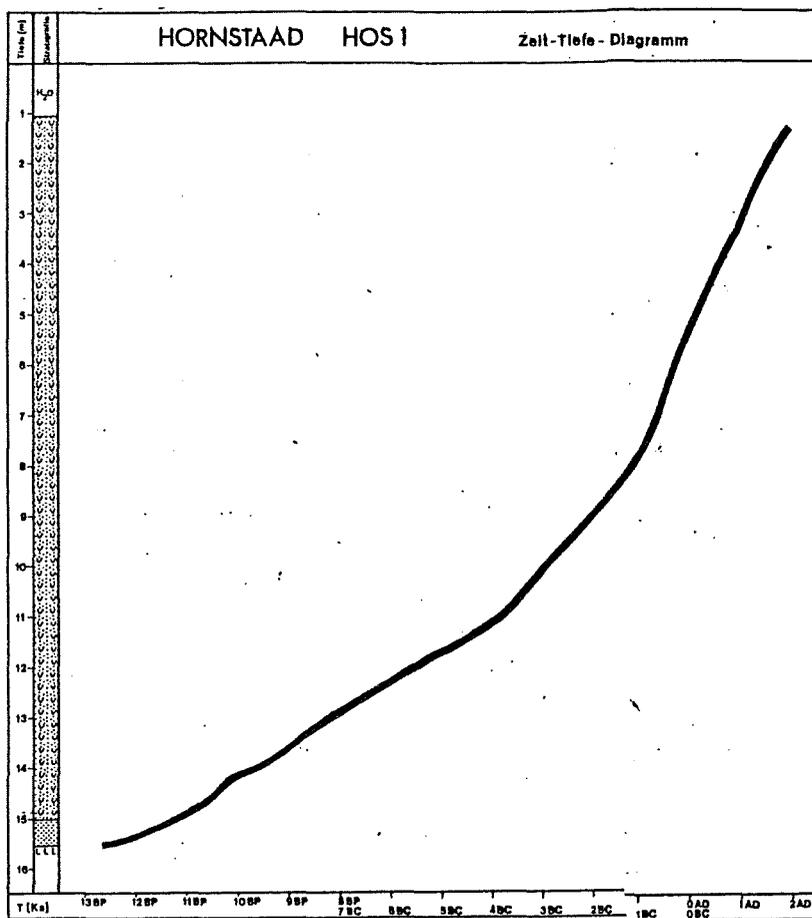


Abb. 9

## LITERATUR

Archäologische Ausgrabungen in Baden-Württemberg 1981-1984.

Mit Beiträgen von A. Billamboz, B. Dieckmann, E. Keefer, J. Königer, M. Kolb, M. Mainberger, H. Schlichtherle, K. Schmitt, G. Schöbel.

B.E. Berglund 1979, Palaeohydrological changes in the temperate zone in the last 15 000 years. Subprojekt B. Lake and mire environments. Lund.

Berichte zu Ufer- und Moorsiedlungen Südwestdeutschlands 1.

Materialhefte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg 4(1984)

Mit Beiträgen von B. Becker, A. Billamboz, E. Keefer, H. Liese-Kleiber, M. Rösch, H. Schlichtherle, B. Schmidt, K. Schmitt.

Berichte zu Ufer- und Moorsiedlungen Südwestdeutschlands 2.

Materialhefte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg 7(1985)

Mit Beiträgen von B. Becker, A. Billamboz, B. Dieckmann, M. Kokabi, B. Kromer, H. Liese-Kleiber, M. Rösch, H. Schlichtherle, Ch. Strahm.

K. Bertsch 1932a, Die Pflanzenreste. In: H. Reinerth, Das Pfahldorf Sipplingen. Schr. d. Ver. f. Gesch. d. Bodensees 59, 7-154.

K. Bertsch 1932b, Die Pflanzenreste der Pfahlbauten von Sipplingen und Langenrain im Bodensee. Bad. Fundber. z. Ur- u. Frühgesch. 2, 305-320.

A. Billamboz u. H. Schlichtherle, "Pfahlbauten", urgeschichtliche Ufer- und Moorsiedlungen. Kleine Schriften zur Kenntnis der Vorgeschichte Südwestdeutschlands 1, 2. erweiterte Auflage (1984).

G. Lang 1970, Florengeschichte und mediterran-mitteleuropäische Florenbeziehungen. Feddes, Repertorium 81, 1-5, 315-335.

G. Lang 1973, Die Vegetation des westlichen Bodenseegebiets. Pflanzensoziologie 17, 451 S.

G. Lang 1984, Die Vegetation des Mindelseegebietes und ihre Geschichte. Der Mindelsee. Die Natur- und Landschaftsschutzgebiete Bad.-Württ. 11, 271-302.

H. Liese-Kleiber 1985a, Pollenanalysen in der Ufersiedlung Hornstaad-Hörnle I. Untersuchungen zur Sedimentation, Vegetation und Wirtschaft in einer neolithischen Station am Bodensee. Materialhefte z. Vor- u. Frühgesch. Bad.-Württ. (Im Druck)

I. Müller 1947b, Der pollenanalytische Nachweis der menschlichen Besiedlung im Federsee- und Bodenseegebiet. Planta 35, 70-87.

M. Rösch 1985a, Nussbaumer Seen - spät- und postglaziale Umweltveränderungen einer Seengruppe im östlichen Schweizer Mittelland. In: G. Lang (Ed.), Swiss lake and mire environments during the last 15 000 years. Diss. Bot. 87, 337-380.

H. Schlichtherle 1981a, Cruciferen als Nutzpflanzen in neolithischen Ufersiedlungen Südwestdeutschlands und der Schweiz. Zeitschr. f. Arch. 15, 113-124.

NUSSBAUMER SEEN

# SPAETQUARTAERE GESCHICHTE DER NUSSBAUMER SEEN UND IHRER UMGEBUNG

Dr. M. Rösch

8 Zusammenfassung (RÖSCH 1985)

Sedimentprofile von den Nussbaumer Seen im Kanton Thurgau, 434 m, wurden sedimentologisch, pollenanalytisch (Prozent und Influx) und grossrestanalytisch, radiometrisch ( $^{14}\text{C}$ ,  $^{18}\text{O}$ ) und geochemisch (Schwermetallkonzentrationen) untersucht.

Folgendes sind die wichtigsten Ergebnisse:

1. Die Nussbaumer Seen entstanden in der Ältesten Dryas aus einem Zungenbeckensee durch Wasserspiegelabsenkung nach Abflussumkehr.
2. Der Pegel schwankte im Boreal und Atlantikum 1-2 m unter heutigem Niveau und stieg ab Mitte Subboreal bis Mitte Subatlantikum bis 2 m über das heutige Niveau, das er durch neuzeitliche künstliche Absenkung erreichte.
3. Ältere und Jüngere Dryas sind radiometrisch und palynologisch als Klimarückschläge erfasst. Für das Postglazial konnten fünf regressive Phasen geringeren Ausmasses, um 8'500, um 6'500, um 6'000, um 4'500 und um 3'000 B.P. wahrscheinlich gemacht werden.
4. Die Wiederbewaldung begann am Ende der Ältesten Dryas mit Zwergbirkenphase und Juniperusphase. Im Bølling wuchs Birkenwald, in den nach der Älteren Dryas die Kiefer eindrang. Die Birken-Kiefernwälder des Allerød wurden in der Jüngeren Dryas von reinen Kiefernwäldern abgelöst.
5. Die Ablagerung des Laacher See-Tuffs (LST) führte um 11'000 zur Schädigung der Kiefernbestände.
6. Am Ende der Jüngeren Dryas erfolgte erneut Birkenausbreitung, bevor im Präboreal Hasel und EMW einwanderten und sich ausbreiteten. Im Boreal herrschte die Hasel vor, im Atlantikum kam der EMW zur Vorherrschaft.
7. Um 7'500 wanderte die Buche ein und bildete ab 6'200 B.P. Mischwälder mit den EMW-Arten. An den Seeufern hatte sich seit dem Atlantikum die Erle ausgebreitet.
8. Die weitere Waldentwicklung ist eng mit der menschlichen Besiedlungsgeschichte verknüpft, insbesondere die Dynamik Buche - EMW und das Phänomen des Ulmen-Linden-Eschen-Abfalls. So wurden Buchenwälder zwar im Subboreal zur Klimaxvegetation, doch wurde diese immer wieder durch Rodungen gestört, besonders seit der Eisenzeit und dem Mittelalter.
9. Anhand eines subaquatischen Profils konnte die Vegetationsgeschichte bis zur Gegenwart verfolgt werden. Sie zeigt seit dem Mittelalter eine dramatische Erhöhung von Sedimentationsrate und Trophiegrad, eine Entwicklung, die sich - in gemässiger Form und von Erholungsphasen unterbrochen - seit den frühesten Rodungsphasen beobachten lässt.

## Literatur

- RÖSCH, M., 1983: Geschichte der Nussbaumerseen (Kanton Thurgau) und ihrer Umgebung seit dem Ausgang der letzten Eiszeit aufgrund quartärbotanischer, stratigraphischer und sedimentologischer Untersuchungen. - Mitt. Thurg. Naturf. Ges. 45, 3-110.
- RÖSCH, M., 1985: Nussbaumer Seen - Spät- und postglaziale Umweltsveränderungen einer Seengruppe im östlichen Schweizer Mittelland. - In: Swiss Lake and Mire Environments during the last 15 000 years (Edit. G.LANG). Diss. Bot. 87, 337-379.

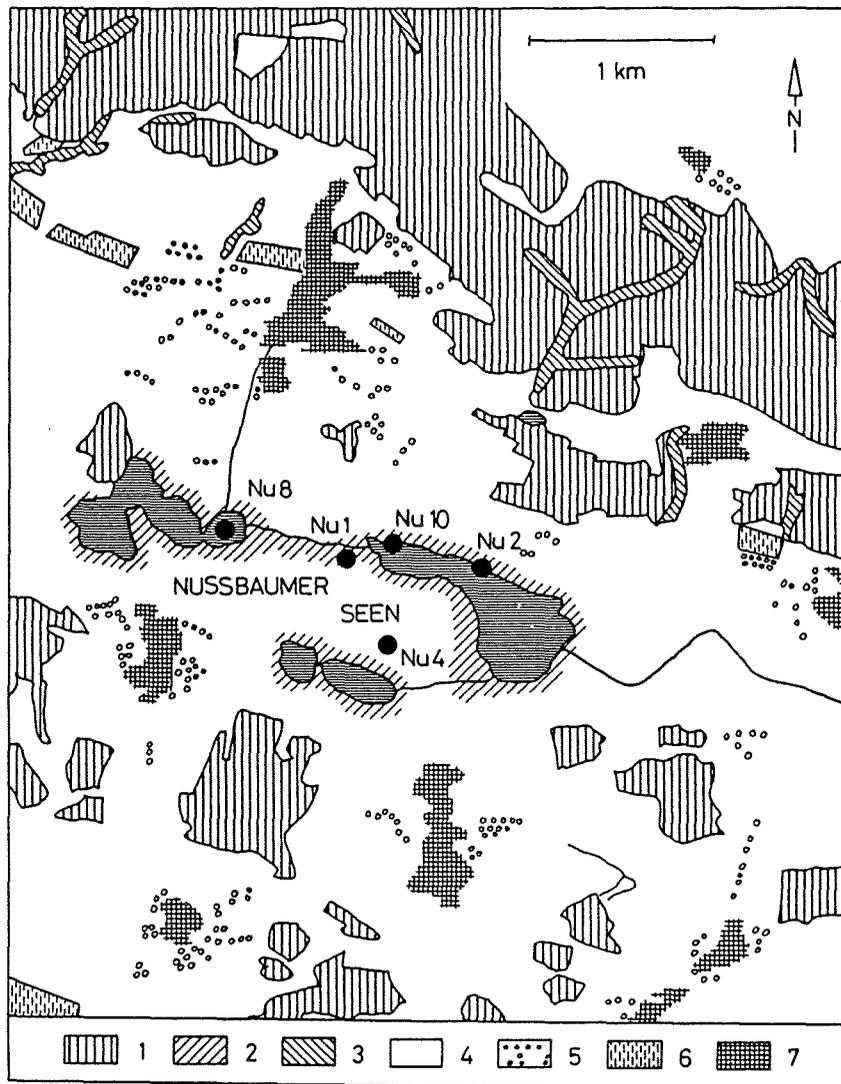
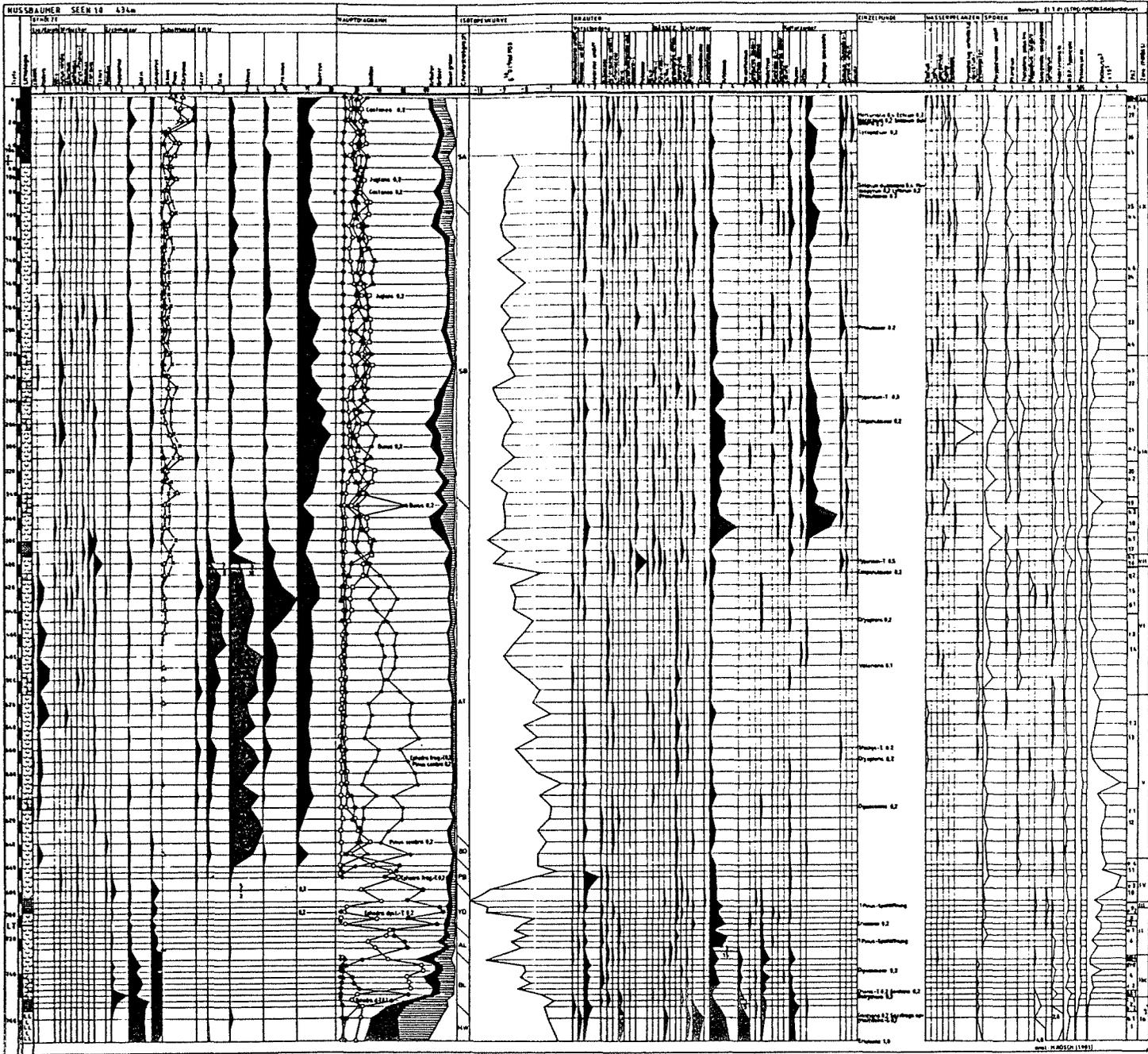


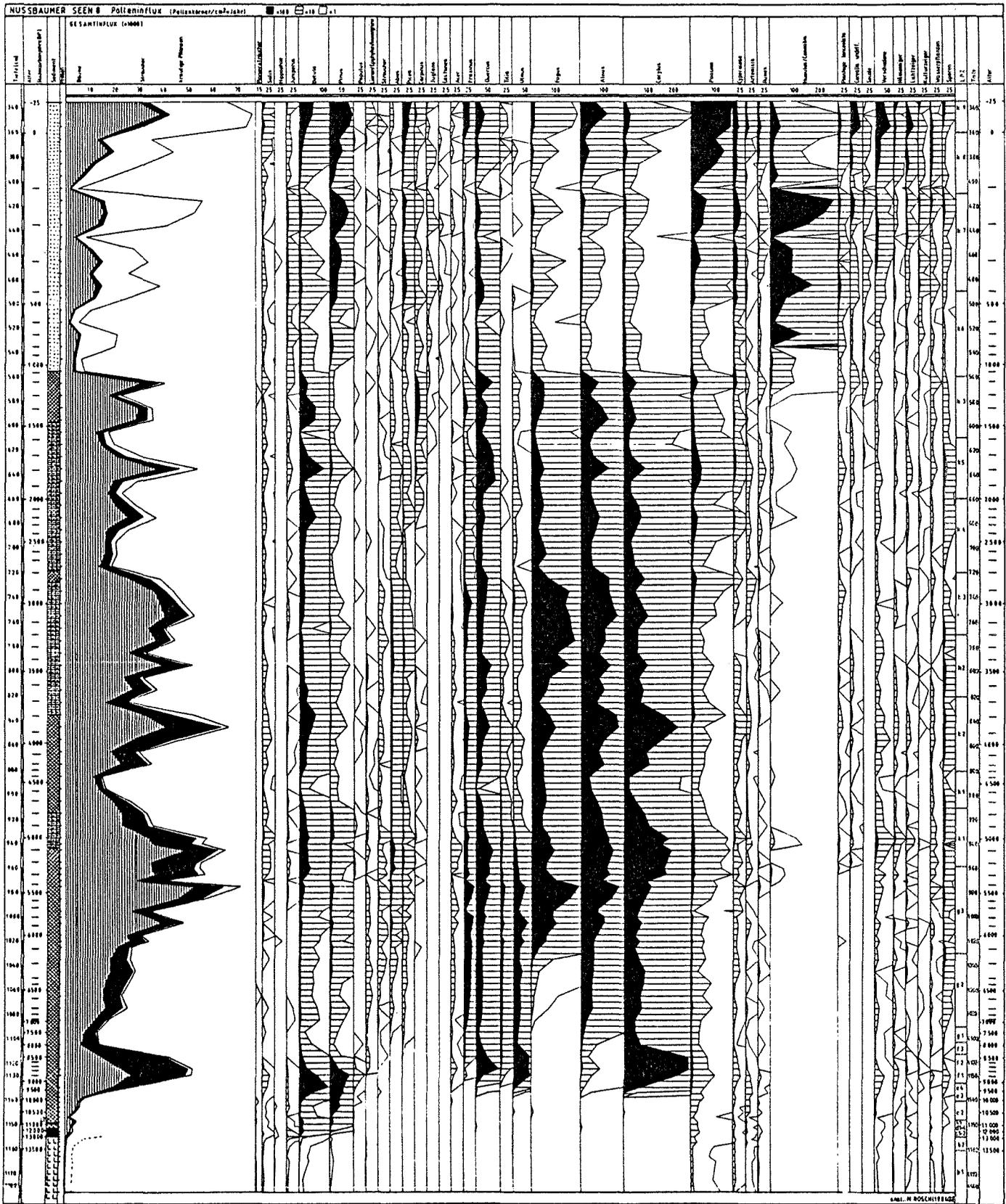
Fig.3. Vegetationskarte und Lage der Profile mit Pollendiagrammen. Vegetation map and location of profiles with pollen diagrams. 1: Buchenwälder und Nadelholzforste, Fagus-forests and conifer plantations; 2: Erlen-Bruchwälder, *Alnus glutinosa*-swamp forests; 3: Eschen-Erlen-Wälder, *Fraxinus-Alnus* forests; 4: Landwirtschaftsflächen (Äcker, Wiesen und Weiden), agricultures (fields, meadows and pastures); 5: Obstbaumwiesen, fruit-tree meadows; 6: Weinberge, vineyards; 7: Siedlungen, settlements. Nu 1-Nu 10: Profile, profiles. (aus Rösch 1985)

RÖSCH.

Fig.10. Pollen-Prozentdiagramm von Profil lu10. Pollen percentage diagram of core lu10.







RÖSCH.  
 Fig. 13. Pollen-Influx-  
 diagramm von Profil  
 Nu8. Pollen influx  
 diagram of core Nu8.



Tabelle 5. Landschaftsgeschichte der letzten 15'000 Jahre im Gebiet der Nussbaumer Seen  
Landscape history of the last 15'000 years in the Nussbaumer Seen area

A.C. B.C.	Chronologie		Klima- und Erdgeschichte	Vegetationsgeschichte	Seegeschichte	Kultur- geschichte
	B.P. ( <sup>14</sup> C)	Chronozonen PAZ				
1975	-25		k9			
	5	Jüngerer	k8	Kaum noch extensiv ge- nutztes Land; Forste inselartig in Intensiv- Kulturland; Ausbreitung von Fichte und Kiefer	Starke Belastung durch Bodenerosion, Eutrophierung, Ver- schmutzung. Spie- gelabsenkung (1944)	Industrie- zeitalter
1800 1500	150 400		k7			Neuzeit
		SUB- ATLANTIKUM	k6	Extensive Nutzung	Eutrophierung	Mittelalter
750 300	1200 1600		h3	Buchenwälder		Alemannen
0	2000	Alteres	k5	Buchenwälder mit Eiche und Wacholder vermehrt Rodung	Seespiegel steigt	Kelten Eisenzeit
500	2500		k4			
1200	3200 3700	SUB-	k3 h2	Buchenwälder mit Eichen und Eschen		Bronzezeit
2000	4200 5000	BOREAL	k2 h1	Temperaturen gehen zurück auf heutige Grössenordnung	kleine Rodungen starke Haselausbreitung	Jungsteinzeit
	5300	Jüngerer	k1		Seespiegel erreicht Tiefstand	
	6200	ATLANTIKUM	g3	Eichenmischwald + Buche und Hasel		
7300 7800		Alteres	g2 g1	wärmer als heute	EMW mit Sträuchern, Lianen, Epiphyten; Erlenbrüche EMW mit viel Hasel	Beginn der Kalk- fällung in den Seebecken
8000			f3			Mittelsteinzeit
		BOREAL	f2	Ul-Ei-Wälder mit Li, Ah, Ki viel Hasel Ul-Ei-W. m.Ki,Bi,Hasel		
9000						
		PRA- BOREAL	f1 e4	Zunehmende Erwärmung	Hasel, Ulme, Eiche wandern ein	Sed. organogen
10000		JÜNGERE DRYAS	e3 e2	kalt	Kiefern-Birken-Wald Kiefernwälder	Sed. minerogen
11000						
		ALLERØD	e1 d4	Eifelvulk. mässig warm	Kieferneinwanderung Birkenwälder	Sed. organogen
11800						
		ALTERE DRYAS	d3 d2	kalt	Parktundra	
12000						
12700		BØLLING	d1 c2 c1	mässig warm	Birkenwälder	Beginn der organogenen Sedimentation
13000						Altsteinzeit
		ALTESTE DRYAS	b2 b1 a4 a3 a2 a1	zunehmende Er- wärmung Stadium von Frauenfeld sehr kalt und trocken	Zwergstrauchtundra Tundren vegetationsfrei	Seespiegelabsenkung von 5 m, Zerfall des Eisstausees

HORNSTAAD-HÖRI

## UFERSIEDLUNGEN AN DER HALBINSEL HÖRI

Dr. H. Schlichtherle (aus dem Exkursionsführer der DEUQUA-Tagung 1985)

## Siedlungen am Südufer der Halbinsel Höri

Auf der hinteren Höri liegen die Ufersiedlungen zwischen Öhningen und Gaienhofen an den hornartig vorgeschobenen, vor allem aus abge-spülter Molasse aufgebauten Schüttungsfächern (Abb.5). In ihren Ost-buchten fanden sie Schutz und wurden durch Sedimentüberdeckung mehr-fach gut konserviert. In Wangen-Hinterhorn, der 1856 erstentdeckten Pfahlbaustation am Bodensee, sind allein drei durch Seekreide ge-trennte Kulturschichten der endneolithischen Horgener Kultur erhalten geblieben.

Im Gegensatz zu diesen Stationen sind die Siedlungen an der Spitze der Halbinsel Höri recht exponiert und den Ost- wie Weststürmen aus-gesetzt. Insgesamt 8, teilweise wiederum mehrperiodige Siedlungsareale konnten in der ausgedehnten Flachwasserzone nachgewiesen werden (Abb.6). Die Kenntnis der Fundplätze bei Hornstaad-Hörnle (Ho) und Hornstaad-Schlössle (Hs) geht auf die Beobachtungen von E. Lang (Ehrenamtl.Mit-arbeiter des Landesdenkmalamtes B.-W.) sowie auf Sondagen zurück, die ab 1973 vom Landesdenkmalamt B.-W. durchgeführt wurden. Im Fund-material sind nahezu alle am Seeufer bekannten Kulturperioden ver-treten, die von der früh-jungneolithischen 'Hornstaader Gruppe' (Ho I u. III), der 'Pfyner Kultur' (Ho I u. II), über die endneolithischen Kulturgruppen 'Horgen' (Ho V) und Schnurkeramik (Hs I, Ho I u.V), bis zur Früh- und Spätbronzezeit (Ho I, ev. auch Ho IV) reichen.

Ein weites System von Verlandungszonen, Strandwällen und Klifflinien im Hinterland der Siedlungen (Abb. 7), mächtige Seekreideablagerungen in der Flachwasserzone sowie Spülsäume und Anschwemmungen in den Kul-turschichten machen die Hörispitze zu einem geeigneten Forschungs-objekt, an dem die Fragen des Zusammenwirkens von Wasserspiegel-schwankungen und Siedlungsverlagerungen angegangen werden können. Mesolithische Fundkonzentrationen finden sich in Hornstaad im Bereich der 400 m-Linie, die an der Hörispitze durch ein weithin sichtbares Kliff markiert wird. Die Kulturschichten der neolithischen Siedlungen liegen zwischen 395,4 und 392,9 m ü.NN. Im Vergleich mit anderen Ufersiedlungen des Bodensees zeigt sich eine Tendenz sinkender Wasser-stände bis zur Spätbronzezeit, die jedoch von kurzfristigeren Schwan-kungen unterbrochen scheint. Die Vorgänge und Ursachen (lokale Änder-ungen im Bereich der Zuflüsse und Ausflussschwellen, Klima) sind im einzelnen noch wenig bekannt.

## Hornstaad-Hörnle I

Das Siedlungsareal Hörnle I, bereits im Zuge der ersten Pfahlbautent-deckungen angegraben, aber nie im größeren Umfang ausgebeutet, gehört zu den wenigen Anlagen dieser Art am Bodensee, in denen noch groß-flächig Kulturschicht erhalten ist. Erste Sondagen mit Mitteln des Landesdenkmalamtes B.-W. fanden 1973-1977 statt. 1980 wurde im Rahmen des "Projekts Bodensee-Oberschwaben" eine erste Flächengrabung in erosionsgefährdeten Bereichen durchgeführt. Seit 1983/84 wird die Siedlung im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogramms in jeweils sechs-monatigen Winterkampagnen systematisch ausgegraben.

