

Ein frühpleistozänes Pollenprofil aus dem nördlichen Alpenvorland ¹⁾

Von PAUL FILZER, Tübingen und LORENZ SCHEUENPFLUG, Neusäß-Lohwald

Mit 3 Abbildungen

Zusammenfassung. Am Uhlenberg, ca. 21 km westlich Augsburg im Gebiet der Zusamplatte, fand sich in einer aufgelassenen Kiesgrube, eingelagert in graue und braune Lehme, die von glazifluvialen Schottern höchstwahrscheinlich donauzeitlichen Alters unterlagert werden, eine etwa 75 cm mächtige kohlige Schicht. Ihre pollenanalytische Untersuchung vermittelte Einblicke in Teilabschnitte der frühpleistozänen Vegetationsentwicklung im nördlichen Alpenvorland: beträchtliche, nach oben abnehmende Anteile des Pollens von *Tsuga* und des *baploxyton*-Typs von *Pinus*, geringe Beigaben von *Castanea*, Spuren von *Pterocarya* und (?)*Carya*. Nach oben findet eine starke Artenverarmung des Waldes statt; die oberste Probe enthält bereits deutliche Hinweise auf kaltzeitliches Klima. Die unmittelbar unter dem Flöz lagernden Lehme sind durch ein Massenvorkommen der Sporen von *Osmunda* gekennzeichnet. In tieferem Niveau zeichnet sich ein Fichten-Kiefern-Wald ab. Die pollenanalytischen Befunde beweisen in Übereinstimmung mit den geologischen Gegebenheiten das frühpleistozäne, wahrscheinlich donau/günz-interglaziale Alter der Fundstelle.

Summary. On Mount Uhlenberg near Augsburg in the area of the so-called Zusamplatte, a coal seam about 75 cm thick was observed lying in gray and brown loam and underlaid by fluvio-glacial gravels, most probably of Donau-glacial age. Its palynological study revealed parts of vegetational succession in early Pleistocene of northern Alpine Foreland: considerable quotas of *Tsuga* and *Pinus baploxyton* pollen, upwards diminishing, small shares of *Castanea*, traces of *Pterocarya* and (?)*Carya*. Topwards the forest becomes poor, on top there are signs of glacial climatic conditions. The loam immediately under the coal layer is marked by a bulk of *Osmunda* spores. At still lower level a *Picea-Pinus* forest becomes apparent. Palynological and geological statements coincide in evidence for the early pleistocene, probably Donau-Günz-interglacial age of the site.

Einleitung

Für die frühpleistozäne Vegetation des nördlichen Alpenvorlands fehlte es bisher an zuverlässigen Unterlagen. Als einigermaßen gut belegt kann im Rahmen des gesamten Pleistozäns nur die Vegetationsentwicklung des Riß/Würm-Interglazials und der Würmzeit gelten (REICH 1953, FILZER 1967, GERMAN & MITARB. 1968). Als wahrscheinlich mindel/riß-interglazial können die beiden Vorkommen vom Ziegelberg bei Bad Wurzach (GÖTLICH & WERNER 1967) und die Zone 100—108 m der Kernbohrung Wurzacher Becken (FILZER in GERMAN & MITARB. 1968) angesehen werden. Die zahlreichen, vor allem von LÜDI (1953) untersuchten Schieferkohlen und Mergel des schweizerischen Mittellandes dürften in keinem Fall weiter als in die Mindel/Riß-Warmzeit zurückreichen. Einzig die tiefste Pollenzone der Kernbohrung Ur-Federsee 2 („Buchau 1“) legt frühpleistozänes Alter nahe (GERMAN & MITARB. 1967), doch bleibt ihre chronologische Einordnung in das System des voralpinen Pleistozäns unsicher.

Andererseits sind die von MEYER (1956) untersuchten Braunkohlenlager des bayerischen und oberösterreichischen Alpenvorlands tertiären, teils miozänen, teils pliozänen Alters.

Es klafft also bisher im nördlichen Alpenvorland zwischen Pliozän und Mittelpleistozän eine Überlieferungslücke, und wir mußten, um uns ein Bild der Pflanzenwelt jener Zeit in Süddeutschland zu machen, auf Ablagerungen der Oberrheinischen Tiefebene und des Mainzer Beckens zurückgreifen: neben den Torfen von Schwanheim (BAAS 1932) tra-

¹⁾ Die pollenanalytischen Untersuchungen wurden dankenswerterweise durch eine Sachbeihilfe der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert.

gen die Tone und Gytjen von Jockgrim und Rheinzabern (PETERS 1965) durch das Zusammenvorkommen von *Tsuga* und *Pterocarya*, zu denen sich in Jockgrim noch *Carya*- und *Castanea*-Pollen in Spuren gesellen, frühpleistozäne Signatur.

Bei diesem unbefriedigenden Stand unserer Einsichten ist jeder Neufund wertvoll. Als daher Anfang des Jahres 1969 der zweitgenannte Verfasser dem ersten mitteilte, daß er im Gebiet der Zusamplatte in einer aufgelassenen Kiesgrube ein ca. 75 cm mächtiges Kohleflöz aufgefunden habe, das nach den stratigraphischen Gegebenheiten einer Frühphase des Pleistozäns zuzuschreiben sei, und eine pollenanalytische Bearbeitung der von ihm in 5-cm-Abständen geborgenen Proben anregte, fiel die Zusage nicht schwer. Erfreulicherweise erwiesen sich fast alle Proben als pollenführend, wengleich der Erhaltungszustand des Pollenmaterials infolge Korrosion und Bergdruck teilweise unbefriedigend war. Noch weniger zufriedenstellend war der Zustand der Sporomorphen in den liegenden Tonen, die nach Abschluß der Untersuchung des Kohlepakets zugänglich geworden waren.

