

Siedlungsarchäologie im Alpenvorland II

Mit Beiträgen von

ANDRÉ BILLAMBOZ, ECKHARD CZARNOWSKI,
STEFANIE JACOMET, SABINE KARG,
WOLFGANG OSTENDORP, MANFRED RÖSCH,
ULRICH RUOFF, HELMUT SCHLICHTHERLE,
EDITH SCHMIDT, PETER SUTER

1990

HERAUSGEBER: LANDESDENKMALAMT BADEN-WÜRTTEMBERG
ARCHÄOLOGISCHE DENKMALPFLEGE
SILBERBURGSTRASSE 193 · D-7000 STUTTGART 1

CIP-Titelaufnahme der Deutschen Bibliothek

Siedlungsarchäologie im Alpenvorland /
Landesdenkmalamt Baden-Württemberg. [Hrsg.: Landesdenkmalamt
Baden-Württemberg, Archäol. Denkmalpflege]. – Stuttgart : Theiss.
(Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte
in Baden-Württemberg ; ...)
NE: Baden-Württemberg / Landesdenkmalamt

2 (1990)
(Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte
in Baden-Württemberg ; Bd. 37)
ISBN 3-8062-0836-0
NE: GT

Redaktion und Herstellung

Dr. Christoph Unz mit Verlags- und Redaktionsbüro André Wais, Stuttgart

Produktion

Wilhelm Röck, Druckerei und Großbuchbinderei, Weinsberg

© Landesdenkmalamt Baden-Württemberg, Stuttgart. Alle Rechte vorbehalten.
Jegliche Vervielfältigung einschließlich photomechanischer Wiedergabe nur mit ausdrücklicher
Genehmigung des Landesdenkmalamtes Baden-Württemberg.
Printed in Germany: ISBN 3-8062-0836-0

Inhaltsverzeichnis

<i>Manfred Rösch</i> , Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen im Durchenbergried	9
<i>André Billamboz</i> , Dendrochronologische Daten jungsteinzeitlicher Pfahlbausiedlungen am Gnadensee (Bodensee)	65
<i>Eckhard Czarnowski</i> , Archäologische Ausgrabungen in der neolithischen Station Allensbach-Strandbad (Kr. Konstanz)	71
<i>Wolfgang Ostendorp</i> , Zur Stratigraphie und Sediment-Petrographie der Station Allensbach-Strandbad: Profilsäule E 6	75
<i>Manfred Rösch</i> , Pollenanalytische Untersuchungen in spätneolithischen Ufersiedlungen von Allensbach-Strandbad, Kr. Konstanz	91
<i>Sabine Karg</i> , Pflanzliche Großreste der jungsteinzeitlichen Ufersiedlungen Allensbach-Strandbad, Kr. Konstanz	113
<i>Manfred Rösch</i> , Zur subfossilen Moosflora von Allensbach-Strandbad	167
<i>Edith Schmidt</i> , Zur Wirbellosenfauna der Station Allensbach-Strandbad	173
<i>Helmut Schlichtherle</i> , Bohrungen und Oberflächenbegehungen in der Ufersiedlung Hegne-Galgenacker, Kr. Konstanz	181
<i>Manfred Rösch</i> , Hegne-Galgenacker am Gnadensee. Erste botanische Daten zur Schnurkeramik am Bodensee	199
<i>Manfred Rösch</i> , Botanische Untersuchungen in spätneolithischen Ufersiedlungen von Wallhausen und Dingelsdorf am Überlinger See (Kr. Konstanz)	227
<i>Edith Schmidt</i> , Untersuchung einer Wirbellosenfauna aus jungsteinzeitlichen Pfahlbausiedlungen in Wallhausen	267
<i>Ulrich Ruoff und Peter Suter</i> , Erste Tauchsondierungen in der Ufersiedlung Sipplingen-Osthafen am Überlinger See, Bodenseekreis. Mit einem Beitrag von Helmut Schlichtherle	279
<i>Stefanie Jacomet</i> , Veränderungen von Wirtschaft und Umwelt während des Spätneolithikums im westlichen Bodenseegebiet. Ergebnisse samenanalytischer Untersuchungen an einem Profilblock aus der Horgener Stratigraphie von Sipplingen-Osthafen (Tauchsondierung Ruoff 1980)	295
<i>Manfred Rösch</i> , Botanische Untersuchungen an Pfahlverzügen der endneolithischen Ufersiedlung Hornstaad-Hörnle V am Bodensee	325

Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen im Durchenbergried

MANFRED RÖSCH

1. Einleitung	9
2. Methoden	17
3. Ergebnisse	18
3.1 Lithostratigraphie	18
3.2 Pollenstratigraphie	19
3.3 Chronostratigraphie	24
3.4 Polleninflux	35
3.5 Glühverlust	37
4. Auswertung	39
4.1 Zur Holozänstratigraphie im Rheingletscher-Gebiet (submontane Stufe)	39
4.2 Zur Landschafts- und Besiedlungsgeschichte im westlichen Bodenseebecken	47
5. Zusammenfassung	60
6. Literaturverzeichnis	61

1. Einleitung

Für siedlungsarchäologische Untersuchungen, wie sie in neuerer Zeit an den altbekannten Pfahlbaustationen am westlichen Bodensee wieder aufgenommen wurden, ist die Verknüpfung von Siedlungs- und Landschaftsgeschichte eine wesentliche Voraussetzung.* Dazu bedarf es eines abgesicherten chronologischen Bezugsnetzes, das mit Hilfe stratigraphischer, pollenanalytischer, radiometrischer und dendrochronologischer Untersuchungen gewonnen wird. Nach einem Pollenprofil aus dem Feuerried bei Überlingen am Ried (Rösch 1985b) soll hier mit einem Profil aus dem Durchenbergried bei Güttingen, Stadt Radolfzell, Kr. Konstanz, von Seiten der Vegetationsgeschichte ein weiterer Beitrag zur Erstellung dieses Bezugsnetzes geliefert werden. Aufgrund von nunmehr fünf mit modernen Methoden erarbeiteten Standardpollendiagrammen, die teilweise eng radiometrisch datiert, jedenfalls aber exakt pollenstratigraphisch korrelierbar sind, ist es möglich, ein räumlich differenziertes Bild der Landschafts- und Besiedlungsgeschichte am westlichen Bodensee zu entwerfen. Zu den beiden erwähnten Diagrammen (zur Lage vgl. Abb. 1) kommen die Profile von Hornstaad (Rösch 1987b; in Vorber.), vom Mindelsee (Lang 1973; 1984) und von den Nussbaumer Seen (Rösch 1983; 1985a).

Das westliche Bodenseegebiet ist eine Traditionslandschaft palynologischer Forschung, wie aus der umfangreichen Liste einschlägiger Publikationen (Zitate bei Lang 1973. Rösch 1985b) hervorgeht. Für siedlungsarchäologische Fragestellungen sind diese älteren Untersuchungen vor allem wegen zu großer Probenabstände wenig aussagefähig. Im Zuge vermutlich eines Wanderfeldbaus hat man für die Jungsteinzeit mit ständigen kurzfristigen, lokalen Siedlungsverlagerungen zu rechnen, die pollenanalytisch nur faßbar werden, wenn der zeitliche Abstand von Probenhorizont zu Probenhorizont, der bei 10 cm räumlichem Horizontabstand 100 bis 200 Jahre beträgt, auf 10 bis 20 Jahre gesenkt wird. Dies bedeutet Beprobieren der Profile in 1 cm-Abstand und damit eine Verzehnfachung des Probenaufkommens. Im Durchenbergried wurde dies an einer mehr als 3 m langen lithologischen Sequenz – zwischen dem Mittleren Atlantikum und dem Beginn des Subatlantikums – praktiziert, wodurch ein geschlossenes Pollendiagramm (Firbas 1935) entstand. Durch entsprechend enge radiometrische Probenahme – mehr als 50 Radiocarbonaten im Profil – sollte eine möglichst genaue Datierung ermöglicht werden. Das Ergebnis dieser Datierungen wurde zusammen

* Für kritische Durchsicht des Manuskripts danke ich Frau Prof. Wilmanns, Freiburg.

mit der Lithostratigraphie und Entwicklungsgeschichte des Durchenbergrieds bereits vorgestellt (Rösch 1986).

Das Durchenbergried wurde für diese vegetationsgeschichtliche Untersuchung ausgewählt, weil Voruntersuchungen von Stark (1927), Lang (1973) sowie Göttlich/Klötzli (1975) eine mächtige ungestörte Sequenz kalkfreier Mudden und Torfe erwarten ließen, die gute Voraussetzungen für radiometrische und palynologische Untersuchungen bieten. Da für die engere Umgebung eine vergleichsweise spärliche, prähistorische Besiedlung erwartet wurde, sollte dieses Profil mit dem aus frühbesiedelter Umgebung stammenden Feuenried kontrastieren (Rösch 1985b). Wie nachfolgend gezeigt wird, erwies sich nur die erste Erwartung als zutreffend.

Das Durchenbergried liegt am Nordwestende des Bodanrück-Hügellandes, in unmittelbarer Nachbarschaft zu den naturräumlichen Einheiten Bodanrück-Höhen, Homburg-Höhen, Espasinger Niederung und Singener Niederung (Abb. 1). Wenig westlich des Durchenbergrieds stellt die Stahlinger Rinne die natürliche Verbindung zwischen der Espasinger Niederung und dem Untersee-Hegau-Becken dar und trennt zugleich die wenig siedlungs- und verkehrsgünstigen Homburg- und Bodanrück-Höhen. Das ganze Gebiet gehört zur Jungmoränenlandschaft des Rheingletschers (Abb. 2). Durch die Stahlinger Rinne flossen während des siebten Rückzugsstadiums des Rheingletschers im Spätwürm die Schmelzwässer vom Überlinger Lappen nach Süden zum Rhein (Schreiner 1973; 1974). Sie wird von Beckensedimenten ausgekleidet. An den Hängen der Homburg- und Bodanrück-Höhen steht Molasse (untere Süßwassermolasse, Meeresmolasse, Brackwassermolasse und obere Süßwassermolasse) an. Die Hochflächen sind von Grundmoräne bedeckt, ebenso der maximal 530 m hohe Durchenberg. Das Durchenbergried liegt an der Grenze zwischen Grundmoräne und einem südlich anschließenden Schotterfeld, das dem weiter östlich gelegenen Mindelsee-Zungenbecken vorgelagert ist. In diesem Gebiet befinden sich außer dem Durchenbergried fünf weitere Toteislöcher, darunter die drei Buchenseen (Abb. 3).

Die wichtigsten Bodentypen des hier umgrenzten Gebiets (Abb. 5) sind Geschiebemergel-Parabraunerden und Sand-Parabraunerden, in Hanglagen auch Pararendzinen oder Sand-Rendzinen, sowie Braunerden und Gleye auf Schuttfächern entlang der Talung von Stahringen (Schreiner 1973; zum Klima des Gebiets vgl. Lang 1973, 15 ff.).

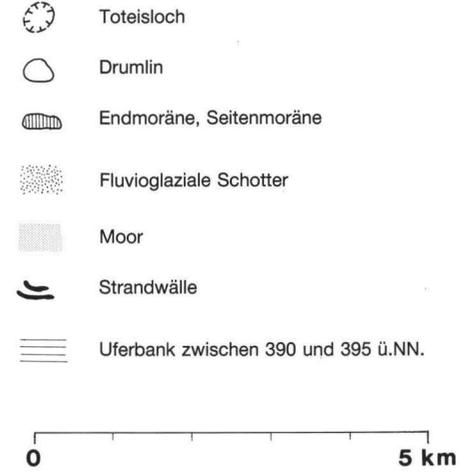
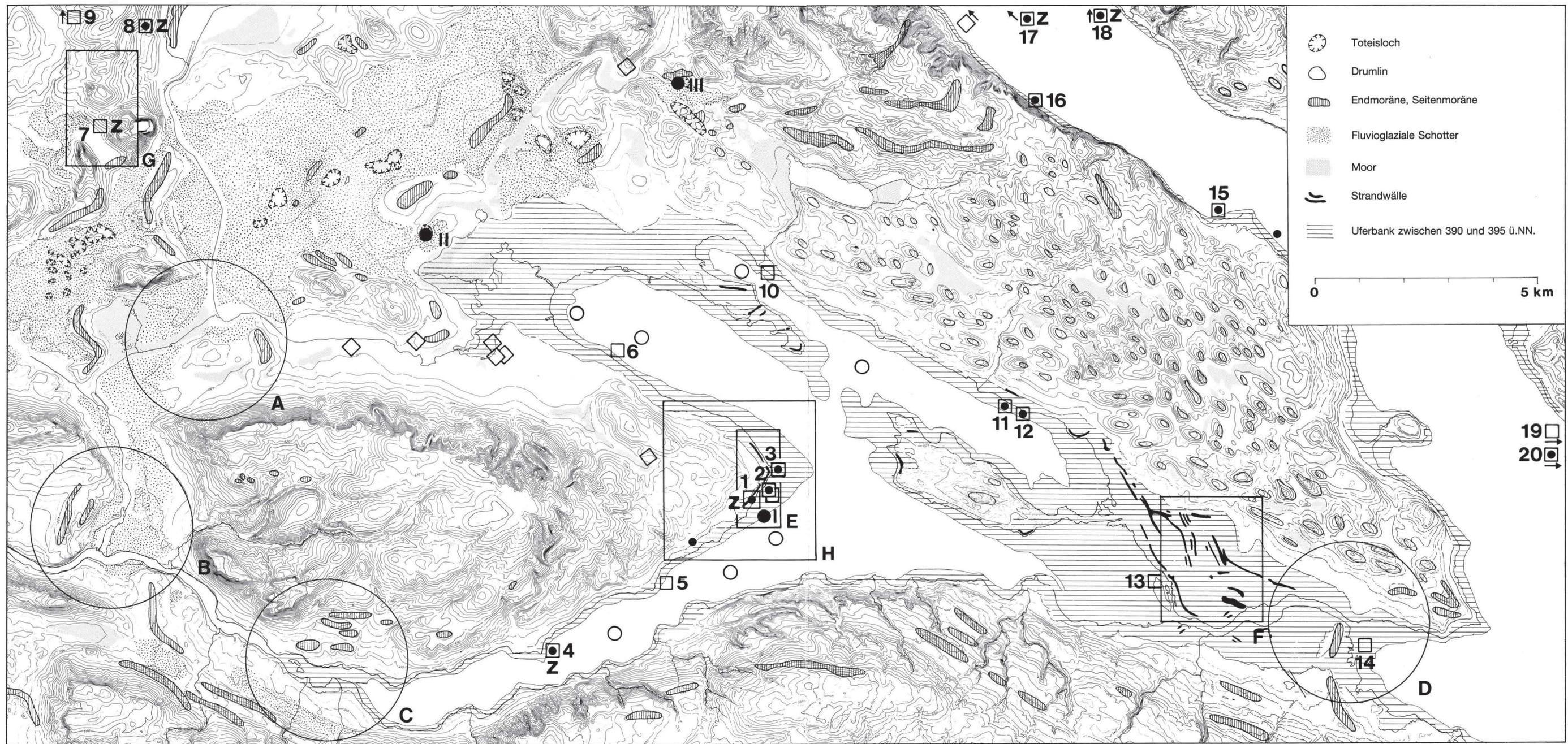
Als potentielle natürliche Vegetation (Abb. 6) nimmt Lang (1973, 187 ff.) Buchenwälder an, und zwar vorherrschend *Asperulo-Fagetum* (Waldmeister-Buchen-

Wald), kleinflächig *Luzulo-Fagetum* (Hainsimsen-Buchen-Wald) und *Carici-Fagetum* (Seggen-Buchen-Wald). An schattigen Steillagen stocken auf Molasse im Bereich der Homburg- und Bodanrück-Höhen *Aceri-Fraxinetum* (Ahorn-Eschen-Wald) in den Tälern, auch in der Stahlinger Rinne, *Alno-Fraxinetum* (Erlen-Eschen-Wälder). Von Natur aus waldfrei wären im Gebiet nur die Wasserflächen der Buchenseen und des Mindelsees sowie die Moore.

In der näheren Umgebung ist noch ein Drittel der Landschaft bewaldet, wenn man als Referenzfläche ein Quadrat von 3 km Seitenlänge mit dem Durchenbergried im Zentrum zugrundelegt. Diese Fläche wird von den Reutehöfen im Südwesten, dem Ort Stahringen im Norden und dem Mögginger Schloß im Südosten begrenzt. Dieses Gebiet sollte auch in der Vergangenheit das Hauptliefergebiet für den Pollenniederschlag im Durchenbergried gewesen sein (örtlicher Niederschlag, Umgebungsniederschlag und näherer Bereich des Nahflugniederschlags nach Firbas 1949, 20).

Auch die Wälder befinden sich nur zum kleinen Teil in einem naturnahen Zustand. Neben naturfernen, nadelholzreichen Forsten findet man, vor allem im Gebiet des Durchenbergs und des oberen Brandbühls, zu Hochwäldern durchgewachsene ehemalige Mittelwälder mit hohem Eichen- und Hainbuchenanteil. Das am Osthang der Homburg stockende *Aceri-Fraxinetum* (Ahorn-Eschen-Wald) ist besonders reich an Bergulme. Die offenen Flächen werden ackerbaulich oder als Gründland genutzt, sofern sie nicht bebaut sind. Am Südhang des Durchenbergs und im oberen Weidfeld bei Stahringen (Südosthang) finden sich großflächig verwilderte Streuobstwiesen mit einer artenreichen krautigen Vegetation, darunter Arten des submediterranen Elementes wie *Aristolochia clematitis* und *Inula conyza*. Auch in der Segetalflora treten, soweit diese nicht durch Pestizideinsatz auf die üblichen Trivialarten reduziert ist, thermophile Arten wie *Legousia speculum-veneris* auf, ebenso in den Waldsäumen (*Lithospermum officinale*).

Über die vor- und frühgeschichtliche Besiedlung im Raum Güttingen-Stahringen ist relativ wenig bekannt. Nach Taute (1977) frühneolithische, nach Schlichtherle (1978) jedoch eher dem Jungneolithikum vom Typ Hornstaad zuweisbare Mikrolithfunde beim Mooshof und zwischen Bodman und Espasingen liegen nördlich unseres Kartenausschnitts. In Ortslage Stahringen wurden vorgeschichtliche Scherben gefunden, die keine genauere Datierung erlaubten (Aufdermauer, mdl. Mitt.). Vom oberen Weidfeld südlich Stahringen ist eine frühbronzezeitliche und eine hallstattzeitliche Siedlung bekannt (Aufdermauer/Dieckmann 1984), von Güttingen ein hallstattzeitliches Grab (Fingerlin



- Archäologische Flächengrabung (DFG)
1 Hornstaad-Hörnle I
- ◇ Neu entdeckte Siedlungen
- Bohrungen für Pollen-Standarddiagramme
I Hornstaad-Hörnle
II Feuertied
III Durcheinbergried
- paläoethnobotanische Untersuchungen
- Σ zooarchäologische Untersuchungen
- Bohrungen für sedimentologisch/limnologische Untersuchungen

- Archäologische Sondagen und Rettungsgrabungen im Zusammenhang mit dem DFG-Programm (Landesdenkmalamt)
- 2 Hornstaad-Hörnle II/III
- 3 Hornstaad-Hörnle V
- 4 Wangen-Hinterhorn
- 5 Hemmenhofen-Im Bohl
- 6 Iznang-Unter Eichen
- 7 Hilzingen-Forsterbahn
- 8 Singen-Scharmenseewadel
- 9 Mühlhausen
- 10 Markelfingen-Große Espen
- 11 Allensbach-Strandbad
- 12 Hegne-Galgenacker
- 13 Wollmatingen-Langenrain
- 14 Konstanz-Frauenpfahl
- 15 Wallhausen-Ziegelhütte
- 16 Bodman-Blissenhalde
- 17 Bodman-Schachen
- 18 Sipplingen-Osthafen
- 19 Unteruhldingen
- 20 Hagnau-Burg

- Für die Wasserstandsgeschichte des Sees kritische Zonen
A Umlenkung der Radolfzeller Aach bei Rielsingingen
B Schotterfächer in der Bibernmündung
C Kalktuffbildungen in der Ausflussschwelle bei Stiegen
D Kalktuffbildungen in der Ausflussschwelle bei Konstanz
- Geologische Deckschichtenkartierung
E Strandwälle, Ufermorphologie um Hornstaad
F Strandwälle im Wollmatinger Ried
G Geologie/Pedologie im Altsiedelraum Hegau
H Geologie/Pedologie um Hornstaad

Abb. 1: Standardpollenprofile und andere Untersuchungspunkte des Projekts „Siedlungsarchäologische Untersuchungen im Alpenvorland“ im westlichen Bodenseengebiet.

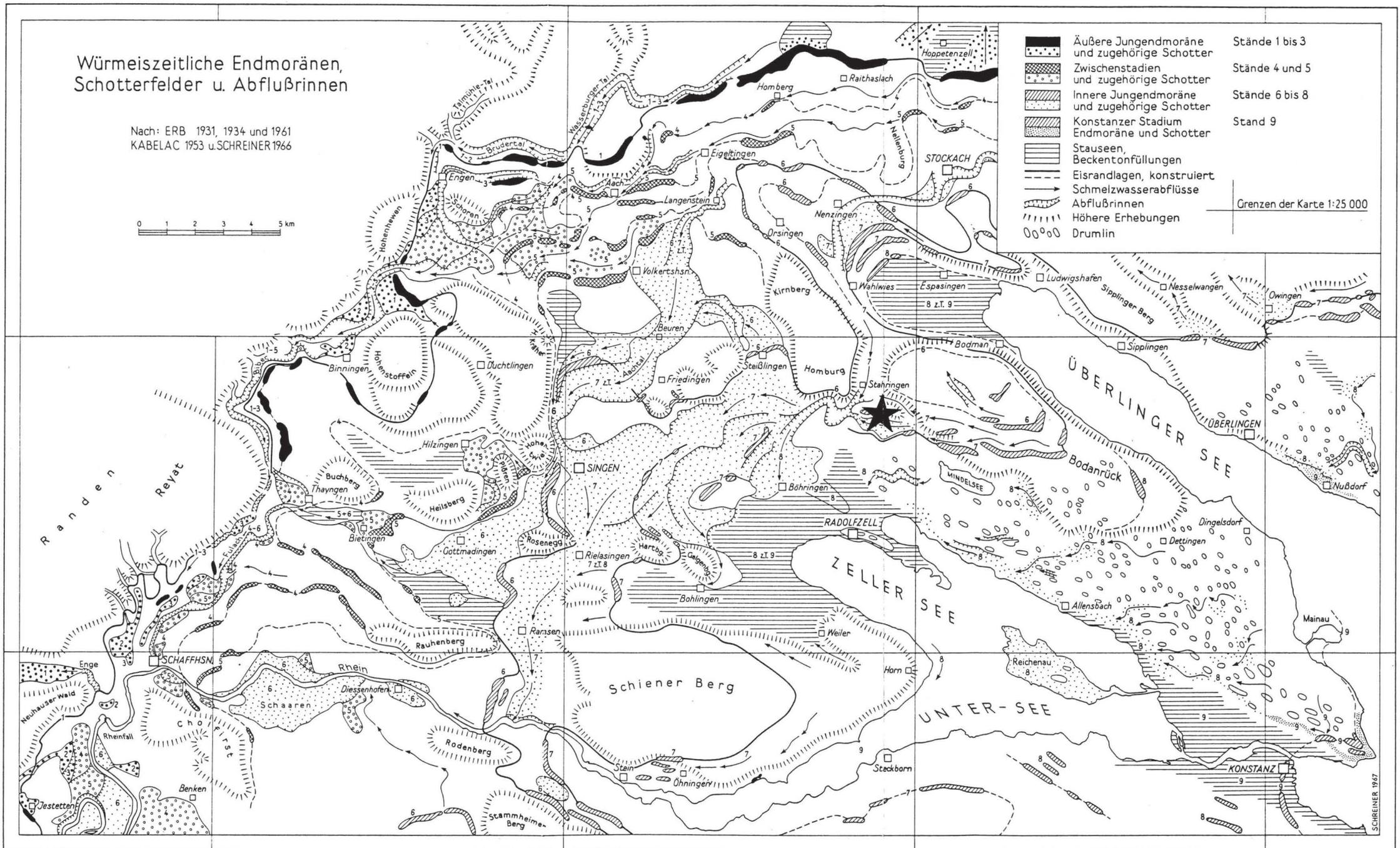
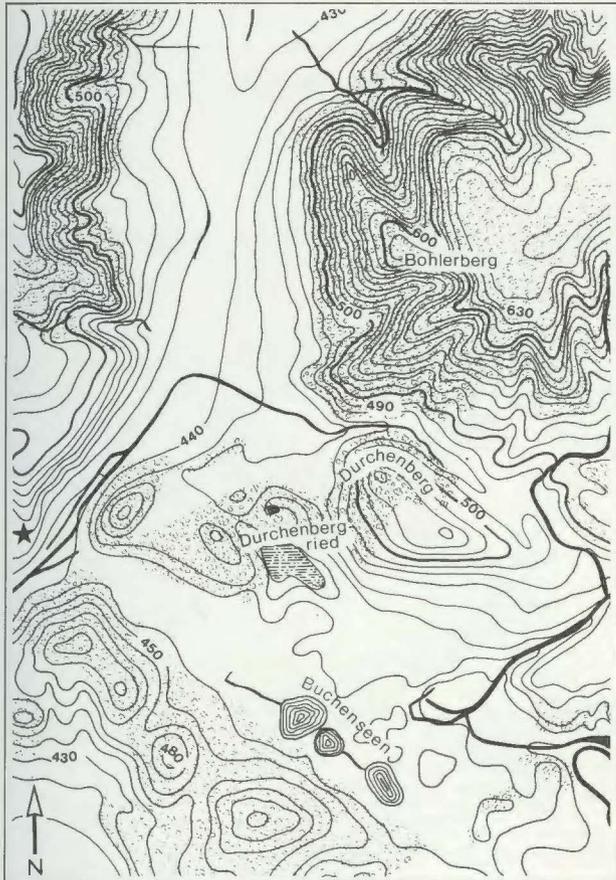


Abb. 2: Geomorphologische Karte von Hegau und Bodenseebecken (aus Schreiner 1974). Das Durchenbergried ist durch einen Stern markiert.



★Bronze-/eisenzeitliche Siedlung
Stahringen – Oberes Weidfeld

Abb. 3: Orohydrographische Karte der Umgebung des Durchenbergrieds mit rezenten Waldflächen. Kartengrundlage: Topographische Karte 1:25000, Blatt Singen.

1971) und ein großer Alamannenfriedhof (Aufdermauer/Dehn mündlich, Fingerlin 1971).

Das Durchenbergried selbst (Abb. 3) hat eine Ost-West-Ausdehnung von rund 250 m und eine Nord-Süd-Ausdehnung von 150 m. Diese Maße erklären sich dadurch, daß von einem annähernd kreisrunden Becken mit 150 m Durchmesser ein Ausläufer nach Südosten ausgreift. Die Mooroberfläche liegt 432 m ü. NN. Unmittelbar nördlich erheben sich die westlichen Ausläufer des Durchenbergs um bis zu 40 m über dieses Niveau. Auch südlich des Rieds steigt das Gelände steil auf 441 m NN und trennt dieses von 500 m südlich gelegenen Becken der Buchenseen, deren Wasserspiegel bei 430 m NN liegt.

Die lokale Moorvegetation wurde von Lang (1973, 119; 157; 164) beschrieben und im Profil dargestellt. Dort sind auch die floristischen Besonderheiten erwähnt. Im Zentrum des Moores wächst die im westlichen Bodenseegebiet nur an dieser Stelle vertretene Rote Torfmoosgesellschaft (*Sphagnetum magellanicum*), umgeben vom Fadenseggenmoor (*Caricetum lasiocar-*

pae), das die größte Fläche einnimmt. An den Rändern des Moores wächst ein Steifseggenried (*Caricetum elatae*) mit zahlreichen Eutrophierungszeigern. Der westliche und zentrale Moorteil ist mit Waldkiefern verbuscht, der östliche mit Grauweidengebüsch. Am Ostrand befindet sich eine Pappelanpflanzung. Stratigraphische Untersuchungen des Beckens wurden von Lang (1973, 157) und vom Verfasser (Rösch 1986) durchgeführt. Die Ergebnisse seien kurz zusammengefaßt: Die bis 10 m tiefe Hohlform mit steil einfallenden Rändern wird von Beckenton und -schluff unbekannter Mächtigkeit ausgekleidet. Darüber lagert kalkfreie Detritusmudde, die bis 3,5 m mächtig ist und zwischen dem Bölling und dem späten Atlantikum gebildet wurde. Auf eine dünne Lage Niedermoortorf (*Carex rostrata*-Torf) folgt im Zentrum Hochmoortorf (*Sphagnum magellanicum*-Torf), der 2 m Mächtigkeit erreicht. Darüber folgt, bis zu 3 m mächtig, Niedermoortorf (*Cyperaceae*-*Meesia*-*Amblystegiaceae*-Torf mit u. a. *Calliargon trifarium*), in den – vor allem zum Ostrand des Moores hin – mineralische Kolluvien un-

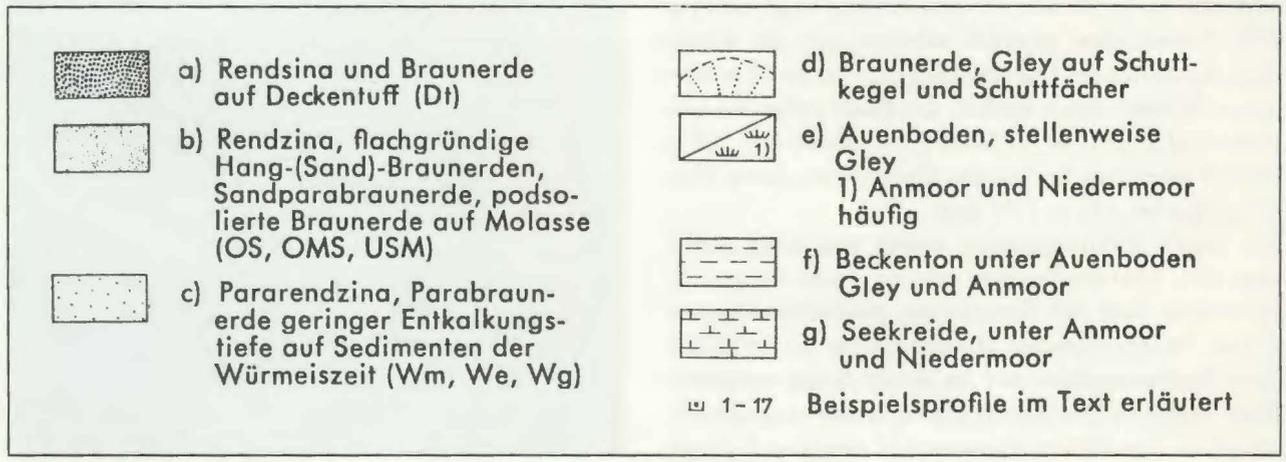
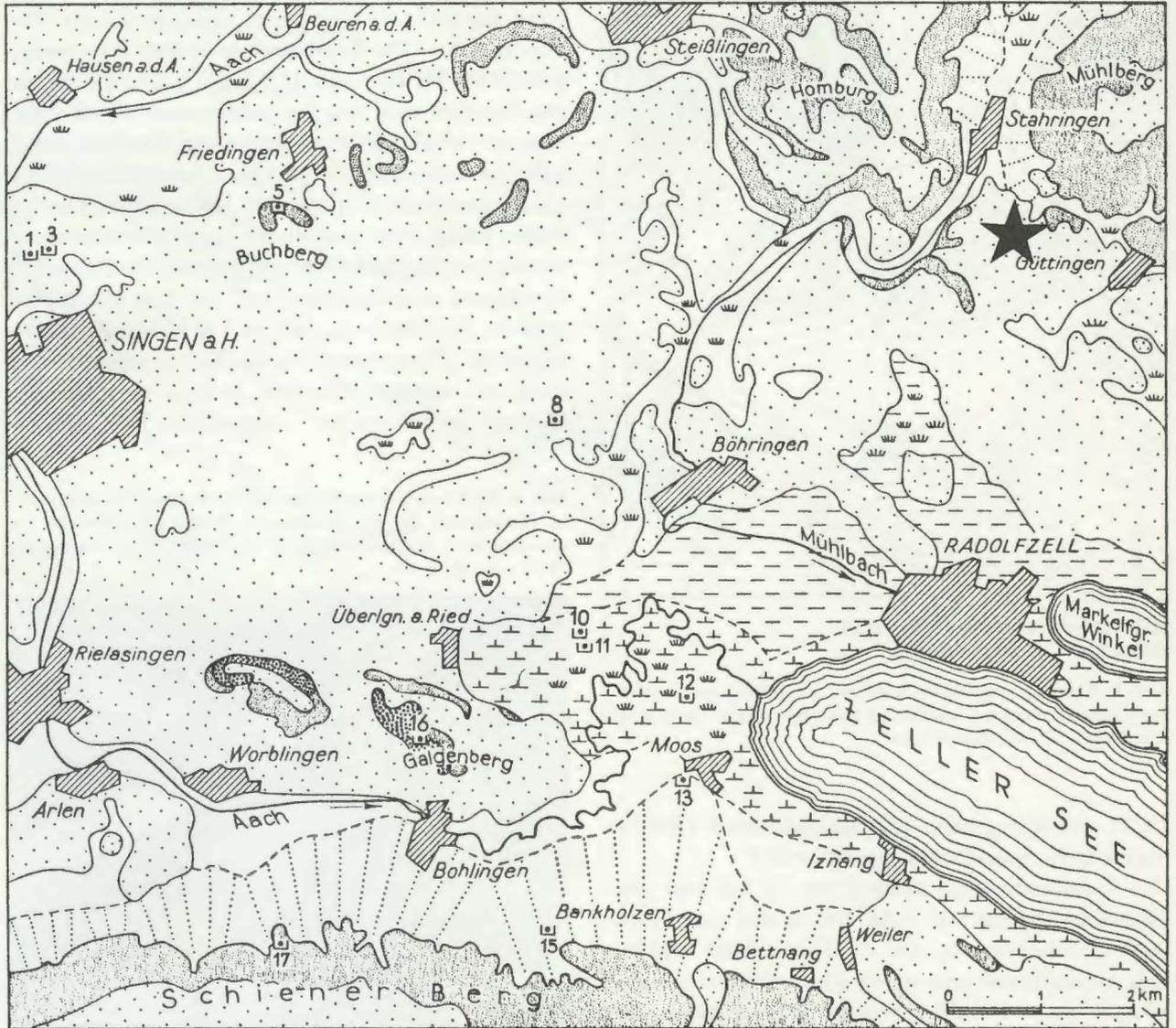
Abb. 4: Blick von Norden auf das Durchenbergried (Vordergrund), im Hintergrund die drei Buchenseen. Rechts die Autobahn Singen–Konstanz. Luftbild freigegeben durch Reg.-Präs. Stuttgart Nr. 39495 vom 28. 8. 85.



terschiedlicher Mächtigkeit eingelagert sind. Der Hochmoortorf wurde im frühen und mittleren Subboreal, der Niedermoortorf daran anschließend gebildet. Er weist im obersten Meter (Bildungszeit ab etwa 1500

BP) wieder einen höheren Anteil an Bleichmoosresten auf. *Sphagnum magellanicum* konnte hierin jedoch nur subrezent nahe der Oberfläche gefunden werden.

Abb. 5: Bodenkundliche Übersichtskarte L 8219 Singen/Htwl. (aus Schreiner 1983).



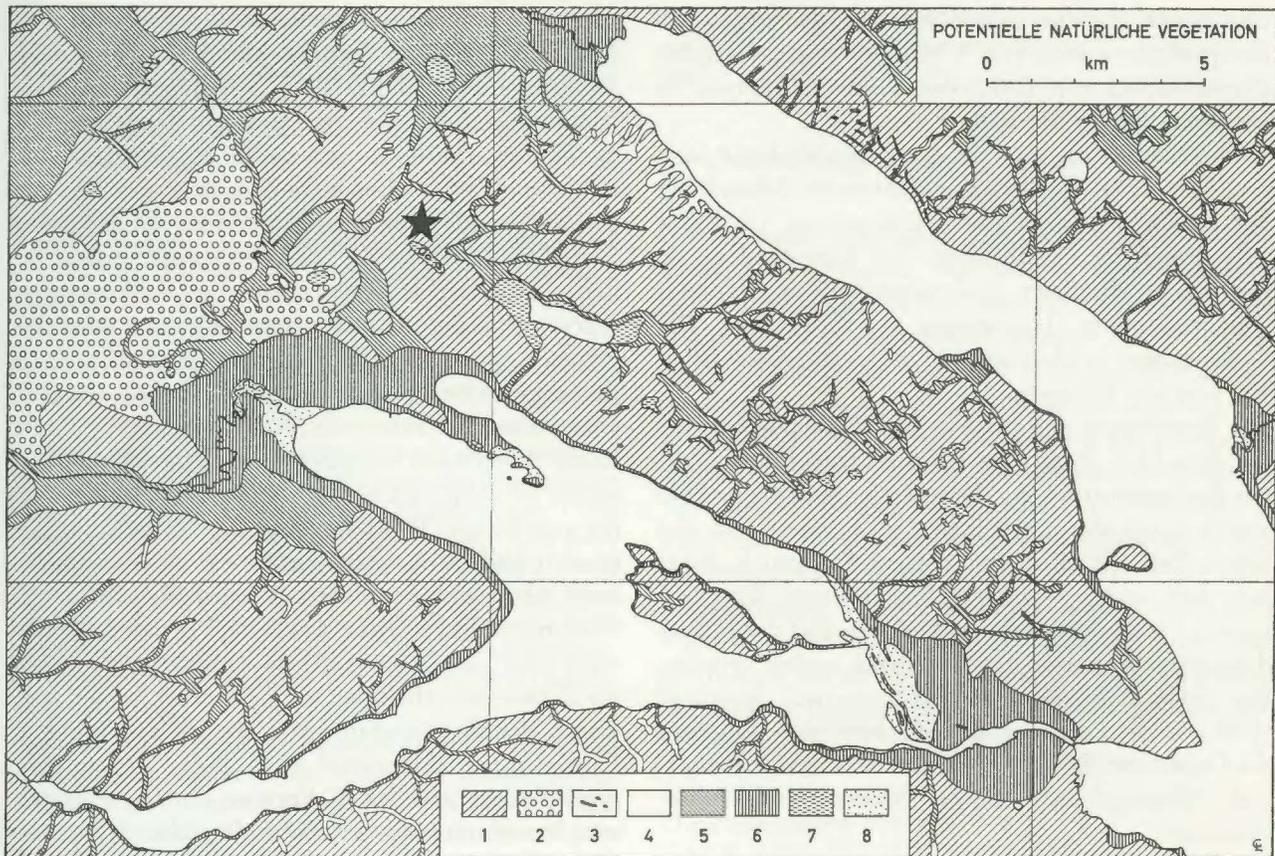


Abb. 6: Karte der potentiellen natürlichen Vegetation des westlichen Bodenseegebietes (aus Lang 1973). 1 Buchenwälder; 2 Traubeneichen-Hainbuchenwald; 3 Föhrenwälder; 4 Ahorn-Eschen-

wald; 5 Erlen-Eschenwälder; 6 Eichen-Ulmewald u. Silberweidenwald; 7 Moorvegetation; 8 Seggenried u. Röhricht am Bodenseeufer.