Die Station enthält zwei jungsteinzeitliche Kulturschichten (Abb. 9); die obere (B) gehört der entwickelten Pfyner Kultur an und ist nur noch in Resten unter der Strandoberfläche erhalten; die untere (A) macht die eigentliche Bedeutung des Platzes aus und enthält eine mehr-fach umgebaute Dorfanlage der ersten "Kolonisationsphase" des Boden-seeufers, die - entsprechend kalibrierten <sup>14</sup>C-Daten - um 4000 v.Chr.

anzusetzen ist. Ein Brandhorizont hat Konstruktionselemente der Häuser, ihr Inventar an Geräten, Gefäßen und Textilien sowie umfangreiche Nahrungsvorräte an Ort und Stelle konserviert. Die Wände der ca. 3-4 m breiten und 7-10 m langen, ost-west-orientierten Häuser zeichnen sich durch verstürzte, angezielte Lehmbruchstücke ab, die das Geviert der jeweils zugehörigen Pfahlstellungen umschließen. Die Zugehörigkeit der Eichenpfähle zu den Häusern ist innerhalb des dichten, vielperiodigen Pfahlfeldes der Station durch dendrochronologische Verknüpfungen mit liegenden Holzkonstruktionsteilen in der Kulturschicht gesichert. Eine Synchronisierung mit der südmittel-europäischen Eichenchronologie ist noch nicht geglückt. Zu den Gebäuden gehören außer den Pfahlgründungen 4-5 m lange, in behauenen Astgabeln endende Ständer, die in Schlammplatten (Flecklinge) eingezapft auf der Strandoberfläche aufstanden und offenbar die Dachkonstruktion trugen. Zahlreiche Indizien sprechen dafür, daß die Häuser einen vom Grund abgehobenen Boden hatten und das Siedlungsgelände zumindest bei Hochwasser überflutet war.

Die dendrochronologische Untersuchung des Pfahlfeldes erbrachte zahlreiche Hausgrundrisse einer weiteren Siedlung, deren Umbau- und Neubauphasen über den Jahrringkalender zwischen 3586 und 3507 v. Chr. genau datiert werden können. Ihre nord-süd-orientierten Grundrisse sind möglicherweise im Zusammenhang mit der Kulturschicht B zu sehen.

Das Fundspektrum der Kulturschicht A ist seit neuestem namengebend für die lokale "Hornstaader Gruppe", die in zahlreichen weiteren Ufersiedlungen des Bodensees als älteste Besiedlungsphase vertreten ist. Charakteristisch ist eine unverzierte, sehr dünnwandige Siedlungsware, die starke Affinitäten zur Keramik der frühen Pfyner Kultur wie zur unverzierten Keramik der Schussenrieder Kultur aufweist. Aus der Kulturschicht liegen ferner verzierte Keramiken der Art Schussenried und Rössen/Wauwil, Röhrenperlen vom Typ Bodman-Altenburg, Kalkknöpfe vom Typ Glis sowie eine äußerst fundreiche Silexindustrie vom Typ Dickenbännli vor.

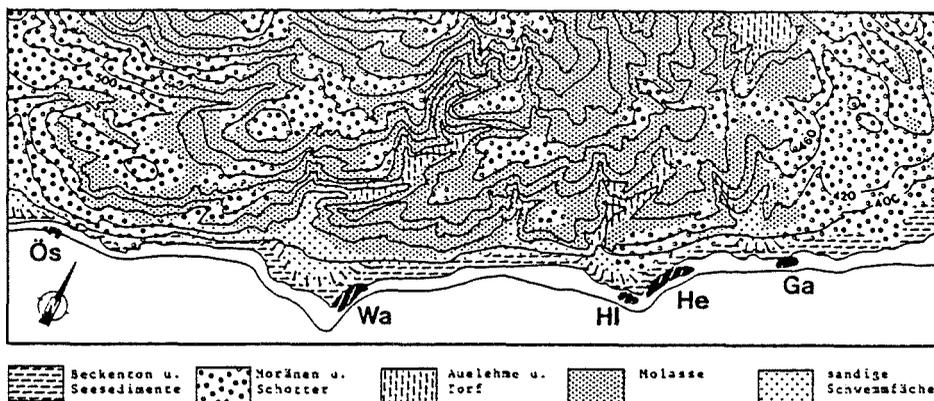


Abb. 5.

Pfahlbausiedlungen am Südufer der Halbinsel Hörri.

Ös - Öhningen-Oberstaad

Wa - Wangen-Hinterhorn

Hl - Hemmenhofen im Leh

He - Hemmenhofen-Im Bohl

Ga - Gaienhofen-Untergarten

(Geologie nach Geol.Karte Landkreis Konstanz 1:50 000)

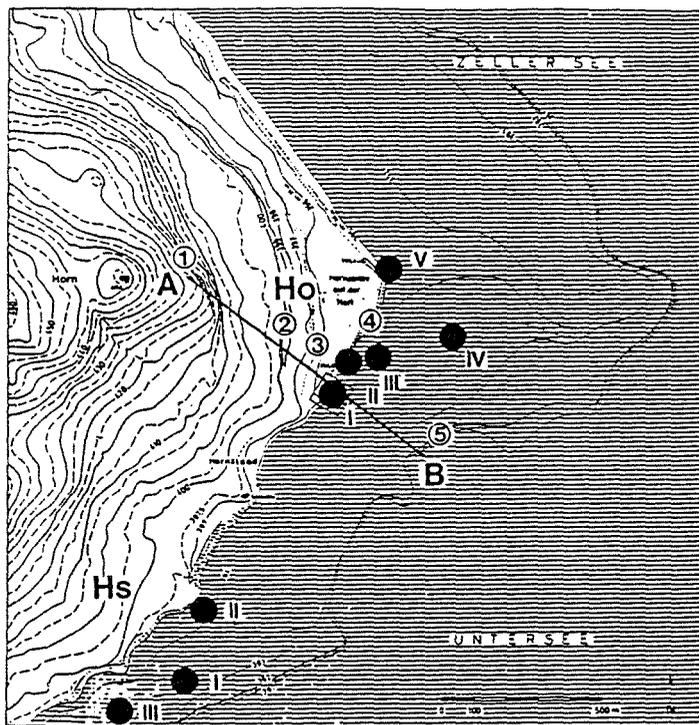


Abb. 6.  
Die Spitze der Halbinsel Höri mit den Siedlungsarealen  
von Hornstaad-Hörnle (Ho) und Hornstaad-Schlössle (Hs)

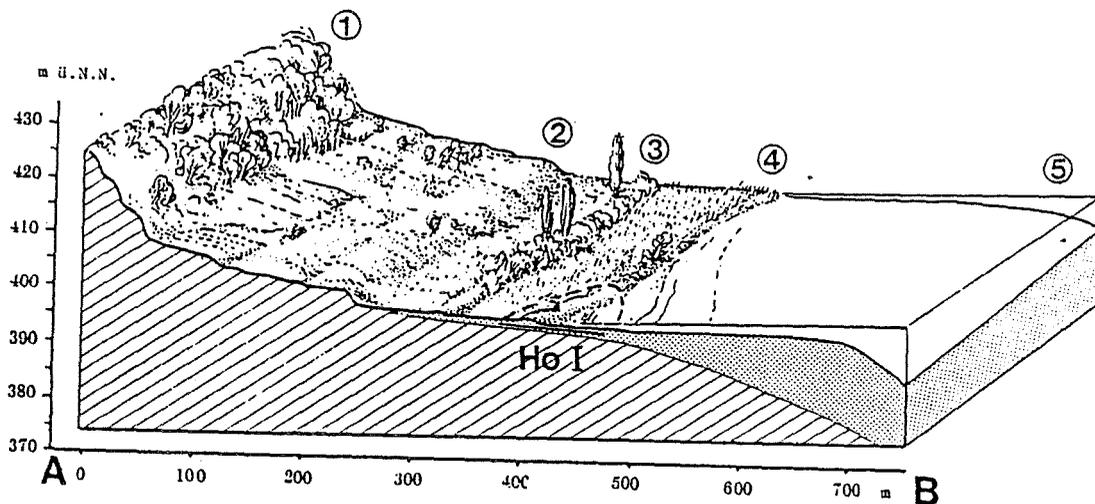


Abb. 7.  
Stark überhöhte Skizze des Geländes bei Hornstaad (Profilschnitt A-B der Abb. 8)  
1 Molassesteilhang mit kliffartiger Terrassierung, 2 Klifflinie bei 400m,  
3 subrezenter Strandwall bei 396,5m, 4 aktueller Strandwall bei 395,4m,  
5 Halde bei 392m.  
Ho I Lage der Siedlung Hörnle I. Schraffiert: Molasse und glaziales Material.  
Gerastert : Seekreide und Sande

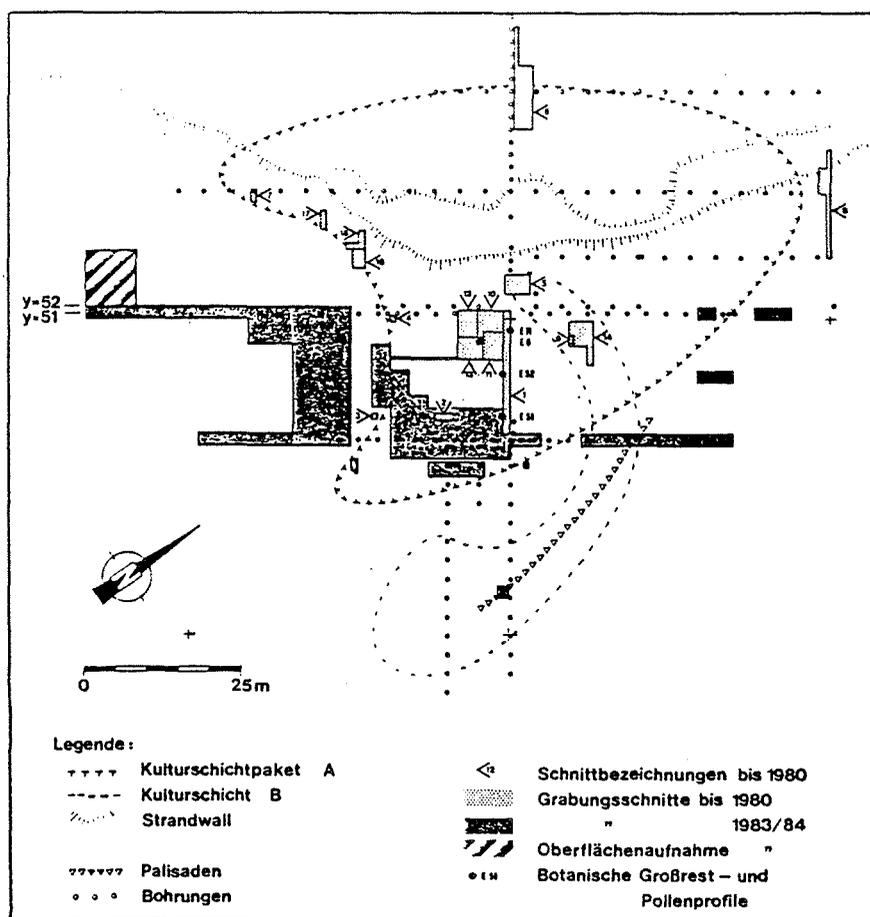


Abb. 8

Das Siedlungsareal Hornstaad-Hörnle I (nach Dieckmann 1985)

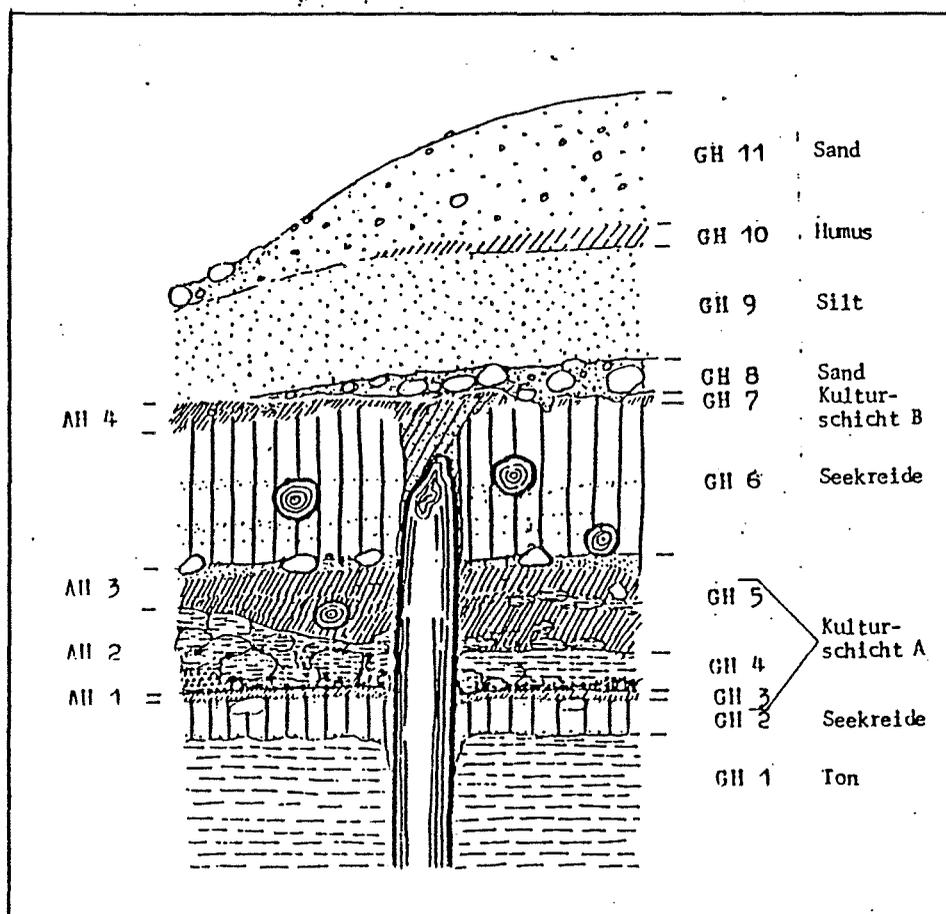


Abb.9 Hornstaad-Hörnle I, Schema der Schichtenfolge im Siedlungszentrum.

EINE ANALYSE DER WIRTSCHAFTSFORMEN DER NEOLITHISCHEN Ufersiedlung VON HORNSTAAD-HÖRNLE I - AUFGRUND DER ZOOARCHÄOLOGISCHEN UNTERSUCHUNG

Dr. Mostefa Kokabi

Die Knochenfunde aus den sogenannten Pfahlbausiedlungen in der Schweiz gelten als Wegbereiter der Zusammenarbeit zwischen Zoologen und Archäologen. Schon im vorigen Jahrhundert erkannte der Begründer des zooarchäologischen Forschungsgebietes, der Schweizer Zoologe L. Rüttimeyer ( 1860 ), die außerordentliche Bedeutung dieser Funde für die Erforschung kulturhistorischer und haustierkundlicher Fragen ( Domestikationsforschung ).

Während die Untersuchungen der Tierknochenfunde aus den Schweizer Pfahlbausiedlungen schon seit dem vorigen Jahrhundert systematische Ausmaße annahmen, liegen aus deutschem Gebiet nur vereinzelte Studien vor.

Den Grundstein hierfür legte in den 30er Jahren der Stuttgarter Zoologe Richard Vogel. Er untersuchte eine Reihe von Fundkomplexen aus Siedlungen des Bodensee- bzw. Federseegebietes.

Nach einer fast 50jährigen Forschungspause in Deutschland macht es die von der Deutschen Forschungsgemeinschaft finanzierte Ausgrabung in Hornstaad möglich, nicht nur die Beweggründe der damaligen Menschen, sich in den Ufersiedlungen anzusiedeln, sondern auch ihre wirtschaftlichen Verhältnisse und das einstige Landschaftsbild zu erforschen.

Von dem Knochenmaterial aus der neolithischen Siedlung Hornstaad-Hörnle I stammen allein mehr als zwei Drittel von Wildtieren und Fischen. Die Haustierknochen sind überwiegend vom Rind<sup>1)</sup>. Nur weniger als vier Prozent sind Schweineknöchen. Von den zu erwartenden übrigen Haustieren, die in diesem Breitengrad schon längst nicht nur bekannt, sondern auch ein Bestandteil der bäuerlichen Wirtschaftsformen waren, sind nur das verbrannte Schädelstück eines Ziegenbocks und zwei verbrannte Kniescheiben von Hunden vorhanden. Diese vereinzeltten Funde können nicht als Beleg für Schaf- und Ziegenhaltung, ebensowenig für Hundehaltung angesehen werden.

Das wichtigste Tier für die Bewohner von Hornstaad war der Rothirsch. Mit dem Fleisch von Hirschen deckten die Hornstaader den Hauptanteil ihres Bedarfes an tierischem Eiweiß. Zugleich aber lieferte ihnen der Hirsch wichtige Rohstoffe zur Herstellung ihrer Geräte und alltäglichen Ausrüstungen.

An dritter Stelle der Fleischversorgung stand der Fisch. Bedenkt man den höheren Vergänglichkeitsgrad der Fischknochen, so neigt man dazu, dem Fischfang größere Bedeutung zukommen zu lassen als dies die Funde wiedergeben.

Die Jagd auf mächtige Ure und Wildschweine wurde genausowenig verschmäht wie die Vogeljagd.

Der Biber mit nur fünf Knochen und der Igel mit einem stehen an der gewohnten Stelle der Liste von gejagten Tieren, dagegen aber nicht das Reh mit nur drei Knochen und der Hase mit einem, wenn man nicht die Lage des Siedlungsplatzes in Betracht zieht. Beide Tierarten bewohnen eher offene Flächen als dichtbewachsene Wälder mit kleinen Lichtungen.

Nach den Tierknochenfunden zu urteilen stellt die Siedlung Hornstaad-Hörnle I eine Besonderheit dar. Erstens gehört sie zu den wenigen jungsteinzeitlichen Siedlungen, in denen der Anteil der Jagdtiere den der Haustiere überwiegt: Zum anderen ist sie bisher die erste Ufersiedlung, in der keine Haltung von kleinen Hauswiederkäuern ( Schaf und Ziege ) nachgewiesen werden konnte.

---

1) siehe Diagramm.

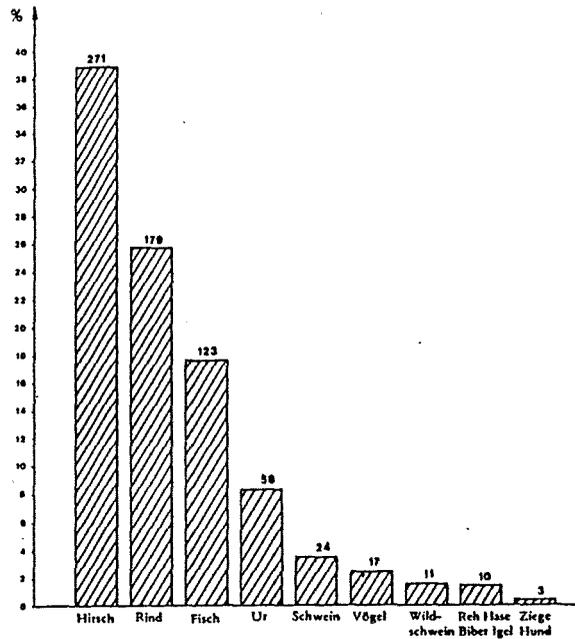


Abbildung 1: Häufigkeitsverteilung der Knochenfunde von nachgewiesenen Tierarten aus Hornstaad. Die Säulen geben die prozentualen Anteile der Knochen einzelner Tierarten bzw. Tiergruppen, die Zahlen über den Säulen die Stückzahl wieder.

### Tabelle 3

Hornstaad-Hörnle - Artennachweise durch Makroreste (ohne Holz)

Stand Sommer 1985

unterstrichen: hohe Stetigkeit

gestrichelt unterstrichen: mittlere Stetigkeit

nicht unterstrichen: selten oder Einzelnachweis

II = Nachweis nur am Hörnle II (Station der Pfyner Kultur)

V = Nachweis nur am Hörnle V (Station der späten Pfyner oder frühen Horgener Kultur)

OD = Nachweis aus spätglazialem Beckenton

Soziologische Zuordnung gemäß heutigem Verbreitungsschwerpunkt im Gebiet

Kulturpflanzen:

Hordeum vulgare, Linum usitatissimum, Papaver somniferum, cf. Pisum sativum, Triticum aestivum/durum, Triticum dicoccum, Triticum monococcum.

Krautige Vegetation oft gestörter Plätze:

Arctium lappa, Arctium minus, Artemisia campestris/vulgaris, Ballota nigra, Brassica rapa ssp. campestris, Bromus tectorum/ramosus, Cerastium arvense, Chenopodium album, Chenopodium murale, Chenopodium glaucum. II, Chenopodium polyspermum II, Chenopodium urbicum II, Gentiana cyanus II, Daucus carota, Galium aparine, Marrubium vulgare, Matricaria chamomilla, Melampyrum arvense, Mentha arvensis, Papaver dubium, Picris echioides, Polygonum convolvulus, Polygonum persicaria, Polygonum aviculare, Solanum nigrum, Stachys cf. arvensis, Stellaria media, Urtica dioica, Urtica pilulifera, Valerianella ramosa, Verbena officinalis, Silene cretica V, Picris hieracioides V, Lamium purpureum II, Plantago major II.

## Süßwasser- und Moorvegetation:

Betula pendula, Betula pubescens, Betula nana OD, Carex disticha  
(Carex-Innenfrüchte haben hohe Stetigkeit, wurden aber nicht näher  
bestimmt..

Carex riparia, Carex gracilis, Carex cf. elongata,  
Carex dioica, Carex pseudocyperus, Calliergonella cuspidata, Campylium  
stellatum, Chara sp., Cirsium palustre, Cladium mariscus, Eleocharis  
quinqueflora, Eupatorium cannabinum, Galium palustre, Gratiola offi-  
cinalis, Lycopus europaeus, Meesea triquetra, Mentha aquatica,  
Myosoton aquaticum, Najas flexilis II, Najas intermedia, Najas marina,  
Eriophorum latifolium II, Nasturtium officinale, Nuphar lutea, Peuce-  
danum palustre II, Polygonum hydropiper/rite, cf. Limosella aquatica II  
Potamogeton crispus, Potamogeton lucens, Potamogeton pectinatus,  
Potamogeton perfoliatus, Leptodictyum riparium, Rorippa amphibia,  
Rhynchostegium riparioides, Bryum pseudotriquetrum, Ranunculus  
sceleratus II, Senecio paludosus, Sphagnum sect. acutifolia,  
Stellaria uliginosa, Scutellaria galericulata, Trapa natans V,  
Veronica anagallis-aquatica, Zannichellia palustris V.

## Anthropo-zoogene Heiden und Rasen:

Arenaria serpyllifolia, Cerastium fontanum, Chrysanthemum leucanthemum,  
Euphorbia cyparissias II, Homalothecium lutescens, Linum catharticum;  
Lolium multiflorum, Lychnis flos-cuculi, Molinia coerulea, Plantago  
lanceolata, Plantago media, Polygonum bistorta II, Polytrichum  
juniperinum, Rhytidiadelphus squarrosus, Salvia pratensis, Silaum  
silaus II, Stachys officinalis II, Stellaria graminea, Taraxacum  
officinale, Thalictrum flavum II, Valerianella dentata.

## Waldnahe Staudenfluren und Gebüsche:

Agrimonia eupatoria, Calamintha sylvatica, Campanula persicifolia,  
Carex muricata, Cirsium arvense, Clematis vitalba, Clinopodium  
vulgare, Cornus mas, Cornus sanguinea, Fragaria vesca, Galeopsis  
tetrahit, Geum urbanum, Glechoma hederacea, Lapsana communis,  
Silene dioica, Silene alba, Origanum vulgare, Polygonum dumetorum,  
Prunus spinosa, Rosa canina, Rubus caesius, Rubus fruticosus, Rubus  
idaeus, Sambucus nigra, Silene nutans, Silene vulgaris, Solanum  
dulcamara, Torilis japonica, Vincetoxicum hirundinaria.

## Laubwälder und verwandte Gesellschaften:

Abies alba, Alnus glutinosa, Anomodon viticulosus, Anomodon longi-  
folius, Corylus avellana, Carex remota II,  
Chrysosplenium sp. II, Eurhynchium striatum, Fagus sylvatica, Fran-  
gula alnus, Fraxinus excelsior, Dicranella heteromalla, Homalia tricho-  
manoides, Humulus lupulus, Isoetes alopecurioides, Leucodon sciuro-  
ides, Malus cf. sylvestris, Melittis melissophyllum, Moehringia trinerva,  
Neckera crispa, Plagiomnium cuspidatum, Physalis alkekengi, Pinus  
sylvestris, Poa compressa/chaixii, Pylaisia polyantha, Pyrus cf. pyra-  
ster, Quercus sp., Rhizomnium punctatum, Stachys sylvatica, Stellaria  
holostea, Thuidium delicatulum, Thuidium tamariscinum, Tilia platy-  
phyllis, Viburnum lantana, Viburnum opulus.

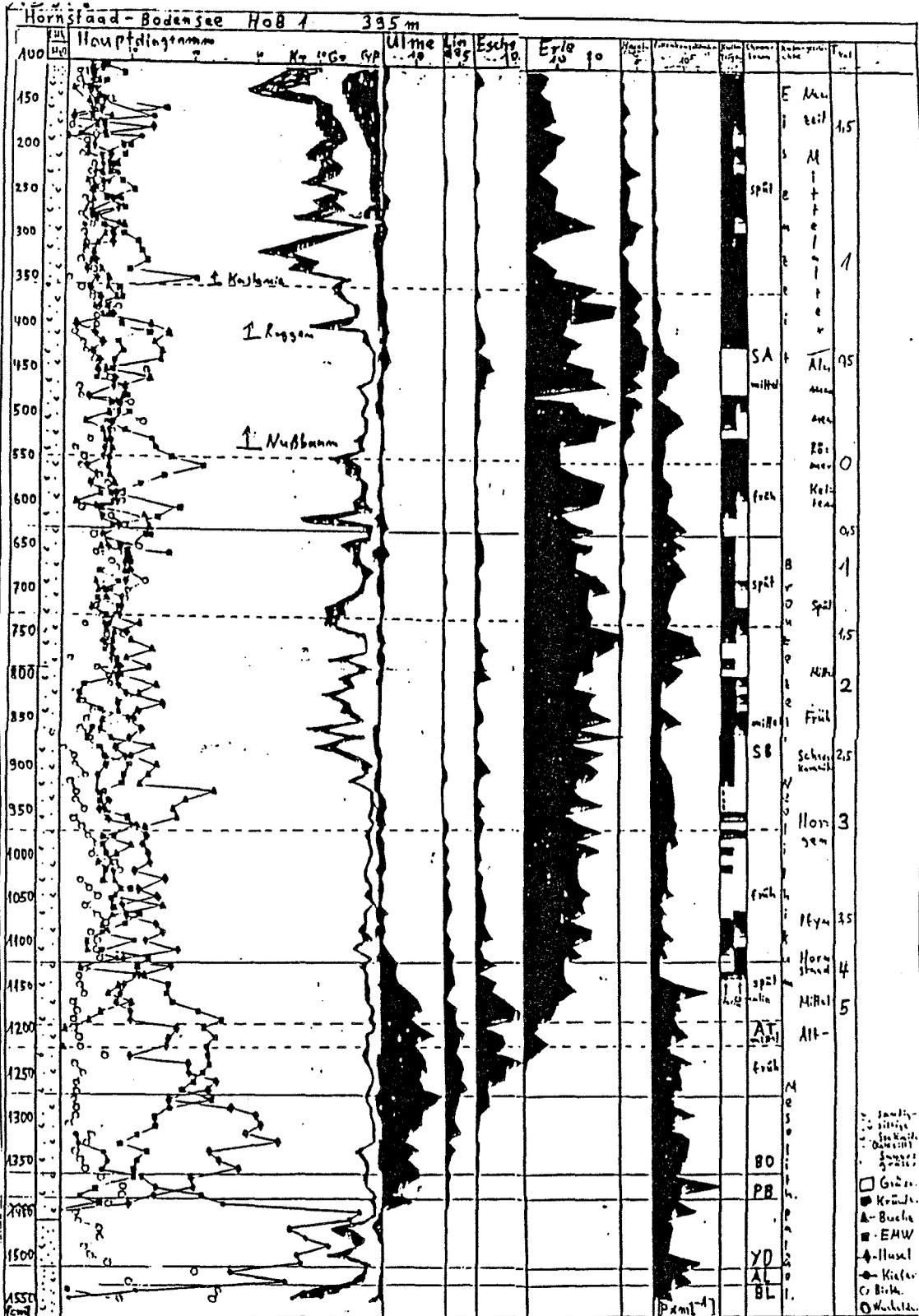
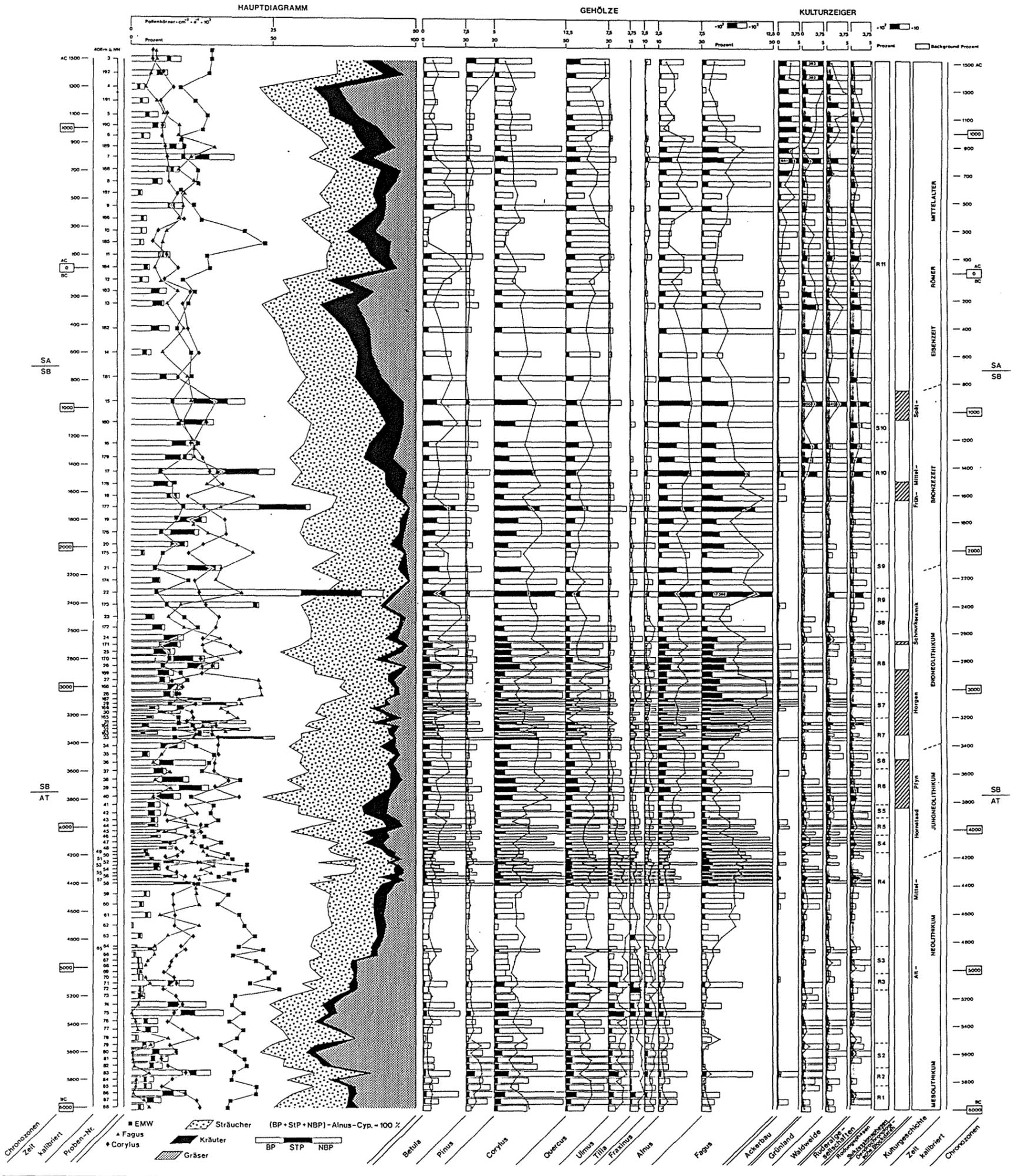


Abb.15. Hornstaad-Bodensee (395 m) HOB 1 (RÖSCH nicht publ.)

