

**Vegetationsgeschichtliche und pollenstratigraphische Untersuchungen  
zum Paläolithikum von Mauern und Meilenhofen  
(Fränkische Alb)**

*von Arthur Brande, Berlin*

Mit einem Beitrag von *Klaus Eberhard Bleich, Stuttgart-Hohenheim*

mit Tafel VIII

Fossil-Vergesellschaftungen Nr. 34 \*

**Inhalt**

Zusammenfassung . . . . .	74
A. Einleitung . . . . .	74
B. Methodik . . . . .	74
C. Mauern I . . . . .	75
1. Stratigraphie . . . . .	75
2. Diagrammgliederung . . . . .	76
3. Die Entwicklung der Gehölzvegetation . . . . .	80
4. Die Ried- und Wasservegetation . . . . .	81
5. Klimaentwicklung . . . . .	83
6. Datierung . . . . .	84
D. Weinberghöhlen Mauern . . . . .	86
1. Diagrammbeschreibung . . . . .	86
a) Pollenführung und -erhaltung . . . . .	86
b) Pollenstratigraphie . . . . .	88
2. Stratigraphische Beziehungen und Altersstellung . . . . .	88
3. Zur Korrelation der Höhlen- und Talsedimente . . . . .	89
4. Zum Charakter der höhleneigenen Pollenführung . . . . .	92
a) Lokaleinflüsse . . . . .	92
b) Der Baumpollen . . . . .	92
c) Pollentransport . . . . .	93
E. Ziegelei Mauern . . . . .	94
F. Beiträge zur jungpleistozänen Flora von Mauern . . . . .	94
G. Speckberg . . . . .	96
H. Meilenhofen . . . . .	98
1. Stratigraphie . . . . .	98
2. Diagrammbeschreibung . . . . .	99
3. Datierung . . . . .	99
Die Sedimente des Mauerner Tals (K. E. Bleich) . . . . .	100
1. Die Bohrungen Mauern I–IV . . . . .	100
2. Die Lößgliederung . . . . .	102
Literatur . . . . .	103

\* Publikation des Sonderforschungsbereiches 53. Nr. 33 siehe Eiszeitalter und Gegenwart 26.

### Zusammenfassung

Bei Mauern und Meilenhofen wurden fluviatile, telmatische und terrestrische Sedimente palynologisch untersucht. Die fluviatilen und telmatischen Sedimente des Wellheimer Trockentals unterhalb der Weinberghöhlen haben einen stadialen bis interstadialen Charakter und sind zum größten Teil älter als das obere Pleniglazial in den Niederlanden (Bild 2). Im Schuttetal am Speckberg ist an der Basis holozäner Torfe der jüngere Teil der spätglazialen Vegetationsentwicklung erhalten (Bild 6).

Von den terrestrischen Sedimenten haben die Weinberghöhlen die beste Pollenführung bei allerdings teilweise starker Korrosion (Bild 4). Eine nähere Korrelation mit den Talsedimenten ist pollenstratigraphisch bislang nicht möglich. Sie wurde über Chronostratigraphie und Klimaentwicklung versucht (Bild 5). Das Vorherrschen des NBP in den kaltzeitlichen Profilteilen der Weinberghöhlen wird u. a. auf ein Überwiegen des Pollens aus gehölzarmen Felsfluren bei regional geringem Baumbestand zurückgeführt.

Auch im süddeutschen Periglazialgebiet kam *Larix* in einem prämittelpeniglazialen Abschnitt der letzten Kaltzeit vor, u. a. mit *Picea*, wahrscheinlich *Pinus cembra* und *Alnus viridis*. Die *Picea*-Vorkommen erloschen spätestens im oberen Pleniglazial.

### A. Einleitung

Mit der Wiederaufnahme der archäologisch-paläontologischen Grabungen in den Mauerner Weinberghöhlen im Jahre 1967 wurde auch eine Neubearbeitung der Sedimente des Wellheimer Trockentales mit Hilfe der heutigen palynologischen Methodik erforderlich. Ein von Schürumpf bereits 1939 vorgelegtes Pollendiagramm der Talsedimente war 1944 und 1951 veröffentlicht worden. Teile der hier erfaßten Vegetationsabfolge hatte Bohmers nach dem Versuch einer petrologischen Verbindung der Tal- und Höhlenablagerungen 1944 als Hinweis auf ein letztinterglaziales, 1951 aber auf ein frühletztglaziales Alter der mittelpaläolithischen Kulturschichten gewertet.

Die Altersstellung der Höhlenablagerungen wurde später aus der Sediment-, Faunen- und Artefaktstratigraphie besser bekannt (Zotz 1955; Freund 1964; Bleich u. Müller-Beck 1968; Müller-Beck 1969). Die paläobotanische Neuuntersuchung hatte nunmehr das Ziel, mit einem näher datierten Pollendiagramm und dem Versuch einer chronologischen Zuordnung zu der Abfolge der Weinberghöhlen eine erweiterte Grundlage für die Analyse der ökologischen Bedingungen des Mauerner Paläolithikums zu liefern. Dabei sollte nach Möglichkeit die von Schürumpf festgestellte Pollenführung der Höhlen mit herangezogen und die Untersuchung auf terrestrische Freilandsedimente bei Mauern sowie am paläolithisch-mesolithischen Lagerplatz Speckberg bei Meilenhofen ausgedehnt werden. Hier war in einer den Weinberghöhlen ähnlichen topographischen Situation außerdem zu prüfen, ob in den Ablagerungen des Schuttetales am Fuße des Speckbergs paläolithische Zeitabschnitte auch vegetations- und moorgeschiedlich überliefert sind.

### B. Methodik

Sämtliche Proben der Profile Mauern I und Meilenhofen wurden für die Pollenanalyse einheitlich mit HCl, KOH und HF aufbereitet und acetolysiert. Für die Proben der Ziegelei Mauern und des Speckbergs wurde wegen der zu erwartenden geringen Pollenführung dieser terrestrischen Profile ein Flotationsverfahren ähnlich der von Beug (Brunnacker & al. 1969) abgeänderten Vorschrift Frenzels (1964) angewandt. Die zweimalige Flotation in  $ZnCl_2$ -Lösung (spez. Gew. 1,9) mit nachfolgender Acetolyse und erst hier anschließender HF-Behandlung im Zentrifugenröhrchen (Vermeidung von Pollenverlusten) führte jedoch zu Pollendichten, die eine eingehendere Bearbeitung als die vorliegende wenig aussichtsreich, in der verfügbaren Zeit aber unmöglich machte. Dagegen erlaubte die Pollenführung der Weinberghöhlen es, auf die Schwereretrennung, die zu einer gewissen Pollenselektion führen kann (Brande 1973), zu verzichten.

Zur makroanalytischen Untersuchung wurden die mineralischen Profilteile von Mauern I und Meilenhofen mit 3%  $H_2O_2$  aufgeschlossen und das organogene Material durch 6,5%  $HNO_3$ , Waschen und 10% KOH zerteilt. Aus den anschließend im Prüfsieb (2,5, 1,0 und 0,315 mm) durchgewaschenen Proben wurden die Diasporen mit Ausnahme der *Characeae*-Oogonien vollständig ausgelesen.

PK = Pollenkorn (-körner), BP = Baumpollen incl. Strauchpollen, NBP = Nichtbaumpollen, PD = Pollendichte, DA = Diagrammabschnitte.

C. Mauern I

1. Stratigraphie

Das Profil Mauern I (DFG) wurde am 3. 10. 1967 von der Bohrgesellschaft August Göttker Erben in 12 cm-Kernen erbohrt. Eine erste Profilbeschreibung geben Bleich u. Müller-Beck (1968). Die Stellung des Profils im Talquerschnitt (vgl. Bohmers 1951, Taf. 6B) war aus mehreren Sondierungen (Mauern S I–VI) und Nachbohrungen (Mauern II–IV; SFB 53) der Jahre 1971–1973 in Verbindung mit weiteren Pollenanalysen zu erschließen (Bild 1, s. auch Beitrag Bleich).

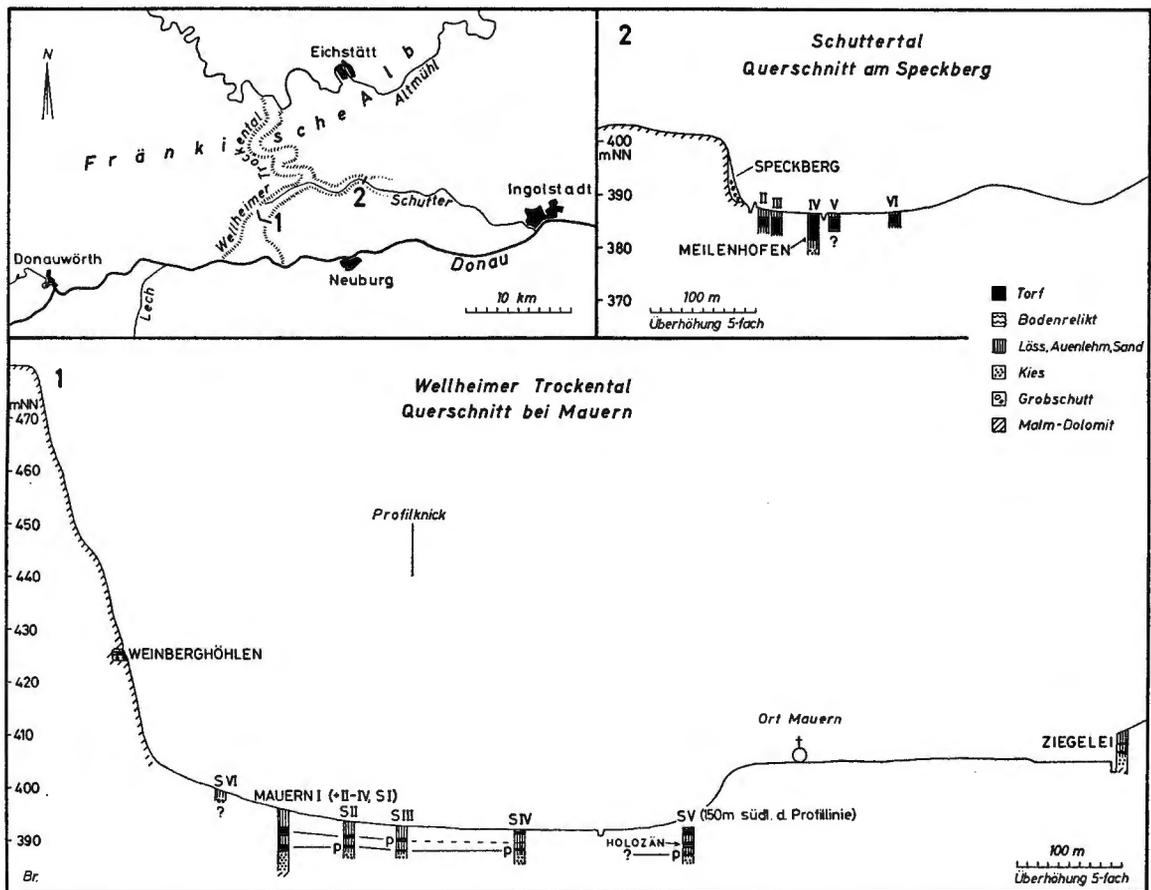


Bild 1. Das Untersuchungsgebiet. Talquerschnitte halbschematisch, Stratigraphie der Profile vereinfacht, p = vermutliche Korrelation nach Pollenanalysen.

Schichtfolge von Profil Mauern I (Tiefenangaben in cm u. O.):

- 0– 60 dunkelgraubraunes Lößlehmkolluvium
- 60– 100 graubraun-gelbbraun geschichteter Schwemmlößlehm
- 100– 348 bräunlichgelber, überwiegend geschichteter Schwemmlößlehm, bei 185 und 308 größere Kalksteine, ab 200 grau reduzierte Schichten, diese ab 318 deutlicher; bei 311 Einsetzen der auswertbaren Pollenführung und der *Pediastrum*- und *Botryococcus*-Funde, *Pediastrum* bei 340 massenhaft; aber 330 Schnecken- schalen
- 348– 403 grünlich-mittelgrauer, feinschichtiger bis gebänderter Auenlehm, bei 355–362 und 377–403 humose bis torfige Feinschichtung bzw. Bänderung
- 403– 460 bis 416 stark toniger, anschließend tonärmerer Radizellen-Braunmoostorf mit dunkelbraunen schwemmtorfartigen Lagen in 2–4 cm Abstand
- 460– 478 Auenlehm mit Lagen abnehmender Humosität in 2–3 cm Abstand, bei 472–478 Kalksteine

- 478– 533 teilweise feinschichtiger Auenlehm, tongyttjaartig mit zahlreichen Cysten und ab 494 zunehmend braungrau und stärker humos
- 533– 710 bläulichgrauer Auenlehm mit wechselnd deutlicher Feinschichtung, stellenweise stärker sandig oder mit Sandlagen
- 710– 727 sandiger, stellenweise kalksteinhaltiger, zunehmend humoser Auenlehm mit eingeschalteten humoseren, bis 3 mm mächtigen Lagen, bei 710–745 *Pediastrum* sehr häufig
- 727– 784 stark humoser Auenlehm mit diffusen tonreicheren Schichten
- 734– 761 mäßig toniger, braunmoosarmer Radizellentorf mit dunkelbraunen schwemmtorfartigen Lagen in 2–4 cm Abstand
- 761– 792 tonärmerer, bis 780 stark zersetzter, bei 785 braunmoosreicher Radizellentorf mit dünnen, braunschwarzen schwemmtorfartigen Lagen in geringerem Abstand
- 792– 823 abnehmend humoser Auenlehm mit einzelnen, bis 800 noch torfigen, anschließend humosen Lagen, zunehmend sandig, einzelne Gerölle
- 823– 900 nahezu pflanzenrestfreier, kiesiger Sand mit abnehmendem Tongehalt; Aussetzen der auswertbaren Pollenführung bei 850
- 900–1140 Sande und Kiese, z. T. wechsellagernd, über anstehendem Malmdolomit.

Bei der Makrofossilienaufbereitung wurden bei 337–370, 470–496, 672–677 und 715–735 einzelne, nicht näher bestimmbare Knochensplitter gefunden. Probe 352–356 enthielt Fragmente von Mammut-Elfenbein<sup>1</sup>. Knochenstücke enthielten, soweit pollenanalytisch untersucht, auch die Profile Mauern II und IV.

Das nach mdl. Auskunft von Herrn Dr. A. Bohmers in unmittelbarer Nähe erbohrte Profil von 1937/38 enthält nach Schütrumpf (1951) zusammenfassend folgende Schichtgliederung:

- 0–295 gelber Löß, bei 280 Einsetzen der Pollenführung
- 295–400 grauer Ton
- 400–452 brauner humoser Ton
- 452–507 grauer Ton
- 507–520 dunkelbrauner humoser Ton
- 520–600 grauer Ton
- 600–660 stark humoser Ton, von 635–655 Humosität etwas abnehmend
- 660–700 Lücke, Bohrung versetzt
- 700–790 leicht toniger Waldtorf mit kleineren Holzresten
- 790–800 Übergang
- 800–865 Donauschotter.

Die Parallelisierung beider Profile erfolgt auf S. 86.

## 2. Diagrammgliederung

Für die Diagrammgliederung des Profils Mauern I (Bild 2) muß neben dem wechselnden lokalen Pollenniederschlag der von Wasserführung und Sedimentationsgeschehen in der Talaue ebenfalls abhängige Sekundärpollenanteil erfaßt werden. Dabei ist eine Umlagerung „präquartären“, warmzeitlichen, kaltzeitlichen und zeitgleichen Pollens zu berücksichtigen.

„Präquartärer“ Pollen. Als Bestandteil dieser Gruppe ist im Pollendiagramm nur eine *Juglandaceae*-Sammelkurve (*Pterocarya*, *Carya* u. a.) eingetragen. Die Kurve folgt im Prinzip der Korngrößenverteilung im Sediment und damit der Transportkraft des fließenden Wassers: im Bereich des kiesigen Sandes werden nach Einsetzen der Pollenführung mit ca. 1% (bezogen auf die Gesamtsumme) die höchsten Werte erreicht. Im Auenlehm zwischen beiden Torflagern und im Schwemmlößlehm gibt es einzelne Funde, während in den Torfen keine PK verzeichnet sind.

Warmzeitlicher Pollen. Ein *Juglandaceae*-ähnliches Verhalten zeigt die Summe des Pollens thermophiler Gehölze (*Quercus*, *Ulmus*, *Tilia*, *Abies*, *Carpinus*, *Fagus*, *Corylus*, *Ilex*). Allerdings setzen einige der Kurven selbst zwischen 761 und 792 cm nicht ganz aus (vgl. S. 83 und 84). Ähnlich wie bei den genannten Pollenformen liegt die Häufigkeitsverteilung des Pollens von *Alnus* und z. T. auch von *Salix*, ohne jedoch in allen Profilteilen gleichermaßen umgelagert zu sein.

Kaltzeitlicher Pollen. Durch Erosion im oberen Teil des unteren Torflagers und fluviatile Umlagerung ist zweifellos ein Teil des zur Zeit der Torfbildung eingewehten Pollens in den überdeckenden Auenlehm gelangt. Dazu

<sup>1</sup> Für die Bestimmung danke ich Herrn Dr. W. von Koenigswald, Tübingen.

gehört insbesondere der Pollen von *Larix* und *Picea*. Ein Weiterbestehen des *Larix*-Vorkommens ist daher nicht sicher. Die *Picea*-Kurve steigt im BP-Diagramm bei 490 cm noch einmal auf 11 % an, worauf sich mit erneuter Torfbildung ein endgültiger Rückgang auf weniger als 5 % anschließt. *Picea* dürfte – schon im Liegenden des unteren Torflagers – auch ein Konstituent der 2. Gruppe sein, so daß der primäre Pollenanteil insgesamt schlecht abzuschätzen ist. Dieser könnte aber selbst bei geringen Werten nach den Untersuchungen Bortenschlagers (1968) in den Öztaler Alpen vermutlich auch bei Mauern noch auf vereinzelte *Picea*-Vorkommen hinweisen.

Zeitgleicher Pollen. Dieser Anteil des fluviatil transportierten Pollens aus entfernteren Gebieten, wie er anderenorts belegt ist (Brande 1973), ist ohne Kenntnis der ehemaligen Vegetationsgliederung im oberen Einzugsgebiet der Donau nicht direkt faßbar. Eine Kurzstreckenverdriftung aus der Uferzone betrifft u. a. den Sumpf- und Wasserpflanzenpollen aus dem örtlichen Niederschlag.

#### DA A: Kiefern-Weiden-Wacholderzeit.

Nach Beginn des Pollendiagramms an der Oberkante der Donaukiese ist bei Berücksichtigung des hohen Sekundärpollenanteils wärmeliebender Gehölze eine Zeit spätglazialähnlicher Pollenspektren aus offenen Vegetationstypen erfaßt: *Pinus*-Dominanz mit Beteiligung von *Betula*, *Salix*, *Juniperus*, 2 *Ephedra*-Arten und Anwesenheit von *Artemisia*, *Helianthemum*, *Botrychium* und *Selaginella*.

#### DA A<sub>1</sub>: Weidenphase.

*Salix*-Werte im BP-Diagramm über 10 % und BP-Anteil im Gesamtdiagramm bei hoher *Cyperaceae*-Dominanz noch unter 15 %.

#### DA A<sub>2</sub>: Birkenphase.

*Betula*-Subdominanz durch *Salix*-Rückgang. Der jüngere Teil leitet mit dem Anstieg der BP-Kurve im Gesamtdiagramm, der *Polypodiaceae*-, *Sphagnum*- und PD-Kurve, dem weiteren Rückgang des Sekundärpollens und der Zunahme der Gewebereste und Diasporen zu DA B über.