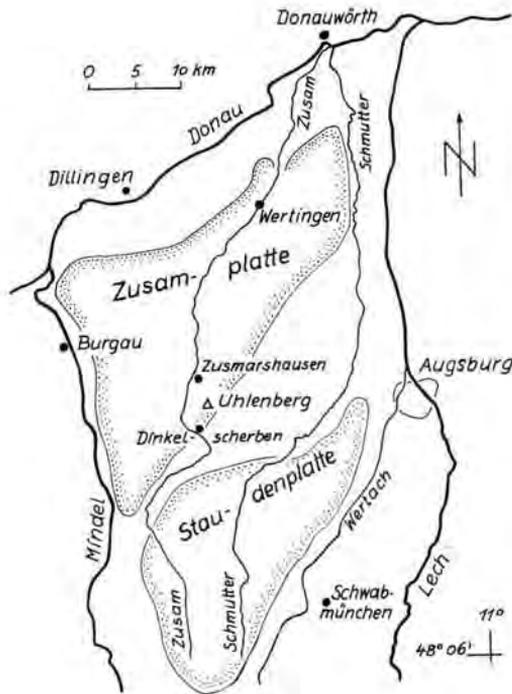


Abb. 1. Naturräumliche Gliederung des Einzugsgebiets der Zusaam.

Topographische und geologische Gegebenheiten

Die Zusaam, ein Fließchen zwischen Mindel und Lech, entspringt im Waldgebiet der „Stauden“, fließt im Westteil der „Staudenplatte“ nordwärts (Abb. 1) und entwässert an deren Nordrand das weite Ausräumungsbecken der Reischenau (= Dinkelscherbener Becken). Etwa von Dinkelscherben ab hat sie ihr Tal in ein anderes Schottergebiet eingesenkt, das nach ihr „Zusaamplatte“ benannt ist und sich nach Norden bis zum Donautal hin erstreckt. Die Zusaam berührt dabei auf ihrem Lauf den Markt Zusmarshausen, die Kreisstadt Wertingen und mündet südöstlich Donauwörth in die Donau.

Stauden- und Zusamplatte zählen zur naturräumlichen Einheit der „Iller-Lech-Platte“. Die Schotter der Staudenplatte sind höchstwahrscheinlich donauzeitlichen, jene der Zusamplatte günzzeitlichen Alters. Die Verfasser stützen sich bei diesen Angaben auf eine dankenswerte Auskunft von Prof. Dr. I. SCHAEFER-Regensburg, eine nähere Begründung ist von ihm nach Abschluß seiner Untersuchungen über das Altdiluvium der Iller-Lech-Platte in Aussicht gestellt, da sie erst im Rahmen einer regionalen Zusammenschau gegeben werden kann.

Die beiden ebengenannten Schotterfelder sind von zwei verschiedenen Flußsystemen abgelagert worden; als Trennlinie gilt die Dinkelscherbener Altwasserscheide, die in Resten noch bis heute erhalten ist (EBERL 1930, GRAUL 1949, SCHAEFER 1950, 1953). Im Bereich unmittelbar westlich dieser Wasserscheide sind auf den bewaldeten und schotterbedeckten Höhenrücken östlich der Zusam zwischen Dinkelscherben und Zusmarshausen Schotterreste wahrscheinlich donauzeitlichen Alters erhalten geblieben; sie wurden am Uhlberg zum Wegebau in einer Kiesgrube ausgebeutet, die anschließend zum großen Teil wieder eingeebnet wurde. Erst nach diesen Veränderungen wurde an einem Hangabriß eine schwarze, kohlige Schicht beobachtet.

Der Aufschluß befindet sich etwa 21 km westlich Augsburg, 2,1 km östlich Ruine und Weiler Wolfsberg oberhalb Steinekirch und 3 km NOzN der Kirche Dinkelscherben (Topographische Karte 1 : 25 000, Blatt 7629 Dinkelscherben; alt: 605 Zusmarshausen).

An der Entnahmestelle der ersten Probenserie ergibt sich — von oben nach unten gemessen — folgendes Profil (Abb. 2):

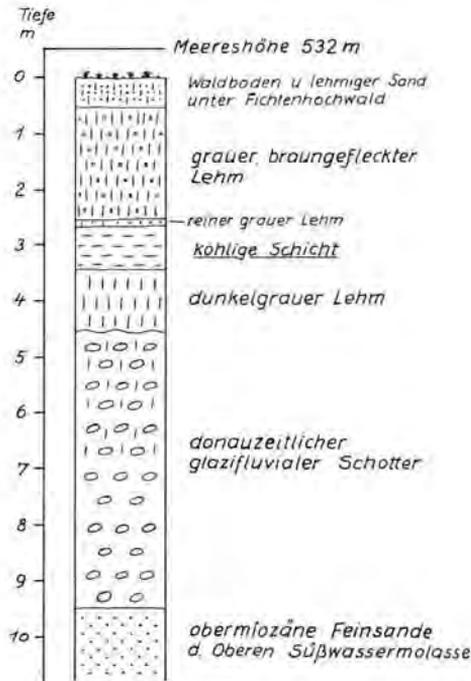


Abb. 2. Stratigraphisches Profil des Uhlberg-Interglazials.

0 — 0,50 m	lehmiger Sand	0 — 1 cm	Fichtennadelstreu
		1 — 3 cm	schwarz-krümelige Erde ohne Pflanzenteile
		3 — 6 cm	mit Humus durchsetzter, leicht lehmiger Sand

	6 — 14 cm	graubraun gefleckter Sand
	14 — 50 cm	gleichmäßig gefärbter, braun-gelb-grauer Sand, stärker lehmig
0,50 — 2,50 m		grauer, braungefleckter Lehm
2,50 — 2,60 m		reiner grauer Lehm, geht über in die kohlige Schicht
2,65 m		Probe 1 und in Abständen von je 5 cm die weiteren Proben für das Pollendiagramm entnommen.
3,50 m		Ende der kohligen Schicht (= Probe 16). Sie geht an ihrer Unterkante in dunkelgrauen Lehm über.