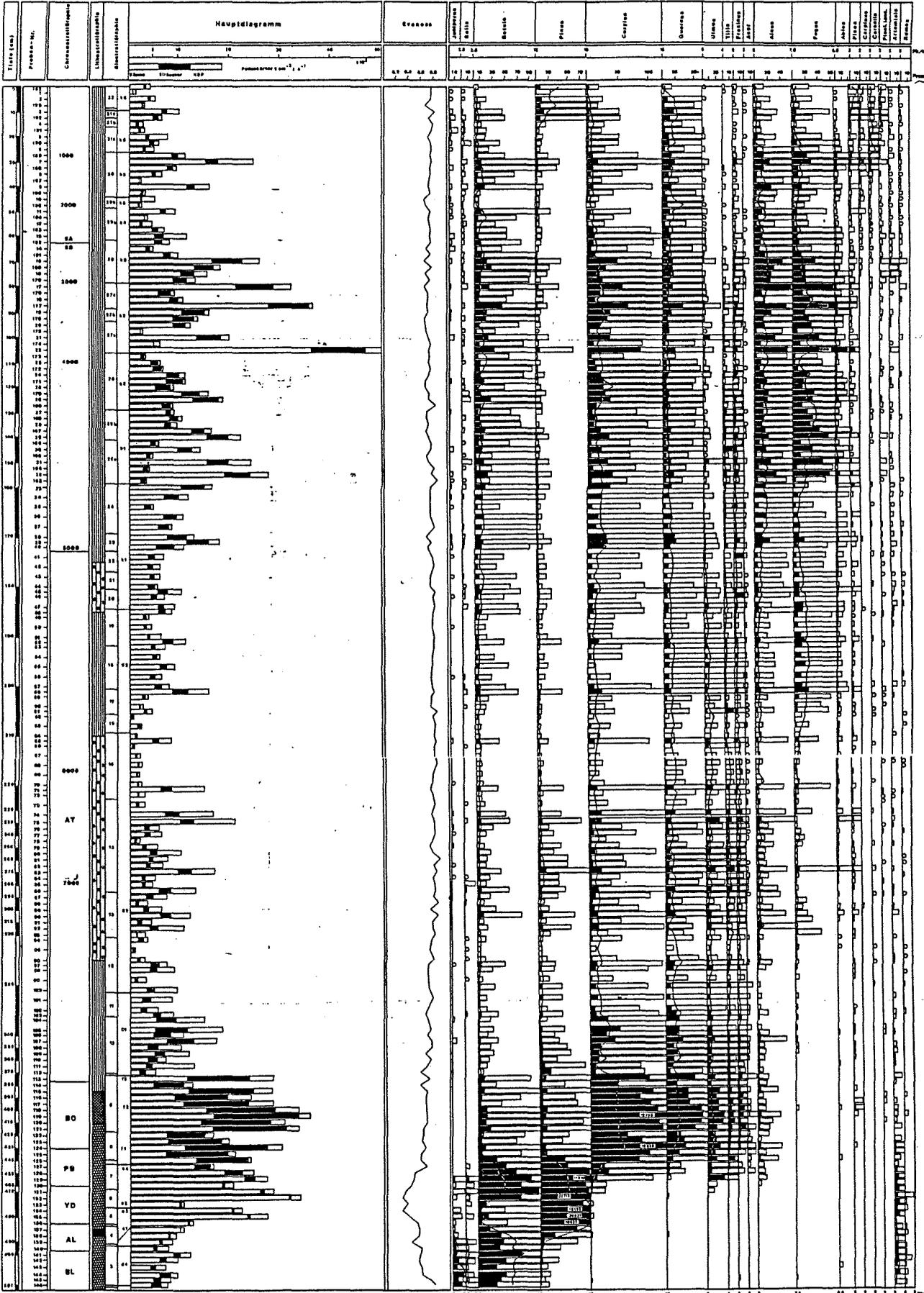
SEEN UND MOORE  
IM WESTLICHEN BODENSEEGEBIET





Feuertied bei Überlingen a.R. Influxdiagramm

RÖSCH nicht publi.



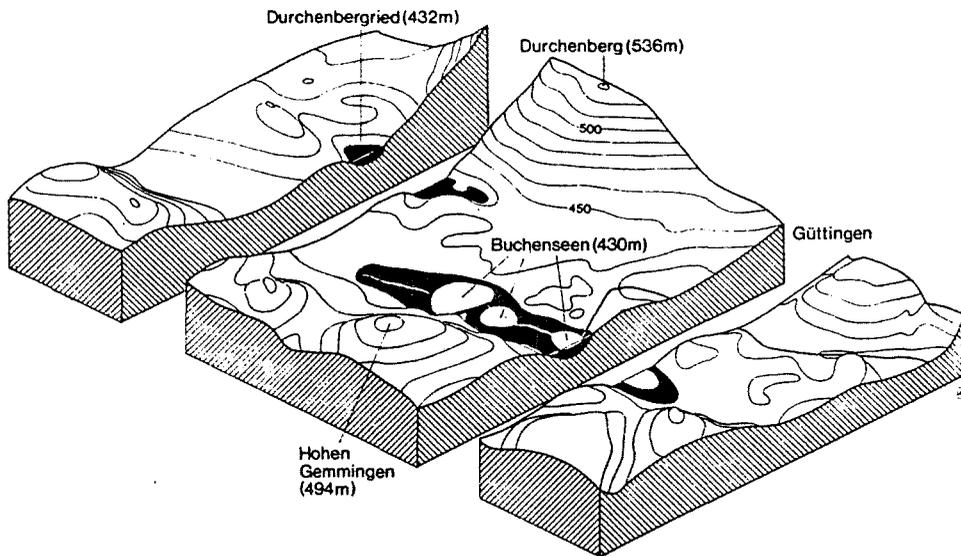


Abb. 18. Blockbild der Buchenseen und des Durchenbergriedes mit Umgebung. Blickrichtung nach Norden. Schwarz: Seeablagerungen und Torfe. Die Schnitte entsprechen den Profilen in Abb. 20 u. 21.

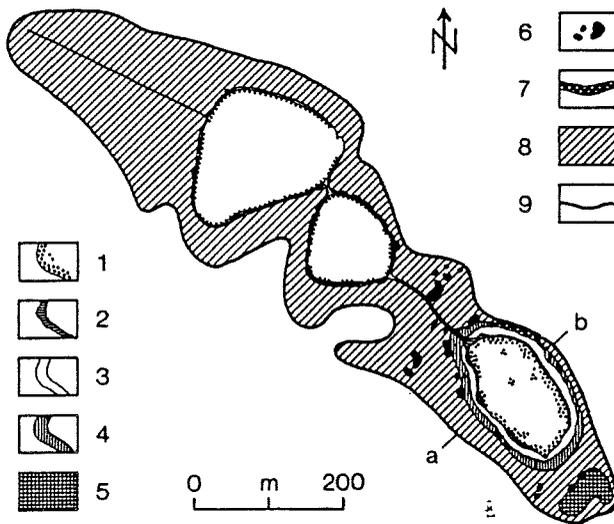


Abb. 19. Vegetationskarte der Buchenseen mit Umgebung. 1: Seerosengesellschaft (*Nymphaeetum albae*). 2: Schmalblattröhrlinsenröhricht (*Typhetum angustifoliae*) und Binsenröhricht (*Scirpetum lacustris*). 3: Schneidegrasgesellschaft (*Cladietum marisci*). 4: Fadenseggenmoor (*Caricetum lasiocarpae*). 5: Steifseggenried (*Caricetum elatae*). 6: Faulbaum-Grauweidenbusch (*Frangulo-Salicetum*). 7: Erlenbruchwald (*Carici elongatae-Alnetum*). 8: Kohldistelwiese (*Angelico-Cirsietum*), stellenweise in Mädesüßflur (*Valeriano-Filipenduletum*) übergehend. 9: Grenze des anstehenden Mineralbodens. a-b: Profil Abb. 20. Als Kartengrundlage diente ein Schwarzweiß-Reihenmeß-Luftbild 1: 10000, ergänzt durch farbige Handkammer-Luftbilder.

(aus LANG 1973)

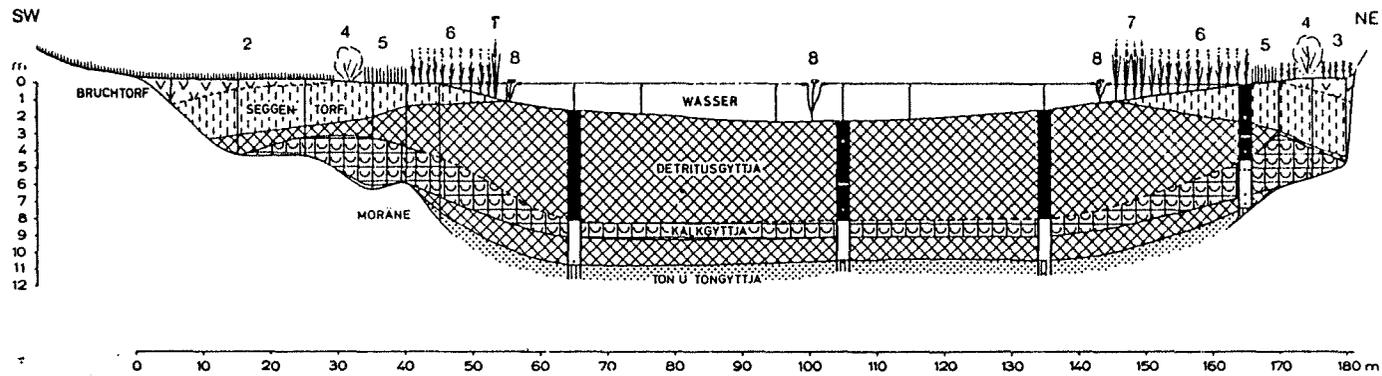


Abb. 20. Profil durch den südöstlichen Buchensee (vgl. Abb. 18). 1: Glatthaferwiese (*Dauco-Arrhenatheretum*). 2: Kohldistelwiese (*Angelico-Cirsietum*). 3: Mädesüßflur (*Valeriano-Filipenduletum*). 4: Faulbaum-Grauweidenbusch (*Frangulo-Salicetum*). 5: Fadenseggenmoor (*Caricetum lasiocarpae*). 6: Schneidegrasgesellschaft (*Cladietum marisci*). 7: Schmalblattröhrröhricht (*Typhetum angustifoliae*). 8: Seerosengesellschaft (*Nymphaetum albae*). Profilsäulen mit Altersangaben, Erklärung siehe Abb. 17. 2,5fach überhöht.

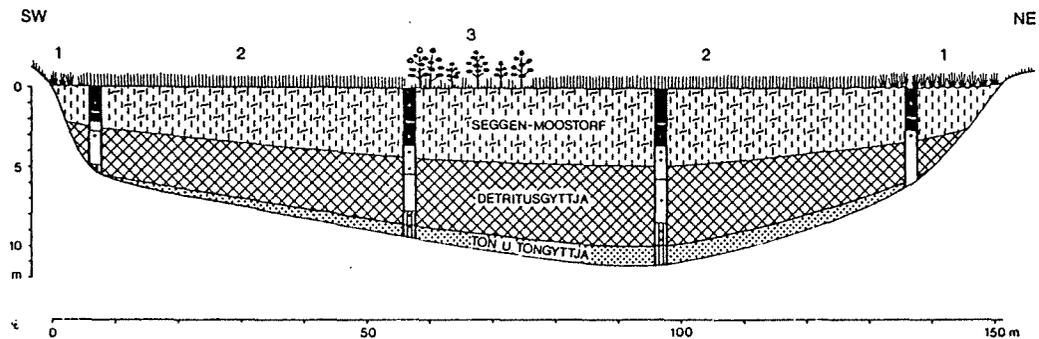


Abb. 21. Profil durch das Durehenbergried (vgl. Abb. 18). 1: Stoifseggenried (*Caricetum elatae*). 2: Fadenseggenmoor (*Caricetum lasiocarpae*). 3: Rote Torfmoosgesellschaft (*Sphagnetum medii*) mit Waldkiefern (*Pinus sylvestris*). Profilsäulen mit Altersangaben, Erklärung siehe Abb. 17. 2,5fach überhöht.

In die Profilsäulen sind Altersangaben auf Grund der Pollenanalysen eingetragen. Senkrecht schraffiert: Spätglazial (unterhalb des Querstrichs Ia, darüber Ib-III). Weiß: Vorwärmezeit u. Wärmezeit (unterhalb des Querstrichs IV-VII, darüber VIII). Schwarz: Nachwärmezeit (unterhalb des Querstrichs IX, darüber X). 2,5fach überhöht.

(aus LANG 1973)

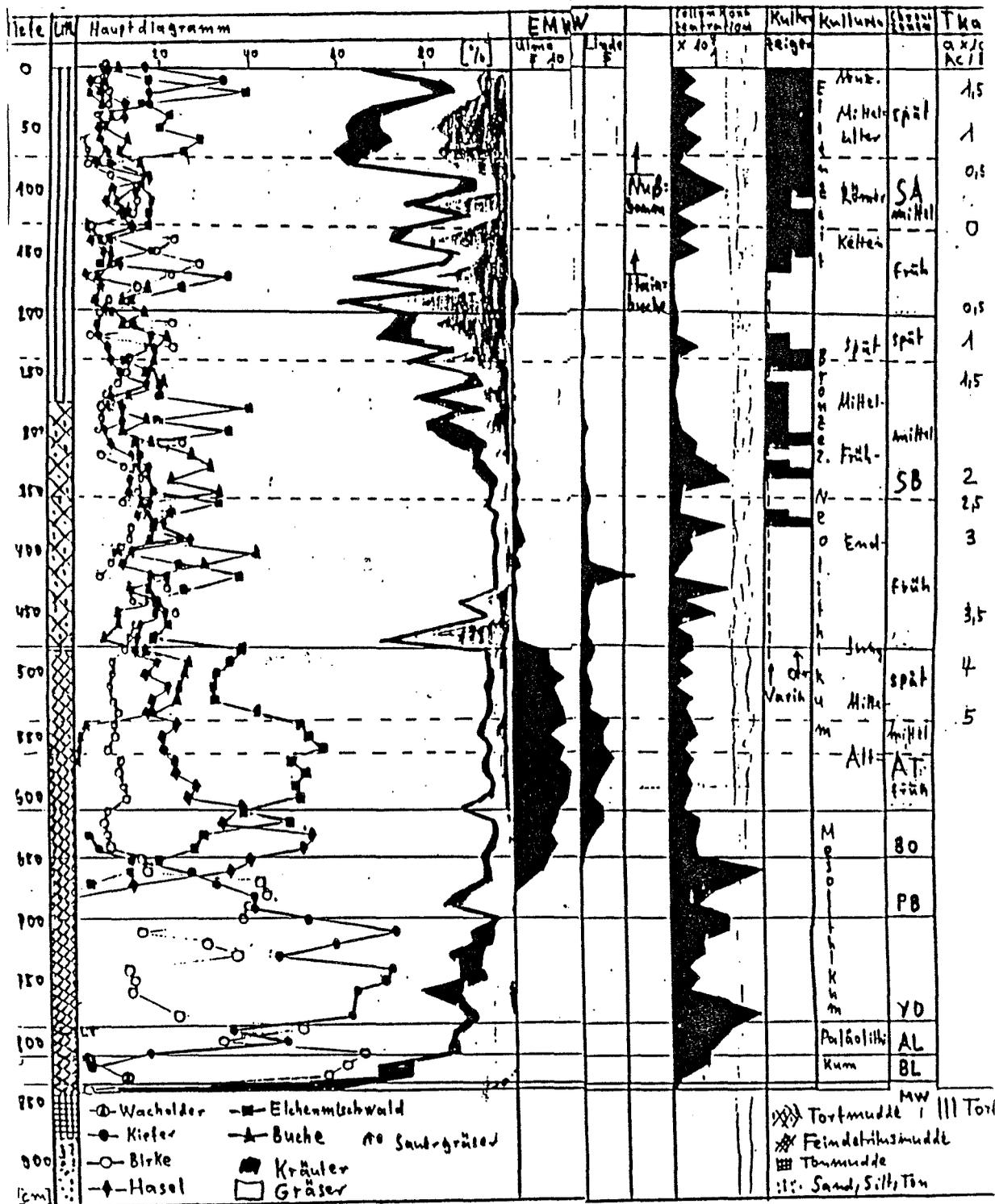


Abb.14. Pollendiagramm vom Durchenbergried (432 m) GDU 1 (RÖSCH nicht publ.)

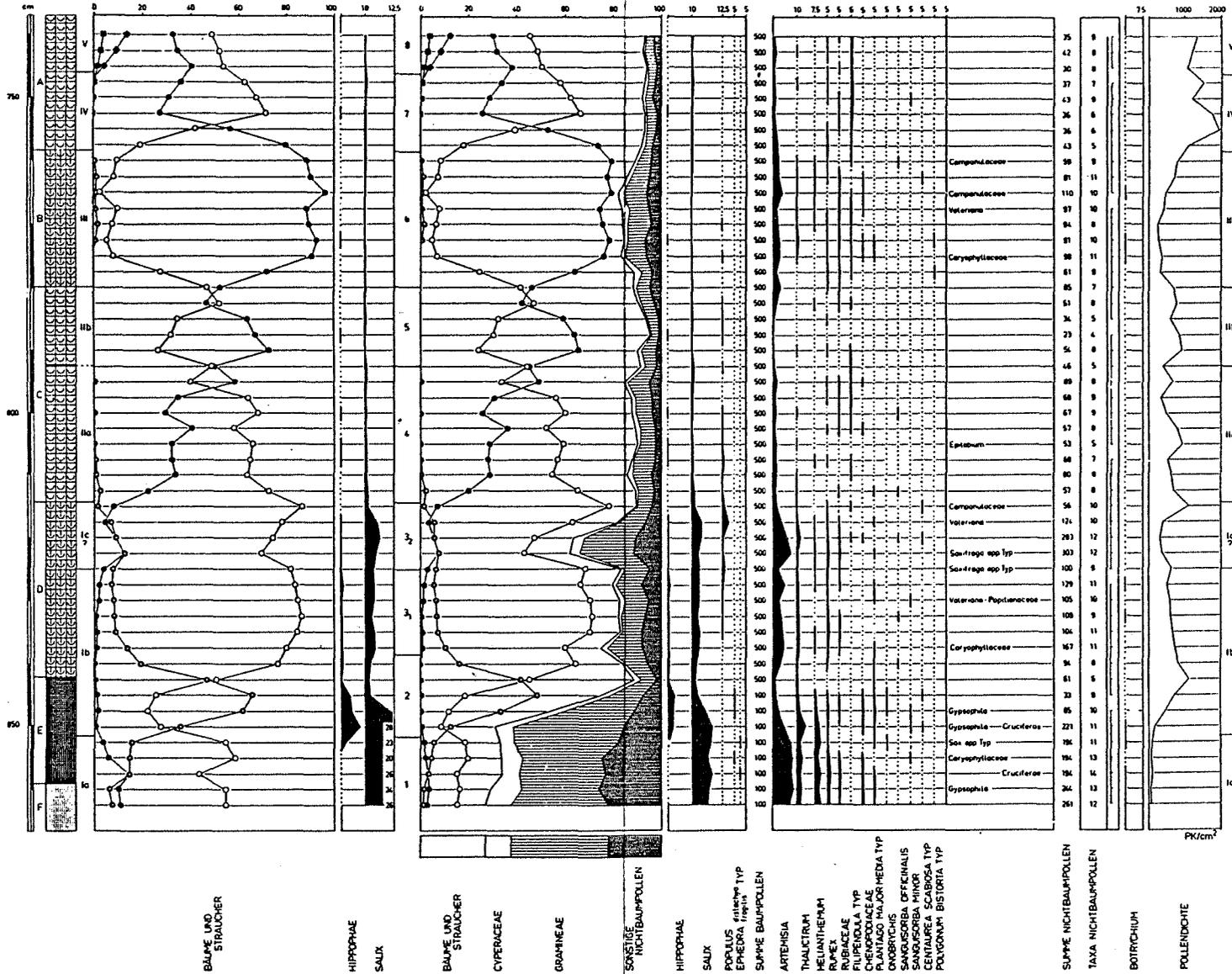


Abb. 7. Buchensee (430 m). Pollen- und Sporendiagramm.

(aus A. BERTSCH 1961)

## VEGETATION UND VEGETATIONSGESCHICHTE AM MINDELSEE

Prof. Dr. G. Lang (aus Exkursionsführer INQUA field conference 1973)

Der Mindelsee liegt im Drumlingebiet des Bodanrück-Hügellandes, etwa 4 km nordöstlich Radolfzell, unweit des Dorfes Möggingen. Der See befindet sich in einem kleinen Gletscherzungenbecken innerhalb des Singener Stadiums des würmzeitlichen Rheingletschers, südlich der Mindelseeverwerfung. Die Länge des Sees beträgt etwa 2 km, die Breite 0,5 km, die Oberfläche etwa 1 km<sup>2</sup>, die größte Tiefe 13,5 m. Das Wasservolumen wird auf 10 Mio m<sup>3</sup> geschätzt. Der oberirdische Zufluß ist gering. Neben kleineren Entwässerungsgräben im Verlandungsbereich fließen dem See lediglich der Fällgraben im Nordwesten und der Krebsbach im Nordosten zu. Vor allem am Nordufer dürfte aber außerdem eine Anzahl sublakustrer Hartwasserquellen vorhanden sein. Der Abfluß erfolgt über den Mühlbach im Südwesten in den Untersee-Gnadensee. Der See ist durch eine Stellfalle etwas aufgestaut; der Seespiegel liegt in 407 m NN.

Die klimatischen Verhältnisse entsprechen denen des ganzen westlichen Bodenseegebietes: Der mittlere Jahresniederschlag ist mit 750-800 mm relativ niedrig, vor allem im Vergleich mit dem östlichen Bodenseegebiet. Die Niederschläge fallen überwiegend im Sommer. Die mittlere Jahrestemperatur beträgt 8,0°C, das Januarmittel -1,0°C, das Julimittel 17,5-18,0°C. Das Gebiet ist danach durch milde Winter und mäßig warme Sommer ausgezeichnet.

In der heutigen Vegetation sind besonders die noch weitgehend natürlichen Verlandungsgesellschaften und die Kalksümpfe der Umgebung interessant. Makrophyten reichen im Mindelsee nicht tiefer als 2 - 3 m, die Hauptfläche des Seebodens ist daher frei von wurzelnden Wasserpflanzen. Während das schattige und steilere Südufer nur spärlichen Schilfbewuchs aufweist, läßt sich am West-, Nord- und Ostufer eine deutliche Vegetationszonierung beobachten: Vom See zum Land fortschreitend finden wir zunächst die Teichrosengesellschaft (*Myriophyllo-Nupharetum*) mit einem äußeren Gürtel von *Nuphar lutea* und einem inneren von *Nymphaea alba* (Abb. 2). Bemerkenswert sind hier u.a. *Najas marina*, *Myriophyllum spicatum*, *Ceratophyllum demersum*, *Sparganium minimum*, *Chara aculeolata*. Im Röhrichtgürtel fällt neben dem Schilfröhricht (*Phragmitetum*), Binsenröhricht (*Scirpetum lacustris*) und Rohrkolbenröhricht (*Typhetum angustifoliae*) das Schneidegrasröhricht (*Cladietum marisci*) auf, das hier in besonders schönen und charakteristischen Beständen auftritt. Am Südwestufer kommt das Zyperseggenröhricht (*Caricetum pseudocyperis*) mit *Carex pseudocyperus* und *Cicuta virosa* vor, ferner das vor allem am Bodenseeufer weitverbreitete Steifseggenried (*Caricetum elatae*). Landeinwärts schließt sich daran vielfach das Fadenseggenmoor (*Caricetum lasiocarpae*) an mit *Carex lasiocarpa*, *C. rostrata*, *C. Panicea*, *Schoenus nigricans* u. Sch. *ferrugineus*, *Molinia caerulea* u.a. Diese Gesellschaft leitet zu den Sekundärgesellschaften über, die das seit langem durch Torfabbau weitgehend zerstörte rückwärtige Verlandungsgebiet einnehmen: Es ist dies auf Torfböden und Anmoor die Enzian-Pfeifengraswiese (*Gentiano-Molinietum*) mit *Molinia caerulea*, *Schoenus ferrugineus*, *Gentiana asclepiadea*, *Succisa pratensis*, *Galium boreale* u.a., auf mellorierten gedüngten Böden die Kohldistelwiese (*Angelico-Cirsietum*) mit *Holcus lanatus*, *Festuca pratensis*, *Cirsium oleraceum*, *Ranunculus acris*, *Colchicum autumnale* u.a. und auf aufgelassenem, nicht mehr gemähtem Gelände der Faulbaum-Grauweidenbusch (*Frangulo-Salicetum cinereae*) und der Weiden-Schneeballbusch (*Salici-Viburnetum opuli*). Besonders charakteristisch für das Mindelseegebiet sind die vor allem am nördlichen Uferhang auftretenden Hartwasser-Sickerquellen (Kalk-Helokrenen) mit dem Mehlprimel-Kopfbinsenried (*Primulo-Schoenetum*). Hier finden wir eine Vielzahl interessanter Arten, u.a. an Cyperaceen *Schoenus ferrugineus*, *Sch. nigricans*, *Sch. intermedius*, *Carex davalliana*, *C. hostiana*, *Eriophorum latifolium*, an bemerkenswerten Orchidaceen *Epipactis palustris*, *Spiranthes aestivalis*, *Liparis loeselii*, *Dactylorhiza incarnata*, *Gymnadenia odoratissima*, ferner *Primula farinosa*, *Tofieldia calyculata*, *Parnassia palustris*, *Pinguicula vulgaris*, *Gentiana utriculosa*, *Drosera anglica*.