#### DA B: Kiefern-Fichten-Lärchenzeit.

Der Sedimentwechsel an der Grenze A/B bei 792 cm umfaßt nach einem genauen pollenstratigraphischen Vergleich mit Profil Mauern III (Pollendiagramm unveröff.) keine größere Schichtlücke. Denn der Anstieg der *Larix*-Kurve auf über 1 % ist in beiden Profilen mit einem *Juniperus*-Rückgang und dem Beginn einer ersten *Picea*-Subdominanz nach vorangegangenem *Picea*-Anstieg auf ca. 8 % verbunden. Er liegt in Mauern I direkt an der Schichtgrenze, in Mauern III aber 38 cm darüber im Bereich des homogenen Torfes.

Die Ausbreitung der Lärche bei Mauern folgt auf eine vermutlich unmittelbar vorausgegangene Einwanderung in DA A. Etwa gleichzeitig mit *Larix* breitet sich *Picea* stärker aus, deren Vorkommen schon in DA A trotz eines wahrscheinlichen Sekundäranteils nicht auszuschließen ist.

Die vermehrte BP-Produktion aus der kiefernreichen Vegetation mit Fichten und Lärchen (BP-Maximum im Gesamtdiagramm bei hoher PD zu Beginn von B) führt im Gesamtdiagramm außer bei *Artemisia* zum vorübergehenden Rückgang oder Stillstand der Anteile verschiedener NBP. Unter diesen bleibt nur *Helianthemum* nach dem anschließenden BP- und PD-Rückgang seltener als in DA A.

#### DA C: Kiefern-Weiden-Birkenzeit.

Nach einer erosiven Störung an der Torfoberkante gegen Ende von DA B kommt es zur Überschneidung der *Picea*- und *Salix*-Kurven, einem BP-Rückgang auf weniger als 10 % im Gesamtdiagramm und zu erneuter hoher *Cyperaceae*-Dominanz auf Kosten von *Artemisia* u. a. Der Sekundärpollenanteil nimmt wieder zu und umfaßt nun auch die Pollenformen aus DA B.

#### DA C<sub>1</sub>: Weidenphase.

Vorübergehende *Salix*-Ausbreitung bis zur absoluten Dominanz von 35 % im BP-Diagramm und anfängliche Höchstwerte beider *Ephedra*-Typen. Mit durchschnittlich 6,5 % äußerst geringer BP-Anteil am Gesamtpollen bei anhaltendem Vorherrschen der *Cyperaceae*. Schwache Zunahme der *Helianthemum*-Werte.

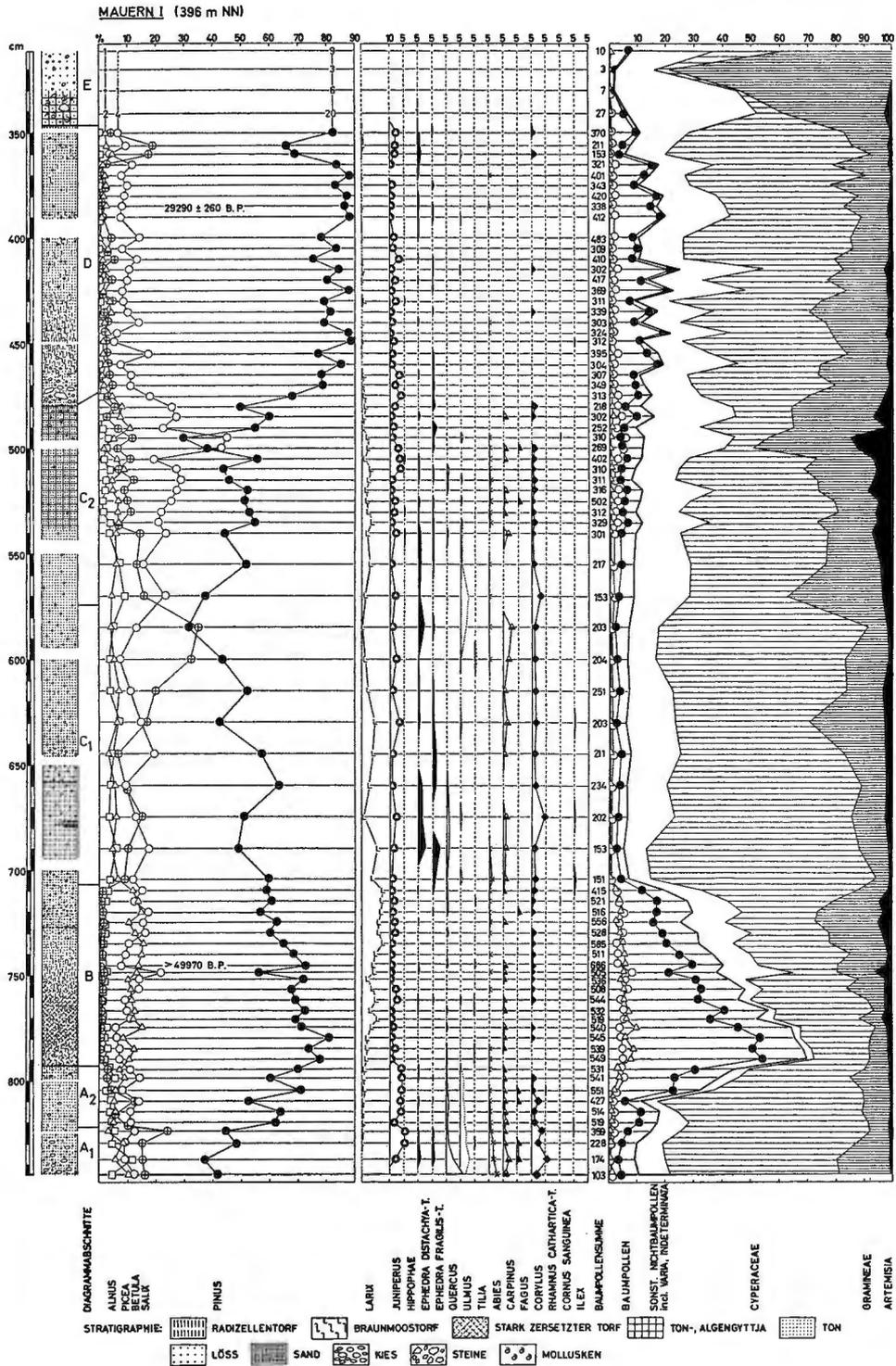


Bild 2.

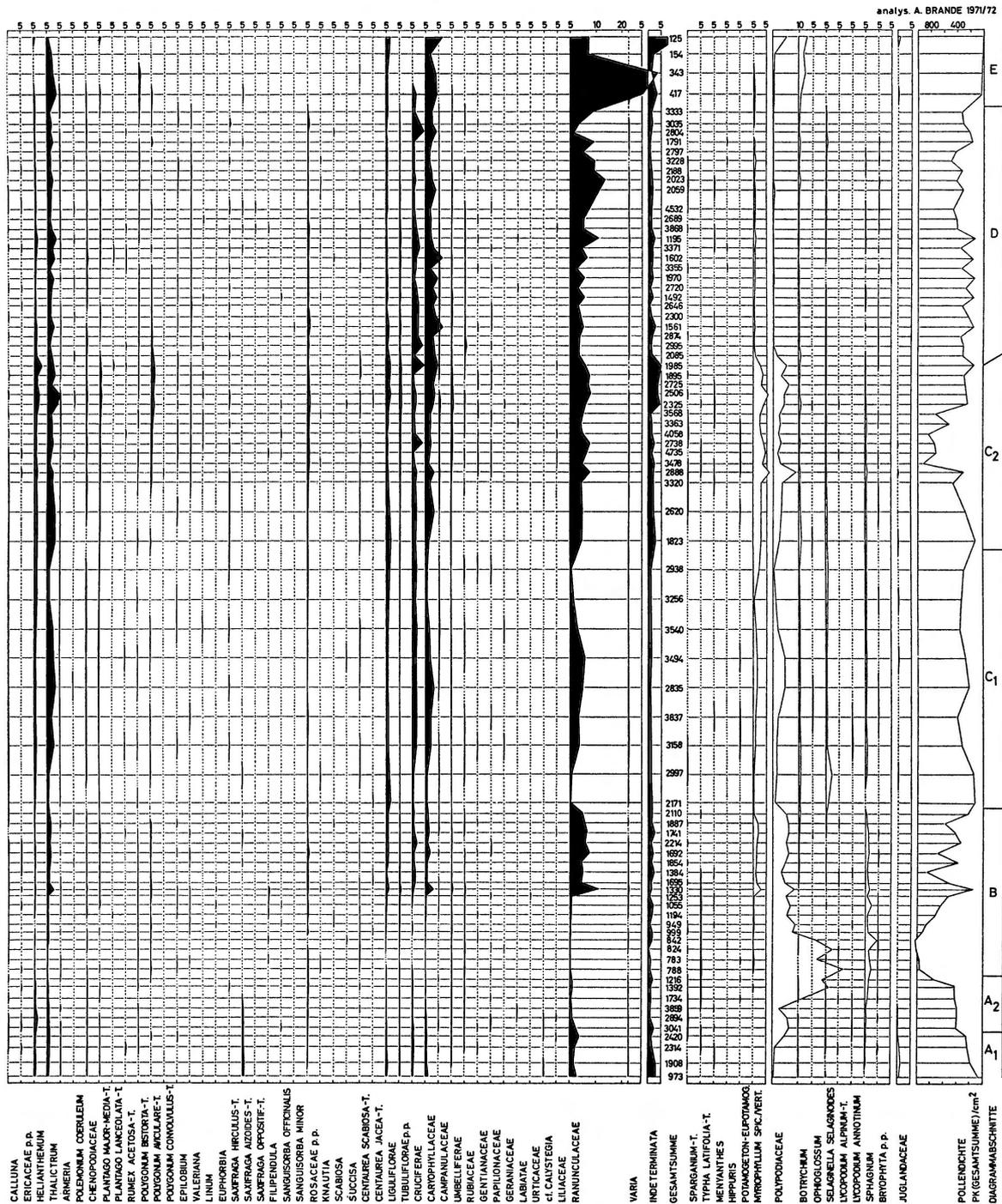


Bild 2. Profil Mauern I (R 4430630 H 5404460, Topogr. Karte 1: 50 000, L 7332 Neuburg a. d. Donau), Pollen- und Sporendiagramm. Berechnet als Baumpollen- und Gesamtdiagramm (ohne Wasserpflanzen p. p., Farne, Moose und *Juglandaceae*).

DA C<sub>2</sub>: Birkenphase.

*Salix*-Rückgang und vorübergehende *Betula*-Ausbreitung bis zur absoluten Dominanz von 45 % im BP-Diagramm. Geringfügige Häufung der *Hippophae*-Einzelfunde. BP-Anstieg im Gesamtdiagramm bis über 10 %. Im Bereich der *Betula*-Dominanz verringerte *Cyperaceae*-Beteiligung mit *Artemisia*-Gipfel von 15 %, kurz danach 3 % *Helianthemum*. Die Indeterminata-Werte bis 10 % enthalten überwiegend NBP-Typen, darunter nach späteren Erfahrungen (Weinberghöhlen) reichlich *Artemisia*.

## DA D: Kiefernzeit.

*Pinus* erreicht schon zu Beginn dieses Abschnittes nach vorausgegangenem Anstieg auf Kosten von *Betula* nahezu 80 % der BP-Summe. Die hohe Kieferndominanz bis fast 90 % zur Zeit erneuter Torfbildung und nachfolgender Auenlehmbedeckung wird nur durch eine *Salix*-Subdominanz im Bereich der humosen bis torfigen Schichtung bei 355–362 cm unterbrochen. Mit Beginn des Abschnittes steigt der BP-Anteil weiter an. Der etwas frühere Abfall der *Artemisia*-Kurve wird nicht allein durch die erneute Zunahme der *Cyperaceae* bestimmt, wie eine Berechnung des Gesamtdiagramms ohne *Cyperaceae* zeigt.

## DA E: Pollenarme Schwemmlößzeit.

Mit dem scharf begrenzten Wechsel zwischen Auenlehm und Schwemmlößlehm bei 348 cm nimmt die PD bei plötzlichem *Cyperaceae*-Rückgang zugunsten von *Ranunculaceae* und *Gramineae* sprunghaft ab. Wenige dm darüber, nach *Botrychium*-Höchstwerten von 3 % und nur noch vereinzelt BP-Funden setzt die Pollenführung so gut wie ganz aus.

## 3. Die Entwicklung der Gehölzvegetation

Der örtliche und Umgebungspollenniederschlag bei Mauern stammt aus Pflanzengesellschaften verschiedener Standorttypen: der Flußaue mit der im Profil belegten wechselnden Wasserführung, dem 150 m entfernten, ca. 70 m hohen Jurasteilhang mit den Weinberghöhlen, der anschließenden kuppigen Albhochfläche sowie der älteren Donauterrasse auf der östlichen Talseite (Bild 1). Dabei wechseln im Pollendiagramm die relativen Anteile besonders stark durch die unterschiedliche Vertretung der Vegetation in der Flußaue.

Die offene Vegetation der Kiefern-Weiden-Wacholderzeit wird als Wacholdergebüsch mit *Helianthemum*, vielleicht *Calluna* (s. S. 96) sowie anderen Heliophyten mindestens die Felshänge bedeckt haben. Wenn die anfänglich noch hohe *Salix*-Beteiligung wie anderenorts bei derartigen Pollenspektren auch in Mauern als Ausdruck einer stärkeren Besiedlung mit heute arktisch-alpinen Weidenarten anzusehen ist, kann ein höherer Baumbestand nicht sehr dicht gewesen sein. Selbst *Pinus*, soweit nicht überhaupt Weit- und Fernflugpollen, sowie *Betula* und *Alnus* könnten durch strauchförmige Arten (*Pinus mugo*, *Betula nana*, *Alnus viridis*) mitvertreten gewesen sein, doch fehlen bislang entsprechende Makrofossilienbelege. Zum pollenanalytischen Nachweis von *Alnus viridis* s. S. 95. – In den durch das Vorherrschen von *Cyperaceae*-PK gekennzeichneten Riedgesellschaften wird an lichten Stellen *Selaginella selaginoides* gesiedelt haben (vgl. Jung 1968 und S. 83).

Die vermehrte Polleneinwehung aus der kiefernreichen Baumvegetation mit Einsetzen der Radizellentorfbildung in DA B kann bereits durch eine Verschiebung der Zonierung im Auenbereich infolge der verminderten Wasserführung im Tal hervorgerufen worden sein. Damit würde auch der Rückgang der lichten *Juniperus*-Gebüsche an den Hängen nur vorgetäuscht und nicht die Folge einer zunehmenden allgemeinen Bewaldungsdichte sein. Sicher aber enthielten die nahen Coniferengehölze mit ca. 10–15 % *Picea* und 5 % *Larix* im BP-Diagramm sowie wahrscheinlich *Pinus cembra* (S. 94 f.) bereits einen nennenswerten Baumbestand. Solchen kiefernreichen Beständen dürfte schließlich auch *Pinus silvestris* kaum gefehlt haben.

Ähnliche Vegetationstypen wie in DA A sind im älteren Teil von DA C<sub>1</sub> *Juniperus*-ärmer, jedoch reicher an *Ephedra*. Die Aufeinanderfolge von *Salix*-, *Betula*- und *Pinus*-Ausbreitung der Abschnitte C und D ist einzelnen Stadien innerhalb der jungpleistozänen Vegetationsentwicklung vergleichbar. Eine derartige nicht nur lokale Bewertung würde z. B. in Analogie zur würmspätglazialen Wiederbewaldung Mitteleuropas eine Anwesenheit von Baumbirken (*Betula pubescens* und/oder *pendula*) in DA C<sub>2</sub> wahrscheinlich machen. Eine erst in DA D gefundene fragmentarische *Betula*-Fruchtschuppe blieb unbestimmbar. Die kiefernzeitlichen Gehölze (DA D), die demzufolge überwiegend hochwüchsige Kiefernarten enthalten hätten, haben aber den lichtbedürftigen krautreichen Gebüschgesellschaften der Felslänge weiterhin ausreichende Wuchsmöglichkeiten geboten. Ihr Weiterbestehen zu Beginn der Schwemmlößzeit E ist nicht mehr gut gesichert.

#### 4. Die Ried- und Wasservegetation

Das Vorkommen von Diasporen im Profil Mauern I – fast nur aus den torf- und gyttjabildenden Pflanzengesellschaften – ist im wesentlichen auf die Torflager selbst aus den Zeiten geringerer Wasserführung beschränkt (Bild 3). Das verhindert eine gleichmäßige Erfassung der Lokalentwicklung, weist aber auf die wechselnde Beteiligung der lokalen Pollenspender am gesamten Pollenniederschlag hin. Außerdem läßt der Vergleich von Pollen- und Makrofossiliendiagramm erkennen, welche Pflanzen neben den aus der Gesamtsumme z. T. bereits ausgeschlossenen Sumpf- und Wasserpflanzen zusätzlich der Gruppe der Lokalspender aus der Moor- und Ufervegetation angehören.

Während der Ablagerung grobkörniger Sedimente über den Donauschottern (A<sub>1</sub>) gibt es am Ufer *Cyperaceae*-reiche Riede, vereinzelt mit *Typhaceae* und vermutlich mit *Caltha*. Bei verminderter Mineralzufuhr, aber noch mehrfach gestörter organogener Ablagerung (A<sub>2</sub>) sind mit *Potamogeton*, *Myriophyllum*, *Batrachium* und *Hippuris* bereits Pflanzengesellschaften des offenen Wassers makroanalytisch belegt. Auch die Riede erreichen nach vereinzelt *Carex*-Fruchtfunden jetzt die hangferneren Talabschnitte. Im Pollendiagramm treten dabei farnreiche Bestände (*Dryopteris thelypteris*?) in den Vordergrund. Am lichten Unterwuchs sind sogar Sphagnen beteiligt. Mit der Torfbildung in DA B sind außer den genannten Pflanzengesellschaften – nun auch mit Diasporen von *Zanichellia*, *Menyanthes* und *Ranunculus flammula* – sowie lockeren Braunmoosrasen durch *Potentilla*-Nüßchen (darunter *P. anserina*) außerdem Arten von Standorten außerhalb ständiger Wasserbedeckung nachgewiesen. Auf den anschließenden trockeneren Flächen der Talauwe wird ein Teil der nur pollenanalytisch erfaßten Stauden (*Filipendula*, *Thalictrum*, *Succisa*, *Ualeriana*, *Polygonum*) gesiedelt haben. Der instabile Zustand der Talvegetation durch den wechselnden, zeitweise sehr geringen Wasserstand sowie Verdriftungen und unterschiedliche Erhaltungsfähigkeit von Pollen und Diasporen derselben Pflanze mögen die z. T. beträchtlichen quantitativen Verschiebungen in der Vertretung einzelner Taxa im Pollen- und Makrofossiliendiagramm erklären.

Während der gesamten Zeit dieser weitflächigen Talvermoorung kommt die Wasserbewegung nie ganz zum Stillstand. Außer einem geringen Tonanteil wird immer wieder stark zersetzte organische Substanz in dünnen, scharf begrenzten Lagen abgesetzt, die ab 761 cm, nun mächtiger und humusärmer, in meist regelmäßigen Abständen auftreten. Dieser Verschwemmung von Torfsubstanz aus der Umgebung – im Randbereich jährlicher Hochwässer? – folgt ab 734 cm mit zunehmender Strömung eine Auenlehmsedimentation nahezu ohne Makrofossilienführung. Damit sind die Helophyten offenbar wieder auf die randlichen Uferpartien beschränkt, herrschen aber nun mit einer *Cyperaceae*-Dominanz im Pollendiagramm vor. Erst mit verminderter Sandzufuhr in DA C<sub>2</sub> kommt es in dem gyttjaartigen Auenlehm zeitweise zum Aufwuchs von *Characeae*-Unterwasserrasen und einer vermehrten *Myriophyllum*-Ausbreitung (noch ohne Fruchtfunde).