2. Methoden

Sämtliche gängigen Methoden paläoökologischer und paläohydrologischer Forschung sind neuerdings im „*Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology*“ (Berglund 1986) dargestellt. An diesem Standard orientierte sich auch die vorliegende Untersuchung; das Werk war bereits seit einigen Jahren als Tiposkript zugänglich.

Das Becken wurde zunächst entlang von drei Transekten in Abständen von 25 m mit dem „Russischen Torfbohrer“ sondiert. Die Profile wurden nach Troels-Smith (1955a) beschrieben und pollenanalytisch datiert. Die Ergebnisse dieser moorstratigraphischen Untersuchungen sind bei Rösch (1986) dargestellt. Daraufhin wurde 25 m westnordwestlich des Moorzentrums, an der Grenze vom Fadenseggenmoor zur Roten Torfmoosgesellschaft, mit dem Stechrohr-Kolbenbohrer (Merkt/Streif 1970) in 40 cm Entfernung zueinander zwei Profile entnommen, deren Kerngrenzen gegeneinander versetzt waren. Die Beprobung zur Pollenanalyse erfolgte bis 190 cm Tiefe am A-Kern, anschließend bis 890 cm Tiefe am B-

Kern, darunter wieder am A-Kern. Proben für Radiocarbonatierung wurden wie die Pollenproben immer am gleichen Kern entnommen. Für die Glühverlustbestimmung mußte aus Materialmangel teilweise auf den Parallelkern ausgewichen werden. Bei 50 von 51 aus dem Profil entnommenen Proben gelangen am Institut für Umweltphysik der Universität Heidelberg Radiocarbonatierungen (Ergebnisse siehe auch Rösch 1986).

Die Beckensedimente erwiesen sich ab 840 cm Tiefe als sehr pollenarm, weshalb auf ihre weitere Untersuchung verzichtet wurde. Darüber wurde das Profil bis 830 cm in Abständen von 1 cm, dann bis 800 cm in Abständen von 2,5 cm, bis 700 cm in Abständen von 5 cm, bis 560 cm in Abständen von 2,5 cm, bis 250 cm in Abständen von 1 cm und bis zur Oberkante in Abständen von 2,5 cm zur Pollenanalyse beprobt. Einige Probenverluste bei der Aufbereitung abgerechnet, ergaben sich so 480 Horizonte. Die Aufbereitung erfolgte unter Zugabe von Bärlappsporen-Tabletten (Stockmarr 1971). Vor der Aufbereitung wurden die bergfeuchten Proben auf einer Analysenwaage gewogen. Dies soll die Möglichkeit bieten, bei angenommenem konstantem spezifischem Gewicht (Kontrolle

über Glühverlust möglich) Abweichungen vom Standardprobenvolumen von 1 ml, die besonders beim Herausstechen von Torfproben auftreten können, zu erkennen und zu korrigieren.

Aufbereitet wurde mit der Acetolyse-Methode nach Erdtman (1934), bei Bedarf ergänzt durch Behandlung mit heißer Flußsäure oder Chlorierung (Erdtman 1934, Tatzreiter, unpubliziert). Der Rückstand wurde in Glycerin überführt. Analysiert wurde an Glycerin-Dauerpräparaten (Umrandung mit Nagellack). Die Pollensumme je Horizont lag in der Regel zwischen 400 und 500 Körnern.

Die Berechnung und graphische Darstellung erfolgte mit dem EDV-Programm Polprof (Tranquillini 1988) am Rechenzentrum der Universität Innsbruck. Dies wurde durch das freundliche Entgegenkommen von Herrn Prof. Dr. S. Bortenschlager, Innsbruck, möglich, dem hierfür ganz herzlich gedankt sei! Wegen zu großen Formats mußten das Prozent- und das Influxdiagramm in je vier Teildiagramme zerlegt werden. Die Berechnungsweise richtet sich nach Berglund (1986). In der Grundsumme sind außer den Gehölzen die Gräser und Kräuter enthalten. Sauergräser, Sumpfpflanzen und Wasserpflanzen sowie Sporen sind ausgeschlossen.

Die Segment- und Torfwachstumsraten zur Influxberechnung wurden, soweit möglich, aufgrund kalibrierter Daten ermittelt (Kalibration nach Pearson et al 1986, Stuiver et al 1986 sowie Kromer et al 1986). Der nicht kalibrierbare ältere Profiltteil wurde an den kalibrierten angehängt. Das bedeutet, daß alle nicht kalibrierbaren Daten um die Differenz zwischen konventionellem und siderischem Alter des ältesten kalibrierbaren Datums älter gemacht wurden. Kalibriert wurde jeweils das 1-Sigma-Intervall. Aus dem hieraus resultierenden siderischen Zeitintervall wurde dann für die räumlichen Datenmittelpunkte punktuelle Daten ausgewählt, die nach Abwägung aller denkbaren Gesichtspunkte als reales Alter am wahrscheinlichsten sind. Bei den unkalibrierten Daten wurde innerhalb des 1-Sigma-Intervalls entsprechend verfahren. Die Berechnung der Sedimentwachstumsraten erfolgt nach Eingabe einer inversionsfreien Reihe eindeutiger Zeit-Tiefen-Beziehungen durch das EDV-Programm. Der Glühverlust wurde nach Bengtsson (1986) ermittelt. Ausgewählte Proben in Abständen von durchschnittlich 20 cm wurden auf pflanzliche Großreste untersucht (Verfahren gemäß Wasylikowa 1986 und Grosse-Brauckmann 1986). Die diesbezüglichen Ergebnisse sind im einzelnen Rösch (1986) zu entnehmen.

Das Prozentdiagramm wurde in Pollenzonen (Cushing 1967, Birks 1973) gegliedert. Als Hilfsmittel zu deren Beschreibung diente die von Bastin (1979) vorgeschlagene Terminologie. Eine Pollenzone (= PZ)

entspricht somit einem Sedimentkörper, dessen Pollengehalt durch die Prädominanz eines bestimmten Pollentyps oder durch die Kodominanz einer bestimmten Kombination von Pollentypen gekennzeichnet ist und enthält wenigstens drei Horizonte. Profiltteile mit weniger als drei Horizonten oder mit sehr inhomogenem Pollengehalt zwischen benachbarten Horizonten wurden als Übergangszonen ausgeschieden. Tritt innerhalb einer Pollenzone bei konstanten Kurvenverläufen der dominierenden Art(en) eine charakteristische Veränderung des Pollengehalts bei subdominanten Arten ein, so wurde die Pollenzone dementsprechend in Subzonen (= SZ) unterteilt.

Diese Pollenzonen wurden mit den regionalen Pollenzonen (= RPZ) im nördlichen Rheingletschergebiet, die von Rösch (1986) aufgrund der bis dahin vorliegenden Pollendiagramme entwickelt wurden, korreliert. Abweichend von der dortigen Benennung mit Nummern für die Zonen und Ziffern für die Subzonen wird jetzt eine Nomenklatur vorgeschlagen, welche die Dominanzverhältnisse zum Ausdruck bringt. Aufgrund der Radiocarbonaten konnte das Profil in Chronozonen (Mangerud et al. 1974, Welten 1982) gegliedert werden. Die Kalibration der Daten erlaubt eine Korrelation mit den chronologischen Kulturstufen nach Strahm (1986).

Die Pollenzonen, regionalen Pollenzonen, Chronozonen und chronologischen Kulturstufen wurden im Influxdiagramm übernommen. Als vertikale Achse fungiert dort nicht mehr die Profiltiefe, sondern das siderische und, wo keine Kalibration mehr möglich, das konventionelle Alter. Der unkalibrierte untere Block wurde unmittelbar an den kalibrierten angehängt und wird dadurch älter als bei rein konventioneller Darstellung (vgl. oben!).

3. Ergebnisse

3.1 Lithostratigraphie

Da über die Sedimente und Torfe im Durchbergried bereits ausführlich berichtet wurde (Rösch 1986), sei hier nur die lithologische Sequenz des Profils GDU 1 kurz rekapituliert.

Zwischen 839 cm und 860 cm liegt Tonmudde mit ziemlich geringem organischem Anteil (siehe Glühverlustkurve Abb. 7), darunter folgt Beckenton, mit Schluff und Feinsand wechsellagernd. Da die Bohrung in 10 m Tiefe abgebrochen wurde, ohne daß der mineralische Untergrund erreicht wurde, ist die Mächtigkeit dieser Schichten nicht bekannt. Von 839 cm bis 474 cm wurde Feindetritusmudde gebildet.

Nach Ausweis der Großrest- und Pollenanalyse spielten bei ihrer Bildung hauptsächlich *Ceratophyllum demersum*, (Rauhes Hornblatt) daneben *Nymphaea alba* (Seerose) und diverse Laichkräuter, darunter *Potamogeton compressus*, sowie *Najas flexilis* (Biegsames Nixkraut) eine Rolle, später – bei bereits geringerer Wassertiefe – auch *Typha* sp., *Sparganium* sp., *Alisma* sp. und *Cladium mariscus* (Rohrkolben, Igelkolben, Froschlöffel und Sumpfschneide). Funde von *Potamogeton filiformis* (Fadenförmiges Laichkraut) und *Ranunculus sect. Batrachium* (Wasserhahnenfuß, in Tabelle 2 bei Rösch 1986 nicht erwähnt) im Ton belegen eine entsprechende Besiedlung des noch gletschertrüben Sees.

In 775 cm Tiefe ist in die Mudde der graue Laacher Bimstuff LST 5 (Frechen 1959. Van den Boogard 1983) eingebettet, aber so schlecht ausgebildet, daß er am Profil visuell nicht zu erkennen war, sondern nur mikroskopisch am Ausstrich. Von 474 cm bis 459 cm folgt im Hangenden Niedermoor- torf, in dem neben *Carex rostrata* (Schnabelsegge), *Carex pseudocyperus*, *Lycopus europaeus*, *Carex elata*, *Carex dioica* und *Carex panicea* (Zyperngrassegge, Wolfstrapp, Steife Segge, zweihäusige Segge und Hirssegge) auch das Moos *Drepanocladus cf. exannulatus* und als Vorboten der kommenden Entwicklung *Potentilla palustris* (Sumpfblutauge) und *Sphagnum magellanicum* (Mittleres Torfmoos) nachgewiesen wurden.

Von 459 cm bis etwa 305 cm besteht das Profil aus Bleichmoostorf, und zwar handelt es sich, soweit untersucht, ausschließlich um *Sphagnum magellanicum*. In diesem „Hochmoortorf“ sind als weitere Komponenten *Scheuchzeria palustris* (Blumenbinse), *Carex canescens* (Graue Segge), *Eriophorum vaginatum* (Scheidenwollgras), *Rhynchospora alba* und *Rhynchospora fusca* (Weiße und Braune Schnabelbinse), *Andromeda polifolia* (Rosmarinheide), *Oxycoccus palustris* (Moosbeere) und *Dosera* sp. (Sonnentau) nachgewiesen. Hiervon gelten zumindest *Scheuchzeria palustris*, *Carex canescens*, *Rhynchospora alba* und *Rhynchospora fusca* als Mineralboden-Wasser-Zeiger, wie sie in echten Hochmoortorfen nicht zu finden sind (Hölzer/Hölzer 1987), weshalb es sich beim Durchenbergried wohl nie um ein Hochmoor in strengem Sinn gehandelt hat, sondern um ein Übergangsmoor, was aufgrund seiner geringen Größe, der topographischen und geologischen Situation auch zu erwarten war.

Im oberen Bereich dieses Torfes wie auch im Hangenden sinkt der Glühverlust immer wieder stark ab (vgl. Glühverlustkurve, Abb. 9). Im Hangenden geht der Sphagnumtorf in Radizellen-Amblystegiaceen-Meesia-Torf über. Dieser Torf reicht bis zur Profiloberkante. Ab 100 cm Tiefe treten darin wieder *Sphagna* auf, doch handelt es sich nicht um *Sphagnum magellanicum*, das ja rezent im Zentrum des Durchenbergrieds vorkommt, sondern um eine Art aus der Subsecunda-Gruppe.

Im Niedermoor- torf wurden die Moose *Calliergon trifarium*, *Meesia triquetra*, *Drepanocladus revolvens/vernicosus*, *Drepanocladus cf. fluitans* und *Calliergonella cuspidata* nachgewiesen, dazu an höheren Pflanzen *Menyanthes trifoliata* (Fiebertee), *Utricularia* sp. (Wasserschlauch), *Typha* sp. und *Sparganium* sp. (Rohr- und Igelkolben), *Scheuchzeria palustris* (Blumenbinse), *Potentilla palustris* (Sumpf-Blutauge), *Carex panicea* (Hirssegge), *Carex dioica* (Zweihäusige Segge), *Potamogeton gramineus/polygonifolius* (Laichkraut), *Eriophorum* sp. (Wollgras), *Cicuta virosa* (Wasserschierling) und *Lycopus europaeus* (Wolfstrapp). Es handelt sich also beim Durchenbergried um ein Verlandungsmoor mit der li-

thologischen Abfolge: Beckenton – Mudde – Niedermoor- torf – Hochmoortorf (Übergangsmoor- torf) – Niedermoor- torf.

3.2 Pollenstratigraphie

Das Prozent-Diagramm Durchenbergried GDU 1 (Beilage 2–5) wurde, wie üblich, in Pollenzonen (Tab. 1) eingeteilt, die von unten nach oben mit arabischen Ziffern durchnummeriert wurden. Eine Pollenzone (= PZ) ist durch konstante Dominanzverhältnisse (Prädominanz einer oder Kodominanz derselben Arten, Bastin 1979) definiert und besteht aus wenigstens drei Horizonten. Tritt bei subdominanten Arten ein signifikanter Wechsel auf, so wird eine Pollenzone in Subzonen untergliedert (kleine Buchstaben hinter den Zonennummern). Kurze Übergangsphasen mit stark schwankenden Werten zwischen zwei Pollenzonen wurden in einzelnen Fällen als Übergangszonen aus- geschieden. Sie erfüllen die Kriterien für Pollenzonen (homogener Pollengehalt, mindestens drei Probenhorizonte) nicht.

Die Pollenzonen (Beilagen 2–5)

Teildiagramm 1

PZ 1 (840–835 cm): Artemisia-Poaceae-Betula-Zone
Prädominanz der Gräser, Subdominanz von Wermut und Birke, Baumpollenanteil bei 25% am Beginn der Zone ist der Birkenanteil geringer, am Ende höher.

PZ 2 (834–831 cm): Juniperus-Poaceae-Zone
Bei stark sinkenden Wermutwerten und schwach sinkenden Kurven von Gräsern und Birke steigt die Wacholderkurve kurzfristig auf 35% zur Kodominanz mit den Gräsern an.

PZ 3 (830–806 cm): Betula-Zone 1
Fast unvermittelt fällt die Wacholderkurve ab und die Birke wird prädominant. Folgende Subzonen (SZ 3a–3c) sind unterscheidbar. SZ 3a (830–824 cm): Nach kurzer Kodominanzphase mit den Gräsern wird die Birke prädominant mit Werten um 60%. Der Gräseranteil liegt bei 30%. SZ 3b (824–819 cm): Der Birkenanteil sinkt auf gut 50%. Wacholder, Wermut und die Gräser nehmen zu. Die Kiefernkurve steigt auf 5%. SZ 3c (819–806 cm): Der Birkenanteil liegt nun bei durchschnittlich 65%, der Gräseranteil nur noch wenig über 10%, Wacholder und Wermut unter 5%. Die kontinuierliche Kurve des Sanddorns endet. Der Kiefernanteil steigt von 5 auf gut 20%.

PZ 3–4 (806–801 cm, Übergangszone)

Der Horizont 802,5 cm entspricht in seinem Pollengehalt Subzone 3c, der Horizont 805 cm im Liegenden dagegen wäre aufgrund seines Pollengehalts (Kiefernprädominanz) in Pollenzone 4b oder 4c zu stellen. Da das Material nicht vom Kernende stammt, ist eine Störung beim Bohren auszuschließen. Ein sedimentgenetischer Prozeß, der Material aus einer jüngeren Schicht in eine ältere einlagert, ist schwer vorstellbar. Ebenso schwierig ist es, hinter diesem Kurvenverlauf eine Vegetationsentwicklung zu suchen.

PZ 4 (801–708 cm): Pinus-Zone 1

Die Kiefer ist meist prädominant, selten kodominant zusammen mit der Birke. Folgende Subzonen (SZ 4a–4d) werden unterschieden. SZ 4a (801–788 cm): Die anfangs bestehende Kiefernprädominanz wird durch Kiefernrückgang und Birkenzunahme zur Kodominanz beider. Der Gehölzpollenanteil liegt bei 80%. SZ 4b (788–758 cm): Die Kiefer ist prädominant mit durchschnittlich 65%, die Birke subdominant mit im Schnitt knapp 20%. Von den Pioniersträuchern weist nur noch der Wacholder eine geschlossene Kurve auf. Trotz unruhigem Kurvenverlauf kann man bei der Kiefer steigende, bei der Birke fallende Tendenz erkennen. SZ 4c (758–733 cm): Die Kiefer ist prädominant mit durchschnittlich 80%, die Birke subdominant mit nurmehr 10%. Der NBP-Anteil ist nur am Übergang 4b/c erhöht (gut 20%), sonst wenig über 10%. SZ 4d (733–708 cm): Der Kiefernanteil ist auf durchschnittlich 60% gesunken der Birkenanteil auf 30% gestiegen. Weide und Pappel setzen erneut mit kontinuierlichen Kurven ein.

PZ 5 (708–671 cm): Betula-Pinus-Zone 1

Bei Werten von $45 \pm 10\%$ sind Kiefer und Birke kodominant. In der oberen Hälfte der Zone setzen Hasel, Ulme und Erle mit geschlossenen Kurven ein. Die Birke gewinnt hier gegenüber der Kiefer ein leichtes Übergewicht.

PZ 5–6 (671–664 cm, Übergangszone). Über nur drei Horizonte sinken die Kurven von Birke und Kiefer von 40% auf 25% und 20%, die der Hasel und des Eichenmischwaldes steigen von weniger als 5% auf 25% und 15%. Die Wacholderkurve wird diskontinuierlich.

PZ 6 (664–629 cm): Corylus-Zone

Sie wird untergliedert in SZ 6a–6c. SZ 6a (664–651 cm): Kodominanz von Hasel, Birke, Kiefer und Eichenmischwald, aber Hasel deutlich dominierend (um 33%). SZ 6b (651–644 cm): Hasel ist prädominant (um 40%), Eichenmischwald, Birke und Kiefer subdominant. SZ 6c (644–629 cm): Hasel ist prädominant (um 50%), der EMW (= Eichenmischwald) subdominant (25–30%). Birke und Kiefer liegen unter 10%. Die kontinuierlichen Kurven von Pappel und Weide enden, die der Esche beginnt.

PZ 6–7 (629–624 cm, Übergangszone)

Kodominanz von Hasel und EMW über zwei Horizonte, wobei zuerst der EMW, dann die Hasel dominiert. Die Wertkurve wird subkontinuierlich.

PZ 7 (624–531 cm): EMW-Zone

Sie wird untergliedert in SZ 7a–7d. SZ 7a (624–601 cm): Der Eichenmischwald dominiert. Im unteren Teil der Subzone ist er prädominant, die Hasel subdominant (etwa 48% zu 35%), im oberen Teil sind beide kodominant (etwa 46% zu 37%). Der obere Teil weist weniger Eiche, aber mehr Linde und Esche auf als der untere. SZ 7b (601–591 cm): Zunächst EMW-Prädominanz (um 55%) und Haselsubdominanz, dann Kodominanz Hasel/EMW (je 40%). Mit Horizont 592,5 wird die Brennesselkurve subkontinuierlich. SZ 7c (591–534 cm): EMW-Prädominanz mit 50–60%, Haselsubdominanz mit gut 20%. Die kontinuierliche Kurve der Buche und die subkontinuierlichen Kurven von Fichte und Tanne beginnen. An der Grenze SZ 7b/c steigt die Eschenkurve von weniger als 5% auf mehr als 10% an. Im oberen Teil von SZ 7c tauchen erstmals Pollen des Getreidetyps auf. Die ersten beiden Funde sind begleitet von einem Rückgang von Linde und Ahorn und dem vorübergehenden Anstieg der Buchenkurve auf gut 10%. Die Haselkurve zeigt zugleich mehrere, zur EMW-Kurve gegenläufige Ausschläge,

und die Birkenkurve steigt von etwa 5% auf 10%. Beim zweiten Auftreten von Pollen des Getreidetyps am Ende der Subzone steigt auch der Kräuterpollenanteil vorübergehend auf über 5% (v. a. sehr viel Glockenblumengewächse). Ein vorübergehender Rückgang von Eiche und Esche und die gleichzeitige Zunahme der Hasel kündigen den nachfolgenden Anstieg der Buchenkurve an, der die Grenze zur SZ 7d (535–531 cm, im Teildiagramm 2) markiert. In SZ 7d ist der EMW noch prädominant mit gut 50%. Subdominant sind Hasel (um 20%) und Buche (gut 10%). Die Lindenkurve sinkt deutlich ab.

Teildiagramm 2

PZ 8 (530–480 cm): Quercetum-mixtum-Fagus-Zone

Hier dominiert immer noch der EMW und ist meist prädominant, selten kodominant. Die Buche ist meist subdominant, selten kodominant. Unterteilung in SZ 8a–8b. SZ 8a (530–521 cm): Ruhiger Verlauf der EMW-Kurve, nicht jedoch der Einzelkurven, deren Veränderungen sich aber ausgleichen. Buche und Hasel sind subdominant mit je etwa 20% bei relativ ruhigem Kurvenverlauf. Mehrmals treten Getreidepollen auf. SZ 8b (520–506 cm): Nach anfänglichen starken, gegenläufigen Schwankungen der Kurven von EMW und Buche, wobei diese mit knapp 28% kodominant wird, folgt ruhiger Kurvenverlauf mit knapp 40% EMW und gut 20% Buche sowie Haselwerten knapp unter 20%. SZ 8c (505–480 cm): Die Kurven von EMW und Buche verlaufen in gegenläufigen Wellen mit etwa 6 cm Wellenlänge und Ausschlägen von etwa 10%. Am Beginn und gegen Ende erfolgen mehrere Nachweise des Getreidepollentyps. Ganz oben nimmt der Erlenpollen zu.

PZ 9 (479–466 cm): Quercetum-mixtum-Corylus-Betula-Zone

Kodominanz des EMW und Corylus, dann auch von Betula; Alnus und Fagus (teilweise unter 10%) sind subdominant. Der NBP-Anteil ist leicht erhöht, aber Kulturzeiger bleiben spärlich. Die Zone wird unterteilt in fünf Subzonen SZ 9a–9e. SZ 9a (479–477 cm): Der EMW ist knapp prädominant vor der Hasel, zu der die Buche aufschließt. Die Ulme liegt über 5%, die Linde um 3%. SZ 9b (476–475 cm): Die abgesunkene EMW- und die gestiegene Haselkurve weisen gleiche Werte auf. Buche und Birke sind subdominant. Der EMW-Rückgang betrifft alle Komponenten, besonders aber Ulme und Esche. SZ 9c (474–472 cm): Bei Kodominanz von EMW und Hasel dominiert der EMW. Die Buche sinkt unter 10% und die Ulme endgültig unter 5%. SZ 9d (471–469 cm): Bei Rückgang von Eiche und Linde sowie Zunahme der Tanne wird die Birke kodominant mit Hasel und EMW. Es treten Kulturzeiger auf. SZ 9e (468–466 cm): EMW, Hasel und Birke weisen gleich hohe Werte auf. Die Buchenkurve erreicht mit etwa 5% ihren tiefsten Stand. Kulturzeiger fehlen.

PZ 10 (465–431 cm): Corylus-Betula-Quercetum-mixtum-Zone

Hasel, Birke und der EMW (mit stark reduziertem Anteil von Esche und besonders Linde und Ulme) sind kodominant. Die Buche ist meist subdominant und wird bisweilen kodominant. Die Zone wird gegliedert in SZ 10a–10c. SZ 10a (465–456 cm): Zwei Haselgipfel (Haselprädominanz) unterbrechen die Kodominanz EMW-Hasel(-Birke). Die Buche ist subdominant. Kulturzeiger treten gehäuft in der Mitte der Subzone auf. SZ 10b (465–446 cm): Birke, Hasel und EMW sind kodominant, die Buche ko- bis subdomi-

nant. Birke und Hasel dominieren. Kulturzeiger treten vor allem am unteren und oberen Ende der SZ auf. SZ 10c (445–431 cm): EMW, Hasel, Buche und Birke sind kodominant. Getreidepollen wurden keine, Spitzwegerichpollen nur im mittleren Teil der SZ gefunden. Im oberen Teil der SZ nimmt die Linde deutlich zu.

PZ 10/11 (430–428 cm, Übergangszone)

Bei sinkenden Kurven von Hasel und Birke sowie gestiegenem Ulmen- und Lindenanteil sind EMW (dominierend) und Buche kodominant. Hier und am Anfang der nachfolgenden Subzone 11a liegen einige Kulturzeigernachweise.

PZ 11 (427–395 cm): Fagus-Zone 1

Die Buche ist prädominant oder kodominant mit dem EMW, aber meist klar dominierend. Die PZ wird untergliedert in SZ 11a–11c. SZ 11a (427–417 cm): Die Buche und der EMW sind kodominant. Die Linde weist, besonders im oberen Teil der SZ, Werte von mehr als 5% auf. Kulturzeiger fehlen weitgehend, jedoch nehmen im oberen Teil der SZ Hochstauden und andere Kräuter sowie Gräser deutlich zu. SZ 11b (416–401 cm): Die Buche wird zunächst prädominant, dann wieder kodominant mit dem EMW, bleibt aber dominierend, und wird ab der Mitte der Subzone wieder prädominant (durchschnittlich 40%, maximal 55% Anteil). Die zunächst noch hohen Lindenwerte (Maximum fast 20%) gehen allmählich zurück. Buchen- und Lindenkurve sind gegenläufig. Kulturzeiger sind vorhanden. SZ 11c (400–396 cm): Die Buchenkurve erreicht ein Maximum, während Eiche und Ulme abfallen. Am Ende tritt Spitzwegerich auf und die Linde fällt ab.

Teildiagramm 3

PZ 12 (395–354 cm): EMW-Corylus-Zone

Der EMW (stark reduzierter Anteil von Ulme und Linde), Hasel und gelegentlich Birke und Buche sind kodominant. Kulturzeiger, vor allem Getreidepollentyp-Nachweise, bleiben spärlich. Hohe Werte weist die Erle auf. Diese ist zwar in der Grundsumme enthalten, wird jedoch bei der Gliederung und Beschreibung der Pollenzonen nicht besonders berücksichtigt, da ihr Pollen großenteils dem lokalen Niederschlag entstammen dürfte. PZ 12 wird untergliedert in SZ 12a–12c. SZ 12a (395–379 cm): Die Buche ist meist kodominant mit EMW und Hasel und dominiert über die Birke. SZ 12b (378–366 cm): Neben Hasel und EMW ist die Birke kodominant, die Buche ist nur noch subdominant. SZ 12c (365–354 cm): EMW, Buche, Hasel und Birke sind kodominant, dabei ist der EMW meist dominierend. Die Lindenkurve steigt noch einmal auf Werte zwischen 2% und 5%. Die Esche geht stark zurück.

PZ 13 (353–346 cm): Fagus-Zone 2

Die Buche ist prädominant oder kodominant mit EMW (darin Ulme und Linde nur noch um 1%) und stellenweise auch Hasel. Die Spitzwegerichkurve wird im oberen Zonenanteil subkontinuierlich, dagegen bleiben Getreidepollentyp-Nachweise sporadisch.

PZ 14 (345–342 cm): Betula-Zone 2

Die Birke dominiert und ist kodominant mit Hasel, EMW und Buche. Kulturzeiger, besonders Spitzwegerich, nehmen zu.

PZ 15 (341–336 cm): Fagus-Betula-EMW-Corylus-Zone
Kodominanz von Buche, Birke, EMW und Hasel mit annähernd gleichen Anteilen. Am Ende der PZ dominiert die Buche. Kulturzeiger sind spärlich.

PZ 16 (335–312 cm): Fagus-Zone 3

Die Buche ist prädominant oder kodominant (mit etwa gleichen Anteilen) mit dem EMW, gelegentlich auch mit Hasel. Die Zone wird untergliedert in SZ 16a–16d. SZ 16a (335–328 cm): Buche ist zunächst prädominant, dann kodominant mit EMW, dann mit Hasel, aber weiter dominierend. Die Lindenkurve wird subkontinuierlich, die Eschenkurve sinkt auf Werte um 1%. SZ 16b (328–324 cm): Buche, EMW und zunächst auch noch Hasel sind kodominant mit etwa gleichen Anteilen. Nichtbaumpollen vor allem die Kulturzeiger, Getreidepollentyp und Spitzwegerich, nehmen zu (bereits ab der Mitte von SZ 16a). Die Spitzwegerichkurve ist in SZ 16b kontinuierlich bei relativ hohen Werten und weist ab hier nur noch ganz sporadisch Lücken auf. SZ 16c (323–317 cm): Die Buche ist mit durchschnittlich 30% meist prädominant, der EMW subdominant, gelegentlich kodominant. Durchgehend dominiert die Buche deutlich. Kulturzeiger sind seltener. SZ 16d (316–312 cm): Buche und EMW sind kodominant mit etwa gleichen Anteilen. Am Ende steigt die Hasel an und wird kodominant. In dieser Subzone ist die Hainbuchenkurve subkontinuierlich. Hainbuchenpollen war sporadisch auch in SZ 16b und c sowie erstmalig in SZ 12c aufgetreten. NBP und Kulturzeiger nehmen in SZ 16d wieder zu. Besonders die Spitzwegerichkurve ist kontinuierlich mit Werten bis 1%.

PZ 17 (311–268 cm): Quercus-Zone 1

Der EMW – überwiegend nur noch aus Eiche bestehend – ist meist prädominant, bisweilen kodominant mit Buche oder Hasel, aber, abgesehen von wenigen Einzelhorizonten, stets dominierend. Der Baumpollenanteil liegt im Schnitt unter 90%. Die Zone wird gegliedert in SZ 17a–e. SZ 17a (311–306 cm): Der EMW ist meist kodominant mit Birke und Buche, nur kurz prädominant. Die Hasel ist subdominant (über 10%). Kulturzeiger sind relativ spärlich. SZ 17b (305–291 cm): Abgesehen von einem Horizont (Kodominanz mit dominierender Hasel) ist die Eiche (EMW) prädominant. Subdominant ist die Buche. Nach einer Nachweislücke in SZ 17a tritt die Hainbuche wieder diskontinuierlich auf. Der Spitzwegerich ist kontinuierlich mit durchschnittlich 3%, der Getreidepollentyp subkontinuierlich mit gut 0,5%. Die Höchstwerte der Kulturzeiger treten dort auf, wo die Eichenprädominanz unterbrochen wird. Hier sinkt der Gehölzpollenanteil unter 70%. SZ 17c (290–284 cm): Eiche und Buche sind kodominant, wobei die Eiche meist dominiert. Die Hasel, dann auch die Birke, ist subdominant. Der Getreidepollentyp ist seltener. Die Spitzwegerichkurve geht kaum zurück. Lindenpollen tritt nur sporadisch auf. SZ 17d (283–279 cm): Die Eiche ist zunächst leicht, dann deutlich (Anteil über 40%) prädominant. Zunächst ist die Buche, dann die Hasel subdominant (Buchenrückgang). Bei etwa konstantem NBP-Anteil nimmt gegenüber SZ 17c der Getreidepollentyp zu (Kurve fast kontinuierlich), die Spitzwegerichkurve dagegen ab; Hainbuchennachweise fehlen. SZ 17e (279–268 cm): Die Eiche ist kodominant mit Buche, Hasel oder Birke, dominiert aber, abgesehen von zwei buchendominierten Horizonten. Die Lindenkurve ist sub-, die Hainbuchenkurve diskontinuierlich. Während die Spitzwegerichkurve mit Werten um 1% durchzieht, bricht die Getreidetyp-Kurve in der Mitte der Subzone ab. Der NBP-Anteil geht in der Folge zurück.

PZ 18 (267–261 cm): Corylus-Betula-Zone

Birke, Hasel, Eiche und Buche sind kodominant, Birke oder Hasel dominierend. Der NBP-Anteil ist deutlich verringert, die Kulturzeiger seltener (nur ein Horizont mit Getreide-

typ-Nachweis, Spitzwegerich subkontinuierlich mit Werten unter 1%. Die Lindenkurve ist subkontinuierlich. Hainbuchenpollen wurden nur im obersten Horizont gefunden.

PZ 19 (260–231 cm): Fagus-Quercus-Zone 1

Kodominanz von Buche und Eiche, Subdominanz, selten Kodominanz von Hasel und Birke. Buche und EMW (mit etwas erhöhtem Eschenanteil) dominieren abwechselnd, gegen Ende in einem Horizont mit erhöhtem NBP-Anteil auch Hasel. Die Lindenkurve ist diskontinuierlich, die Hainbuchenkurve subkontinuierlich. Bei kontinuierlicher Spitzwegerichkurve (meist unter 1%) bleibt die Getreide- typkurve diskontinuierlich.

Teildiagramm 4

PZ 20 (231–221 cm): Betula-Zone 3

Die dominierende Birke ist zunächst kodominant mit Buche und EMW, dann prädominant. Lindenpollen tritt nur sporadisch auf, Hainbuchenpollen subkontinuierlich. Kulturzeiger sind selten. Der NBP-Anteil liegt unter 10%.

PZ 21 (221–213 cm): Fagus-Quercus-Zone 2

Die Buche dominiert und ist kodominant mit dem EMW. Birke und Hasel sind subdominant. Der Gräserpollenanteil nimmt zu. Die Spitzwegerichkurve ist kontinuierlich (meist mehr als 1%). Der Getreidetyp tritt erst am Ende der Zone auf. Die Kurven von Linde und Hainbuche sind subkontinuierlich und gegenläufig.

PZ 22 (213–184 cm): Quercus-Betula-Fagus-Zone

Birke, EMW und Buche sind kodominant, Hasel subdominant bis kodominant, Birke oder EMW dominierend. Der NBP-Anteil liegt bei knapp 20%. Die Hainbuchenkurve ist subkontinuierlich, die Lindenkurve sporadisch. Die Spitzwegerichkurve verläuft kontinuierlich bei etwa 1%. Der Getreidetyp tritt am Beginn und am Ende der Zone auf. Ein Horizont in der Mitte hat Buche als dominierende Art. Im oberen Teil wird die Wacholderkurve subkontinuierlich.

PZ 23 (184–166 cm): Quercus-Zone 2

Die Eiche ist prädominant, subdominant ist zunächst Birke, dann die Buche, danach sind es die Gräser. Die Kurven von Spitzwegerich und Getreidetyp sind kontinuierlich mit Werten z. T. über 1%. Die Erlenkurve verläuft gegenläufig zu denen von Eiche und Gräsern. Diese sind zueinander etwas phasenverschoben (Gräsermaximum nach dem Eichenmaximum). Die Lindenkurve endet.

PZ 24 (166–159 cm): Betula-Zone 4

Ein kurzer Birken Gipfel führt zu Birkenprädominanz bei Subdominanz der Eiche. Kulturzeiger sind spärlicher. Die Hainbuchenkurve setzt noch einmal aus, die Fichtenkurve geht zurück (verminderter Fernfluganteil). Mit der Birke nehmen Erle, Weide und Pappel zu. Die Wacholderkurve ist kontinuierlich.

PZ 25 (159–129 cm): Quercus-Zone 3

Die Eiche ist prädominant oder kodominant mit der Birke (nur wenige Horizonte). Sie wird gegliedert in SZ 25a–b.

SZ 25a (159–149 cm): Die Eichenkurve verläuft im Schnitt bei 20% und ist nur knapp prädominant, so dann kodominant mit der Birke. Die Hainbuchenkurve ist kontinuierlich mit Werten bis 4%. Bereits seit Mitte von PZ 23 fehlen Lindennachweise. Im oberen Teil der SZ nehmen der NBP-Anteil und die Kulturzeiger (bis zu 4% Getreidetyp) zu. Erstmals treten Roggen und Nußbaum auf. SZ 25b (149–129 cm): Von einem kurzen Unterbruch (ein Horizont

mit Kodominanz Eiche – Birke) abgesehen, ist die Eiche prädominant mit Werten um 40%. Der NBP-Anteil liegt bei knapp 20%. Die Kurven von Getreide, Spitzwegerich und Wacholder verlaufen kontinuierlich bei etwa 1%. Nachweise von Nußbaum sind diskontinuierlich, von Kastanie und Roggen sporadisch. Die Lindenkurve setzt wieder ein (subkontinuierlich). Subkontinuierlich ist auch die Hainbuchenkurve mit Werten von knapp 1%. Die Ulmenkurve ist diskontinuierlich.

PZ 26 (129–124 cm): Quercus-Betula-Zone

Eiche und Birke sind kodominant, zunächst noch mit Buche und Hasel, dann allein. Der NBP-Anteil und die Kulturzeiger gehen zurück, ebenso die Wacholderkurve, während die Erle zunimmt.

PZ 27 (121–106 cm): Quercus-Zone 4

Die Eiche mit einem durchschnittlichen Anteil von 25% ist zunächst knapp prädominant, dann kodominant, aber weiter dominierend mit der Buche, dann auch mit der Birke. Der NBP-Anteil sinkt im oberen Teil der Zone von etwa 20% auf die Hälfte. Die Kulturzeiger gehen hier zurück, ebenso die Wacholderkurve. Hainbuche und Esche nehmen zu. Sporadisch tritt Lindenpollen auf.

PZ 28 (106–99 cm): Betula-Quercus-Fagus-Zone

Birke, Eiche und Buche sind kodominant, die Birke dominiert. Der NBP-Anteil liegt weiterhin bei etwa 10%. Die Kurven der Kulturzeiger und von Wacholder haben niedrige Werte. Die Getreidetyp- und die Spitzwegerichkurve sind gegenläufig.

PZ 29 (99–79 cm): Quercus-Fagus-Zone

Eiche und Buche sind kodominant mit etwa gleichem Anteil, gelegentlich mit Birke oder Hasel. Ulme (1–2%) und Hainbuche (bis 5%) weisen erhöhte Werte auf. Im oberen Teil steigt der NBP-Anteil von etwa 10% auf durchschnittlich 25%. Die Wacholderkurve wird wieder kontinuierlich. Die Getreidetyp-Kurve steigt auf 5%. Die zuvor sporadische Kurve von Hopfen/Hanf wird subkontinuierlich.