Die stratigraphischen Verhältnisse werden durch gewaltige limnische Ablagerungen bestimmt. Im Liegenden des Mindelseebeckens sind glaziale Tone bzw. Tonmergel vorhanden, deren Mächtigkeit 4 m übersteigt. Darüber liegen Kalkgyttja und konchylienreiche Seekreide mit einer Gesamtmächtigkeit von stellenweise mehr als 10 m (Abb.3). Die auf den Ton folgende Kalkgyttja enthält den allerödzeitlichen Laacher Bimstuff als 1 - 2 mm dickes Aschenbändchen. Im Verlandungsbereich des West-, Nord- und Ostufers werden die limnischen Sedimente zuoberst von Torf überlagert. Im Westteil ist dieser bis zu 3 m mächtig, wobei es sich im Liegenden um Erlenbruchtorf handelt, der nach oben in Seggentorf übergeht.

Der heutige See ist der Rest eines Schmelzwassersees, der während des Gletscherhaltes an den Konstanzer Moränen auf eine Spiegelhöhe von 410 - 415 m NN aufgestaut war. Der Mindelsee gehörte damals zu einem Seitenarm des Untersees. Die pollenarmen, z.T. pollenfreien Beckentone im Liegenden sind Ablagerungen aus diesem Zeitraum. Mit dem Rückzug des Rheingletschers ins östliche Bodenseegebiet und Alpeninnere im älteren Spätglazial und der damit verbundenen Absenkung des Seespiegels wurde der Mindelsee vom Untersee getrennt. Nach dem Ausweis der Pollendiagramme (Abb. 4 + 5) setzte mit dem Beginn der böllingzeitlichen Birkenzeit (Ib nach FIRBAS) die Bildung von Kalkgyttja ein, gegen Ende des Boreals (V) erfolgte der Übergang zu reiner Seekreide (mehr als 90 % Karbonatgehalt). Im Verlaufe des Subboreals (VIII) verlandete der Westteil des Sees offenbar sehr rasch, wahrscheinlich infolge Absenkung des Seespiegels. Es bildeten sich Erlenbruchtorfe, die um die Wende Subboreal/Subatlantikum (VIII/IX) von Seggentorf abgelöst wurden. Dies deutet auf einen Wiederanstieg des Seespiegels.

#### Literatur:

- BARTSCH, J., 1925: Die Pflanzenwelt im Hegau und nordwestlichen Bodenseegebiete. - Schrift.Ver.Gesch.Bodensee, 1-194.
- ERB, L., 1934: Erläuterungen zu Blatt Überlingen und Reichenau. - Geol.Landesamt Freiburg i.Br., 1-120.
- LANG, G., 1973: Die Vegetation des westlichen Bodenseegebietes. - Pflanzensoziologie 17, 1-451.
- SCHMIDLE, W., 1914: Die diluviale Geologie der Bodenseegegend. - Die Rheinlande 8, 1-113.
- SCHREINER, A., 1970: Erläuterungen zur Geologischen Karte des Landkreises Konstanz mit Umgebung 1 : 50 000. - Stuttgart, 1-286.
- STARK, P., 1927: Die Moore des badischen Bodenseegebietes. II. Das Areal um Hegne, Dettingen, Kaltbrunn, Mindelsee, Radolfzell und Espasingen. - Ber. Naturfr.Ges. Freiburg i.Br. 28, 1-238.
- LANG, G., 1983: Die Vegetation des Mindelseegebietes und ihre Geschichte. - In: Der Mindelsee bei Radolfzell. Natur- und Landschaftsschutzgebiete Bad.-Württ. 11, 271-302.

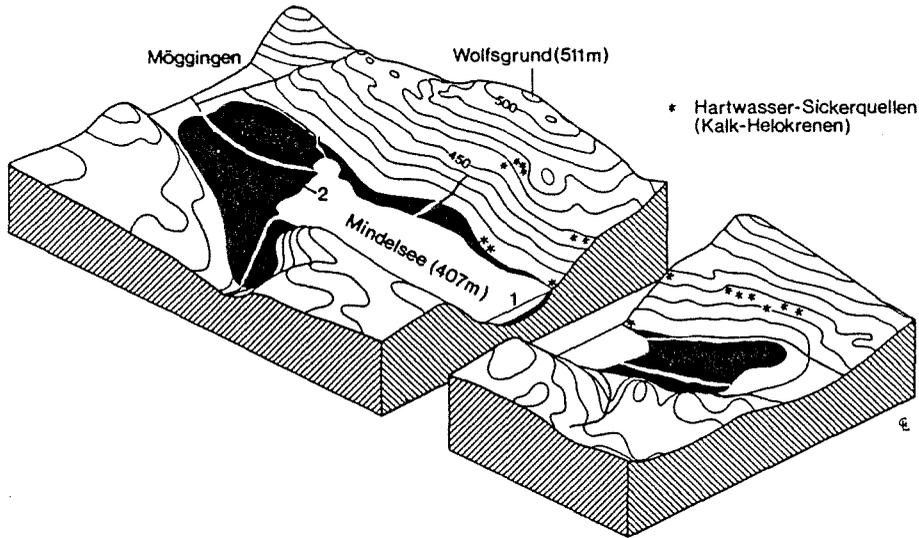


Abb. 3. Blockbild des Mindelsees mit Umgebung. Blickrichtung nach Nordwesten. 1: Transsekt Abb. 4. 2: Transsekt Abb. 5. Schwarz: Seablagierungen und Torfe im Verlandungsgebiet (aus LANG 1973).

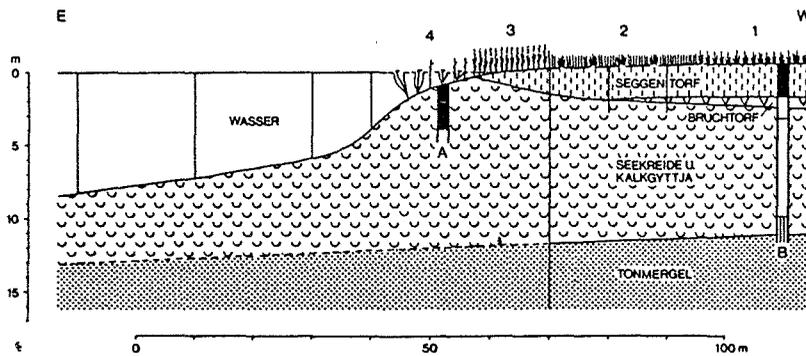


Abb. 5. Transsekt durch das Westufer des Mindelsees (vgl. Abb. 3). 1: Enzian-Pfeifengraswiese (*Gentiano-Molinietum*). 2: Fadenseggenmoor (*Caricetum lasiocarpae*). 3: Schneidegrasgesellschaft (*Cladietum marisci*). 4: Teichrosengesellschaft (*Myriophyllo-Nupharetum*). Die Bohrprofile A und B lieferten das Pollen- und Sporendiagramm (Abb. 4–6). In die Profilsäulen sind Altersangaben auf Grund der Pollenanalysen eingetragen. Senkrecht schraffiert: Spätglazial. Weiß: Präboreal, Boreal, Atlantikum und Subboreal. Schwarz: Subatlantikum. 2,5fach überhöht (aus LANG 1973).

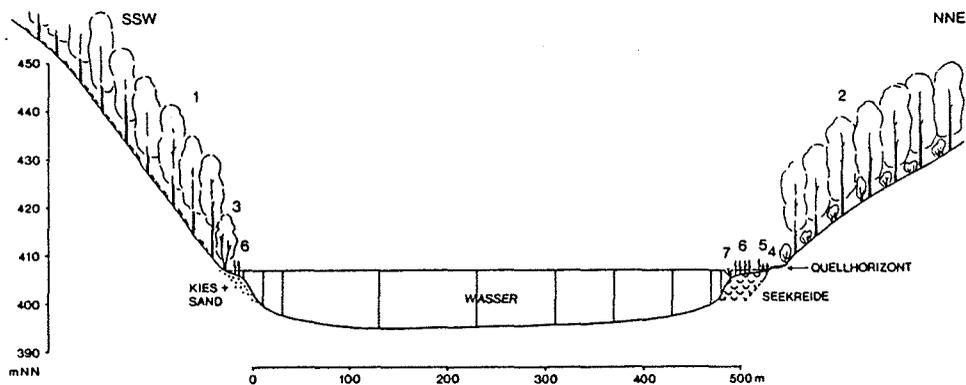


Abb. 4. Transsekt durch den Ostteil des Mindelsees (vgl. Abb. 3). 1: Waldmeister-Buchenwald (*Asperulo-Fagetum*). 2: Seggen-Buchenwald (*Carici-Fagetum*). 3: Erlen (*Alnus glutinosa*). 4: Mehlsprimel-Kopfbinsengesellschaft (*Primulo-Schoenetum*) an Kalksickerquelle. 5: Schneidegrasgesellschaft (*Cladietum marisci*) auf Seekreide. 6: Schilfröhricht (*Phragmitetum*). 7: Teichrosengesellschaft (*Myriophyllo-Nupharetum*). 5fach überhöht (aus LANG 1973).

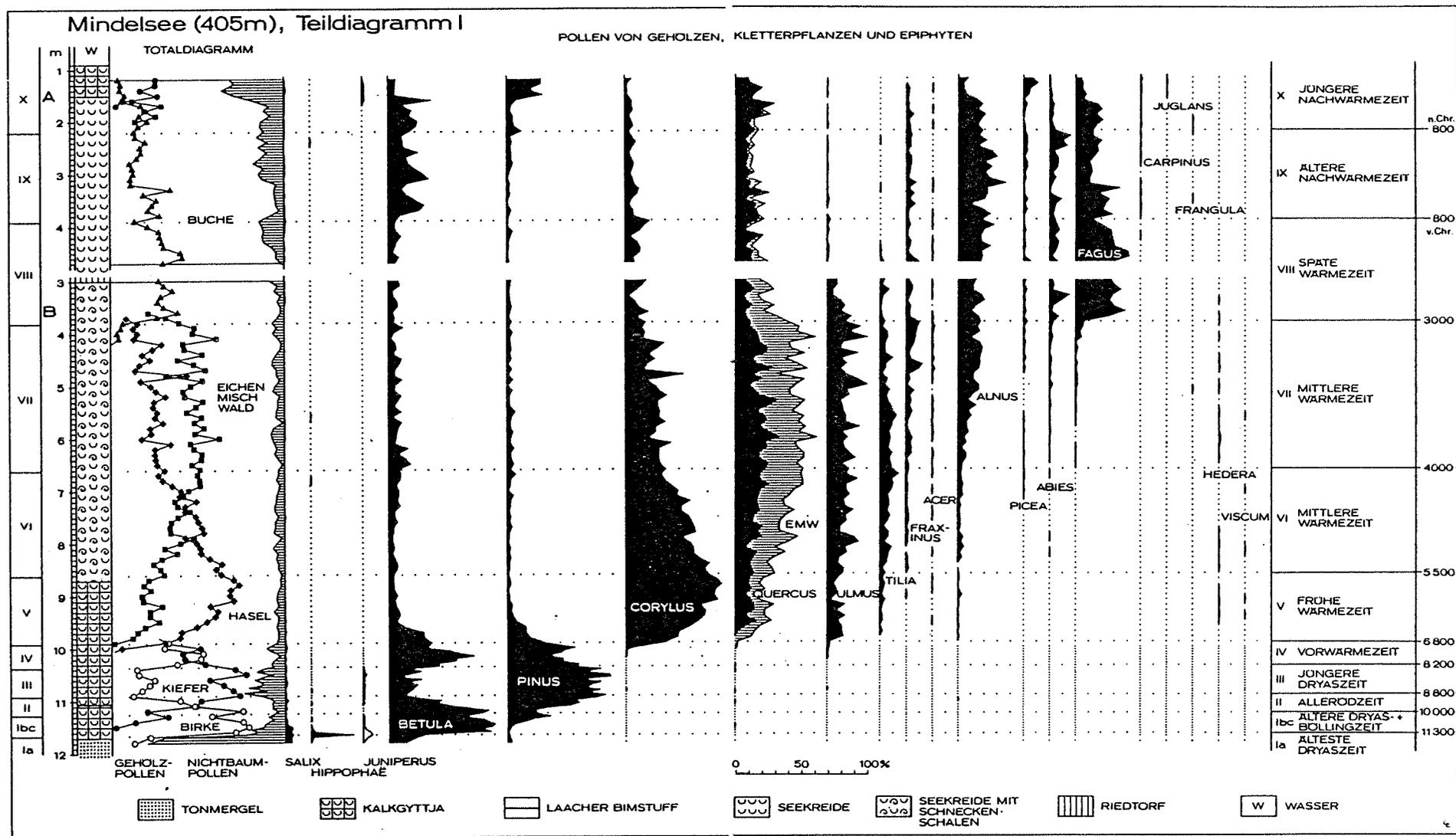


Abb. 16. Pollen- und Sporendiagramm vom Westufer des Mindelsees (vgl. Abb. 5). Teildiagramm I: Pollen von Holzpflanzen (aus LANG 1973).

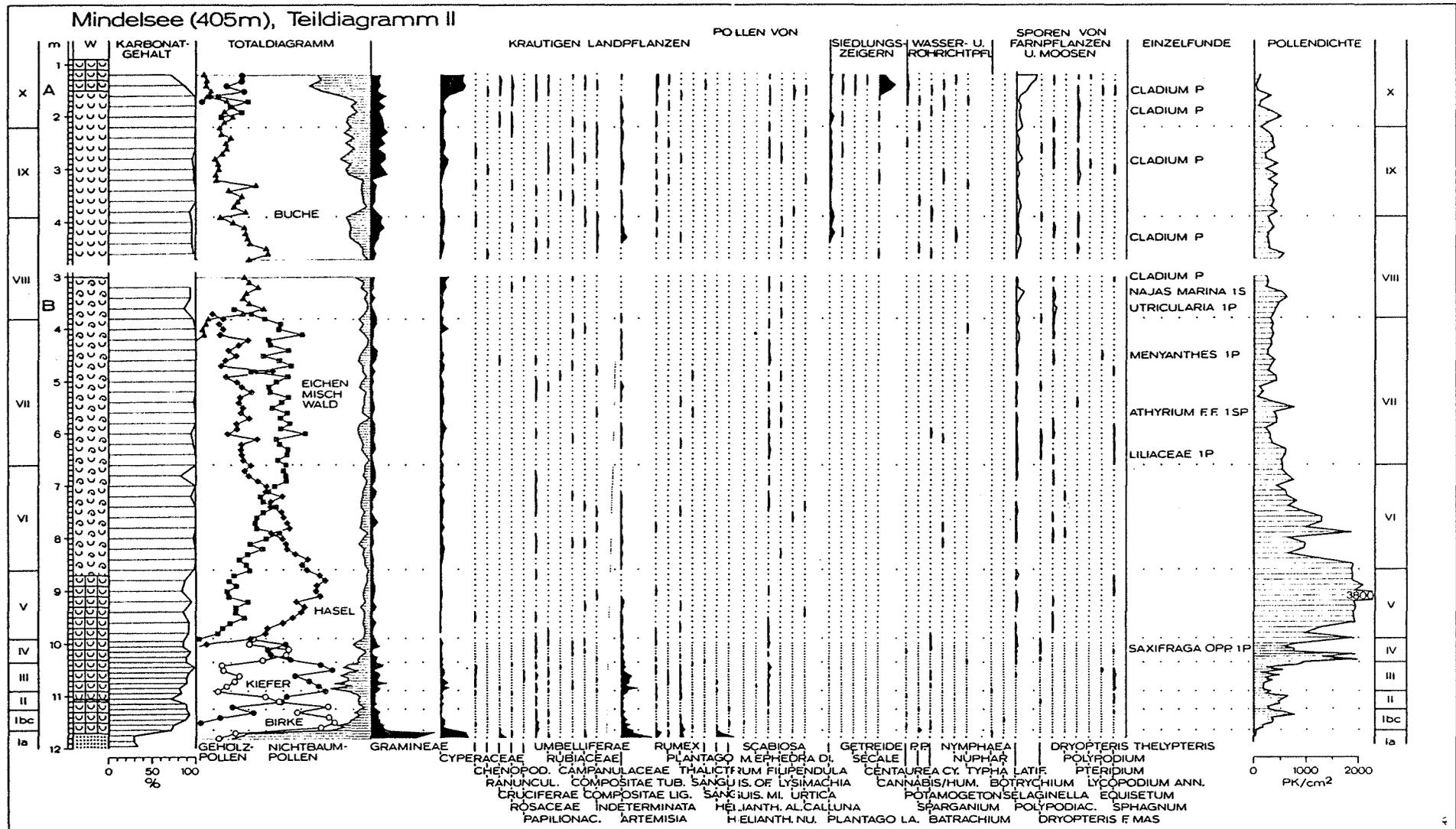


Abb. 17. Pollen- und Sporendiagramm vom Westufer des Mindelsees (vgl. Abb. 5). Teildiagramm II: Pollen von krautigen Pflanzen und Sporen von Farnen und Moosen (aus LANG 1973).

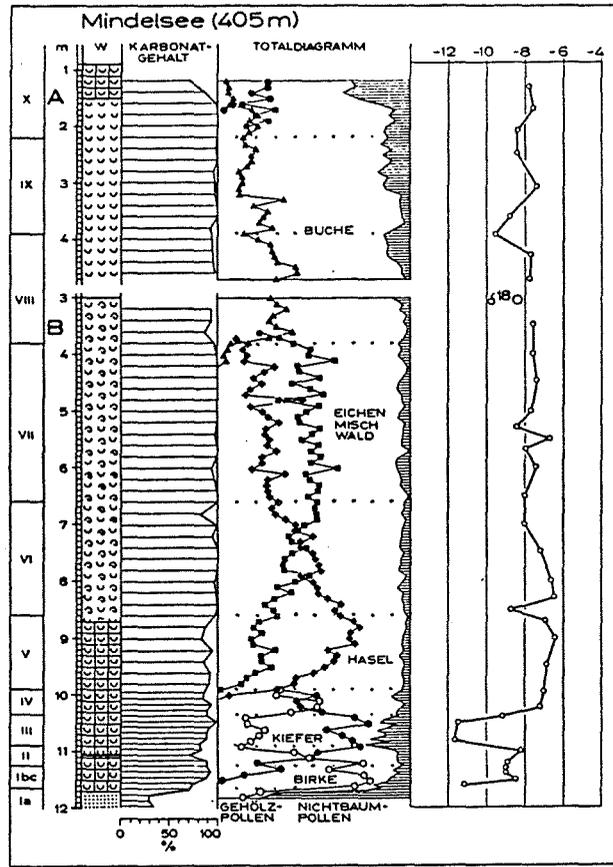


Abb. 6. Pollendiagramm des Spät- und Postglazials vom Mindelsee, westliches Bodenseegebiet, mit  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ -Analysen von W. STAESCHE-Heidelberg

MINDELSEE (405m) M1

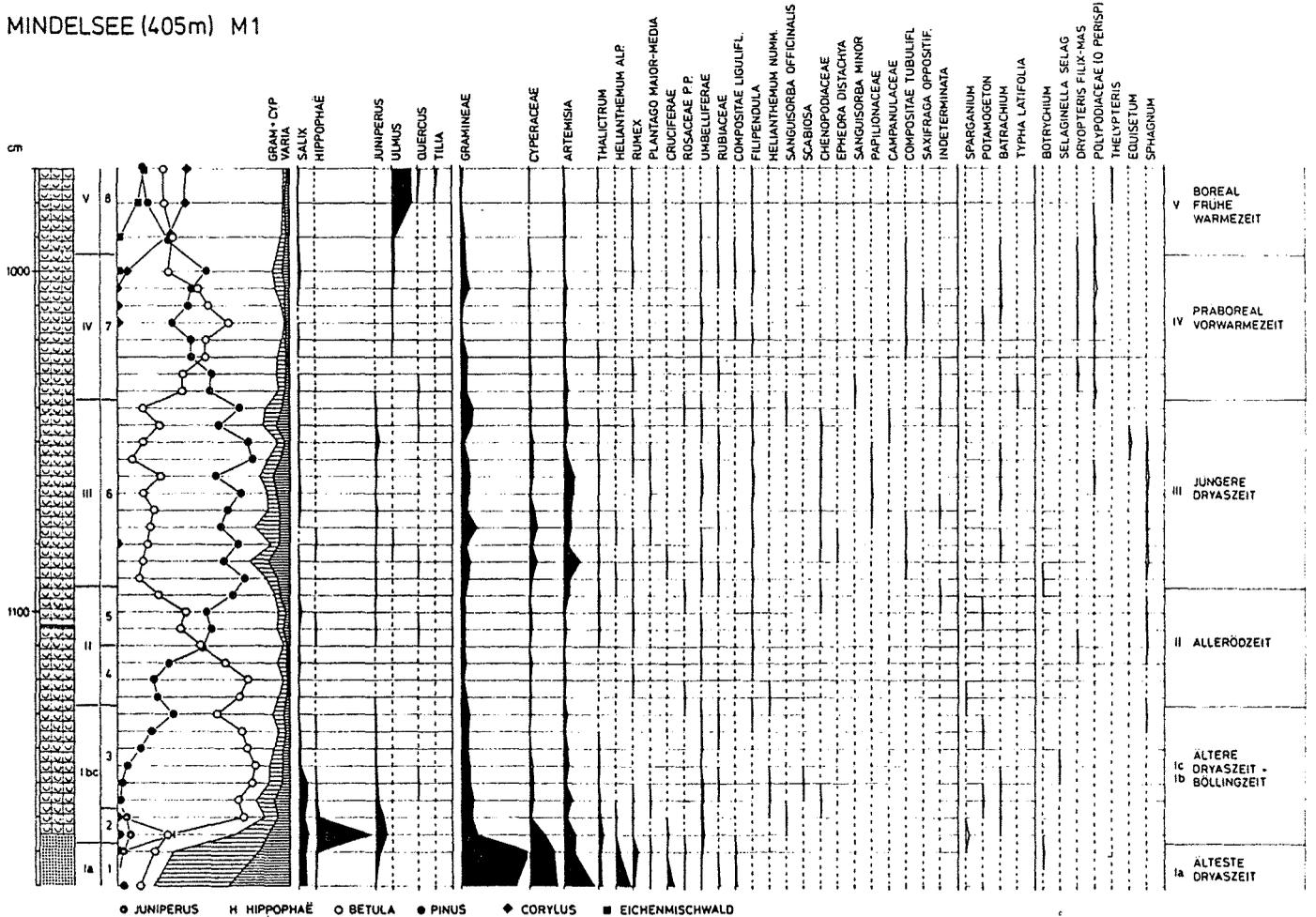


Abb. 18. Pollen- und Sporendiagramm vom Westufer des Mindelsees, nur das Spätglazial und frühe Postglazial umfassend (unterer Teil des Profils B).

UFERVEGETATION DES BODENSEES

## UFERVEGETATION DES BODENSEES

Prof. Dr. G. Lang (aus LANG 1973)

## 3.4.1. Wasserpflanzengesellschaften stehender Gewässer

Die Wasserpflanzengesellschaften des Gebietes lassen sich vom Standort her in zwei große Gruppen einteilen. Die eine umfaßt den Uferbereich des Bodensees, die andere die kleineren Seen, Weiher und Tümpel im Hinterland. Der verschiedenen ökologischen Situation in beiden Standortsbereichen entsprechen erhebliche Unterschiede in den Wuchsformen und in der floristischen Zusammensetzung der Vegetation. Die Gesellschaften des Bodenseeuferes werden von Characeen und anderen Tauchpflanzen (Elodeiden) beherrscht, denn für Schwimmblattpflanzen (Nymphaeiden) und freischwebende Schwimmer (Lemniden) bieten die dem Wellenschlag ausgesetzten großen Uferflächen des Überlinger wie Untersees kaum Existenzbedingungen. Interessant ist bei der Makrophytenvegetation des Bodensees, daß die Gesellschaften der oligo- bis mesotrophen Standorte, nämlich Armleuchteralgenrasen (*Charetum asperae*), Nixenkrautgesellschaft (*Najadetum intermediae*) und Graslaihkrautgesellschaft (*Potametum graminei*) fast ganz submers bleiben, während die Gesellschaften der eutrophen Standorte, Glanzlaihkrautgesellschaft (*Potametum lucentis*), Teichfadengesellschaft (*Zannichellietum palustris*) und Kammlaihkrautbestände (*Potamogeton pectinatus*) bis zur Wasseroberfläche hochwachsen. Damit bilden diese einen Übergangstyp zu den Schwimmblattgesellschaften, die im Verein mit Schwimmpflanzengesellschaften die durchweg eutrophen Stillgewässer außerhalb des Bodensees bestimmen. In den wenigen natürlichen Seen, die zum Teil auch größere Tiefe aufweisen, gesellt sich in der Teichrosengesellschaft (*Myriophyllo-Nupharetum*) zu *Nuphar luteum* und *Nymphaea alba* aber auch eine Anzahl von Elodeiden, so *Najas marina*, *Myriophyllum spicatum*, *Ceratophyllum demersum*. In den kleinen, flachen Tümpeln fehlen diese, mit *Myriophyllum verticillatum*, zwar nicht ganz, aber in der Seerosengesellschaft (*Nymphaeetum albae*), Froschbißgesellschaft (*Hydrocharitetum morsus-ranae*), und in der Wasserlinsendecke (*Lemnetum minoris*) haben Nymphaeiden und Lemniden das klare Übergewicht (vgl. Tab. 9).

Armlauchteralgenrasen, *Charetum asperae*

(Tab. 31)

Die Gesellschaft ist im Gebiet auf den Bodensee beschränkt, vorzugsweise auf den Überlinger See und Obersee, während sie in den meisten Teilen des Untersees fehlt und durch die ebenfalls characeenreiche Nixenkrautgesellschaft (*Najadetum intermediae*) ersetzt wird. Nur vom Ermatinger Becken sind Vorkommen auch im Untersee bekannt (vgl. Tab. 31, Aufn. 9), die infolge zunehmender Eutrophierung in den letzten Jahren jedoch stark zurückgegangen sind und zeitweilig ganz verschwunden waren. Die Armlauchteralgenrasen besiedeln in Form unterseeischer „Wiesen“ die Uferbank im Bereich nicht oder wenig abwasserbelasteter demzufolge höchstens mäßig nährstoffhaltiger, mesotropher Uferstrecken. An solchen Naturufern werden Sandstandorte gegenüber Kies bevorzugt; meist liegen sie im flacheren Wasser bis 1–2 m Tiefe, doch reicht die Gesellschaft gelegentlich auch bis zum Rand der Halde hinaus. Den Hauptbestandteil der während der ganzen Vegetationszeit über submers bleibenden Rasen bilden *Chara contraria* und *Ch. aspera*. Als Begleiter gesellen sich einige höhere Wasserpflanzen hinzu, meist *Zannichellia palustris* ssp. *repens*, *Potamogeton pectinatus* var. *scoparius* und *P. pusillus* var. *minor*. Diese begleitenden Arten treten aber meist nur vereinzelt und bemerkenswerterweise in Unterarten bzw. Varietäten auf, die, wie die Characeen, ständig submers bleiben.

Die Gesellschaft kommt im Gebiet nur in einer Ausbildungsform vor. Inwieweit Verschiebungen im Mengenverhältnis der beiden beteiligten *Chara*-Arten und ihr gegenseitiger Ausschluß, wie er sich in unserer Tabelle andeutet, auf ökologische Unterschiede zurückzuführen sind, sollte noch geprüft werden.