Die zu Beginn von DA D erneut einsetzende Torfbildung mit Lagen organischer Schwemmsubstanz erreicht bei weiter anhaltender Wasserbewegung und selteneren Diasporenfunden aus den Rieden nicht dasselbe Ausmaß wie in DA B. Die stärkere Strömung behinderte vermutlich die Wiederausbreitung einzelner *Potamogeton*-Arten, von denen *P. cf. gramineus* ganz fehlt. Dagegen enthält hier auch der hangende Auenlehm Makrofossilien und stellenweise humose bis torfige Schichtung. Die nur schwach vertretenen Helophyten und submersen Phanerogamen ermöglichen wohl eine stärkere Ausdehnung von Braunmoosbewuchs und nach dessen Rückgang, wahrscheinlich durch weiter ansteigenden Wasserstand, eine vorübergehend dichtere Bedeckung des Untergrundes mit *Characeae*. Außer den o. g. Stauden sprechen die kiefernzeitlichen Samenfunde von *Saxifraga*, *Cerastium/Stellaria* p. p. und *Caryophyllaceae*



neben *Potentilla*-Nüßchen und Makrosporen von *Selaginella selaginoides* sowie *Cruciferae*-Pollenhaufen für eine Zugehörigkeit der betreffenden Pollenformen und Sporen im Gesamtdiagramm (darunter Nachweise vom *Potentilla*- und *Cerastium*-Typ nach Faegri & Iversen 1964) zu den Gesellschaften der Naßstandorte. Darin kommt auch *Ranunculus flammula* regelmäßig vor.

Der Schwemmlößlehm in DA E wurde in dem anfänglich noch von *Batrachium* (nur Pollenfunde) besiedelten Gewässer abgelagert. Dabei mögen die Seggenriede durch die Lößüberdeckung der Ufer Teile ihrer Standorte verloren haben (*Cyperaceae*-Rückgang).

## 5. Klimaentwicklung

Ähnliche Vegetationstypen wie in der Kiefern-Weiden-Wocholderzeit sind in jung- und mittelpleistozänen Kaltzeiten aus waldlosen Abschnitten mit vorwiegend stadialem Charakter gut bekannt (z. B. Bertsch 1961; Menke & Ross 1967; Beug in Jung & al. 1972). Bei Mauern erlauben die ökologischen Bedingungen zu dieser Zeit im Tal das Vorkommen einer *Saxifraga*-Art aus der Gruppe der alpinen und arktisch-alpinen Arten (S. 96). Eine Klimaverbesserung führte möglicherweise zur Abnahme der *Salix*-Häufigkeit zwischen DA A<sub>1</sub> und A<sub>2</sub> und zu einer zunehmenden Tendenz der Torfbildung bei Nachlassen der mineralischen Sedimentation.

Aus dem Vorkommen von *Picea*, *Larix* und wahrscheinlich *Pinus cembra* in DA B lassen sich nach deren heutiger gemeinsamer Verbreitung in den oberen zentralalpinen Waldstufen klimatische Daten nicht unmittelbar ableiten. Eine solche Artenkombination kann das Ergebnis von Arealänderungen nach dem Erlöschen der interglazialen<sup>2</sup> Gehölzflora in Kaltphasen sein<sup>3</sup>. Kälteresistente, konkurrenzwache Einwanderer und widerstandsfähige Arten der Restflora vermögen sich dann bei erneuter Klimaverbesserung als erste auszubreiten. Pollenfloristisch ist DA B eine solche Zeit bestandsbildender kälteverträglicher Coniferen mit vereinzeltm Auftreten von PK thermophiler Waldbäume. Deren primäre Lagerung in dem nie ganz mineralfreien Sediment ist allerdings in Anbetracht des hohen Sekundäranteils im Liegenden nicht einmal völlig sicher. Für die klimatische Deutung kommt hinzu, daß die Wasser- und Riedvegetation nicht nur Vertreter aus hochmontanen bis subalpinen Gesellschaften enthält (Makrofossilienachweise dazu bei Jung & al. 1972), sondern mit *Potentilla anserina*, *Zanichellia*, *Potamogeton lucens* → *natans* und *Myriophyllum spicatum* auch Arten aus Gesellschaften vorwiegend der Tief- bis mittleren Gebirgslagen. Die gesamte Vegetationsentwicklung hat aber ein allenfalls interstadiales Stadium sicher nicht überschritten. Für eine klimageschichtliche Wertung ist die geringfügige Häufung des *Filipendula*-Pollens (vgl. Frenzel 1964; Behre 1966; Lange & Menke 1967) nicht ausreichend und der einzige *Sambucus*-Fund ohne Bedeutung.

Das Auftreten ähnlicher Pollenspektren wie in DA A nach Wiedereinsetzen der mineralischen Sedimentation macht für die Grenze B/C einen Klimarückschlag wahrscheinlich, besonders für den Fall, daß nun eine progressive Entwicklung zur Kiefernzeit hin einsetzt. Damit würden zugleich die Gehölzbestände der Kiefernzeit einen interstadialen Vegetationstyp widerspiegeln. Jedenfalls bezeugt dieser Abschnitt, in dem Torfbildung die reine Auenlehmakkumulation im Tal erneut ablöst, einen längeren, offenbar stabilen klimatogenen Zustand der Vegetation. Die fehlende Wiederausbreitung von *Picea* und *Larix* zeigt dabei ungünstigere Klimaverhältnisse als in DA B an, sofern die arealgeographischen Voraussetzungen nach der vermutlichen Klimadepression am Ende von DA B noch gegeben waren. Auch die trotz höherem Mineralgehalt viel selteneren PK der thermophilen Holzarten würden bei ihrem primären Vorkommen in DA B dafür sprechen. Rein sedimentologische Gründe bestimmen ihren Rückgang an der Grenze C<sub>2</sub>/D. Eine mögliche Klimaänderung im Übergang zur Schwemmlößzeit E schließlich entzieht sich dem paläobotanischen Nachweis.

<sup>2</sup> Im Sinne von Lüttig, Menke & Schneekloth (1967), S. 238.

<sup>3</sup> Die brürupzeitliche *Larix*-Ausbreitung in Norddeutschland hält Behre (1974) allerdings für klimabedingt.

## 6. Datierung

Die pollenführenden Schichten von Profil Mauern I über den nach bisheriger Kenntnis (Schaefer 1966; vgl. Beitrag Bleich) mittelpleistozänen Donauschottern sind nach der Vegetations- und Klimaentwicklung unter mehr oder weniger kaltzeitlichen und damit pollenstratigraphisch verhältnismäßig unspezifischen Bedingungen abgelagert worden. Ein direkter Anschluß an eine warmzeitliche, pollenfloristisch und vegetationsgeschichtlich besser charakterisierte Entwicklung fehlt, wenn auch der Sekundärpollen der thermophilen Holzarten in DA A aus einem vorausgegangenen Interglazial – vielleicht wie im benachbarten holozänen Donautal mit Schotterakkumulation (Becker 1972) – stammen mag.

Die Entwicklung zu einer Kiefern-Fichten-Lärchenzeit wie in DA B ist vor Untersuchung des Profiles in Süddeutschland außerhalb des Alpenraumes nicht bekannt geworden. Von den häufig nachgewiesenen Kiefern-Fichten- und Fichten-Kiefernzeiten des nördlichen Alpenvorlandes mit verschiedenen Pollenanteilen thermophiler Gehölze<sup>4</sup>, in denen *Larix*-Pollenfunde bisher nicht verzeichnet sind, gehen diejenigen von Großweil (Reich), Hechendorf (Filzer), Pfefferbichl (Reich; Filzer; Frenzel & Vodičkova) sowie des nördlicheren Wurzach (Filzer & German) aus einer warmzeitlichen Vegetationsentwicklung hervor. Deren Stellung innerhalb des Pleistozäns wird aber heute erneut diskutiert (Frenzel 1973a, b). Vergleichbaren Vorkommen mit *Larix*-Nachweisen (Beug in Jung & al. 1972; Frenzel & Peschke 1972) fehlt ein pollenstratigraphischer Anschluß, ebenso dem zwischen Riß-Endmoränen gelegenen Vorkommen von Fürramoos, das Frenzel (1972) versuchsweise mit dem „Brörup-Komplex“ vergleicht. In den Bayerischen Alpen dagegen fand E. Gröger (1972) eine nachinterglaziale vorübergehende fichten-kiefernzeitliche Lärchenausbreitung in den von Würmmoräne überdeckten Ablagerungen von Samerberg.

Die frühweichsel-interstadialen *Larix*-Vorkommen Dänemarks und des norddeutschen Flachlandes (Andersen 1961; Schneekloth 1966; Averdick 1967; Menke 1970; Erd 1973; Behre 1974) sind eemzeitlich unterlagert. Die Lärche, die sich dort an mehreren der untersuchten Stellen in dem ersten großen nacheemzeitlichen Interstadial vorübergehend stärker ausgebreitet hat, scheint nach den Funden Schneekloths in Oerel jedoch nicht auf dieses Interstadial beschränkt gewesen zu sein. In diesem Fall würde eine pollenstratigraphische Fernkorrelation der Mauerner Kiefern-Fichten-Lärchenzeit auch eine Verknüpfung mit jüngeren weichselzeitlichen Interstadialen zulassen, nicht jedoch – nach dem Ablauf der Vegetationsgeschichte im gesamten Mitteleuropa – mit dem Würmspätglazial. Eine solche Fernkorrelation ist bei einer Ausbreitung von *Larix decidua* aus dem süd- oder südöstlichen Mitteleuropa nach Norden eher möglich als bei einer Einwanderung von *Larix sibirica* aus dem Nordosten. Die in Norddeutschland bisher einzigen weichselzeitlichen Zapfen, die Behre in dem Brörup-Vorkommen von Osterwanna fand, scheinen eher von *Larix decidua* zu stammen.

Nach Menke & Behre (1973) ist im Brörup-Interstadial die Wiedereinwanderung der sommergrünen Laubbäume aus Refugien, die von den norddeutschen Vorkommen nicht allzu weit entfernt gewesen sein können, vermutlich voll zum Abschluß gekommen. Ein brörupzeitliches Alter (sensu Menke 1970) von DA B wäre aber für den Fall, daß für die südlichen Teile Mitteleuropas ein höherer Anteil an kälteempfindlichen Laubhölzern als in den Niederlanden oder wenigstens in Nordmitteleuropa zu erwarten ist (vgl. auch Frenzel 1967, S. 219), eher unwahrscheinlich, erst recht, wenn der betreffende Pollen in diesem Mauerner Abschnitt nicht primär ist. Eine derartige großräumige Holzartenverteilung (vgl. Behre 1974) ist aus den genannten spät- und nachwarmzeitlichen Vegetationsabschnitten des Alpenvorlandes allerdings bislang nicht direkt abzuleiten. Abgesehen von der vielfach noch unsicheren Zeitstellung werden in ihnen wie im Eem Norddeutschlands (Behre 1962; Menke & Behre 1973) und den Großweiler Waldzeiten

<sup>4</sup> Z. B. Lüdi (1953), Reich (1953), Guenther & Tidelski (1964), German & al. (1965; 1967), Filzer (1967), Filzer & German (1968), Stephan (1970), Frenzel & Jochimsen (1972), Frenzel & Vodičkova (1972), Frenzel (1973a), Frenzel & Löscher (1973).

(Beug in Jung & al. 1972) fichtenreiche Bruchwälder den Pollenniederschlag häufig mitbestimmt haben, ähnlich wie *Alnus* im 2. nachemzeitlichen Interstadial von Amersfoort (Zagwijn 1961). Der pollenstratigraphische Wert des großenteils erheblichen Thermophilenanteils (*Corylus*, *Abies*, EMW, *Carpinus*) in der nachwarmzeitlichen Vegetationsentwicklung aus den Schluffen und Tonen von Wurzach (Filzer & German 1968) bleibt ebenfalls zu unsicher und damit auch die Einstufung der Mauerner Schichtfolge in einen anschließenden Abschnitt der nach Ansicht der Verfasser letzten Kaltzeit.

Die mit  $> 49970$  B. P.  $^{14}\text{C}$ -datierte kiefern-fichten-lärchenzeitliche Torfprobe GrN-6696 aus dem Parallelprofil Mauern III ist dem Profil Mauern I pollen- und sedimentstratigraphisch zwanglos einzufügen. Sie bezeugt trotz der bestenfalls sehr geringen Thermophilenanteile ein höheres als würm-(weichsel)-mittelpniglaziales Alter der oberen ungestörten Teile des Torfes nach der niederländischen Jungpleistozänchronologie (van der Hammen, Wijmstra & Zagwijn 1971). Damit umfaßt DA B den Zeitraum, in dem (nach  $^{14}\text{C}$ -Bestimmungen in der 1. Hälfte des 7. Jahrzehntausends, Frenzel 1973a) auch am bayerischen Alpenrand (Höfen) die Lärche anwesend war (Frenzel & Peschke 1972), er ist aber älter als das lärchenfreie Vorkommen von Breinetsried (Frenzel *ibid.*) aus einer Zeit mit Kieferndominanz (Frenzel & Peschke *ibid.*; Peschke 1973). Der jüngere Teil des Abschnittes B ab 734 cm gibt die weitere Vegetationsentwicklung infolge Erosion an der Torfoberkante nicht mehr wieder. Erst mit Beginn von  $\text{C}_1$  setzt eine neue Entwicklung ein.

Die Vegetationsentwicklung der Abschnitte C und D schließt ein würmspätglaziales Alter dieser Schichten, auch ohne Berücksichtigung von *Picea*, durch das Fehlen einer *Juniperus-Hippophae*-Phase im älteren Teil von  $\text{C}_2$  aus. Denn beide Sträucher kamen zu dieser Zeit im Gebiet von Mauern vor, hätten sich also unter den klimatischen Verhältnissen der Älteren Tundrenzeit wie in anderen Gebieten Süddeutschlands (z. B. Bertsch 1961) ausbreiten können. Am ca. 10 km entfernten Speckberg kommt es erwartungsgemäß in der Jüngeren Tundrenzeit ebenfalls zu einer wacholderreichen Phase (Bild 6).

Das nach schriftlicher Mitteilung von Herrn Dr. W. G. Mook vom 5. 2. 1973 denekampzeitliche  $^{14}\text{C}$ -Alter der kiefernzeitlichen Torfprobe GrN-6697 aus dem Parallelprofil Mauern II stellt mit  $29290 \pm 260$  B. P. den Abschnitt D in den Komplex der mittelpniglazialen Interstadiale der Niederlande. Im Pollendiagramm zeichnet sich die Ausbildung zweier getrennter Interstadiale (Hengelo- und Denekamp-I.) nicht ab. Jedoch ist es in Mauern, vermutlich über Initialstadien des Abschnittes C, mit der interstadialen Kiefernzeit zu einer weitergehenden Vegetationsentwicklung als in den Niederlanden gekommen. Dort wird in beiden Interstadialen nur das Stadium der Strauchformation erreicht (van der Hammen, Wijmstra & Zagwijn 1971). Ob diese Entwicklung in Mauern die Ausbildung einer stadialen Zwischenphase in der Vegetation des Tals (möglicherweise aus edaphischen Gründen) verhindern konnte oder ob trotz fehlender Anzeichen im Pollendiagramm noch nach Beginn von DA  $\text{C}_1$  Schichtlücken oder Umlagerungen zu einem Wegfall der älteren mittelpniglazialen Teile geführt haben, muß eine vollständige stratigraphische Aufnahme in diesem Talabschnitt zusammen mit weiteren palynologischen und Radiocarbonuntersuchungen zeigen. Das dem Übergang von DA C zu D in Pollenflora und Vegetationsentwicklung vergleichbare oberschwäbische Torfvorkommen von Maienberg (Göttlich & Werner 1968), mit  $> 42900$  B. P.  $^{14}\text{C}$ -datiert und nach Vermutung der Autoren riß-würminterglazialen oder würminterstadialen Alters, ist leider zu fragmentarisch für eine sichere pollenstratigraphische Korrelation mit dem Beginn der Mauerner Kiefernzeit.

Ein hochglaziales Alter des postdenekampzeitlichen Schwemmlößlehms ist pollenstratigraphisch nicht ausreichend beweisbar. Die nur quantitativen Änderungen der Pollenführung an der sedimentologisch ausgeprägten Grenze D/E sprechen jedoch eher gegen einen langdauernden Hiatus.

Die pollenführenden Schichten von Mauern I geben nur Ausschnitte der letzkaltzeitlichen Vegetationsgeschichte wieder. Die Einordnung des kiefern-fichten-lärchenzeitlichen Torfes in einen prämittelpniglazialen

glazialen, wahrscheinlich interstadialen Abschnitt und des kiefernzeitlichen Torfes in den mittelpniglazialen Interstadialkomplex fügt sich in den bisher bekannten klimageschichtlichen Rahmen der letzten Kaltzeit.

Nach Schütrumpf (1951) umfaßten die Torfe und humosen Tone der Bohrung von 1937/38 nach ihrer Pollenführung den Zeitraum von der „ausklingenden Zwischeneiszeit“ bis zu „vermutlich einem Hochstand der letzten Eiszeit“. Die Zuordnung zu Profil Mauern I nach Pollen-, Makrofossilien- und Sedimentstratigraphie zeigt Bild 5.

Die Abschnitte A und B von Mauern I sind mit 700–865 cm bei Schütrumpf sicher parallelisierbar, und die Grenze A/B liegt in beiden Profilen in derselben Tiefe. Der braunmoosreiche Torf im unteren Teil vor DA D ist mit 400–452 cm identisch. Die hangenden Tone dort sind mächtiger als in Mauern I, gehören aber durch ihre *Cyperaceae*-Dominanz offenbar noch zum jüngeren Teil von DA D. In beiden Profilen setzt dann die Pollenführung im unteren Teil des Schwemmlößlehms aus.

Der stark humose Ton bei 600–660 cm und der dunkelbraune humose Ton bei 507–520 cm fehlen in Mauern I. Pollen-, z. T. auch makrofloristisch gleichen sie weitgehend den liegenden, mit DA B parallelisierten Torfen, nicht aber den hangenden, zu DA D gestellten Schichten. Der obere, von Schütrumpf als Anzeichen vorübergehend günstigerer Klimaverhältnisse gewertet, fällt nach seiner pollenstratigraphischen Position (*Betula*-Kurve) eindeutig in den älteren Teil von DA C<sub>2</sub>. Eine Zugehörigkeit zum mittelpniglazialen Interstadialkomplex als originaler Teil der auf die Kiefern-Fichten-Lärchenzeit folgenden Vegetationsentwicklung ist daher kaum wahrscheinlich. Diese geringmächtige, offensichtlich scharf begrenzte Lage im Auenlehm entstammt möglicherweise als fluviatil umgelagertes Material direkt den liegenden Ton- und Torfschichten.

## D. Weinberghöhlen Mauern

### 1. Diagrammbeschreibung

In den Lehmen der Mauerner Weinberghöhlen hatte Schütrumpf (1944) „nur äußerst wenige und meist schlecht erhaltene Pollenkörner“ gefunden und die Bestimmungsergebnisse im einzelnen nicht veröffentlicht. In der Folgezeit wurde eine Pollenführung von Höhlenablagerungen auch in anderen Gebieten Europas nachgewiesen (ausgewählte Zusammenstellung bei Filzer 1969). Deshalb wurde in den Weinberghöhlen unter der Grabungsleitung von Herrn Prof. H. Müller-Beck am 4. und 10. 11. 1967 erneut Probenmaterial für Pollenanalysen entnommen. Die Sedimentbeschreibung der Profile (Zeugenblockprofil 2 mit 14, Mikrofaunenprofil mit 22 Pollen-Einzelproben) findet sich bei von Koenigswald, Müller-Beck & Pressmar (1974), S. 23 ff. und 30<sup>5</sup>.

#### a) Pollenführung und -erhaltung

In allen Profilteilen mit Ausnahme der pollenfreien weißgrauen Tone über dem anstehenden Jurakalk (W im Zeugenblock) wurde ohne besonderes Aufbereitungsverfahren für mineralische Sedimente eine ausreichende Pollenführung festgestellt (Bild 4). Dabei zeigt die Gegenläufigkeit von Indeterminata- und PD-Kurve im Zeugenblock, daß eine geringe Pollenführung durch stärkere Zersetzung mitbestimmt wird, besonders in den Lehmen der Schicht K, in denen Müller-Beck (ibid. S. 39) im Unterschied zu Freund (1955) ein diagenetisch stark verändertes Kaltschuttsediment vermutet. Auch im BP-armen Teil des Mikrofaunenprofils fällt die stärkste Pollenkorrosion (Proben 8–10) in den Bereich der geringsten Pollendichten. Umgekehrt wird die beste Pollenführung (Proben 21–22) während des Tiefstandes der Indeterminata-Kurve erreicht, ohne allerdings, nach einem Vergleich mit dem Zeugenblock, allein die Folge der besseren Erhaltung zu sein.