PZ 30 (79–39 cm): Quercus-Zone 5

Bei einem durchschnittlichen NBP-Anteil von 35% ist die Eiche prädominant (NBP bei Beurteilung der Dominanzverhältnisse nicht berücksichtigt) mit durchschnittlich 30% bei leicht fallender Tendenz. Erle, Birke und Esche weisen nur noch geringe Werte auf. Die Wacholderkurve steigt auf zeitweise mehr als 5%. Die Getreidetypkurve verläuft bei durchschnittlich 5%, die Spitzwegerichkurve bei etwa 3%. Die Zone wird gegliedert in SZ 30a–30b. SZ 30a (79–46 cm): Die Buche ist meist subdominant. SZ 30b (46–39 cm): Die Kiefer ist zunächst kodominant und dominierend, dann subdominant. Der Fichtenanteil steigt auf etwa 5%, ebenso der Hainbuchenanteil. Die Kurven von Nußbaum und Kastanie werden subkontinuierlich. Die zuvor subkontinuierlichen Kornblumennachweise setzen aus.

PZ 31 (39–19 cm): Quercus-Pinus-Zone

Eiche und Kiefer sind kodominant und dominieren abwechselnd, was durch Schwankungen der Eichenkurve verursacht wird. Der NBP-Anteil geht zurück auf durchschnittlich 20% mit leicht fallender Tendenz, vor allem durch Rückgang des Kräuterpollens. Auch die Kurven von Spitzwegerich, Getreidetyp und Wacholder sind rückläufig.

PZ 32 (19–0 cm): Pinus-Zone 2

Die Kiefer ist prädominant mit durchschnittlich 30%, in der Mitte kurzfristig kodominant, aber dominierend mit der

Tabelle 1: Die Profil-Pollenzonen von Durchebergried GDU1 und ihre Verknüpfung mit der regionalen Pollenstratigraphie (RPZ = Regionale Pollenzone).

Pollenzone	Subzone	RPZ	Länge (cm)	Horizonte	Untere Grenze	Bezeichnung
1		POA	840-835	5		Poaceae-Artemisia-Betula
2		J	834-831	4	Juniperus >10%	Juniperus-Poaceae
3		B				Betula 1
	3a	Bj, Bb	830-824	4	Betula >20%	Betula-Juniperus-SZ
	3b	Baj	824-819	2	Betula <60%	Betula-Poaceae-SZ
	3c	Bp	819-806	5	Betula >65%	Betula-Pinus-SZ
3/4		BP1	806-801	2	Pinus >40%	Übergangszone
4		BP1				Pinus 1
	4a	BP1ja	801-788	3	Betula <40%	Betula-SZ 1
	4b	BP1p, apfi	788-758	5	Betula <25%	Pinus-Betula-SZ
	4c	P	758-733	5	Betula <10%	Pinus-SZ
	4d	BP2ja	733-708	5	Betula >25%	Betula-SZ 2
5		BP2cu	708-671	12	Pinus <60%	Betula-Pinus
5/6		BCP	671-664	3	Corylus >5%	Übergangszone
6		C1				Corylus
	6a	C1bp	664-651	5	Corylus >30%	Betula-Pinus-SZ
	6b	C1u	651-644	3	Corylus >35%	QM-Betula-Pinus-SZ
	6c	C1t	644-629	5	EMW >25%	Corylus-QM-SZ
6/7		CQM1	629-624	2	EMW >35%	Übergangszone
7		CQM1/QM				QM
	7a	CQM1	624-601	9	EMW >40%	QM-Corylus-SZ
	7b	QMf	601-591	4	Corylus <35%	QM-SZ
	7c	QMaf	591-534	38	Corylus <30%	Fraxinus-SZ
	7d	QMf	533-531	3	Fagus >5%	Fagus-SZ
8		QMF				QM-Fagus
	8a	QMFqm	530-521	10	Fagus >15%	Fraxinus-SZ
	8b	QMFf	520-506	15	Fagus >25%	Tilia-SZ
	8c	QMFq	505-480	26	Alnus >8%	Alnus-SZ
9		QMF/CQm2				QM-Corylus-Betula
	9a	QMFc	479-477	3	Corylus >20%	Ulmus-SZ
	9b	QMFc	476-475	2	EMW <35%	Fagus-SZ
	9c	CQM2bqm	474-472	3	Fagus <15%	QM-Corylus-SZ
	9d	CQM2bqm	471-469	3	Betula >15%	Abies-SZ
	9e	CQM2bqm	468-466	3	Betula >20%	Betula-SZ
10		CQM2				Corylus-Betula-QM
	10a	CQM2c	465-456	9	Ulmus <2%	Corylus-SZ
	10b	CQM2cb	455-446	10	Tilia <2%	Betula-SZ
	10c	CQM2t	445-431	15	Acer diskont.	Fagus-SZ
10/11		CQM2f	430-428	3	Corylus <20%	Übergangszone
11		F1				Fagus 1
	11a	F1t	427-417	11	Fagus >25%	Tilia-SZ
	11b	F1t,f	416-401	15	Quercus <15%	Quercus-SZ
	11c	F1f	400-396	4	Quercus <10%	Alnus-SZ
12		C2				QM-Corylus
	12a	C2f	395-379	17	Fagus <30%	Fagus-SZ
	12b	C2a	378-366	12	Alnus >20%	Betula-SZ
	12c	C2qt	365-354	12	Quercus >15%	Quercus-SZ
13		F2f1	353-346	8	Fagus >20%	Fagus 2
14		F2b	345-342	4	Betula >18%	Betula 2

(Fortsetzung nächste Seite)

Tabelle 1: (Fortsetzung).

Pollenzone	Subzone	RPZ	Länge (cm)	Horizonte	Untere Grenze	Bezeichnung
15		F2bcfq	341-336	6	Fagus >20%	Fagus-Betula-QM-Corylus
16		F2/CQ				Fagus 3
	16a	F2f2	335-328	7	Fagus >25%	Fagus-SZ
	16b	F2q	328-324	4	Quercus >15%	Quercus-SZ 1
	16c	F2f3	323-317	7	Fagus >25%	Alnus-SZ
	16d	CQqf1	316-312	5	Quercus >17%	Quercus-SZ 2
17		CQ/BFCQ				Quercus 1
	17a	CQqb	311-306	6	Betula >20%	Betula-SZ
	17b	CQq1	305-291	15	Quercus >20%	Quercus-SZ1
	17c	CQf2	290-284	7	Corylus >12%	Fagus-SZ
	17d	CQf2	283-279	4	Quercus >25%	Quercus-SZ 2
	17e	BCFQqf1	279-268	9	Corylus >15%	Corylus-Fagus-SZ
18		BCFQqbc	267-261	7	Quercus <20%	Corylus-Betula
19		BCFQqf2	260-231	18	Alnus <20%	Fagus-Quercus 1
20		BCFQb	231-221	4	Betula >15%	Betula 3
21		BCFQqf3	221-213	3	Fagus >20%	Fagus-Quercus 2
22		BCFQqbf	213-184	11	Picea >2%	Quercus-Betula-Fagus
23		Q1q1	184-166	7	Quercus >22%	Quercus 2
24		Q1bq	166-159	3	Betula >20%	Betula 4
25		Q1q2				Quercus 3
	25a	Q1q2	159-149	4	Carpinus subkont.	Betula-SZ
	25b	Q1q2	149-129	7	Quercus >30%	Quercus-SZ
26		QBFCaq	129-121	3	Quercus <25%	Quercus-Betula
27		QBFCaq	121-106	6	Betula <20%	Quercus 4
28		QBFCafca	106-99	3	Betula >20%	Betula-Quercus-Fagus
29		QBFCafca	99-79	8	Fagus >15%	Quercus-Fagus
30		Q2/PQ				Quercus 5
	30a	Q2q,j	79-46	13	Quercus >20%	Quercus-SZ
	30b	Q2j	46-39	3	Pinus >15%	Pinus-SZ
31		PQq	39-19	8	Pinus >15%	Quercus-Pinus
32		PPI	19-0	7	Picea >5%	Pinus 2

Buche, in den beiden obersten Horizonten kodominant mit der Fichte mit Anteilen von jeweils 20%. Hier erreicht der Gräserpollen ebenfalls 20%. Der Eichenanteil geht zurück auf zuletzt 10%. Ebenfalls rückläufig sind die Kurven von Hainbuche und Wacholder. Bei etwas erhöhtem, aber schwankenden NBP-Anteil verlaufen die Kulturzeigerkurven relativ stabil auf etwas niedrigerem Niveau als in PZ 31.

3.3 Chronostratigraphie (vgl. Tab. 2; 3a)

Systemunabhängiger Datierung kommt heute in der Vegetationsgeschichte eine entscheidende Bedeutung zu, denn nur diese liefert die notwendigen Argumente für eine dynamische Betrachtungsweise, sei es bei der Frage nach dem Zeitäquivalent für bestimmte Pollenzonen, sei es bei der Beurteilung regionaler oder überregionaler Entwicklungen, denn hier kann der Vergleich von Diagrammen, die ohne absolute Daten an-

hand ihrer Kurvenverläufe konnektiert wurden, zu Zirkelschlüssen führen.

Absolute Datierung erfolgt bei holozänen Pollenprofilen normalerweise radiometrisch mit der ¹⁴C-Methode. Diese birgt zahlreiche Gefahren und Fehlerquellen (Keller 1987), die teilweise dem zu datierenden Material inhärent sind. Eine dieser Fehlerquellen ist der Hartwassereffekt, der dann auftritt, wenn das zu datierende Material die Reste von Wasserpflanzen enthält, deren Kohlenstoffquelle nicht das Kohlendioxid der Atmosphäre, sondern im Wasser gelöstes und aus dem Gestein stammendes „totes“ Karbonat ohne radioaktiven Kohlenstoff war. Dieser Hartwasser-Fehler, der ein zu hohes Alter einer Probe vortäuscht, hängt von zahlreichen Faktoren ab, und seine Größe ist nicht bestimmbar (Olsson/El-Daoushy/Vasari 1983).

Es gilt also, den Hartwassereffekt zu vermeiden, in-

dem man sicherstellt, daß entweder keine Wasserpflanzenreste in dem zu datierenden Material enthalten sind, oder daß kein totes Karbonat in die Probe gelangen konnte, weil im Einzugsbereich des entsprechenden Gewässers keine kalkhaltigen Gesteine anstehen. Dies ist im Jungmoränengebiet im Prinzip nirgendwo der Fall. Datiert man Torfe, so kann man davon ausgehen, daß diese keine Wasserpflanzen-Reste enthalten. Leider finden sich im Gebiet keine lückenlose Holozänprofile, die nur aus Torf bestehen. Bei Mudden müßte man Reste terrestrischer Pflanzen zur Datierung auslesen. Dies ist kein Problem bei archäologischen Ausgrabungen, wo genügend Material mit ausreichendem Gehalt an verkohltem Holz oder Getreide zur Verfügung steht, war aber an Bohrkerne in Mudde bisher nicht durchführbar. Inzwischen gibt es eine neue Meßmethode, die den ^{14}C -Gehalt nicht mehr mit dem Zählrohr anhand der Zerfallsrate, sondern massenspektrometrisch am Teilchenbeschleuniger mißt (Lister et al. 1984) und mit einem Promille der bisher zur Datierung erforderlichen Kohlenstoffmenge auskommt, wodurch es möglich wurde, kleinste Mengen terrestrischer Pflanzenreste, zum Beispiel Birkenfrüchtchen, aus limnischem Sediment zu isolieren und zu datieren (Andree et al. 1986. Lotter 1988. Fäh/Küttel/Schnebeli, in Vorber.). Da diese Methode uns nicht zur Verfügung stand, führten wir unsere Untersuchungen in kleinen Becken durch, in denen über gering-mächtiger, kalkfreier Mudde mächtige Torfe anstehen, in der Annahme, daß dort, wo keine Kalkfällung stattgefunden hatte, auch kein hartes Wasser mit Gesteinskarbonat vorhanden gewesen war (Rösch 1983; 1985a,b). Als Erklärung für diese Erscheinung im Jungmoränengebiet ist an die völlige Abdichtung kleiner Becken gegen das Grundwasser durch Ton und an Speisung durch Regenwasser und oberflächliche Zuflüsse zu denken. Im Feuenried wurde diese Annahme bereits durch den Nachweis von Kalkmudde bei den Sondagen gegenstandslos, und das Auftreten des Hartwassereffekts, eindeutig belegt durch die Datierung eines den Laacher Bimstuff einschließenden Sedimentblocks, war keine Überraschung. Beim Durcheinbergried und den Nussbaumer Seen (Nu 4) wurde bisher davon ausgegangen, daß die Daten frei von Hartwassereffekt seien, da in beiden Sedimentationsräumen keine biogene Kalkfällung stattfand. Die inzwischen bekannt gewordenen Beschleunigerdaten vom Lobsigensee bei Aarberg (Andree et al. 1986), vom Rotsee bei Luzern (Küttel/Lotter 1987. Lotter 1988) und von Gamperfin im obersten Toggenburg (Fäh/Küttel/Schnebeli, in Vorber.) weichen von unseren Zählrohrdaten an Mudde jedoch ab. Beim Rotsee im Reußgletscher- und beim Lobsigensee im Rhonegletschergebiet wäre ein abweichendes Alter

der Pollenzonengrenzen u.U. durch die geographische Entfernung, beim Hochmoor Gamperfin, in hochmontaner Lage im Rheingletschergebiet, wäre die Verspätung der Vegetationsentwicklung im Spät- und frühen Postglazial gegenüber dem submontanen Bodenseebecken durch die 800 m höhere Lage zu erklären. Ob diese Überlegung zutrifft, oder ob die ^{14}C -Meßwerte vom Durcheinbergried und von den Nussbaumer Seen zu hohe Alter ergeben, könnte letztlich nur durch Beschleunigerdaten aus dem Bodenseebecken, die methodisch vergleichbar sind, entschieden werden.

Ob nun Hartwasser-Effekte vorliegen, oder die Pollenzonen im nördlichen Alpenvorland metachrom sind, soll nachfolgend durch kritische Diskussion der Daten genauer beleuchtet werden.

Die ältesten Daten aus dem Bodenseebecken markieren den Übergang von der Poaceae-Artemisia-Betula-Zone zur Juniperuszone (Nussbaumer Seen: 13100 ± 90, Feuenried 13220 ± 85, Durcheinbergried 13075 ± 135. (Alle Angaben in BP, vgl. Tab. 3 in Rösch 1986 sowie hier Tab. 2 und Abb. 7; 8). Dies stimmt mit anderen Zählrohrdatierungen dieser Pollenzonen überein und entspricht den Erwartungen, die seit der Datierung von spätglazialen Torf im Murifeld (Welten 1972) bestehen.

Das mehr als 500 Jahre jüngere Datum für den Juniperusgipfel in Torf im gut 400 m höher gelegenen Wachseldorn wurde von Welten (1972) als Verspätung der Vegetation durch klimatische und naturräumliche Ungunst erklärt. Seither werden Datierungen jünger als 13000 BP für den Juniperusanstieg in colliner und submontaner Lage als nicht zutreffend betrachtet.

Die Beschleunigerdaten ergeben für den Juniperusanstieg ein Alter von etwa 12500 BP (Andree et al. 1986). Dies legt die Vermutung nahe, die Juniperuszone sei erstens im schweizerisch-oberschwäbischen Alpenvorland synchron, und zweitens komme ihrem Beginn kein Alter von gut 13000 BP, sondern von etwa 12500 BP zu. Die Daten von Welten stammen aus Torf und sollten frei von Hartwassereffekt sein. Dennoch sind auch an Torf falsche Datierungen nicht auszuschließen. In diesem Fall wäre das Datum von Murifeld falsch, da zu alt, und das Datum von Wachseldorn zutreffend. Die Daten vom Bodensee wären dann alle 500 Jahre zu alt.

Vom Ende der Juniperuszone liegt nur ein Datum von den Nussbaumer Seen mit 12720 ± 160 vor, das ebenfalls zu alt erscheint, wenn man den Juniperusanstieg bei 12500 annimmt. Die Dauer der Juniperuszone wird von Welten (1972) für Murifeld mit 150, für Wachseldorn mit 400 Jahren angegeben. Wenn bei den Daten von den Nussbaumer Seen ein konstanter Fehler vorliegt, wäre eine Dauer von 400 Jahren hier zu-

treffend. Diese Angaben der Dauer sind aber wenig nützlich, solange sie Differenzen von Modellaltern und nicht von siderischen Altern sind.

Aus der Betulazone liegen vom Bodensee fünf Daten vor (Feuenried 12210 ± 80 , Durchenbergried 12780 ± 135 , 12750 ± 100 , 12180 ± 105 und 12360 ± 100 BP), die sich bei den Zeitmarken 12800 und 12200 gruppieren. Dies bedeutet, daß innerhalb eines Sedimentkörpers über eine gewisse Höhendistanz ein konstantes Modellalter auftritt, bevor dann sprunghaft ein jüngerer Alter sich einstellt. Diese Erscheinung nennt man ein ^{14}C -Plateau. Es kann entstehen, wenn während der Bildungszeit des Sediments der atmosphärische ^{14}C -Gehalt so schwankt, daß ein Altersstillstand vorgetäuscht wird. Im Extremfall können sogar Alters-Inversionen auftreten.

Kalibration solcher Plateau-Modellalter ergibt mehrdeutige Lösungen. Das bedeutet, man kann diese Plateaus durch Kalibration von Datenserien aus Profilen auflösen, wenn man voraussetzt, daß hangende Sedimente jünger sein müssen als liegende (Andree et al. 1986).

Am Lobsigensee wurde ein solches Plateau bei 12400 BP beobachtet. Wenn dieses dem Plateau bei 12800 BP im Durchenbergried entspricht – und solche Plateaus müssen als atmosphärisch gesteuerte Ereignisse synchron sein, wären die Daten für das Durchenbergried hier rund 400 Jahre zu alt. Für den Nachweis des zweiten Plateaus waren am Lobsigensee die Abstände der Beschleunigerdaten zu groß, doch liegen die Zählrohrdaten dieses Plateaus wie am Bodensee bei 12200, also hartwasserbedingt wohl 400 Jahre zu alt, denn dieses zweite Plateau gegen Ende der Betulazone wurde im Rotsee bei 11800 BP, also wieder 400 Jahre jünger, festgestellt (Lotter 1988).

Der Übergang von der Betula- zur Betula-Pinus-Zone 1 wurde an den Nussbaumer Seen mit 11620 ± 100 BP, im Durchenbergried mit 11770 ± 80 BP datiert. Dies stimmt mit den Ergebnissen von Welten in Muri- und Wachseldorn überein. Vom Lobsigensee liegt an dieser Position kein Beschleunigerdatum vor, dagegen datieren die Resultate vom Rotsee dieses Ereignis wiederum 400 Jahre später. Wenn dies zutrifft und die Pollenzonen im umrissenen Gebiet weiterhin synchron sind, was plausibel scheint, ist es rätselhaft, warum auch Daten von Welten aus Torf zu alt ausfielen.

Für den Übergang von der Betula-Pinus-Zone 1 zur Pinuszone liefert der Laacher Bimstuff einen gut datierten lithologischen Leithorizont, der es sofort erlaubt, die Daten aus dem Feuenried (11570 ± 100 BP) und Durchenbergried (11340 ± 110 BP) als rund 600 bzw. 400 Jahre zu alt zu erkennen. An den Nussbaumer Seen wurde ein 10 cm mächtiges Sedimentstück

mit dem Laacher Tuff auf 10960 ± 90 BP datiert. Das entspricht zwar den Alterserwartungen für den Tuff, wenn man aber berücksichtigt, daß dieser am unteren Ende der Sedimentsäule lag, kann auch hier ein nicht erkanntes zu hohes Alter infolge Hartwassereffekt vorliegen.

Die Pinuszone wurde im Bodenseebecken folgendermaßen datiert:

Feuenried 10960 ± 65 BP und 10760 ± 85 BP; Durchenbergried 10820 ± 90 BP, 10720 ± 80 BP, 10660 ± 75 BP, 10590 ± 85 BP und 10630 ± 130 BP. Die zahlreichen Datierungen im Durchenbergried belegen ein weiteres Plateau, das gerade hier, wie der nur mäßig absinkende Glühverlust (Abb. 9) zeigt, nicht allein durch stark erhöhte Sedimentwachstumsrate erklärt werden kann. Das entsprechende Plateau bei den Beschleunigerdaten vom Lobsigensee und Rotsee liegt bei 10000 und macht somit einen Hartwasserfehler bei den Daten vom Bodensee von 600 Jahren wahrscheinlich.

Der sekundäre Birkenanstieg gilt im Bodenseegebiet als wichtige biostratigraphische Marke am Übergang zum Holozän (Lang 1952, Bertsch 1961). Diese Betula-Pinus-Zone 2 wurde an den Nussbaumer Seen auf 10210 ± 90 BP, im Feuenried auf 10240 ± 65 BP und im Durchenbergried auf 10300 ± 100 BP (Mitte) und 10040 ± 70 BP (Ende) datiert. Der Vergleich mit Rot- und Lobsigensee legt auch hier ein um 400 Jahre zu hohes Alter nahe.

Die Betula-Corylus-Pinus-Zone ist als Übergangszone aufzufassen, in der die Dominanz von Pinus und Betula von Corylusdominanz abgelöst wird. Sie wurde an den Nussbaumer Seen mit 9820 ± 120 BP und im Feuenried mit 9780 ± 85 BP datiert. Im Durchenbergried lautet das entsprechende Datum zwar 9550 ± 80 BP, doch ist der biostratigraphische Inhalt ein anderer, indem nämlich keine gleichwertige Kodominanz zwischen Pinus, Betula und Corylus mehr herrscht, sondern Corylus bereits dominierend ist. Es besteht also kein Anlaß, die Synchronität der Betula-Corylus-Pinus-Zone im Bodenseebecken in Frage zu stellen. Am Rotsee ist die entsprechende Zone – hier nur mit schwacher Beteiligung von Betula – nach Beschleunigerdaten etwa 300 Jahre jünger.

Für die Coryluszone 1 (Corylus-Prädominanz) liegen mehrere Daten vor: An den Nussbaumer Seen 8260 ± 130 BP (nach dem Corylusmaximum), im Feuenried 9160 ± 70 BP vor, bzw. mit 8440 ± 60 BP nach dem Corylusmaximum, im Durchenbergried 9370 ± 95 BP vor dem Corylusmaximum, 9440 ± 80 BP im Corylusmaximum und 8700 ± 100 BP danach. Diese Daten differieren deutlich: Der Beginn der Pollenzone kann im Feuenried und Durchenbergried gerade noch als zeitgleich angenommen werden, wenn

man die 2-Sigma-Bereiche betrachtet. Als gemeinsamer Zeitpunkt könnte dann 9300 BP angenommen werden. Hier sei bemerkt, daß uns (im Gegensatz zu Küster 1986) größere Zeitdifferenzen bei der Vegetationsentwicklung in einem begrenzten und naturräumlich einheitlichen Raum – ermittelt an Profilen, die maximal 25 km voneinander entfernt in gleicher Höhenlage liegen – unwahrscheinlich und wenig plausibel erscheinen, jedenfalls außerhalb der Gebirge.

Für das *Corylus*maximum selbst liegt bisher kein zuverlässiges Datum vor (9440 ± 80 BP im Durchenbergried scheint auf jeden Fall zu alt zu sein). Für den jüngeren Teil der Zone nach dem *Corylus*maximum überlappen sich die Daten der drei Profile im 2-Sigma-Bereich bei 8500 BP. Mit Beschleunigerdaten wurde am Rotsee etwa 9400 BP für den Beginn der *Corylus*-zone ermittelt. Danach liegen keine Daten mehr vor. Der erste Teil der Zone vor dem *Corylus*maximum wurde also mit Beschleuniger- und mit Zählrohrdaten einheitlich datiert. Ob für den Teil nach dem *Corylus*maximum der Zeitanatz von 8500 BP gültig ist, oder ob das Datum aus dem Durchenbergried durch Hartwassereffekt zu alt und das Datum 8300 bis 8400 BP, wie es sich aus den Daten von den Nussbaumer Seen und dem Feuenried ergeben würde, zutrifft, kann im Moment nicht entschieden werden. Da alle Daten an Mudde gemessen wurden, kann bei allen Hartwassereffekt auftreten.

Dies ändert sich anschließend, denn ab der *Corylus*-QM-Zone 1 wird im Feuenried Torf datiert. Zwar ist auch hier bei der allzu gutgläubigen Verwendung einzelner Meßdaten Vorsicht geboten (Welten 1972), doch kann man wenigstens den Hartwassereffekt mit einiger Sicherheit ausschließen, so daß die Zuverlässigkeit solcher Daten Beschleunigerdaten entspricht. Diese *Corylus*-QM-Zone ist durch Kodominanz von Eichenmischwald und Hasel bei zweimaligem Dominanzwechsel gekennzeichnet. Im Durchenbergried spielt sich dies innerhalb von 5 cm Sediment ab, und im Liegenden fehlt eine Phase, in der bei Kodominanz *Corylus*-EMW die Hasel dominiert. Diese Phase ist im Profil 4 vom Nussbaumer See und im Feuenried sehr ausgeprägt, und der nachfolgende doppelte Dominanzwechsel erstreckt sich im Feuenried über 30 cm, an den Nussbaumer See fehlt er wegen eines Hiatus am Übergang zum *Telmaticum*. Im Durchenbergried wäre ein Hiatus, dem der erste Teil der *Corylus*-QM-Zone 1 zum Opfer fiel, zwar denkbar, doch mitten in der Mudde schwer erklärlich. Seine maximale Dauer wäre durch die beiden Daten 8700 ± 100 BP und 8400 ± 60 BP, die unmittelbar aneinander anschließen, auf maximal 400 Jahre beschränkt. In dieser Zeit wären dann am Nussbaumer See und im Feuenried jeweils 50 cm Mudde gebildet worden, also 1–2

mm/a. Die beiden Daten machen aber einen Hiatus nicht zwingend, da sie sich bei 10 cm Abstand von Probenmitte zu Probenmitte bereits im Sigma-Bereich auf 60 Jahre nahekomen, und 10 cm Sedimentwachstum in 60 Jahren ist normal. Die alternative Erklärungsmöglichkeit wäre statt eines Hiatus eine abweichende lokale Ausprägung derselben Pollenzonen mit mehr EMW und weniger *Corylus* im Durchenbergried, eine Annahme die sich in jüngeren Zonen des Profils, wo ebenfalls viel mehr *Quercus* als *Corylus* wie regional üblich vorkommt, durchaus bestätigen ließe. In diesem Fall entspräche die Pollenzone 7a im Durchenbergried der Pollenzone 14 im Profil Nussbaumer See 4 und der Pollenzone 9 im Feuenried. Der vorhergehende kurze Dominanzwechsel EMW-Hasel im Durchenbergried wäre dann mit dem entsprechenden Ereignis an den beiden anderen Lokalitäten nicht korreliert. Bleiben wir bei dieser Lösung, so liefern die Daten folgenden Zeitanatz: *Corylus*-Subzone 1 = 8260 ± 130 BP an den Nussbaumer Seen, 8440 ± 60 BP im Feuenried und 8400 ± 60 BP im Durchenbergried. Da es sich ausschließlich um Muddedaten handelt, muß mit Hartwassereffekt gerechnet werden, wodurch ein reales konventionelles Alter von 8200 bis 8100 BP wahrscheinlich wird.

Dies ergibt nach Kalibration ein reales siderisches Alter von ca. 7000 BC. Die QM-Subzone 1 wurde im Feuenried in Torf mit 7990 ± 65 BP, die nachfolgende *Corylus*-Subzone 2 im Durchenbergried in Mudde auf 7970 ± 60 BP datiert. Da es unwahrscheinlich ist, daß beide Daten falsch sind, und durchaus denkbar, daß in der Mudde des Durchenbergrieds der Hartwassereffekt nicht konstant durchzieht (vgl. die Präboreal-Daten!), so kann man von 7900 BP und ca. 7800 BP für die QM-Subzone 1 ausgehen. Während der 200 bis 300 Jahre dauernden *Corylus*-Subzone 1 wären demnach im Feuenried 50 und im Durchenbergried 20 cm Sediment gebildet worden. Die hohe Wachstumsrate im Feuenried ist in der Endphase der Verlandung gut vorstellbar, zumal mit gewisser Wahrscheinlichkeit eine Sedimentverdoppelung vorliegt. Für die QM-Subzone 2 wurde im Feuenried 7720 ± 40 BP ermittelt, für die *Corylus*-Subzone 3 – im Liegenden dicht anschließend – 7680 ± 75 BP. Die QM-Subzone 2 im Durchenbergried wurde mit 7590 ± 50 BP datiert, was für völliges Ausbleiben des Hartwassereffekts spräche. Zusammenfassend kann man feststellen, daß zwischen der *Corylus*-zone und der QM-Zone als Übergang eine *Corylus*-QM-Zone eingeschoben ist mit lokal wechselnder Bedeutung von *Corylus* und EMW und mit mehreren gegenläufigen Schwankungen der Kurven von *Corylus* und EMW, die aber offenbar stratigraphische Bedeutung besitzen, sowie mit einer Dauer von etwa 8200 bis etwa 7600 BP.

Ein markantes biostratigraphische Ereignis in der QM-Zone ist das Einsetzen der empirischen Buchenkurve bereits kurz nach Beginn dieser Pollenzone. Es wurde folgendermaßen datiert: Nussbaumer Seen 7220 ± 90 BP (nicht sehr zuverlässig, da unmittelbar über einer lithologischen Grenze, wahrscheinlich mit Hiatus); Feuenried 7700 ± 30 BP (nicht sehr zuverlässig, da an der Oberkante eines fast reinen Amblystegiaceentorfs, dessen unteres Ende 25 cm tiefer ein identisches Alter ergab); Durchenbergried 7190 ± 60 BP (nicht besonders zuverlässig, da an Mudde gemessen und Hartwassereffekt möglich). Welches Alter ist nun aus diesen Daten für den Beginn der empirischen Buchenkurve im Gebiet abzuleiten? Das Feuenried-Datum stellt sicherlich einen Maximalansatz dar, der jedoch nur wenig zu alt ausgefallen sein dürfte, wie Daten im Hangenden in derselben Pollenzone nahelegen. Nussbaumersee Nu 4 könnte einerseits zu jung sein, da der Beginn der Buchenkurve wegen des Hiatus fehlt, andererseits könnte das Material von der Basis eines Amblystegiaceen-Torfs, der von Grobdetritusmudde unter- und überlagert wird, auch vom Hartwassereffekt betroffen sein. Das Durchenbergried-Datum müßte, wenn es falsch ist, zu alt sein. Da es aber das jüngste der drei Daten ist, kann man 7200 BP als Mindestalter für den Beginn der empirischen Buchenkurve im Gebiet ansetzen. Ob der wesentlich frühere Beginn im Feuenried Ausdruck anderer lokaler Verhältnisse (früheres Auftreten der Buche in der Umgebung oder andere Zirkulationsverhältnisse und höherer Fernfluganteil) ist, oder ob hier einfach noch Datierungsprobleme unbekannter Art bestehen, ist ungewiß. Zwar gibt es auch im Torf u. U. Datierungsprobleme, doch gibt die Sequenz der Daten im Hangenden hier keinen Anlaß zum Verdacht, die Serie aus dem Durchenbergried sei in diesem Bereich zu alt. Diese Datensequenz in der QM-Zone mit empirischer Buchenkurve lautet im Feuenried: 7700 ± 30 BP, 7500 ± 40 BP, 7235 ± 50 BP, 6800 ± 50 BP, 6530 ± 55 BP und 6080 ± 55 BP; im Durchenbergried: 7190 ± 60 BP, 6540 ± 80 BP und 6680 ± 40 BP. An den Nussbaumer Seen endet die QM-Zone mit dem Beginn der rationalen Buchenkurve um 6190 ± 80 BP (Torf). Im Feuenried ist dieses Ereignis mit 5800 ± 35 BP datiert. Im Durchenbergried spielt sich der Anstieg der Buchenkurve – bei cm-Abständen mit einigen Schwankungen – zwischen 6360 ± 40 BP und 6270 ± 55 BP ab.

Folgende zwei Deutungen dieser Ergebnisse sind möglich:

1. *Hypothese:* Der Buchenanstieg ist im Gebiet synchron. Dann sind die Durchenbergried-Daten wegen Hartwassereffekt etwas zu alt.

Berücksichtigt man beim Datum von den Nussbaumer

Seen den breiten Vertrauensbereich, der bei 2-Sigma 160 Jahre beträgt, und den wegen geringer Wachstumsrate steilen bio- und chronostratigraphischen Gradienten, so lassen sich die beiden Daten mit einigem guten Willen bei 6000 oder 5900 BP unter einen Nenner bringen und die Durchenbergried-Daten nach Berücksichtigung mutmaßlichen Hartwassereffekts hier einfügen. Das ist nicht restlos überzeugend, zumal im Durchenbergried der Hartwassereffekt hier wieder auftaucht, nachdem er zuvor offenbar nicht mehr auftrat.

2. *Hypothese:* Die Buchenausbreitung erfolgte im Gebiet nicht synchron, sondern in der etwas wärmeren und trockeneren Singener Niederung später als im Jungmoränen-Berg- und Hügelland. Zur Entscheidung dieser Frage bedarf es weiterer Daten.

Neigt man der zweiten Hypothese zu, so war die Buchenausbreitung am Durchenbergried um spätestens 5200 BC abgeschlossen, an den Nussbaumer Seen begann sie spätestens 5050 BC; am Feuenried aber frühestens 4950 BC und war hier etwa 4700 BC beendet. Entscheidet man sich für die erste Hypothese, so spricht man den Durchenbergried-Daten Hartwassereffekt zu und setzt ein reales konventionelles Alter von 5900–6000 BP für die Buchenausbreitung an. Schöpft man die 2-Sigma-Vertrauensbereiche der Daten voll aus, so läßt sich die Buchenausbreitung in allen drei Profilen zwischen 4900 und 4800 BC als annähernd synchron annehmen.

Die QM-Fagus-Zone wurde an den Nussbaumer Seen zwischen 6190 ± 80 BP und 5230 ± 60 BP, im Feuenried mit 5800 ± 35 BP (Beginn), 5610 ± 50 BP (kurze EMW-Depression in der Mitte), 5290 ± 50 BP (am oberen Ende) und 5030 ± 30 BP (Übergang zur nächsten Pollenzone) und im Durchenbergried mit 6360 ± 40 BP (Beginn), 6270 ± 55 BP (dicht darüber), 5960 ± 65 BP (im oberen Teil) und 5680 ± 70 BP (dicht darüber) datiert. Diese Zone dauert also in allen Profilen 800 Jahre, doch liegt sie an den Nussbaumer Seen etwa 200, im Durchenbergried rund 500 Jahre früher als im Feuenried. Die Zeitdifferenz zwischen Nussbaumer Seen und Feuenried ist so gering, daß sie entfällt, wenn man außer dem Vertrauensbereich der Datierungen berücksichtigt, daß nicht unbedingt in exakt identischer pollenstratigraphischer Position datiert wurde, und dies besonders wegen des im Profil von den Nussbaumer Seen zu der Zeit geringen Torfwachstums leicht deutliche Zeitdifferenzen ergeben kann.

Im Durchenbergried stammt das Datum 5680 BP von der Oberkante der Mudde. Der Niedermoortorf im Hangenden konnte nicht datiert werden. Das nächste Datum liegt 20 cm höher und bereits in „Hochmoor“-Torf. Es lautet 5100 ± 55 BP. Dies legte die Vermutung

nahe, am Übergang vom Limnischen zum Telmatischen liege ein Hiatus von etwa 300 Jahren vor (Rösch 1986), und würde bedeuten, daß die QM-Fagus-Zone im Liegenden des Hiatus im Durchenbergried rund 300 Jahre älter wäre als in den anderen Profilen. Wenn aber die Daten der liegenden Mudde aus der QM-Fagus-Zone im Durchenbergried vom Hartwassereffekt betroffen sind, ist die QM-Fagus-Zone in Wirklichkeit im Gebiet synchron und der Hiatus im Hangenden der Mudde im Durchenbergried existiert in Wirklichkeit gar nicht, sondern wird nur durch das zu hohe Alter der Daten im Liegenden vorgetäuscht! Diese Erklärung (= Hypothese 2) scheint uns die plausible zu sein, da handfeste Hinweise vorliegen, daß die Vegetationsentwicklung im Gebiet seit der QM-Fagus-Zone durch die menschliche Besiedlung gesteuert wurde, und es besteht derzeit Grund zur Annahme, daß Besiedlungsdichte und Wirtschaftsweise im Untersuchungsgebiet zu der Zeit sehr gleichförmig waren.

Die QMF-Zone läßt sich in vier Subzonen gliedern: In eine QM-Subzone mit deutlich mehr EMW als Fagus, eine Fagus-Subzone, in der Fagus annähernd gleiche Werte wie der EMW aufweist (über 20%), eine Quercus-Subzone, in der die Faguskurve unter 20% absinkt, die EMW-Kurve dagegen fast unveränderte Werte hat, weil der Rückgang von Linde und Ulme von der Zunahme der Eiche ausgeglichen wird, und in eine Corylus-Subzone, in der bei weiter sinkenden Werten von Buche, Ulme und Linde die Hasel zunimmt und mit dem Eichenmischwald kodominant wird.

Wie bereits besprochen, beginnt die QM-Subzone zwischen 4900 und 4800 BC. Für die Fagus-Subzone (Mitte) ergibt sich im Durchenbergried und Feuenried ein gemeinsamer Kalibrationsbereich zwischen 4500 und 4350 BC. Die Quercus-Subzone dauert gemäß Daten aus dem Feuenried und dem Durchenbergried – sie sind in dieser Zone alle um 350 Jahre zum Jüngeren verschoben – entweder bis ca. 4200 BC oder bis 4130 BC oder bis 4050 BC. Die jüngste Lösung ist relativ unwahrscheinlich, da die gesamte QMF-Zone und damit die Corylus-Subzone gemäß einem Datum von den Nussbaumer Seen spätestens 3980 BC zu Ende sein muß. Somit wird für die QMF-Zone folgende chronologische Gliederung wahrscheinlich: Beginn mit der QM-Subzone um 4900 BC, Beginn der Fagus-Subzone um 4700 BC, Beginn der Quercus-Subzone um 4400 BC, Beginn der Corylus-Subzone um 4150 BC, Ende der Corylus-Subzone und damit der QMF-Zone um 4000 BC.

Die CQM-Zone 2 wurde in allen Profilen in Torf datiert. Ein systematischer Fehler durch den Hartwassereffekt ist also nirgends zu erwarten. An den Nuss-

baumer Seen wurde die Basis der hier nur 20 cm umfassenden Zone mit 5230 ± 60 BP datiert, der obere Teil mit 4750 ± 70 BP.

Die minimale Zeitdifferenz der beiden räumlich unmittelbar benachbarten Daten beträgt im 1-Sigma-Bereich mindestens 340 Jahre, im 2-Sigma-Bereich noch 50 Jahre. Ein Hiatus ist also denkbar, aber nicht zwingend. Auch im Liegenden des unteren Datums könnte ein Hiatus vorliegen, da die Corylus-Subzone der QMF-Zone an den Nussbaumer Seen fehlt.

Der Übergang von der QF- zur CQ-Zone wurde im Feuenried und Durchenbergried einheitlich auf 5030 BP datiert. Die Daten unterscheiden sich nur in ihrer Standardabweichung, die im Feuenried ± 30 , im Durchenbergried ± 60 Jahre beträgt. Das Datum aus dem Durchenbergried entstammt dem Übergangsbereich von Niedermoor- zu „Hochmoor“-Torf. Die beiden im Hangenden, in „Hochmoor“-Torf und in der Pollenzone CQM 2 gelegenen Daten (5100 ± 55 BP und 5040 ± 65 BP) sind voneinander und vom vorigen nicht unterscheidbar. Mit 4900 ± 70 BP liegt aus dem Feuenried noch ein geringfügig jüngerer Datum der CQM-Zone 2 vor. Es datiert etwa den Zeitpunkt, ab dem die Linde noch einmal zunimmt.