An dieser Stelle läßt sich das Profil wegen des angeschobenen Erdreichs nicht tiefer verfolgen. Durch eine Rutschung 5 m weiter südlich konnte der Hang noch knapp 1 m nach unten aufgegraben werden. Dies ermöglichte einen Einblick in den tieferen Schichtenaufbau. Die Unterkante der kohligen Schicht ist bis zu dieser Stelle um etwa 10 cm angestiegen. Somit läßt sich das neu gewonnene Profil an das Hauptprofil anhängen:

3,30 m	(unter der Geländeoberkante) Unterkante der kohligen Schicht; Probe 21 entnommen. (Wegen des Profilsprungs Zählung mit 21 begonnen; weitere Proben in 5-cm-Abständen nach unten entnommen und fortlaufend nummeriert.)
3,30 — 3,95 m	blaugrauer Lehm
3,95 — 4,10 m	der blaugraue Lehm wird dunkler
4,10 — 4,15 m	einige orangefarbene Lehmhäufchen wechseln mit ockergelben
4,25 m	letzte Probe = Nr. 40 entnommen.

Auch hier ist das Profil durch angeschobenes Erdreich nicht tiefer zugänglich. Aus einer früheren Aufnahme etwa 35 m weiter nördlich kann es folgendermaßen ergänzt werden (horizontalen Verlauf der Schotteroberkante vorausgesetzt!):

Gesamtmächtigkeit der meist lehmigen Deckschichten insgesamt etwa 4,5 m. Darunter 5 m mächtige glazifluviale Schotter (Meereshöhe der Schotterunterkante 522 m, barometrisch ermittelt). Im Liegenden gelbgraue obermiozäne Feinsande der Oberen Süßwassermolasse.

Im Schutt verstreut herumliegende schwarze Bröckchen lassen darauf schließen, daß sich die kohlige Schicht in diesem Aufschluß etwa 20—30 m weit horizontal erstreckt. Ob es sich bei der lehmigen Bedeckung nur um Lößlehm oder auch um Solifluktionsmaterial handelt, ist aus den beiden Hangabrissen nicht ohne weiteres zu erkennen, letzteres kann aber wohl vermutet werden, da die Kiesgrube an einem dem Zusamtal zugeneigten, west-exponierten Hang angelegt ist, der oberhalb des Aufschlusses noch um einige Meter ansteigt.

Aufbereitung der Proben

Das Probenmaterial wurde zunächst für einige Wochen in 5% KOH eingequollen und dann nach kurzem Aufkochen mit HF und Azetolyse behandelt. Vor allem in den unteren humosen Lehmproben 16—12 und dann wieder in Probe 5 machte sich Korrosion stark bemerkbar, in Probe 5 so stark, daß auf die Aufstellung eines Pollenspektrums verzichtet werden mußte. Der Prozentsatz der unkenntlichen, bezogen auf die Gesamtsumme der kenntlichen Pollen ist im Diagramm der Abb. 3 rechts außen vermerkt. Da die Möglichkeit bestand, daß die Korrosionserscheinungen eine Folge des Aufschlußverfahrens wären — LESCHIK (1956) berichtet anlässlich der Untersuchung der Wetterauer Braunkohle, daß nach seinen Erfahrungen KOH vor allem auf Laubholzpollen zerstörend wirke — wurden bei 8 der 16 Proben des Hauptprofils Kontrollaufschlüsse mit der H₂O₂-Methode THOMSONS hergestellt. Die Pollenkörner zeigten jedoch dieselben Korrosionserscheinungen, und die Anteile der Laubholzpollen unterschieden sich nur unwesentlich und keineswegs immer zugunsten der Kontrollen. Da andererseits die Vorquellung in 5% KOH eine deutlich bessere Entknitterung der Pollenkörner, insbesondere jener der Nadelhölzer bewirkte, wurde der KOH-Azetolyse-Methode der Vorzug gegeben.

Die Prozentwerte des Diagramms der Abb. 3 sind auf die Grundsumme: Baumpollen einschließlich *Corylus* = 100 bezogen.

Das Pollendiagramm des Kohlenflözes (Abb. 3)

Schon die erstuntersuchte tiefste Probe 16 stellte das hohe Alter der Lagerstätte unter Beweis: 12% des Baumpollens erwies sich als *Tsuga*-Pollen, und zwar in seinen beiden, auch sonst in einschlägigen Ablagerungen vertretenen Typen, dem *canadensis*- und dem *diversifolia*-Typ, wobei eine saubere Trennung der beiden Typen nicht möglich war. Im weiteren Verlauf geht die *Tsuga*-Kurve stetig zurück und erlischt praktisch in Probe 9.