Diese schwache Pollenzersetzung im Mikrofaunenprofil geht offensichtlich auf das geringere Porenvolumen der betreffenden sehr tonhaltigen Dolomitsande zurück, denn in den hangenden, im ganzen tonärmeren Dolomitsanden ist die Korrosion viel stärker. Sie liegt dort im Durchschnitt auch erheblich über der des eingangsnäheren, in der Grundsubstanz überwiegend feinkörnigeren Zeugenblockprofils.

<sup>5</sup> Herrn Prof. Dr. H. Müller-Beck und Herrn Dr. W. von Koenigswald danke ich für die Einsichtnahme in die Manuskripte über „Die Archäologie und Paläontologie in den Weinberghöhlen bei Mauern (Bayern)“.

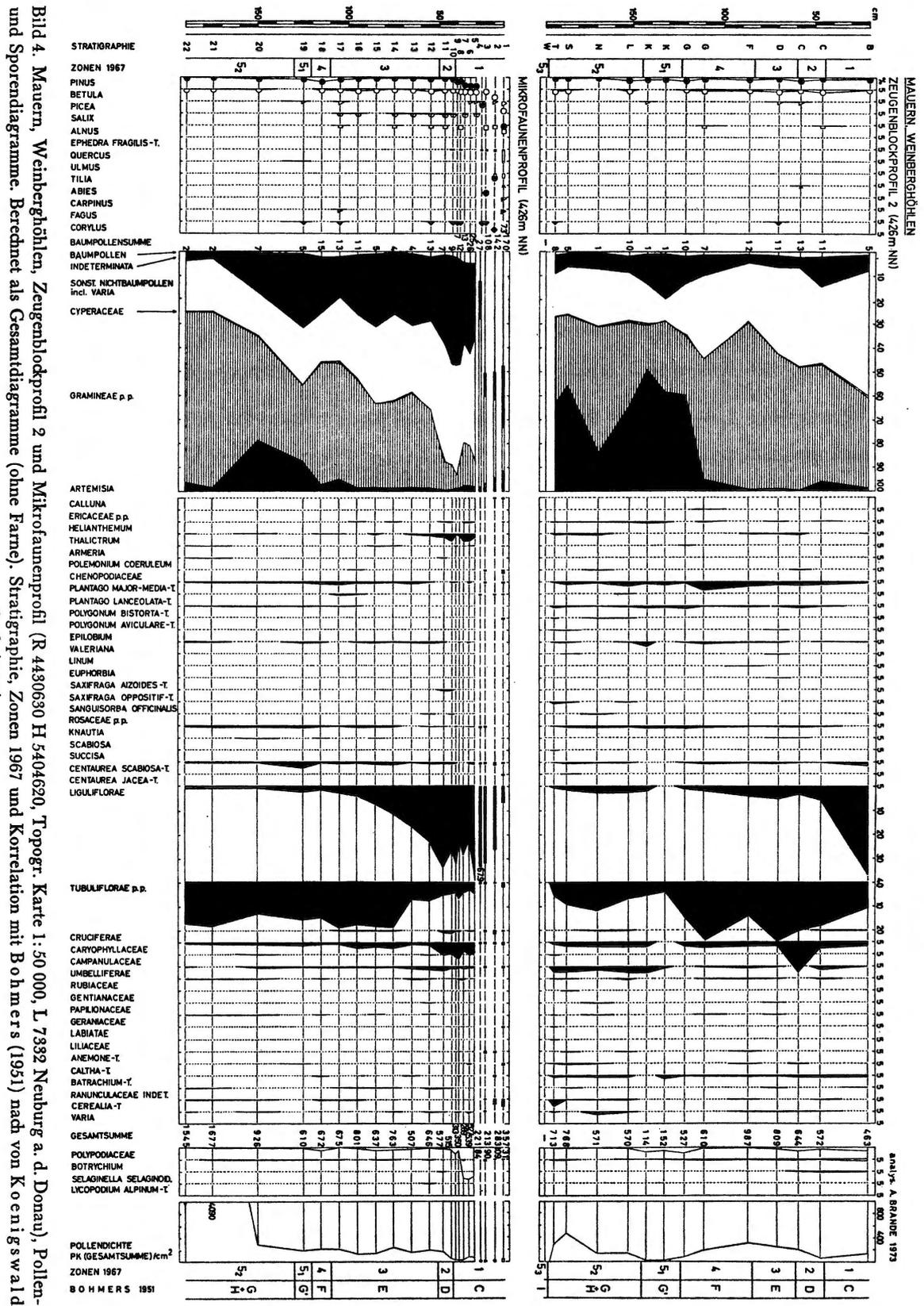


Bild 4. Mauern, Weinberghöhlen, Zeugenblockprofil 2 und Mikrofaunenprofil (R 4430630 H 5404620, Topogr. Karte 1:50 000, L 7332 Neuburg a. d. Donau), Pollen- und Sporendiagramme. Berechnet als Gesamtdiagramme (ohne Farne). Stratigraphie, Zonen 1967 und Korrelation mit Bohmers (1951) nach von Koenigswald & al. (1974).

## b) Pollenstratigraphie

Ein Hauptmerkmal der Pollenführung im Zeugenblock und im größten Teil des Mikrofaunenprofils ist der sehr geringe BP-Anteil am Gesamtpollen, der bei den zugrundeliegenden Pollensummen die Darstellung eines gesonderten BP-Diagramms nicht zuläßt. Er ist nach dem Vergleich von BP- und Indeterminata-Kurve und einer Beurteilung der Indeterminata-Restmerkmale von der Exinenkorrosion unabhängig.

Gut gesichert ist im Zeugenblock ein vorübergehender Rückgang der *Artemisia*-Kurve zugunsten der *Gramineae* in Schicht N und ein endgültiger in Schicht G, außerdem eine Zunahme der *Liguliflorae* in Schicht B. Der Anstieg der *Artemisia*-Kurve im Mikrofaunenprofil zwischen Probe 21 und 20 könnte bei dem gleichzeitigen Anstieg der Indeterminata aus einer selektiven Zersetzung der *Gramineae*-PK resultieren, wenn nicht der kaum veränderte Kurvenverlauf von *Tubuliflorae* p. p. und *Liguliflorae* und deren Indeterminata-unabhängiges Verhalten im Hangenden – ähnliche Resistenz wie *Artemisia* vorausgesetzt – gegen eine solche indirekte Förderung sprechen würde. Außerdem liegen bei Indeterminata-Werten von 31 % die *Artemisia*-Anteile in Probe 19 bei 12,5 und in Probe 15 bei 1,6 %, so daß die Häufigkeitsabnahme von *Artemisia* zwischen diesen Proben ein sicheres pollenstratigraphisches Kennzeichen dieses Profils ist.

Ausgangspunkt für den Versuch einer rein pollenstratigraphischen Konnektierung beider Profile wären danach die jüngeren *Artemisia*-armen Abschnitte. Ihr mit der Wiederzunahme der *Gramineae* verbundener Beginn bei noch geringen *Liguliflorae*-Werten müßte direkt synchronisiert werden. Die *Tubuliflorae* p. p. erreichen im Zeugenblock allerdings erst kurz zuvor eine höhere Beteiligung. Die nähere Verknüpfung der liegenden Profiltile bliebe anhand weiterer Profile zu klären, besonders die Frage, ob Schicht N mit 21–22 zu parallelisieren ist und damit im Zeugenblock bereits mit S–T ältere Sedimente als im Mikrofaunenprofil erfaßt sind oder ob die *Artemisia*-ärmere Einzelprobe aus N ohne pollenstratigraphische Bedeutung ist.

Wird in den oberen Profiltteilen das Erreichen hoher *Liguliflorae*-Werte (Mikrofaunenprofil: Probe 11) versuchsweise miteinander verbunden, wären die anschließenden *Thalictrum*- und *Caryophyllaceae*-reichen Proben im Mikrofaunenprofil jünger als C im Zeugenblock mit dem *Caryophyllaceae*-Maximum. Das gilt erst recht für den BP-Reichtum mindestens der Proben 1–4, sofern dieser ein von den Vorgängen der Pollenablagerung unabhängiges Ereignis widerspiegelt.

## 2. Stratigraphische Beziehungen und Altersstellung

Die sedimentologische Verknüpfung beider Profile (Zonen 1967, s. von Koenigswald & al. [1974] Tab. 1) ist nach Müller-Beck (ibid. S. 31) nicht für alle Abschnitte gleich gut. Für die Pollendiagramme wurde sie erst nach der palynologischen Bearbeitung der Profile hinzugezogen.

Der Beginn der *Artemisia*-armen Zeit fällt im Zeugenblock in den älteren Teil der Zone 4, im Mikrofaunenprofil, in dem diese geringmächtige Zone nur mit einer Probe vertreten ist, spätestens in den Beginn der Zone 3. Für den Übergangsbereich von Zone 5 zu 3 ergibt sich damit eine generelle Übereinstimmung von pollen- und sedimentstratigraphischer Korrelation. Daß im Zeugenblock über der pollenfreien Zone 5<sub>3</sub> zunächst *Artemisia*-reiche Spektren vorliegen, ist in Anbetracht der Übereinstimmung im Hangenden für die Frage nach der Vollständigkeit der Zone 5<sub>2</sub> im Mikrofaunenprofil von Bedeutung.

Der *Liguliflorae*-Anstieg liegt in Zone 1 bzw. 3. Die sehr gleichmäßige Zunahme des *Liguliflorae*-Pollens in dem nur leicht tonigen Dolomitsand der Proben 12–17 kann jedoch durch Perkolatation aus den hangenden sandigen Sedimenten (vgl. z. B. Schürumpf 1951; Bastin 1967; Ohngemach 1970) vorgetäuscht sein. Im Zeugenblock mag außerdem der ältere Teil der nur durch eine Probe vertretenen Zone 1 schon *Liguliflorae*-reich gewesen sein. Die verbleibende Differenz reicht dann bei dem vorliegenden Un-

tersuchungsstand für eine pollenstratigraphische Korrektur der Zonierung von 1967 am Mikrofaunenprofil nicht aus. Damit entfällt allerdings die Möglichkeit, die Häufigkeitsverteilung von *Thalictrum*, *Cruciferae* und *Caryophyllaceae* in diesen Proben zur pollenstratigraphischen Gliederung heranzuziehen. Sie würde bei der jetzigen Zonierung vielmehr als ein spezifischer Unterschied zwischen beiden Profilen anzusehen sein.

Ein Beitrag zur Altersstellung der Profile nach ihrer Pollenführung hängt von der Verbindung mit der regionalen Vegetationsgeschichte ab. Zum BP-Diagramm von Mauern I sind die Höhlendiagramme auf Grund ihres sehr geringen BP-Gehalts im einzelnen nicht zuzuordnen. Pollenfloristische Hinweise auf eine Zeitverschiedenheit fehlen aber mit Ausnahme der jüngsten Teile des Mikrofaunenprofils. Das Pollenformeninventar in den Höhlen ist – sicher teilweise durch Zersetzung – lediglich etwas ärmer als im Tal. Wie weit die hohe NBP-Beteiligung in den Höhlen als eine im wesentlichen kaltzeitliche Erscheinung zu werten ist, wird auf S. 92 f. diskutiert.

Während die jüngsten Ablagerungen des Zeugenblocks schon vor der Grabung von 1967 abgetragen worden waren, war nach von Koenigswald & al. das Mikrofaunenprofil mit einem aufgesetzten Rieselkegel vollständig erhalten geblieben. Der *Liguliflorae*-Pollen ist hier im oberen Teil von Zone 1 noch häufig und weist diesen der Sedimentationsphase des Liegenden zu. Das BP-Spektrum von Probe 1 mit *Fagus*, *Carpinus*, *Quercus*, *Tilia*, *Corylus* u. a. und ein BP-Wert von fast 50 % bezeugt aber einen offensichtlich postglazialen Pollenanteil der oberflächennahen, unbedeckten Dolomitsande. Im BP/NBP-Verhältnis und dem Reichtum an *Polyodiaceae*-Sporen, die größtenteils von dem auch heute im Höhleneingang siedelnden *Asplenium trichomanes* stammen mögen, ist diese postglaziale Komponente, wahrscheinlich auch hier durch Perkolatation (vgl. dazu Müller 1964, S. 148), bis in Probe 7 zurückzuverfolgen. Aber schon die z. T. überlappende Entnahme der Proben 1–4 verhindert eine nähere Einordnung in den Ablauf der postglazialen Waldgeschichte. Eine ebenfalls holozäne Überprägung der kaltzeitlichen Fauna in diesem Sandkegel wies von Koenigswald nach (v. K. & al., S. 104).

### 3. Zur Korrelation der Höhlen- und Talsedimente

Eine chronologische Verknüpfung der Mauerner Höhlenprofile mit dem Talprofil Mauern I (Bild 5) wird unabhängig von den o. g. pollenfloristischen Kriterien im großen Rahmen durch die von Bohmers (1951) zusammen mit zahlreichen Knochen im Tal nachgewiesenen Altmühl- und Moustérien-Geräte und die Funde von Elfenbein in Mauern I sowie von Knochensplittern in Mauern I, II und IV gestützt. Für die Höhlenprofile wird in der folgenden Diskussion die sedimentgenetische und klimatische Deutung nach Müller-Beck und von Koenigswald zugrunde gelegt.

Der jüngere Teil der Kiefernzzeit D von Profil Mauern I mit dem denekampzeitlichen <sup>14</sup>C-Datum würde der von Müller-Beck (v. K. & al., S. 40 und Tab. 1) versuchsweise mit dem Denekamp-Interstadial in Verbindung gebrachten Zone 2 gleichzusetzen sein. Aus dieser Schicht D von Zotz (1955) stammt eine <sup>14</sup>C-Bestimmung (GrN-6059) an Holzkohle mit 28 265 ± 325 B. P. (Vogel & Waterbolk 1972), die damit nur wenig jünger als diejenige in Profil Mauern I ist. Die nur noch im unteren Teil pollenführende Schwemmlößzeit E würde danach beim Fehlen eines größeren Hiatus der nach Müller-Beck am ehesten dem wärmzeitlichen Kältemaximum entsprechenden, in den Höhlen weiterhin pollenführenden Zone 1 angehören.

Im Talprofil bleibt der *Artemisia*-Rückgang an der Grenze C<sub>2</sub>/D auch bei Ausschluß der in den Höhlen nur schwach vertretenen *Cyperaceae* und *Ranunculaceae* erhalten, ebenso nach weiterem Ausschluß des BP. Dagegen geht der Rückgang an der Grenze B/C<sub>1</sub> zugunsten der *Cyperaceae*. Es ist also zu prüfen, ob aus dem *Artemisia*-Verhalten für den Zeugenblock eine Zuordnung der größtenteils schon *Artemisia*-armen Zone 4 zum unteren Teil von DA D abgeleitet werden kann.

Als Folge einer Klimaverbesserung mit der Kiefernzzeit als interstadialen Vegetationstyp könnte der

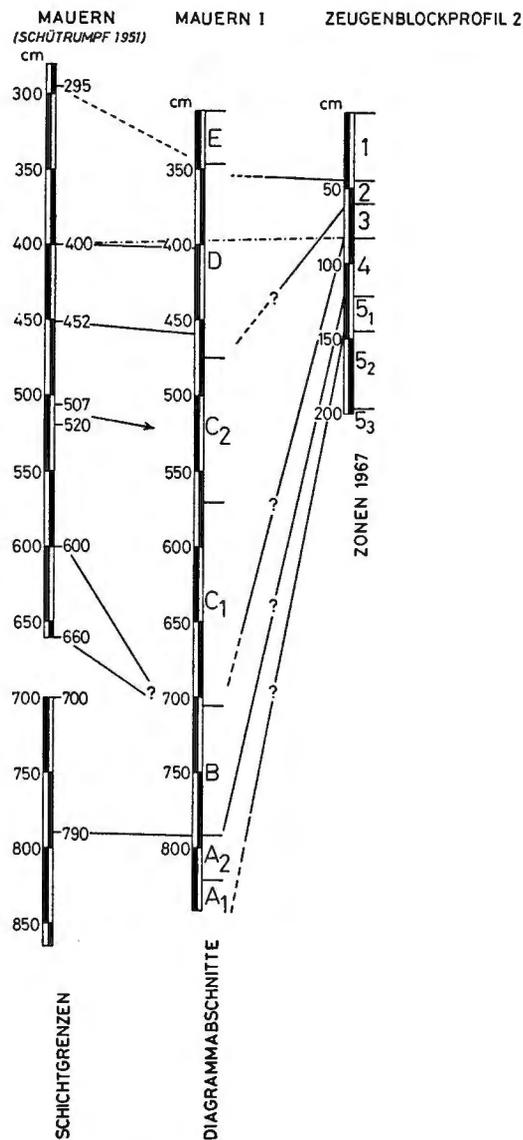


Bild 5. Korrelation der Mauerner Talprofile von 1937/38 und 1967 und Versuch einer Verbindung mit den Weinberghöhlen (Zeugenblockprofil 2). Stratigraphie und Alterstellung der Höhlensedimente nach von Koenigswald & al. (1974). - - - - - Korrelation Höhle-Tal nach Schüttrumpf (1951).

*Artemisia*-Rückgang im Tal – eine vollständige Vegetationsentwicklung in DA C und D vorausgesetzt (s. S. 85) – ähnlich wie im Laufe des Spätglazials durch vermehrte Beschattung während der Kiefernausbreitung herbeigeführt worden sein. Bei Synchronisierung der *Artemisia*-Kurven hätte dieses Ereignis sein Äquivalent in den Höhlen in der Bildung des reliktsch erhaltenen Bodens der Zone 4, die Müller-Beck (ibid.) vorläufig in das Hengelo-Interstadial stellt. Die *Artemisia*-reicheren Teile von Zone 5 würden dann einen offeneren Vegetationstyp widerspiegeln als die Kiefernzzeit D. Das Vorkommen einer Waldtundrenfauna, der nach von Koenigswald erst mit der Kaltphase von Zone 3 eher eine Kaltstep-

penfauna folgt, spricht gegen diese Deutung, zumal *Artemisia* in den Kaltphasen 1 und 3 ebenso selten wie in den Zeiten der Bodensedimentation von Zone 2 und 4 ist. Andererseits bleibt eine klimatische Bewertung der *Artemisia*-armen Profileile im Sinne hochglazialer Bedingungen, wie sie bei Berücksichtigung des mehr oder minder kolluvialen Charakters dieser beiden Zonen nach der Höhlenstratigraphie möglich erscheint, bei dem heutigen Kenntnisstand des letztkaltzeitlichen Verhaltens dieser Gattung<sup>6</sup> noch unsicher, würde aber gleichfalls der obigen Zuordnung widersprechen.

Es ist zudem nicht zu erwarten, daß die Kaltphase zwischen den Zonen 2 und 4 der Höhlen in der Vegetationsentwicklung des Tals ohne nachweisbare Auswirkungen geblieben ist. Als eine solche Phase offenerer Gehölzbedeckung aber würde die Kiefern-Weiden-Birkenzeit C bei einem Fehlen größerer Schichtlücken zur Verknüpfung der Bodenreste von Zone 4 mit der Kiefern-Fichten-Lärchenzeit führen (Bild 5). In diesen Coniferenbeständen dürfte auch die der mindestens teilweise kiefernzeitlichen Zone 2 bereits fehlende Waldtundrenfauna einen ausreichenden Baumwuchs vorgefunden haben. Die auf S. 83 diskutierte Klimaverschlechterung im Bereich der Grenze B/C hätte dann zu der Faunenveränderung zwischen Zone 4 und 2 und den Bodenumlagerungen mit nachfolgender Schuttsedimentation von Kaltphase 3 geführt. In der Kiefernzeit wären sodann nach erneuter Klimaverbesserung geringeren Ausmaßes (DA C) die Verwitterungsbildungen der Zone 2 entstanden.