Setzt man voraus, daß der Torf im Durchenbergried von unten nach oben jünger wird, und daß das jüngste Datum im Feuenried (4900 BP) jünger ist als das oberste Datum im Durchenbergried (5040 BP), so ergeben die zunächst mehrdeutigen Lösungen der Kalibrationskurve im Bereich dieses Plateaus insgesamt nur eine mögliche Lösung: das Ende der QM-Fagus-Zone (5030 BP) ist bei 3950 BC anzusetzen, der besonders haselreiche Teil der CQM-Zone 2 (5100 BP) bei 3850 BC, der folgende Teil mit etwas erhöhten Eichen- und Buchenwerten (5040 BP) bei 3780 BC und der oberste Teil mit nochmaliger Haselzunahme (4900 BP) bei 3690 BC. Der Beginn der CQM-Zone an den Nussbaumer Seen mit minimal 3980 BC erscheint geringfügig zu alt (vgl. oben).

Die Faguszone 1 kann pollenstratigraphisch in eine hasel-, eichen- und lindenreiche untere und in eine stark buchendominierte obere Subzone unterschieden werden. Die Grenze von der unteren zur oberen Subzone wurde im Feuenried mit 4510 ± 40 BP und im Durchenbergried mit 4650 ± 45 BP datiert. Die Daten überlappen sich im 2-Sigma-Bereich. Kalibration der Daten läßt nur eine gemeinsame Lösung bei etwa 3360 BC zu. Der Beginn der Faguszone 1 ist zwar nicht datiert worden, doch kann man aus dem Datum 4750 ± 70 BP im oberen Teil der vorausgehenden CQM-Zone 2 an den Nussbaumer Seen ein Maximalalter von etwa 4700 BP = 3600 BC ableiten.

Die obere Grenze der Faguszone 1 wurde auf 4520 ± 50 BP (Durchenbergried) der obere Teil mit

dem *Fagus*maximum 4440 ± 30 BP (Feuenried) datiert. Auch diese beiden Daten überlappen sich nur im 2-Sigma-Bereich, wenngleich stärker. Die Kalibration erlaubt hier zwei gemeinsame Lösungen, zwischen 3240 und 3280 BC und bei 3100 BC.

Aus der *Corylus*zone 2 liegen fünf Daten vor: Beginn 4520 ± 30 BP (GDU = Durchenbergried) bzw. 4260 ± 30 BP (ÜFR = Feuenried), Mitte (haselreicher) 4190 ± 70 BP (GDU) und Ende 4025 ± 50 BP (GDU) und 3930 ± 55 BP (ÜFR). Biostratigraphisches Merkmal dieser Schlußphase ist der Rückgang der zuvor nochmals angestiegenen Lindenkurve. Die Datierungen für den Beginn der Pollenzone überlappen sich auch im 2-Sigma-Bereich nicht. Für das Datenpaar am Ende der Pollenzone ist dies bereits im 1-Sigma-Bereich knapp der Fall. Die zeitliche Diskrepanz zwischen Durchenbergried und Feuenried für den Beginn der *Corylus*zone 2 löst sich auch bei Kalibration nicht auf: Kalibriert man im 2-Sigma-Bereich, so lautet 2950 BC im Durchenbergried die jüngstmögliche Lösung, 2900 BC die ältestmögliche beim Feuenried. Für das Datum in der Mitte der Pollenzone ergibt sich eine Zeitspanne von 2900 bis 2630 BC. Für das Ende der *Corylus*zone 2 ergibt die Kalibration nur eine für beide Daten mögliche Lösung zwischen 2480 und 2560 BC.

Die *Fagus*zone 2 ist fünfteilig: Subzonen mit hohen *Fagus*werten – zu Beginn, in der Mitte und gegen Ende – werden zweimal unterbrochen von Phasen mit niedrigeren *Fagus*werten. Da die erste Phase mit niedrigeren *Fagus*werten pollenstratigraphisch deutlich gliederbar ist, ergibt sie zwei Subzonen, weshalb die Pollenzone F2 sechs Subzonen enthält. An den Nussbaumer Seen ist die *Fagus*zone 2 im Profil Nu 4 nicht weiter differenzierbar. Sie wurde dort mit 4070 ± 70 BP datiert. Im Feuenried liegen von dieser Pollenzone keine Daten vor. Sie wird eingegrenzt von den Daten 3930 ± 55 BP und 3010 ± 45 BP. Im Durchenbergried liegen zwei Daten vor, das erste am Übergang von der ersten buchenreichen zur anschließenden buchenärmeren Subzone mit 3950 ± 40 BP, das zweite in der mittleren buchenreichen Subzone mit 3710 ± 50 BP. Das die Pollenzone im Hangenden eingrenzende Datum lautet hier 3545 ± 40 BP, ist also beträchtlich älter als im Feuenried, was andeutet, das dort ein Hiatus vorliegen könnte.

Als Datum ante quem ergibt sich im Feuenried 2500 BC. Das konventionell nicht unterscheidbare Datum im Durchenbergried für *Fagus*zone 2a/b (3950) unterscheidet sich auch bei Kalibration im 1-Sigma-Bereich nicht von diesem Maximalansatz für den Beginn der Pollenzone. Bei Kalibration im 2-Sigma-Bereich ergibt sich als jüngstmögliche Lösung 2350 BC. Vorläufig kann man vielleicht 2400 BC für die Grenze F2f1/b

annehmen und 2500 BC für den Beginn von F2. Die mittlere buchenreiche Subzone datiert mit großer Wahrscheinlichkeit zwischen 2200 und 2000 BC.

Als Datum post quem (bereits *Corylus*zone 3) ergibt die Kalibration des Datums aus dem Durchenbergried als wahrscheinliche Lösung 1970 bis 1790 BC.

Im folgenden wird die verlässliche Datenbasis immer schmaler, da an den Nussbaumer Seen nach 4000 BP keine Daten mehr vorliegen und im Feuenried wegen nachlassenden Torfwachstums die Stratigraphie lückenhafter und unzuverlässiger wird. Zwar gibt es von den Nussbaumer Seen Profundalprofile, die sich recht gut auch in diesem Bereich mit dem Durchenbergried korrelieren lassen, doch fehlen für den Beweis der Gleichzeitigkeit ^{14}C -Daten. Es deutet sich aber an, daß, wenn man, wie hier vorgeschlagen, die *Fagus*zone 2 so legt, daß sie drei *Fagus*maxima enthält, dieses letzte Maximum dem entspricht, was bisher an den Nussbaumer Seen und im Feuenried als *Fagus*zone 3 abgetrennt worden war. Die engeren Probenabstände und Daten im Durchenbergried zeigen nun, daß diese bisherige *Fagus*zone 3 noch vor der Frühbronzezeit liegt. Es erscheint zweckmäßig, sie als Pollenzone aufzulösen und als Subzone der *Fagus*zone 2 anzuhängen. Dies gilt dann natürlich auch für die bisherige *Corylus*zone 3, die ebenfalls zu einer Subzone der *Fagus*zone 2 wird.

Im Durchenbergried folgt auf die *Fagus*zone 2 mit der *Corylus*zone C3 eine Zone mit Dominanz von Eiche und vielen Kulturzeigern. An den Nussbaumer Seen und im Feuenried dominieren gleichzeitig, soweit erkennbar, zu der Zeit Hasel und Erle. Zwischendurch kann kurzfristig auch noch die Buche dominierend werden. Folgende Daten liegen vor: Beginn 3545 ± 40 BP (GDU), Ende 3115 ± 60 BP (GDU) und 3010 ± 45 BP (ÜFR). Der wahrscheinliche Beginn dieser Pollenzone zwischen 1880 und 1940 BC wurde bereits erwähnt. Für das Ende gibt die Kalibration der Daten vom Feuenried und Durchenbergried nur eine gemeinsame Lösung zwischen 1380 und 1370 BC.

Die *Corylus*zone C3 wird in fünf Subzonen gegliedert: eine Subzone qf1 mit viel Eiche und Buche, durch die nachfolgende, birkenreiche Subzone qb von der eichenreichen Subzone q1 getrennt, die wiederum durch eine buchenreichere Subzone qf2 von der ebenfalls besonders eichenreichen, abschließenden Subzone q2 getrennt ist. Da nur für das Ende der Pollenzone Daten vorliegen, müssen die Alter für die Grenzen der Subzonen interpolativ geschätzt werden: Beginn qf1 um 1900 BC, Grenze qf1/qb 1800 BC, Grenze qb/q1 1700 BC, Grenze q1/qf2 1600 BC und Grenze qf2/q2 1500 BC. Das Ende der Pollenzone läge dann bei 1400 BC (gerundet auf ganze Jahrhunderte, vgl. oben).

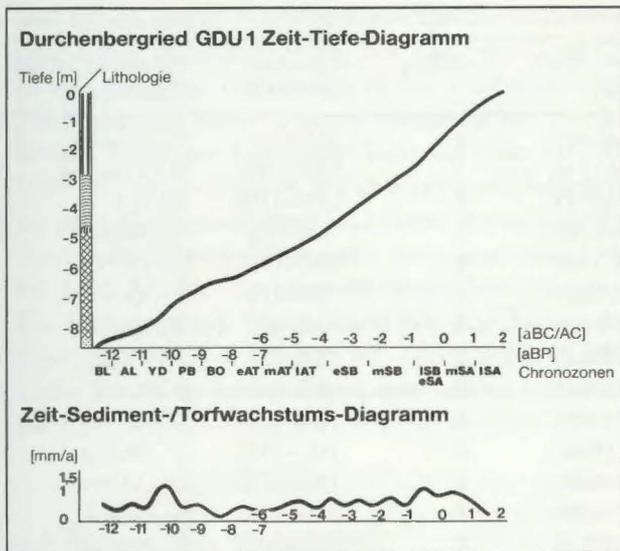


Abb. 8: Zeit-Tiefe-Diagramm und Zeit-Sedimentwachstums-Diagramm des Profils Durchenbergried GDU 1.

Mit einem im Feuenried und Durchenbergried deutlichen Eichenrückgang beginnt die nächste Pollenzone, die im Durchenbergried durch kurzfristige Dominanzwechsel zwischen den dominierenden Taxa Eiche, Birke, Hasel und Buche gekennzeichnet ist. Diese Dynamik kommt in den übrigen Profilen nicht zum Ausdruck, weil diese Pollenzone BCFQ dort jeweils nur aus wenigen Horizonten besteht. Im Durchenbergried ergibt sich folgende pollenstratigraphische Feingliederung: auf eine buchen- und eichenreiche Subzone qf1 folgt eine birkenreiche Subzone qbc, dann eine Subzone qf2 mit viel Eiche und Buche, anschließend eine Subzone b mit Birkendominanz, danach Subzone qf3 mit Buchendominanz und abschließend Subzone qbf mit wechselnder Dominanz von Eiche, Birke und Buche. Daten liegen ebenfalls nur aus dem Durchenbergried vor: 2790 ± 50 BP für Subzone qf2 (Beginn), 2550 ± 45 BP für das Ende von Subzone qf2, 2575 ± 65 BP für Subzone qf3 und 2455 ± 60 BP für Subzone qbf (oberes Ende der Pollenzone). Für den Beginn dieser Zone, die wir am besten *Betula-Corylus-Fagus-Quercus-Zone* (BCFQ) nennen, ergibt sich aus dem Ende der vorigen Pollenzone ein Zeitansatz von etwa 1400 BC. Der Beginn der eichen- und buchen-, übrigens auch kulturzeigerreichen Subzone qf2 liegt zwischen 1050 und 830 BC, ihr Ende muß zwischen 820 und 790 BC liegen, denn mögliche jüngere Lösungen, die sich aus der Kalibration dieses Datums ergeben, scheiden aus, da sie von höherliegenden und deshalb jüngeren Daten belegt werden. Die buchenreiche und kulturzeigerpollenarme Subzone qf3 nach der birkenreichen Subzone b ist konventionell gleich alt wie das Ende der Subzone qf2. Da sie das in der siderischen Skala nicht sein

kann, kommt als richtige Lösung bei der Kalibration der Bereich zwischen 680 und 600 BC in Frage.

Die Spanne theoretisch möglicher Alter reicht für die letzte Subzone qbf von 770 bis 410 BC. Durch die Datierungen im Liegenden engt sich der tatsächliche Spielraum auf etwa 600 bis 400 BC ein.

Die Quercuszone 1 ist dreiteilig: eichenreiche Subzonen zu Beginn und am Ende werden von einer Subzone mit weniger Eiche und mehr Birke getrennt. Im Feuenried kommt diese erste Quercus-Subzone nur schwach zum Ausdruck, an den Nussbaumer Seen ist die Identität der unteren Quercus-Subzone mit der unteren Quercus-Subzone im Durchenbergried ohne Daten nicht beweisbar. Dieser erste Eichengipfel könnte hier auch in die BCFQ-Zone gehören.

Folgende Daten liegen vor: 2200 ± 55 BP für die Subzonen-Grenze q1/bq (GDU), 2110 ± 40 BP für dasselbe Ereignis (ÜFR), allerdings in schlechterer stratigraphischer Auflösung, und 1925 ± 60 BP für Subzone q2 (Ende der Pollenzone, GDU).

Der Beginn von Q1 – in GDU nicht direkt, in ÜFR in unsicherem stratigraphischem Kontext datiert –, ist durch das Ende von BCFQ vorgegeben und muß deshalb spätestens bei 400 BC liegen. Diese Marke erreicht man mit dem ÜFR-Datum als älteste Möglichkeit gerade noch, wenn man im 2-Sigma-Bereich kalibriert. Für die Grenze q1/bq muß man dadurch in den jüngeren Bereich des durch die Kalibration gegebenen Zeitraumes gehen und erhält als wahrscheinliches Alter 260 bis 170 BC. Die Subzonen-Grenze bq/q2 fällt mit der Zeitenwende zusammen. Das Ende der Pollenzone Q1 liegt zwischen 70 BC und 180 AC. Das Alter der vorherigen Grenze macht eine tatsächliche Lage nach 100 AC, vielleicht 150 AC, wahrscheinlich. Für die nachfolgenden drei lokalen Pollenzonen im Durchenbergried liegen keine Daten vor. Ihre Verknüpfung mit der regionalen Pollenstratigraphie soll an anderer Stelle diskutiert werden. Anschließend folgt die Quercuszone 2, die in allen Profilen klar zum Ausdruck kommt. Ihr Beginn wurde im Durchenbergried mit 1340 ± 65 BP datiert. Im Feuenried ist diese Zone stark verkürzt. Das Material für die Datierung umfaßt die gesamte Pollenzone bis zum Pinusanstieg. Das Datum lautet 920 ± 50 BP. Im Durchenbergried wurde das Ende der Quercuszone 2 mit 935 ± 45 BP datiert.

Für den Beginn von Q2 ergibt sich ein Alter zwischen 640 und 710 AC. Da das Datum aus dem Feuenried im Prinzip etwas älter sein sollte als das Ende von Q2 im Durchenbergried, kommt für dieses nur ein am Ende der durch die Kalibration vorgegebenen Zeitspanne gelegenes Alter in Frage. Für das Feuenried-Datum selbst ist eine Altersangabe wenig sinnvoll, da es eine lange Zeit, eventuell die ganze Zone Q2, repräsentiert,

Tabelle 2: Durchenbergried GDU1, Radiocarbonaten.

Lfd. Nr.	Labor-Nr. HD-....	Tiefe (cm)	Material	Sigma ¹³ C (‰)	konv. Alter (a BP)	Korrektur	reales Alter (aBC/AC)	Pollenstratigraphie/ Pollenzone
1	9542-9613	10-18	NMT	-28,57	365±40	K	1450-1630	PP, Quercus
2	9543-9614	26-34	NMT	-28,54	665±45	K	1280-1380	PQ, Carpinus
3	9544-9630	34-42	NMT	-28,97	935±45	K	1020-1150	Q2/PQ
4	9545-9632	70-78	NMT	-29,31	1340±65	K	640-710	Q2, Beginn
5	9546-9683	122-130	NMT	-29,96	1925±60	K	70BC-180AC	Q1/QBFCa
6	9547-9676	162-170	NMT	-28,38	2200±55	K	390-170	Q1, Quercus
7	9548-9677	192-200	NMT	-28,30	2455±60	K	660-410	BCFQ qbf
8	9549-9688	212-220	NMT	-27,16	2575±65	K	830-510	BCFQ qf3
9	10530-103	230-238	NMT	-26,59	2550±45	K	820-540	BCFQ qf2
10	10635-106	252-261	NMT	-27,07	2790±50	K	1050-830	BCFQ qbc
11	9550-9689	272-280	NMT	-26,38	3115±60	K	1450-1370	QC/BCFQ
12	9551-9690	302-310	NMT/HMT	-27,18	3545±40	K	1970-1770	QC, Quercus 1
13	9552-9691	331-339	HMT	-27,51	3710±50	K	2230-2010	F2, Fagus 2
14	9553-9712	341-349	HMT	-28,00	3950±40	K	2570-2450	F2, Fagus 1
15	9554-9713	351-359	HMT	-27,57	4025±50	K	2610-2480	C2/F2
16	9555-9715	370-378	HMT	-26,45	4190±70	K	2810-2700	C2, Abies
17	9556-9716	391-399	HMT	-27,67	4520±50	K	3300-3150	F1/C2
18	9557-9717	406-414	HMT	-27,09	4650±45	K	3520-3340	F1, Tilia
19	9558-9776	436-444	HMT	-26,34	5040±65	K	3980-3780	CQM2, Tilia
20	9559-9777	451-459	HMT	-26,73	5100±55	K	4000-3800	CQM2, Corylus
21	10634-105	459-466	NMT/HMT	-27,02	5030±60	K	3970-3780	CQM2, BQM
22	9561-9812	474-482	FDM	-28,12	5680±70	H 350 K	4330-4040	QMF, QM
23	9562-9813	482-490	FDM	-28,18	5960±65	H 350 K	4590-4350	QMF, Fagus
24	9563-9814	516-524	FDM	-28,10	6270±55	H 400 K	4900-4670	QMF, QM1
25	9564-9817	526-534	FDM	-27,97	6360±40	H 400 K	4940-4780	QM/QMF
26	9565-9818	536-544	FDM	-27,97	6680±40	H 200 K	5500-5320	QM, Fagus
27	9566-9840	551-559	FDM	-27,90	6540±80	K	5620-5330	QM, Alnus
28	9567-9841	571-579	FDM	-27,75	7190±60	K	6170-5950	QM, Alnus
29	9568-9854	591-599	FDM	-28,25	7590±50	K	6550-6240	CQM1, QM2
30	9569-9861	601-609	FDM	-24,81	7970±60	K	7050-6690	CQM1, Corylus
31	9570-9866	620-628	FDM	-22,70	8400±60	H 300 K	7130-6800	CQM1, Corylus
32	9571-9867	628-634	FDM	-24,30	8700±100	H 300	8400 BP	C1, Tilia
33	9572-9868	636-644	FDM	-23,90	9440±80	H 400	9000 BP	C1, Ulmus
34	9573-9876	644-649	FDM	-24,91	9370±95	H 300	9100 BP	C1, Pinus
35	9574-9972	656-664	FDM	-25,13	9550±80	H 300	9300 BP	BCP/C1
36	9575-9973	668-678	FDM	-26,66	10040±70	H 500	9500 BP	BP2/BCP
37	9576-9981	686-694	FDM	-26,49	10300±100	H 400	9900 BP	BP2, Artemisia
38	9577-9982	701-709	FDM	-23,71	10630±130	H 400	10200 BP	BP2, Juniperus
39	9578-1011	711-719	FDM	-26,12	10590±85	H 300	10300 BP	BP2, Juniperus
40	9579-1010	726-734	FDK	-27,10	10660±75	H 300	10400 BP	BP2, Juniperus
41	9580-1010	736-744	FDM	-27,65	10720±80	H 300	10500 BP	P, Artemisia
42	9581-1010	753-761	FDM/TM	-27,03	10820±90	H 300	10600 BP	P, Artemisia
43	9582-1011	776-784	FDM/TM	-27,72	11340±110	H 400	10900 BP	P, Betula
44	9583-1012	784-794	FDM	-26,44	11760±80	H 400	11300 BP	BP1/P
45	9584-1012	794-802	FDM	-26,91	11770±80	H 400	11400 BP	BP1, Pinus
46	9585-1013	802-810	FDM	-27,72	12360±110	H 700	11600 BP	BP1, Juniperus
47	9586-1013	810-818	FDM	-25,61	12180±105	H 400	11800 BP	B, Pinus
48	9587-1013	818-826	FDM	-26,47	12750±100	H 600	12100 BP	B, Artemisia
49	9588-1014	826-834	TM	-26,38	12780±155	H 300	12500 BP	J/B
50	9589-1015	834-842	TM	-	13075±135	H 500	12600 BP	PA/J

NMT = Niedermoortorf, HMT = Hochmoortorf, FDM = Feindetritusmudde, TM = Tonmudde. K = Kalibration (mit Hilfe eines Computerprogramms; vgl. STUIVER/REIMER 1986). Angegeben ist die Zeitspanne, in der das kalibrierte Alter des 2-Sigma-Bereichs mit mehr als 90% Wahrscheinlichkeit fällt.

H = Hartwassereffekt, anschließend folgt der Betrag in Jahren, um den das Datum verjüngt wurde, um dieses auszugleichen und zum realen Alter zu kommen. Legende zur Pollenstratigraphie vgl. Tab. 3!

und das ermittelte ^{14}C -Alter somit das Durchschnittsalter dieser Pollenzone wäre. Das Ende der Zone Q2 ist also zwischen 1080 und 1190 AC anzusetzen.

Die Pollenzone Pinus-Quercus wurde mit 665 ± 45 BP datiert. Möglicher siderischer Zeitraum wäre 1280 bis 1380 AC. Da die Zone in Wirklichkeit zeitlich lückenlos ist und räumlich oben und unten etwas über das datierte Profilstück hinausgeht, kann man etwa 1250 bis 1450 AC für die Quercus-Pinus-Zone ansetzen. Die beiden letzten Daten markieren den Beginn der Pinuszone 2 (ÜFR 370 ± 25 BP, GDU 365 ± 40 BP). Dafür liefern die beiden Daten zwei gemeinsamen Altersansätze zwischen 1450 und 1630 AC.

3.4 Polleninflux (Beilage 6–9)

Das Influxdiagramm ist wie das Prozentdiagramm in vier Teildiagramme eingeteilt. Die nachfolgende Beschreibung beginnt an der Profilbasis. Die biostratigraphische Gliederung des Prozentdiagramms wurde übernommen.

Teildiagramm 1

LPZ 1 (Poaceae-Artemisia-Betula-Zone, Älteste Dryas/Bölling)

Gesamtinflux um 1500 ($\frac{\text{Pollenkörner}}{\text{cm}^2 \times a}$), Poaceae etwa 700, Betula und Artemisia je 300.

LPZ 2 (Juniperus-Poaceae-Zone, Spätes Bölling)

Der Gesamtinflux steigt auf gut 5000, Juniperus erreicht 1200, Betula steigt allmählich auf etwa 600. Auch die Poaceae steigen auf 1200, dagegen geht Artemisia zurück auf weniger als 100.

LPZ 3 (Betula-Zone, Frühes Allerød)

Der Gesamtinflux beträgt durchschnittlich etwas mehr als 3000. In Subzone 3b liegt er etwas unter, in 3c deutlich über dem Durchschnitt. Da sämtliche Kurven die Schwankungen des Gesamtinflux – vor allem die starken Ausschläge nach oben – mitmachen, wäre es denkbar, daß diese Schwankungen des Influx Folge von zwar berechneten, aber nicht der Realität entsprechenden Sedimentwachstumsraten sind, da infolge des hier existierenden Datenplateaus (siehe oben) Datierungsprobleme bestehen. Es wäre aber auch möglich, daß in LPZ 3c mit etwa verdoppeltem Influx (um 6000) eine erste Optimalphase im Frühen Allerød abgebildet ist, worauf ein Rückschlag folgt. Der Influx von Juniperus sinkt in 3a von 1000 auf 300 und in 3b unter 100. Der Birkeninflux liegt im Schnitt bei 1500, in 3c bei 5000. Der Kieferninflux liegt in 3a und b deutlich unter 500 und steigt in 3c über 1000. Der Gräserinflux ist noch ähnlich wie in PZ 2, dagegen ist der Influx der Kräuter deutlich niedriger (im Schnitt knapp 300).

LPZ 3–4 (Übergangszone, wohl Mitte Allerød)

Entspricht im Influx etwa LPZ 3b, nur mit niedrigeren NBP-Werten und höherem Kieferninflux. Die Schwankungen, besonders der Kiefernkurve, sind hier wesentlich gedämpfter als im Prozentdiagramm.

LPZ 4 (Pinuszone 1, (Spätes Allerød und frühe Jüngere Dryas)

Der Gesamtinflux beträgt durchschnittlich 5000 in LPZ 4a, 3000 in 4b, 5000 in 4c und 15000 in 4d. Der Gräser- und Kräuterinflux bewegt sich immer noch in der Größenordnung von 500. Die Influxkurven von Pinus und Betula sind gleichläufig. Die hohen Influxwerte in 4d liegen im Bereich des ^{14}C -Plateaus. Wenn, wie zu vermuten ist, die Bildung dieses Sediments mehr Zeit beanspruchte, als die Daten anzeigen, würde dies die Influxwerte erniedrigen. Sie könnten also in Wirklichkeit gleich hoch oder gar niedriger sein als die der vorausgehenden Zonen im Allerød. Zu beweisen wäre diese Vermutung jedoch nur, wenn die Daten kalibriert werden könnten.

LPZ 5 (Betula-Pinus-Zone, späte Jüngere Dryas)

Der Gesamtinflux ist wieder auf etwa 5000 gesunken. Vom Rückgang sind die Kiefer, die Gräser und Kräuter stärker betroffen als die Birke. Der Haselinflux setzt mit geringen Werten ein und steigt am Ende auf 1000.

LPZ 5–6 (Übergangszone, Präboreal)

Im Prozentdiagramm erfolgt hier auf kürzester räumlicher Distanz der Dominanzwechsel von Birke und Kiefer zu Hasel. Absolut sieht es so aus, daß die Influxwerte von Birke und Kiefer konstant bleiben (gut 1000), der Haselinflux dagegen stark zunimmt auf etwa den gleichen Betrag. Gleichzeitig steigt der Influx von Ulme und Eiche auf etwa 400.

LPZ 6 (Coryluszone, Spätes Präboreal und Frühes Boreal)

Der Gesamtinflux bleibt zunächst bei etwa 4000, erreicht dann in 6a und 6b 10000 und mehr, um in 6c und 6d unter 2000 zu sinken. Die Ursachen für diese Schwankungen sind nicht bekannt. Vier Radiocarbonaten scheinen konstantes Sedimentwachstum sicher zu belegen. Eventuell könnte veränderte Zirkulation durch Ausbildung eines dichten Gehölgürtels um das Moor für den sinkenden Influx verantwortlich sein. In 6b steigt mit den übrigen auch der Influx von Birke und Kiefer sowie der Gräser und Kräuter noch einmal an. Deren Influxrückgang ist in 6c dann viel drastischer; nämlich auf Werte unter 100.

LPZ 6–7 (Übergangszone, Boreal)

Eine Influxzunahme zeichnet sich ab, für die vor allem die EMW-Komponenten verantwortlich sind.

LPZ 7 (QM-Zone, Spätes Boreal und Frühes bis Mittleres Atlantikum)

Der Gesamtinflux liegt bei 4000. Influxzunahme ist bei Betula und den EMW-Arten, in sehr geringem Maß auch bei Gräsern und Kräutern, nicht jedoch bei Pinus und Corylus zu beobachten. Die nun einsetzende Buchenkurve hat Influxwerte, die im Schnitt unter 100 liegen, im Einzelfall aber bereits über 500 steigen.

Teildiagramm 2

LPZ 8 (QM-Fagus-Zone, Mittleres und Spätes Atlantikum)

Der Gesamtinflux liegt etwa bei 3500. Mit durchschnittlich 800 hat Fagus die höchsten Werte vor Corylus, Quercus, Ulmus und Betula. Wo Cerealien auftreten, ist der Gesamtinflux meist leicht verringert. Ab 8c nimmt der Influx von Tilia und Ulmus allmählich ab.

LPZ 9 (Corylus-QM-Zone, Spätes Atlantikum)

Der Gesamtinflux behält sein Niveau, aber unter stärkeren Schwankungen. Der Influx von Fagus, Tilia und Ulmus geht in 9d und 9e auffällig zurück.

LPZ 10 (Corylus-QM-Zone, Spätes Atlantikum)
Der Gesamtinflux liegt in 10a bei 3000, in 10b und 10c steigt er auf 10000, schwankt aber stark. Von dieser Influxzunahme sind alle dargestellten Taxa betroffen, besonders jedoch die Buche, die nun wieder, gemeinsam mit Eiche und Hasel, den größten Influx hat.

LPZ 10–11 (Übergangszonen, Frühes Subboreal)
Bei sehr stark schwankendem Gesamtinflux scheint eine Diskussion einzelner Kurven nicht sinnvoll.

LPZ 11 (Faguszone 1, Frühes Subboreal)
Der Gesamtinflux sinkt in 11a nach anfangs sehr hohen Werten unter 1000 und steigt dann wieder auf durchschnittlich 5000. Wie in früheren Pollenzonen sinkt der Baumpolleninflux dort ab, wo Getreidepollen auftreten.

Teildiagramm 3

LPZ 12 (QM-Corylus-Zone, Frühes Subboreal)
Der durchschnittliche Gesamtinflux beträgt hier immerhin 10000, schwankt aber stark, in 12a zwischen den Extremwerten 2000 und knapp 60000, danach zwischen knapp 2000 und 14000. Diese, wohl durch das Torfwachstum bedingten Schwankungen machen es schwierig, die Veränderungen von Einzelkurven vegetationsdynamisch zu interpretieren. Die Kurven enthalten im wesentlichen nur Informationen, die auch den Prozentkurven zu entnehmen sind. Zu Beginn treten mit die höchsten Lindeninfluxwerte auf (um 500).

LPZ 13 (Fagus-Zone 2, Frühes/Mittleres Subboreal)
Bei gegenüber dem Ende von 12c gesunkenem Gesamtinflux (um 4000) ist, im Gegensatz zur Prozentkurve, keine Influxzunahme der Buche zu beobachten. Diese erfolgte bereits in 12c.

LPZ 14 (Betula-Zone 2, Mittleres Subboreal)
Bei verdoppeltem Gesamtinflux erweist sich der prozentuale Buchenrückgang als Berechnungseffekt, verursacht durch überproportionale Zunahme des Birkenpollens.

LPZ 15 (Fagus-Betula-QM-Corylus-Zone, Mittleres Subboreal)
Der Gesamtinflux sinkt auf gut 6000, ist aber innerhalb der Pollenzone konstant. Bei geringen Kulturzeigerwerten steigt der Bucheninflux stetig von 700 auf 1400 und am Ende abrupt auf über 3000 (hier auch höherer Gesamtinflux).

LPZ 16 (Fagus-Zone 3, Mittleres Subboreal)
Der Gesamtinflux liegt etwa bei 15000, schwankt aber stark, zwischen 4000 und mehr als 30000. Die Influxwerte der Buche sind hier mit durchschnittlich 3000 die höchsten des Profils. Der Spitzwegerichinflux steigt erstmals über 100. Am Ende geht der Bucheninflux beträchtlich zurück, während der Influx von Birke, Hasel, Gräsern und Kräutern fast konstant bleibt.

LPZ 17 (Quercus-Zone 1, Mittleres Subboreal)
Der Gesamtinflux liegt zunächst bei etwa 8000 und schwankt mäßig, steigt in 17d kurzfristig auf 32000 und sinkt dann auf 2000 und tiefer. Gegenüber PZ 16 ist der Bucheninflux verringert (knapp 1000), ebenso der Influx von Hasel und Birke. Der Eicheninflux bleibt gleich. Der Influx von Getreide und Spitzwegerich ist, besonders im mittleren Teil, stark erhöht (Getreide bis über 100, Spitzwegerich über 200). Vor der Phase mit dem höchsten Kulturzeigerinflux (17bc) geht der Gesamtinflux etwas zurück, besonders aber der von Buche, Eiche, Ulme und Tanne, nicht jedoch der von Birke und Hasel.

LPZ 18 (Corylus-Betula-Zone, Spätes Subboreal)
Der am Ende von 17 niedrige Gesamtinflux ist wieder auf durchschnittlich 5000 gestiegen. In der Mitte der Zone, wo Cerealien auftreten, ist der Influx niedriger. Dies gilt für alle Gehölze außer Pinus und Picea (Fernflug) und ebenfalls nicht für die Kräuter *Plantago lanceolata* und *Artemisia*. Auch am Ende der Zone tritt Getreidepollen auf, und der Influx sinkt ab.

LPZ 19 (Fagus-Quercus-Zone 1, Spätes Subboreal)
Der Gesamtinflux liegt durchschnittlich wieder über 10000 und schwankt stark. Auch hier besteht eine negative Korrelation zwischen hohem Gesamtinflux, der sich in fast allen Einzelkurven durchpaust, und Getreidenachweisen.

Teildiagramm 4

LPZ 20 (Betula-Zone 3, Spätes Subboreal)
Die Zunahme des Gesamtinflux geht vor allem auf Konto des Birkenpollens. Die übrigen Influxkurven verändern sich nur wenig, die Kulturzeiger setzen kurz aus. Diese Pollenzone liegt unmittelbar nach dem Ende der urnenfelderzeitlichen Seeuferbesiedlung.

LPZ 21 (Fagus-Quercus-Zone 2, Spätes Subboreal)
Der Gesamtinflux sinkt von 10000 auf 3000 ab. Pinus, Abies und die Nichtbaumpollen machen dies Bewegung nicht oder nur in geringem Maße mit.

LPZ 22 (Quercus-Betula-Fagus-Zone, Spätes Subboreal/ Frühes Subatlantikum)
Der Gesamtinflux liegt bei 4000 und schwankt mäßig. Eine tendenzielle Zunahme nach oben wird dort, wo Cerealien auftreten, durch einen Rückgang unterbrochen. Dieser betrifft die Cyperaceae, Pinus und Ulmus kaum.

LPZ 23 (Quercus-Zone 2, Frühes Subatlantikum)
Mit Wiedereinsetzen der Getreidekurve geht der anfangs sehr hohe Gesamtinflux stark zurück. Dies betrifft in besonderem Maße Birke, Hasel, Erle, Ulme und Buche, weniger oder kaum Eiche, Fichte, Tanne und die Nichtbaumpollen.

LPZ 24 (Betula-Zone 4, Frühes Subatlantikum)
Vor allem durch Zunahme von Birke und Erle steigt bei sonst etwa konstanten Kurven der Gesamtinflux an. Der Getreideinflux geht deutlich zurück.

LPZ 25 (Quercus-Zone 3, Frühes/Mittleres Subatlantikum)
Die mäßigen Schwankungen des bei 6000 liegenden Gesamtinflux werden hauptsächlich von der Eiche verursacht. Die Eicheninfluxkurve ist negativ mit der Ulmenkurve und der Spitzwegerichkurve korreliert.

LPZ 26 (Quercus-Betula-Zone, Mittleres Subatlantikum)
Der Gesamtinflux steigt und nimmt dann wieder ab. Der Birkeninflux-Gipfel liegt später als derjenige der anderen Gehölze. Mit diesem Birkengipfel geht die Getreidekurve zurück.

LPZ 27 (Quercus-Zone 4, Mittleres Subatlantikum)
Der Gesamtinflux entspricht dem von PZ 25. Im oberen Teil geht der Influx von NBP und Kulturzeigern zurück, nicht jedoch der Influx der Gehölze.

LPZ 28 (Betula-Quercus-Fagus-Zone, Mittleres Subatlantikum)
Vor allem Zunahme von Betula, Alnus und Fagus läßt den Gesamtinflux steigen. Auch die Nichtbaumpollen nehmen zu. Die Kurven von Getreide und Spitzwegerich sind gegenläufig.

LPZ 29 (Quercus-Fagus-Zone, Mittleres Subatlantikum)
 Der Gesamtinflux geht mit einigen Schwankungen zurück. Dies betrifft besonders *Betula*, *Fraxinus* und *Ulmus*, in geringerem Umfang auch *Corylus*, *Carpinus*, *Alnus* und *Fagus*, kaum *Quercus*, nicht *Picea*, *Abies*, *Pinus* und die Nichtbaumpollen. *Juniperus*, *Salix* und die *Cerealia* nehmen sogar zu.

LPZ 30 (Quercus-Zone 5, Mittleres/Spätes Subatlantikum)
 Der Gesamtinflux bleibt auf dem niedrigen Niveau (um 3000), das er am Ende von 29 erreicht hatte. Der Influx von *Abies*, *Fagus* und *Fraxinus* geht allmählich zurück, der von *Juniperus* nimmt zu. Der *Cerealia*-Influx liegt zwischen 50 und mehr als 200.

LPZ 31 (Quercus-Pinus-Zone, Spätes Subatlantikum)
 Für den im Vergleich zu PZ 30 etwa doppelt so hohen Gesamtinflux ist vor allem die Influxzunahme von *Pinus*, *Betula*, *Picea* und *Carpinus* verantwortlich.