Was die übrigen Holzarten betrifft, so dominiert der Pollen von *Alnus* in Probe 16 mit fast 60 %, geht dann aber zurück und ist in den obersten Proben nur noch in Spuren zugegen. *Picea*, am Spektrum 16 mit rund 16 % beteiligt, steigert zunächst ihre Anteile bis zur Dominanz in den Proben 12 und 11 und tritt dann die Herrschaft an *Pinus* ab, die zunächst nur mit 5 % vertreten ist, sich dann aber immer mehr in den Vordergrund schiebt und in Probe 4 mit rund 64 % kulminiert. Interessant ist dabei, daß in den tiefen Proben der von RUDOLPH (1935) ausgeschiedene *haploxylon*-Typ in nicht geringer, nach oben hin zugunsten des *silvestris*-Typs abnehmender Häufigkeit vertreten ist. Systematische Messungen der Länge der Ansatzstellen der Luftkammern im Verhältnis zu ihrer Breite, wie sie für eine präzise Differentialdiagnose notwendig sind, waren allerdings insoweit nicht möglich, als bei einem Teil der Körner infolge Zerreißung oder Deformation keine verläßlichen Maße festzustellen waren. Berücksichtigen wir nur die der Messung zugänglichen Körner, so ergibt sich für die Proben 14—16 zusammengenommen, daß von 53 Körnern 17 dem *haploxylon*-Typ angehören, ihr Anteil also $\frac{1}{3}$ beträgt. In Probe 11 waren von 20 Körnern 5, also $\frac{1}{4}$ dem *haploxylon*-Typ zuzuteilen; in Probe 6 war unter 19 Körnern kein *haploxylon*-Pollen mehr nachzuweisen. Wir kommen weiter unten auf diese Feststellungen zurück.

Abies ist nur in 5 Proben mit Bruchteilen eines Prozentes vertreten, ähnlich gering ist die Beteiligung von *Quercus* (max. 1,4 %), *Tilia* (max. 1,0 %), *Ulmus* (nur 1 Korn) und *Carpinus* (max. 1,0 %).

Die Kurven von *Corylus* und *Betula* verlaufen einander ähnlich: nach geringen Anfangswerten ein kräftiger Vorstoß in Probe 8, dann wieder Rückgang und in Probe 2 ein erneutes kräftiges, bei Berechnung auf die Gesamtpollensumme, die in dieser Probe angebracht wäre, in engeren Grenzen bleibendes Maximum. Die Entscheidung, ob *Corylus* oder *Betula*, war bei etwa 75—80 % der Körner ohne Schwierigkeiten möglich, die unsicheren Körner wurden im Verhältnis der sicher bestimmbareren auf die beiden Gattungen aufgeteilt. Dabei besteht die Möglichkeit, daß das eine oder andere als *Betula* oder unsicher registrierte Korn in Wirklichkeit *Ostrya* zuzuschreiben ist. Das hauptsächliche Unterscheidungsmerkmal, bei rundlichem Umri vorspringende Poren ohne Vestibulum, läßt bei Körnern, die unter Bergdruck standen, häufig im Stich; die Gestalt der Poren läßt sich dann nicht mit Sicherheit ausmachen. Es wurden nur solche Körner *Ostrya* zugerechnet, bei denen solche Zweifel nicht bestanden.

Der Pollen von *Castanea* kann als gesichert gelten. Verf. hatte in einer gleichzeitig laufenden Untersuchung eines von Dr. FREISING-Stuttgart geborgenen Bohrkerns aus einer Ziegeleigrube des württembergischen Unterlandes einen Pollen in größerer Menge gefunden, der *castanea*-verdächtig war, eine provisorische Diagnose, die jedoch bei genauem Zusehen²⁾ auf Grund des Vorhandenseins einer skabratnen Skulptur verworfen werden mußte. Den in unserem Profil auftretenden Körnern fehlt diese Skulptur, sie entsprechen auch nach Größe und Formindex den Anforderungen, die an *Castanea*-Pollen zu stellen sind, wnngleich feinere Einzelheiten, insbesondere die Erkennbarkeit der Poren, nicht selten Wünsche offen lassen.

Weiterhin wurde in wenigen Exemplaren der Pollen von *Pterocarya* festgestellt. Die Anwesenheit des *Carya*-Pollens ist hingegen nicht über jeden Zweifel erhaben, weil es immerhin möglich ist, daß bei dreiporigen *Carpinus*-Körnern durch Bergdruck eine Exzentrizität der Porenordnung vorgetäuscht werden kann. In einigen Fllen glaube ich jedoch, daß die Diagnose *Carya* zurecht besteht.

²⁾ Herrn Kollegen BEUG-Göttingen sei auch an dieser Stelle für seine wertvolle Begutachtung gedankt!

Zum Abschluß der Liste der angetroffenen Baumpollenformen sei auf das Fehlen von *Fagus*, sowie von *Eucommia* und weiteren Angehörigen des tertiären Elementes hingewiesen.

Im Ganzen gesehen tritt in unserem Profil in unverkennbarer Weise nach oben hin eine Verarmung der Vegetation ein; die tertiären Formen — *Tsuga*, *Pinus* sect. *haploxylon*, *Castanea*, *Pterocarya* und (?)*Carya* verschwinden, und es bleiben zuletzt nur noch die Vertreter des kühlgemäßigten Klimas übrig. Auffällig ist dabei die untergeordnete Rolle, welche die Angehörigen des Eichenmischwaldes durch das ganze Profil hindurch spielen, während sich die Erle, offenbar begünstigt durch die edaphischen Bedingungen, in den tieferen Lagen kräftig durchsetzen konnte.

Die Anteile der Nichtbaumpollen liegen bis herauf zu Probe 3 zwischen 5 und 20 ‰, wobei neben dem tonangebenden Cyperaceen- und dem zurücktretenden Gramineen-Pollen nur einige wenige weitere Pollentypen ohne besonderen Zeigerwert nachweisbar waren. Von Probe 3 zu 2 schnellen die Prozentsätze der NBP unvermittelt in die Höhe, derjenige der Cyperaceen auf 350 ‰ der BP. Aus dieser sprunghaften Zunahme zusammen mit einer mosaikartigen Verknetung heller und dunkler Partien ist zu schließen, daß das Profil oberhalb Probe 3 gestört ist und daß, wohl als Folge periglazialen Bodenfließens, Teile von interglazialen und periglazial-kaltzeitlichen Sedimenten ineinander verwürgt sind.