Wiesen von *Chara aspera* wurden bereits von KLEBAHN (1895) vom Uferbereich der Plöner Seen beschrieben, wenig später von SCHRÖTER u. KIRCHNER (1902) vom Bodensee-Obersee und von BAUMANN (1911) vom Bodensee-Untersee. Der Name *Charetum asperae* taucht erstmals in Verbindung mit einer Tabelle von Aufnahmen aus Frankreich bei CORILLION (1957) auf. In systematischer Hinsicht wird den Characeengesellschaften überwiegend eine selbständige Stellung zugesprochen, so von SAUER (1937), JESCHKE (1959, 1963), FUKAREK (1961), KRAUSCH (1964, 1963a) u. a. Danach gehört das *Charetum asperae* zum *Charion fragilis* und den *Charetalia* und *Charetea*. Demgegenüber ordneten DAMBSKA (1961) und FREITAG (1962) zumindest einen Teil der Characeenrasen in die *Potametea* und *Potametalia* ein.

Nixenkrautgesellschaft, *Najadetum intermediae*

(Tab. 54)

Die Nixenkrautgesellschaft charakterisiert weite Teile des Unterseeufers, wo sie an die Stelle der hier fehlenden reinen Armleuchteralgenrasen tritt. Umgekehrt ist im Überlinger See und Obersee die Gesellschaft nicht vorhanden, mit Ausnahme eines kleinen Vorkommens an der Mainau. Die Gründe für diese Beschränkung auf den Untersee dürften in dessen höheren Wassertemperaturen im Sommer liegen (vgl. Abb. 5 u. 4.4.3.). Wie die Armleuchteralgenrasen besiedelt die Nixenkrautgesellschaft Uferstrecken, die keine oder höchstens eine geringe Abwasserbelastung aufweisen. Sie ist die natürliche Wasserpflanzengesellschaft im Bereich von Sand-Silt-Böden auf der Uferbank, das heißt sie nimmt mäßig nährstoffhaltige, mesotrophe Standorte ein. Meist werden Wassertiefen oberhalb 2 m bevorzugt. Landeinwärts steht sie gewöhnlich im Kontakt mit dem Schilfröhricht (*Phragmitetum*), mit dem sie einen charakteristischen Vegetationskomplex bildet (vgl. 4.3.2. u. Abb. 30B).

Ebenso wie beim Armleuchteralgenrasen besteht der Grundstock der Arten aus submersen Pflanzen; es handelt sich, wenn man so will, um Characeenrasen mit starker Beteiligung von höheren Wasserpflanzen, die jedoch auch submers bleiben. Von diesen ist die wichtigste Art die unter Wasser blühende und fruchtende *Najas intermedia*. Ganz selten kommt im ziemlich flachen und demzufolge wohl besonders sommerwarmen Wasser *Najas flexilis* vor, und es ist anzunehmen, daß die früher im Untersee nachgewiesene, in jüngerer Zeit offenbar erloschene *Najas minor* (vgl. LANG 1967a, S. 462) ebenfalls in diese Vergesellschaftung hereingehört. Fast regelmäßig stellt sich *Potamogeton pectinatus* ein, meist in der submersen var. *scoparius*; dagegen sind sonstige Laichkräuter und andere höhere Wasserpflanzen nur gelegentlich beigemischt. An Characeen herrscht häufig *Chara contraria* vor, öfter begleitet und gelegentlich auch ganz ersetzt von der größeren *Chara tomentosa*. *Chara aspera* hingegen scheint zu fehlen. Eine seltene, floristisch bemerkenswerte Art unter den Characeen ist die zierliche *Nitella hyalina*.

Im Gebiet lassen sich drei Ausbildungsformen unterscheiden:

a) Die reine Nixenkrautgesellschaft (*Najadetum typicum*) besiedelt die von Abwässern weitgehend unbeeinflussten oligo- bis mesotrophen Naturufer.

b) Die *Nitellopsis*-Nixenkrautgesellschaft (*Najadetum nitellopsidetosum*) ist durch die Vorherrschaft von *Nitellopsis obtusa* gekennzeichnet und reicht offenbar in größere Wassertiefe als die reine Ausbildung. Diese Gesellschaft zeigt Anklänge an die aus dem nördlichen Mittel- und Osteuropa bekannte, an größere Wassertiefe gebundene *Nitellopsis obtusa*-Gesellschaft (vgl. z. B. SAUER 1937; JESCHKE 1959, 1963; KRAUSCH 1964), die im Bodensee heute in dieser reinen Form offenbar nicht vorkommt, möglicherweise aber früher vorhanden war (vgl. BAUMANN 1911, S. 67).

c) Die Kleinlaichkraut-Nixengesellschaft (*Najadetum potametosum pusilli*) unterscheidet sich hauptsächlich durch das regelmäßige Vorkommen von *Potamogeton pusillus*, dem sich ab und zu *Zannichellia palustris* ssp. *repens* beigesellt. Vom Standort her scheint diese Ausbildungsform auf leichte Eutrophierungseinflüsse hinzuweisen. Die Gesellschaft vermittelt damit zu den Laichkrautgesellschaften im engeren Sinne (*Potametum lucentis* u. *Zannichellietum*).

Abgrenzung und Benennung der Assoziation in der Literatur sind etwas verwirrend. Eine Artenkombination, die unserer Gesellschaft, und zwar insbesondere unserer Ausbildung c, entspricht, beschrieb W. KOCH (1926) als Parvopotameto-Zannichellietum *tenuis*. Als Fundorte werden Bodensee-Untersee, Bodensee-Obersee, Altwässer des Reußtales und Altrheinarme bei Rüdlingen in der Nähe von Schaffhausen angegeben, was für die ganze Artenkombination sicher nur zum Teil richtig sein kann, denn *Najas* fehlt am Bodensee-Obersee fast ganz, und bei den Fundorten außerhalb des Untersees wäre zu prüfen, ob es sich um *Najas marina* oder *N. intermedia* handelt. Mit dem von BAUMANN (1911, S. 479 ff.) von sandigen bis schlammigen Böden der Grenzzone geschilderten Parvopotametum kann das Parvopotameto-Zannichellietum nicht gleichgesetzt werden, wie KOCH irrtümlich meint, weil in der Artenliste von BAUMANN die charakteristische *Najas intermedia* gar nicht enthalten ist. Aus dem norddeutschen Raum, aus der neumärkischen Staubeckenlandschaft, schilderte LIBBERT (1932) eine im Anschluß an KOCH als Parvopotameto-Zannichellietum bezeichnete Gesellschaft, die in der Artenkombination weitgehend mit der unsrigen übereinstimmt, vor allem auch *Najas intermedia* aufweist. OBERDORFER (1957) übernahm ebenfalls den Namen Parvopotameto-Zannichellietum und belegte es durch vier Aufnahmen vom Überlinger See-Obersee zwischen Konstanz und der Mainau. Hiervon müssen drei Aufnahmen, nämlich diejenigen mit *Najas* (bei der Angabe von *Najas minor* dürfte es sich allerdings um einen Bestimmungsirrtum handeln, vgl. LANG 1967a, S. 535), von der Unteren Güll stammen, während mit der vierten offenbar ein *Chara* *asperae* erfaßt wurde. In seiner



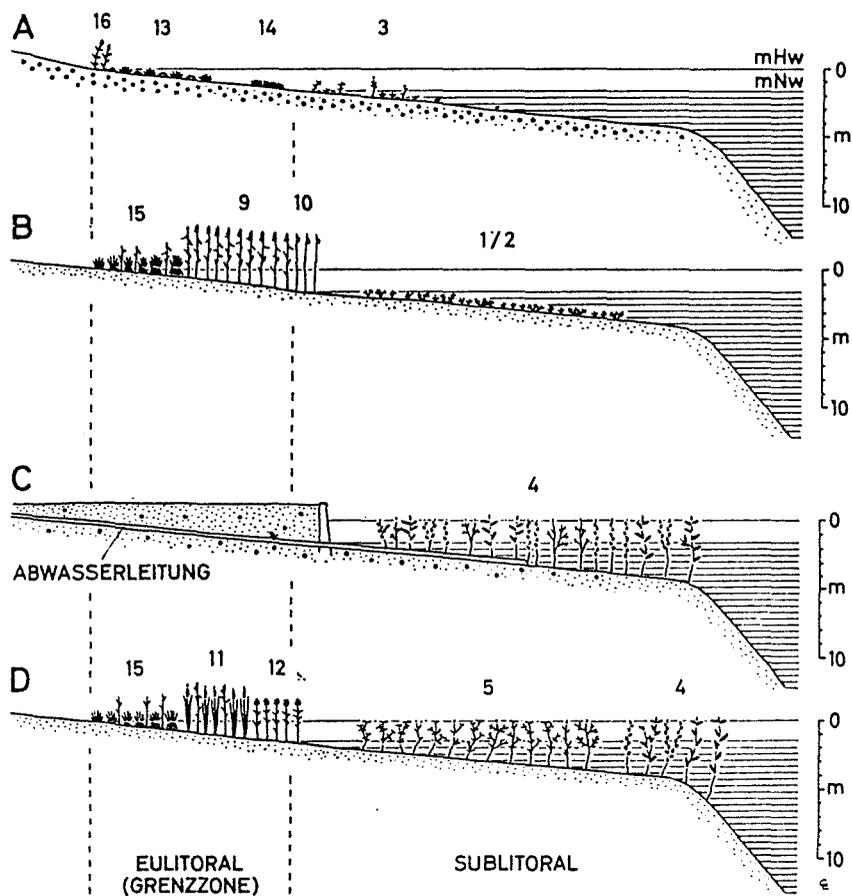


Abb. 30. Vegetationskomplexe im Littoral des Bodensees (schematisch). A u. B: Naturufer. C u. D: Abwasserbeeinflusste Ufer. A: Nährstoffarmes (oligotrophes) Kiesufer. B: Mäßig nährstoffhaltiges (mesotrophes) Sand-Silt-Ufer. C: Nährstoffreiches (eutrophes) Ufer vor Ufersiedlungen. D: Extrem nährstoffreiches (stark eutrophes) Ufer im Mündungsgebiet von Zuflüssen. 1: Characeenrasen (*Charetum asperae*). 2: Nixenkrautgesellschaft (*Najadetum intermediae*). 3: Graslaichkrautgesellschaft (*Potametum graminei*). 4: Glanzlaichkrautgesellschaft (*Potametum lucentis*). 5: Teichfadengesellschaft (*Zannichellietum palustris*). 9: Schilfröhricht (*Phragmitetum*). 10: Binsenröhricht (*Scirpetum lacustris*). 11: Rohrkolbenröhricht (*Typhetum*). 12: Schwadenröhricht (*Glycerietum maximae*). 13: Strandschmielengesellschaft (*Deschampsietum rhenanae*). 14: Nadelbinsengesellschaft (*Littorello-Eleocharitetum*). 15: Steifseggenried (*Caricetum elatae*). 16: Straußgrasgesellschaft (*Rorippo-Agrostietum*).

### 3.4.3. Strand- und Flachmoorgesellschaften

Die auf mineralische Standorte beschränkte Strandvegetation und die torfbildende Flachmoorvegetation sind im Gebiet mit 14 Gesellschaften ziemlich umfangreich. Nach der Artenzusammensetzung und den ökologischen Verhältnissen lassen sich drei Gruppen unterscheiden: Strandrasen, Röhrichte und Seggenriede. In allen Gesellschaften spielen Gramineen und Cyperaceen eine große Rolle; soweit Torf gebildet wird, handelt es sich um Schilf-Seggentorf (vgl. Tab. 11).

Die Strandrasen werden von Amphiphyten gebildet, überwiegend zwergwüchsigen Pflanzen, die die jährlich regelmäßig wiederkehrende Überschwemmung in völlig untergetauchtem Zustand überstehen. Sie finden sich im Gebiet nur am Ufer des Bodensees mit seinen starken jahresperiodischen Wasserstandsschwankungen. Es handelt sich dabei um die nur kleinflächig vorkommende Nadelbinsengesellschaft (Littorello-Eleocharitetum) und die häufiger und in größerer Ausdehnung vorhandene Strandschmielengesellschaft (Deschampsietum rhenanae).

Die ganzjährig emersen Röhrichtgesellschaften, die teils am Bodenseeuferrand, teils an den übrigen Stillgewässern vorkommen, enthalten durchweg reichlich *Phragmites communis*, meist aber noch zusätzlich andere charakteristische Arten; die zur Benennung herangezogen werden. Schilfröhricht (*Phragmitetum communis*), Binsenröhricht (*Scirpetum lacustris*), Breitblattröhrikolbenröhricht (*Typhetum latifoliae*), Schwadenröhricht (*Glycerietum maximae*) und Pfeilkrautröhricht (*Sparganio-Sagittarietum*) kommen im Gebiet fast nur im Einflußbereich des Bodensees vor und bilden hier keinen Torf. Das Schmalblattröhrikolbenröhricht (*Typhetum angustifoliae*) und die Schneidegrasgesellschaft (*Cladietum marisci*), die zur folgenden Gruppe überleitet, finden sich sowohl am Bodenseeuferrand wie an kleineren Gewässern. Das Schwimmdecken bildende Zyperseggenröhricht (*Caricetum pseudocyperi*) ist nur am Mindelsee vorhanden.

Die Seggenriede gedeihen am Bodenseeuferrand auf mineralischem Grund, im Binnenland auf Torf. Weit verbreitet, sowohl am See wie im Hinterland, ist das Steifseggenried (*Caricetum elatae*), dazu kommt das seltenere Schlankseggenried (*Caricetum gracilis*) und das nur in einigen der kleinen Moore vorhandene Wunderseggenried (*Caricetum appropinquatae*) und Schnabelseggenried (*Caricetum rostratae*).

#### Nadelbinsengesellschaft, Littorello-Eleocharitetum acicularis

(Tab. 61)

Die Gesellschaft kommt im Gebiet ausschließlich am Bodenseeuferrand vor, und zwar sowohl am Überlinger See und Obersee wie am Untersee. Sie nimmt überall nur kleine Flächen unter 1 m<sup>2</sup> Größe ein und besiedelt die Grenzzone meist in der Höhe des mittleren Mittelwassers. Im langjährigen Mittel liegt die Gesellschaft damit während des Sommerhalbjahres 5–6 Monate unter Wasser, wobei die Wasserüberdeckung mehr als 1 m betragen kann (LANG 1967a). Im Vergleich mit der oft in Kontakt stehenden Strandschmielengesellschaft (*Deschampsietum rhenanae*) bevorzugt die Nadelbinsengesellschaft mehr die Sandböden; stets handelt es sich um nährstoffarme Standorte, die keine Abwasserbeeinflussung aufweisen.

Die Gesellschaft bildet lockere Rasen, die aus einigen wenigen unscheinbaren und niedrig bleibenden, während der Überschwemmungsperiode völlig untergetaucht lebenden Pflanzen bestehen. Unter diesen Amphiphyten spielen zwei Arten eine größere Rolle: Einmal die winzige *Eleocharis acicularis*, die zu den kleinsten

Blütenpflanzen gehört, zum anderen *Littorella uniflora*. Andere Strandrasenpflanzen, wie *Myosotis rehsteineri* und *Ranunculus reptans*, gesellen sich nur gelegentlich dazu. Im Gebiet ist nur eine Ausbildungsform vorhanden.

Unsere Gesellschaft wurde bereits von SCHRÖTER u. KIRCHNER (1902) vom Bodensee-Obersee als *Heleocharetum*, ähnlich von BAUMANN (1911) vom Untersee als *Littorelletum* bzw. *Heleocharetum acicularis* beschrieben, allerdings ohne genauere floristische Abgrenzung. Das von W. KOCH (1926) vom oberen Zürichsee und dem Bodensee geschilderte *Eleocharetum acicularis* ist weiter gefaßt als unsere Assoziation, denn es enthält auch das *Deschampsietum rhenanae*. Die erste unserer Auffassung entsprechende Beschreibung findet sich bei MALCUIT (1929) aus den Vogesen unter dem Namen *Littorello-Eleocharetum acicularis*.

**Strandschmielengesellschaft, *Deschampsietum rhenanae***

(Tab. 62 u. Taf. V, 1, u. X, 1)

Ebenso wie die Nadelbinsengesellschaft kommt auch die Strandschmielengesellschaft im Gebiet nur am Bodenseeufer vor, sowohl am Überlinger See und Obersee wie am Untersee. Sie besiedelt in der Regel größere Flächen in der Grenzzone zwischen der mittleren Mittelwasser- und der mittleren Hochwasserlinie. Die mittlere Überschwemmungsdauer schwankt zwischen 1 und 4 Monaten, die maximale Wasserüberdeckung zwischen 0,2 und 0,9 m (LANG 1967a). Die Böden bestehen aus Grobkies mit Sand und sind dementsprechend nährstoffarm.

Unter allen Pflanzengesellschaften des Bodenseeuferes und darüber hinaus des gesamten Bodenseegebietes nimmt die Strandschmielengesellschaft insofern eine Sonderstellung ein, als sie zu einem beträchtlichen Teil von Bodensee-endemischen oder zumindest Alpenrand-endemischen Pflanzen gebildet wird: Die namengebende Sippe, die vivipare *Deschampsia rhenana*, kommt nur am Bodensee sowie an einigen Fundorten am Hochrhein vor (Abb. 35; vgl. LANG 1967a, Abb. 8). Die zierliche, kleine Polster bildende *Myosotis rehsteineri* ist außer vom Bodensee (Abb. 35) vom Starnberger See bekannt, ferner vom Genfersee, Lago Maggiore und Luganersee, an diesen drei Stellen aber offenbar seit längerem erloschen (vgl. LANG 1967a, Abb. 11). *Armeria purpurea* besitzt außer den Fundorten am Bodensee, die alle am Untersee liegen (Abb. 35), noch einen Fundort im Benninger Ried bei Memmingen (vgl. LANG 1967a, Abb. 24). Ganz auf den Bodensee beschränkt ist *Saxifraga oppositifolia* ssp. *amphibia*; die Pflanze besaß hier vor wenigen Jahrzehnten noch rund dreißig Fundorte, von denen heute offenbar alle bis auf einen, stark gefährdeten, erloschen sind (Abb. 35; vgl. LANG 1967a, Abb. 9). Alle genannten Sippen sind Zwergpflanzen, von denen einige im zeitigen Frühjahr durch ihre farbenprächtigen Blüten auffallen. Die Überschwemmung überdauern sie submers; nach dem Rückgang des Hochwassers im Spätsommer und Herbst gelangen sie bei günstiger Witterung oft ein zweites Mal zur Blüte. Als häufige Strandrasenart finden wir in der Gesellschaft den kleinen, lange Ausläufer bildenden *Ranunculus reptans*, der in vegetativem Zustand erstaunliche Ähnlichkeit mit *Littorella* hat. Unter den Begleitern sind die häufigsten Arten die niederliegende *Agrostis stolonifera*, ferner *Juncus articulatus* und *J. alpino-articulatus* sowie *Allium schoenoprasum*.

Die Gesellschaft zeigt zwei Ausbildungsformen:

a) Die reine Strandschmielengesellschaft (*Deschampsietum rhenanae* typicum) ist die artenärmere Ausbildung, die die tiefer gelegenen Teile der Grenzzone besiedelt. Die reine Variante, in der als einzige stete Art *Deschampsia rhenana* vorkommt, besiedelt als lückige Pioniergesellschaft mit geringem, stets unter 50 %

liegendem Vegetationsschluß die offenen Kiesflächen. Die *Littorella*-Variante findet sich auf sandreicheren Stellen auf oder unmittelbar hinter flachen, von der Brandung zusammengeschobenen Kies-Strandwällen. Die Vegetationsbedeckung ist durch die dominierende, teppichbildende *Littorella uniflora* wesentlich höher als in der reinen Variante; sie kann bis 90 % gehen. Die *Littorella*-Variante vermittelt zum Littorello-Eleocharitetum, von dem sie sich durch das Vorkommen von *Deschampsia rhenana* und durch das Fehlen oder Zurücktreten von *Eleocharis acicularis* unterscheidet.

b) Die Hirsenseggen-Strandschmielengesellschaft (*Deschampsietum rhenanae caricetosum paniceae*) besiedelt im allgemeinen die höher gelegenen Teile der Grenzzone, wo sie Rasen bildet, die eine Vegetationsbedeckung bis 80 % erreichen können. Die Artenzahl ist größer als in der reinen Ausbildung, Seggen und Gräser herrschen vor, vor allem *Carex panicea* und *C. serotina*; *Agrostis stolonifera* tritt stärker in Erscheinung, ebenso *Juncus articulatus* u. *J. alpino-articulatus*. Vereinzelt findet sich *Carex elata*, Beziehungen zum Steifseggenried (*Caricetum elatae*) andeutend.

Die am Bodensee endemische Assoziation wurde zuerst von OBERDORFER (1957) erkannt und beschrieben, allerdings noch ohne Tabelle. Eingehendere Darstellungen mit ökologischen Untersuchungen stammen von LANG (1962, 1967a). Die dort aufgeführte dritte Subassoziation, das *Deschampsietum rhenanae catabrosetosum*, muß als Mischung zwischen dem Rorippo-Agrostietum und dem Catabrosetum angesehen und daher aufgegeben werden.

**Schilfröhricht, *Phragmitetum communis***

(Tab. 67)

Das Schilfröhricht kommt im Gebiet nur am Bodensee vor, wo es, vor allem am Untersee, weite Uferstrecken säumt. In seiner Flächenausdehnung übertrifft es alle anderen Röhrichtgesellschaften bei weitem. Ebenso wie bei den Strandrasen liegt der Schwerpunkt der Verbreitung am Bodensee in der Grenzzone, doch ist die Gesellschaft in ihrem Vorkommen mehr zum Sublitoral hin verschoben: Sie besiedelt die Bereiche von der mittleren Mittelwasserlinie bis über die mittlere Niederwasserlinie hinaus, das heißt bis in normalerweise ständig überschwemmte Bereiche hinein. Der seeseitige Rand des Röhrichts erreicht im Untersee mittlere Wassertiefen von etwa 2 m (LANG 1967a). Den Untergrund bilden Sand-Silt-Böden; die Standorte sind, dem beträchtlichen Gehalt an Bodenfeinteilen entsprechend, mesotroph.

Die Gesellschaft ist sehr artenarm, zum Teil handelt es sich sogar um einartige Bestände, denn die vorherrschende *Phragmites communis* läßt kaum andere Arten neben sich aufkommen. Lediglich *Rorippa amphibia* ist häufig beigemischt und als Zeiger für stark schwankende Wasserstandsverhältnisse charakteristisch für den Bodensee.

Im Gebiet lassen sich drei Ausbildungsformen unterscheiden:

a) Das reine Schilfröhricht (*Phragmitetum typicum*) stellt die weitverbreitete Ausbildung dar.

b) Das Strandlings-Schilfröhricht (*Phragmitetum littorelletosum*) findet sich auf Böden mit etwas höherem Sand- oder gar Kiesgehalt und stellt eine Durchdringung von lockeren Schilfbeständen mit Strandrasenarten dar. Unter diesen ist vor allem *Littorella uniflora* zu nennen, die in größeren Herden auftreten kann, ferner *Ranunculus reptans* und *Myosotis rehsteineri*. Die Ausbildung vermittelt

damit zur Nadelbinsengesellschaft und zur Strandschmielengesellschaft. Sie kommt am Überlinger See vor und am Untersee, so zum Beispiel am Gnadensee und Rheinssee.

c) Das Glanzgras-Schilfröhricht (*Phragmitetum phalaridetosum*) ist die meist im landseitigen Teil der Grenzzone vorhandene Ausbildung, die zum gewöhnlich anschließenden Steifseggenried (*Caricetum elatae*) vermittelt. Sie enthält neben *Phalaris arundinacea* und *Rorippa amphibia* häufig, wenn auch in geringer Menge, *Carex elata*, *Cardamine pratensis* ssp. *palustris* und *Galium palustre*. Vom Glanzgrasröhricht unterscheidet sich die Gesellschaft vor allem durch die absolute Vorherrschaft von *Phragmites*.

Die auf W. KOCH (1926) zurückgehende und von den meisten Pflanzensoziologen lange Zeit übernommene Fassung des Scirpeto-Phragmitetum erscheint im Vergleich mit der Aufgliederung anderer Gesellschaften viel zu komplex, wenn man berücksichtigt, daß Schilf-, Binsen- und Rohrkolbenbestände, zunächst sogar auch noch Schwadenbestände, in eine Assoziation zusammengedrängt wurden. Es ist deshalb sinnvoll, in Anlehnung an SCHMALE (1939), die verschiedenen, bereits von den älteren Pflanzengeographen (z. B. SCHRÖTER u. KIRCHNER 1902, GAMS 1927 u. a.) klar unterschiedenen Dominanzbestände als Assoziationen einzustufen (vgl. LANG 1967a, OBERDORFER u. Mitarb. 1967).

**Binsenröhricht, *Scirpetum lacustris***

(Tab. 66)

Die Gesellschaft ist wie das Schilfröhricht im Gebiet auf das Bodenseeufer beschränkt, nimmt dort aber nur kleine Flächen ein, die 100 m<sup>2</sup> selten überschreiten. Bevorzugt werden ruhige, windstille Standorte, die hinsichtlich der Bodenart kaum Unterschiede gegenüber denen des Schilfröhrichts zeigen und somit ebenfalls mesotroph sind. Häufig ist das Binsenröhricht dem Schilfröhricht seewärts vorgelagert, wo der Boden lange oder dauernd unter Wasser liegt.

Die artenarme Gesellschaft besteht meist nur aus dem mesomorphen und daher mechanisch anfälligen *Schoenoplectus lacustris* und dem im Gegensatz dazu skleromorphen, wesentlich widerstandsfähigeren *Phragmites communis*. Im Gebiet ist nur eine Ausbildungsform vorhanden.

Als selbständige Gesellschaft wurde das Binsenröhricht schon von SCHRÖTER u. KIRCHNER (1902) vom Bodensee-Obersee beschrieben, wo es bis 3,5 m Wassertiefe vordringt, ebenso von BAUMANN (1911) vom Untersee. W. KOCH (1926) gliederte die Gesellschaft seinem Scirpeto-Phragmitetum ein, was vielfach übernommen wurde, so zum Beispiel von TÜXEN (1937, 1955), OBERDORFER (1957) u. a. Neuerdings wird sie jedoch wieder, wie schon von SCHMALE (1939), als eigene Assoziation abgetrennt, so zum Beispiel von PASSARGE (1964), OBERDORFER u. Mitarb. (1967), WESTHOFF (1969).

Schmalblattröhrkolbenröhricht, *Typhetum angustifoliae*

(Tab. 64)

Die Gesellschaft kommt im Gebiet an einigen Stellen des Unterseeufers vor (Markelfinger Winkel, Moos, Hornstaad), ferner am Mindelsee und südöstlichen Buchensee und in einigen Weihern. Sie besiedelt eutrophe, schlammige Standorte und besteht im wesentlichen, oft zu etwa gleichen Teilen, aus *Typha angustifolia* und *Phragmites communis*. Andere Röhrcharten sind selten, lediglich *Schoenoplectus lacustris* und *Phalaris arundinacea* sind gelegentlich beigemischt, am Bodensee ferner *Rorippa amphibia*.