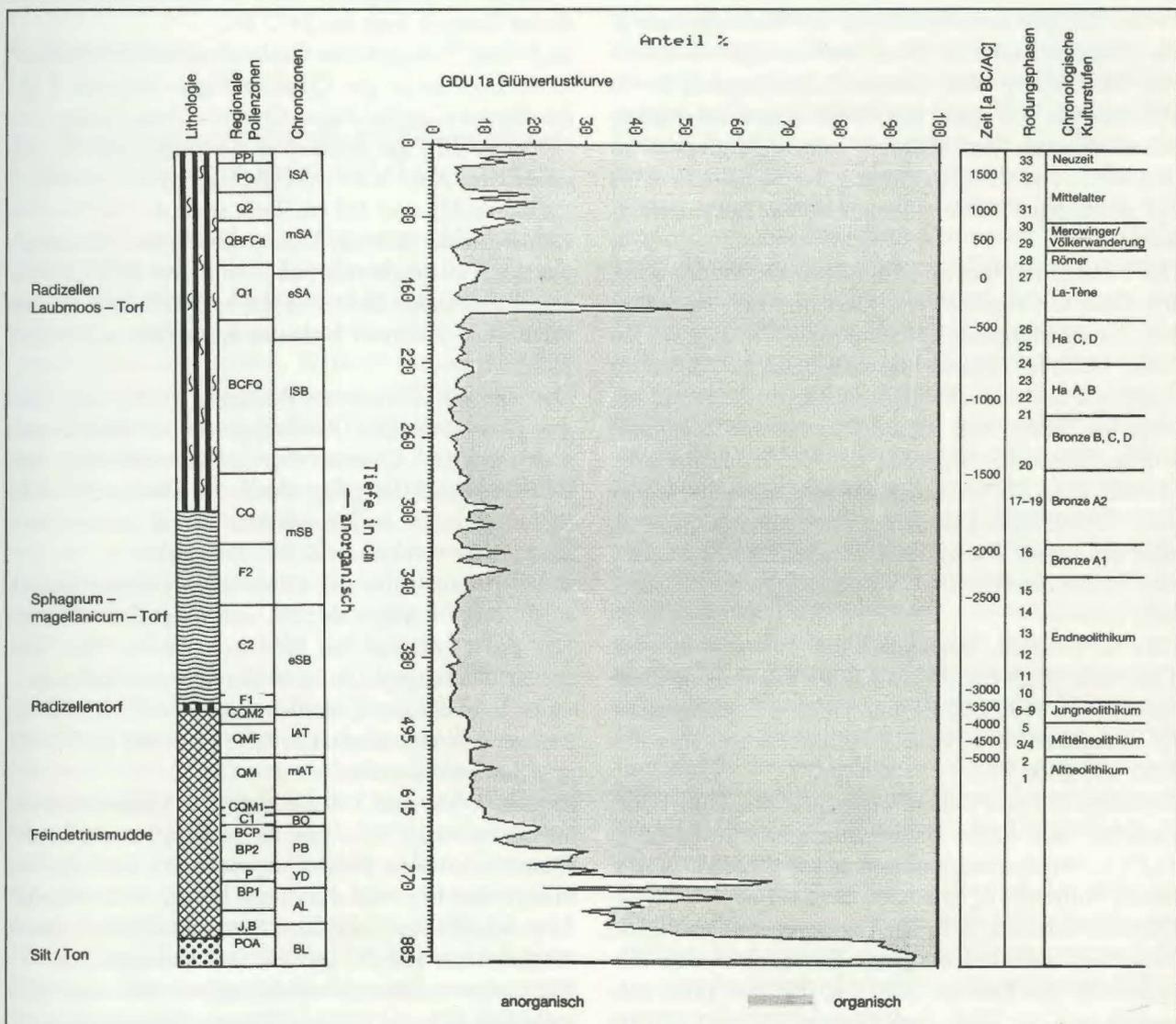
LPZ 32 (Pinus-Zone 2, Spätes Subatlantikum)
 Der Gesamtinflux liegt zunächst bei 10000 und sinkt dann etwas ab. Stark zu nimmt der Influx von *Picea*, *Fagus* und

Poaceae, zurück geht er bei *Quercus*, *Alnus*, *Corylus*, *Carpinus* und *Juniperus*.

3.5 Glühverlust (Abb. 9)

Die organische Substanz (= Glühverlust) hat im basalen ältestdryaszeitlichen Ton zwischen 5% und 10% Anteil an der Sedimentmasse. Gegen Ende der *Poaceae*-*Artemisia*-Zone steigt der Glühverlust auf 50%, in der *Betula*-Zone auf mehr als 60%. In der *Betula*-*Pinus*-Zone 1 steigt der Glühverlust zunächst auf 70% und geht dann wieder zurück, zunächst auf etwa 60%, dann auf 40%. Nach kurzfristigem Wiederanstieg auf fast 80% fällt er am Übergang von der *Betula*-*Pinus*-Zone 1 zur *Pinus*zone unter 40%. Dieser hohe Mineralgehalt im Sediment ist nur von kurzer Dauer. Der Glühverlust steigt im Verlauf der *Pinus*zone rasch wie-

Abb. 9: Glühverlustkurve des Profils Durchenbergried GDU 1.



der auf durchschnittlich 70%. In der *Betula-Pinus*-Zone 2 steigt mit dem Rückgang von *Juniperus* und *Artemisia* und dem Beginn der empirischen Kurven von *Corylus* und *Ulmus* der Glühverlust auf mehr als 80%. In der *Betula-Corylus-Pinus*-Zone (Mitte Präboreal) sinkt er noch einmal knapp unter 80%, steigt dann aber in der *Corylus*-Zone 1 auf durchschnittlich 92%–93% und bleibt dann konstant auf dieser Höhe, mit Ausnahme von zwei kurzfristigen Rückschlägen auf 87% bzw. 88%. Diese beiden Ereignisse liegen in der QM-Zone und in der QMF-Zone und wurden mit 6540 ± 80 BP und 6270 ± 55 BP datiert. Das Ereignis in der QM-Zone kann nur nach Klein et al. (1982) auf 5800 bis 5300 BC liegend datiert werden. Das zweite am Beginn der QMF-Zone läßt sich recht exakt auf 4820–4720 BC kalibrieren. Das ältere Ereignis fällt mit der Rodungsphase 1a zusammen, in der im Pollendiagramm das erstmalige Auftreten von Getreidetyp-Pollen, ein Lindenrückgang von 10 auf 5%, ein vorübergehender Buchenanstieg auf 10% und stark schwankende Haselwerte zu beobachten sind. Das zweite Ereignis ist zeitgleich mit der Rodungsphase 2, die gekennzeichnet ist durch mehrmaliges Auftreten von Getreidetyp und anderen Kulturzeigern, durch allmählichen Rückgang der EMW-Kurve bei starken Schwankungen der Kurven seiner Komponenten und durch den weiteren Anstieg der Buchenkurve bis zur erstmaligen Kodominanz mit dem Eichenmischwald.

Der Niedermoortorf im Hangenden der Mudde weist wie diese Glühverlustwerte zwischen 92% und 93% auf, der nachfolgende „Hochmoor“-Torf dagegen hat einen höheren Glühverlust von 95% bis 96%, ein Ausdruck dessen, daß das Beckenzentrum nun in geringerem Maße von Oberflächenwasser beeinflusst wurde. Wenn im folgenden der Glühverlust wieder absinkt, kann das bedeuten, daß nun entweder wieder mehr Oberflächenwasser ins Moorzentrum gelangte, oder daß dieses Wasser einen höheren Gehalt an gelösten Mineralstoffen oder suspendierten Bodenpartikeln aufwies.

Dies ist erstmals, wenngleich nur schwach, in einer Tiefe von 382,5 cm der Fall, liegt unmittelbar unter dem Datum 4190 ± 70 BP und fällt mit Rodungsphase 12 zusammen. Das siderische Alter liegt zwischen 2750 und 2800 BC.

Zwischen 345 und 330 cm Tiefe sinkt der Glühverlust zunächst auf 92%, dann unter 90% (Minimum 84,7%). Pollenstratigraphisch geschieht dies in der *Betula*-Subzone b und der *Betula-Corylus-Fagus-Quercus*-Subzone bc fq der *Fagus*-Zone 2. Der Beginn dieses Glühverlust-Rückgangs fällt noch in den Tiefbereich des Datums 3950 ± 40 BP, das Ende entspricht von der Tiefe dem Datum 3710 ± 50 BP. Im

unteren Teil dieser Zone mit vermindertem Glühverlust wurde die Rodungsphase 15 ausgeschieden. Danach treten keine Rodungshinweise auf. Das siderische Alter dieser Zone mit tiefem Glühverlust liegt zwischen 2300 und 2050 BC.

In 307,5 und 297,5 cm Tiefe sinkt der Glühverlust erneut auf 87% und 86% ab. Dies geschieht pollenstratigraphisch in der *Corylus-Quercus*-Zone, chronostratigraphisch entspricht der erste Glühverlust-Rückgang dem Datum 3545 ± 40 BP, der zweite befindet sich unmittelbar im Hangenden. Sie entsprechen dem Ende von Rodungsphase 17 und der Mitte von Rodungsphase 18. Das siderische Alter kann mit 1900 BC und 1740 BC angegeben werden. In diesem Bereich erfolgt der Wechsel von *Sphagnum-magellanicum*-Torf zu *Calliergon-trifarium-Mesia-triquetra*-Radizellen-Torf.

Ein schwacher Rückgang des Glühverlusts erfolgt bei 282,5 cm, gegen Ende der *Corylus-Quercus*-Zone, unmittelbar im Liegenden des Datums 3115 ± 60 BP, während Rodungsphase 20. Das siderische Alter für dieses Ereignis liegt bei 1470 BC.

In 255 cm Tiefe geht der Glühverlust leicht zurück auf 93%. Dies ist in der *Quercus-Fagus*-Subzone 2 qf2 der *Betula-Corylus-Fagus-Quercus*-Zone, datiert mit 2790 ± 50 BP, am Ende von Rodungsphase 21. Als siderisches Alter kann 1000 BC angegeben werden. Zwischen 225 und 222 cm Tiefe sinkt der Glühverlust wiederum auf 92% ab. Dies geschieht nach Rodungsphase 23 in der *Betula*-Subzone b von BCFQ, zwischen den Daten 2550 ± 45 BP und 2575 ± 65 BP. Im siderischen Kalender bedeutet das zwischen 750 und 700 BC.

Der nächste Glühverlust-Rückgang erfolgt bei 202,5 cm Tiefe, zwischen Rodungsphase 24 und 25 und während der *Quercus-Betula-Fagus*-Subzone von BCFQ, zeitlich festgelegt durch das Datum 2455 ± 60 BP, unmittelbar im Hangenden. Daraus ist ein siderisches Alter von etwa 600 BC abzuleiten.

Bei 177,5 cm sinkt der Glühverlust außerordentlich stark ab auf weniger als 50% und steigt über 75% bei 175 cm wieder auf fast 95% bei 170 cm. Dies entspricht Rodungsphase 26 in der *Quercus*-Subzone 1 von *Quercus*-Zone 1, datiert durch 2200 ± 55 BP im Hangenden. Als siderisches Alter kann 380 bis 300 BC angenommen werden.

Zwischen 150 und 135 cm sinkt der Glühverlust auf Werte zwischen 91% und 89%. Dies entspricht der *Quercus*-Subzone 2 der *Quercus*-Zone 1 und wird im Hangenden begrenzt durch das Datum 1925 ± 60 BP. Es entspricht Rodungsphase 28 und ist siderisch durch die Eckdaten 120 BC und 150 AC einzugrenzen.

Ein leichter Glühverlustrückgang auf 92% und 90% zwischen 105 und 100 cm fällt mit Rodungsphase 30

und PZ 28 (Birkengipfel zwischen Quercus- und Fagus-Carpinus-Subzone von QBFCa) zusammen. Ein Radiocarbondatum liegt in diesem Bereich nicht vor. Durch Interpolation ergibt sich ein mutmaßliches siderisches Alter zwischen 370 und 450 AC.

Nach kurzfristigem Wiederanstieg sinkt dann der Glühverlust zwischen 90 und 65 cm deutlich unter 90% (Tiefstwert 79,5% bei 65 cm). Dies entspricht der ersten Hälfte von Rodungsphase 31 und der Quercuszone 2 (Quercus-Subzone). In die Mitte dieser Zone fällt das Datum 1340 ± 65 BP. Das siderische Alter dieser Zone mit vermindertem Glühverlust liegt zwischen 500 und 800 AC.

Danach liegt der Glühverlust wieder klar über 90%, mit Ausnahme der Tiefen 55, 20 und 10 cm; die Tiefe 55 cm sollte ein siderisches Alter von etwa 900 AC haben, Tiefe 20 cm (bereits am Ende der PQ-Zone) etwa 1500 AC und Tiefe 10 cm (in der PP-Zone) etwa 1650 AC.

4. Auswertung

4.1 Zur Holozänstratigraphie im Rheingletscher-Gebiet (submontane Stufe) (vgl. Tab. 3, a.b)

Ausgehend von früheren Ansätzen (Rösch 1983; 1985b; 1986) sollen im folgenden regionale Pollenzonen (= RPZ) für das Bodenseebecken (westlicher Teil) aufgestellt und ihr zeitlicher und räumlicher Geltungsbereich diskutiert werden. Weshalb wir auf eine Einordnung unserer Diagramme in die mitteleuropäische Grundsukzession nach Firbas (1949) verzichten, sondern stattdessen eine unabhängige Chronostratigraphie, abgeleitet von Radiocarbonaten, neben eine unabhängige Biostratigraphie stellen, die abgeleitet ist von der jeweiligen prozentualen Pollenzusammensetzung in der Ablagerung, wurde in früheren Arbeiten ausführlich begründet. Dem ist nichts hinzuzufügen, außer dem Hinweis auf die diesbezügliche Literatur (z. B. Hedberg 1976. Mangerud/Andersen/Berglund/Donner 1974. Mangerud/Birks/Jäger 1982). Abweichend von unseren früheren Arbeiten wollen wir hier die von Welten (1982) vorgeschlagene chronostratigraphische Gliederung des Spätwürms verwenden, die den Vorschlag von Mangerud et al. (1974) aufgreift und dahingehend modifiziert, daß die Ältere Dryas als Chronozone entfällt und dem Allerød zugeschlagen wird, wodurch dieses von 12000 bis 11000 BP geht. Dies ist damit begründet, daß die Existenz der Älteren Dryas als klimatischer Rückschlag nach wie vor nicht gesichert ist, die Ausscheidung einer nur 200 Jahre

dauernden Chronozone in einem sonst in glatte Jahrtausende gegliederten System aber ohne das Vorhandensein eines Leithorizontes nicht sinnvoll ist, zumal die chronologische Abgrenzung einer Spanne von 200 Jahren in diesem Bereich durch Radiocarbonaten kaum möglich ist.

Die Abgrenzung regionaler Pollenzonen von den lokalen Pollenzonen mehrerer Profile eines Gebiets ist ein sinnvoller und notwendiger auswertender Schritt auf dem Weg zur Kenntnis der Landschaftsgeschichte eines Gebiets. In Anwendung der internationalen Regeln der geologischen Stratigraphie (Hedberg 1972; 1976) haben Cushing (1967) und Birks (1973) die Pollenzone als biostratigraphische Einheit definiert. Die Gliederung eines Profils in lokale Pollenzonen und die Definition regionaler Pollenzonen aus mehreren Profilen können durch elektronische Datenverarbeitung erfolgen (Birks 1986). Da die entsprechenden Programme bei uns noch nicht anwendbar waren, erfolgten die Einteilung der Profile in Pollenzonen und die Definition regionaler Pollenzonen manuell. Die Vegetationsgeschichte in einem früh besiedelten Raum im Bereich nemoraler Laubwälder ist sehr viel komplexer als in der borealen Nadelwaldzone oder in der hochmontanen Stufe der Gebirge. Hier können Pollentypen mit weniger als 5% Anteil, die zwar statistisch nur schlecht gesicherte Beiträge zur Abgrenzung von Pollenzonen liefern, dennoch von großer paläoökologischer Bedeutung sein (Birks 1986). Deshalb nahmen wir eine Gliederung in regionale Pollenzonen aufgrund klarer Änderungen der Dominanzverhältnisse häufiger Pollentypen vor und unterteilten diese regionalen Pollenzonen dann weiter in Subzonen aufgrund weniger, klarer Änderungen bei den dominanten Arten oder aufgrund der Zu- oder Abnahme von Pollentypen mit geringerem Anteil (subdominante Pollentypen oder solche ohne rationale Kurven). Es zeigte sich, daß die Pollenzusammensetzung in bestimmten Pollenzonen im Gebiet kleinräumig stark variiert. Dies gilt besonders für das Verhältnis Eiche-Hasel in buchenarmen Zonen des Subboreals. Diese Beobachtung verhindert jedoch nicht, solche im Pollenspektrum stark voneinander abweichenden lokalen Pollenzonen in regionalen Pollenzonen zusammenzufassen, da die stratigraphische Korrelation durch die begrenzenden Zonen und durch die Datierung gesichert ist, und diese Unterschiede nur graduell und durch naturräumliche Unterschiede erklärbar sind.

Pollentypen, die überwiegend dem lokalen und Umgebungsniederschlag (Triat-Laval 1978) entstammen dürften, hier also vor allem die Cyperaceae und Alnus, wurden bei der Definition von regionalen Pollenzonen nicht berücksichtigt.

Die Pollenzonen werden nach den dominierenden Pollentypen benannt. Als Kurzbezeichnung werden nun, abweichend von früheren Arbeiten, die Anfangsbuchstaben dieser Pollentypen verwendet. Dies dient zur klaren Unterscheidung von den mit Nummern versehenen lokalen Pollenzonen. Für die Subzonen wird vorgeschlagen, statt großen Buchstaben kleine zu verwenden.

Die regionalen Pollenzonen sind in Tabelle 3a dargestellt. Dort erfolgt auch die Verknüpfung mit der Chronostratigraphie und den ¹⁴C-Daten. In Tabelle 3b sind die Subzonen und ihre Zeitstellung (soweit möglich mit siderischem Alter) dargestellt, dazu die Rodungsphasen in den Profilen Durchenbergried, Feuenried und Nussbaumer Seen 8. Diese regionalen Pollenzonen werden nun, beginnend beim Ältesten, erläutert und diskutiert. Soweit sich inhaltliche Änderungen zu Tabelle 3 in Rösch (1986) ergeben, werden diese erwähnt.

Regionale Pollenzonen (RPZ)

Die erste Pollenzone im Gebiet ist die Poaceae-Artemisia-Zone, POA. Sie wurde am eingehendsten an den Nussbaumer Seen untersucht. Abweichend von der früher vorgeschlagenen Unterteilung wird nun unterteilt in eine Pinus-SZ (Subzone), p, eine Cyperaceae-SZ, cy, eine Betula-SZ, b, und in eine Betula-Juniperus-SZ, bj. Gegenüber Tabelle 3 in Rösch (1986) wurde SZ a und b in p zusammengefaßt und c umbenannt. Die zeitliche Gliederung der Zone ist nicht bekannt. Die Grenze zur nächsten Zone wird bei 12500 BP angenommen (vgl. Kap. 3.3!).

Poaceae-Artemisia-Zone, POA	bis 12500 BP
Pinus-SZ, p	
Cyperaceae-SZ, cy	
Betula-SZ, b	13000–12700 BP?
Betula-Juniperus-SZ, bj	12700–12500 BP?

Die Juniperus-Zone, J, bleibt in ihrer Unterteilung unverändert: Betula-Poaceae-SZ, bpo, Hippophaë-SZ, h, und Betula-SZ, b. Der Beginn wird mit 12500 BP, das Ende mit 12000 BP angenommen. Die Konsequenz der Korrektur der Datierungen (Kap. 3.3) ist, daß Pollenzone PA teilweise ins Ältere Bølling fällt und kein biostratigraphisches Äquivalent zur chronostratigraphischen Grenze Älteste Dryas/Bølling mehr besteht. Die Grenze Bølling/Allerød (sensu Welten 1982) fällt dagegen nun mit der Grenze J/B zusammen.

Juniperus-Zone, J	12500 bis 12000 BP
Betula-Poaceae-SZ, bpo	
Hippophaë-SZ, h	
Betula-SZ, b	

Die Betula-Juniperus-Zone bei Rösch (1986) entfällt, da der Änderungsgradient von Betula und Juniperus zu steil ist, als daß es möglich wäre, eine durch mehrere Horizonte belegte Zone mit Kodominanz von Betula und Juniperus auszuscheiden. Als dritte regionale Pollenzone folgt deshalb die Betula-Zone, B, deren Unterteilung in die Subzonen Juniperus, j, Betula, b, Artemisia-Juniperus, aj, und Pinus, p, bestehen bleibt. Diese Zone dauert von 12000 bis 11500 BP, entspricht also dem Älteren Allerød.

Die Subzone aj wurde oft als regressive Phase aufgefaßt und als Ältere Dryas bezeichnet. Hier scheint aber eine Korrelierung mit der Chronozone Ältere Dryas sensu Mangerud et al. (1974) schwierig, da ein Alter von weniger als 11700 BP wahrscheinlich ist, und diese Subzone somit um 300 Jahre zu jung wäre, um der Älteren Dryas zu entsprechen.

Betula-Zone, B	12000 bis 11500 BP
Juniperus-SZ, j	
Betula-SZ, b	
Artemisia-Juniperus-SZ, aj	
Pinus-SZ, p	

Dem Jüngeren Allerød entspricht etwa die Betula-Pinus-Zone 1, BP 1, mit Beginn um 11500 BP und Ende etwa bei 10800 BP. Entgegen der bisherigen Darstellung lassen sich drei Subzonen unterscheiden, Juniperus-Artemisia, ja, Pinus, p, und Apiaceae-Filipendula, apfi.

Die chronostratigraphische Grenze Allerød/Jüngere Dryas ist durch die Ablagerung des grauen Laacher Bimstuffs LST 5 markiert und fällt mit der Grenze p/apfi zusammen. Das Verhältnis Pinus-Betula ist innerhalb des Rheingletscher-Gebietes nicht konstant. Besonders ist im östlichen Bodenseegebiet ein höherer Kiefern- und geringerer Birkenanteil zu beobachten (Lang 1952), doch läßt sich vielerorts eine charakteristische und vermutlich reproduzierbare Folge von den drei Birken- und Kieferngipfeln erkennen, die in den Profilen Degersee (Lang 1952), Buchenseen (Bertsch 1961), Nussbaumer Seen und Durchenbergried gefunden wurden. Wo diese Abfolge reduziert ist oder fehlt, wäre zu prüfen, ob Hiaten vorliegen oder die Probenabstände zu groß sind. Im Feuenried beispielsweise liegt ein Hiatus vor. In der Radolfzeller Bucht fand I. Müller (1947a) die beiden jüngeren Birkengipfel, für den ältesten waren vermutlich die Probenabstände zu groß.

Betula-Pinus-Zone 1, BP 1	11500 bis 10800 BP
Juniperus-Artemisia-SZ, ja	11500 bis 11300 BP
Pinus-SZ, p	11300 bis 11000 BP
Apiaceae-Filipendula-SZ, apfi	11000 bis 10800 BP

Die Pinuszone, P, nimmt etwa die nächsten 800 Jahre

der Jüngeren Dryas ein. Die bei Rösch (1986) vorgeschlagene Gliederung in vier Subzonen kann regional nicht abgesichert werden und wird deshalb zugunsten einer Zweiteilung in eine *Betula*-SZ, b, und eine *Artemisia-Juniperus*-SZ, aj, aufgegeben. Das Alter für die Grenze zwischen beiden Subzonen ist noch hypothetisch.

Pinus-Zone, P	10800 bis 10000 BP
Betula-SZ, b	10800 bis 10600 BP
Artemisia-Juniperus-SZ, aj	10600 bis 10000 BP

In der *Betula*-Pinus-Zone, BP 2, hat die Birke wiederum deutlich zugenommen. Diese Zone kann jetzt untergliedert werden, und zwar in die *Juniperus-Artemisia*-SZ, ja, und die *Corylus-Ulmus*-SZ, cu. Sie entspricht dem Älteren Präboreal. Die Grenze Pleistozän/Holozän wird somit durch den Birkenanstieg am Beginn von BP 2 charakterisiert. SZ cu beginnt etwa bei 9800 BP.

Betula-Pinus-Zone 2, BP 2	10000 bis 9500 BP
Juniperus-Artemisia-SZ, ja	10000 bis 9800 BP
Corylus-Ulmus-SZ, cu	9800 bis 9500 BP

Die nächste Zone, *Betula-Corylus-Pinus*, BCP, läßt sich wegen der auf kurzer räumlicher und zeitlicher Distanz steil ansteigenden Kurven von *Corylus* und EMW und entsprechend sinkenden Kurven von *Pinus* und *Betula* (vgl. aber Influx!) nicht sinnvoll untergliedern. Zeitlich umfaßt sie nur etwa 300 Jahre im Jüngeren Präboreal, von 9500 bis 9200 BP.

Betula-Corylus-Pinus-Zone, BCP	9500 bis 9200 BP
--------------------------------	------------------

Die *Corylus*zone 1, C1 bleibt in drei Subzonen gegliedert, doch ändern diese ihre Namen: *Betula-Pinus*-SZ, bp, etwa 9200 bis 8900 BP, *Ulmus*-SZ, u, 8900 bis 8500 BP, und *Tilia*-SZ, t, bis 8200 BP. C1 umfaßt das Ende des Präboreal und den größten Teil des Boreal.

Corylus-Zone 1, C1	9200 bis 8200 BP
Betula-Pinus-SZ, bp	9200 bis 8900 BP
Ulmus-SZ, u	8900 bis 8500 BP
Tilia-SZ, t	8500 bis 8200 BP (7000 BC)

Die nachfolgende *Corylus*-QM-Zone 1, CQM 1, ist wiederum eine Pollenzone, in der entscheidende Vegetationsveränderungen ablaufen. Im Gegensatz zu BCP-Zone ist dies hier kein gradliniger Prozeß, sondern ein mehrmaliges „Hin und Her“, vergleichbar dem, was in der BP-Zone 1 geschieht. Die Zone läßt sich nun nicht nur in zwei (Rösch 1986), sondern in fünf Subzonen unterteilen, die durch wechselnden Anteil von Hasel und Eichenmischwald charakterisiert sind: Die *Corylus*-SZ 1, C1, von 8200 bis 8000 BP (~ 7000–6900 BC), die QM-SZ 1, qm 1, von 8000

bis 7900 BP, (~ 6900–6700 BC), die *Corylus*-SZ 2, c2, von 7900 bis 7800 BP (6700–6600 BC), die QM-SZ 2, qm 2, von 7800 bis 7700 BP (6600–6500 BC) und die *Corylus*-SZ 3, c3, von 7700 BP bis 7600 BP (6500–6400 BC). Die ganze Zone dauert also konventionell und siderisch 600 Jahre und erstreckt sich vom Ende des Boreal über die ältere Hälfte des Älteren Atlantikum. Analog zu PZ BP 1 ist zwar das Verhältnis von Hasel zu EMW von Profil zu Profil unterschiedlich, die Kurvenverläufe sind jedoch gleichläufig und korrelierbar. Die reale Dauer in Sonnenjahren beträgt somit 100 Jahre für SZ c1, 200 Jahre für qm 1 und jeweils 100 Jahre für C2, qm 2 und C3.

Corylus-QM-Zone 1, CQM 1	7000 bis 6400 BC
Corylus-SZ 1, C1	7000 bis 6900 BC
EMW-SZ 1, qm 1	6900 bis 6700 BC
Corylus-SZ 2, c2	6700 bis 6600 BC
EMW-SZ 2, qm 2	6600 bis 6500 BC
Corylus-SZ 3, c3	6500 bis 6400 BC

Die nächste Pollenzone, QM, hat, zumindest was die dominanten Pollentypen betrifft, wieder über längere Zeit stabile Verhältnisse. Drei Subzonen sind unterscheidbar: *Corylus*, c, von 7600 bis 7200 BP (etwa 6400–6100 BC), *Alnus-Fraxinus*, af, von 7200 bis 6500 BP (etwa 6100–5400 BC) und *Fagus*, f, 6500 bis 6000 BP (5400–4900 BC). Als reale Dauer ergibt sich 300 Jahre für c, 700 Jahre für af, 500 Jahre für f und somit 1500 Jahre für die gesamte Zone, die die jüngere Hälfte des Älteren Atlantikum und das ganze Mittlere Atlantikum umfaßt.

EMW-Zone, QM	6400 bis 4900 BC
Corylus-SZ, c	6400 bis 6100 BC
Alnus-Fraxinus-SZ, af	6100 bis 5400 BC
Fagus-SZ, f	5400 bis 4900 BC

In der nächsten Pollenzone, QMF, ist mit der Buche eine weitere wesentliche Komponente zu den dominierenden Arten hinzugetreten. Zugleich werden jetzt erstmals anthropogene Störungen der Naturlandschaft klar faßbar (vgl. S. 51f.). Dennoch ist diese Zone eine der homogensten und schwer zu gliedern. Abweichend von der früheren Zweiteilung scheint aber eine Unterteilung in vier Subzonen möglich zu sein: QM-SZ, qm (von 4900 bis 4600 BC mit noch deutlich weniger *Fagus* als QM), *Fagus*-SZ, f (mit annähernd gleich viel *Fagus* wie QM, von 4600 bis 4300 BC), *Quercus*-SZ, q (von 4300 bis 4100 BC, mit vermindertem Anteil von Buche, Linde und Ulme, aber gestiegenem Eichenanteil und steigender Haselkurve) und *Corylus*-SZ, c (von 4100 bis 3900 BC, mit Kodominanz Eichenmischwald – Hasel bei stark abgesunkenen Kurven von Buche, Ulme und Linde). Am Beginn der SZ q sinkt die Ulmenkurve unter 5%, am Ende der

SZc und damit am Ende von QMF unter 2%. Die Radiocarbonaten liegen hier und in der folgenden regionalen Pollenzone im Bereich des ¹⁴C-Plateaus zwischen 5100 und 5000 BP. Für diese Datenserien mit stark überlappendem Vertrauensbereich ergeben sich zwar durch Kalibration eindeutige Lösungen für die einzelnen Daten und damit eindeutige siderische Alter für die einzelnen Subzonen und ihre Grenzen, eine eindeutige Ermittlung der konventionellen Marke 5000 BP als der Grenze Atlantikum/Subboreal und die Verknüpfung dieser Marke mit einem biostratigraphischen Ereignis ist jedoch nicht leicht. Immerhin läßt sich die Korrelation noch soweit präzisieren, daß die Grenze nach der QMF-Zone liegen muß, aber vor F 1, also in CQM 2, und zwar knapp nach dem *Corylus*-maximum, im Bereich mit den tiefsten Buchenwerten, etwa da, wo die Lindenkurve wieder anzusteigen beginnt. Die Pollenzone QMF umfaßt also, abgesehen etwa von dessen letztem Jahrhundert, das Späte Atlantikum. Im siderischen Kalender dauert SZ qm 300, SZf ebenfalls 300 Jahre, SZq und c jeweils 200 Jahre, was zusammen 1000 Jahre ergibt.

EMW-Fagus-Zone, QMF	4900 bis 3900 BC
EMW-SZ, qm	4900 bis 4600 BC
Fagus-SZ, f	4600 bis 4400 BC
Quercus-SZ, q	4400 bis 4100 BC
Corylus-SZ, c	4100 bis 3900 BC

Die im Zusammenhang mit der Grenze Atlantikum/Subboreal bereits angesprochene Zone CQM 2 ist nach den Befunden aus dem Durchenbergried ebenfalls feiner unterteilbar, als bisher angenommen; nämlich in fünf Subzonen: *Betula*-QM, bqm (von 3900 bis 3850 BC), *Corylus*, c (von 3850 bis 3800 BC), *Corylus*-*Betula*, cb (von 3800 bis 3700 BC), *Tilia*, t (von 3700 bis 3600 BC) und *Fagus*, f (von 3600 bis 3500 BC). Dies ergibt eine Gesamtdauer von 400 Sonnenjahren für die Pollenzone, die gegen Ende des Späten Atlantikums beginnt und kurz vor der Mitte des Frühen Subboreal endet. Die Subzonen bqm und c fallen wohl noch ins Atlantikum. Die Grenze Atlantikum/Subboreal dürfte etwa der Grenze SZ c/cb entsprechen.

Corylus-EMW-Zone 2, CQM 2	3900 bis 3500 BC
Betula-EMW, bqm	3900 bis 3850 BC
Corylus-SZ, c	3850 bis 3800 BC
Corylus-Betula-SZ, cb	3800 bis 3700 BC
Tilia-SZ, t	3700 bis 3600 BC
Fagus-SZ, f	3600 bis 3400 BC

Die regionale Pollenzone F1 (Faguszone 1) bleibt in ihrer Zweigliederung unverändert. Lediglich ändert die erste Subzone ihren Namen: *Tilia*-SZ, t (von 3500

bis 3400 BC) und *Fagus*-SZ, f, (von 3400 bis 3200 BC). Dies bedeutet eine Gesamtdauer von 300 Sonnenjahren, die durch Kalibration von etwa 200 siderischen Jahren zustandekommen. Die in Radiocarbonjahren kurze Dauer dieser Pollenzone in der Mitte des Frühen Subboreal ist also eine Folge der hier stark komprimierten konventionellen Zeitskala.

Fagus-Zone 1, F1	3500 bis 3200 BC
Tilia-SZ, t	3500 bis 3400 BC
Fagus-SZ, f	3400 bis 3200 BC

Ein plötzlicher Abfall der Buchenkurve von 40% auf 20% markiert die Grenze von F1 zur *Corylus*-Zone 2, C2, die entgegen früherer Ansicht nicht nur in zwei, sondern in drei Subzonen unterteilt werden kann: *Fagus*-SZ, f (von 3200 bis 2800 BC), *Abies*-SZ, a (von 2800 bis 2700 BC) und *Quercus*-*Tilia*-SZ, qt (von 2700 bis 2550 BC). Der siderischen Gesamtdauer von 350 Jahren entsprechen etwa gleich viele konventionelle Jahre im jüngeren Teil des Frühen Subboreal. Die zeitlichen Abweichungen zwischen Feuenried und Durchenbergried in diesem Bereich wurden bereits erwähnt und diskutiert.

<i>Corylus</i> -Zone 2, C2	3200 bis 2550 BC
Fagus-SZ, f	3200 bis 2800 BC
<i>Abies</i> -SZ, a	2800 bis 2700 BC
<i>Quercus</i> - <i>Tilia</i> -SZ, qt	2700 bis 2550 BC

Die Faguszone 2, F2, läßt sich wesentlich feiner gliedern, als bei Rösch (1986) dargestellt, und zwar in sechs Subzonen, nämlich in drei buchenreiche, die durch drei buchenärmere voneinander getrennt sind: *Fagus*-SZ 1, f1 (von 2550 bis 2450 BC), *Betula*-SZ, b (von 2450 bis 2400 BC), *Betula*-*Corylus*-*Fagus*-*Quercus*-SZ, bcfq (von 2400 bis 2200 BC), *Fagus*-SZ 2, f2 (von 2200 bis 2100 BC), *Quercus*-SZ, q (von 2100–2000 BC) und *Fagus*-SZ 3, f3 (von 2000 bis 1900 BC). Dies bedeutet eine Gesamtdauer von 650 Sonnenjahren für die Pollenzone, denen etwa 400 konventionelle Jahre gegenüberstehen. Diese machen im wesentlichen den älteren Teil des Mittleren Subboreal aus.

Fagus-Zone 2, F2	2550 bis 1900 BC
Fagus-SZ 1, f1	2550 bis 2450 BC
<i>Betula</i> -SZ, b	2450 bis 2400 BC
<i>Betula</i> - <i>Corylus</i> - <i>Fagus</i> - <i>Quercus</i> -SZ, bcfq	2400 bis 2200 BC
Fagus-SZ 2, f2	2200 bis 2100 BC
<i>Quercus</i> -SZ, q	2100 bis 2000 BC
Fagus-SZ 3, F3	2000 bis 1900 BC

Die bereits früher (Rösch 1986) ausgesprochene Ansicht, daß dieses stratigraphische System zwischen dem Mittleren Subboreal und dem Frühen Subatlanti-

Tabelle 3 a: Holozänstratigraphie im Bodenseebecken, Übersicht.

Zeit siderisch (aAC/BC)	Chrono- zonen nach WELTEN 1982	Zeit konv. (aBP)	Regionale Pollenzonen	GDU (aBP)	Radiocarbonaten ÜFR (aBP)	NU (aBP)
			Pinus-Picea, PP	365±40	370±25	
	ISA		Pinus-Quercus, PQ	665±45		
1000	-----	1000	Quercus 2, Q2	935±45	920±50	
	mSA		Quercus-Betula-Fagus- Carpinus, CBFCa	1340±65		
0	-----	2000	Quercus 1, Q1	1925±60	2110±40	
	eSA			2455±60		
1000	-----	2500	Betula-Corylus-Fagus- Quercus, BCFQ	2575±65, 2550±45		
	1SB			2790±50		
	-----	3000	Quercus-Corylus, QC	3115±60	3010±45	
2000	mSB			3545±40		
	-----	4000	Fagus 2, F2	3710±50		
				3950±40		4070±70
3000			Corylus 2, C2	4025±50	3930±55	
	eSB		Fagus 1, F1	4190±70	4260±30	
	-----	5000	Corylus-EMW 2, CQM2	4520±50	4440±30	
4000				4645±45	4510±40	
	-----	5000		5040±65	4900±70	4750±70
				5100±55		
	1AT		EMW-Fagus, QMF	5030±60	5030±30	
5000	-----	6000		5680±70H350	5250±50	5230±60
				5960±65H350	5610±50	
	mAT			6270±55H400	5800±35	6180±80
				6360±40H400	6080±55	
6000	-----	7000	EMW, QM	6680±40H200	6530±55	
				6540±80H?	6800±50	
	eAT			7190±60	7235±50	7220±90
	-----	8000	Corylus-EMW 1, CQM1	7590±50	7500±45	
7000					7700±30, 7680±75	
	BO			7970±60	7720±40	
				8400±60H300	7990±65	
				8700±100H300	8460±110H400	
8000	-----	9000	Corylus 1, C1	9440±80, 9370±95H400	8080±80	8260±130H200
				9550±80H300	8440±60	
	PB		Betula-Corylus-Pinus, BCP	10040±70H500	9160±70	
				10300±100H400	9780±85H300	9820±120H300
				10630±130H400,	10240±65H300	10210±90H300
9000	-----	10000		10590±85H300		
				10660±75H300	10760±85H500	
				10720±80H300	10960±65H500	10960±90300
	YD		Pinus, P	10820±90H300		
10000	-----	11000		11340±110LTH400	11570±100H600LT	11620±100H600LT
	AL		Betula-Pinus 1, BP1	11770±80H400		
				12360±100H700,	12210±80H600	
				12180±105H400		
11000	-----	12000	Betula, B	12750±100H600		
				12780±135H300		12720±160H600
	BL		Juniperus, J			
12000	-----	13000	Poaceae-Artemisia, PA	13075±135H500	13220±24185H700	13100±90H700

GDU = Durchenbergried, UFR = Feuenried, NU = Nussbaumer Seen, H = Hartwassereffekt, LT = Laacher Bimstuff LST5.

Tabelle 3 b: Holozänstratigraphie im Bodenseebecken, Feingliederung der Regionalen Pollenzonen (RPZ).