Etwas aufschlußreicher sind die Kryptogamensporen. Perisporlose Farnsporen waren in den tiefsten Proben so zahlreich, daß auf ihre Zählung verzichtet wurde. In den mittleren Lagen (Probe 12—7) trat ein zierlicher Sporentyp, cf. *Polypodium*, in beträchtlichen Mengen auf. Bemerkenswert ist sodann das nicht seltene, nach oben hin abnehmende Vorkommen der Sporen von *Osmunda* in den beiden, von LESCHIK (1956) unterschiedenen Formen des regaloiden und des javanicoiden Typs. Vereinzelt trat auch eine nicht formbeständige Spore mit dünner Wand und ausgeprägter Zähnelung auf, die dem von LESCHIK der Gattung *Todea* zugeschriebenen Typ vergleichbar ist. *Lycopodium*-Sporen traten zwar nur vereinzelt, aber mit einiger Regelmäßigkeit durch das ganze Profil hindurch auf; in Probe 3 fand sich eine Spore von *Selaginella selaginoides*, in Probe 9 eine solche von *Ophioglossum*. *Sphagnum*-Sporen treten im unteren Teil ganz zurück, häufen sich jedoch nach oben hin; sie dürfen als Zeichen der fortschreitenden Verarmung und Versauerung des Substrats gewertet werden (wozu allerdings das fast völlige Fehlen von Ericaceen-Tetraden schlecht paßt).

Die Pollenverhältnisse in den liegenden Tonen

Wie oben berichtet, war nach Abschluß der Untersuchung des Hauptprofils in nächster Nähe seiner Entnahmestelle ein Teil der unterlagernden Tone freigelegt und damit der pollenanalytischen Begutachtung zugänglich geworden. Es ergab sich jedoch, daß nur ein Teil der wieder in 5-cm-Abständen entnommenen Proben pollenführend war, und zwar die 5 obersten Proben 21—25 und dann wieder die tieferen Proben 33—36. In den zwischenliegenden und tiefsten Proben war das primär wohl sicher vorhandene Pollenmaterial bis auf unkenntliche Reste zersetzt. Aber auch in den „fündigen“ Proben war der Erhaltungszustand unbefriedigend, so daß auf eine diagrammatische Darstellung verzichtet wird. Trotz dieser Einschränkungen ist unverkennbar, daß die liegenden Tone nahtlos in die basalen Lagen des Kohlenflözes übergehen, denn in Probe 21 als der obersten sind alle Pollenformen der Probe 16 mit nahezu übereinstimmenden Werten vertreten. Nach abwärts bis zu Probe 25 ergeben sich, abgesehen von einer stärkeren Vertretung von *Quercus* und *Tilia* und einer Zunahme der Nichtbaumpollen, nur unwesentliche Veränderungen, insbesondere ist der *Tsuga*-Pollen in ziemlich gleichbleibenden Mengen zugegen. Was jedoch diesem Profileil sein besonderes Gepräge verleiht, ist die eminent hohe Vertretung der Sporen von *Osmunda*, die besonders in Probe 22 das Bild beherrschen.

Ein wesentlich anderes Bild bieten die Proben 33—36. In ihnen war außer einer nach oben hin abnehmenden Zahl von Nichtbaumpollen nur der Pollen von *Picea* und *Pinus* (bei Vorwiegen des ersteren) nachweisbar. Ihr schlechter Erhaltungszustand erweckt den Verdacht, daß am Zustandekommen dieser Einförmigkeit Zersetzungsauslese mitbeteiligt ist. So ist die Annahme des Verfassers, daß es sich um eine Frühphase des „Uhlenberg-Interglazials“ handelt, in der ein Fichten-Kiefernwald die Wiederbewaldung übernommen hatte, nicht sicherzustellen.

Vergleich mit anderen frühpleistozänen Pollenprofilen

Als Vergleichsobjekt bietet sich in erster Linie die Flora von Schwanheim bei Frankfurt a. M. an. Sie wurde von BAAS (1932) mit guten Gründen in das Frühpleistozän gestellt; später wurde mehrfach für sie spätpliozänes Alter gefordert, doch hat sich die Auffassung von BAAS in neuerer Zeit durchgesetzt, vor allem auf Grund der von FLORSCHÜTZ (1950) und ZAGWIJN (1959, 1960, 1963) vertretenen Einstufung der floristisch ähnlich gekennzeichneten Tegelen-Warmzeit in das Frühpleistozän. Das Pollendiagramm von Schwanheim ist durch eine besonders starke Vertretung von *Tsuga* und durch zwar geringere, aber doch z. T. recht bedeutende Anteile von *Pterocarya* gekennzeichnet. Letzteres spricht zunächst gegen eine Gleichzeitigkeit mit Uhlenberg, denn hier ist, wie wir sahen, *Tsuga* in wesentlich geringeren Mengen und *Pterocarya* nur in Spuren vertreten. Doch könnte dieser Unterschied auf folgendem beruhen: In Schwanheim ist der *Tsuga*-Pollen jederzeit um ein Mehrfaches stärker vertreten als jener von *Pterocarya*. Im oberen Teil des Diagramms ist *Tsuga* auf 20 % und *Pterocarya* auf 2,6 % zurückgegangen; letztere fehlt dann vollständig in der folgenden Probe, in der *Tsuga* immer noch mit rund 10 % zugegen ist. Allein an diesen Verhältnissen gemessen, könnte unser Profil, in dem *Tsuga* mit rund 12 % einsetzt und dann stetig zurückgeht, als Fortsetzung des Schwanheimer Profils gelten.