Bei dieser Korrelation würde allerdings Zone 5<sub>2</sub> trotz der von Bohmers angegebenen Moustérien-Talfunde nicht mehr erfaßt sein. Bereits diese Zone enthält aber wie Zone 4 Holzkohle von *Pinus cembra* (Hofmann 1955), deren Pollen auch in der Kiefern-Fichten-Lärchenzeit vorkommt. Das <sup>14</sup>C-Mindestalter im oberen Teil dieses Abschnittes B ließe eine Zuordnung zu diesem älteren, nach Müller-Beck vermutlich aus dem ausgehenden Frühwürm stammenden Schichtkomplex der Höhlen selbstverständlich ebenfalls zu.

Schütrumpf ordnete 1951 vorbehaltlich der Gültigkeit von Bohmers' sedimentpetrologischen Angaben – nach Diskussion einer näheren Verknüpfung von 1944 – lediglich die den Zonen 1–3 entsprechenden Schichten C–E der Höhlen nach Bohmers (1951) zusammengenommen dem oberen Teil seines Talprofils bis zu einem noch der Kiefernzeit von Mauern I angehörenden Niveau bei 400 cm zu (Bild 5). Die den Zonen 4 und 5 entsprechenden Schichten F–I von Bohmers gehörten danach dem unteren Profileil an.

Nach den Korrelationskriterien der vorliegenden Untersuchung fiele wenigstens die spätmittelpaläolithische Altmühlindustrie der Zone 4, sofern deren Artefakte und Faunenreste in die Zeit der Bodenbildung selbst gehören, in eine Zeit noch verhältnismäßig artenreicher, vermutlich aber standörtlich begrenzter Nadelholzvorkommen.

Die von Bohmers (1944, 1951) zur Korrelation mit dem unteren Teil von Schütrumpfs Pollendiagramm herangezogenen, im einzelnen nicht genannten Holzkohlen aus den Höhlenlehmen, „von Bäumen, die in einem gemäßigten Klima wachsen“, stammen nach Profil Mauern I in größerer Menge sicher nicht von kälteempfindlichen Laubbäumen. Das wird sogar schon aus der relativen *Pinus*- und *Betula*-Häufigkeit in beiden Höhlendiagrammen wahrscheinlich. In ihnen bleibt zudem der primäre Charakter aller vereinzelter PK von *Corylus*, *Quercus* und *Abies* unsicher (zu *Fagus* s. S. 95). So wies auch Hofmann (1955) in den noch verbliebenen Sedimenten der entsprechenden Schichten von Block I (hier: Zeugenblock) nur *Pinus cembra* in sicher primärer Lagerung nach. Die möglicherweise ebenfalls autochthone Laubholzart in einem weiteren Profil (Schicht H in Block II, entspricht hier Zone 5<sub>2</sub>) kann auch *Betula*, *Salix* oder *Alnus* gewesen sein.

Das ältere Jungpaläolithikum der Zone 1 ist pollenstratigraphisch im Tal wahrscheinlich nur teilweise, und zwar in der pollenarmen Schwemmlößzeit E vertreten und, sofern der Elfenbeinfund von Mauern I bereits dieser Zone der Höhlen angehört, in der ausgehenden Kiefernzeit.

Erst die Kenntnis der paläolithischen Fundkomplexe in den pollenführenden Schichten des Tals selbst

<sup>6</sup> Zur klimatischen Deutung von der Hammens (1951) für die Grenze Hoch-/Spätglazial (dazu auch Menke 1968) vgl. Frenzel (1968).

wird die Präzisierung dieser vorläufigen Korrelation und eine Klärung paläoökologischer Detailfragen zu lassen.

#### 4. Zum Charakter der höhleneigenen Pollenführung

Die Entfernung zwischen den Weinberghöhlen und Profil Mauern I beträgt ca. 200 m (Bild 1). Das erlaubt für die bisherigen orientierenden Untersuchungen an den Weinberghöhlensedimenten angesichts der mindestens teilweise synchronen Stellung zum Talprofil eine erste Diskussion einzelner Merkmale der höhleneigenen Pollenführung. Die einheitliche Aufbereitung gewährleistet dabei einen uneingeschränkten Vergleich der Pollendiagramme in allen quantitativen Verhältnissen.

Bei den Angaben zur Pollenführung der Weinberghöhlen wies Schüttrumpf (1944, 1951) allgemein auf mögliche Fehlerquellen durch Perkolatation, höhlennahe Vegetation und Sammeltätigkeit des Menschen hin. So könne die Krautvegetation unmittelbar vor der Höhle vielleicht die hohen NBP-Werte erklären. Dagegen ließ das geringe BP/NBP-Verhältnis in den Lößschichten nach Schüttrumpf (1966) auf Waldlosigkeit während der Lößbildungszeit schließen.

##### a) Lokaleinflüsse

Die Wasserpflanzenvegetation tritt in den Höhlen, soweit aus der Pollenerhaltung erkennbar, erwartungsgemäß zurück, fehlt aber nicht ganz: *Batrachium*-Typ (besonders im eingangsnahen Zeugenblock), vermutlich *Caltha*-Typ, außerdem sehr selten *Pediastrum* und *Botryococcus* (in den Diagrammen nicht verzeichnet). Aber auch die Anteile des NBP aus den grundwasserferneren Standorten weichen von den Verhältnissen in Mauern I ab: *Tubuliflorae* p. p. sind mehrfach erheblich zahlreicher als *Liguliflorae* und übersteigen sogar die Werte von *Artemisia*. In die Höhlen gelangte ein solcher *Compositae*-Anteil vermutlich aus der umgebenden gehölzarmen Felsvegetation. Diese wird auch den Pollen von *Knautia*, vom *Centaurea scabiosa*-Typ, *Polygonum bistorta*-Typ (*P. viviparum*?) und *Plantago major-media*-Typ geliefert haben, der zeitweilig ebenfalls häufiger als in Mauern I (nach Ausschluß von BP, *Cyperaceae* und *Ranunculaceae*) vertreten ist.

In den Lößgebieten Mitteleuropas bestimmen während einzelner Abschnitte der letzten Kaltzeit mehr oder minder gräserreiche Formationen steppenartigen Charakters das Landschaftsbild (Frenzel 1968). Zu einer *Gramineae*-Dominanz kommt es in Mauern I nur bei dem gleichzeitigen *Cyperaceae*-Rückgang in der Schwemmlößzeit E. Nach einem Vergleich mit der möglicherweise synchronen Zone 1 des Zeugenblocks liegt es nahe, darin den Einfluß aus derartigen gräserreichen Pflanzengesellschaften zu sehen: mit der beginnenden Lößbedeckung des Talrandes konnten diese außer den Steilhängen nun auch Standorte am Hangfuß unterhalb der Höhlen besiedeln.

##### b) Der Baumpollen

Das regelmäßige Vorkommen von *Pinus*-PK in beiden Höhlenprofilen wird aus der Bedeutung der Kiefern in der Gehölzvegetation des Tals verständlich. Ähnlich häufig in den Höhlen ist nur *Betula*, die in Mauern I ebenfalls eine zeitweilig größere Rolle gespielt hat. Im Gegensatz zum Talprofil bleibt aber der BP-Anteil in den Höhlen mit Ausnahme des Holozäneinflusses im Mikrofaunenprofil durchweg äußerst gering.

Ähnliche BP/NBP-Verhältnisse in den Sedimenten der Salzofenhöhle mit einem Vorherrschen von *Gramineae* und hohen Anteilen von *Tubuliflorae*, *Liguliflorae*, *Umbelliferae*, *Dipsacaceae* (mit *Knautia*) und *Caryophyllaceae*, aber ohne *Artemisia* führt Draxler (1972) in erster Linie auf die Anreicherung von Höhlenbärenresten zurück (vgl. auch Müller 1964, S. 147). In beiden Mauerner Profilen fehlen ausgesprochene Höhlenbärenschichten, obwohl es auch in diesen Höhlen, nach von Koenigswald besonders häufig in Zone 4, Höhlenbärenfunde gibt. Außerdem ist die Pollenerhaltung in Mauern viel schlechter als in jenen Phosphaterden.

Daß Höhlenablagerungen auch größere BP-Anteile enthalten können, zeigen z. B. Pollendiagramme

von Leroi-Gourhan (1964, 1966), Renault-Miskovsky (1972) sowie Einzelanalysen von Filzer (1969) aus dem Bocksteinloch. In stratigraphischem Zusammenhang mit NBP-reichen Zeiten gelten höhere BP/NBP-Verhältnisse dabei als Kriterium für einen klimatisch bedingten dichteren Baumwuchs, z. B. mit interstadialem Charakter. Bei einer solchen Deutung in Mauern würde der NBP-Reichtum der Höhlenprofile ein im weiteren Sinne kaltzeitliches Alter dokumentieren. Diese Feststellung wird generell durch die Häufigkeit holozänen Baumpollens im oberen Teil des Mikrofaunenprofils gestützt, vorausgesetzt, daß der Modus der Pollenanlieferung hier im Prinzip unverändert geblieben ist.

In den Bodensedimenten der Weinberghöhlen ist der BP jedoch gegenüber den lößreichen Ablagerungen nicht durchgehend häufiger, obwohl bereits die *Pinus cembra*-Holzkohlenfunde von Hofmann in den Zonen 4 und 5 Baumwuchs in der Umgebung bezeugen. Zu dieser Frage der BP-Vertretung in den Höhlen gibt nun Profil Mauern I weitere Aufschlüsse. Wenn nämlich DA B in die zeitliche Abfolge der Höhlen gehört, haben dort nicht einmal die Nadelholzbestände dieser Zeit einen höheren Pollenniederschlag gebracht. Allerdings werden sich die Gehölze am Steilhang bei den Höhlen nicht nennenswert ausgedehnt haben, denn dort gab es weiterhin eine lichte Felsvegetation. Außerdem ist schon im Brörup-Interstadial das Klima offenbar so trocken gewesen (Frenzel 1968), daß bei Mauern auch die prämittelpniglazialen Coniferenvorkommen der Kiefern-Fichten-Lärchenzeit aus diesem Grunde auf die eigentliche Talaue beschränkt gewesen sein werden. Das gilt nach dem Kenntnisstand über den letztkaltzeitlichen Klimaablauf (Frenzel 1967) für die übrigen Abschnitte von Mauern in erhöhtem Maße. In diesen kann die Gehölzdichte aber nur gering gewesen sein, denn der Pollen aus der örtlichen Sumpf- und Wasservegetation überwiegt hier bei weitem. So vermochte die hohe Pollenproduktion von *Pinus* in der Kiefernzeit trotz der Nähe der Ufergehölze den örtlichen Pollenniederschlag aus den Rieden nur in beschränktem Ausmaß relativ zu vermindern. Eine krautreiche Vegetation hat es also wohl über lange Zeit im Umkreis der Weinberghöhlen gegeben. Wie nachfolgend diskutiert wird, bestimmte zudem nicht allein eine Einwehung aus diesen unmittelbar umgebenden Krautgesellschaften die Pollenführung der Höhlen.

### c) Pollentransport

Da das Mikrofaunenprofil ca. 10 m vom heutigen Eingang entfernt im Höhleninneren liegt, wird der Anteil der direkten Polleneinwehung erheblich geringer als im Zeugenblock gewesen sein. So fehlen hier nach Müller-Beck auch äolische Sedimentkomponenten nahezu ganz. Trotzdem ist die Pollendichte im Durchschnitt nicht geringer als im Zeugenblock, im unteren Teil von 5<sub>2</sub> sogar viel höher. Das kann keine Folge der Sedimentumlagerungen eingangsnäheren Materials in den stärker tonigen Profilteilen sein. Dagegen deuten die zahlreichen Kleinsäugerreste vermutlich auf eine gewisse zoogene Pollenanreicherung. Der BP-Anteil am Gesamtpollen ist dabei gegenüber dem Höhleneingang nicht verändert. Bevorzugt in das Höhleninnere gelangte jedoch der *Salix*-Pollen. Beim NBP liegen gesicherte quantitative Unterschiede zum Zeugenblock besonders bei *Gramineae*, *Tubuliflorae* p. p. und *Artemisia*. Dabei ist zu berücksichtigen, daß im Zeugenblock eine Pollenanlieferung durch Materialtransport von den Hängen hinzukommen kann, der jedenfalls in den Zonen 4 und 5 nach Müller-Beck größere Mengen von Hangsedimenten am Höhleneingang abgesetzt hat.

Auf der Grundlage der beiden vorliegenden Höhlendiagramme ist eine nähere Analyse zur Wirksamkeit dieser und weiterer, etwa anthropogener Faktoren für die Pollenanreicherung noch nicht möglich. Erwähnt sei aber z. B., daß Bastin (1967) in den *Compositae* des Höhlenprofils von Arcy-sur-Cure (Leroi-Gourhan 1964) den Pollen von Ruderalpflanzen vermutet, deren Ausbreitung möglicherweise mit der Anwesenheit des Menschen in Zusammenhang zu bringen sei. In die Weinberghöhlen ist der Pollen aus nitrophilen Vorplatzgesellschaften vom Menschen während seiner sporadischen Anwesenheit in den Zonen 2–5 wohl kaum wesentlich häufiger als von Tieren eingeschleppt worden. Die längeren Arbeits- und Lageraufenthalte der Zone 1 hingegen fallen mit der Zunahme des *Liguliflorae*-Pollens zusammen.

## E. Ziegelei Mauern

In dem schon von Bohmers (1951) zum Vergleich mit den Weinberghöhlen herangezogenen und von Zotz und Freund (1955) beschriebenen Lößprofil der Ziegelei Mauern wurden während einer Neuaufnahme am 28. 3. 1972 Proben zur Überprüfung der Pollenführung entnommen. Zum Profilaufbau s. Beitrag Bleich.

## Ziegelei Mauern (410 m NN)

8	2	-	1	-	-	3	3	-	0,3
7	7	1	1	1	1	11	2	1	1,1
Stratigraphie									
<i>Pinus</i>									
<i>Fagus</i>									
<i>Liguliflorae</i>									
<i>Plantago lanc.-T.</i>									
Indeterminata									
Gesamtsumme									
<i>Botrychium</i>									
<i>Bryophyta</i>									
PK (Gesamtsumme)/cm <sup>2</sup>									

Tab. 1: Profil Ziegelei Mauern (R 4481300 H 5404100, Topogr. Karte 1:50 000, L 7332 Neuburg a. d. Donau), Pollen- und Sporenfunde (Stückzahlen).

Im Bereich der untersuchten Schichten 5–8 wurden trotz Anreicherungsverfahren auf 10 cm<sup>2</sup> Präparatfläche nur in den Schichten 7 und 8 einzelne PK gefunden (Tab. 1). Nach der Pollenfreiheit des verwitterten Lösses (6), aus dem Hofmann (1955) Holzkohlen von *Pinus* spec. und von Laubholz bestimmte, muß der Pollengehalt des Bodens (7) jünger als die Ablagerung seines Ausgangsmaterials sein. Da im Laufe der nachfolgenden Lößanwehung (8) eine Perkolatation sicher erheblich geringer als während der Bodenbildung gewesen ist, wird der größte Teil des Pollens aus der Zeit der Bodenbildung selbst stammen (vgl. Frenzel 1964). Gegen die Zugehörigkeit zu einer ausgesprochen warmzeitlichen Pollenflora aus einer geschlossenen Waldbedeckung dürfte, auch nach einem Vergleich mit Mauern I, die relative Häufigkeit der *Pinus*-PK und das *Botrychium*-Vorkommen sprechen, zumal bei Ausschluß des *Fagus*-Fundes (s. S. 95). Denn dann gleicht das Pollenspektrum nahezu dem des hangenden Lösses. Als interstadielles Verwitterungsprodukt würde dieser Boden der letzten Kaltzeit angehören und wäre damit voraussichtlich in den Komplex der auf die mittelpaläolithische Zone 5 folgenden Schichten der Weinberghöhlen einzuordnen.

## F. Beiträge zur jungpleistozänen Flora von Mauern

*Pinus*. Eine pollenmorphologische Zuordnung der *Pinus*-PK nach den von Beug (1961) angegebenen größenstatistischen Merkmalen war durch den allgemein hohen Fragmentations- und Deformationsgrad unmöglich. Unter jeweils 50 geeigneten PK der ausgewählten Proben 785 cm (DA B) und 449 cm (DA D) wurden 2 bzw. 4 PK mit der dem *Haploxylon*-Typ eigenen distalen Granulation<sup>7</sup> (vgl. z.B. Markgraf 1969,

<sup>7</sup> Herrn Dr. S. Wegmüller, Bern, danke ich für entsprechende Bestimmungshinweise.

Abb. 10) gefunden (Tafel VIII). Der wahre Anteil am gesamten *Pinus*-Pollen kann für die einzelnen Abschnitte nicht angegeben werden. Die von Hofmann für die *Pinus cembra*-Holzkohlen in den Weinberghöhlen genannten Bestimmungsmerkmale wurden nach den Angaben Schmidts (1941) anhand von Rezentpräparaten überprüft.

Daß die Arve in der letzten Kaltzeit sogar am Nordrand der deutschen Mittelgebirge, hier zusammen mit Kiefern, Birken und Omorikafichten, vorgekommen ist, zeigen die Analysen Vodičkovas für ein nach  $^{14}\text{C}$ -Bestimmung mit der Kiefernzeit von Mauern I etwa zeitgleiches Interstadial des Ascherslebener Sees (Mania 1970).

*Picea*. Aus den für *Pinus* genannten Gründen gelang auch keine sichere Erfassung des Pollentyps von *Picea omorika*. Nach der bisher bekannten Arealgeschichte dieser Fichte (Beug in Jung & al. 1972) wäre eine Anwesenheit neben *P. excelsa* bei Mauern besonders in der Kiefern-Fichten-Lärchenzeit durchaus möglich. Tafel VIII zeigt eines der gelegentlich gefundenen verhältnismäßig kleinen, dickwandigen und deshalb weniger deformierten *Picea*-PK mit geringer Luftsackhöhe, das diesem Typ zumindest nahekommt.

*Larix* (Tafel VIII). Die Höchstwerte von 7,5% im BP-Diagramm (DA B, 735 cm) bezeugen eine wesentliche Beteiligung der Lärche in der Vegetation mindestens der näheren Umgebung. Denn selbst bei einer durch Nadelfunde nachgewiesenen Anwesenheit an Ort und Stelle kann in kiefernreichen Waldzeiten die Pollenhäufigkeit von *Larix* unter 5% des BP liegen (z. B. Beug 1964, J. Grüger 1968).

Die jungpleistozäne Ausbreitung dieses lichtbedürftigen, konkurrenzschwachen Pionierbaumes der Zentralalpen und ostmitteleuropäischer Landschaften im süddeutschen Periglazialgebiet gehört zu den wichtigsten Merkmalen des neuuntersuchten Mauerner Talprofils. Eine eiszeitlich-refugiale Verbreitung nördlich der Alpen war schon von Firbas (1949) vermutet worden. Bei Mauern war die Lärche aber nur in dem älteren letztkaltzeitlichen Abschnitt stärker vertreten und wird den hochglazialen Klimaphasen gefehlt haben. Jedenfalls kommt sie im Untersuchungsgebiet wie die Fichte während des ausgehenden Spätglazials (Profil Meilenhofen, Bild 6) in Übereinstimmung mit der spätglazialen Vegetationsentwicklung in Süddeutschland nicht mehr vor.

*Alnus*. PK von *Alnus viridis* kommen in allen Abschnitten von Mauern I vor, vielfach seltener als der *Glutinosa-incana*-Typ. Unter 40 PK aus 4 Proben von DA B, in dem der *Alnus*-Pollen sicher überwiegend primär ist, gehören 8 zu *viridis*, 26 zu *glutinosa-incana*, 6 blieben unbestimmbar. Neben baumförmigen Erlen wird also die strauchige Grünerle damals als ein weiterer Bestandteil der subalpinen Stufe am Rand des Wellheimer Tals gewachsen sein.