Tabelle 11

Vergleichende Übersicht über die Strand- und Flachmoorgesellschaften

Spaltennummer	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.
Mittlere Artenzahl	4	9	4	2	4	6	5	5	12	8	12	12	19	10
Zahl der Aufnahmen	13	28	14	4	10	9	9	5	1	17	26	3	5	5
1. Nadelbinsenrasen ( <i>Littorello-Eleocharitetum</i> )														
2. Strandschmielenrasen ( <i>Deschampsietum rhenanae</i> )														
3. Schilfröhricht ( <i>Phragmitetum communis</i> )														
4. Binsenröhricht ( <i>Scirpetum lacustris</i> )														
5. Schmalblattröhrkolbenröhricht ( <i>Typhetum angustifoliae</i> )														
6. Breitblattröhrkolbenröhricht ( <i>Typhetum latifoliae</i> )														
7. Schwadenröhricht ( <i>Glycerietum maximae</i> )														
8. Pfeilkrautröhricht ( <i>Sparganio-Sagittarietum</i> )														
9. Zyperseggenröhricht ( <i>Caricetum pseudocyperii</i> )														
10. Schneidegrasried ( <i>Cladietum marisci</i> )														
11. Steifseggenried ( <i>Caricetum elatae</i> )														
12. Schlankseggenried ( <i>Caricetum gracilis</i> )														
13. Wunderseggenried ( <i>Caricetum appropinquatae</i> )														
14. Schnabelseggenried ( <i>Caricetum rostratae</i> )														
Gräser														
<i>Eleocharis acicularis</i>	VI4	II	.	.	.	.	.	II	.	.	.	.	.	.
<i>Deschampsia rhenana</i>	I+	V+3	.	.	.	.	.	.	.	.	I+	.	.	.
<i>Agrostis stolonifera</i>	I+	V+2	II	.	.	II1	I+	I3	.	.	II	.	.	I+
<i>Phalaris arundinacea</i>	.	I+1	III+2	.	II	V12	IV13	III1	.	.	III+2	.	.	.
<i>Phragmites communis</i>	II	I+1	V25	4 23	V+4	V24	V+2	VI4	X3	V+2	IV12	1 1	III+1	II+1
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	.	.	.	4 34	II+3	I4	.	.	.	I+	.	.	.	.
<i>Typha angustifolia</i>	.	.	.	.	V14	.	.	.	.	III3	.	.	.	.
<i>Typha latifolia</i>	.	.	.	.	.	V15	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Glyceria maxima</i>	.	.	.	.	.	I2	V35	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex pseudocyperus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	X2	.	.	.	.	.
<i>Cladium mariscus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	V35	I+1	.	.	.
<i>Carex lasiocarpa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III+1	.	.	III12	.
<i>Carex vesicaria</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III+3	1 +	.	.
<i>Carex elata</i>	.	II+1	II+	.	I+	I+	II+	.	.	II12	V+5	2 +1	II13	.
<i>Carex gracilis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3 45	.	.
<i>Carex appropinquata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I+	.	.	V35	.
<i>Carex rostrata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	V+2	V35
Kräuter														
<i>Littorella uniflora</i>	V+4	III+4	I25	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Myosotis rehsteineri</i>	III+2	IV+2	I2	.	.	.	.	.	.	.	I+	.	.	.
<i>Ranunculus reptans</i>	II+1	IV+2	I+2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Allium schoenoprasum</i>	.	IV+2	.	.	.	.	.	.	.	.	I+	.	.	.
<i>Rorippa amphibia</i>	.	.	III+2	1 1	II	III3	II+2	I2	.	.	II+2	.	.	.
<i>Hippuris vulgaris</i>	.	.	.	.	II	III3	I+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	V13	.	.	.	.	.	.
<i>Cicuta virosa</i>	.	.	.	.	I+	.	.	.	X2	.	I+	.	.	.
<i>Lysimachia vulgaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III+	III+2	2 1	.	II+
<i>Lythrum salicaria</i>	.	I+	.	.	I+	.	.	.	X+	III+2	IV+1	2 +1	IV+1	IV+2
<i>Mentha aquatica</i>	.	.	.	.	I+	.	.	.	.	III+1	II+1	1 +	III	V+1
<i>Senecio paludosus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I+	IV+2	.	.	.
<i>Iris pseudacorus</i>	.	.	.	.	.	.	I+	.	.	.	III+2	2 +1	I+	.
<i>Cardamine palustris</i>	.	.	II+1	.	.	II12	II	II+	.	II	III+2	1 1	III	II
<i>Galium elongatum</i>	.	.	II+1	.	.	I+	I+	.	X+	II+1	V+2	2 +1	V12	III
<i>Equisetum fluviatile</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I+	I+	2 +1	I+	I+
<i>Scutellaria galericulata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I+	I+1	1 +	III+1	.
Moose														
<i>Campylium stellatum</i>	.	II2	.	.	.	.	.	.	X2	III3	III+3	.	II	.
<i>Acroccladium cuspidatum</i>	.	I+2	II12	.	.	II	.	.	.	II	IV13	2 2	IV23	II2
<i>Climacium dendroides</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1 1	IV13	III

FEDERSEE UND SCHUSSENQUELLE

## PRAEHISTORISCHE SIEDLUNGEN IM FEDERSEEBECKEN

Dr. H. Schlichtherle (aus dem Exkursionsführer zur DEUQUA-Tagung 1985)

Die ersten Moorsiedlungen des Federsees wurden 1875 im Zuge des Torfabbaus im "Steinhauser Ried" entdeckt. Mit der Freilegung von fünf Siedlungen durch das Urgeschichtliche Forschungsinstitut der Universität Tübingen zwischen 1919 und 1928 und der parallel laufenden paläobotanischen Erforschung des Moores bot der Federsee seinerzeit ein Musterbeispiel siedlungsarchäologischer Forschung. Die Ergebnisse sind durch neuere Untersuchungen ab ca. 1950 kritisch beleuchtet und differenziert worden. Ergänzt um die neuesten Resultate der 1980 im Rahmen des "Projekts Bodensee-Oberschwaben" wieder aufgenommenen Federseeforschung kann heute folgendes Siedlungsbild gezeichnet werden (Abb. 4):

Feldbegehungen erbrachten den Nachweis von etwa 35 mesolithischen Fundstreuungen, die im Bereich der 585-590m-Linie die Ufer des nacheiszeitlichen Federsees säumen. Die mehrfach hervorragend erhaltenen neolithischen und bronzezeitlichen Holzbausiedlungen liegen im Niedermoor des verlandeten Seebeckens, teilweise waren sie bis zur Abtorfung von Hochmoor überdeckt. Sie markieren zusammen mit den Funden von Einbäumen und Bohlenwegen mehrere Rückzugstadien des Gewässers. Die neolithischen Siedlungen konzentrierten sich nach den bisherigen Forschungen im südlichen Ried. Erst seit wenigen Jahren werden im nördlichen Ried mehr und mehr Siedlungen bekannt.

Die Stationen der 'Aichbühler Kultur' (Ai, RsI, Hh, TalI, Aw) gehören in die Übergangsphase vom Mittel- zum Jungneolithikum und werden von den jungneolithischen Siedlungen der 'Schussenrieder Kultur' (RsII u. III, Hh, Tal, Ht) abgelöst. Bei Ödenahle (Oe) gelang der Nachweis einer bisher am Federsee unbekanntem Siedlungsphase der 'Pfyn-Altheimer Gruppe Oberschwabens'. Bereits in das Endneolithikum gehört die Station Dullenried (Du) mit Funden, die der 'Horgener Kultur' zugerechnet werden können. Die 'Siedlung Forschner' (Sf) schließt die im Bereich der Feuchtbodensiedlungen seit langem klaffende Fundlücke zwischen Früh- und Spätbronzezeit. Die spätbronzezeitliche 'Urnenfelderkultur' ist in der 'Wasserburg Buchau' (Wb) in den Phasen HaZ A2-83 vertreten.

Die neuen Entdeckungen im nördlichen Ried (Oe, Aw 1980/81, HHT 1984, St, Tw 1985) zeigen, daß der Federsee trotz weit fortgeschrittener Zerstörung der Fundstellen durch Grundwasserabsenkung im südlichen Ried, noch immer bedeutende Quellen zur Besiedlungsgeschichte des Oberschwäbischen Raumes enthält.

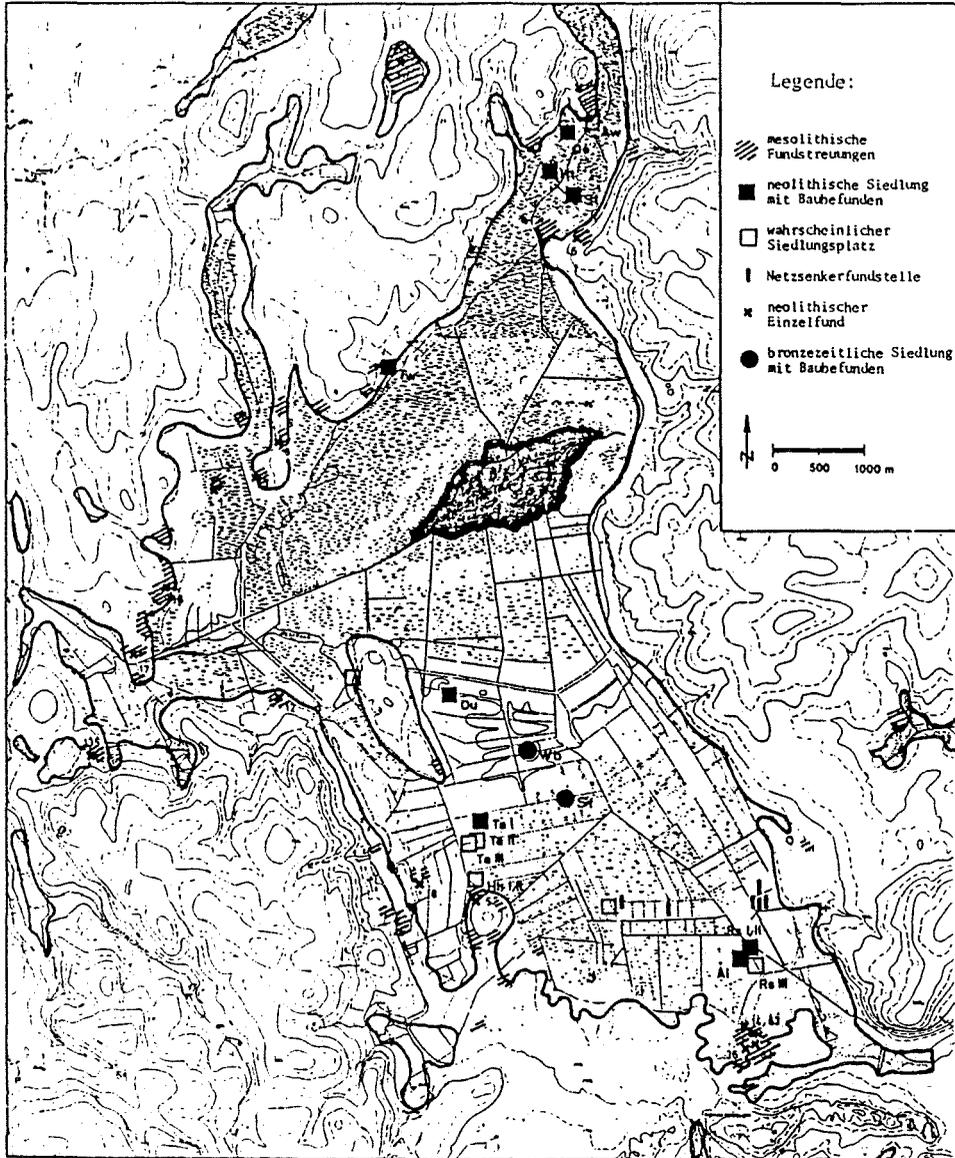


Abb. 4

Archäologische Fundstellen im Federseebecken (nach Schmitt 1984; ergänzt Die Ausdehnung der Moor- und Aumoorflächen (nach Göttlich 1970).

Ai - Aichbühl, Aw - Ahwiesen, Du - Dullenried, He - Henauhof, Ht - Hartöschle, Oe - Ödenahlen, Rs - Riedschachen, Sf - Siedlung Forscher, St - Stockwiesen, Ta - Taubried, Tw - Täschenwiesen, Wb - Wasserburg-  
buchau

## 'Siedlung Forscher'

Bereits in den zwanziger Jahren entdeckte der Amateurarchäologe H. Forscher die nach ihm benannte Siedlung im südlichen Federseemoor und schützte sie durch Ankauf einiger Parzellen vor unbefugter Ausbeutung. Probegrabungen durch das Landesdenkmalamt Baden-Württemberg 1975 sowie im Rahmen des 'Projekts Bodensee Oberschwaben' 1982 zeigten, daß es sich um eine große Siedlung handelt, die Holzbaureste, Bohlenwege sowie einen mehrfachen Palisadenring umfaßt. Die einzigartige chronologische Stellung der bis in die Mittelbronzezeit hineinragenden Anlage sowie ihre Nachbarschaft zur bereits 1920 bis 1928 ausgegrabenen, spätbronzezeitlichen 'Wasserburg Buchau' (Abb. 5) gaben mit dem Ausschlag, die Grabungsarbeiten im Rahmen des neuen DFG-Schwerpunktprogramms 1983 im großen Stil aufzunehmen.

Die Siedlung wird von einem komplizierten Palisadensystem umgeben, das im Süden (landwärts) aus fünf hintereinander gestaffelten Pfahlreihen besteht (Abb. 6). Die drei Äußeren konnten durch dendrochronologische Untersuchungen als gleichzeitig errichtetes Bauwerk erkannt werden. Sie bestehen aus über 3m tief eingerammten Kieferstangen. Die folgenden zwei Reihen bestehen aus Laubhölzern. Eine Baufuge kann hier als schmaler Durchlaß zum Land interpretiert werden. Die Innenbebauung der Anlage, die sich durch Pfahlstellungen und Estrichreste vorläufig nur unklar zu erkennen gibt, erbrachte über z.T. mächtige Eichenstämme erste dendrochronologische Daten zwischen 1764 und ca. 1492 v. Chr. Die Grabungen ergaben bis jetzt keine ungestörten Hausbefunde wie Prügelböden oder Feuerstellen. Alles deutet darauf hin, daß die Hausruinen und das zugehörige Inventar bereits in prähistorischer Zeit durch Seetransgressionen abgespült wurden. Letzte Lehmestrichreste im Siedlungszentrum scheinen durch Torfstich umgelagert. Die Masse des Fundmaterials findet sich im Bereich der Palisaden in einem Spülsaum. Der Siedlungskern scheint auf Niedermoortorf errichtet gewesen zu sein, der erst durch die Abspülvorgänge auf einen inselartigen Torfhorst reduziert wurde. Hiermit stellen sich ähnliche moorgeologische Probleme wie sie im Streit um die Insellage der "Wasserburg Buchau" bereits diskutiert, aber nicht gelöst wurden. Pollenanalytisch-stratigraphische Untersuchungen, die in mehreren Linienprofilen aus dem Bereich der "Siedlung Forscher" herausführen, u.a. eine Verbindung zur "Wasserburg Buchau" schaffen sollen, versprechen hier eine endgültige Klärung.

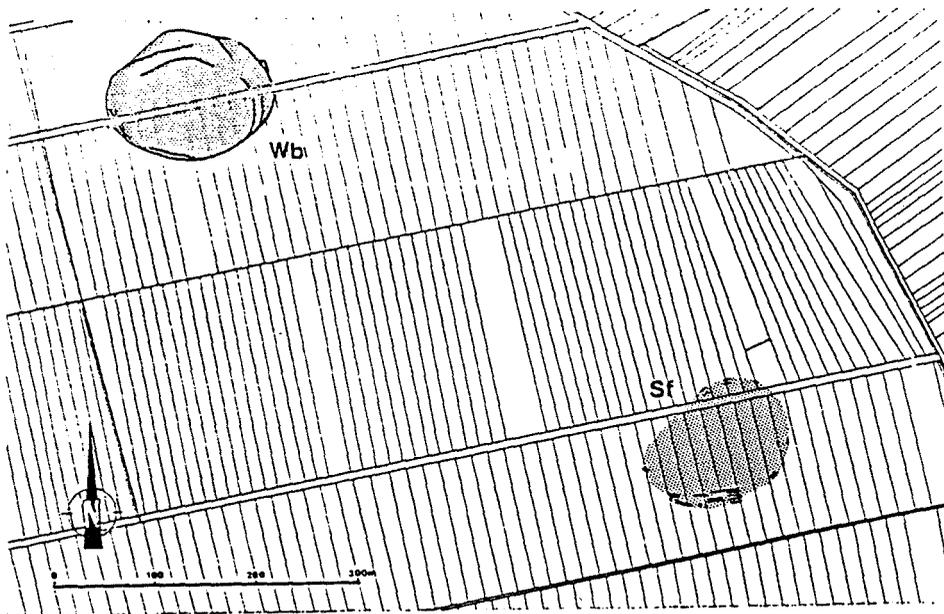


Abb. 5  
Die "Siedlung Forscher" (Sf) und die "Wasserburg-Buchau" (Wb) im Parzellennetz des südlichen Federseemoores.

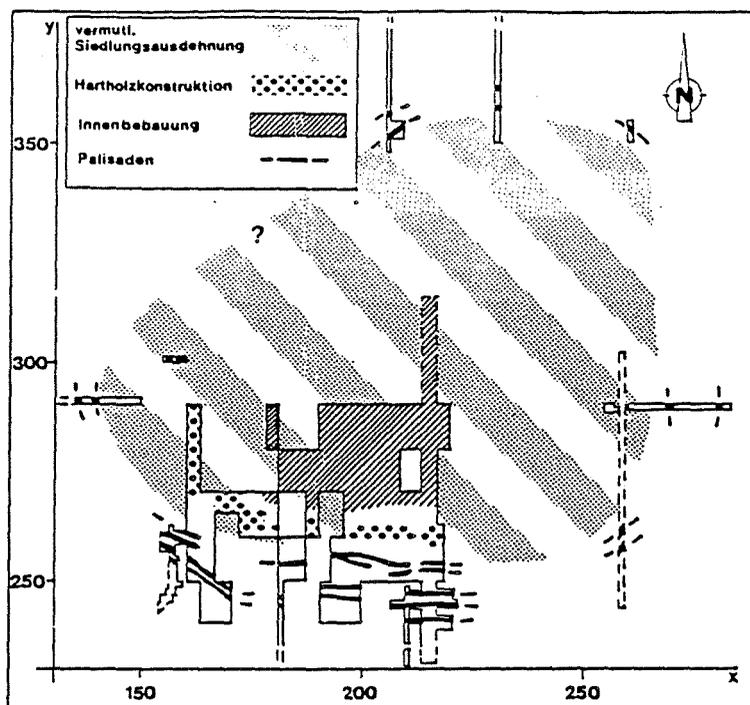


Abb. 6  
Vereinfachter Übersichtsplan der "Siedlung Forscher",  
Stand der Grabungen 1984 (nach Keifer 1984).

## Literaturhinweise

Berichte zur Ufer- und Moorsiedlungen Südwestdeutschlands 1. Materialhefte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg 4 (1984). Mit Beiträgen von B.Becker, A.Billamboz, B.Dieckmann, M.Kokabi, B.Kromer, H.Liese-Kleiber, M.Rösch, H.Schlichtherle, Ch.Strahm.

Berichte zu Ufer- und Moorsiedlungen Südwestdeutschlands 2. Materialhefte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg 7 (1985, im Druck). Mit Beiträgen von B.Becker, A.Billamboz, E.Keefer, H.Liese-Kleiber, M.Rösch, H.Schlichtherle, B.Schmidt, K.Schmitt.

A.Billamboz u. H.Schlichtherle, "Pfahlbauten", Urgeschichtliche Ufer- und Moorsiedlungen. Kleine Schriften zur Kenntnis der Vorgeschichte Südwestdeutschlands 1, 2. Erweiterte Auflage (1984).

E.Keefer, Zum Fortgang der Untersuchungen der bronzezeitlichen "Siedlung Forschner" bei Bad Buchau. Archäolog. Ausgrabungen in Baden-Württemberg 1984,46 ff.

M. Kolb, Taucharchäologische Untersuchungen im Osthafen von Sipplingen. Archäolog. Ausgrabungen in Baden-Württemberg 1983,62 ff.

H.Reinerth, das Federseemoor als Siedlungsplatz des Vorzeitmenschen. Führer zur Urgeschichte 9, 5. Erweiterte Auflage (1936).

R.R.Schmidt, Jungsteinzeit-Siedlungen im Federseemoor (1937).

E.Wall, Der Federsee vor der Eiszeit bis zur Gegenwart. In: W.Zimmermann (Hrsg.), Der Federsee (1961) 271 ff.

VEGETATIONSGESCHICHTLICHE UNTERSUCHUNGEN AN DER  
MAGDALENIEN-STATION AN DER SCHUSSENQUELLE

Prof. Dr. G. Lang (aus Exkursionsführer INQUA field  
conference 1973)

Die berühmte Rentierjäger-Freilandstation liegt an der Wasserscheide Donau-Rhein zwischen dem Federsee und der Ortschaft Schussenried in rund 580 m NN. In einer zirkusartigen Eintiefung am Innenrand der Äußeren Jungendmoräne entspringt hier die Schussen, ein kleiner, nach Süden in den Bodensee entwässernder Fluß. 1866 wurden an der Stelle erstmals paläolithische Artefakte zusammen mit Knochenresten des Ren und anderer Wirbeltiere aufgefunden und 1867 von O.FRAAS ausgegraben. Wegen Unklarheiten hinsichtlich der Stratigraphie und der Altersstellung der Kulturschichten wurden wiederholt neue Grabungen und Untersuchungen durchgeführt: Anlässlich des Baues der Eisenbahnlinie Schussenried-Buchau von E.FRAAS (1897); von R.R.SCHMIDT (1912); von GAMS u. NORDHAGEN (1923); von K.BERTSCH (1931); von F.FIRBAS (1935); von E.WALL (1961) in Verbindung mit pollenanalytischen Untersuchungen durch G.LANG (1962). Nach der Typologie werden die Artefakte heute in das Magdalénien VI (Spätmagdalénien) eingestuft.

An der Fundstelle sind, von oben nach unten, folgende Schichten nachgewiesen (heute wegen der Grabungen nur noch teilweise vorhanden):

- F Stark zersetzter Torf mit vereinzeltem *Calliergon giganteum*. Die Basis nach dem Pollendiagramm in die Jüngere Kiefernzzeit (Grenze Alleröd/Jüngere Dryas, II/III nach FIRBAS) gehörend. 1 C14-Bestimmung von der Basis:  $11\ 100 \pm 200$  Jahre v.h. (= 9 150 v.Chr.).
- E Kalktuff. Nach dem Pollendiagramm in den älteren Abschnitt der Jüngeren Kiefernzzeit (Alleröd, II) gehörend.
- D Oberer Braunmoostorf aus vorherrschendem *Calliergon giganteum*. Mit Großresten von *Betula pubescens* u. *B. pendula*, *Carduus defloratus*, *Polygonum aviculare* u.a. Nach dem Pollendiagramm in die Ältere Birkenzeit und den Übergang zur Älteren Kiefernzzeit (Bölling Ib) gehörend. 1 C14-Bestimmung aus der unteren Hälfte:  $13\ 100 \pm 110$  Jahre v.h. (= 11 150 v.Chr.).
- C Kalktuff mit vereinzelten Braunmoosen. Nach dem Pollendiagramm vor allem die Sanddornphase (Grenze Älteste Dryas/Bölling, Ia/b) umfassend.
- B Unterer Braunmoostorf aus vorherrschendem *Drepanocladus aduncus*. Mit Geweihen und Knochenresten von Ren, Elch, Pferd, Braunbär, Wolf, Fuchs, Hase, Vielfraß, Singschwan u.a., ferner zahlreichen Artefakten in Form von Feuersteinen, Bein- und Geweihinstrumenten u.a. Außerdem mit Großresten von *Betula nana*, *Arabis alpina*, *Potentilla aurea*, *Taraxacum officinale*, *Luzula sudetica* u.a. Nach dem Pollendiagramm in die Zwergbirkenphase der Waldlosen Zeit (Älteste Dryas, Ia) gehörend. 2 C14-Bestimmungen aus der unteren Hälfte:  $14\ 720 \pm 385$  u.  $15\ 900 \pm 360$  Jahre v.h. = 15 300 Jahre v.h. als Mittel (= 13 350 v.Chr.).
- A Humoser Ton (darunter Moräne). Nach dem Pollendiagramm in die Pionierphase der Waldlosen Zeit (Älteste Dryas, Ia) gehörend.

Der Schussen-Quelltopf wurde wahrscheinlich durch Abschmelzen eines in der Endmoräne eingeschlossenen Toteisblockes gebildet. Die Mulde war dann zunächst von einem im Schussenrieder Zungenbecken aufgestauten Schmelzwassersee bedeckt, wobei es zur Ablagerung des Tones (A) kam. Nach dem Auslaufen des Sees lag der Ton frei und wurde entkalkt, dann kam es zur Entstehung des Unteren Braunmoostorfes (B), während der die Quelle zeitweilig floß, so daß an verschiedenen Stellen auch schon Kalktuff gebildet wurde. In der weiteren Folge wechselten dann offenbar Zeiten starker Quellschüttung, in denen im ganzen Quelltopf oder in Teilen Kalktuff abgelagert wurde (C, E), mit Zeiten, in denen die Quelle nur noch schwach floß oder ganz versiegt war (D, F). Dieser mehrfache Wechsel der Quellfähigkeit stand vermutlich in Zusammenhang mit Seespiegelschwankungen des Federsees im Verlaufe des Spät- und Postglazials (WALL). Vor allem während der Bildung des Unteren Moostorfes, gegen Ende der Ältesten Dryaszeit, war die Stelle ein vielbesuchter Rastplatz der Rentierjäger.

#### Literatur:

- FIRBAS, F., 1935: Die Vegetationsentwicklung des mitteleuropäischen Spätglazials. - Bibliotheca Botanica 112, 1-68.
- FRAAS, E., 1897: Grabungen an der Schussenquelle bei Schussenried anlässlich des Bahnbaus im Sommer 1896. - Fundber. Schwaben 4, 23-25.
- FRAAS, O., 1867: Die neuesten Erfunde an der Schussenquelle bei Schussenried. - Jahresh.Ver.vaterländ.Naturk.Württ. 23, 48-74.
- GAMS, H., u. R.NORDHAGEN, 1923: Postglaziale Klimaänderungen und Erdkrustenbewegungen in Mitteleuropa. - Mitt.Geogr.Ges. München 16, 13-336.
- LANG, G., 1962: Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen der Magdalénienstation an der Schussenquelle. - Veröff. Geobot.Inst. ETH Rübel Zürich (Festschrift FIRBAS) 37, 129-154.
- WALL, E., 1961: Der Federsee von der Eiszeit bis zur Gegenwart. - In: Der Federsee. Die Natur- u. Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs Band 2. Hrsg.v. W. ZIMMERMANN, 228-315.