Zeit	RPZ	Subzonen	Zeit	Untere Grenze der (Sub-)Zone	Besonderheiten der Standardprofile			Kulturen
					GDU	ÜFR	NU	
		Picea, pi						
	PPI	Quercus-Juniperus, qj	1800	Juniperus < 2%			K15	
	---	---	1600	Pinus prädominant	K33		K14	
	---	Quercus, q					K13	
ISA	PQ	Carpinus, ca	1350	Carpinus < 3%	K32	K11d		Neuzeit
	---	---	1150	Pinus > 15%			K12	Spätmittelalter
1000		Juniperus, j						
	Q2	Quercus, q	1000	Juniperus > 3%	K31	K11c		Hochmittelalter
	---	---	700	Quercus > Fagus			K11	Frühmittelalter
	---	Fagus-Carpinus, fca						
mSA		Quercus, q	500	Carpinus > 3%	K30	K11c		
	QBFCa	Quercus, q			K29		K11	
	---	---	200	Alnus > 15%				Alamannen
	---	Quercus 2, q2			K28	K11b		
0		Quercus > 25% Carpinus kont.	0		K27	K11b	K10	Römer
	Q1	Betula-Quercus, bq						
eSA		Quercus 1, q1	200	Betula > Quercus				
	---	---	400	Quercus > 20%	K26	K11a		
	---	Quercus-Betula-Fagus, qbf	500	Quercus > Betula	K25	K11a	K9	La Tène
	---	Quercus-Fagus 3, qf3	650	Fagus > Betula	K24			
1SB		Betula, b						Hallstatt D
	BCFQ	Quercus-Fagus 2, qf2	800	Betula > Fagus	K23			
1000		Quercus > Corylus	1000		K22		K8	Hallstatt C
	---	Quercus-Betula-Corylus, qbc			K21			Hallstatt B
	---	Quercus-Fagus 1, qf1	1200	Betula > Quercus				Hallstatt A
	---	---	1400	Quercus < 25%	K20			Bronze D
	---	Quercus 2, q2	1500	Quercus > 20%				Bronze C
	---	Quercus-Fagus 2, qf2	1600		K19			Bronze B
mSB	CQ	Quercus 1, q1	1700	Betula > Fagus				
	---	Quercus-Betula, qb	1800		K18			
	---	Quercus-Fagus 1, qf1	1900	QM > Fagus	K17	K10		Bronze A2
2000		Fagus 3, f3	2000	Fagus prädominant			K7	
	---	Quercus, q	2100	Fagus < Corylus	K16			
	F2	Fagus 2, f2	2200	Fagus > QM, Tilia subkont.				
	---	Betula-Corylus-Fagus-Quercus, bcfq						
	---	Betula, b	2400	Betula > Fagus				Bronze A1
	---	Fagus 1, f1	2450	Fagus > Corylus	K15	K9		
	---	Quercus-Tilia, qt	2550		K14	K8c	K6	
	---	---	2700	Tilia > 1%	K13	K8b	K5	
	C2	Abies, a	2800	Fraxinus fällt, Alnus steigt	K12	K8b		
	---	---		Corylus > Fagus	K11	K8b	K4	
	---	Fagus, f					K4	
eSB		Quercus < 10%	3200					
	F1	Fagus, f			K10	K8a		
	---	Tilia, t	3400					Endneolithikum
	---	---	3500	Fagus > QM, Corylus				
	---	Fagus, f	3600	Fagus > 15%	K9	K7		
	---	Tilia, t	3700	Tilia > 1%	K7, K8	K6	K3	
	CQM2	Corylus-Betula, cb	3800	Fagusminimum	K6	K3		
	---	Corylus, c	3850	Corylus > QM, Ulmus, Tilia > 2%			K3	
	---	Betula-EMW, bqm	3900	Corylus = QM	K5	K5b	K3	
4000		Corylus, c					K3	
	---	---	4100	Ulmus < 5%, Abies > 1%				Jungneolithikum
	---	Quercus, q			K4	K5a		
	---	---		Fagus < 20%, Ulmus < 10%			K2	
1AT	QMF	Fagus, f	4400		K3	K4		
	---	---		Fagus = QM				
	---	---	4800					
	---	EMW, qm		Fagus > 5%	K2			

(Fortsetzung nächste Seite)

Tabelle 3 b: (Fortsetzung).

Zeit	RPZ	Subzonen	Zeit	Untere Grenze der (Sub-)Zone	Besonderheiten der Standardprofile			Kulturen
					GDU	ÜFR	NU	
5000		Fagus, f	4900				(K1)	Mittelneolithikum
mAT			5400	Tilia <5%	K1b	K3		
	QM	Alnus-Fraxinus, af			K1a	K2	(K1)	Altneolithikum
6000			6100	Beginn empirische Faguskurve				
kal. konv.		Corylus, c						
eAT			6400		EMW-Max. 65%			
		Corylus 3, c3	6500	Corylus <25%				
	CQM1	EMW 2, qm2	6600	Tilia >5%				
		Corylus 2, c2	6700	Alnus >5%				
		EMW 1, qm1	6900	Acer kontinuierlich				
8000			7000	EMW >Corylus				
		Corylus 1, c1	kal. konv.	Fraxinus >2%				Mesolithikum
			8200			verkürzt		
BO		Tilia, t	8500	Tilia kont. >1%	Corylus-Max. >50%	verkürzt	Corylus-Max. >65%	
						verkürzt		
		Ulmus, u				verkürzt		
	C1		8900	EMW >Betula		verkürzt		
9000		Betula-Pinus, bp				verkürzt		
			9200	Corylus prädominant		Corylus max. 57%		
	BCP							
PB			9500	Corylus >10%				
		Corylus-Ulmus, cu						
	BP2		9800	empirische Kurven v. Corylus, Ulmus				
		Juniperus-Artemisia, ja						
10000			10000	Betula >25%				
		Artemisia-Juniperus, aj						
YD	P				Pinus-Max. 90%	Pinus-Max. >85% 2gipflig	Pinus-Max. 90%	
		Betula, b	10600	Pinus >70%				Spätpaläolithikum
			10800	Pinus >65%				
		Apiaceae-Filipendula, apfi						
11000			11000	LST5, sek. Betula-Max.				
	BP1	Pinus, p				Hiatus		
			11300	Pinus >60%		Hiatus		
		Juniperus-Artemisia, ja				Hiatus		
AL			11500	Pinus >Betula		Hiatus		
		Pinus, p			Betula-Max. 72%			
		Artemisia-Juniperus, aj		Pinus >15%			Betula-Max. >75%	
	B	Betula, b		Gehölzpollensumme >80%				
		Juniperus, j		Juniperus <5%				
12000			12000	Betula >Juniperus				
		Betula, b				Hiatus		
		Hippophaë, h		Betula >20%		Hiatus		
	J			Gehölzpollensumme >70%	Juniperus-Max. 35%	Hiatus		
		Betula-Poaceae, bpo				Hiatus	Juniperus-Max. 45-75%	
BL			12500	Gehölzpollensumme >60%		Hiatus		
		Betula-Juniperus, bj						
	POA	Betula, b	12700	Juniperus >5%				
13000			13000	Betula >10%	nicht untersucht			
		Cyperaceae, cy						
				Thalictrum nimmt zu		nicht untersucht		
		Pinus, p						

RPZ = Regionale Pollenzone, GDU = Durchenbergried, UFR = Feuenried, NU = Nussbaumer Seen.
 K = Rodungsphase (Kulturzeigerzone), Max. = Maximum, LST5 = Grauer Laacher Bimstuff, Kal. = kalibriert, konv. = konventionell.

vermutet, daß hier unter extrem kontinentalem Klima ein edaphisch und durch das Relief bedingtes, kleinräumiges Mosaik von Steppen, Hochstaudenfluren, Schneetälchengesellschaften und Spaliersträuchern vorlag, wie es heute kleinräumig von Standorten in Inlandeisnähe auf Grönland (Küttel, in Vorber.) oder aus Ostsibirien (Walter 1983) bekannt ist, und das mit der warmzeitlichen Tundravegetation arktischer Zonen nicht viel gemein hat. Die floristische Zusammensetzung dieser Vegetation wurde von Welten (1972), Lang (1952a, b; 1973) sowie Gaillard (1984) beschrieben und dürfte im ganzen nördlichen Alpenvorland relativ ähnlich gewesen sein. Hingewiesen sei noch auf die Strandlingsrasen des Bodenseeuferes als letztes, heute nahezu ausgestorbenes Relikt dieser Vegetation (Lang 1973, Rösch 1990a, in diesem Band.)

Das Bølling

In dieser offenen Landschaft konnten sich dann niederwüchsige Gebüsch aus Zwergbirken und Weiden großflächig ausbilden (Lang 1952a, Bertsch 1961). Dies wird mehrfach als Indiz einer klimatischen Besserung gewertet (Welten 1952, Wegmüller 1966; 1977). Ob diese Zwergbirkenphase (Lang 1952a) oder Zwergstrauchtundra (Bertsch 1961) bereits ganz in Bølling datiert oder teilweise noch in die Älteste Dryas, ist noch ungeklärt. Für die ganze Zeit vom Abschmelzen der Gletscher bis zum Beginn der Wiederbewaldung nimmt Lang (1973) im Gebiet eine Zeitspanne zwischen 2000 und 5000 Jahren an, doch ist dies wohlge-merkt eine Schätzung. Ein anderer Ansatz setzt die Stadien von Zürich-Stein a. Rhein, dem die heutigen Ausflussschwellen zahlreicher Seen des Alpenvorlandes entsprechen, mit dem Pommerschen Stadium des nordischen Inlandeises gleich, und dieses wurde mit 16000 BP datiert, womit der Zeitansatz in gleicher Größenordnung läge.

Die Wiederbewaldung im Gebiet begann Mitte des Bølling mit Gebüsch aus Wacholder und Sanddorn, letzterer wohl vor allem flußbegleitend (z. B. Lang 1973). Sie waren für einige Jahrhunderte der landschaftsbestimmende zonale Vegetationstyp. Zwar sind in diesem Bereich mangels genauer Datierung keine zuverlässigen Influxwerte zu ermitteln, doch scheint der Influx in der Größenordnung rasch dem der Birkenphase nahezukommen, was eigentlich in Richtung einer dichten Vegetationsdecke gedeutet werden kann. Für raschen Rückgang offener Standorte spricht auch der schnell über 50% steigende Glühverlust. Andererseits deutet sich durch eher steigenden als sinkenden Influx der Nichtbaumpollen an, daß gebüschfreie Standorte immer noch weit verbreitet waren.

Das Allerød

Etwa am Übergang Bølling/Allerød (12000 BP) werden die wacholderreichen Gebüsch von Birkenwäldern abgelöst. Sowohl *Betula pendula* als auch *Betula pubescens* konnten nachgewiesen werden. Für den Beginn und das Ende des Gebüschstadiums ist das Plötzliche des jeweiligen Wechsels auffallend. Hier liegt der Gedanke an klimatische Steuerung nahe. Birkenwälder prägten für etwa 500 Jahre, im Älteren Allerød, das Bild der Landschaft. Diese Wälder waren wohl geschlossener als die vorhergegangenen Gebüsch, doch belegen Glühverlust und Nichtbaumpolleninflux, die beide etwa den Verhältnissen in der Jüngeren Dryas (Abb. 7) entsprechen, daß immer noch waldfreie oder sogar vegetationsarme Standorte im Gebiet vorhanden waren.

Der Umbau von Birken- zu Kiefernwäldern vollzog sich weit weniger glatt und schnell als die vorhergegangenen Vegetationsveränderungen. In der zweiten Hälfte des Allerød bildeten sich zunächst wohl Mischbestände von Birke und Kiefer. Die Vegetationsentwicklung wurde gestört durch den Laachersee-Vulkanismus (Kaiser 1979) und durch die Klimaverschlechterung in der Jüngeren Dryas, für die vielerorts ein Vorstoß der Polarfront im Nordatlantik und – dadurch bedingt – das Ausbleiben des Golfstroms verantwortlich gemacht wird (Ruddiman/McIntyre 1981). Der vielerorts in Verbindung mit dem Laacher Tuff gefundenen Birkengipfel ist – wie bereits früher dargelegt (Rösch 1983) –, nicht Ausdruck eines wieder erhöhten Birkenanteils in den Birken-Kiefern-Beständen, sondern – wie die Influxdiagramme zeigen –, Folge einer Waldauflichtung, von der vorwiegend die Kiefer betroffen wurde.

Die Jüngere Dryas

Die Glühverlustkurve im Durchenbergried zeigt zwei kurze, klar getrennte Phasen, in denen der Glühverlust noch einmal unter 40% absinkt. Die erste entspricht dem Laacher Tuff, die zweite, nach welcher der Glühverlust rasch wieder das Allerød-Niveau erreicht, gehört an den Beginn der Jüngeren Dryas und könnte als kurze, klimatisch ziemlich ungünstige Phase gedeutet werden. Dies fällt zusammen mit dem letzten Birkengipfelchen vor dem Pinusmaximum und mit vermindertem Gesamtinflux. Es kam hier offenbar für kurze Zeit zu einer Auflichtung der Wälder und zu einer so starken Schädigung der Vegetation, daß wieder starker Bodenabtrag stattfinden konnte. Man muß hierbei jedoch auch das Niederschlagsregime berücksichtigen. Im Allerød sprechen Hiaten (Usinger 1981) und tiefe Seespiegel für relativ trockenes und warmes

Klima. Am Beginn der Jüngerer Dryas wurde es offenbar zunächst sehr feucht (Kaiser 1979), was u. a. auch zu einem Anstieg der Seespiegel führte. Erhöhte Niederschläge bewirken aber allein schon stärkere Erosion, ohne daß die Pflanzendecke lückiger zu werden brauchte. Wie zahlreiche Untersuchungen (u. a. Kaiser 1979, Eicher 1987) zeigen, wirkten vermutlich beide Effekte zusammen.

Schon nach recht kurzer Zeit, wohl etwa Mitte der Jüngerer Dryas, wurden die klimatischen Verhältnisse wieder so günstig, daß sich die Kiefernwälder erneut dicht schließen konnten.

Auffallend ist der in diesen Phasen allerorts sehr hohe Influx, der seine Ursachen in einer stark verzerrten konventionellen Zeitachse haben könnte (^{14}C -Plateau, vgl. oben). In dieser Zeit traten in Quellmooren am Bodenseeufer Wachstumsstockungen auf (Rösch/Ostendorf 1988), was als Hinweis auf trockenes Klima gewertet werden könnte.

Das Präboreal

Die nachfolgende, erneute Birkenausbreitung, charakteristisch gerade für das Bodenseebecken (Bertsch 1961), ist ins Frühe Präboreal zu stellen. Wie diese Erscheinung mit der Vorstellung einer deutlichen Klimabesserung in Einklang zu bringen ist, wurde mehrfach kontrovers diskutiert. Festgestellt werden kann jedenfalls, daß zwar nun Hasel, Ulme, Eiche und Erle einwanderten und sich bald ausbreiteten, daß aber andererseits der Influx der NBP noch während des ganzen Präboreals auf dem Niveau des Spätwürm blieb. In der Mitte des Präboreals sinkt der Glühverlust noch einmal ab, und die Hinweise auf offenere Vegetation nehmen geringfügig zu, dagegen liefern die Gehölzpollen nur durch etwas unruhige Kurvenverläufe schwache Hinweise auf eine eventuelle leichte Störung klimatischer Natur, die vielleicht der Schlaten-Schwankung entsprechen dürfte. Derartige Hinweise werden auch andernorts gefunden (z. B. Behre 1966).

Das Boreal

Die Einwanderung und Ausbreitung der Arten des Eichenmischwaldes erfolgte in der Reihenfolge: Ulme, Eiche, Linde und Esche. Ahorn ist in dieses Schema wegen sehr geringer Pollenproduktion nur schwer einzuordnen, doch sprechen die Einzelnachweise für frühe Einwanderung und Ausbreitung, etwa mit der Eiche. Über das Aussehen der Wälder und die Differenzierung der Vegetation nach Standorten, auch über die Rolle der Hasel in diesen Wäldern herrscht nach wie vor keine Klarheit. Bemerkenswert ist jedenfalls,

daß die Linde erst mit dem Haselrückgang an Bedeutung gewinnt, und dies ist im Jüngerer Boreal der Fall, und daß Erle und Esche häufiger werden, als im Frühen Atlantikum die Hasel endgültig zurückgeht. Daraus könnte man zwei Standorte der Hasel ableiten: zum einen zonal in lichten Eichen-Bergulmen-Wäldern, zum andern azonal im Auenbereich, ebenfalls vergesellschaftet mit Eichen (*Quercus robur*) und Ulmen (*Ulmus campestris* und *effusa*). Am ersten Standort wurde sie verdrängt oder gelangte im Unterstand dadurch nur noch schwach zur Blüte, weil hier die Linde, die ja im Pollendiagramm stark unterrepräsentiert ist (Andersen 1973), zur Vorherrschaft gelangte. An den Feuchtstandorten mußte sie später Erle und Esche weichen. Bach-Eschen-Erlenwälder bildeten sich also im Frühen Atlantikum aus. Warum die Erle, die ja früh eingewandert war, sich erst so spät ausbreitete, ist unklar. Festzuhalten bleibt noch, daß spätestens seit dem Boreal alle waldfähigen Standorte bewaldet waren.

Allgemeine Vorbemerkungen zur Landschafts- und Besiedlungsgeschichte im Mittleren und Späten Flandern

Mit dem Ende des Boreal wollen wir diesen kurzen Rückblick auf die spät- und frühpostglaziale Vegetationsgeschichte des Bodenseebeckens abschließen. Bis zu diesem Zeitpunkt verlief die Entwicklung mit einiger Sicherheit ohne stärkere Einflußnahme des Menschen. Zumindest ist eine solche kaum nachweisbar, wengleich sie diskutiert wird (z. B. Smith 1970).

Die nachfolgende Betrachtung der Zeit ab dem Atlantikum kann sich nun an der linearen siderischen Zeitskala orientieren, da es inzwischen möglich ist, Daten bis etwa 8000 BP zu kalibrieren (Stuiver et al. 1986). Zudem rückt nun bald und in zunehmendem Maße der menschliche Einfluß auf Vegetation und Landschaft in den Mittelpunkt des Interesses.

Der Nachweis menschlicher Rodungs- und Siedlungstätigkeit und deren Auswirkungen ist wohl die wichtigste Fragestellung für den im Holozän arbeitenden Pollenanalytiker. Die Möglichkeit des Getreidenachweises ist seit Firbas (1935) und Iversen (1941) bekannt und wurde schon früh von I. Müller (1947b) im Bodenseegebiet angewandt. Typische Rodungs-Wiederbewaldungs-Zyklen wurden von H. Müller (1962) am Schleinsee beschrieben. Probleme bereitet nach wie vor die morphologische Abgrenzung des Getreidepollens vom Wildgraspollen. Diese Abgrenzung geschieht durch Definition eines Getreidepollentyps. Erfüllt ein Pollenkorn diese Definition, so stammt es mit großer Wahrscheinlichkeit, aber nicht mit restloser Sicherheit, von Getreide. Wird Pollen vom Getreide-

detyt gefunden, so sollten als stützende Argumente der Nachweis weiterer anthropogener oder apophytischer Pollentypen (Behre 1981) hinzutreten; außerdem sollte eine Zunahme von Pioniergehölzen (v. a. Hasel, Birke) infolge rascher Verbuschung aufgelassener Lichtungen zu beobachten sein.

Das andere Problem ist die Bedeutung solcher Beobachtungen in Pollendiagrammen als Vegetationsveränderungen in Raum und Zeit. Was die Zeit betrifft, so wurde bereits angedeutet, daß Siedlungen und ihre Wirtschaftsflächen in prähistorischer Zeit an einem bestimmten Platz nur von sehr beschränkter Dauer waren, – zumindest gilt dies für das Spätneolithikum im Alpenvorland; dadurch wird erst erklärbar, warum die Kulturanzeiger keine kontinuierlichen Kurven haben wie seit dem Mittelalter, teilweise auch seit der Bronzezeit. Solch kurzfristige Wechsel von Siedlungsperiode und Siedlungsunterbruch an einem Platz zu erfassen, erfordert ein zeitliches Auflösungsvermögen des Diagramms von weniger als 20 Jahren, das nur in rasch gewachsenen Ablagerungen mit Probenabständen von 1 cm erreicht werden kann. Darnach stellt sich die Frage, ob nun in einer Phase, wo in einem bestimmten Diagramm kein menschlicher Einfluß mehr faßbar ist, die Siedlung nur aus der Umgebung dieses Beckens verlagert wurde, oder ob die Besiedlung in einer weiteren Umgebung aufhörte oder zumindest ausdünnte. Mit anderen Worten, es ist von entscheidender Bedeutung, wie groß das „Polleneinzugsgebiet“ eines Profils ist, und diese Frage ist nur näherungsweise zu beantworten. Aufgrund der bisherigen Untersuchungen (Firbas 1949, Behre 1986) kann man annehmen, daß der überwiegende Teil des Pollens in einem kleinen Moor mit wenigen Hundert Metern Durchmesser aus einer Entfernung von weniger als 2 km stammt. Für Siedlungszeiger gilt dies in besonderem Maß.

Dieser Ansatz ist abhängig vom Bewaldungsgrad einer Landschaft. Mit zunehmender Entwaldung wird dieser Prozentsatz kleiner, weil der von weiter her transportierte Pollen zunimmt, (wodurch auch der Gesamtinflux steigt). Dieser Prozentsatz des aus der Nähe stammenden Pollens kann auch nicht pauschal angegeben werden, sondern ist für jede Art anders: Der Kiefernpollen wird im Schnitt von weiter her stammen als der Getreidepollen. Gerade bei diesem ist zu vermuten, daß bei einem kleinen Moor mit weniger als 300 m Durchmesser die Pollenquelle, das heißt der Acker oder Druschplatz, in weniger als 2 km Entfernung lag, da die Getreide mit Ausnahme des erst ab römischer Zeit eine Rolle spielenden Roggens autogam sind. Wir benötigen also, um Fragen wie Besiedlungskontinuität, Besiedlungsunterbrüche oder Siedlungsverlagerungen zu beantworten, mehrere Pollenprofile aus ei-

ner Region, und diese sollten nach Möglichkeit auch noch aus unterschiedlich großen Becken stammen. Da bisher mit dem Durchenbergried nur ein Profil mit optimalem zeitlichen Auflösungsvermögen vorliegt, sind solche Fragen für die hier erfaßten feinen Rodungsphasen noch nicht allgemeingültig zu beantworten.

Von Interesse ist weiterhin das Ausmaß vor allem prähistorischer Rodungstätigkeit, also die erzielte Öffnung einer Waldlandschaft. Hier bietet ein Standardpollenprofil die Möglichkeit des Vergleichs vom Beginn menschlicher Eingriffe bis fast zur Gegenwart, für die der rezente Niederschlag direkt mit der vorhandenen Vegetation verglichen werden kann. Die Schwierigkeit besteht darin, daß das Verhältnis von Baumpollen zu Nichtbaumpollen kein fixes Maß für den Bewaldungsgrad einer Landschaft ist, sondern beeinflusst wird vom Entwaldungsgrad selbst, von der Artenzusammensetzung und dem Bestandaufbau der Wälder und der offenen Vegetation sowie von der Verteilung dieser Vegetation in der Landschaft.

Die angeschnittenen Fragen gruppieren sich also um folgende drei Komplexe:

1. Nachweis wirtschaftender menschlicher Tätigkeit oder Nachweis des Fehlens solcher Tätigkeit. Dabei ist der positive Nachweis meist leichter zu erbringen als der negative (Küster 1986). Pollenanalytische Hinweise auf frühe Rodungsphasen können auch Impulse zum Schließen von Wissenslücken in der archäologischen Siedlungsforschung geben (Welten 1982).
2. Bedeutung einer Serie positiver und negativer Nachweise für die Besiedlungsgeschichte einer bestimmten Landschaft.
3. Umdeutung von Prozent- oder besser Influxwerten von Gehölzen oder Kulturzeigern in Äquivalente genutzter oder nicht genutzter Fläche. Zur Nutzungsart, den genutzten Arten und den Produktionsstrukturen sind von Großrestanalysen aus Siedlungsschichten besonders detaillierte Ergebnisse zu erwarten (Willerding 1986).

Das Frühe Atlantikum

Nach diesem Blick auf die Problematik der Materie wenden wir uns wieder dieser selbst zu, und zwar dem Beginn des Atlantikums, 8000 BP, was einem kalibrierten Alter von etwa 7000 BC entspricht. (Dazu Tabelle 2; 3, b; Beilage 2–5.) Es hat sich nun eine stabile Vegetation im Gebiet eingestellt, in der zonal Mischwälder stocken, die überwiegend aus Linde gebildet werden, in denen aber auch Eichen-, Ulmen- und Ahorn-Arten vorkommen. Auf Grundwasserböden haben sich Auenwälder mit Eschen, Ulmen und

Erlen angesiedelt, an besonders feuchten Stellen auch mit Birken und Weiden. In den Laubwäldern sind als begleitende Holzpflanzen noch Efeu, Mistel und Eibe zu erwähnen.

Das Mittlere Atlantikum

Im folgenden Jahrtausend bis 6000 BC ändert sich nicht sehr viel: In weiterer Entfernung breiten sich am Alpenrand von Osten die Fichte und von Westen her die Tanne aus. Gegen Ende dieses Jahrtausends taucht irgendwo im Gebiet auch die Buche auf, blieb aber in der Individuenzahl und auf Spezialstandorte beschränkt.

Fünf Jahrhunderte später, ab der Mitte des 6. Jahrtausends v. Chr., sind – deutlich im Durcheinbergried, schwächer im Feuenried und ganz schwach an den Nussbaumer Seen – erstmals Spuren menschlicher wirtschaftender Tätigkeit faßbar, die hier als jeweilige lokale Rodungsphase (= R) (Tab. 3, b) bezeichnet sind. Eine solche Rodungsphase entspricht einer Kulturzeigerzone (= K) (Rösch 1990b).

Nach den bisher vorliegenden ¹⁴C-Daten markiert 5500 BC den frühestmöglichen Beginn der linearbandkeramischen Besiedlung des Hegau (Daten aus Hilzingen, Kromer et al., unpubl.). Aufgrund der Erfahrungen aus anderen Landschaften (Moddermann 1982) sollte die *erste Rodungsphase* im Durcheinbergried somit in die Epoche der Linearbandkeramik fallen, wengleich nicht in deren allerfrühesten Teil. Um so mehr erstaunt, daß unsere Profile alle aus dem eigentlichen Bodenseebecken stammen, für das von seiten der Urgeschichte bisher keinerlei Hinweise auf bandkeramische Besiedlung vorliegen, wie sie inzwischen im benachbarten Hegau nachgewiesen wurden (Aufdermauer/Dieckmann/Fritsch 1986). Die Entfernung des dem Hegau nächstgelegenen Feuenrieds von Hilzingen beträgt immerhin mehr als 5 km Luftlinie. Für das Durcheinbergried, wo diese Rodungsphase am deutlichsten und auch mehrphasig ist, scheint eine Erklärung als Fernflug aus dem Hegau (Entfernung rund 10 km Luftlinie) noch abwegiger.

Welche Veränderungen von Vegetation und Landschaft sind nun aus dem Diagramm Durcheinbergried für diese erste Rodungsphase herauszulesen? Zunächst geht vor allem die Lindenkurve, aber auch die von Ahorn und in schwächerem Maße von Ulme und Eiche zurück: Die Siedler rodeten also die reichen Lindenmischwälder auf besten Standorten, hier vermutlich an den West- und Südhängen des Durcheinbergs. Dies führte zu Bodenerosion und kolluvialer Materialverlagerung, die sich noch im Zentrum des Rieds bemerkbar machte (Glühverlustkurve!) (Abb. 9). Gleichzeitig geht auch die Haselkurve zurück, und die

Birkenkurve steigt an. Dies bedeutet, daß die gerodeten Waldbestände auch Hasel enthielten, und daß nicht alle gerodeten Flächen offen gehalten wurden, sondern zum Teil rasch wieder zuwuchsen, wobei die Birke als Pioniergehölz und Vorwaldart zuerst sich ausbreitete, gefolgt von Hasel (Wiederanstieg der Kurve). Der zunächst abgesunkene Gesamteinfluss steigt nun wieder und wird größer als vor Beginn der Eingriffe. Als Ursache kommen höhere Pollenproduktion aufgelichteter Bestände, erhöhter äolischer Eintrag ins Moor infolge lichter Umgebung oder vermehrter Eintrag mit oberflächlich aus der Umgebung zufließendem Wasser in Frage, denn in einer offenen Landschaft fließt ein größerer Teil der Niederschläge oberflächlich ab und führt dabei an der Erdoberfläche deponierte Pollen mit sich. Die prozentualen EMW-Kurven (mit Ausnahme von *Tilia*) stabilisieren sich ebenfalls wieder, was bedeutet, daß einerseits die Zahl blühfähiger Individuen wieder zugenommen haben kann (3 cm Abstand entspricht ca. 30 Jahren), andererseits die geringere Flächendeckung durch höhere Produktion im lockeren Stand kompensiert wurde. Die Buchenkurve steigt nun von weniger als 1% auf rund 10%. Der weiterhin unruhige Kurvenverlauf aller beteiligten Arten belegt jedoch weitere Eingriffe geringeren Ausmaßes, die teilweise auch im erneuten Abräumen sekundär bewaldeter Flächen bestanden. Die Buchenkurve sinkt bald wieder unter 1%. Dieser erste Buchengipfel könnte einmal Ausdruck erhöhten Fernfluganteils in einer aufgelichteten Landschaft sein. Dies würde jedoch bedeuten, daß sich dieser Fernfluganteil etwa verzehnfacht hätte, und das ist schwer vorstellbar. Andererseits könnte sich die Buche, ausgehend von vereinzelt Standorten in den Lindenmischwäldern im Verlauf der Sukzession auf gerodeten und offengelassenen Flächen am Ort stark ausgebreitet haben. Ihr nachfolgender Rückgang steht in Zusammenhang mit weiteren Einschlägen, wie die erneute, starke Zunahme heliophiler Kräuter zeigt. Während des Buchengipfels selbst treten kaum Kräuter und Kulturzeiger auf, die unmittelbar zuvor sehr häufig waren. Somit scheint es, als sei die Buche hier durch Rodungen in ihrer Ausbreitung gefördert, später jedoch durch erneut einsetzende Rodungen weiter unterdrückt worden.

Auf den gerodeten Flächen wurde Getreide angebaut, wie die entsprechenden Pollenfunde belegen. Dem Kräuterpollenspektrum kann man die Existenz von ausdauernden Stickstoff-Krautfluren (*Artemisietea*, *Artemisa* sp., *Urtica* sp.), von Hochstaudenfluren und Saumgesellschaften (Campanulaceae, *Filipendula* sp. Apiaceae) entnehmen. Hinweise auf Wirtschaftsgrünland fehlen. Die Wirtschaftsweise war der Waldlandschaft angepaßt und veränderte diese zwar, entwaldete

jedoch längerfristig keine größeren Flächen. Vermutlich blieben entwaldete Flächen nur kurze Zeit in Nutzung, wurden dann aufgelassen und während der nachfolgenden Wiederbewaldung als Weide und zu Sammelzwecken genutzt, wie dies für das spätere Jungneolithikum im Gebiet bereits postuliert wurde (Rösch 1987b). Diese Vorstellung wurde bisher aus den vorliegenden Großrestuntersuchungen bandkeramischer Siedlungen in Lößgebieten nicht abgeleitet (Willerding 1981), vermutlich weil in den selektiven Großrest-Spektren aus Mineralbodensiedlungen Sammelpflanzen nahezu fehlen und in ihrer tatsächlichen Bedeutung nicht abschätzbar sind.

Smettan (1986) beschreibt aus dem südlichen Strombergvorland, also auch von außerhalb des eigentlichen bandkeramischen Altsiedellandes, eine Rodungsphase, die aufgrund kalibrierter Radiocarbonaten an die Wende vom 6. zum 5. Jahrtausend v. Chr. zu stellen und damit etwa gleich alt wie die frühesten Rodungsphasen am Bodensee ist. Unter Einbezug dieser von Smettan in einem andern Naturraum gewonnenen Ergebnisse soll nachfolgend auf einige Grundprobleme im Zusammenhang mit den ältesten Ackerbaukulturen in Mitteleuropa eingegangen werden.

Eine, auch in der Urgeschichte noch nicht endgültig geklärte Frage ist die Dauer jungsteinzeitlicher Siedlungen an einem Platz. Während für die jungneolithischen Feuchtbodensiedlungen aufgrund vieler Indizien Ortsfestigkeit nur für jeweils wenige Generationen angenommen wird, hat sich für die Bandkeramik in jüngerer Zeit eher die Vorstellung von mehrhundertjähriger Ortsfestigkeit der Dörfer verbreitet. Diese Ansicht läßt sich bisher durch die Pollenanalyse nicht bestätigen. In Profil 3b in Sersheim wurden zwei getrennte Rodungsphasen mit 6020 ± 60 BP (Datum im Hangenden der Rodungsphase) und 5820 ± 90 BP datiert. Im Profil 2c fehlt die untere Rodungsphase wegen eines Hiatus. Das Material im Liegenden dieses Hiatus wurde mit 6240 ± 80 BP datiert. Die obere Rodungsphase wurde hier in guter Übereinstimmung mit 5710 ± 100 BP gemessen. Hieraus lassen sich zwei mutmaßliche Besiedlungsphasen um 5000 BC und etwa zwischen 4800 und 4700 BC ableiten, deren jeweilige Dauer wohl nicht wesentlich über 100 Jahre betragen haben dürfte. Im Durchenbergried ergibt sich die Dauer der Rodungsphasen durch die zahlreichen Radiocarbonaten und das gleichmäßige und gute Mulde-Wachstum aus der Mächtigkeit der Muldeschicht, in der sie enthalten sind, mit noch größerer Genauigkeit. So wurde die Rodungsphase unmittelbar im Liegenden des besagten Buchengipfelchens mit 6540 ± 80 BP datiert, die Rodungsphase im Hangenden weist dagegen mit 6680 ± 40 BP ein inverses Datum auf. Durch (derzeit noch nicht exakt mögliche) Kalibration dieser Daten würde diese Inversion vielleicht verschwinden (vgl. weiter oben). Beiden Rodungsphasen kommt aufgrund ihrer räumlichen (vertikalen) Ausdehnung von kaum 5 cm in der Mulde eine Dauer von kaum 100 Jahren zu. Die nächste Rodungsphase im Durchenbergried spielt sich in einer Muldeschicht von etwa 10 cm Mächtigkeit ab und dauert doch ebenfalls kaum 100 Jahre, wie die eingrenzenden Radiocarbonaten von 6360 ± 40 BP und 6270 ± 55 BP belegen. Die Zeitstellung dieser ersten drei Rodungsphasen im siderischen Kalender wäre etwa 5500 BC, 5100 BC und 4800 BC (Kalibration nach Korrektur des Hartwassereffekts, vgl. weiter oben).

Somit würden die Rodungsphasen K 1b und K 2b zeitlich recht gut den beiden Rodungsphasen in Sersheim entsprechen. Beug (1986) konnte allerdings im Untereichsfeld eine etwa 500jährige, kontinuierliche frühneolithische Siedlungsphase nachweisen, für die er aber mehrere Siedlungsplätze verantwortlich macht. Dennoch ist auch die Möglichkeit unterschiedlichen Siedlungsverhaltens in primären und sekundären Siedelräumen nicht auszuschließen.

Eine weitere wichtige Frage ist die nach der Veränderung des Naturraumes durch die Rodungen und nachfolgende Siedlungstätigkeit und nach der Regeneration des Waldes nach dem Auflassen des Platzes.

Sowohl am Bodensee wie im Neckarland ist für diese frühen Rodungsphasen Ackerbau pollenanalytisch nachgewiesen, hingegen kein Wirtschaftsgrünland. Pflanzen von Säumen und ausdauernden Stickstoff-Krautfluren treten in größerer Zahl auf, Pflanzen einjähriger Hackfrucht- und Segeltalfluren dagegen nur in Sersheim in nennenswertem Umfang (Chenopodiaceae). Der typische und altbekannte Kulturzeiger Spitzwegerich ist in beiden Landschaften zu der Zeit ohne Bedeutung. Mit Beginn der Rodungen gehen in Sersheim Ulme, Linde und Eiche zurück, und die Hasel nimmt zu. Da gleichzeitig im Sersheimer Moor eine Vernässungsphase mit starker Zunahme der Cyperaceae, Poaceae und sonstiger Telmatophyta stattfindet, sind die Kurvenverläufe nicht leicht zu interpretieren.

Im Durchenbergried gehen Linde und Ahorn zurück, und die Buche nimmt zu (der schon mehrfach erwähnte Buchengipfel zwischen Rodungsphase K 1a und K 1b). Die Kurven der übrigen Gehölze oszillieren kurzfristig und kräftig ohne klare Tendenz zu einer Zu- oder Abnahme.

Im Feuenried (Rösch 1985b) ist in gleicher Diagrammlage im Bereich der Datierung 6530 ± 55 BP ebenfalls ein Lindenabfall mit nachfolgendem, kurzfristigem Buchenanstieg – begleitet vom häufigen Auftreten des Spitzwegerichs – faßbar. Dieser Lindenabfall in gleicher biostratigraphischer Position manifestiert sich auch am Mindelsee (Lang 1973) und deutet sich in Hornstaad (Rösch, unpubl.) und an den Nussbaumer Seen trotz großer Probenabstände an, kann also geradezu als biostratigraphischer Leithorizont für die bandkeramische Besiedlung im Bodenseebecken gelten, für die es inzwischen auch archäologische Hinweise gibt (neuentdeckte Siedlung bei Bohlingen, Schlichtherle, mdl. Mitt.).

Im Anschluß an diese Rodungsphasen regeneriert in Sersheim der Eichenmischwald, hat aber nun weniger Ulme und dafür mehr Eiche und Linde. Im Durchenbergried regeneriert der EMW nach Rodungsphase K 2 nicht mehr völlig, wobei von diesem Rückgang Linde und Eiche stärker betroffen sind als die Ulme. Die Buche hat nun mit durchschnittlich 25% die Eiche klar an Bedeutung übertroffen. Ihre mit starken Schwankungen erfolgende Ausbreitung während Rodungsphase K 2 ist wohl eine ähnliche Erscheinung wie der erste Buchengipfel zwischen Rodungsphase K 1a und K 1b. Während sie aber damals anscheinend noch einmal völlig zurückgedrängt wurde, ist ihre jetzige Ausbreitung endgültig. Der wesentliche Unterschied zwischen Neckarland und Bodenseegebiet besteht darin, daß im Neckarland während des Frühneolithikums noch keine Buche vorhanden war, die von Rodungen begünstigt werden und sich auf Kosten des Eichenmischwaldes ausbreiten konnte. Eine anthropogene Förderung der Buche in späteren Zeiten wurde beispielsweise von Iversen (1973) in Dänemark, von Frenzel (1977) in Hunsrück und Eifel, von Bludau (1985) im

Ammergebirge, von Pott (1985) im Siegerland und von Behre (1986) im nordwestdeutschen Küstengebiet beobachtet. Bei den beschriebenen frühen Rodungsphasen am Bodensee wie im Neckarland fällt die relativ geringe Zunahme der typischen Vorwald-Gehölze Birke und Hasel auf. Dafür gibt es derzeit noch keine Erklärung.