*Fagus*. Aus den *Fagus*-Pollenfunden von Mauern ist ein autochthones Vorkommen der Rotbuche in den erfaßten jungpleistozänen Zeitabschnitten nicht abzuleiten. In Profil Mauern I gehört *Fagus* zur Gruppe des warmzeitlichen Pollens auf sekundärer Lagerstätte und kann aus einem buchenführenden Interglazial stammen (vgl. Beug in Jung & al. 1972). In Probe 17 des Mikrofaunenprofils fand sich das im Gegensatz zur allgemeinen Exinenkorrosion sehr gut erhaltene *Fagus*-PK (weitere Funde bei Durchmusterung) zusammen mit ebenfalls unkorrodierten PK von *Betula*, *Picea*, *Corylus*, *Alnus glutinosa-incana*-Typ, *Plantago lanceolata*-Typ und einer *Polypodiaceae*-Spore mit einem wie in den jüngsten Proben noch erhaltenen Perispor. Der abweichende Erhaltungszustand deutet auf eine Fremdkomponente, wie sie Hofmann in den Holzkohle- und Getreidefunden des benachbarten Blocks II als Ergebnis einer zoogenen Sedimentdurchmischung mit den hangenden Neolithikum-Schichten feststellte (darunter *Fagus*-Holzkohle in  $F_2$  = Zone 5<sub>1</sub> von 1967).

Ein weiteres sehr gut erhaltenes *Fagus*-PK entstammt dem B<sub>t</sub>-Horizont (7) des Ziegeleiprofils, auch hier zusammen mit einem PK vom *Plantago lanceolata*-Typ. Dieser ist allerdings, wie z. B. in dem *Fagus*-führenden braunen Verlehmungshorizont von Oberfellabrunn (Frenzel 1964), auch in Mauern I ein Bestandteil der jungpleistozänen Pollenflora. Die äußerst geringe Pollenführung reicht hier für eine endgültige Beurteilung des *Fagus*-Einzelfundes trotz der Erhaltungsverhältnisse jedoch nicht aus.

*Ericaceae*. *Calluna*-PK in Mauern I regelmäßig in DA A–D, im Mikrofaunenprofil nur in den obersten Proben, ebenso in der obersten Probe des gleichfalls holozän beeinflussten Speckberg-Profils (Tab. 2). Auf dem Speck-

berg-Plateau kommt *Calluna* auch heute vor. Daß sie in Mauern darüber hinaus auch der Moorvegetation angehört hat, ist nach der Häufigkeit in DA B und D wenig wahrscheinlich. – *Ericaceae* p. p.: Tetraden, nicht näher bestimmbar. Der als Einzel-PK auftretende Typ von *Bruckenthalia* (Behre 1974) wurde in keinem der Profile gefunden. Selbst bei einem bröruzeitlichen Alter könnte diese Pflanze in Mauern aus edaphischen Gründen gefehlt haben.

*Armeria*. PK in Mauern I in allen Abschnitten, Kurve großenteils geschlossen. Im Zeugenblock 1 PK, im Mikrofaunenprofil mehrfach, auch in der holozänbeeinflussten Probe 1. Da *Armeria* auch im Spätglazial von Meilenhofen vorkommt, muß sie während langer Zeiträume der letzten Kaltzeit in der südwestlichen Fränkischen Alb heimisch gewesen sein. Die beiden heutigen süddeutschen Vorkommen von *A. purpurea* Koch werden als Glazialrelikte angesehen (Hegi 1931; Oberdorfer 1971; vgl. Göttlich 1957).

*Polemonium coeruleum*. Mit vereinzelt PK in Mauern I, im Mikrofaunenprofil und 1 PK in Profil Meilenhofen gleichartige Fundverteilung wie von *Armeria*. Die den östlichen Lößgebieten Niederösterreichs während der letzten Kaltzeit anscheinend weitgehend fehlende (Frenzel 1964), nach Behre (1966) seltene, aber typische Spätglazialpflanze soll heute noch – obwohl vielerorts Kulturflüchtling – im Fränkischen Jura vermutlich ursprüngliche Vorkommen haben (z. B. Nördlinger Ries: Rosskopf 1971). Zur Bestimmung s. Beug (1957).

*Caryophyllaceae*. Die Samenfunde von *Caryophyllaceae* und von *Cerastium/Stellaria* p. p. in DA B bzw. D fallen mit relativen Hochständen der *Caryophyllaceae*-Pollenkurve zusammen. In Probe 460 cm wurde ausschließlich der *Cerastium*-Typ nach Faegri & Iversen (1964) (excl. *Malachium*) gefunden. Aus ökologischen Gründen wäre z. B. *Stellaria palustris* zu erwarten.

*Saxifraga*. Von den 3 in Mauern I auftretenden *Saxifraga*-Pollenformen enthält der *Hirculus*-Typ mit der typbezeichnenden Art auch einen Moorbesiedler. Leider gelang bei den in DA D zusammen mit diesem Pollentyp gefundenen 4 *Saxifraga*-Samen keine Artbestimmung, doch deutet der Fund selbst auf eine Pflanze der Talvegetation hin.

Der *Aizoides*-Typ ist in Mauern I auf die mineralischen Sedimente beschränkt und im kiesigen Sand und sandigen Auenlehm von DA A besonders häufig. Vermutlich ist hier *S. aizoides* selbst als Pionierpflanze auf freigefallenen Uferpartien vorgekommen.

*Ranunculaceae*. Der *Caltha*-Typ überwiegt in der *Ranunculaceae*-Sammelkurve nur in DA A und ist im übrigen Diagramm von Mauern I wie der *Anemone*-Typ meist regelmäßig, aber schwach vertreten. Seit DA B herrscht im *Ranunculaceae*-Pollenniederschlag das auch makroanalytisch häufig belegte *Batrachium* absolut vor.

*Cerealia*-Typ. PK im Zeugenblock und im Mikrofaunenprofil. Zu pleistozänen Funden in Freilandsedimenten s. z. B. Ohngemach (1970), in Höhlensedimenten Draxler (1972). Die PK in den Proben 1 und 2 des Mikrofaunenprofils können entsprechend der Holozänbeeinflussung von Getreidearten stammen.

*Carex*. Während Schütrumpf (1951) verschiedene *Carex*-Arten und *Scirpus palustris* aus den humosen Tonen und den Torfschichten angibt (det. Beyle), wurde hier eine nähere Bestimmung der durchweg utriculuslosen Früchte von *Eucarex* und *Vignea* nicht vorgenommen.

*Potamogeton*. Reste von *P. trichoides* und *P. fluitans* (Schütrumpf: 600–660 und 700–790 cm) wurden in Mauern I nicht gefunden, vgl. aber die Steinkerne von *P. lucens* → *natans* in DA B.

*Rubus*. Schütrumpf: Makroreste bei 600–660 cm. In Mauern I keine Nachweise. Steinkerne von *R. idaeus* und *R. cf. fruticosus* im Brörup-Vorkommen von Osterwanna (Behre 1974).

*Equisetum*. In Mauern I vorhanden, im Pollendiagramm nicht verzeichnet.

## G. Speckberg

Am Speckberg wurden am 28./29. 10. 1967 bei einer Grabung in dem Paläolithikum führenden westlichen Schuttprofil vom Südhang (Müller-Beck 1966; Bleich & Müller-Beck 1968) an den von Herrn Prof. H. Müller-Beck bezeichneten Stellen 14 Proben für eine pollenanalytische Untersuchung entnommen. In den Hauptfundsichten des Plateaus wurden keine Pollenanalysen vorgenommen, da in den flachgründigen Sedimenten Materialumlagerungen schon aus der Artefaktverteilung erkennbar waren.

In dem bearbeiteten Profil enthielten nach dem auf S. 74 angegebenen Aufbereitungsverfahren alle Proben PK, im unteren Teil jedoch weniger als 1 PK/cm<sup>2</sup> Präparatfläche (Tab. 2). Der BP-Gehalt nimmt in dem oberen Profilteil bis Probe 6 ziemlich stetig ab. Da *Corylus* maßgeblich daran beteiligt ist und die Proben 1–4 aus einem – z. T. „Magdalénien“ führenden – Bergkies unter der von Steinbruchschutt überdeckten holozänen Bodenbildung stammen (Bleich & Müller-Beck 1968; Müller-Beck 1973), ist ähnlich

## Speckberg (394 m NN)

1	13	1	1	-	5	1	2	75	98	-	12	2	2	29	144	46	-	-	-	90
2	6	-	-	-	-	-	-	18	24	1	-	2	-	3	32	49	-	-	1	6
3	3	1	-	-	2	-	-	28	34	-	1	-	-	2	40	25	-	-	1	4
4	2	-	-	-	-	-	-	8	10	-	-	-	-	1	11	-	-	-	-	1
5	4	-	-	-	2	1	-	5	12	-	-	-	-	-	14	1	1	-	-	1,4
6	1	-	1	1	-	-	-	4	7	-	-	-	-	-	7	-	-	-	1	0,7
7	1	-	1	-	1	-	-	-	3	-	-	-	-	1	4	-	1	-	1	0,4
8	1	-	(1)	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	2	5	2	-	-	2	0,5
9	-	-	-	-	-	-	-	(2)	2	-	-	-	-	-	2	1	-	-	3	0,2
10	2	-	-	-	1	-	-	-	3	-	-	-	-	3	7	-	-	1	2	0,7
11	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-	0,2
12	1	-	-	-	1	-	-	-	2	1	-	-	-	3	6	-	-	5	3	0,6
13	3	-	-	-	-	-	-	-	3	1	-	-	-	1	6	-	-	1	-	0,6
14	1	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	1	-	1	4	-	-	1	-	0,4
Stratigraphie																				
<i>Pinus</i>																				
<i>Picea</i>																				
<i>Betula</i>																				
<i>Tilia</i>																				
<i>Alnus</i>																				
<i>Fagus</i>																				
<i>Carpinus</i>																				
<i>Corylus</i>																				
Baumpollensumme																				
<i>Gramineae</i>																				
<i>Liguliflorae</i>																				
<i>Tubuliflorae</i> p. p.																				
<i>Artemisia</i>																				
Indeterminata																				
Gesamtsumme																				
<i>Polypodiaceae</i>																				
<i>Botrychium</i>																				
<i>Selaginella selag.</i>																				
Präquart. Sporen																				
PK (Gesamtsumme)/cm <sup>2</sup>																				

Tab. 2: Profil Speckberg Südhang (R 4442000 H 5407100, Topogr. Karte 1:50 000, L 7332 Neuburg a. d. Donau), Pollen- und Sporenfunde (Stückzahlen).

Einzelfunde in Probe-Nr.: *Calluna* 1, *Helianthemum* 13, *Plantago major-media*-Typ 3, *Dipsacae* 4, *Centaurea scabiosa*-Typ 2, *Centaurea cyanus/montana* 3, *Cruciferae* 3, *Umbelliferae* 8, *Sanguisorba officinalis* 10, *Cerealia*-Typ 2 und 5.

( ) PK nach Erhaltungszustand vermutlich sekundär.

wie im Mikrofaunenprofil mit einer nacheiszeitlichen perkulationsbedingten Pollenführung zu rechnen. Die zahlreichen *Polypodiaceae*-Sporen (z. T. mit Perispor) in den Proben 1–3 lassen eine Herkunft von Farnen wie *Asplenium ruta-muraria*, das heute in den Steinbruchwänden wächst, vermuten. Außerdem siedelt auf dem Plateau *Calluna*, deren PK wie in Probe 1 in den reichlich Postglazialpollen und *Polypodiaceae*-Sporen enthaltenden jüngsten Proben des Mikrofaunenprofils vorkommen. Über den *Cerealia*-Typ s. S. 96.

Ab Probe 7 wurden an vermutlich primären BP nur *Pinus*, *Betula* und *Alnus* (spec. indet.) gefunden, die auch Konstituenten der letzkaltzeitlichen Vegetation des weiteren Gebietes (Mauern) gewesen sind. *Botrychium* wuchs in allen bei Mauern und Meilenhofen erfaßten Zeitabschnitten. Es kann am Speckberg aber noch im Postglazial wie heute in Teilen des Jura vorgekommen sein. Dagegen wird *Selaginella selaginoides*, deren kaltzeitliches Vorkommen bei Mauern und Meilenhofen gut belegt ist, nach ihrer heutigen Verbreitung (Bayerisches Alpenvorland: Jung 1968) hier im Laufe der endgültigen spätglazialen Wiederbewaldung ausgestorben sein. Dieser Zeitpunkt ist in Profil Meilenhofen (Bild 6) vielleicht direkt erfaßt. Damit würde sich wenigstens sporenfloristisch der im weiteren Sinne kaltzeitliche Charakter der unteren Teile des Hangschuttprofils bestätigen, das nach den sedimentologischen Daten aus dem „kältesten Abschnitt der jüngsten Kaltphase des Jungpleistozäns“ (Müller-Beck 1966) stammt.

H. Meilenhofen

Dem endgültigen Rückzug der Donau aus dem Wellheimer Tal ging nach Schaefer (1966) eine Benutzung des Schuttertales voraus. 6 Sondierungen im Schuttertalquerschnitt unterhalb des Speckbergs während der dortigen archäologischen Grabungen von 1967 stießen zwischen Lehmüberdeckung und mineralischem Untergrund auf Flachmoortorfe (Bild 1). Ihre Entstehung reicht an der tiefsten Stelle, soweit erbohrt, nach eigenen Voruntersuchungen von 1971 bis an den Beginn des Holozäns zurück. Nach einem Versuch desselben Jahres, auch die spätglazialen Ablagerungen über den z. T. wässrigen Torfen zu erfassen, wurden diese tonigen Sedimente erst unter Einsatz einer 50 cm langen Dahnowski-Sonde (Anfertigung im Botanischen Institut der Universität Hohenheim) am 8. 3. 1973 lückenlos bis auf den Sand erbohrt. Dieser wurde mittels Schlagbohrung am 15. 6. 1973 bis auf die kiesführenden Schichten durchteuft.

1. Stratigraphie

Schichtfolge von Profil Meilenhofen (Tiefenangabe in cm u. O.):

0- 50 lehmige Deckschicht mit Bodenbildung unter Düngewiese

50-498 Flachmoortorf s.l., teilweise sehr locker und wässrig, stellenweise mit Holzlagen, ab ca. 370 zunehmend kohlehaltig;

Pollendiagramm Meilenhofen ab 462, hangender Torf nach Sondierungen von 1967 und 1971 z. T. EMW- und EMW-buchenzeitlich;

ab 462 *Cyperaceae*-radizellenreicher, ab 467 sehr stark kohlehaltiger Riedtorf, im oberen Teil ton- und sandarm, durchwurzelt

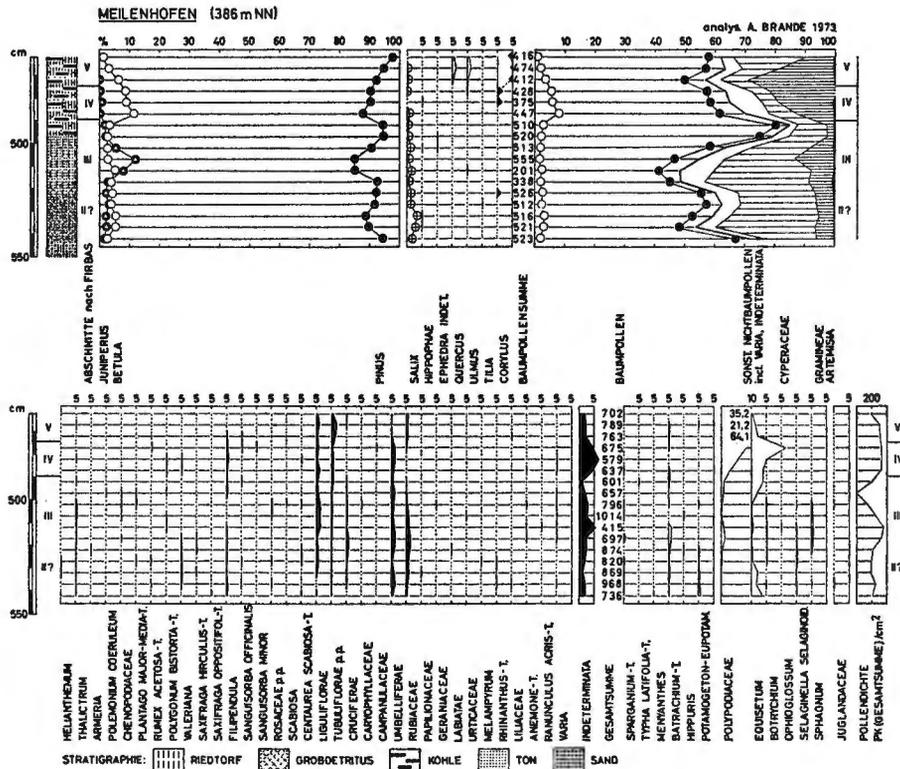


Bild 6. Profil Meilenhofen (R 4441860 H 5407040, Topogr. Karte 1: 50 000, L 7332 Neuburg a. d. Donau), Pollen- und Sporendiagramm. Berechnet als Baumpollen- (ohne *Corylus*) und Gesamtdiagramm (ohne Wasserpflanzen, Farne, Moose und *Juglandaceae*).

- 498–525 hellgrauer, ab 507 zunehmend sandiger Ton mit *Cyperaceae*-Radizellen und *Equisetum*-Rhizomen, durchwurzelt;  
 Beginn regelmäßiger *Pediastrum*- und *Botryococcus*-Funde
- 525–542 mittelgrauer, ab 532 zunehmend dunkelgrauer, tonig-sandiger, grobdetritushaltiger Riedtorf mit *Cyperaceae*-Radizellen, *Eucarex*-Früchten und *Equisetum*-Rhizomen, durchwurzelt
- 542–544 toniger, oben dunkelgrauer Sand, durchwurzelt
- 544–550 Sand, durchwurzelt, Kies ab ca. 700.

## 2. Diagrammbeschreibung

Nach dem Aussetzen rein mineralischer Sedimentation bei 542 cm (Bild 6) kommt es in einer Zeit mit *Pinus*-Dominanz und dem weitgehenden Fehlen des Pollens thermophiler Gehölze zu einer Ansiedlung torfbildender Riedgesellschaften, aus denen nach dem Radizellengehalt und den *Carex*-Fruchtfunden ein Großteil der *Cyperaceae*-PK stammen wird. Bei weiterer Abnahme des Sandgehalts setzt danach (525 cm) eine Ablagerung stark tonigen Materials ein, während die *Juniperus*-Kurve auf Kosten von *Pinus* bis auf 10 % des BP ansteigt. Mit dem anschließenden Rückgang setzen die Funde von *Selaginella selaginoides* aus und die Kurven von *Thalictrum* und *Botrychium* sind nicht mehr geschlossen. Kurz nach Beginn erneuter Riedtorfbildung bei 498 cm, nunmehr ohne größere Mineralzufuhr und mit Farnbeteiligung (darunter *Dryopteris thelypteris*-Sporen in dem entsprechenden Profilteil der Sondierung von 1971), wird *Betula* kurzzeitig häufiger. Ihr Rückgang zugunsten von *Pinus* fällt mit dem Beginn der geschlossenen Kurven von *Corylus*, *Ulmus* und *Quercus* zusammen.

## 3. Datierung

Der Einwanderung wärmeliebender Laubbölzer im Laufe der postglazialen Grundsukzession folgt im Profil Meilenhofen rasch die frühwärmezeitliche Haselausbreitung, deren Beginn in den 3 oberen Proben erfaßt ist (Abschnitt V nach Firbas). Eine der Haseleinwanderung vorausgehende vorwärmezeitliche Birkenausbreitung, wie sie in den südmitteleuropäischen Landschaften nach der spätglazialen Kiefern Ausbreitung verschieden stark zum Ausdruck kommt (vgl. z. B. Bertsch 1961; Lang 1963), hat es auch am Speckberg gegeben (IV). Damit endet das Spätglazial bei Meilenhofen mit einem Rückgang von *Juniperus*, dessen vorübergehende Häufigkeit vor dem Beginn des Postglazials seit Bertsch (1961) auch in Süddeutschland als Ergebnis einer klimabedingten Waldauflichtung der Jüngeren Tundrenzeit (III) anzusehen ist.