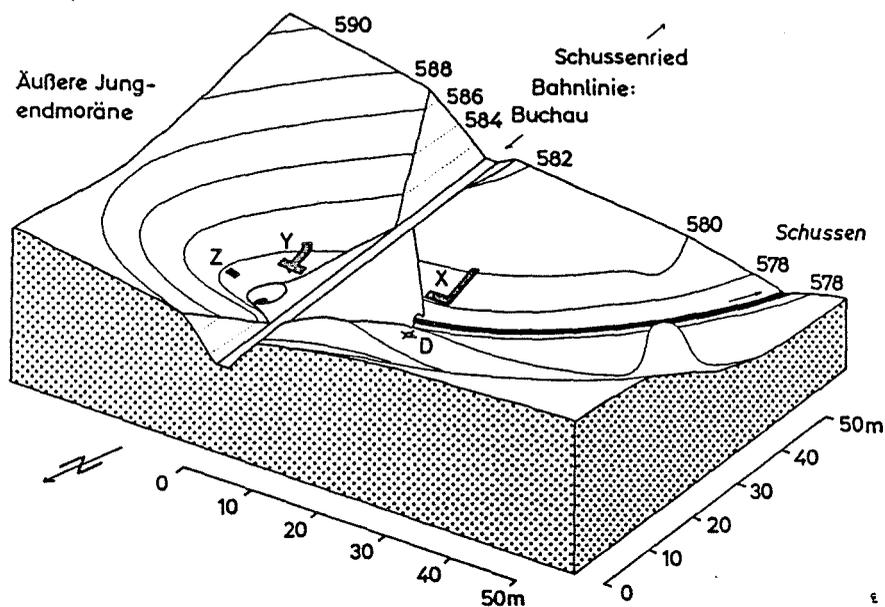
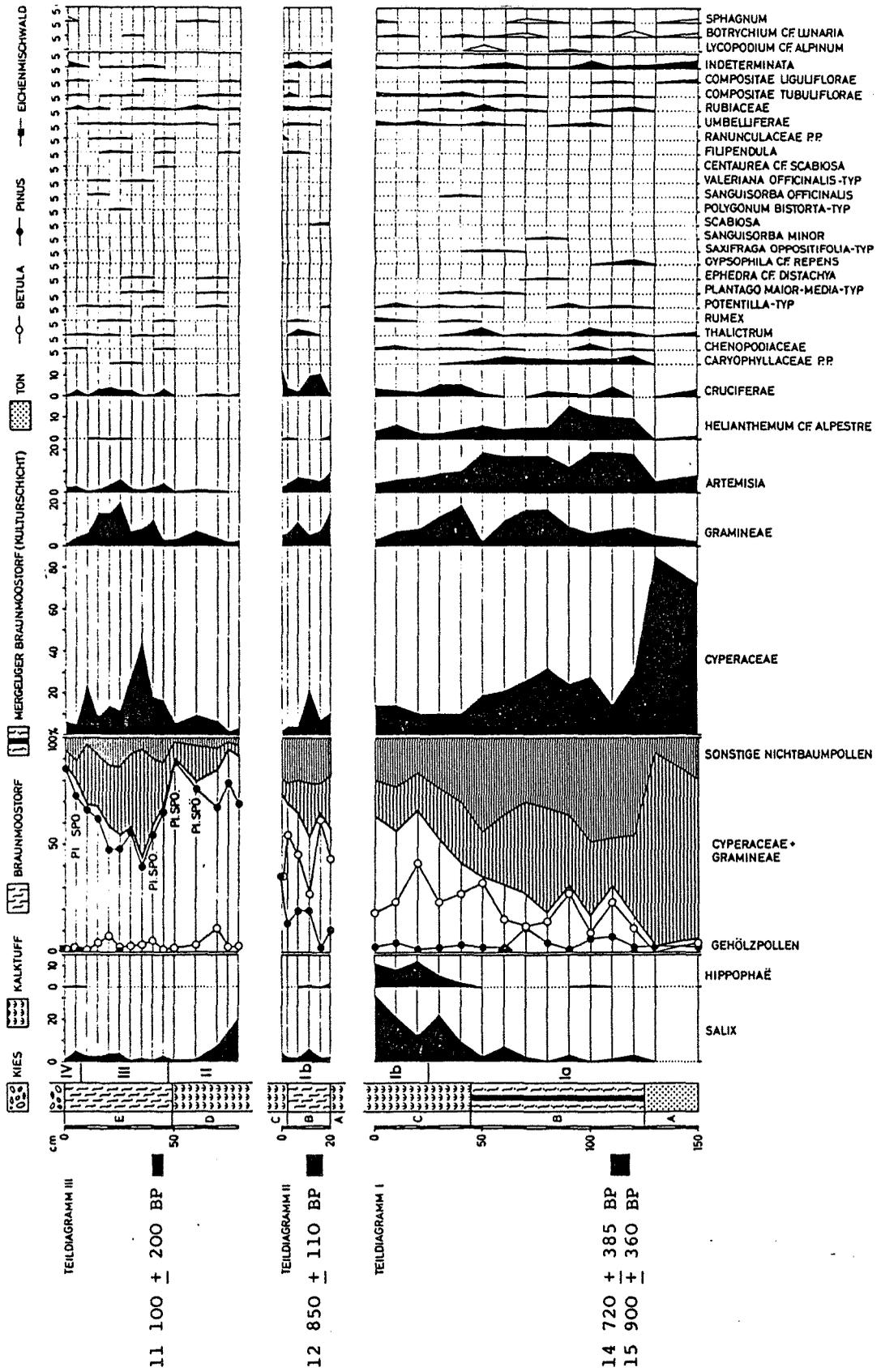


Abb. 2. Blockbild von der Schussenquelle (auf der Grundlage von WALL, Abb. 115). X, Y, Z: Grabungsstellen von WALL, an denen die Teilprofile I, II und III entnommen wurden. D: Denkmal für die Grabung von O. FRAAS, seine Grabungsstelle liegt hangabwärts darunter. Die Zahlen geben die Meereshöhe in Metern.

(aus LANG 1962)



Pollen- und Sporendiagramm von der Schussenquelle mit 14C-Daten (LANG 1962)

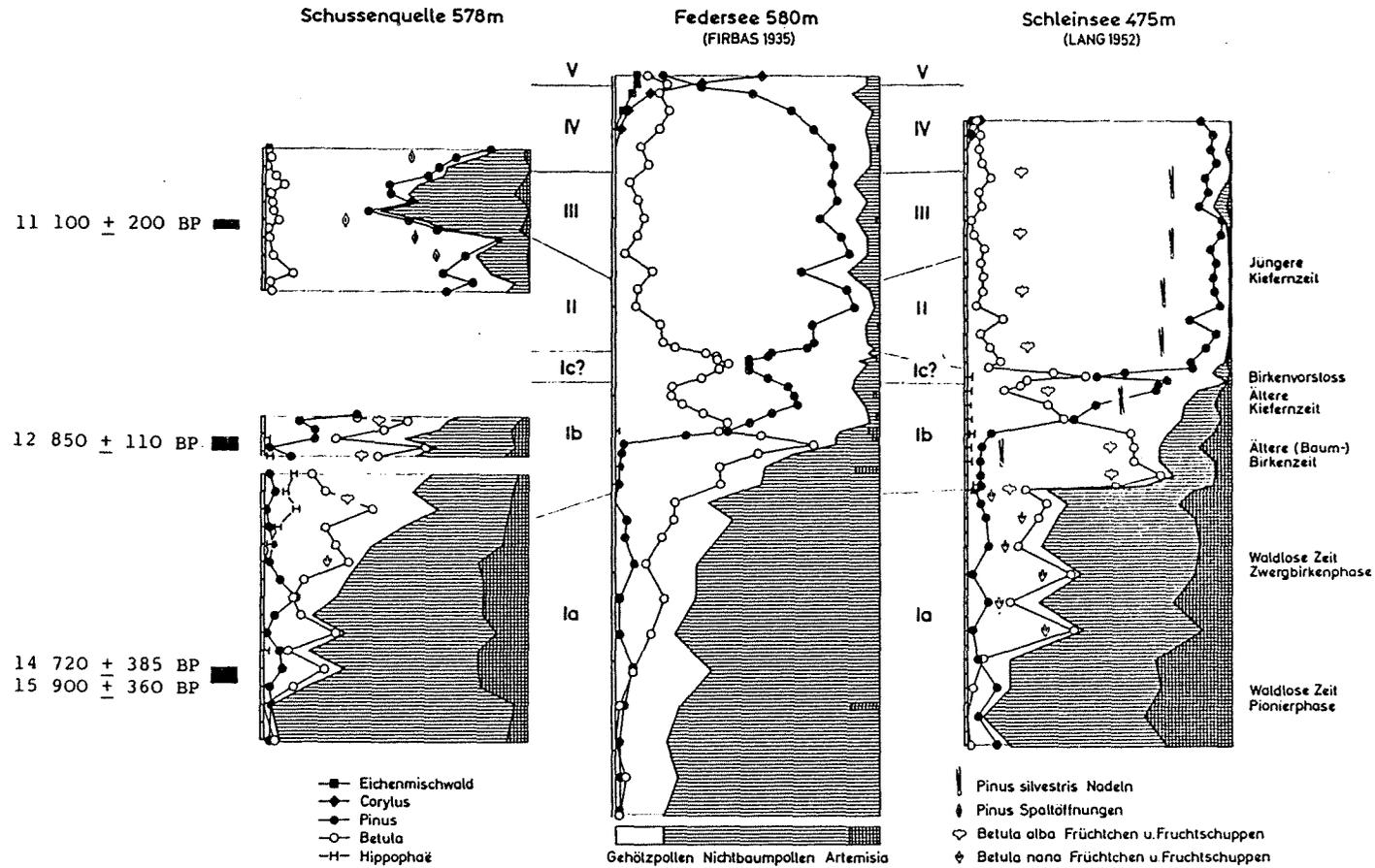


Abb. 4. Verknüpfung der Schussenquellediagramme mit zwei Standarddiagrammen des westlichen Alpenvorlandes. Im Federseediagramm wurden einige von FIRBAS nachträglich ausgeführte Stichprobenzählungen auf *Artemisia* eingetragen (vgl. FIRBAS 1948).

SCHLEINSEE

## PALAEO LIMNOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN AM SCHLEINSEE

Dr. M.A.Geyh, Dr. J.Merkt, Dr. H.Müller, Dr. H.Streif  
(aus Exkursionsführer INQUA field conference 1973)

### 1. Der rezente Schleinsee

Der Schleinsee liegt im Argen-Lappen des würmzeitlichen Rheingletschers, etwa 8 km NE Langenargen/Bodensee (TK Tettang 8323) in 474 m über NN, also etwa 80 m höher als der nahegelegene Bodensee. Der Untergrund des glazigen Beckens wird von Grundmoräne gebildet, in die stellenweise Schotterlagen eingeschaltet sind.

Die Sedimentoberfläche fällt an den Rändern steil ab, so daß sich nur eine schmale Schwimmblattzone und im Westen und Osten je ein kleiner Verlandungsgürtel ausbilden konnte (LANG 1952).

Der See ist etwa 700 m lang, bis 250 m breit, bis 11,6 m tief, im Mittel 6,5 m. Die Oberfläche beträgt 14,9 ha, die Uferlänge 1,7 km und das Volumen etwa 950 000 m<sup>3</sup>. Das Einzugsgebiet hat einschließlich der Seeoberfläche eine Größe von knapp 60 ha. Außer den sich im Mittel auf etwa 1150 mm belaufenden jährlichen Niederschlägen wird der See von zwei spärlichen, oberirdischen Zuflüssen und einigen nahe der Wasserlinie aus Schotterbändern austretenden Quellen gespeist. Hinzu kommt bei starken Regenfällen und während der Schneeschmelze an den Hängen abfließendes Wasser. Der Abfluß ist spärlich und im Sommer oft fehlend.

Bis 50 m hohe, meist bewaldete Drumlinrücken mit nur schmalen Pässen umgeben den See allseitig und schirmen ihn gegen Windeinwirkung ab. Die mittlere Jahrestemperatur der Umgebung beträgt nach den Daten der nächstgelegenen Beobachtungsstationen etwa 9°C, das Mittel des wärmsten Monats (Juli) liegt zwischen 17 und 18°C und der Durchschnittswert des kältesten Monats (Januar) zwischen -1 und -2°C.

Über die physikalischen und chemischen Verhältnisse liegen limnologische Produktionsstudien vor (H.v. KLEIN, 1938, EINSELE & VETTER 1938, VETTER 1938). Einige Daten hierzu sind in Abb. 1 zusammengestellt.

### 2. Die untersuchten Ablagerungen

In einer umfangreichen Bohrkampagne sind im Bereich des rezenten Schleinsees und seiner Verlandungsgebiete 58 Bohrungen ausgeführt worden.

Danach stellt sich die Seewanne als eine auf maximal 23 m übertiefe Rinne dar mit einem U-förmigen Querschnitt. Diese Rinne senkt sich von SE mit flacherem Gefälle ein und weist an ihrem W- und NW-Ende den steilsten Rand auf. Als basale Sedimente sind in einzelnen Bohrungen Geschiebemergel, überwiegend jedoch Fließerden angetroffen worden.

Mit unscharfer Grenze gehen diese Ablagerungen in einen Bänderton über, in eine schluffige, dann zunehmend sapropelitische Feindetritusmudde. In diese eingelagert ist der Allerödttuff des Laacher-See-Hauptausbruches, der in einigen Bohrungen als bis zu 4 mm starkes Glastuffband makroskopisch erkennbar ist. Im Hangenden der Sapropelserie folgen erneut stärker schluffige Sedimente, z.T. feinflaserig geschichtet mit Turbiditen aus litoral gebildeter Kalkmudde mit vielen Diatomeen des ufernahen Lebensraumes, aufgearbeiteten Allerödttuffkörnern und erhöhtem Sandgehalt.

In der darüber folgenden frühpostglazialen, sapropelitischen, feingeschichteten Feindetritusmudde oberhalb des Turbidites nimmt sowohl der Anteil an klastischem Kalk als auch an Silikatkörnern rasch ab. Vom mittleren Boreal bis zum Ende des Atlantikums wurde eine über 4 000 Jahre umfassende jahreszeitlich geschichtete Kalkmudde abgesetzt. Die Oberfläche dieses maximal 1,8 m mächtigen Sedimentkörpers schwankt zwischen 9 und 18 m unter dem heutigen Seespiegel. In den weiter randlich gelegenen und flacheren Bereichen wird die jahreszeitlich geschichtete Mudde durch ungeschichtete, kalkige, teilweise auch kalkfreie Feindetritusmudde vertreten. Der Kalkgehalt der jahreszeitlich geschichteten Abfolge setzt an der Basis schlagartig ein, im Hangenden klingt er allmählich aus.

Im Hangenden folgt eine Feindetritusmudde von bis zu 6 m Mächtigkeit, die einen stark wechselnden Gehalt an pflanzlichen Großresten, vorwiegend Buchenblättern, Bucheckern und Knospenschuppen der Buche aufweist. In seiner Mächtigkeit weist dieser Sedimentkomplex zwei Maxima im westlichen und östlichen See auf, die jedoch kaum primär sedimentär bedingt sein dürften, sondern auf unterschiedlich starke Überlagerung und damit unterschiedliche Kompaktion durch jüngere Sedimente bedingt sein dürfte. Die Sedimentfolge erweist sich im zentralen Teil des Gewässers als überwiegend kalkfrei, nur selten sind in ihr kurzdauernde Abschnitte mit schwacher Kalkfällung zu beobachten, die im Litoralbereich zu mächtigen Kalkmudden mit reicher Molluskenfauna überleiten.

Die jüngste Sedimenteinheit stellen über 5 m mächtige Feindetritusmudden dar, in denen die pflanzlichen Großreste der Buche fehlen und die einen erhöhten Anteil allochthoner feinklastischer Komponente aufweisen. Im Zusammenhang mit dieser Sedimentation ist es vermutlich auch zu geringfügigen Verlandungsercheinungen an den Schmalseiten des Sees im W und E gekommen. Dort haben sich im W-Teil bis zu 3,5 m mächtige Seggentorfe, im E-Teil bis zu 1,7 m mächtige Seggen- und Bruchwaldtorfe gebildet.

### 3. Die Untersuchungen der jahreszeitlich geschichteten Kalkmudden

#### 3.1. Sedimentpetrographische Studien

##### Die organischen Reste

Das jahreszeitlich geschichtete Sediment aus dem Beckenzentrum wird überwiegend aus im See entstandenem Material gebildet. An erster Stelle stehen Algenreste, vor allem die Kieselpanzer der Diatomeen und der Chrysophyceenzysten. Abschnittsweise kommen Cyanophyceen und Staurastrum häufig vor. Andere Desmidiaceen-Arten, ferner Scenedesmus quadricauda, Tetraedron u.a. sind regelmäßig vorhanden, aber ihr Anteil am Sediment ist unbedeutend. Makrophytenreste sind, abgesehen von Pollen und Blatthaaren, selten. Blattreste, Knospenschuppen, Holzsplitter, Früchte und Samen spielen im zentralen Seeteil - im Gegensatz zu den Randprofilen aus dem Spätglazial (LANG 1952) - kaum eine Rolle.

Der Hauptanteil der tierischen Reste stammt von den Cladocera. Daneben wurden Reste von Insekten (Imagines und Larven), Rotatorien-Dauereier, Eihüllen von Turbellarien, Thecamöben-Schalen, Zysten von Infusorien, Spongiennadeln und Ostracodenreste gefunden. Muschelschalen und Fischschuppen sind recht selten. Ein großer Teil des Sedimentvolumens wird von einer gallertigen Matrix eingenommen, die von einem an Bakterienfäden erinnernden, optisch isotropen Geflecht durchwoben ist.

Die Erhaltung vieler organischer Reste ist vorzüglich. Die Blattquerschnitte zeigen in den Schliffen noch den Zellenaufbau von Epidermis- und Palisadenzellen, Schwammparenchym und Leitgefäßen. Insekten und Cladoceren wurden überwiegend als ganze Tiere eingebettet. Ihre nicht durch bakteriellen Abbau zerstörten Teile weisen noch etwa die ursprüngliche relative Position auf. Daher können am Seegrund weder stärkere Wasserbewegungen stattgefunden, noch solche Detritusfresser gelebt haben, die Tierleichen und Pflanzenreste verschleppen und die Feinschichtung zerstören.

##### Karbonate und klastische Fraktion

Die Karbonate des jahreszeitlich geschichteten Abschnittes bestehen ausschließlich aus gefälltem Kalzit (Ca: Mg = 100 : 1). Die Korngröße der Kristalle liegt zwischen 1 und 70 µm, das Längen-Breitenverhältnis zwischen 1 : 1 und 2 : 1. Die Kristallränder sind unregelmäßig gestaltet, vermutlich infolge von Korrosion.

Die unter den Klastika Überwiegenden Quarze spielen im Sedimentaufbau eine untergeordnete Rolle. Die kantig-splittigen, von Rissen durchzogenen Körner zeigen oft undulöse Auslöschung. Sie stammen aus dem alpinen Material des Geschiebemergels der Umgebung. Die vertikale Verteilung und die Korngrößenentwicklung ändert sich im untersuchten Abschnitt nur wenig (3 - 20 Körner,  $\phi$  20 - 70 mm pro Blickfeld von 2,4 mm<sup>2</sup>). Glimmer sind viel seltener und etwa 1,5 mal größer. Schwerminerale treten nur sporadisch auf. Alle Körner scheinen wahllos eingestreut, was auf einen Windtransport während des ganzen Jahres hindeutet.

850 Jahre nach Beginn der gut zählbaren Schichtung etwa 8 400 Jahre v.h. (GEYH et al. 1970), wurde im Schleinsee der Tuff eines bisher nicht identifizierten Vulkanausbruches abgelagert. Die Tuffschicht ist ein bis drei Körner stark, die Korndurchmesser liegen zwischen 40 und 160  $\mu$ m. Das Material ist nicht mit dem des Laacher-Sees-Tuffes identisch, denn die Mehrzahl der Körner besitzt im Gegensatz zu diesen unter einer isotropenglasig-blasigen Rinde einen Plagioklaskern. Nach dem bisherigen Kenntnisstand stimmt der Materialbestand dieses Tuffes weitgehend mit demjenigen des altholozänen Ausbruches des "Puy Lacroix" (Chaîne des Puys) überein. Ein direkter Nachweis der Identität steht jedoch noch aus.

#### S t r u k t u r u n d T e x t u r

Während der über 4 000 Jahre andauernden Ablagerung der jahreszeitlich geschichteten Kalkmudde folgen über jeweils einer Kalkschicht in vorwiegend unstrukturierter organischer Substanz eingebettete Chrysophyceenzysten, dann Diatomeen, mineralischer Feindetritus und schließlich die zerfranste Unterkante der nächsten Kalkschicht. Diese beginnt mit großen Kristallen und endet nach raschem Übergang zu kleinen Kalzitkörnern mit scharfer Oberkante. Jedes Glied in diesem Grundschemata kann ganz oder teilweise ausfallen, durch Kondensation andere durchdringen und manchmal sogar seine Stellung in der Reihenfolge ändern. Im allgemeinen bleibt ein bestimmter Schichtungstyp für längere Zeit bestehen.

Die Chrysophyceenzysten sind von der vorbergehenden Kalkschicht deutlich getrennt abgelagert und nur selten mit den jahreszeitlich später auftretenden Diatomeen vergesellschaftet. Gewöhnlich finden sich die zentralen Diatomeen dicht unter oder ganz in der Kalkschicht. Die pennaten Diatomeen sind in ihrem jahreszeitlichen Vorkommen breiter gestreut, scheinen aber meist ein Frühjahrsmaximum zu haben. Diese Feststellungen am früh- und mittelholozänen Sediment stimmen gut mit dem jahreszeitlichen Auftreten der Diatomeen im rezenten Seewasser überein (VETTER 1938).

Die Korngrößenfolge innerhalb der Kalkschichten könnte durch Separation infolge unterschiedlicher Sinkgeschwindigkeiten großer und kleiner Körner hervorgerufen worden sein. Wahrscheinlich ist jedoch, daß auch während des Boreals und Atlantikums wie heute die im Spätfrühling und Frühsommer im Epilimnion entstandenen Kalzitkristalle im kühleren und CO<sub>2</sub>-reicheren Wasser zunächst aufgelöst werden. Während der sich dadurch allmählich einstellenden Ca (HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>-Sättigung im Tiefenwasser können zunächst die größeren Kristalle (40 - 70  $\mu$ m) die Korrosionsstrecke überwunden und den Boden erreicht haben, während kleinere zunächst noch unterwegs aufgelöst werden. Schließlich bleiben auch diese erhalten.

#### 3.2. Pollenanalytische Studien

Durch pollenanalytische Studien gelang MÜLLER (1962) der Nachweis der jahreszeitlichen Schichtung der Kalkmudde. Hierbei zeigte sich, daß in den dunklen Schichten Pollen der im Vorfrühling blühenden Gehölze wie Hasel, Ulmen und Erlen wesentlich häufiger sind als in den hellen Lagen, die bevorzugt Pollen der im Spätfrühjahr bis Sommer blühenden Linden, Tannen und Fichten enthalten. Die Verhältnisse der Pollenwerte der dunklen zu denen der hellen Schichten ließen sich mit den jeweiligen Blühterminen korrelieren.

Eine Verbesserung dieser Methode wurde jetzt dadurch erreicht, daß für die verschiedenen Pollenkörner in den Kalk- und Feindetritusfraktionen die absoluten Mengen pro Sedimentvolumen errechnet wurden. Durch Vergleich dieser Werte mit der zeitlichen Häufigkeitsverteilung der vorhandenen Pollenarten und sonstigen Mikroreste kann festgestellt werden, ob und bis wann die aus dem Epilimnion absinkenden Kalkkristalle am Seegrunde erhalten blieben. Dies ließ sich an 6 jahresgeschichteten Kalkmuddeproben mit Kalkgehalten von 72 %, 69 %, 60 %, 54 %, 35 % und 17 % gut zeigen, die auf Pollen, Sporen und andere Mikroreste ausgezählt wurden. Proben mit Kalkgehalten unter 10 % erwiesen sich für diese Methode als unbrauchbar, da sich die dunklen Schichten nicht mehr vollständig voneinander lösten.

Die Ergebnisse dieses quantitativen Versuches sind in Abb. 2 dargestellt. Auf der Ordinate sind die heutigen mittleren Blühterminen der einzelnen Arten, Gattungen bzw. Familien eingetragen, auf der Abszisse die Verhältnisse der einzelnen Pollenformen der dunklen zu denen der hellen Teilschichten. Die Werte derselben Proben sind im Diagramm verbunden.

Deutlich ist zu erkennen, daß die Pollen der im Vorfrühling blühenden Gattungen und Familien und des im Herbst blühenden Efeus (Nedera) in den dunklen Teilschichten prozentual stärker hervortreten als in den hellen kalkigen Schichten.

Unter Berücksichtigung der Fallzeit der Pollenkörner, die beträchtlich unter einem Monat liegen muß, wird der Beginn der Kalkerhaltung für die Proben mit 72 %, 69 % und 60 % Kalkgehalt von Mitte Mai bis Anfang Juni, für diejenigen mit 54 % und 35 % Kalkgehalt für Juli bis August und für 17 % erst Ende August oder Anfang September anzunehmen sein.

#### 4. Quantitativ-sedimentologische Ergebnisse

##### 4.1. Glühverlustbestimmungen

Um den starken Wechsel in der Zusammensetzung des Sediments innerhalb kurzer Zeitabschnitte erfassen zu können, wurden von je einem Profil aus dem Schleinsee und dem benachbarten Degersee parallel zur pollenanalytischen Bearbeitung, in 1 cm Abschnitten Glühverlustbestimmungen durchgeführt. Dazu wurden die Proben bei 105°C getrocknet und bei 550°C und 900°C geglüht. Der Glühverlust bei 550°C wurde der zersetzten Menge an organischen Substanzen zugeschrieben, der Gewichtsverlust zwischen 550 und 900°C dem CO<sub>2</sub> des Kalziumkarbonates, woraus sich der Kalkgehalt durch Multiplikation mit 2,27 ergibt. Der Glührückstand bei 900°C, reduziert um die aus dem 550/900°C-Glühverlust errechnete CaO-Menge, ist ein Näherungswert für den Anteil der kalkfreien mineralischen Substanz. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in Abb. 3 dargestellt.

##### 4.2. Sedimentrate und differentieller Profilzuwachs

Während die Glühverlustbestimmung nur relative Werte liefert, ergibt die Bestimmung der Sedimentraten absolute Angaben über die im Sediment jährlich festgelegten Stoffmengen. Dabei werden die folgenden Anteile berücksichtigt: feindetritische Fraktion (F), kalkige Fraktion (K), mineralische Fraktion (A), sowie deren Summe (T) im Vergleich mit dem "differentiellen Profilzuwachs" in mm/Jahr in Abb. 4 dargestellt.

Wie Abb. 3 und 4 beweisen, darf der von uns definierte differentielle Profilzuwachs (in mm/Jahr) ebenfalls nicht als konstant angesetzt und damit die Profiltiefe als relative lineare oder auch exponentielle Zeitskala aufgefaßt werden. Außer den Schwankungen der Sedimentrate geht hier die unterschiedliche Kompaktion des verschiedenartig zusammengesetzten Sedimentes ein, so daß nicht mit einer einfachen Exponentialfunktion für die nach unten zunehmende Setzung (bzw. Wasserauspressung) gerechnet werden kann: Sand, Kalk und Kieselschalen setzen der Kompaktion einen erheblich größeren Widerstand entgegen als die organische Substanz. Auch bei letzterer ergeben sich Unterschiede, die von ihrer Lagerung und Zusammensetzung abhängen, also z.B. von der gallertigen Matrix, Anhäufungen von Blättern, Cladocera-Schalen, Pollen und Sporen.

Wie gefährlich es ist, bei fehlender jahreszeitlicher Schichtung den Mächtigkeiten von untersuchten Profilabschnitten ersatzweise die Eigenschaft von Zeitskalen zuzuerkennen, illustriert die Abb. 3, in der neben den aus den Glühwerten ermittelten Verhältnissen der organischen Substanz, Kalk und reduzierter Asche (a) dem differentiellen Profiltzuwachs (b), der Sedimentrate (=Sedimentzuwachsrate) (c) auch der integrierte Profiltzuwachs (d) dargestellt ist. Quantitativ gesehen ergeben sich für den Schleinsee bei der Annahme einer konstanten Sedimentrate und einer exponentiellen Kompaktion Unterschiede zwischen den scheinbaren und den absoluten Altern bis zu 850 Jahre.

##### 5. Sedimentgenetische Aussagen aufgrund von Isotopendaten

Die Differenz zwischen den  $^{14}\text{C}$ -Alterswerten gleichalter limnischer und terrestrischer Substanzen wird nach den bisherigen Vorstellungen vom "Hartwassereffekt" [1] bestimmt. Schon früh war erkannt worden, daß die  $^{14}\text{C}$ -Konzentration von Wasserpflanzen und im Grundwasser gelöster Kohlensäure um 10 bis 25 % (Mittel 15 %) unter der  $^{14}\text{C}$ -Konzentration des atmosphärischen Kohlendioxyds liegt, weil bei der Grundwasserneubildung fossiler,  $^{14}\text{C}$ -armer Bodenkalk von Einfluß ist [13]. Die Werte wurden auf den gesamten limnischen Bereich übertragen, und daher wurde auch der  $^{14}\text{C}$ -Gehalt kalkhaltiger Mudden um bis zu 15 % kleiner als jener terrestrisch-organischer Substanzen angesehen, was bis 1300 Jahre zu große  $^{14}\text{C}$ -Modell-Alter gibt.

Die Notwendigkeit, unsere Kenntnisse über die Zuverlässigkeit der  $^{14}\text{C}$ -Altersbestimmungen an Kalkmudden zu erweitern, ergab sich nach dem ersten Versuch Stuivers [16], mit ihrer Hilfe die Eichkurve der  $^{14}\text{C}$ -Zeitskala [18, 19, 20] bis zum Ende des Spätglazials zu verlängern. Bei Annahme einer über längere Zeit nahezu konstanten Sedimentationsrate folgte aus seinen Untersuchungen, daß die Abweichung der Radiokohlenstoff- von der konventionellen Zeitskala zur Grenze Pleistozän/Holozän hin weiter zunimmt.

Eigene Untersuchungen wurden 1968 an Sedimenten des Schleinsees begonnen. Sie boten die Möglichkeit, die Stuiverschen Ergebnisse auf ihre allgemeine Gültigkeit zu überprüfen und nebenbei einige, noch wenig überschaubare, limnische Prozesse der Vergangenheit zu studieren.