Das Späte Atlantikum

Mit der zweiten Rodungsphase im Diagramm Durchenbergried (etwa von 4900 bis höchstens 4800 BC, also im frühen Mittelneolithikum) kommt es zur endgültigen Buchenausbreitung. Im Feuenried ist mit Rodungsphase 3 ein etwa zeitgleiches Ereignis erfaßt. Wir verzichten nachfolgend auf eine detaillierte Beschreibung der Kurvenverläufe, verweisen auf die Analogie zur ausführlich beschriebenen ersten Rodungsphase und auf frühere Kapitel und beschränken uns auf die Deutung der Vegetations- und Landschaftsveränderungen. Die Glühverlustkurve weist wiederum die Rodungen als lokale Vorgänge in unmittelbarer Umgebung des Moores nach. Zunächst wurden lindenreiche Waldbestände gerodet. Bei ihrer Wiederbewaldung folgte auf ein haselreiches Gebüschstadium die endgültige Buchenausbreitung. Spätere, noch zu dieser Rodungsphase gehörende Schlagphasen betrafen dann die Buche, die nun wohl bereits der häufigste Waldbaum war, in gleichem oder sogar stärkerem Maße als die Linde. Die Wirtschaftsweise dürfte ähnlich der von Rodungsphase 1 gewesen sein: Waldfeldbau ohne Gründland mit Nutzung der Säume, Staudenfluren und Gebüsch als Weideland und durch Sammeltätigkeit. Wie in der oben besprochenen, etwa zeitgleichen Sersheimer Rodungsphase spricht der ruhige Verlauf der Birkenkurve auf niedrigem Niveau gegen Brandrodung (Küster 1986). Rodungsphase 3 im Durchenbergried und Rodungsphase 4 im Feuenried (Rösch 1987b, Abb. 2) dürften etwa zeitgleich kurz nach der Mitte des 5. Jahrtausends v. Chr. liegen und somit noch ins Mittelneolithikum gehören. Die Dauer der Phase beträgt im Durchenbergried deutlich weniger als 100 Jahre (ca. 50 Jahre), im Feuenried etwa 200 Jahre, hier aber wahrscheinlich mit einer Unterbrechung. Die Einschläge waren so umfangreich, daß der Polleninflux deutlich abnahm. Betroffen wurden davon besonders Ulme, Linde, Ahorn, aber auch Hasel, Birke, Eibe und Efeu, nicht jedoch Erle und Esche an Feuchtstandorten und ebenfalls kaum Eiche und Buche, sowie – erwartungsgemäß – solche Arten, deren Pollen als Fernflug anzusehen ist. Es ist also zu vermuten, daß vorwiegend Sekundärwälder und edellaubholzreiche Bestände an nährstoffreichen kolluvialen Hangfüßen geschlagen wurden, weniger buchenreiche Althölzer der höheren

Lagen. Das landwirtschaftliche Konzept scheint gegenüber früher gleich geblieben zu sein. Die Rodungsphase 4 im Durchenbergried ist dort als lokales Ereignis nur von kurzer Dauer. Sie dürfte zeitlich etwa der ebenfalls kurzen Rodungsphase 5 im Feuenried entsprechen. Für die gesamte Landschaft – wir befinden uns an der Schwelle vom 5. zum 4. Jahrtausend v. Chr. und somit am Beginn des Jungneolithikums – zeichnen sich in den Gehölzpollenkurven jedoch tiefgreifende Veränderungen ab, die mit der nun einsetzenden Besiedlung der Bodenseeufer und der damit offenbar rasch zunehmenden Besiedlungsdichte in diesem Raum in Zusammenhang steht. Im Zuge dieser Entwicklung wurde die Grundmoränenlandschaft im Hinterland des Bodensees offenbar vorübergehend zu einem Nebenschauplatz prähistorischer Besiedlung. Das erprobte wirtschaftliche Konzept kam nun großflächig zur Anwendung und führte zur weitgehenden Umwandlung der Buchen-Linden-Mischwälder in hasel- und birkenreiche Gebüsch. Die nun zu beobachtende Zunahme der Birke während der Rodungsphasen könnte in Zusammenhang damit stehen, daß man nun auch mittels Brandrodung rasch größere Flächen öffnete. Die Rodungsphasen 3 bis 14 sind im Durchenbergried nicht durch den Glühverlust-Rückgang als in unmittelbarer Nachbarschaft stattfindende Ereignisse nachweisbar. Dies kann mehrere Gründe haben: einmal sind die Probenabstände der Glühverlustbestimmung mit 10 cm im Einzelfall zu groß für den entsprechenden Nachweis, dann wird Torf, und der liegt ab Rodungsphase 4 im Durchenbergried vor, im Zentrum eines Beckens wohl weniger leicht durch kolluviale Einschwemmungen beeinflusst als in Mudde am tiefsten Punkt eines Gefälles, und drittens könnte tatsächlich die unmittelbare Umgebung des Durchenbergrieds während des Jung- und Endneolithikums vom Menschen relativ unbeeinflusst geblieben sein. Dennoch zeichnen sich in den jungneolithischen Rodungsphasen 5, 6 und 7 Aktivitäten aus der näheren Umgebung, also nicht etwa vom Bodenseeufer, ab, wie die Getreidepollennachweise zeigen. Diese drei Phasen dauern jeweils wenige Jahrzehnte und liegen um 3900, um 3800 und 3700 BC. Zumindest für die Rodungsphase 5 deutet sich hier ein möglicher Zusammenhang mit den Fundplätzen der Hornstaader Gruppe von Wahlwies-Betten und Bodman-Mooshof an (unpubliziert, Ortsakten, Projekt Bodensee-Oberschwaben). Der stark schwankende Gesamtinflux und der nun vermehrt auftretende Pollen des Spitzweggerich (Burrichter 1969, Behre 1981) weisen darauf hin, daß die Wechsellandwirtschaft nun ihren Höhepunkt erreicht hat. Vermutlich wurde nun auch in starkem Ausmaß Brandrodung betrieben (Birkenanstieg).

Das Frühe Subboreal

Dies gilt auch noch für die Rodungsphase 8 (um 3650 BC) und 9 (um 3600 BC). Der fehlende oder spärliche Getreidenachweis in diesen Phasen weist auf größere Distanz der Wirtschaftsflächen zum Durchenbergried, auf vermehrten Anbau von Spelzgetreide statt Nacktweizen (Willerding 1986) oder auf verringerte Bedeutung des Getreidebaus hin. Ein Rückgang des Nacktweizenanbaus zugunsten von Spelzgetreide deutet sich im Großrestspektrum von Ufersiedlungen des 37. und 36. Jahrhunderts v. Chr. an, z. B. in Bodman-Blissenhalde, Hornstaad-Hörnle Ib (Rösch 1987a). Etwa ab 3600 BC bahnt sich eine Wiederausbreitung zunächst der Linde, dann auch der Buche in den Wäldern an, in deren Verlauf es offenbar erneut zu dicht geschlossener Bewaldung der Landschaft kam. Die Rodungsphasen 5 bis 9 sind mit der jungneolithischen Pfyner Kultur in Verbindung zu bringen, für deren späte Phase etwa nach 3700 BC Hinweise auf wirtschaftliche Veränderungen vorliegen, die zusammen mit einem nachfolgend sich abzeichnenden Rückgang der Besiedlungsdichte in Richtung einer ökonomischen-ökologischen Krise gedeutet werden könnten, ausgelöst vielleicht dadurch, daß bei gesteigener Besiedlungsdichte der Flächenbedarf für diese Wechselland-Wirtschaft zu groß geworden war, und andere, weniger flächenzehrende, aber ebenfalls die Bodenfruchtbarkeit und die Nachhaltigkeit der Erträge sichernde Wirtschaftsweisen noch nicht entwickelt waren (Rösch 1987a; 1990a; in Vorber.). Eine starke Buchenausbreitung (ab 4700 BP \triangleq 3600–3500 BC) ist aber nicht nur am Bodensee, sondern vielerorts zu beobachten, z. B. im Schweizer Jura (Wegmüller 1966), Südschwarzwald (Rösch 1989), Toggenburg (Fäh/Küttel/Schneebeli, in Vorber.), Federseebecken (Liese-Kleiber, in Vorber.), im Bayerischen Alpenvorland (Küster 1986. Rösch/Frenzel 1988), Ammergebirge (Bludau 1985). Mancherorts ist es statt der Buche auch die Tanne, die zunimmt: (Bayerischer Wald (Stalling 1987), Tiroler Kalkalpen (Wahlmüller 1986), westliches Schweizer Mittelland (Gaillard 1984). Hier könnte eine Klimaveränderung (Rotmooschwankung 2, vgl. Bortenschlager/Patzelt 1969) eine Rolle gespielt haben.

Die Rodungsphase 10 im Durchenbergried (etwa von 3350 bis 3250 BC) gehört wohl bereits zu einer frühen Phase der endneolithischen Horgener Kultur, die, wie andersartige Pflanzenrestspektren (Rösch 1990b. Karg 1990. Jacomet 1988) vermuten lassen, ein anderes wirtschaftliches System entwickelte als die vorhergegangene Pfyner Kultur. Dies äußert sich auch in den Pollendiagrammen: In einer von dichten Buchen-Linden-Wäldern bedeckten Landschaft machen sich die

Rodungen als Influxrückgang bemerkbar, ohne daß dieser nach kurzer Zeit durch die Ausbreitung haselreicher Gebüsch kompensiert wird; die gerodeten Flächen wurden also entweder ganz offen gehalten (Anbau auf längerfristig bewirtschafteten Flächen, Hinweise darauf durch vermehrtes Auftreten von Akkerunkräutern in den Kulturschichten) oder doch nach so kurzer Zeit wieder freigeräumt, daß kein Gebüschstadium erreicht wurde. Von den Rodungen wurden vornehmlich die lindenreichen Waldbestände betroffen. Als dann im Verlauf der Horgener Kultur – etwa um die Jahrtausendwende – die Besiedlungsdichte wieder sehr stark zunahm (Schlichtherle 1987), kam es weiträumig zu einem Rückgang der naturnahen schattholzreichen Bestände zugunsten lichter Wälder mit viel Hasel und Eiche. Hier sind im Durchenbergried die Rodungsphasen 11 (um 2900 BC), 12 (um 2800 BC) und 13 (um 2700 BC) nachweisbar, in denen jeweils der Nachweis von Getreide mit einem Rückgang von Buche und Linde einhergeht. Der Gesamtinflux geht jeweils deutlich zurück.

Der Rodungsphase 14 (um 2600 BC) dürfte wohl der Schnurkeramik entsprechen. Sie (K 14) ist von etwas längerer Dauer (etwa 100 Jahre) und bringt tiefgreifendere Landschaftsveränderungen als die Horgener Rodungsphasen mit sich. Erstmals könnte es in der Umgebung zur Ausbildung lichter, eichendominierter, hudewaldartiger Waldbestände gekommen sein. Die Einschlüge erfolgten aber auch bevorzugt in solchen lichten Eichenbeständen, wie der kurzfristige Rückgang der Eichenkurve und die nochmalige relative Zunahme von Buche und Linde während dieser Phase zeigen.

Das Mittlere Subboreal

Nachfolgend fehlt ab 2600 BC bis etwa 1900 BC jeglicher archäologische Hinweis auf prähistorische Besiedlung des Bodenseeraumes (vgl. jedoch frühbronzezeitliches Gräberfeld von Singen ab 2150 BC, Krause 1988), was die Frage aufwirft, ob die Landschaft nun während rund 500 Jahre menschenleer war. Auf die seitens der Vorgeschichte vorgebrachten Zweifel an der realen Existenz dieser 500 Jahre, die auf grundsätzlicher Kritik an den naturwissenschaftlichen Datierungsmethoden beruht, soll hier nicht eingegangen werden. Angesichts von gut 40 cm Torf, die im Durchenbergried in diesen fünf in Frage gestellten Jahrhunderten gebildet worden sein müssen, scheinen die Zweifel an der grundsätzlichen Richtigkeit des dendrochronologischen Kalenders nicht gerechtfertigt zu sein.

Völlige Siedlungsleere ist für diese Epoche aus den Diagrammen jedoch nicht abzulesen. Zwar können

sich erneut landschaftsdeckend dichte Buchenwälder ausbilden, nun fast ohne Beteiligung der Linde, doch sind – und hier stimmen alle Diagramme aus dem Gebiet überein, diese Buchenwälder zweimal kräftig aufgelichtet worden. Auch dieser zweite Buchenvorstoß ist eine überregionale Erscheinung (vgl. u. a. die beim ersten Buchenvorstoß zitierten Arbeiten), findet aber keine Entsprechung mit einer klimatisch weniger günstigen Phase, sondern fällt in eine Zeit offenbar konstant günstigen Klimas, die von etwa 4300 bis 3600 BP dauerte (\cong etwa 2900 bis 2000 BC).

Die Rodungsphase 15 im Durchenbergried ist zweiteilig: ihr erster Teil ist auf etwa 2400 BC zu datieren, der zweite zwischen etwa 2300 und 2200 BC. Die Rodungsphase 16 fällt ins 21. Jahrhundert v. Chr. Hier besteht keine Schwierigkeit, eine Parallele zum Singener Gräberfeld zu sehen. Die entsprechenden Siedlungen sind nicht bekannt. Welcher Kultur jedoch die Rodungsphase 15 entsprechen könnte, ist unklar. Sie liegt irgendwo im weitgehend fundleeren Übergangsfeld Neolithikum – Bronzezeit. Diese beiden Phasen unterschieden sich von früheren durch stärkeres und kontinuierliches Auftreten des Spitzwegerichs. Mit Rumex, Lotus und Centaurea jacea-Typ treten in verstärktem Maße weitere Kräuter auf, die als Grünlandzeiger gedeutet werden können. Es wäre sehr verlockend, hieraus den Schluß auf größere Bedeutung der Viehhaltung, Entstehung von beweidetem Grünland, eventuell sogar auf nomadisierende Lebensweise zu ziehen, was das Fehlen von nachweisbaren Dauersiedlungen erklären würde, doch müßten dafür weitere und beweiskräftigere Hinweise gefunden werden.

Die frühbronzezeitliche Besiedlung der Bodenseeufer ist nach 1900 BC dendrochronologisch belegt (Billamboz 1986). Dem entsprechen im Durchenbergried die Rodungsphase 17 (von 1970 bis 1910 BC) und 18 (von 1880 bis 1620 BC). Phase 17 ähnelt Phase 16, ist etwas kräftiger, aber ebenfalls von recht kurzer Dauer. Intensiver Weidebetrieb und dann ausgedehnte Brandrodungen drängen die Buchenwälder zurück. Nach nur kurzer Regenerationsphase, in der sich die Wälder nicht völlig schließen konnten, erreichen die menschlichen Eingriffe in die Landschaft um das Durchenbergried eine neue Größenordnung (K 18). Die betreffende Siedlung bestand nun offenbar nicht nur runde 50 Jahre (wie im Neolithikum), sondern etwa 250 Jahre am Ort. Es könnte sich vielleicht um die bronzezeitliche Siedlung Stahringen–Oberes Weidfeld (Aufdermauer/Dieckmann 1985) handeln, doch sollte die Existenz eines weiteren Siedlungsplatzes auf dem Durchenberg selbst nicht ausgeschlossen werden. Die naturnahen Wälder wurden nun stark zugunsten von Ackerland und Weideflächen zurückgedrängt. Aufgrund der Pollenspektren kann man lokal auf ein ähn-

liches Landschaftsbild wie im Mittelalter mit sehr lichten, beweideten, eichendominierten Wäldern schließen, die vielleicht stellenweise infolge Überweidung bereits in baumarme Triften übergingen. Der Entwaldungsgrad erreichte noch nicht das Ausmaß des Mittelalters, aber das der vorrömischen Eisenzeit und Römerzeit (Rodungsphasen 26 bis 29, vgl. weiter unten!). Die Bodenerosion infolge Vernichtung der Vegetationsdecke wurde so stark, daß kolluviale Einschwemmungen ins Moor ein Ausmaß annahmen, die ein Weiterwachsen der Bleichmoospolster unmöglich machten, worauf sich diesem erhöhten Nährstoffangebot angepaßte Niedermoorpflanzen einstellten und das „Hochmoor“ in ein Niedermoor umwandelten (Rösch 1986).

Großrestuntersuchungen aus frühbronzezeitlichen Kulturschichten des Gebiets liegen bisher nicht vor, doch wissen wir von entsprechenden, allerdings weitgehend noch unpublizierten Untersuchungen aus der spätbronzezeitlichen Urnenfelderkultur (Bertsch 1932. Gaillard/Jacquat 1988. Rösch 1988), daß deren Wirtschaftsweise sich beträchtlich von den neolithischen unterschied: Grünlandwirtschaft in Form ungedüngter Wiesen und Weiden, ortsfeste Felder mit entsprechender Segetalflora, teilweise Wintergetreidebau und ein charakteristisches Kulturpflanzenpektrum mit Hirse und Dinkel als Hauptgetreide sowie Schlafmohn und Leguminosen sind die wichtigsten Stichworte zur Umschreibung einer Wirtschaft, in der wildgesammelte Pflanzen als Nahrungsbestandteil nur noch eine untergeordnete Rolle spielten. Das Pollenspektrum des Durchenbergrieds legt nahe, dieses Bild in groben Zügen auch auf die Frühe Bronzezeit zu übertragen. Noch nicht abgeschlossene botanische Untersuchungen an den frühbronzezeitlichen Kulturschichten von Bodman-Schachen (Frank, in Vorber.) werden diese Vorstellungen konkretisieren. Mit dieser planmäßigeren, tiefer in den Naturhaushalt eingreifenden und ortsfesteren Wirtschaftsweise korrespondiert eine weiterentwickelte gesellschaftliche Organisationsform, die sich unter anderem in den Siedlungsstrukturen niederschlägt (Schlichtherle 1988).

Nach einem offensichtlichen kurzen Siedlungsunterbruch folgen vor Ort die Rodungsphasen 19 und 20. Sie dauern von etwa 1550 bis 1510 und von 1480 bis 1330 BC und wirken sich, namentlich was den aus der Nichtbaumpollen-Zunahme abzuleitenden Entwaldungsgrad ausmacht, im Durchenbergried weniger deutlich aus als Rodungsphase 18. Besonders die Grünlandwirtschaft scheint nicht mehr die gleiche Rolle wie zuvor gespielt zu haben. Phase 20 korreliert mit der Mittleren Bronzezeit (Hügelgräberbronzezeit), aus der im Gebiet keine Feuchtbodensiedlungen bekannt sind, mit Ausnahme der „Siedlung For-

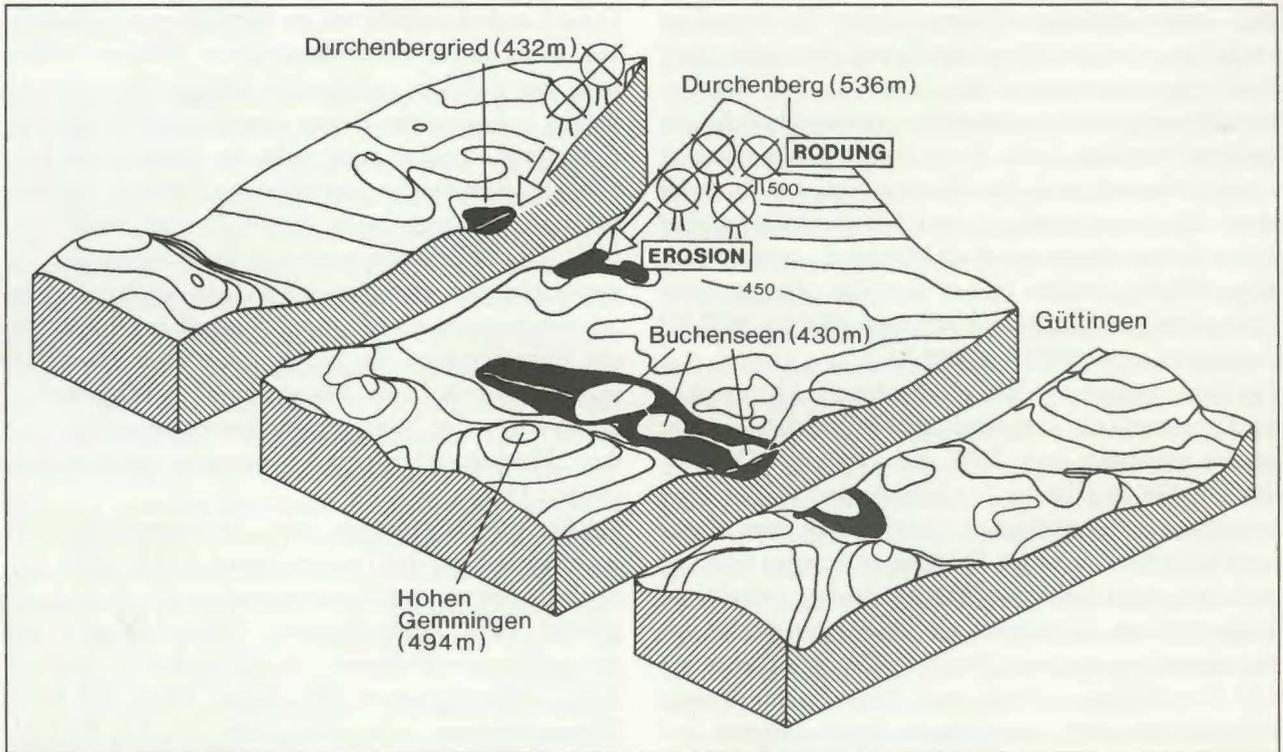


Abb. 10: Blockbildung des Durchenbergrieds und seiner Umgebung. Verändert nach Lang 1973.

schner“ am Federsee (Keefer 1984). Hingewiesen sei jedoch auf Streufunde vom Bodenseeufer sowie auf einige Höhensiedlungen und zahlreiche Funde aus Grabhügeln im Hegau. Eventuell hatte die vermutlich etwa um 1500 BC einsetzende Löss-Klimaschwankung so einschneidende Auswirkungen auf die hydrologischen Verhältnisse, daß die Bevölkerung ihre Siedlungen von den Seeufern und Mooren weg verlegte. Vermutlich spielte sich das Geschehen in Rodungsphase 19 und 20 auch in etwas größerer Entfernung vom Moor ab, denn im Gegensatz zu den Phasen 17 und 18 sind im Glühverlust keine mineralischen Einschwemmungen nachweisbar.

Zwischen etwa 1300 BC und 1150 BC setzt die Getreidekurve im Profil aus. (Mögliche Gründe vgl. oben). Zwar läuft die Spitzwegerichkurve mit verminderten Werten weiter, da diese jedoch ab der Bronzezeit mehr oder weniger kontinuierlich ist, kann sie nicht mehr als Argument für die Abgrenzung von Rodungsphasen dienen wie im Neolithikum. Die durchschnittliche Besiedlungsdichte und der Entwaldungsgrad der Landschaft blieben nun offenbar auch in schlechten Phasen ständig über einem Grenzwert, bei dem so empfindliche, da gut transportable Zeiger wie der Spitzwegerichpollen bereits reagieren, zumal genutztes Land nun überwiegend von offener Vegetation wie Grünland oder Triften eingenommen wurde und nicht mehr zum größten Teil von Gebüsch und lichten Wäldern.

Das Späte Subboreal

Nach 1200 BC beginnt der Nachweis urnenfelderzeitlicher Seeuferbesiedlung, und in diesem Jahrhundert setzt auch im Durchenbergried die Rodungsphase 21 ein, die dann fast lückenlos in Rodungsphase 22 übergeht. Der Influx nimmt zunächst zu und sinkt dann, wie bereits bekannt, in den Horizontfolgen mit Getreidenachweis jeweils ab. Vor Rodungsperiode 21 hatte sich in der Umgebung des Moores ein dichter Gehölzgürtel aus Erlen, Birken und Weiden ausgebildet, der die Ursache für den in dieser Zeit geringeren Influx gewesen sein könnte, weil er einen Teil des aus der weiteren Umgebung antransportierten Pollens ausfilterte (Tauber 1965). Offenbar wurden diese Baumbestände dann gerodet, denn die Wälder der Umgebung, in denen während der Rodungsphasen vor allem die Buche zurückging, machen sich nun im Pollenniederschlag wieder stärker bemerkbar. Die beiden ersten urnenfelderzeitlichen Rodungsphasen 21 (von ca. 1150 bis 1020 BC) und 22 (von ca. 970 bis 950 BC) sind weniger deutlich als die Rodungsphasen der Frühbronzezeit, vermutlich, weil die Aktivitäten in größerer Entfernung vom Durchenbergried stattfanden. Qualitativ sind keine wesentlichen Unterschiede zu den Rodungsphasen 18 bis 20 festzustellen. Am Ende von Rodungsphase 22 geht die Eiche, vielleicht infolge von Übernutzung, stark zurück. Nachfolgend handelt es sich um kein geschlossenes

Pollendiagramm mehr (Firbas 1935), in dem das gesamte Profil Horizont für Horizont in 1 cm³-Würfeln untersucht wurde, sondern es wurden nun nur noch solche Würfelchen in Abständen von 2,5 cm herausgestochen, wodurch zwischen den Horizonten jeweils 1,5 cm nicht untersucht werden konnten, und das zeitliche Auflösungsvermögen entsprechend schlechter wird. Die Rodungsphase 23 ist deshalb nur durch einen Horizont bei 240 cm repräsentiert. Er dürfte etwa der Zeit um 850 BC entsprechen (Zeitgehalt der Stichprobe etwa 10 Jahre), also noch in die Urnenfelderzeit gehören, die um 850 BC zu Ende ging.

Um diese Zeit bricht die Uferbesiedlung am Bodensee wie auch an anderen Voralpenseen ab. Letzte Nachzügler, typologisch bereits mit Anklängen an Hallstatt C-Material, liegen sehr vereinzelt etwa auf 398 m über NN in Seenähe, und damit 3 m über dem heutigen Mittelwasser und bis zu 7 m über den sehr tief im Seebecken gelegenen Siedlungen der Urnenfelderkultur (PBO-Ortsakten, unpubliziert). Untersuchungen zur Erforschung eventueller hydrologischer Ursachen für diese Siedlungsverlagerungen sind im Gange. Nach Rodungsphase 23 ließ der Nutzungsdruck zunächst stark nach, die bis dahin weitgehend offene Landschaft schloß sich über ein Gebüschstadium mit Birke und Hasel und nachfolgend buchen- und eichenreiche Wäldern.

Bereits um 770 BC folgt, ebenfalls nur in einem Horizont, die nächste Rodungsphase, 24a, die sehr schwach ausgeprägt ist. Danach kommt es zu ausgehnter Verbuschung mit Birken. Mögliche Ursachen sind das Auflassen gerodeter Flächen oder eventuell auch ein Anstieg des Grundwasserspiegels. Zwar setzt die Spitzwegerichkurve fast sofort wieder ein, doch veranlaßt uns gemäß obiger Übereinkunft erst das nächste Auftreten von Getreidepollen zur Ausscheidung der Rodungsphase 24b, etwa in der zweiten Hälfte des 7. Jahrhunderts v. Chr., also noch in der Hallstattzeit, mit zwei Horizonten. Der gleichzeitige Rückgang des Spitzwegerich, nun häufig zu beobachten, bedeutet wohl, daß die Ackerflächen auf Kosten von Weiden und Triften zunahm. Erstmals seit der Frühbronzezeit wirkt sich dies auch wieder in verstärktem Eintrag erodierten Bodenmaterials ins Moor aus (Glühverlust). Der Influx bleibt nun ständig auf einem tiefen Niveau, wie dies auch schon an den Nussbaumer Seen beobachtet wurde (Rösch 1983). Vermutlich ist die Pollenproduktion und damit der Influx einer eisenzeitlichen oder mittelalterlichen Kulturlandschaft mit ihren Stockausschlagwäldern mit kurzen Umtriebszeiten, mit viel Ackerland und oft übernutzten Extensivweiden und Triften geringer als die Pollenproduktion der voll bewaldeten Naturland-

schaft, der gebüschreichen neolithischen Kulturlandschaft oder wohl auch der heutigen Kulturlandschaft mit hohem Anteil von Forstflächen mit Hochwaldbetrieb und gedüngten Mähwiesen. Zu dieser Fragestellung wären Grundlagenuntersuchungen, vor allem experimenteller Art, sehr nützlich. In Phase 24b wurden zunächst die Buchenbestände ausgestockt, danach Eichenbestände. Als der menschliche Einfluß dann wieder nachließ, verbuschten viele offene Flächen, vor allem mit Birken. Eine Sukzession bis zum Buchenwald konnte wegen ständiger weiterer Störungen nicht stattfinden.

Das Frühe Subatlantikum

In Rodungsphase 25 belegt das Influxdiagramm weit stärkere Entwaldung, als dies das Prozentdiagramm wiedergibt. In besonderem Maße wurden davon hasel- und birkenreiche Sekundärwälder betroffen. Dies Rodungsphase liegt etwa zwischen 550 und 500 BC, also in der Späten Hallstattzeit.

Nach nur kurzem Intermezzo ohne erkennbare Waldregeneration folgt die Rodungsphase 26 (etwa von 400 bis 250 BC, also in der frühen La Tène-Zeit) in der sich Verhältnisse wie in der Frühen Bronzezeit, aber noch drastischer, einstellen: Die Bewaldung geht sehr stark zurück, vermutlich unter den heutigen Stand. Bei den Restbeständen handelt es sich um eichendominierte lichte Hudewälder oder gar offene Triften (Fritz/Wilmanns 1982) sowie um kaum Pollen produzierende Niederwälder. Die Zerstörung der Vegetationsdecke durch Rodung, Ackerbau und Überweidung äußert sich in kräftiger Bodenerosion, die den Glühverlust im Moorzentrum vorübergehend unter 50% sinken läßt. Das entspricht den Verhältnissen in der schlechtesten Phase der Jüngerer Dryas! Auf den zu stark beweideten Extensivweiden und Triften kann sich der Wacholder ausbreiten, dazu als Zeiger für Verhagerung und Bodenversauerung die Besenheide. Diese Beobachtungen legen eine Besiedlung in der unmittelbaren Umgebung nahe, und so ist vom Oberen Weidfeld in Stahringen ja auch eine eisenzeitliche Besiedlung nachgewiesen (Aufdermauer/Dieckmann 1985).

Zwischen 250 und 180 BC geht der Nutzungsdruck etwas zurück und steigt dann in Rodungsphase 27 (etwa von 180 bis 120 BC) wieder kräftig an, erreicht aber nicht das Ausmaß von Rodungsphase 26. Ackerbau scheint jetzt eine sehr wichtige Rolle gespielt zu haben. Bemerkenswert ist das erstmalige Auftreten von Roggen. Zwar wird das erste Auftreten des Roggenpollens gern mit dem Beginn der Römerzeit gleichgesetzt, doch zeigen neuere archäobotanische Untersuchungen (Körber-Grohne 1981. Piening 1982), daß

Roggen wohl schon seit der Hallstattzeit in Württemberg nicht nur spontan als Ungras in Weizenfeldern auftrat, sondern hie und da angebaut wurde.

Zwischen 120 und etwa 50 BC erhält die Natur noch einmal eine kleine „Verschnaufpause“, die jedoch lediglich zu einem birkendominierten Vorwaldstadium führt, bevor zwischen 50 BC und etwa 150 AC die Kelten und dann die Römer für den nächsten kolonialisatorischen Schub sorgten.

Das Mittlere Subatlantikum

Innerhalb dieser Rodungsphase, K26, ist um 50 AC ein kleiner zivilisatorischer Rückschlag eingetreten, der vermutlich den Zeitpunkt der nicht ganz reibungslos verlaufenen römischen Machtübernahme markiert. Unterschiede der römischen Wirtschaftsweise von der keltischen sind im Diagramm kaum zu erkennen. Am Bodenseeufer konnte eine römerzeitliche Ausstokung von Feuchtbodenwäldern und Entstehung von Feuchtgrünland nachgewiesen werden (Rösch/Ostendorf 1988), die sich hier ebenfalls durch den Erlenrückgang andeutet.

Nach 150 AC geht der Nutzungsdruck für etwa 100 Jahre etwas zurück, nimmt dann aber nach 200 AC bis kurz nach 250 AC noch einmal zu. Dies dürfte der Endphase der römischen Kolonisationszeit entsprechen. Bemerkenswerterweise brechen die Kulturzeigerkurven anschließend nicht ab. Zwar setzt die Cerealienkurve (Weizen-Gerste-Typ) aus, dafür tritt jetzt wieder Roggen auf. Auch im Feuerried und an den Nussbaumer Seen fehlt eine vollständige Kulturzeigerlücke nach der alamannischen Landnahme. Die landwirtschaftliche Tätigkeit ging also nahtlos weiter, wenn auch in zunächst stark vermindertem Umfang. Dies entspräche den Rodungsphasen 30a (weniger Kulturzeiger, Roggennachweis) und 30b (mehr Kulturzeiger, vor allem Cerealia, kein Roggen mehr), die über eine Phase mit erhöhten Spitzwegerichwerten ineinander übergehen. Die Zeitansätze lauten etwa 300 bis 350 AC für die Roggenphase, 350 bis 380 AC für die Spitzwegerichphase und 380 bis 400 AC für die Getreidephase, nach welcher der menschliche Einfluß erneut zurückgeht, und zwar bis ca. 450 AC. Ab K30a ist auch Weinbau nachgewiesen. Der Wein war bis ins späte 19. Jahrhundert das wichtigste landwirtschaftliche Handelsgut im westlichen Bodenseegebiet. Aus dem starken Bedarf an Weinbergpfählen resultiert auch die große Bedeutung eichendominierter Mittelwälder (Kuner 1966). Um diese Zeit beginnt die lange mittelalterliche Rodungsphase 31, in der stark zurückgehender Gehölzpolleninflux die weitgehende Entwaldung der Landschaft belegt.

Der Roggenanbau gewinnt nun an Bedeutung, bleibt

aber im Gebiet wohl stets hinter dem Weizenanbau (Dinkel?) zurück (Schrenk 1987). Die landwirtschaftliche Statistik des 19. Jahrhunderts meldet beispielsweise für das Dorf Öhningen ein klares Übergewicht des Spelz-(=Dinkel)-Anbaues vor anderen Getreidearten (Vogel 1966). Die nun subkontinuierliche Kornblumenkurve kann als Hinweis auf ausgedehnten Wintergetreideanbau gelten. Auch bewaldete Feuchtgebiete wurden nun in großem Umfang ausgestockt und in Grünland überführt (Erle, Esche!). Soweit die anderen Wälder nicht für ackerbauliche Nutzung ausgestockt wurden, wurden sie durch Beweidung und Holzentnahme aufgelichtet und verhägerten (Wacholder, Besenheide, Adlerfarn!). In dieser langen und recht homogenen Phase ereignete sich ein Rückschlag um 850 AC (Rückgang der Nichtbaumpollen, des Glühverlusts, Zunahme des Gesamtinflux und der Buche).

Das Späte Subatlantikum

Eine weitere Änderung trat etwa nach 1000 AC, also am Beginn des Hochmittelalters, ein: Waldweidebetrieb und unregelmäßige Nutzung machten offenbar stellenweise einer geregelten Mittelwaldwirtschaft Platz (Rückgang von Wacholder, Heidekraut, Adlerfarn, Zunahme der Hainbuche). Zugleich begannen sich Kiefer (diese vielleicht auf dem Moor selbst) und Fichte vermutlich subspontan auszubreiten (v. Hornstein 1950). Radiocarbonaten von fichtennadelreichem Detritus aus Hornstaad (Hörnle V) belegen die Anwesenheit der Fichte im engeren Gebiet seit etwa 1300 AC (Kromer/Rösch, unpubl.). In den Kulturgeschichten der Urnenfelderzeit von Hagnau-Burg ist *Picea* durch Nadeln dagegen bereits mehr als 2000 Jahre früher belegt (Rösch, in Vorber.). Obwohl die Kulturzeiger nicht signifikant zurückgehen, deutet ein vorübergehender Anstieg des Glühverlusts auf verringerten menschlichen Einfluß in der näheren Umgebung des Moores etwa zwischen 1000 und 1050 AC. Etwa ab dem Hochmittelalter ist von den Nussbaumer Seen umfangreicher Hanfanbau nachgewiesen (Rösch 1983). Der Hanfpollen reichert sich in den Sedimenten von Seen an, die als Hanfröste dienten. In Torfen findet sich dieser Pollentyp nur in geringer Menge, doch ist auch im Durchenbergried die Kurve im Mittelalter kontinuierlich.

Um 1300 BC endet die Rodungsphase 31 und beginnt zugleich die Rodungsphase 32, in der das Ausmaß des Ackerbaus und des Entwaldungsgrades in der Umgebung bereits seinen Höhepunkt überschritten hatte. Diese Beobachtung läßt sich jedoch nicht verallgemeinern, wie das Beispiel der Nussbaumer Seen zeigt, wo der menschliche Einfluß infolge von Trockenlegen und Urbarmachen der umgebenden Moorlandschaft

fast bis zur Gegenwart ständig zunahm. Auch im Durcheinbergried wird die relativ moderate Rodungsphase 32, die bis ca. 1550 AC dauerte, dann von der Rodungsphase 33 abgelöst, in der mindestens die Grünlandflächen auf Kosten des Waldes wieder ausgedehnt wurden. Zugleich wurde die Waldnutzung im Mittel- und Niederwald-Betrieb nach und nach von planmäßiger forstlicher Nutzung im Hochwaldbetrieb abgelöst, bei der jedoch statt der standortgemäßen Arten Buche und Linde in hohem Maße die standortfremden Arten Fichte und Kiefer eingebracht wurden. Nach historischen Quellen gingen Waldweide und Streunutzung jedoch mancherorts noch bis weit ins 19. Jahrhundert weiter. Im landwirtschaftlichen Bereich ging der Anbau von Roggen und wohl überhaupt von Wintergetreide zurück. Etwa ab 1700 AC nahm vermutlich der Hackfruchtanbau zu (*Chenopodiaceae*). Ein Zusammenhang mit der Einführung der Kartoffel ist denkbar. Landwirtschaftliche Rückschläge sind noch am Ende des 15. oder am Beginn des 16. und etwa am Ende des 17. Jahrhunderts n. Chr. zu beobachten. Beide Ereignisse sind auch an den Nussbaumer Seen vermutlich zeitgleich nachweisbar, also vermutlich von regionaler Bedeutung. Zwar ist die Korrelierung einzelner, vielleicht auf maximal 50 Jahre genau datierbarer Horizonte mit anderen historischen Ereignissen sehr problematisch, ganz abgesehen von der vegetationsgeschichtlichen Relevanz von Einzelhorizonten. Dennoch sei die Frage nach möglichen historischen Zusammenhängen für diese beiden vegetationsgeschichtlichen Ereignisse gestellt.

Ob kulturhistorische Ereignisse hier den mutmaßlichen Rückgang der landwirtschaftlichen Nutzung ausgelöst haben könnten, bliebe zu klären. Wenn ja, kämen für die beiden Zeiträume der Schwabenkrieg (Ende 15. Jahrhundert) und dann der Dreißigjährige Krieg in Frage, doch muß zumindest bei dem ersten gefragt werden, ob er gravierende Folgen für die Landwirtschaft gehabt haben kann, und der zweite liegt für unseren zweiten Rückschlag tendenziell etwas zu früh. Bei naturhistorischen Ereignissen als möglichen Ursachen für diese Rückschläge ist in erster Linie an Klimaverschlechterungen zu denken. So weisen radiodensitometrische und glazialmorphologische Untersuchungen in den Schweizer Alpen (Holzhauser 1985) die Zeit zwischen 1270 und 1500 AC, von wenigen kürzeren, klimatisch günstigeren Abschnitten abgesehen, als eine klimatisch recht ungünstige Epoche aus. Zwar ist hier eine zeitliche Übereinstimmung mit dem Beginn der schwächeren Rodungsphase 32 und deren Ende gegeben, doch besteht gerade für diesen Tiefpunkt der Landnutzung in der zweiten Hälfte des 15. Jahrhunderts keine klimageschichtliche Korrelation in Form besonders ungünstiger Witterung.

Nach einer Phase sehr günstigen Klimas zwischen etwa 1500 und 1565 AC verschlechterte sich dieses erneut. Nach einigen sehr ungünstigen Jahrzehnten und anschließender, vorübergehender Besserung, der in der Mitte des 17. Jahrhunderts eine Phase kontinentalen Klimas mit sehr kalten Wintern folgte, wurde zwischen 1688 und 1701 der „Höhepunkt der Kleinen Eiszeit“ erreicht (Pfister 1985). Ein Zusammenhang zwischen pollenanalytischen und klimageschichtlichen Daten ist also durchaus denkbar und sollte weiterverfolgt werden.