Im Profil Meilenhofen gibt es unter dem NBP bei den gegebenen Erhaltungsbedingungen keine Anzeichen für eine gleichzeitige Wiederausbreitung weiterer lichtbedürftiger Arten. Dabei ist allerdings zu prüfen, ob der *Juniperus*-Anstieg bei 512 cm direkt mit dem Beginn der Jüngeren Tundrenzeit zusammenfällt. Bei einem allerödzeitlichen Alter (II) des unteren Riedtorfes (525–542 cm) könnte die nachfolgende Ablagerung des hellgrauen Tons selbst eine Folge der Klimaverschlechterung der Jüngeren Tundrenzeit sein, wie aus geschlossenen Sedimentationsbecken gut bekannt ist (z. B. Lang 1971; Schmeidl 1971). Das Fehlen einer Bimstufelage in dem noch fluviatil beeinflussten Riedtorf widerlegt diese Deutung nicht. Da aber die Ausbreitung der allerödzeitlichen Kiefernwälder mit Sicherheit nicht erfaßt ist, bleibt fraglich, wie weit die Heliophyten am Speckberg von diesem Ereignis betroffen worden sind. Nur so könnte entschieden werden, ob die Häufigkeit von *Artemisia*, *Helianthemum*, *Thalictrum* und *Selaginella* im unteren Riedtorf hier für die alleröd-interstadiale Vegetation typisch ist oder ob sie in der unteren Mittelgebirgslage dieses Gebietes die beginnende Waldauflichtung der Jüngeren Tundrenzeit bezeichnet, die z. B. in den Tieflagen des Alpenvorlandes nur wenig ausgeprägt sein kann (Schmeidl 1971; Rausch 1973).

Im ausgehenden Paläolithikum setzte also im Schuttertal am Speckberg eine erste, in der Jüngeren

Tundrenzeit durch Toneinschwemmung unterbrochene Vermoorung auf den Terrassensanden ein, während birkenarme, zeitweise wacholderreichere Kieferngehölze mit höchstens geringer Sanddornbeteiligung die Flächen und Hänge bedeckten. Der Beginn des Mesolithikums fällt in den Bereich des Einsetzens erneuter Talvermooring und der Ablagerung stark kohlehaltiger Torfe. Haseleinwanderung und vorübergehende Birkenausbreitung stehen auch am Speckberg am Anfang der postglazialen Waldgeschichte.

Die vorliegenden Untersuchungen der Jahre 1971–1973 wurden nach Vorschlag von Herrn Prof. Dr. H. Müller-Beck am Botanischen Institut der Universität Hohenheim durchgeführt und vom Sonderforschungsbereich 53 „Paläontologie unter besonderer Berücksichtigung der Palökologie“ Tübingen sowie durch ein 1-jähriges Forschungsstipendium der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert. Herr Prof. Dr. B. Frenzel gewährte mir durch die Bereitstellung der Institutsanlagen jegliche Unterstützung und überließ mir das gesamte 1967 gewonnene Material von Mauern und Meilenhofen. Frau Prof. Dr. U. Körber-Grohne förderte die Makrofossilien-Untersuchungen durch die Einrichtungen der Abteilung Vegetationsgeschichte. Herr Dr. W. G. Mook, Naturkundig Laboratorium der Rijks-Universität Groningen, übernahm 2 Radiocarbonbestimmungen. Ihnen allen sei sehr gedankt, außerdem Herrn Dipl. rer. hort. P. Peschke und Herrn F. Saile für ihre Hilfe bei Bohrarbeiten sowie den Herren H. Müller-Beck, K. Bleich und W. von Koenigswald für Diskussionen stratigraphischer Fragen.

### Die Sedimente des Mauerner Tals (*K. E. Bleich*)

#### 1. Die Bohrungen Mauern I–IV

A. Gliederung: Die Schichtenfolge der Bohrung Mauern I ist, von Mächtigkeitsschwankungen abgesehen, für einen größeren Bereich im Talgrund vor den Mauerner Höhlen typisch, wie die Kernbohrungen II bis IV und weitere Sondierungen ergeben haben; sie ändert sich im Aufbau, besonders im Steingehalt und vermutlich auch im Alter (dies gilt vor allem für den oberen Teil des Profils) am Talrand vor dem Steilanstieg zum Ort Mauern. In den Bohrungen Mauern I bis IV lassen sich drei Abschnitte unterscheiden: Zuunterst 3 m Sande und Kiese (Schotter einer Donauterrasse), darüber 5 m Auenlehm mit sandigen und torfigen Einschaltungen (Hochflutsedimente der Donau oder ihrer Nachfolgewässer), abschließend 3 m lößartige Schwemmlerhsedimente, die im obersten Teil stärker humos sind. Vermutlich bilden sie den Rand eines Schwemmfächers, der sich auf der Karte am Ausgang eines von Westen herunterziehenden Täldchens erkennen läßt. Sie keilen nach Mauern zu aus.

B. Zeitstellung: Zur zeitlichen Einstufung der drei Schichtkomplexe werden einige Eigenschaften der Sedimente und deren Höhenlage in Beziehung zu benachbarten Donauablagerungen herangezogen, deren Kenntnis sich auf Schaefer 1966 stützt; leider ist der Ort der Bohrung Mauern I bisher nicht genau eingemessen, seine Höhenlage ist aus der top. Karte entnommen.

a) Donauschotter: Eine Auszählung zweier Schotterproben ergab ein Verhältnis von Kalken zu übrigen Gesteinen wie 2:1, wobei die lokalen Kalke sich zu den alpinen wie 3:4 verhalten. Bei den alpinen Kalken treten Gerölle bis 10 cm groß auf; unter den übrigen Gesteinen finden sich Schiefer und bis zu 5 cm große Gangquarze. Es besteht wohl kein Anlaß, an der Zuordnung dieser Schotter zum Riß-Komplex der Terrassenabfolge nach Schaefer zu zweifeln; sie lassen sich sogar in die Terrasse eingliedern, die bei Umlenkung der Donau ins Schuttertal entstand. Nur liegt dann die Unterkante der Schotter 1,5–2 m höher als aus dem Gefälle der Schutter-Donau errechnet (was sich aus der Lage der Bohrung Mauern I am Talrand erklären läßt), die Oberkante 4–5 m tiefer; sie korrespondiert mit einer im Bereich des heutigen Donautals vorhandenen Niederterrasse. Weitere hierzu gehörende Terrassensedimente fanden sich im Schuttertal am Speckberg bei Meilenhofen unter mehr als 6,5 m mächtigen Verlandungssedimenten. Aus diesen Daten wird auf eine Erosion der Schutter-Donau während der Eem-Warmzeit und auf eine allmählich nachlassende Überflutung des Wellheimer Tals und Schuttertals im mittleren Jungpleistozän geschlossen.

b) Hochflutsedimente: Bohmers 1951 betonte bereits die Ähnlichkeit von Schotter- und Auenlehmproben aufgrund von Schwermineraluntersuchungen. In der Bohrung Mauern I wurden Sandproben aus den Schottern mit einer Probe aus dem Auenlehm (mittlerer Abschnitt) unter dem Binokular verglichen. Letztere erwies sich als feiner und quarzreicher, damit möglicherweise als stärker beeinflusst durch lokale Vorkommen von „Neuburger Kieselweiß“, falls nicht eine Auslese durch Transport und chemische Verwitterung stattgefunden hat. Die Hochflutsedimente sind damit der Schutter-Donau zuzuordnen.

c) Schwemmlehm: Mit dem Ende der Überflutungen durch die Schutter-Donau verläuft die Sedimentation bei Mauern und vor den Weinberghöhlen in zwei verschiedenen Bahnen: Während der Sprösselbach vor Mauern erodiert und dann weiter aufschüttet, schiebt sich westlich der Höhlen der Schwemmkegel aus einem Tälchen in die Aue vor. Es handelt sich hierbei um Lößlehm mit Sandanteilen von Neuburger Weiß und wechselnd Kalkschutt. Der zunehmende Kalkgehalt von 15 ‰ (unten) auf 20 ‰ (mitte) und schließlich 33 ‰ (oben) läßt auf eine allmähliche Profilumkehr durch Umlagerung schließen, ohne daß die Bodenentwicklung bei Beginn der Erosion schon besonders „reif“ gewesen wäre (Tongehalte gleichsinnig 29/22/28 ‰); der Abtrag dürfte kurz nach der Lößanwehung begonnen haben. (Vgl. hierzu auch Bleich u. Müller-Beck 1968.)

Das humose und damit ackerbaubedingte Kolluvium erreicht Mächtigkeiten zwischen 0,5 und 1 m.

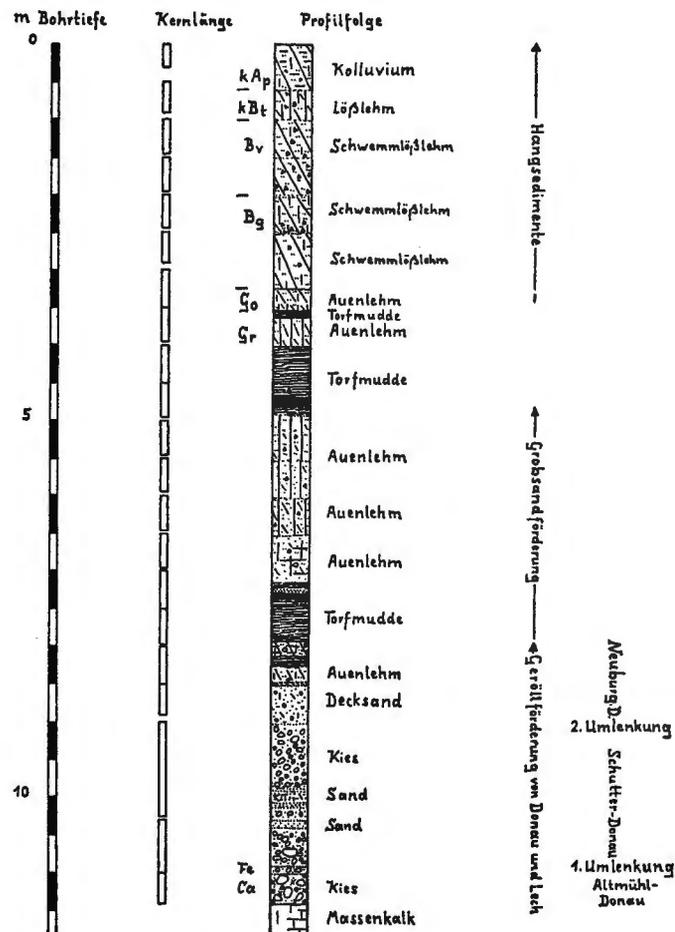


Bild 7. Mauern, Profil der Bohrung Mauern I.

## Anhang:

## Sammelprofil der Kernbohrungen I-IV im Talgrund S der Weinberghöhlen bei Mauern

Lößlehm-Kolluvium:	0,6 bis 0,75 m mächtig, dunkelgraubraun, humos, krümelig, nach unten zunehmend gröber polyedrisch, einzelne Steine (meist Silex); deutliche bis scharfe Grenze,
Schwemmlößlehm:	2,65 bis 2,9 m mächtig, im oberen Teil ockergelbgrau, Feinschichtung bis bänderartig, verstreut Kalkschutt und einzelne Silexstückchen (im mittleren Teil gehäuft), im unteren Drittel und noch mehr am oberen Ende stärker tonig. Pseudogley-Gley-Phänomene: Bänderung lagenweise hellgrau reduziert bei -100 bis -200, wobei die Lagen nach unten mächtiger werden, also immer mehr Einzelschichten umfassen; zur Unterkante hin auch Rostbänder; Marmorierung und Rostfleckung nach unten zunehmend häufiger und deutlicher; Oxidkonkretionen oben vereinzelt, 1-2 mm groß (stellenweise Nester), nach unten häufiger und kleiner, lagenweise auftretend; scharfe Grenze,
Blockschutt:	keine durchgehende Schicht, Blöcke von dolomitischem Kalkstein, 30 bis 70 cm groß,
Auenlehm:	schluffig, bis 0,5 m mächtig, grünlichgrau, feinschichtig, mit zumeist dünnen Lagen von Torfmudde (jedoch eine Schicht 0,1 m mächtig in Mauern I),
Torfmu-dde:	0,2 bis 0,65 m mächtig, dunkelbraun bis braunschwarz, nach unten mit Kalkschutt, dichte (0,2 bis 0,5 cm) und poröse Lagen (2-3 cm) desselben Materials; bei geringer Mächtigkeit ungeschichtet,
Torfmu-dde mit Tonlagen:	0,8 bis 1,7 m mächtig, Torflage mit nach unten abnehmender Mächtigkeit im grünlichgrauen Ton eingeschaltet bis hin zur Feinschichtung, einzelne Sandlagen (bei Mauern I von oben an, Probe 1). Bei Mauern II andeutungsweise Unterbrechung der Torfmuddelagen in den oberen 75 cm (der Ton ist jedoch humos), unterhalb Muddebänder ohne Sandlagen,
Toniger Auenlehm:	0,2 bis 1 m mächtig (teilweise Vertretung des vorigen), in Mauern I bläulichgrau mit wechselnd ausgeprägter Feinschichtung, sonst grünlichgrau mit Sandlagen,
Lehmiger Grobsand:	0,6 bis 1,5 m mächtig (teilweise durch die beiden vorigen vertreten), bläulich oder grünlichgrau, mit dünnen Tonschichten, nach unten zunehmend mit dünnen Muddelagen,
Toniger Auenlehm:	0,15 bis 0,4 m mächtig, mit Torfmuddelagen und einzelnen Sandlagen,
Torfmu-dde:	0,85 bis 1 m mächtig, wechselnd dichte (1 cm) und poröse Lagen (2 bis 2,5 cm) desselben Materials,
Toniger Auenlehm:	bis 0,4 m mächtig, oben mit Muddelagen in Feinschichtung, nach unten feinsandig, bläulichgrau,
Lehmiger, kiesiger Sand:	bis 0,4 m mächtig, hellbläulichgrau (Beschreibung ab hier Mauern I, Bild 7),
Sandiger Kies:	0,9 m mächtig (Sandprobe 2),
Sand:	0,3 m mächtig, wechselnd lehmig, mit Feinschichtung, hellbläulichgrau,
Kies:	1,3 m mächtig, wechselnd grobsandig (Sandprobe 3), im unteren Drittel mit Roststreifen; untere 40 cm stark mit kreidigem Kalk (Bohrmehl!) durchsetzt, viele eckige Stücke und Splitter von dolomitischem Jurakalk; 1 Kalksteingeröll 13 cm groß,
Felssohle bei etwa -1140 cm (zwischen 384,5 und 385 m ü. NN).	

## 2. Die Lößgliederung

Im Jahre 1972 war bei Bauarbeiten das von Zotz 1955 beschriebene Lößprofil an der Ziegelei Mauern etwas weiter bergwärts erneut aufgeschlossen. Änderungen in Beobachtung und Deutung geben Anlaß zu einer erneuten Beschreibung. Folgende Gliederung wurde beobachtet (s. Bild 8):

- 10 Kolluvium ( $A_h$ - über restlichem  $B_t$ -Horizont)
- 9 gelblichgrauer Fließlöß, kiesig; scharfe Untergrenze
- 8 Löß, an der Oberkante einige cm tief verbraunt ( $B_v$  teilt sich links im Profil)
- 7 brauner Lößlehm (7,5 YR 4/4), schwach subpolyedr., Unter- und Obergrenze bisweilen deutlich plattig (Frostblätterung oder Fließschichtung); Untergrenze weniger scharf
- 6 Löß, in verschiedener Tiefe mit verfüllten Wühlgängen (m. B.-Material von 7), am rechten Profilrand mit schneckenreicher Linse an der Obergrenze, verstreut Holzkohlenflitter, im unteren Abschnitt einzelne Abschlüge und Silexsplitter, oben hell bräunlichgrau, nach unten zunehmend bleichfleckig mit zahlreichen Oxidkonkretionen; lappige bis fleckige Untergrenze

- 5 Lößlehm, glimmerreich, feinsandig, oben grell marmoriert, nach unten grünlich bis gelblichgrau und braunfleckig, Oxidkonkretionen, von oben Eiskeile bis 70 cm tief (stark gebleicht mit Rostrand), im oberen Teil Kieslagen und -linsen (aus 4); Untergrenze an tiefen Eiskeilen und Taschen unruhig (dort Frostblätterung, in senkrechten Klüften dunkelbraune Tonbeläge und Oxidflecken)
- 4 Terrassenschotter, verbraunt und verlehmt (7,5 YR 4/4), Gerölle bis 10 cm groß, oxidfleckig, längs Frostbodenformen (Eiskeile, Taschenböden) eingeregelt
- 3 Sand, verbraunt und verlehmt (Randfacies von 4)
- 2 brauner, schlierig weißer Kaolinitton, gefältelt, ans Liegende gepreßt, mit Gleitharnischen
- 1 Dolomitmfels, 2 cm tief vergrust, stark verkarstet, in Blockhaufen zerfallen.

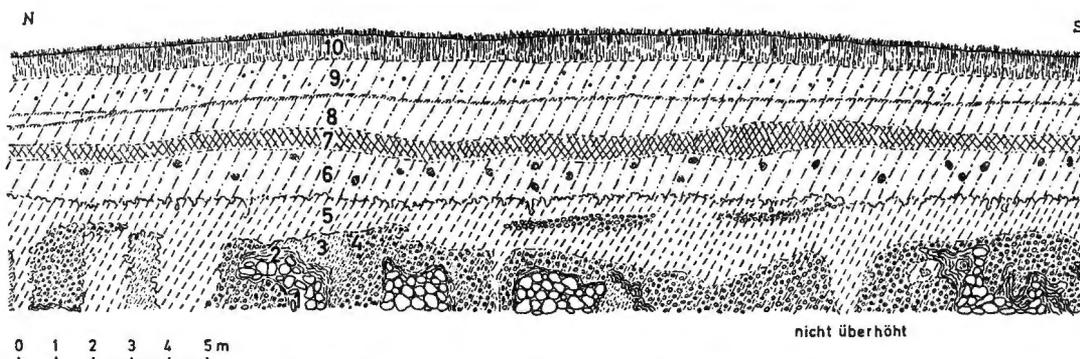


Bild 8. Ziegelei Mauern, Profil etwa im Hangstreichen.

1 Dolomitmfels, 2 Verwitterngston (z. Kaolinit), 3 Sand (Randfacies von 4), 4 verwürgte Terrassenschotter m. Eiskeilen, 5 marmorierte Lößlehm-Fließerde, 6 Löß m. Krotowinen von 7, 7 B<sub>t</sub>-Horizont m. Fließflächen an der Unter- u. Obergrenze, 8 Löß, oben verbraunt, m. Fließerde, 9 steiniger Fließlöß, 10 erodierte Parabraunerde.

Deutung: Die altpleistozänen Donauschotter liegen hier am Talrand auf umgelagerten Kreidesedimenten. Schicht 5 ist von ihnen durch eine Warmzeit und eine ausgesprochene Kaltphase getrennt und repräsentiert das Mittelpleistozän, mit einer Fließphase am Ende. Der Rest der Abfolge ist in das Jungpleistozän zu stellen, wobei Schicht 7 den Bereich Hengelo-Denekamp darstellt (die Intensität der Bodenbildung ist, gemessen an anderen Aufschlüssen, für die Warmzeit des unteren Jungpleistozäns viel zu gering). Dieser Deutung würden die (nach Meinung von H. Müller-Beck mittelpaläolithischen) Silexabschläge darunter nicht widersprechen.