Ein Vergleich der Ergebnisse der  $^{14}\text{C}$ -Altersbestimmungen an den jahresgeschichteten Feindetritus- und Kalk-Fractionen der Schleinsee-Proben und der von SUESS untersuchten dendrologisch datierten Hölzer deutet auf einen sich allmählich vergrößernden Altersunterschied zwischen der konventionellen und der Radiokohlenstoff-Zeitskala hin, was mit STUIVER's Ergebnissen übereinstimmt.

Die  $^{14}\text{C}$ -Alter der Kalkfraktion sind fast stets kleiner als die der zugehörigen organischen Fraktion. Eine Erklärung ist, daß der feindetritische Anteil, der sich aus ganzjährig, aber bevorzugt Ende März bis Anfang August gebildetem, organischem Material zusammensetzt, eine  $^{14}\text{C}$ -Konzentration hat, die nahezu mit der im Seewasser gelösten, freien und gebundenen Kohlensäure übereinstimmt (Hartwassereffekt). Dagegen wurde der im Sediment erhalten gebliebene Kalkanteil ausschließlich im Epilimnion und während einer relativ kurzen Zeitspanne im Spätsommer bis Frühherbst gebildet, in der das  $\text{CO}_2$  in den obersten Seeschichten zu einem beträchtlichen Teil aus der Luft stammt. Hierbei spielt Isotopenaustausch eine Rolle, der die  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte und die  $^{14}\text{C}$ -Konzentrationen der freien und gebundenen Kohlensäure im wegen der tageszeitlichen Temperaturveränderungen laufend durchmischten Epilimnion gegenüber den entsprechenden Werten des von ihm durch die thermische Sprungschicht getrennten Hypolimnions erhöht. Im Extremfall könnte deshalb der  $^{14}\text{C}$ -Gehalt der in dem Oberflächenwasser gebildeten Kalkfraktion bis an die  $^{14}\text{C}$ -Konzentration des atmosphärischen Kohlendioxyds ansteigen.

Zeitabhängigkeit des Hartwassereffektes in Süßwasserseen

Eine Zeitabhängigkeit des Hartwassereffektes scheint sich aus dem zwischen 9100 und 2000 Jahre v.h. von 1400 auf 950 abnehmenden Altersabstand zwischen den Kurven der Feindetritus- und Kalkfraktion für den Schleinsee abzuleiten, was im Zusammenhang mit dem allmählichen Anstieg der  $^{13}\text{C}$ -Werte gesehen werden kann. Er entspricht einer anteiligen Erhöhung von atmosphärischem  $\text{CO}_2$  im Kohlensäure-Chemismus des Seewassers. Als Ursache kommt in erster Linie die zunehmende Eutrophierung des Sees und die beträchtliche Vergrößerung des Verhältnisses zwischen Oberfläche und Volumen des Schleinsees als Folge der Sedimentablagerung in Betracht. Die zeitliche Abhängigkeit des Hartwassereffektes im Schleinsee dürfte daher kein klimatisch bedingtes, grundwasserspezifisches Ereignis wiedergeben.

Für die  $^{14}\text{C}$ -Datierung der Kalkfraktion von Kalkmudden ergibt sich, daß ihre  $^{14}\text{C}$ -Alter bis um maximal den ganzen Betrag des durch den Hartwassereffekt bedingten  $^{14}\text{C}$ -Defizits, also 0 - 18 % oder entsprechend 0 - 1600 Jahre, zu alt sein können und deshalb untereinander kaum vergleichbar sind. Dagegen lassen sich die  $^{14}\text{C}$ -Daten der Feindetritus-Fraktion eines Sees eher korrelieren, weil ihre Altersverschiebung nur wenig zwischen 600 - 1300 Jahre variiert. Dies trifft selbstverständlich nur zu, wenn der Wasserchemismus des Sees vom Kalciumbicarbonat bestimmt wird, kein umgelagertes Material enthalten ist und nur unwesentliche Mengen organischer Substanz von Pflanzen stammen, die  $\text{CO}_2$  aus der Luft assimiliert haben.

Literatur:

- EINSELE, W. & VETTER, H. (1938): Untersuchungen über die Entwicklung der physikalischen und chemischen Verhältnisse im Jahreszyklus in einem mäßig eutrophen See (Schleinsee bei Langenargen). - Int.Rev.ges.Hydrobiol.u.Hydrogr. 36: 285-324
- FREY, D.G. (1962): Developmental history of Schleinsee. - Verh.internat.Verein. Limnol.14: 271-278
- GEYH, M.A. & MAIRHOFER, J. (1970): Der natürlich  $^{14}\text{C}$ - und  $^3\text{H}$ -Gehalt der Wässer. - Steirische Beitr.Hydrogeol.22: 63-81
- GEYH, M.A., MERKT, J. & MÜLLER, H. (1970):  $^{14}\text{C}$ -Datierung limnischer Sedimente und die Eichung der  $^{14}\text{C}$ -Zeitskala. - Naturwissenschaften 57: 564-567
- GEYH, M.A., MERKT, J. & MÜLLER, H. (1971): Sediment-, Pollen- und Isotopenanalysen an jahreszeitlich geschichteten Ablagerungen im zentralen Teil des Schleinsees. - Arch.Hydrobiol.69, 3, 366-399
- Klimaatlas von Württemberg, 1953
- LANG, G. (1952): Zur späteiszeitlichen Vegetations- und Florengeschichte Südwestdeutschlands. - Flora 139: 243-294, Jena
- MERKT, J. (1971): Zuverlässige Auszählungen von Jahresschichten in Sedimenten mit Hilfe von Groß-Dünnschliffen. - Arch.Hydrobiol.im Druck, Stuttgart 1971
- MERKT, J. & STREIF, H.J. (1970): Stechrohr-Bohrgeräte für limnische und marine Lockersedimente. - Geol.Jb. 88: 137-148, 5 Abb., Hannover
- MÜLLER, H. (1962): Pollenanalytische Untersuchung eines Quartärprofils durch die spät- und nacheiszeitlichen Ablagerungen des Schleinsees (Südwestdeutschland). - Geol.Jb. 79: 493-526, Hannover 1962
- Suess, H. (1970): The three causes of the secular carbon-14 fluctuations, their chronology. - Radiocarbon Variations and Absolute Chronology, ed. by I.OLSSON, Uppsala: 595-605
- STUIVEN, M. (1969): Evidences for the variation of the atmospheric  $^{14}\text{C}$  content in the late Quaternary. - Flint Symp., Yale University

- VETTER, H. (1938): Limnologische Untersuchungen über das Phytoplankton und seine Beziehungen zur Ernährung des Zooplanktons im Schleinsee bei Langenargen am Bodensee. - *Int.Rev.ges.Hydrobiol.u. Hydrogr.* 36: 499-561, Leipzig 1938
- GEYH, M.A., J.MERKT, H.MÜLLER & H.STREIF, 1974: Reconstitutions paléoclimatiques et paléoécologiques à partir de l'étude des sédiments lacustres de Allemagne méridionale. - *Soc. Hydrotechnique de France. XIIImes Journ. de Hydraulique, Question 1, Rapp.* 7, 1-7.
- MERKT, J., H. MÜLLER & H. STREIF, 1979: Stratigraphische Korrelierung spät- und postglazialer limnischer Sedimente in Seebecken Südwestdeutschlands. - *Schlussbericht Teil A des DFG-Forschungsvorhabens Str 142/2, 74 pp.* (n.publ.).

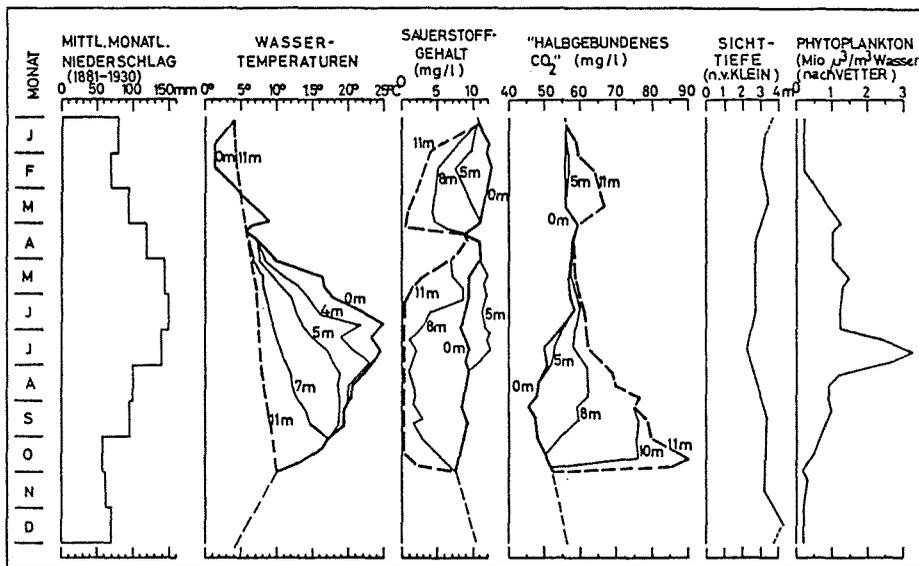


Abb. 1. Darstellung des mittleren monatlichen Niederschlages (nach Klimaatlas von Württemberg), der Seewassertemperaturen, des Sauerstoffgehaltes und der Konzentration an „halbgebundenem“  $\text{CO}_2$  für verschiedene Tiefen des Schleiensees vom Jahre 1935 sowie der Sichttiefe und des Phytoplanktongehaltes (nach EINSELE & VETTER 1938).

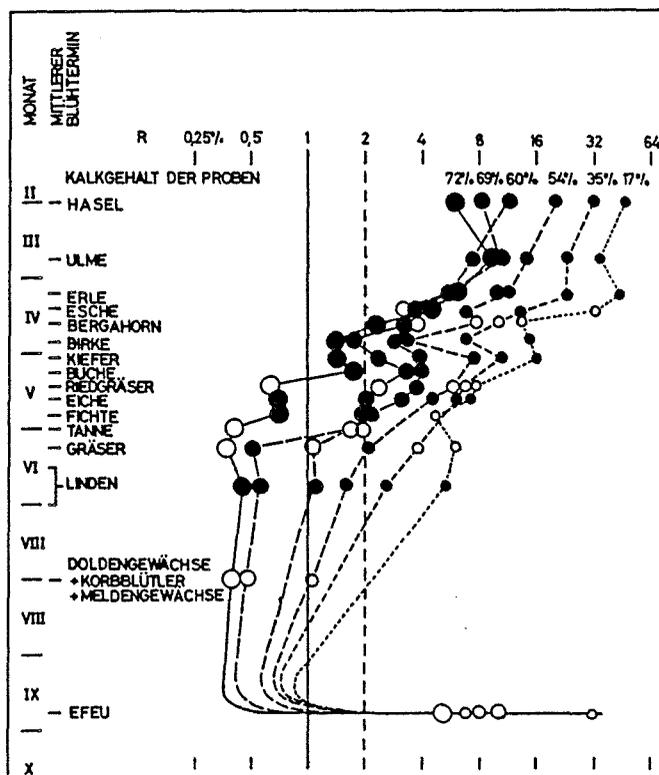


Abb. 2. Verhältnis „R“ der Pollenzahlen vom HCl-löslichen zum HCl-unlöslichen Probenanteil von 6 jahreszeitlich geschichteten Kalkmudden (weiße Kreise: unsichere Werte entsprechend weniger als 6 Pollenkörner pro Teilprobe; bei weniger als 3 Pollenkörner/Teilprobe erfolgte keine Eintragung).

(aus GEYH, MERKT & MÜLLER 1971)

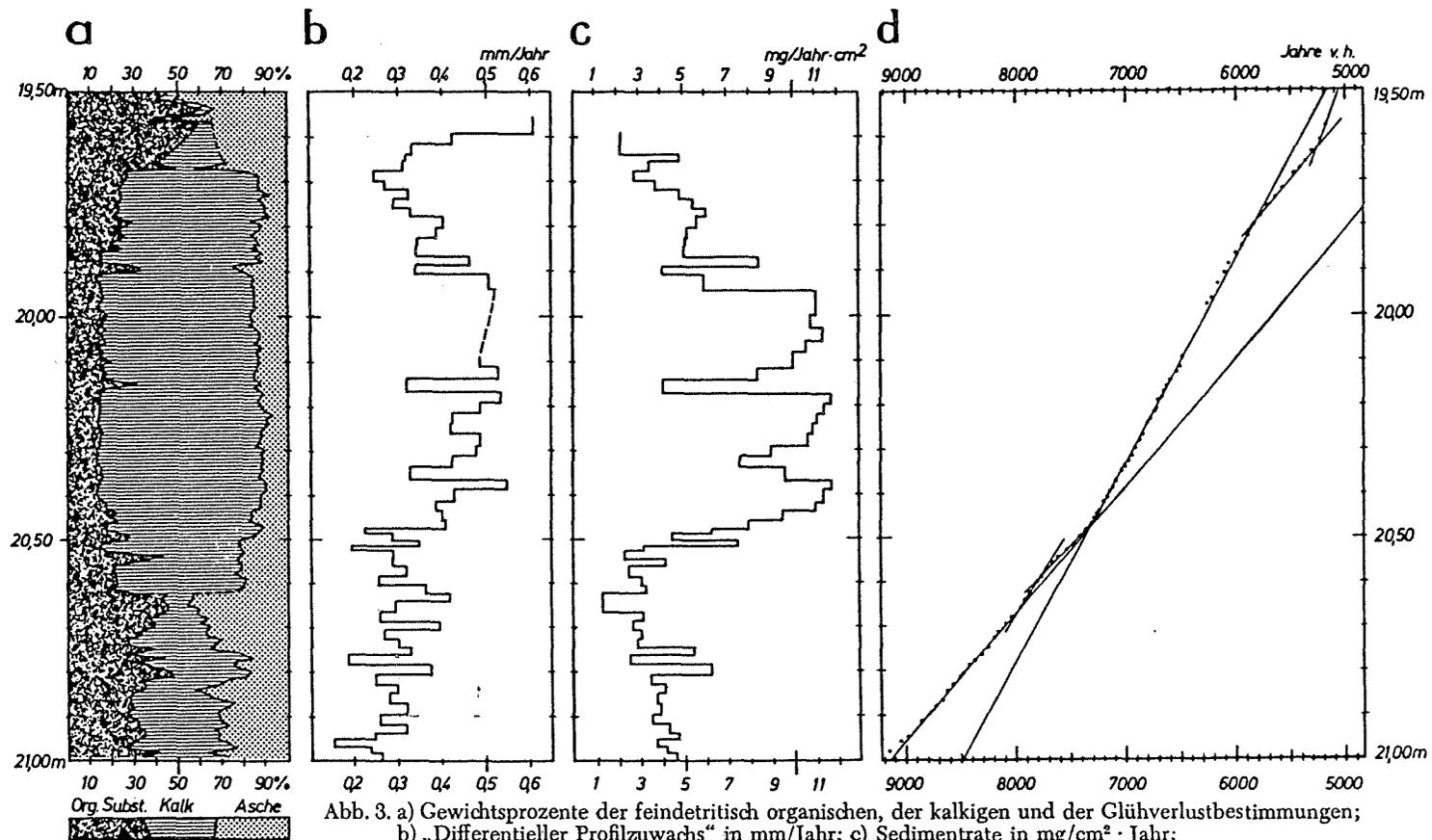


Abb. 3. a) Gewichtsprozent der feindetritisch organischen, der kalkigen und der Glühverlustbestimmungen; b) „Differentieller Profilzuwachs“ in mm/Jahr; c) Sedimentrate in mg/cm<sup>2</sup> · Jahr; d) „Integraler Profilzuwachs“ im schliffoptisch untersuchtem Zeitraum.

(aus GEYH, MERKT & MÜLLER 1971)

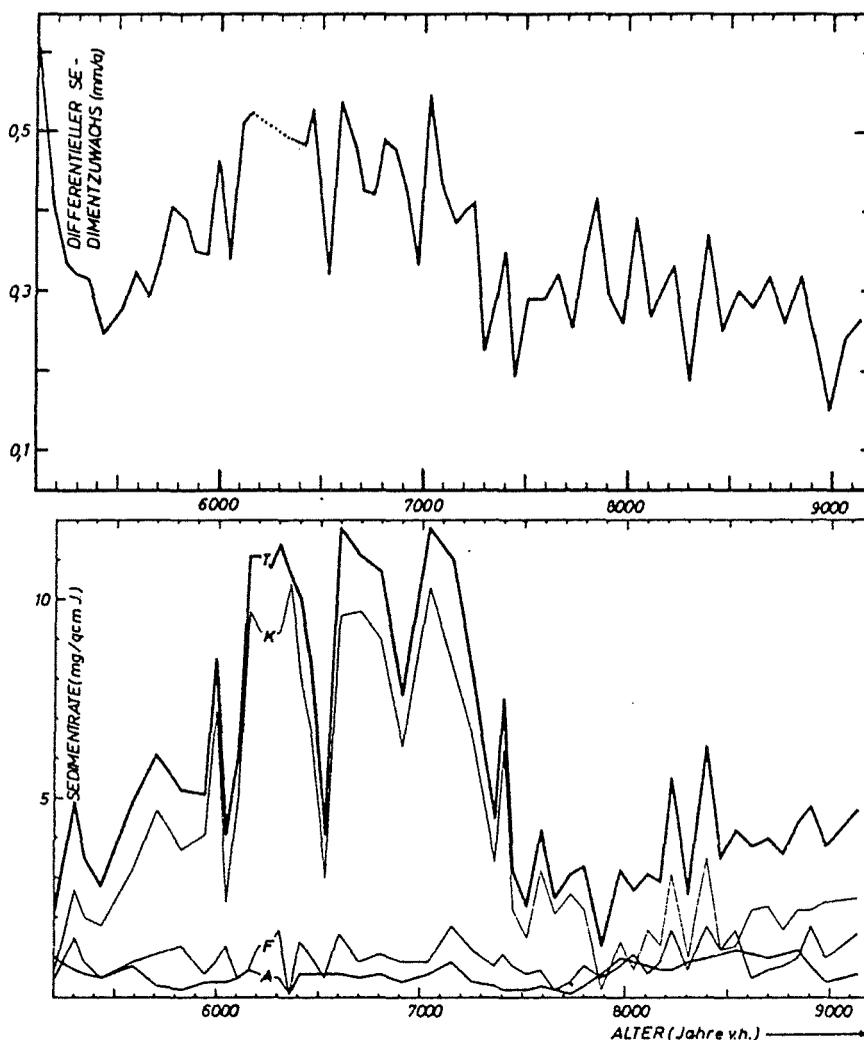


Abb.4. Sedimentrate in  $\text{mg}/\text{cm}^2$  Jahr der feindetritisch organischen (F), der kalkigen (K) und der mineralischen (A) Fraktionen sowie deren Summe (T) im Vergleich mit dem "differentiellen Profilzuwachs" in  $\text{mm}/\text{Jahr}$

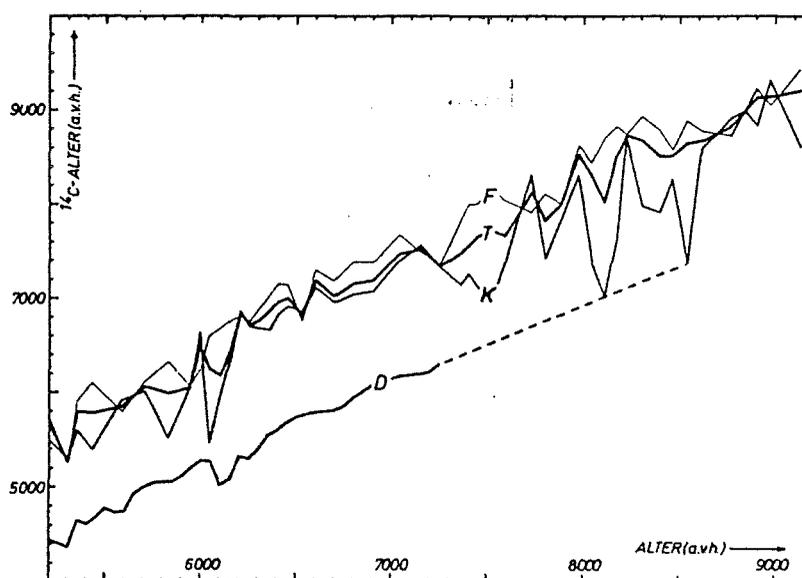


Abb.5.  $^{14}\text{C}$ -Alter (Jahre v.h.) der feindetritisch-organischen (F) und kalkigen (K) Fraktionen des Gesamtsedimentes (T) und dendrochronologisch datierter Hölzer (SUESS 1970) aufgetragen über der absoluten Zeitskala (Jahre v.h.)

(aus GEYH, MERKT & MÜLLER 1971)

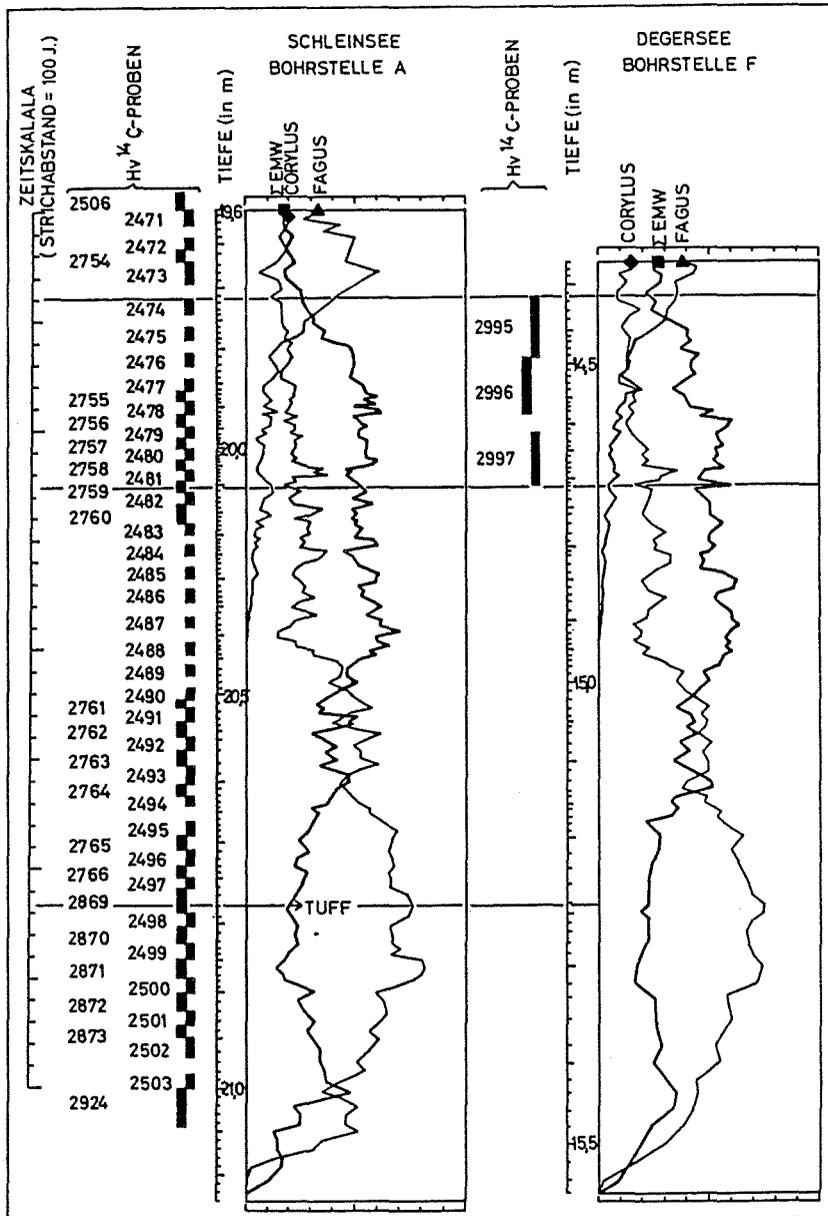


Abb. 7. Pollenkorrelation der borealen und atlantischen Ablagerungen aus dem Schleinsee und Degersee (Hasel-, EMW- und Buchenpollenkurve in % der Gesamtpollen-Summe).

(aus GEYH, MERKT & MÜLLER 1971)

RECONSTITUTIONS PALÉOCLIMATIQUES  
ET PALÉOÉCOLOGIQUES  
A PARTIR DE L'ÉTUDE  
DES SÉDIMENTS LACUSTRES  
DE L'ALLEMAGNE MÉRIDIONALE

M. A. GEYH  
J. MERKT  
H. MÜLLER  
H. STREIF  
1974

I. 7

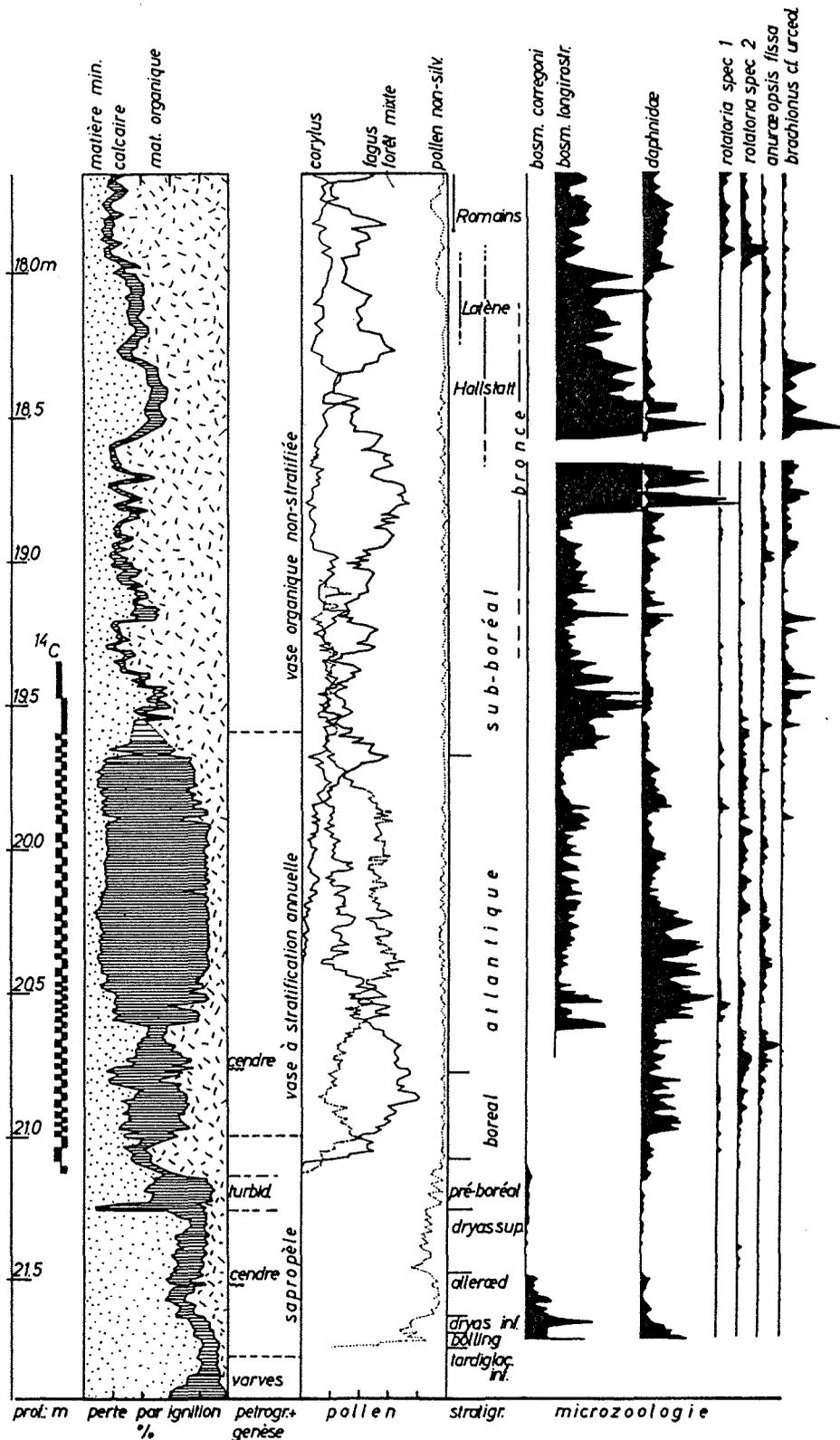


Fig. 2: partie inférieure des sédiments du Schleinsee central

FIG. 2. — Partie inférieure des sédiments du Schleinsee central.