Die Vegetationsgeschichte im Durcheinbergried bricht am Beginn des 19. Jahrhunderts ab. Die neueste Entwicklung konnte an den Nussbaumer Seen untersucht werden (Rösch 1983).

Fassen wir das in diesem Kapitel zur Besiedlungsgeschichte Gesagte rekapitulierend zusammen:

1. Rodungen und landwirtschaftliche Tätigkeit sind im Gebiet etwa ab der Mitte des sechsten Jahrtausends v. Chr. nachweisbar und beginnen somit gleichzeitig mit der archäologisch nachgewiesenen bandkeramischen Besiedlung des Hegau. Für diese frühen Rodungsphasen in der Jungmoräne fehlen dagegen die Siedlungsbelege.
2. Die lokalen, von den Aktivitäten einer Dorfgemeinschaft ausgelösten Vegetationsveränderungen waren in der Jungsteinzeit jeweils nur von kurzer Dauer von vielleicht im Schnitt 50 Jahren oder weniger. Zwischen einzelnen Siedlungsphasen lagen dann Zeiten, in denen keine Siedlung so dicht am Moor lag, daß Kulturzeiger-, vor allem Getreidepollen in diesem nachweisbar wäre. Im Lauf der Zeit wurde die Besiedlungsfolge dichter und die Phasen ohne Kultureinfluß kürzer.
3. In diesen Phasen ohne Kultureinfluß im Durcheinbergried liegen aber meist Hinweise aus dem Baumpollenspektrum vor, daß die Bevölkerung nur aus der Umgebung des Moores weggezogen war und nicht aus der ganzen Landschaft. Dies bedeutet vielleicht rotierende Siedlungsverlagerungen in der Landschaft mit einer Periodizität von zwei bis drei Generationen.
4. Auch innerhalb einer bestimmten, lokalen Rodungsperiode wurde nicht sämtliche im Lauf der Besiedlungszeit gerodete Fläche offengehalten, sondern der größte Teil verbuschte und nur ein Bruchteil wurde landwirtschaftlich genutzt, wobei die Felder vermutlich ständig auf frisch geschlagenen Flächen verlagert wurden. Dieses System jeweils nur kurzfristiger landwirtschaftlicher Nutzung einer bestimmten Fläche und nachfolgender langjähriger Brachephase wurde ab dem Endneolithikum aufgegeben.
5. Innerhalb der Region sind in den einzelnen Profilen die längeren Epochen intensiver Rodungstätigkeit und

die trennenden Phasen weniger intensiver bis fehlender Rodungstätigkeit synchron. Die Phasen intensiver Rodungstätigkeit fallen im wesentlichen mit den Zeiten hoher archäologischer Funddichte zusammen, die Phasen geringer Rodungstätigkeit mit kulturellen Übergangszeiten. Die Synchronität oder Metachronität der kurzfristigen lokalen Rodungsphasen in den verschiedenen Profilen, die der Lebensdauer jeweils einer konkreten Siedlung entsprechen, ist noch nicht nachweisbar. Sicher ist jedoch, daß während der durch Siedlungsfunde nachgewiesenen Besiedlung der Bodenseeufer auch im Hinterland Siedlungen vorhanden gewesen sein müssen, die zum großen Teil noch nicht gefunden wurden.

6. Ab der Bronzezeit ist stationäre Besiedlung von mehreren Jahrhunderten Dauer an einem Platz anzunehmen. Zugleich wurden die gerodeten Flächen großenteils dauernd gehölzfrei gehalten und ständig als Acker- oder Grünland genutzt. Die Nutzung war nicht mehr an den Naturraum angepaßt, sondern erfolgte nach ihren eigenen Gesetzmäßigkeiten und schuf großflächig naturferne Ersatzgesellschaften.

7. Die letzten lokalen Besiedlungsunterbrüche aus dem Durchenbergried sind in der Hallstattzeit. Danach gibt es nur noch quantitative Verschiebungen im Erschließungsgrad der Kulturlandschaft. Das Höchstmaß der mit Entwaldung verbundenen flächenhaften landwirtschaftlichen Nutzung wurde im engeren Gebiet bereits im frühen und hohen Mittelalter erreicht.

8. Bereits den altneolithischen Eingriffen kann man für das Gebiet eine landschaftsprägende Kraft zubilligen, indem die Holzartenzusammensetzung der Wälder radikal verändert und die Erdoberfläche durch Erosion und Kolluvienbildung umgestaltet wurde. Bereits mit der Ausbreitung der Buche haben wir im Gebiet keine Landschaft im Naturzustand und wohl auch keine ursprüngliche Vegetation mehr.

5. Zusammenfassung

Aus dem Durchenbergried bei Radolfzell-Güttingen wurde ein 8,4 m langes Profil pollenanalytisch untersucht. Zur Datierung wurden 50 Radiocarbonaten angefertigt. Das Profil gibt die holozäne Vegetationsentwicklung nahezu lückenlos wieder. Im Zusammenhang mit anderen Profilen aus dem Gebiet wurde eine regionale Pollenstratigraphie entwickelt, die Spätwürm und Flandern in 22 Pollenzonen mit 71 Subzonen unterteilt. Zwischen dem Mittleren Atlantikum und dem Späten Subatlantikum konnten 33 Rodungsphasen (Kulturzeigerzonen) unterschieden und auf-

grund ihres Alters (Datierungsgenauigkeit etwa ± 50 Jahre) (kalibriert) kulturgeschichtlichen Epochen zugewiesen werden. Die erste, zweiphasige Rodungsphase fällt in die jüngere Hälfte des 6. Jahrtausends v. Chr. und somit ins Altneolithikum. Sie ist zeitlich mit der bandkeramischen Siedlung von Hilzingen korreliert, hat aber eigene, lokale, siedlungsgeschichtliche Ursachen, die bisher nicht bekannt sind. Zwischen diesen Rodungen und der Ausbreitung der Buche im Gebiet besteht ein Zusammenhang. Nachfolgend konnten im 5. Jahrtausend v. Chr. vier mittelneolithische sowie im 4. Jahrtausend und der ersten Hälfte des 3. Jahrtausends v. Chr. elf spätneolithische Rodungsphasen nachgewiesen werden. Diese Rodungsphasen spiegeln wohl jeweils die Aktivitäten diskreter Siedlungen in der Umgebung des Moores wider, aber abseits der minimal 4 km (Markelfinger Winkel) weit entfernten Seeufer, die ja im Spätneolithikum ebenfalls teilweise dicht besiedelt waren. Die Dauer der neolithischen Rodungsphasen deutet Ortsfestigkeit der einzelnen Siedlungen für eine Zeitspanne von jeweils nur wenigen Generationen an. Zwischen 2100 und 800 v. Chr. wurden acht vermutlich bronzezeitliche Rodungsphasen gefunden, die teilweise von wesentlich längerer Dauer waren. Eine besonders intensive frühbronzezeitliche Rodungsphase beeinflusste durch Bodenerosion und Einschwemmungen das Durchenbergried selbst ganz erheblich. In den bronzezeitlichen Rodungsphasen deutet sich eine planmäßigere und intensivere Land- und Waldnutzung an, als dies in den neolithischen der Fall ist. Nach 800 v. Chr. folgen noch vier eisenzeitliche und zwei römische Rodungsphasen und dann, ohne vorherigen völligen Besiedlungsunterbruch, die mittelalterliche Landnahme, die sich in fünf einzelne Rodungsphasen gliedern läßt, die aber lückenlos ineinander übergehen.

Nachdem sich im Zuge der ersten Rodungsphase die Buche im Gebiet hatte ausbreiten können und während der gut 1000 Jahre später erfolgten jungneolithischen Besiedlung der Seeufer und Feuchtgebiete die Ulme stark zurückging, äußerten sich die folgenden neolithischen Rodungsphasen jeweils im Rückgang der Buche (und Linde) und in der Zunahme von Hasel und Birke. In den späteren Rodungsphasen ab der Bronzezeit nahm dagegen jeweils vor allem die Eiche auf Kosten der Buche zu, jedoch nur prozentual, weil der gesamte Gehölz-Influx jeweils deutlich zurückging. Ab der Bronzezeit führt dann ein jeweiliges Nachlassen der menschlichen Eingriffe zu einer Zunahme zunächst der Birke, später (sofern die Eingriffe nicht wieder zunehmen) der Buche. Getreidepollen tritt in allen Rodungsphasen mehr oder weniger stetig auf, der Pollen des Spitzwegerichs erlangt dagegen erst ab der Bronzezeit einige Bedeutung.

Die Besiedlungsgeschichte der Landschaft läßt sich aufgrund der pollenanalytischen Befunde folgendermaßen charakterisieren: Im Frühneolithikum (6. und 5. Jahrtausend v. Chr.) wird die Buche durch Rodungen zunächst gefördert und die Linde unterdrückt. Der Beginn des Spätneolithikums (Wende 5./4. Jahrtausend) wird durch den Ulmenfall markiert. Hier (4. und 3. Jahrtausend, incl. Bronzezeit-Stufe A 1) finden wir den Wechsel von Buchen- mit Hasel-/Birkenphasen (= Rodungsphasen). Ansatzweise ab der Bronzezeit, voll ausgebildet ab der Eisenzeit, sind Rodungsphasen durch Eichendominanz, Waldregenerationsphasen durch Birkendominanz gekennzeichnet. Dies gilt bis zur Entstehung der neuzeitlichen Nadelholzforsste. Das zweite Jahrtausend v. Chr. stellt somit eine Art Übergangszeit zwischen neolithischer und eisenzeitlicher Landschaftsdynamik dar.

6. Literaturverzeichnis

- ANDERSEN 1973: S. TH. ANDERSEN, The differential pollen productivity of trees and its significance for the interpretation of a pollen diagram from a forested region. In: Birks u. West (Hrsg.), Quaternary plant ecology (Oxford 1973) 109–119.
- ANDREE et al. 1986: ANDREE, M., H. OESCHGER, U. SIEGENTHALER, T. RIESEN, M. MOELL, B. AMMANN u. K. TOBOLSKI, ¹⁴C-Dating of plant macrofossils in lake sediment. Radiocarbon 28, 2 A, 1986, 411–416.
- AUFDERMAUER/DIECKMANN 1985: J. AUFDERMAUER u. B. DIECKMANN, Eine bronze- und eisenzeitliche Siedlung in Stahringen, Kreis Konstanz. Arch. Ausgr. Baden-Württemberg 1984 (1985) 81.
- AUFDERMAUER/DIECKMANN/FRITSCH 1986: J. AUFDERMAUER, B. DIECKMANN u. B. FRITSCH, Die Untersuchungen in der bandkeramischen Siedlung bei Hilzingen, Kreis Konstanz. Arch. Ausgr. Baden-Württemberg 1985 (1986) 51–54.
- BASTIN 1979: B. BASTIN, Essai de définition d'une terminologie précise applicable au commentaire des diagrammes polliniques se rapportant au quarternaire. Bull. Soc. Roy. Bot. Belg. 112, 1979, 7–12.
- BEHRE 1966: K.-E. BEHRE, Untersuchungen zur spätglazialen und frühpostglazialen Vegetationsgeschichte Ostfrieslands. Eiszeitalter u. Gegenwart 17, 1966, 69–84.
- BEHRE 1981: K.-E. BEHRE, The interpretation of anthropogenic indicators in pollen diagrams. Pollen et Spores 23, 2, 1981, 225–245.
- BEHRE 1986: K.-E. BEHRE, Die Reflektion archäologisch bekannter Siedlungen in Pollendiagrammen verschiedener Entfernung – Beispiele aus der Siedlungskammer Flögeln, Nordwestdeutschland. In: K.-E. Behre (Hrsg.), Anthropogenic Indicators in pollen diagrams (Rotterdam 1986) 95–114.
- BENGTSSON 1986: L. BENGTSSON, Chemical analysis. In: BERGLUND 1986, 423–451.
- BERGLUND 1986: B. E. BERGLUND (Hrsg.): Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology (Chichester 1986) 869 S.
- BERTSCH 1932: K. BERTSCH, Die Pflanzenreste der Pfahlbauten von Sipplingen und Langenrain am Bodensee. Bad. Fundber. II, 1929–1932, 305–320.
- BERTSCH 1961: A. BERTSCH, Untersuchungen zur spätglazialen Vegetationsgeschichte Südwestdeutschlands. Flora 15, 1961, 243–280.
- BEUG 1961: H.-J. BEUG, Leitfaden der Pollenbestimmung. 1. Lieferung (Stuttgart 1961) 63 S.
- BEUG 1986: H.-J. BEUG, Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen über das Frühe Neolithikum im Untereichsfeld, Landkreis Göttingen. In: K.-E. Behre (Hrsg.), Anthropogenic indicators in pollen diagrams (Rotterdam 1986) 115–124.
- BILLAMBOZ 1985: A. BILLAMBOZ, Stand der Jahrringchronologien Oberschwabens und des Bodensees. In: B. Becker et al., Dendrochronologie in der Ur- und Frühgeschichte. Antiqua 11 (Basel 1985) 30–35.
- BIRKS 1973: H. J. B. BIRKS, Past and present vegetation of the isle of Skye. A palaeoecological study (London 1973) 415 S.
- BIRKS 1986: H. J. B. BIRKS, Numerical zonation comparison and correlation of Quaternary pollen-stratigraphical data. In: Berglund 1986, 743–774.
- BLUDAU 1985: W. BLUDAU, Zur Paläoökologie des Ammergebirges (Rheinfelden 1985) 363 S.
- BOGAARD 1983: P. VAN DEN BOGAARD, Die Eruption des Laacher See Vulkans (Diss. Ruhr-Univ. Bochum 1983) 351 S.
- BORTENSCHLAGER/PATZELT 1969: S. BORTENSCHLAGER u. G. PATZELT, Wärmezeitliche Klima- und Gletscherschwankungen im Pollenprofil eines hochgelegenen Moores (2270 m) der Venedigergruppe. Eiszeitalter u. Gegenwart 20, 1969, 116–122.
- BURRICHTER 1969: E. BURRICHTER, Das Zwillbrocker Venn, Westmünsterland, in moor- und vegetationskundlicher Sicht. Abhandl. Landesmus. Naturkde. Münster 31, 1, 1969, 1–60.
- CUSHING 1967: E. J. CUSHING, Late-Wisconsin pollen stratigraphy and the glacial sequence in Minnesota. In: Cushing u. Wright (Hrsg.), Quaternary Palaeoecology (New Haven 1967) 59–88.
- EICHER 1987: U. EICHER, Die spätglazialen sowie die frühpostglazialen Klimaverhältnisse im Bereiche der Alpen: Sauerstoffisotopenkurven kalkhaltiger Sedimente. Geographica Helvetica 42,2, 1987, 99–104.
- ERDTMAN 1934: O. G. E. ERDTMAN, Über die Verwendung von Essigsäureanhydrid bei Pollenuntersuchungen. Sven. bot. tidskr. 28, 1934, 354–358.
- FINGERLIN 1971: G. FINGERLIN, Die alamannischen Gräberfelder von Güttingen und Merdingen in Südbaden. Germ. Denkmäler Völkerwanderungszeit, Serie A, 12 (Berlin 1971).
- FIRBAS 1935: F. FIRBAS, Die Vegetationsentwicklung des mitteleuropäischen Spätglazials. Bibl. Bot. 112, 1935, 68 S.
- FIRBAS 1937: F. FIRBAS, Der pollenanalytische Nachweis des Getreidebaus. Zeitschr. f. Bot. 31, 1937, 447–478.
- FIRBAS 1949: F. FIRBAS, Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. 1. Band (Jena 1937) 479 S.
- FRECHEN 1959: J. FRECHEN, Die Tuffe des Laacher Vulkangebietes als quartärgeologische Leitgesteine und Zeitmarken. Fortschr. Geol. Rheinh. Westf. 4, 1959, 363–370.
- FRENZEL 1977: B. FRENZEL, Postglaziale Klimaschwankungen im südwestlichen Mitteleuropa. In: B. Frenzel (Hrsg.), Dendrochronologie und postglaziale Klimaschwankungen in Europa (Wiesbaden 1977) 297–333.
- FRENZEL/RÖSCH 1988: B. FRENZEL u. M. RÖSCH, Zur holozänen Geschichte des Eibenwaldes von Paterzell (Oberbayern). Ein Beitrag zur Klärung des Eibenproblems mitteleuropäischer Inter-glaziale. Bot. Jb. Syst. (im Druck).
- FRITZ/WILMANN 1982: W. FRITZ u. O. WILMANN, Die Aussagekraft subfossiler Moos-Synusien bei der Rekonstruktion eines keltischen Lebensraumes – Das Beispiel des Fürstengrabbügels Magdalenenberg bei Villingen. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 95, 1982, 1–18.
- GAILLARD 1984: M.-J. GAILLARD, Etude palynologique de l'évolution tardi-et postglaciaire de la végétation du Moyen-Pays Romand (Suisse). Diss. Bot. 7,7 (Vaduz 1984) 322 S.
- GAILLARD/JACQUAT 1988: M.-J. GAILLARD u. CH. JACQUAT, Makrorest- und Pollenanalysen an einem Profil aus der spätbronzezeitlichen Siedlung Hauterive-Champréveyres am Neuenburger See (Schweiz): ein Vergleich der Resultate. In: Der prähistorische Mensch und seine Umwelt. Festschr. U. Körber-Grohne, Forsch. u. Ber. Vor- u. Frühgesch. Baden-Württemberg 31 (Stuttgart 1988) 245–259.
- GÖTTLICH/KLÖTZLI 1975: KH. GÖTTLICH u. F. KLÖTZLI, Erläute-

- rungen zu L 8318, Blatt Singen (Hohentwiel) der Moorkarte von Baden-Württemberg 1:50000 (Stuttgart 1975) 76 S.
- GROSSE-BRAUCKMANN 1978: G. GROSSE-BRAUCKMANN, Absolute jährliche Pollenniederschlagsmengen an verschiedenen Beobachtungsorten in der Bundesrepublik Deutschland. *Flora* 167, 1978, 209–247.
- GROSSE-BRAUCKMANN 1986: G. GROSSE-BRAUCKMANN, Analysis of vegetative plant macrofossils. In: Berglund 1986, 591–618.
- HEDBERG 1972: H. D. HEDBERG (Hrsg.): Summary of an International Guide to Stratigraphic Classification, Terminology and Usage. *Boreas* 1, 1972, 213–239.
- HEDBERG 1976: H. D. HEDBERG (Hrsg.), International Stratigraphic Guide (Chichester 1976) 200 S.
- HÖLZER/HÖLZER 1987: A. u. A. HÖLZER, Paläoökologische Moor-Untersuchungen an der Hornisgrinde im Nordschwarzwald. *Carolina* 45, 1987, 43–50.
- HOLZHAUSER 1985: H. HOLZHAUSER, Neue Ergebnisse zur Gletscher- und Klimageschichte des Spätmittelalters und der Neuzeit. *Geographica Helvetica* 40, 4, 1985, 168–185.
- HORNSTEIN 1951: F. v. HORNSTEIN, Wald und Mensch. Waldgeschichte des Alpenvorlandes (Ravensburg 1951).
- IVERSEN 1941: J. IVERSEN, Landnam i Danmarks Stenalder. *Danmarks Geol. Unders. II. Raekke* 66, 1941, 68 S.
- IVERSEN 1973: J. IVERSEN, The development of Denmark's nature since the last Glacial. *Danmarks Geol. Unders. Raekke* 5, 7, 1973, 1–126.
- JACOMET 1988: ST. JACOMET, Ackerbau, Sammelwirtschaft und Umwelt der Egozwiller und Cortailod-Siedlungen, Ergebnisse samenanalytischer Untersuchungen. In: P. Suter (Hrsg.), Zürich „Kleiner Hafner“. Tauchgrabungen 1981–1990. Zürcher Denkmalpflege, Monogr. 3 (Zürich 1988) 144–166.
- KAISER 1979: K. F. KAISER, Ein späteiszeitlicher Wald im Dättnau bei Winterthur/Schweiz (Diss. Zürich 1979) 90 S.
- KARG 1990: S. KARG, Pflanzliche Großreste aus der jungsteinzeitlichen Ufersiedlungen Allensbach-Strandbad, Kr. Konstanz. In: Siedlungsarchäologie im Alpenvorland II. Forsch. u. Ber. Vor- u. Frühgesch. Baden-Württemberg 37 (Stuttgart 1990) 113–166.
- KEEFER 1984: E. KEEFER, Die bronzezeitliche „Siedlung Forscher“ bei Bad Buchau, Kr. Biberach. 1. Vorbericht. In: Berichte zu Ufer- und Moorsiedlungen Südwestdeutschlands 1. Materialh. Vor- u. Frühgesch. Baden-Württemberg 4 (Stuttgart 1984) 37–52.
- KELLER 1987: Einfluß von Störfaktoren auf die ¹⁴C-Datierung pleistozäner und holozäner Materialien. *Geographica Helvetica* 42,2, 1987, 105–107.
- KLEIN et al. 1982: J. KLEIN, J. LERMAN, P. DAMON u. E. RALPH, Calibration of radiocarbon dates. *Radiocarbon* 24,2, 1982, 103–150.
- KÖRBER-GROHNE 1981: U. KÖRBER-GROHNE, Pflanzliche Abdrücke in eisenzeitlicher Keramik – Spiegelbild damaliger Nutzpflanzen? *Fundber. Baden-Württemberg* 6, 1981, 165–211.
- KRAUSE 1988: R. KRAUSE, Die endneolithischen und frühbronzezeitlichen Grabfunde auf der Nordstadterrasse von Singen am Hohentwiel. *Forsch. u. Ber. Vor- u. Frühgesch. Baden-Württemberg* 32 (Stuttgart 1988).
- KROMER et al. 1986: B. KROMER, M. RHEIN, M. BRUNS, H. SCHOCH-FISCHER, K. O. MÜNNICH, M. STUIVER u. B. BECKER, Radiocarbon Calibration Data for the 6th to the 8th Millennia BC. *Radiocarbon* 28, 2 B, 1986, 954–960.
- KÜTTEL/LOTTER 1987: M. KÜTTEL u. A. LOTTER, Vegetation und Landschaft der Zentralschweiz im Jungpleistozän. *Mitt. Naturf. Ges. Luzern* 29, 1987, 251–272.
- KUNER 1966: M. KUNER, Der Wald auf Gemarkung Öhningen. In: H. Berner (Hrsg.), Dorf und Stift Öhningen (Singen 1966) 337–344.
- KÜSTER 1986: H.-J. KÜSTER, Werden und Wandel der Kulturlandschaft im Alpenvorland. *Germania* 64, 1986, 533–559.
- LANG 1952a: G. LANG, Zur späteiszeitlichen Vegetations- und Florengeschichte Südwestdeutschlands. *Flora* 139, 1952, 243–294.
- LANG 1952b: G. LANG, Späteiszeitliche Pflanzenreste in Südwestdeutschland. *Beitr. Naturf. Forsch. Südwestdeutschland* 11, 1952, 89–110.
- LANG 1973: G. LANG, Die Vegetation des westlichen Bodenseegebiets. *Pflanzensoziologie* 17 (Jena 1973) 451 S.
- LANG 1984: G. LANG, Die Vegetation des Mindelseegebiets und ihre Geschichte. In: *Der Mindelsee. Die Natur- u. Landschaftsschutzgebiete Baden-Württemberg* 11 (Karlsruhe 1984) 271–302.
- LIESE-KLEIBER 1985: H. LIESE-KLEIBER, Pollenanalysen in der Ufersiedlung Hornstaad-Hörnle I. Untersuchungen zur Sedimentation, Vegetation und Wirtschaft in einer neolithischen Station am Bodensee. *Materialh. Vor- u. Frühgesch. Baden-Württemberg* 6 (Stuttgart 1985) 149 S.
- LISTER et al. 1984: G. LISTER, K. KELTS, R. SCHMID, G. BONANI, H. HOFMANN, E. MORENZONI, M. NESSI, M. SUTER u. W. WÖLFLEI, Correlation of the paleoclimatic record in lacustrine sediment sequences: ¹⁴C dating by AMS. *Nuclear Instruments and methods in Physics research B5* (1984) 389–393.
- LOTTER 1988: A. LOTTER, Paläoökologische und paläolimnologische Studie des Rotsees bei Luzern. *Diss. Botanicae* 124 (Berlin 1988) 187 S.
- MANGERUD et al. 1974: J. MANGERUD, S. T. ANDERSEN, B. E. BERGLUND u. J. DONNER, Quaternary stratigraphy of Norden, – a proposal for terminology and classification. *Boreas* 3, 1974, 109–128.
- MANGERUD et al. 1982: J. MANGERUD, H. J. B. BIRKS u. K.-D. JÄGER, Chronostratigraphical subdivision of the Holocene: a review. In: Mangerud/Birks/Jäger (Hrsg.), Chronostratigraphical subdivision of the Holocene. *Striae* 16, 1982, 1–6.
- MERKT/STREIF 1970: J. MERKT u. H. J. STREIF, Stechrohr-Bohrgeräte für limnische und marine Lockersedimente. *Geol. Jb.* 88, 1970, 137–148.
- MODDERMANN 1982: P. J. R. MODDERMANN, Die Radiocarbonatierungen der Bandkeramik. In: *Siedlungen der Kultur mit Lineareramik in Europa. Intern. Kolloquium Nitra 1981* (Nitra 1982) 177–189.
- MÜLLER 1947a: I. MÜLLER, Über die spätglaziale Vegetations- und Klimaentwicklung im westlichen Bodenseegebiet. *Planta* 35, 1947, 57–69.
- MÜLLER 1947b: I. MÜLLER, Der pollenanalytische Nachweis der menschlichen Besiedlung im Federsee- und Bodenseegebiet. *Planta* 35, 1947, 70–87.
- MÜLLER 1962: H. MÜLLER, Pollenanalytische Untersuchung eines Quartärprofils durch die spät- und nacheiszeitlichen Ablagerungen des Schleinsees (Südwestdeutschland). *Geol. Jb.* 79, 1962, 493–526.
- OLSSON et al. 1983: I. OLSSON, F. EL-DAOUSHY u. Y. VASARI, Säynäjälampi and the difficulties inherent in the dating of sediments in a hard-water lake. *Developments in Hydrobiology* 15 (Den Haag 1983) 5–14.
- PEARSON et al. 1986: G. W. PEARSON, J. R. PILCHER, M. G. L. BAILLIE, D. M. CORBETT u. F. QUA, High precision ¹⁴C-Measurement of Irish oaks to show the natural ¹⁴C-Variations from AD 1840–5210 BC. *Radiocarbon* 28, 2 B, 1986, 911–934.
- PFISTER 1985: CH. PFISTER, Veränderungen der Sommerwitterung im südlichen Mitteleuropa von 1270 bis 1400 als Auftakt zum Gletscherhochstand der Neuzeit. *Geographica Helvetica* 40, 4, 1985, 186–195.
- PIENING 1982: U. PIENING, Botanische Untersuchungen an verkohlten Pflanzenresten aus Nordwürttemberg. *Fundber. Baden-Württemberg* 7, 1982, 239–271.
- POTT 1985: R. POTT, Vegetationsgeschichtliche und pflanzensoziologische Untersuchungen zur Niederwaldwirtschaft in Westfalen. *Abhandl. Westf. Mus. Naturkde.* 47, 4, 1985, 1–75.
- RÖSCH 1983: M. RÖSCH, Geschichte der Nussbaumer Seen (Kanton Thurgau) und ihrer Umgebung seit dem Ausgang der letzten Eiszeit aufgrund quartärbotanischer, stratigraphischer und sedimentologischer Untersuchungen. *Mitt. Thurg. Naturf. Ges.* 45, 1983, 110 S.
- RÖSCH 1985a: M. RÖSCH, Nussbaumer Seen – Spät- und postglaziale Umweltsveränderungen einer Seengruppe im östlichen Schweizer Mittelland. In: G. Lang (Hrsg.), *Swiss lake and mire environments during the last 15 000 years*. *Diss. Bot.* 87, 1985, 337–380.
- RÖSCH 1985b: M. RÖSCH, Ein Pollenprofil aus dem Feuerried bei

- Überlingen am Ried. Stratigraphische und landschaftsgeschichtliche Bedeutung für das Holozän im Bodenseegebiet. In: Berichte zu Ufer- und Moorsiedlungen Südwestdeutschlands 2. Materialh. Vor- u. Frühgesch. Baden-Württemberg 7 (Stuttgart 1985) 43–79.
- RÖSCH 1986: M. RÖSCH, Zwei Moore im westlichen Bodenseegebiet als Zeugen prähistorischer Landschaftsveränderung. *Telma* 16, 1986, 83–111.
- RÖSCH 1987a: M. RÖSCH, Zur Umwelt und Wirtschaft des Neolithikums am Bodensee – Botanische Untersuchungen in Bodman-Blissenhalde. *Arch. Nachr. Baden* 38–39, 1987, 42–53.
- RÖSCH 1987b: M. RÖSCH, Der Mensch als landschaftsprägender Faktor des westlichen Bodenseegebietes seit dem späten Atlantikum. *Eiszeitalter u. Gegenwart* 37, 1987, 19–29.
- RÖSCH 1988: M. RÖSCH, Subfossile Moosfunde aus prähistorischen Feuchtbodensiedlungen: Aussagemöglichkeiten zu Umwelt und Wirtschaft. In: *Der prähistorische Mensch und seine Umwelt*. Festschrift U. Körber-Grohne. Forsch. u. Ber. Vor- u. Frühgesch. Baden-Württemberg 31 (Stuttgart 1988) 177–198.
- RÖSCH 1989: M. RÖSCH, Pollenprofil Breitnau-Neuhof: Zum zeitlichen Verlauf der holozänen Vegetationsentwicklung im südlichen Schwarzwald. *Carolinea* 47, 1989, 15–24.
- RÖSCH 1990a: M. RÖSCH, Botanische Untersuchungen in spätneolithischen Ufersiedlungen von Wallhausen und Dingelsdorf am Überlinger See (Kr. Konstanz). In: *Siedlungsarchäologie im Alpenvorland II*. Forsch. u. Ber. Vor- u. Frühgesch. Baden-Württemberg 37 (Stuttgart 1990) 227–266.
- RÖSCH 1990b: M. RÖSCH, Pollenanalytische Untersuchungen in spätneolithischen Ufersiedlungen von Allensbach-Strandbad, Kreis Konstanz. In: *Siedlungsarchäologie im Alpenvorland II*. Forsch. u. Ber. Vor- u. Frühgesch. Baden-Württemberg 37 (Stuttgart 1990) 91–112.
- RÖSCH/OSTENDORF 1988: M. RÖSCH u. W. OSTENDORF, Hydrologische Veränderungen im Spät- und Postglazial, aufgezeigt an einem limnisch-telmatischen Profil von Gaienhofen. *Telma* 18, 1988, 373–395.
- RUDDIMAN/McINTYRE 1981: W. F. RUDDIMAN u. A. McINTYRE, The North Atlantic during the last deglaciation. *Palaeoecology* 38, 1981, 145–214.
- SCHLICHTERLE 1978: H. SCHLICHTERLE, Die Ausgrabungen 1973–1977 in den Ufersiedlungen Horn-Staad „Hörnle“ I. Befunde und Funde aus dem frühen Jungneolithikum am westlichen Bodensee (ungedruckte Dissertation Freiburg 1978).
- SCHLICHTERLE 1988: H. SCHLICHTERLE, Vorgeschichtliche Pfahlbausiedlungen um die Spitze der Halbinsel Höri. In: F. Götz (Hrsg.), *Beiträge zur Geschichte der Gemeinde Gaienhofen* (Singen 1988) 16–29.
- SCHREINER 1973: A. SCHREINER, Erläuterungen zu Blatt 8219 Singen der geologischen Karte von Baden-Württemberg 1:25000 (Stuttgart 1979) 130 S.
- SCHREINER 1974: A. SCHREINER, Erläuterungen zur geologischen Karte des Landkreises Konstanz mit Umgebung 1:50000 (2. Aufl. Stuttgart 1974) 286 S.
- SCHRENK 1987: CH. SCHRENK, Agrarstruktur im Hegau des 18. Jahrhunderts. Auswertungen neuzeitlicher Urbare mit Hilfe des Computers. *Konstanzer Dissertation* 159 = Hegau-Bibliothek 52 (Konstanz 1987) 550 S.
- SMETTAN 1985: H. SMETTAN, Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetations- und Siedlungsgeschichte der Umgebung von Sersheim, Kreis Ludwigsburg. *Fundber. Baden-Württemberg* 10, 1985, 367–421.
- SMITH 1970: A. G. SMITH, The influence of mesolithic and neolithic man on British vegetation: a discussion. In: Walker/West (Hrsg.), *Studies in the vegetational history of the British Isles* (London 1970) 81–96.
- STALLING 1987: H. STALLING, Untersuchungen zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte im Bayerischen Wald. *Diss. Bot.* 105, 1987, 202 S.
- STARK 1927: P. STARK, Die Moore des badischen Bodenseegebietes. II. Das Areal um Hegne, Dettingen, Kaltbrunn, Mindelsee, Radolfzell und Espasingen. *Ber. Naturf. Ges. Freiburg* 28, 1, 1927, 1–238.
- STOCKMARR 1971: J. STOCKMARR, Tablets with spores used in absolute pollen analysis. *Pollen et Spores* 13, 1971, 615–621.
- STRAHM 1985: CH. STRAHM, Die Voraussetzungen für eine Chronologie der Feuchtbodensiedlungen in Süddeutschland. In: *Berichte zu Ufer- und Moorsiedlungen Südwestdeutschlands 2*. Materialh. Vor- u. Frühgesch. Baden-Württemberg 7 (Stuttgart 1985) 248–252.
- STRAHM 1987: CH. STRAHM, Zur Einführung. Das Forschungsvorhaben: „Siedlungsarchäologische Untersuchungen im Alpenvorland“. *Arch. Nachr. Baden* 38–39, 1987, 4–10.
- STUIVER 1986: M. STUIVER, A high-precision calibration of the AD radiocarbon time scale. *Radiocarbon* 24, 1, 1986, 1–26.
- STUIVER/PEARSON 1986: M. STUIVER u. G. W. PEARSON, High-precision calibration of the radiocarbon time scale AD 1950–500 BP. *Radiocarbon* 28, 2 B, 1986, 805–838.
- STUIVER/REIMER 1986: M. STUIVER u. P. J. REIMER, A computer program for radiocarbon age calibration. *Radiocarbon* 28, 2 B, 1986, 1022–1030.
- STUIVER et al. 1986: M. STUIVER, B. KROMER, B. BECKER u. C. W. FERGUSON, Radiocarbon age calibration back to 13300 years BP and the ^{14}C -age matching of the German oak and US bristlecone pine chronologies. *Radiocarbon* 28, 2 B, 1986, 969–979.
- TAUBER 1965: H. TAUBER, Differential pollen dispersion and the interpretation of pollen diagrams. *Danmarks Geol. Unders. II*. Raekke 89, 1965, 69 S.
- TAUTE 1977: W. TAUTE, Zur Problematik von Mesolithikum und Frühneolithikum am Bodensee. In: H. Berner (Hrsg.), *Bodman – Dorf, Kaiserpfalz, Adel*. Bodensee-Bibliothek 13 (Sigmaringen 1977) 11–32.
- TRANQUILLINI 1988: A. TRANQUILLINI, Polprof – ein Programm zum computer-gesteuerten Zeichnen von Pollenprofilen. *Ber. Nat.-med. Ver. Innsbruck, Suppl.* 2, 1988, 27–34.
- TRIAT-LAVAL 1978: H. TRIAT-LAVAL, Contribution pollenanalytique à l'histoire tardi – et postglaciaire de la végétation de la basse vallée du Rhône (Thèse Université de Marseille III 1978) 343 S.
- TROELS-SMITH 1955a: J. TROELS-SMITH, Karakterisering of løse jordarte. *Danmarks Geol. Unders. IV*. Raekke 3, 1955, 39–71.
- TROELS-SMITH 1955b: J. TROELS-SMITH, Pollenanalytische Untersuchungen zu einigen Schweizer Pfahlbauproblemen. In: *Das Pfahlbauproblem*. Monogr. Ur- u. Frühgesch. Schweiz 11 (Basel 1955) 11–58.
- USINGER 1981: H. USINGER, Ein weit verbreiteter Hiatus in spätglazialen Seesedimenten: Mögliche Ursachen für Fehlinterpretation von Pollendiagrammen und Hinweis auf klimatisch verursachte Seespiegelbewegungen. *Eiszeitalter u. Gegenwart* 31, 1981, 91–107.
- VOGEL 1966: R. VOGEL, Die Landwirtschaft in den letzten 120 Jahren. In: H. Berner (Hrsg.), *Dorf und Stift Öhningen* (Singen 1966) 279–309.
- WAHLMÜLLER 1985: N. WAHLMÜLLER, Beiträge zur Vegetationsgeschichte Tirols V: Nordtiroler Kalkalpen. *Ber. Nat.-med. Ver. Innsbruck* 72, 1985, 101–144.
- WALTER 1983: H. WALTER, Ökologie der Erde. Bd. 1: Ökologische Grundlagen in globaler Sicht (Stuttgart 1983) 238 S.
- WASYLIKOWA 1986: K. WASYLIKOWA, Analysis of fossil fruits and seeds. In: *Berglund* 1986, 571–590.
- WEGMÜLLER 1966: S. WEGMÜLLER, Über die spät- und postglaziale Vegetationsgeschichte des südwestlichen Jura. *Beitr. Geobot. Landesaufn. Schweiz*. 48, 1966, 1–143.
- WEGMÜLLER 1977: S. WEGMÜLLER, Pollenanalytische Untersuchungen zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte der französischen Alpen (Dauphiné) (Bern 1977). 185 S.
- WELTEN 1952: M. WELTEN, Über die spät- und postglaziale Vegetationsgeschichte des Simmentals. *Veröff. Geobot. Inst. Rübel Zürich* 26 (Zürich 1952) 135 S.
- WELTEN 1972: M. WELTEN, Das Spätglazial im nördlichen Voralpengebiet der Schweiz. Verlauf, Floristisches, Chronologisches. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 85, 1–4, 1972, 69–74.
- WELTEN 1982: M. WELTEN, Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen in den westlichen Schweizer Alpen: Bern-Wallis. *Denkschr. Schweiz. Naturf. Ges.* 95 (Basel 1982) 104 S.
- WILLERDING 1981: U. WILLERDING, Zum Ackerbau der Bandker-

miker. In: Beiträge zur Archäologie Nordwestdeutschlands und Mitteleuropas. Materialh. Ur- u. Frühgesch. Niedersachsen 16 (Hildesheim 1981) 421-456.

WILLERDING 1986: U. WILLERDING, Aussagen von Pollenanalyse und Makrorestanalyse zu Fragen der früheren Landnutzung. In:

K.-E. Behre (Hrsg.), Anthropogenic indicators in pollen diagrams (Rotterdam 1985) 135-151.

ZOLLER 1987: H. ZOLLER, Zur Geschichte der Vegetation im Spätglazial und Holozän der Schweiz. Mitt. Naturf. Ges. Luzern 29, 1987, 123-150.