Was dieser These aber den Boden entzieht, ist die Tatsache, daß in dem erwähnten Abschnitt des Schwanheimer Diagramms *Abies* eine bedeutende, nach oben zunehmende Rolle spielt, wogegen *Picea*, ohnedies in den tieferen Lagen nur sporadisch vorhanden, im oberen Teil vollkommen fehlt. Im Profil Uhlenberg ist die Sachlage genau umgekehrt, die Fichte ist, nächst der Kiefer, am kräftigsten vertreten, die Tanne nur in Spuren zugegen. Ein weiterer Unterschied ist durch das Fehlen von *Castanea* in Schwanheim gegeben (sie erscheint auch unter den Großresten nicht), während sie in den tieferen Lagen des Uhlenbergs eine nicht ganz unbedeutende Rolle spielt.

Andererseits tritt im Interglazial von Jockgrim (Rheinpfalz) *Castanea* wenigstens in einzelnen Proben und zusammen mit gleichfalls geringen Mengen von *Tsuga*, *Pterocarya* und *Carya* auf (PETERS 1965). Die Anwesenheit von Vertretern der Sektion *haploxylon* von *Pinus* ist durch ein von FIETZ (1953) untersuchtes Stück Holz belegt, FIETZ schreibt es der Arve (*P. cembra*) zu. Insoweit nimmt Jockgrim nicht nur topographisch, sondern auch floristisch eine Mittelstellung zwischen Schwanheim und Uhlenberg ein. Dabei ist aber auch in Jockgrim die Vertretung der Tanne bemerkenswert hoch, es steht also in dieser Hinsicht Schwanheim näher.

Ziehen wir unter Erweiterung des geographischen Rahmens die von LESCHIK (1951) untersuchten Ablagerungen von Buchenau (Kr. Hünfeld) hinzu. Es handelt sich bei ihnen um eine ca. 100 m mächtige Folge von Tonen und Sanden, in die vier Braunkohlenflöze eingelagert sind. Ihnen wurde von LESCHIK „jung-obertpliozänes bis präglaziales Alter“ zuerkannt; „gegen ein diluviales Alter sprechen sichere tertiäre Florenelemente (*Pinus haploxylon*-Typ u. a.), die jedoch so selten in den obersten Schichten waren, daß man diese schon als präglaziale Bildungen auffassen darf.“

Wichtig für uns ist die Pollenflora des zweitobersten Flözes. Eine in seiner unteren Hälfte deutlich ausgeprägte kühle Phase mit dominierendem *Pinus*, beträchtlichen Anteilen von *Picea* und *Betula* und geringen Mengen von Warmzeitpollen wird von einer Klimabesserung abgelöst, in der erstmals *Tsuga* und *Pterocarya* in geschlossenen Kurven auftreten, erstere erreicht Anteile bis 18 ‰, letztere 12,8 ‰. Außerdem steuert *Castanea* Anteile von meist mehreren Prozenten bei. Dominierend in dieser „kolchischen Phase“ ist zunächst die Erle, weiterhin die Fichte und schließlich die Kiefer, die nach einem vorübergehenden erneuten Vorstoß von *Picea* und *Tsuga* endgültig die Herrschaft übernimmt. Die Tanne fehlt während der ganzen Zeit, wie auch übrigens im gesamten Profil von Buchenau, die Buche ist nur in einer einzigen Probe mit 0,7 ‰ zugegen.

Wenn wir nun die wesentlichsten Züge dieser Buchenauer Phase: *Tsuga* bis 18 ‰, *Castanea* bis 5 ‰ (wir sehen von einem Sonderwert ab), Dominanzwechsel von *Alnus* über *Picea* zu *Pinus*, Fehlen von *Abies* und praktisch auch *Fagus*, mit Uhlenberg vergleichen, so ergibt sich weitgehende Übereinstimmung im Vegetationsablauf beider Lagerstätten, die eine Zeitgleichheit vermuten läßt. Es sei aber nicht verschwiegen, daß in andern Punkten Unterschiede bestehen: *Pterocarya* ist in Buchenau stärker vertreten, auch EMW und *Carpinus* bringen es dort zu etwas höheren Werten. Diese Unterschiede lassen sich jedoch zwanglos auf den Einfluß der Höhenlage (Buchenau 270 m, Uhlenberg 530 m) zurückführen.

Interessanter und weniger leicht zu erklären ist ein weiterer Unterschied. Wir stellten oben fest, daß in den unteren Teilen des Uhlenberg-Diagramms der *haploxylon*-Typ des *Pinus*-Pollens immerhin $\frac{1}{3}$ des gesamten Kiefernpollens ausmacht und daß sein Anteil in der Folge auf Null zurückgeht. Im einschlägigen Buchenauer Profilstück ist er dagegen nur mit sehr geringen Anteilen zugegen: 0,7—1,3 ‰ bei Gesamtanteilen des *Pinus*-Pollens zwischen 20 und 30 ‰. Die hohe Präsenz des *haploxylon*-Typs im Uhlenberg-Profil ist in der Tat für pleistozäne Verhältnisse ungewöhnlich; ähnlich hohe, z. T. noch höhere Werte finden sich nur in Vorkommen, die dem Pliozän zugehören. So beträgt nach einer Zusammenstellung von ALTEHENDER (1959, S. 21) das Verhältnis *silvestris* zu *haploxylon* in der Braunkohle von Wallensen 1 : 2 bis 1 : 3, im Roten Kliff auf Sylt 1 : 2, in Weilerswist (Niederrhein) und Willershäusen (Westrand des Harzes) 1 : 1, in der Hauptbraunkohle der Wetterau beträgt es nach LESCHIK (1956) im unteren Drittel 1 : 1, im mittleren 3 : 1 und im oberen 4 : 1 bis 5 : 1. Das anfängliche Verhältnis des Uhlenbergs (2 : 1) entspricht also durchaus pliozänen Verhältnissen! Nun ist aber an der Zugehörigkeit der Uhlenberg-Kohle zum Pleistozän nicht zu zweifeln, und auch die früher erwähnte Unsicherheit in der präzisen Erfassung dieses Verhältnisses, die z. B. auch BENDA & LÜTTIG (1968) anlässlich der Untersuchung des Pliozäns von Allershausen bei Uslar feststellten und die sie auf eine Ausscheidung der beiden Typen verzichten ließ, kann nicht dazu führen, daß es völlig falsch gefunden würde.