#### Literatur

- Andersen, S. T.: Vegetation and its Environment in Denmark in the Eearly Weichselian Glacial (Last Glacial). Danmarks Geol. Unders. II. R. 75, 175 S., Kopenhagen 1961.
- Averdieck, F.-R.: Die Vegetationsentwicklung des Eem-Interglazials und der Frühwürm-Interstadiale von Odderade/Schleswig-Holstein. Fundamenta B, 2, 101-125, Köln, Graz 1967.
- Bastin, B.: Pflanzengeographische Probleme der offenen Vegetation Europas während der letzten Eiszeit. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 80, 697-704, Stuttgart 1967.
- Becker, B.: Möglichkeiten für den Aufbau einer absoluten Jahrringchronologie des Postglazials anhand subfossiler Eichen aus Donauschottern. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 85, 29-45, Stuttgart 1972.
- Behre, K.-E.: Pollen- und diatomeenanalytische Untersuchungen an letztinterglazialen Kieselgurlagern der Lüneburger Heide (Schwindebeck und Grevenhof im oberen Luhetal). Flora 152, 325-370, Jena 1962.
- Untersuchungen zur spätglazialen und frühpostglazialen Vegetationsgeschichte Ostfrieslands. Eiszeitalter u. Gegenwart 17, 69-84, Öhringen 1966.
- Die Vegetation im Spätpleistozän von Osterwanna/Niedersachsen. Geol. Jb. A 18, 3-48, Hannover 1974.
- Bertsch, A.: Untersuchungen zur spätglazialen Vegetationsgeschichte Südwestdeutschlands. Flora 151, 243-280, Jena 1961.

- Beug, H.-J.: Untersuchungen zur spätglazialen und frühpostglazialen Floren- und Vegetationsgeschichte einiger Mittelgebirge. *Flora* 145, 167–211, Jena 1957.
- Leitfaden der Pollenbestimmung. Lief. 1. 63 S., Stuttgart 1961.
- Untersuchungen zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte im Gardaseegebiet unter besonderer Berücksichtigung der mediterranen Arten. *Flora* 154, 401–444, Jena 1964.
- Bleich, K. & Müller-Beck, H.: Jungpleistozäne und altholozäne Archäologie im Raume Eichstätt-Neuburg/Donau. *Eiszeitalter u. Gegenwart* 19, 304, Öhringen 1968.
- Bohmers, A.: Die Mauerner Höhlen und ihre Bedeutung für die Einteilung der Altsteinzeit. Forschungs- und Lehrgemeinschaft „Das Ahnenerbe“, Jahrestagungen, Ber. über die Kieler Tagung 1939, 65–73, Neumünster 1944.
- Die Höhlen von Mauern, Teil I, Kulturgeschichte der altsteinzeitlichen Besiedlung. *Palaeohistoria* 1, 107 S., Groningen 1951.
- Bortenschlager, S.: Pollenanalyse des Gletschereises – grundlegende Fragen zur Pollenanalyse überhaupt. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 81, 491–497, Stuttgart 1968.
- Brande, A.: Untersuchungen zur postglazialen Vegetationsgeschichte im Gebiet der Neretva-Niederungen (Dalmatien, Herzegowina). *Flora* 162, 1–44, Jena 1973.
- Brunnacker, K., Basler, D., Ložek, V., Beug, H.-J. & Altemüller, H.-J.: Zur Kenntnis der Löss im Neretva-Tal. *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.* 132, 127–154, Stuttgart 1969.
- Draxler, I.: Palynologische Untersuchungen an Sedimenten aus der Salzofenhöhle im Toten Gebirge. *Ann. Naturhist. Mus. Wien* 76, 161–186, Wien 1972.
- Erd, K.: Pollenanalytische Gliederung des Pleistozäns der Deutschen Demokratischen Republik. *Z. geol. Wiss.* 1/9, 1087–1103, Berlin 1973.
- Faegri, K. & Iversen, J.: *Textbook of Pollen Analysis*. 237 S., Oxford 1964.
- Filzer, P.: Das Interglazial Riß-Würm vom Pfefferbichl bei Buching im Allgäu. *Vorzeit* 1967, 3–18, Singen/Htw. 1967.
- Pollenanalytische Untersuchungen der Höhlen- und Hangschichten. In Wetzel, R. & Bosinski, G.: *Die Bocksteinschmiede im Lonetal*, Teil 1. Veröff. Staatl. Amt f. Denkmalpf. Stuttgart, Reihe A, 169–205, Stuttgart 1969.
- Filzer, P. & German, R.: Das Eem und die Würmeiszeit im Profil der wissenschaftlichen Kern-Bohrung Wurzaacher Becken 1 (DFG). *Heidelberger Geogr. Arb.* 20, 79–94, Heidelberg 1968.
- Firbas, F.: Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen, Bd. I, 480 S., Jena 1949.
- Frenzel, B.: Zur Pollenanalyse von Lössen. *Eiszeitalter u. Gegenwart* 15, 5–39, Öhringen 1964.
- Die Klimaschwankungen des Eiszeitalters. 291 S., Braunschweig 1967.
- Grundzüge der pleistozänen Vegetationsgeschichte Nord-Eurasiens. *Erdwiss. Forschung* 1, 326 S., Wiesbaden 1968.
- Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen am Füramoos. Führer zu den Exkursionen der 16. wiss. Tagung d. Deutsch. Quartärvereinigung vom 23.–30. 9. 1972, 97–99, Stuttgart 1972, vervielfältigt.
- Some Remarks on the Pleistocene Vegetation. *Eiszeitalter u. Gegenwart* 23/24, 281–292, Öhringen 1973 a.
- On the Pleistocene Vegetation History. *Ibid.* 321–332, Öhringen 1973 b.
- Frenzel, B. & Jochimsen, M.: Die Schieferkohlen aus der Umgebung von Wasserburg/Inn. Führer zu den Exkursionen der 16. wiss. Tagung d. Deutsch. Quartärvereinigung vom 23.–30. 9. 1972, 73–75, Stuttgart 1972, vervielfältigt.
- Frenzel, B. & Löscher, M.: Bericht über die im Anschluß an die DEUQUA-Tagung 1972 durchgeführte mehrtägige quartärgeologische Exkursion in das bayerisch-schwäbische Alpenvorland. *Eiszeitalter u. Gegenwart* 23/24, 401–409, Öhringen 1973.
- Frenzel, B. & Peschke, P.: Über die Schieferkohlen von Höfen, Breinetsried, Großweil, Schwaiganger und Pömetried. Führer zu den Exkursionen der 16. wiss. Tagung d. Deutsch. Quartärvereinigung vom 23.–30. 9. 1972, 77–80, Stuttgart 1972, vervielfältigt.
- Frenzel, B. & Vodičkova, V.: Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen an den Schieferkohlen des Pfefferbichls bei Buching. *Ibid.*, 83–84, Stuttgart 1972, vervielfältigt.
- Freund, G.: Die sedimentanalytischen Untersuchungen. In Zotz, L. F.: *Das Paläolithikum in den Weinberghöhlen bei Mauern*. *Quartär-Bibl.* 2, 152–219, Bonn 1955.
- Die ältere und mittlere Steinzeit in Bayern. *Jahresber. Bayer. Bodendenkmalpf.* 4 (1963), 9–167, München 1964.
- German, R., Dehm, R., Ernst, W., Filzer, P., Käss, W., Müller, G. & Witt, W.: Ergebnisse der wissenschaftlichen Kern-Bohrung Ur-Federsee 1. *Oberrh. Geol. Abh.* 14, 97–139, Karlsruhe 1965.
- German, R., Borneff, J., Brunnacker, K., Dehm, R., Filzer, P., Käss, W., Kunte, H., Müller, G. & Witt, W.: Ergebnisse der wissenschaftlichen Kern-Bohrung Ur-Federsee 2. *Oberrh. Geol. Abh.* 16, 45–110, Karlsruhe 1967.

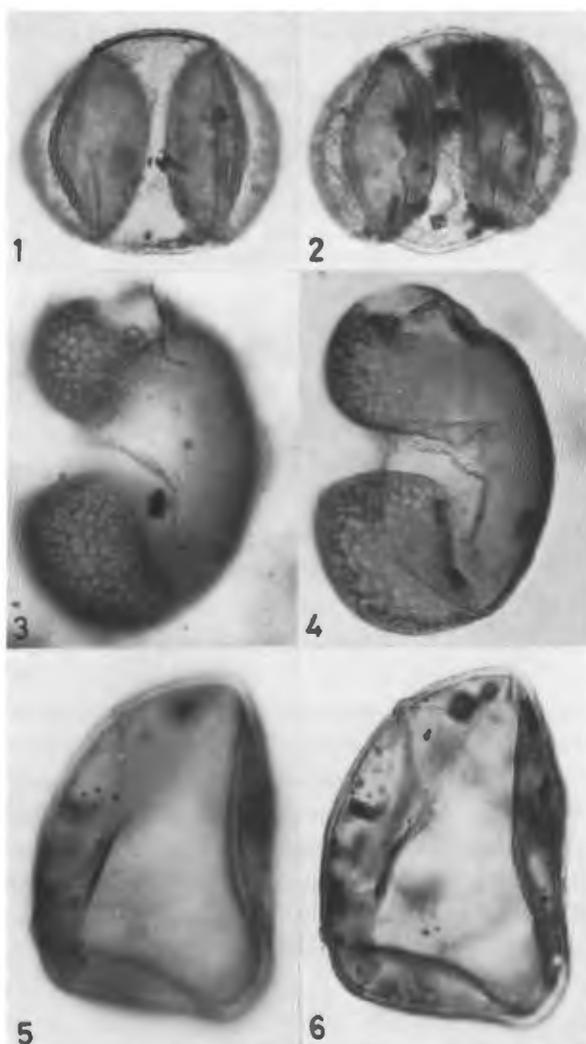
- Göttlich, K.: Über interglaziale, spät- und postglaziale Funde von *Isoetes tenella*, *Ephedra* und *Armeria* in Oberschwaben. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 70, 139–144, Stuttgart 1957.
- Göttlich, K. & Werner, J.: Zwei wahrscheinlich letztinterglaziale Torfvorkommen im Gebiet von Stockach-Meißkirch. Eiszeitalter u. Gegenwart 19, 175–182, Öhringen 1968.
- Grüger, E.: Pollenanalytische Untersuchungen. Führer zu den Exkursionen der 16. wiss. Tagung d. Deutsch. Quartärvereinigung vom 23.–30. 9. 1972, 68–69, Stuttgart 1972, vervielfältigt.
- Grüger, J.: Untersuchungen zur spät- und frühpostglazialen Vegetationsentwicklung der Südalpen im Umkreis des Gardasees. Bot. Jb. 88, 163–199, Stuttgart 1968.
- Guenther, E. W. & Tidelski, F.: Fauna und Flora im Pleistozän-Profil von Murg bei Säkingen und ihre Aussage zur Altersdatierung. Eiszeitalter u. Gegenwart 15, 164–180, Öhringen 1964.
- Hammen, T. van der: Late Glacial Flora and Periglacial Phenomena in the Netherlands. Leidse Geol. Mededel. 17, 71–184, Leiden 1951.
- Hammen, T. van der, Maarleveld, G. C., Vogel, J. C. & Zagwijn, W. H.: Stratigraphy, Climatic Succession and Radiocarbon Dating of the Last Glacial in the Netherlands. Geol. en Mijnbouw 46, 79–95, 's-Gravenhage 1967.
- Hammen, T. van der, Wijmstra, T. A. & Zagwijn, W. H.: The Floral Record of the Late Cenozoic of Europe. In Turekian, K. K. ed.: The Late Cenozoic Glacial Ages, 391–424, New Haven 1971.
- Hegi, G.: Illustrierte Flora von Mitteleuropa 5/3, München 1931.
- Hofmann, E.: Die Pflanzenreste aus den Weinberghöhlen. In Zotz, L. F.: Das Paläolithikum in den Weinberghöhlen bei Mauern. Quartär-Bibl. 2, 308–314, Bonn 1955.
- Jung, W.: *Selaginella selaginoides* (L.) LINK in eiszeitlichen Ablagerungen des bayerischen Alpenvorlandes. Ber. Bayer. Botan. Ges. 40, 51–53, München 1968.
- Jung, W., Beug, H.-J. & Dehm, R.: Das Riß/Würm-Interglazial von Zeifen, Landkreis Laufen a. d. Salzach. Bayer. Akad. Wiss., Math.-Nat. Kl., Abh. N. F. 151, 131 S., München 1972.
- Koenigswald, W. von, Müller-Beck, H. & Pressmar, E.: Die Archäologie und Paläontologie in den Weinberghöhlen bei Mauern (Bayern), Grabungen 1937–1967. Archaeologica Venatoria 3, 152 S., Tübingen 1974.
- Lang, G.: Chronologische Probleme der späteiszeitlichen Vegetationsentwicklung in Südwestdeutschland und im französischen Zentralmassiv. Pollen et Spores 5, 129–142, Paris 1963.
- Die Vegetationsgeschichte der Wutachschlucht und ihrer Umgebung. Die Wutach, 323–349, Freiburg/Br. 1971.
- Lange, W. & Menke, B.: Beiträge zur frühpostglazialen erd- und vegetationsgeschichtlichen Entwicklung im Eidergebiet, insbesondere zur Flußgeschichte und zur Genese des sogenannten Basistorfes Meyniana 17, 29–44, Kiel 1967.
- Leroi-Gourhan, A.: Chronologie des Grottes d'Arcy-sur-Cure. Gallia préhistoire 7, 1–64, Paris 1964.
- La Grotte de Prélétang II. Analyse pollinique des sédiments. Gallia préhistoire 9, 85–92, Paris 1966.
- Lüdi, W.: Die Pflanzenwelt des Eiszeitalters im nördlichen Vorland der Schweizer Alpen. Veröff. Geobot. Inst. Rübel, Zürich, 27, 208 S., Bern 1953.
- Lüttig, G., Menke, B. & Schneekloth, H.: Über die biostratigraphische Forschung im norddeutschen Pleistozän – Stand 1967. Eiszeitalter u. Gegenwart 18, 236–239, Öhringen 1967.
- Mania, D.: Stratigraphische Gliederung und Ablauf der Weichselkaltzeit im mittleren Elb-Saale-Gebiet. Ausgrabungen und Funde 15, 1–9, Berlin 1970.
- Markgraf, V.: Moorkundliche und vegetationsgeschichtliche Untersuchungen an einem Moorsee an der Waldgrenze im Wallis. Bot. Jb. 89, 1–63, Stuttgart 1969.
- Menke, B.: Das Spätglazial von Glüsing. Eiszeitalter u. Gegenwart 19, 73–84, Öhringen 1968.
- Ergebnisse der Pollenanalyse zur Pleistozän-Stratigraphie und zur Pliozän-Pleistozän-Grenze in Schleswig-Holstein. Eiszeitalter u. Gegenwart 21, 5–21, Öhringen 1970.
- Menke, B. & Behre, K.-E.: History of Vegetation and Biostratigraphy. Eiszeitalter u. Gegenwart 23/24, 251–267, Öhringen 1973.
- Menke, B. & Ross, P.-H.: Der erste Fund von Kieselgur in Schleswig-Holstein bei Brokenlande, südlich von Neumünster. Eiszeitalter u. Gegenwart 18, 113–126, Öhringen 1967.
- Müller, E.: Pollenanalytische Untersuchungen in den drei Bärenhöhlen. In Andrist, D., Flükiger, W. & Andrist, A.: Das Simmental zur Steinzeit. Acta Bernensia 3, 146–148, Bern 1964.
- Müller-Beck, H.: Sondierungen in der paläolithisch-mesolithischen Freilandstation „Speckberg“. Bayer. Vorgeschichtsblätter 31, 1–33, München 1966.
- Die Stratigraphie des süddeutschen Jungpleistozäns. Jshr. mitteldt. Vorgesch. 53, 83–102, Halle/S. 1969.
- Weinberghöhlen (Mauern) und Speckberg (Meilenhofen) 1964–1972. Arch. Inf. 2, 29–36, Tübingen 1973.

- Oberdorfer, E.: Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Süddeutschland und die angrenzenden Gebiete. 3. Aufl., 987 S., Stuttgart 1970.
- Ohngemach, D.: Beiträge zur Pollenanalyse von Böden und mineralischen Sedimenten. Diss. Tübingen 1970.
- Peschke, P.: Über Schieferkohlen und andere warmzeitliche Sedimente im Gebiet von Murnau und Penzberg. Eiszeitalter u. Gegenwart 23/24, 399, Ohringen 1973.
- Rausch, K.-A.: Untersuchungen zur spät- und nacheiszeitlichen Vegetationsgeschichte im Gebiet des ehemaligen Inn-/Chiemseegletschers. Diss., 75 S., Göttingen 1973.
- Reich, H.: Die Vegetationsentwicklung der Interglaziale von Großweil-Ohlstadt und Pfefferbichl im Bayerischen Alpenvorland. Flora 140, 386–443, Jena 1953.
- Renault-Miskovsky, J.: La végétation pendant le Würmien II, aux environs de la grotte de l'Hortus (Valflaunès, Hérault) d'après l'étude des pollens. In Lumley, H. de: La Grotte de l'Hortus (Valflaunès, Hérault). Etudes Quaternaires 1, 313–324, Marseille 1972.
- Roskopf, G.: Pflanzengesellschaften der Talmoore an der Schwarzen und Weißen Laber im Oberpfälzer Wald. Denkschr. Regensburger Bot. Ges. 28, N. F. 22/1, 1–115, Regensburg 1971.
- Schaefer, I.: Der Talknoten von Donau und Lech. Mitt. Geogr. Ges. München 51, 59–111, München 1966.
- Schmeidl, H.: Ein Beitrag zur spätglazialen Vegetations- und Waldentwicklung im westlichen Salzachgletschergebiet. Eiszeitalter u. Gegenwart 22, 110–126, Ohringen 1971.
- Schmidt, E.: Mikrophotographischer Atlas der mitteleuropäischen Hölzer. Schriftenreihe Reichsinst. ausländ. u. kolon. Forstwirtschaft 1, 112 S., Neudamm 1941.
- Schneekloth, H.: Ergebnisse weiterer Untersuchungen an den interstadialen Ablagerungen der Weichsel-Eiszeit in Oerel/Krs. Bremervörde. Z. deutsch. geol. Ges. 1964, 116, 773–796, Hannover 1966.
- Schütrumpf, R.: Die pollenanalytische Datierung der altsteinzeitlichen Funde von Mauern. Forschungs- und Lehrgemeinsch. „Das Ahnenerbe“, Jahrestagungen, Ber. über die Kieler Tagung 1939, 74–79, Neumünster 1944.
- Die pollenanalytische Datierung der altsteinzeitlichen Funde. In Bohmers, A.: Die Höhlen von Mauern, Teil I. Palaeohistoria 1, 10–20, Groningen 1951.
- Pollenanalytische Untersuchungen in den Lössschichten von Rheindahlen. Bonner Jahrb. 166, 357–358, Bonn 1966.
- Stephan, W.: Frühwürmzeitliche Schieferkohlevorkommen im Bereich des östlichen Isar-Vorlandgletschers. Geologica Bavarica 63, 217–230, München 1970.
- Vogel, J. C. & Waterbolk, H. T.: Groningen Radiocarbon Dates X. Radiocarbon 14/1, 6–110, New Haven 1972.
- Zagwijn, W. H.: Vegetation, Climate and Radiocarbon Datings in the Late Pleistocene of the Netherlands, Part 1: Eemian and Early Weichselian. Mededel. Geol. Sticht. N. S. 14, 15–45, Maastricht 1961.
- Zotz, L. F.: Das Paläolithikum in den Weinberghöhlen bei Mauern. Quartär-Bibl. 2, 330 S., Bonn 1955.

Anschrift der Verfasser:

Dr. Arthur Brande, Institut für Ökologie der TU Berlin, 1 Berlin 33, Albrecht-Thaer-Weg 4,

Dr. Klaus Eberhard Bleich, Institut für Bodenkunde der Universität Hohenheim, 7 Stuttgart 70, Postfach 106.



Pollenkörner aus Profil Mauern I, Vergrößerung 500 $\times$ , 1-2 *Pinus Haploxylon*-Typ, 785 cm, 3-4 *Picea spec.*, 780 cm, 5-6 *Larix*, 785 cm.