Das Alpenvorland stellte also nach dem Übergang vom Pliozän zum Pleistozän ein Refugium für die Angehörigen des *haploxylon*-Pollentyps dar. Wenn wir bedenken, daß zur Untergattung *Haploxylon* neben zahlreichen, heute nur noch (oder auch seit je) außerhalb Europas beheimateten *Pinus*-Arten und neben der Balkan-Kiefer (*P. peuce*) die Arve (*P. cembra*) gehört, mutet uns das *silvestris*-*haploxylon*-Pollenverhältnis des Uhlenbergs nicht mehr so pliozän-anachronistisch an. Es ist durchaus denkbar, daß die Bindung der Arve an den Alpenraum, innerhalb dessen ihr heutiges Areal liegt, im Frühpleistozän erfolgte. Aber auch wenn es sich bei dem *haploxylon*-Pollen des Uhlenbergs nicht oder nicht nur um den Pollen der Arve handeln sollte — nur Großreste könnten diese Frage entscheiden — so handelt es sich doch bei diesem „Anachronismus“ nicht um etwas einmaliges. Schon im Tertiär scheint das Alpenvorland eine ähnliche konservierende Funktion ausgeübt zu haben, denn MEYER (1956) faßt die Ergebnisse seiner Untersuchungen an den

jungtertiären Braunkohlen des östlichen Bayerns so zusammen: „Die Mikroflora der älteren Braunkohlen entspricht ihrer Zusammensetzung nach der oberoligozänen bis untermiozänen Mikroflora der rheinischen Braunkohle, ist aber obermiozänen Alters, die jüngeren Braunkohlen zeigen eine Mikroflora mit miozänen Arten, könnten jedoch bereits pliozänen Alters sein . . . Demnach tritt eine, in norddeutschen Braunkohlen mit dem Oberoligozän einsetzende floristische Entwicklung in bayerisch-österreichischen Braunkohlen mit erheblicher Verspätung auf.“

Werfen wir zum Abschluß unserer vergleichenden Betrachtungen noch einen Blick auf die pollenanalytischen Verhältnisse des Frühpleistozäns der *Niederlande*. Die Tegelen-Warmzeit, die, wie oben gesagt, nach den Untersuchungen von FLORSCHÜTZ und ZAGWIJN als erste pleistozäne Warmzeit zu betrachten ist, ist durch den Nachweis einer bedeutenden Zahl von tertiären Pollenformen pollenanalytisch gut gekennzeichnet, wir nennen *Sequoia*-Typ, *Taxodium*-Typ, *Cupressaceen*, *Sciadopitys*, *Nyssa*, *Eucommia*, *Coriaria*, *Phellodendron*, *Actinidia*, *Tsuga*, *Carya* und *Pterocarya*. Alle diese Formen mit Ausnahme der drei letzten, konnten am Uhlenberg nicht nachgewiesen werden. Die darauffolgende, durch die Eburon-Kaltzeit von Tegelen getrennte Waal-Warmzeit bietet dagegen nach ZAGWIJN (1963) in der Bohrung Eindhoven ein Pollenbild, das jenem des Uhlenbergs wesentlich näher kommt; es hat ihm gegenüber *Cupressaceen*-Pollen und (vereinzelt) *Sciadopitys* und *Eucommia* voraus, und es fehlt ihm *Carya*; im Ganzen gesehen spielt aber jedenfalls das tertiäre Element eine ähnlich eingeschränkte Rolle wie am Uhlenberg, und die Liste des „mitteleuropäischen“ Elements stimmt — einschließlich des Fehlens von *Fagus* und der Seltenheit von *Abies* — mit Uhlenberg überein. Der Schluß auf Zeitgleichheit ist daher naheliegend, aber in Anbetracht der großen Horizontaldistanz beider Fundstellen ungesichert.

Die Altersstellung des Interglazials Uhlenberg

Wir sind in der glücklichen Lage, in der Unterlagerung des Schichtstoßes durch glazifluviale Schotter höchstwahrscheinlich donauzeitlichen Alters eine geologische Zeitmarke zu besitzen, die pliozänes Alter der Lagerstätte ausschließt. Ihre Einordnung in eine erste, noch hypothetische, der Tegelen-Warmzeit des Niederrheingebietes entsprechende voralpine Warmzeit dürfte nach den oben gemachten Ausführungen im Hinblick auf die geringe Zahl der tertiären Pollenformen nicht in Betracht kommen.

Andererseits macht die Gegenwart dieser zwar artenmäßig beschränkten, aber anteilmäßig nicht unbedeutenden Garnitur von Tertiär-Relikten nachgünzzeitliches Alter unwahrscheinlich, es sei denn, man fasse diese Restgarnitur als Sekundärmaterial auf. Aber dafür lassen sich keine zwingenden Gründe finden. Der Erhaltungszustand der *Tsuga*- und *Pinus haploxylon*-Pollen unterscheidet sich nicht von dem der übrigen Pollenformen. Auch der regelmäßige Verlauf der *Tsuga*-Kurve spricht nach Ansicht des Verfassers für die Gegenwart des Pollenspenders, Sekundärmaterial zeigt nach den vom Verfasser an Bohrkernen des Alpenvorlands gemachten Erfahrungen eine unregelmäßige Streuung.

Wenn wir sodann in der oben aufgezeigten Ähnlichkeit der Pollenbilder der Waal-Warmzeit und des Uhlenbergs nicht nur ein Spiel des Zufalls erblicken wollen und wenn wir — ohne Präjudiz — die auf die Waal-Warmzeit folgende Menap-Kaltzeit als ein Äquivalent der alpinen Günzzeit betrachten, was möglich ist, aber noch zu beweisen bleibt, dann liegt es auch aus pollenanalytischer Sicht nahe, Uhlenberg zwischen Donau- und Günz-Eiszeit einzuordnen. Das zweitoberste Kohlenflöz von Buchenau wäre dann wohl auch in diese Zeit zu stellen. Eine letzte Entscheidung kann aber erst von künftigen geologischen und pollenanalytischen Forschungen im Voralpenraum erwartet werden.

Schrifttum

- ALTEHENDER, A.: Floristisch belegte Klimaschwankungen im mitteleuropäischen Pliozän der Reuver-Stufe. — *Palaeontographica* Abt. B, **106**, 11—70, Stuttgart 1959.
- BAAS, J.: Eine frühdiluviale Flora im Mainzer Becken. — *Z. f. Bot.*, **25**, 289—371, Jena 1932.
- BENDA, L. & LÜTTIG, G.: Das Pliozän von Allershausen (Solling, Niedersachsen). — *Palaeontographica* Abt. B, **123**, 221—236, Stuttgart 1968.
- EBERL, B.: Die Eiszeitenfolge im nördlichen Alpenvorlande. Augsburg 1930.
- FIETZ, A.: *Pinus cembra* (Zirbelkiefer, Arve) aus dem Diluvium des Oberrheingebietes. — *Eiszeitalter u. Gegenwart*, **3**, 47—49, Öhringen 1953.
- FILZER, P.: Das Interglazial Riß-Würm vom Pfefferbichl bei Buching im Allgäu. — *Vorzeit* H. 1—4, 3—18, Singen 1967.
- FLORSCHÜTZ, F. & VAN SOMMEREN, A. M. H.: The palaeobotanical boundary Pliocene-Pleistocene in the Netherlands. — *Rep. 18th session Intern. Geol. Congr. Great Britain 1948*, **IX**, 40—46, London 1950.
- GERMAN, R., BORNEFF, J., BRUNNACKER, K., DEHM, R., FILZER, P., KÄSS, W., KUNTE, H., MÜLLER, G. & WITT, W.: Ergebnisse der wissenschaftlichen Kernbohrung Ur-Federsee 2. — *Oberrhein. geol. Abh.*, **16**, 45—110, Karlsruhe 1967.
- GERMAN, R., FILZER, P., DEHM, R., FREUDE, H., JUNG, W. & WITT, W.: Ergebnisse der wissenschaftlichen Kernbohrung Wurzacher Becken 1 (DAF). — *Jh. Ver. f. vaterl. Naturkde. Württ.*, **123**, 33—68, Stuttgart 1968.
- GÖTTLICH, Kh. & WERNER, J.: Ein Pleistozänprofil im östlichen Rheingletscher-Gebiet. — *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, **4**, 202—216, Stuttgart 1967.
- GRAUL, H.: Zur Gliederung des Altdiluviums zwischen Wertach-Lech und Flossach-Mindel. — *2. Ber. Naturf. Ges. Augsburg, Augsburg* 1949.
- LESCHIK, G.: Mikrobotanisch-stratigraphische Untersuchung der jungpliozänen Braunkohle von Buchenau (Kr. Hünfeld). — *Palaeontographica* Abt. B, **92**, 1—51, Stuttgart 1951.
- : Die Entstehung der Braunkohle der Wetterau und ihre Mikro- und Makroflora. — *Ebenda* **100**, 26—64, Stuttgart 1956.
- LÜDI, W.: Die Pflanzenwelt des Eiszeitalters im nördlichen Vorland der Schweizer Alpen. — *Veröff. Geobot. Inst. Rübel Zürich*, **27**, 208 S., Zürich 1953.
- MEYER, B. L.: Mikrofloristische Untersuchungen an jungtertiären Braunkohlen im östlichen Bayern. — *Geologica Bavarica*, **25**, 100—128, München 1956.
- PETERS, I.: Zur Altersstellung der Torfe und Gytjen von Herxheim, Jockgrim und Rheinzabern in der Vorderpfalz. — *Eiszeitalter u. Gegenwart*, **16**, 121—131, Öhringen 1965.
- REICH, H.: Die Vegetationsentwicklung der Interglaziale von Großweil-Ohlstadt und Pfefferbichl im Bayerischen Alpenvorland. — *Flora*, **140**, 386—443, Jena 1953.
- RUDDOLPH, K.: Mikrofloristische Untersuchung tertiärer Ablagerungen im nördlichen Böhmen. — *Beih. Bot. Zentralbl.*, **54** Abt. B, 244—328, Dresden 1935.
- SCHAEFER, I.: Die diluviale Erosion und Akkumulation. Landshut 1950.
- : Die donauzeitlichen Ablagerungen an Lech und Wertach. — *Geologica Bavarica*, **19**, 13—65, München 1953.
- ZAGWIJN, W. H.: Zur stratigraphischen und pollenanalytischen Gliederung der pliozänen Ablagerungen im Roertal-Graben und Venloer Graben der Niederlande. — *Fortschr. Geol. Rheinl. u. Westf.*, **4**, 5—26, Krefeld 1959.
- : Aspects of the Pliocene and early Pleistocene vegetation in the Netherlands. — *Meded. Geol. Stichting C 3.1.5*, Maastricht 1960.
- : Pollenanalytic investigations in the Tiglian of the Netherlands. — *Ebenda*, N. S., **16**, 49—71, Maastricht 1963.

Manusk. eingeg. 19. 3. 1970.

Anschriften der Verf.: Prof. Dr. P. Filzer, Institut für Biologie der Universität, 74 Tübingen, Morgenstelle; L. Scheuenpflug, 8901 Neusäß-Lohwald, Lerchenweg 8.