

## Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen an cromerzeitlichen Ablagerungen im nördlichen Randgebiet der deutschen Mittelgebirge <sup>1)</sup>

Von EBERHARD GRÜGER, Göttingen

Mit 3 Abbildung und 5 Tafeln

**Zusammenfassung.** Es wurden interglaziale Ablagerungen auf dem Elm bei Braunschweig und im Osterholz bei Elze — beide im Bereich der Mittelgebirge — pollenanalytisch untersucht. In beiden Fällen sind eine Kiefern-Birkenzeit und eine EMW-Zeit erfaßt. Die Vegetationsentwicklung der Kiefern-Birkenzeit ist jeweils durch das frühe Auftreten von *Picea* gekennzeichnet. Starke lokale Einflüsse im Osterholz erschweren einen näheren Vergleich. Die Entwicklung der Vegetation während der EMW-Zeit ist aber an beiden Orten ähnlich verlaufen und zeichnet sich insbesondere dadurch aus, daß die Ulme deutlich vor der Eiche einwanderte und während der ganzen EMW-Zeit hohe Anteile aufweist. Weiterhin haben beide Vorkommen sehr niedrige Haselwerte gemeinsam. Das Interglazial vom Osterholz enthält darüberhinaus noch eine Hainbuchen-Eichenmischwald-Fichtenzeit, in deren jüngstem Teil *Eucommia* relativ hohe Werte erreicht, und in der auch *Azolla filiculoides* nachgewiesen werden konnte. Die Ähnlichkeit der Vegetationsentwicklung rechtfertigt die Annahme einer Gleichaltrigkeit beider Vorkommen. Wie ein Vergleich der Vegetationsentwicklung vom Elm und vom Osterholz mit denen der Eem-, der Holstein-, der Waal- und der Tegelenwarmzeit sowie denjenigen sämtlicher bisher untersuchten cromerzeitlichen Vorkommen zeigt, ist nur eine Einordnung in den Cromer-Komplex möglich. Diese Datierung wird durch die geologischen Verhältnisse im Osterholz gestützt (Elster-Moräne im Hangenden). Demzufolge verdient das nordische Material im Liegenden des Interglazials vom Elm besonderes Interesse.

Ein Vergleich der Vegetationsentwicklung vom Osterholz mit der des „Rhume“-Interglazials von Bilshausen (Entfernung Osterholz—Bilshausen nur ca. 60 km), welches ebenfalls in den Cromer-Komplex gestellt werden muß, zeigt, daß diese Vorkommen keinesfalls gleichaltrig sein können. Das spricht sehr deutlich dafür, daß der Cromer-Komplex mindestens zwei Warmzeiten enthält. Weitere Aussagen über die relative Altersstellung dieser beiden Vorkommen und die Stellung der anderen cromerzeitlichen Vorkommen zu ihnen sind aber vorerst nicht möglich.

**Summary.** The biostratigraphic classification of the Pleistocene in northwestern and central Europe is still insufficiently known, in spite of numerous geological and vegetation-history investigations. The question is not even clear, for example, how often a warm-period vegetation with thermophilous trees such as *Quercus*, *Ulmus*, *Tilia*, *Carpinus* etc. could develop here. In past years, on the basis of several geological and vegetation-history findings, suspicion has often been expressed that some of the classical stages of the Pleistocene could include more warm periods than heretofore assumed, and as a result of recent investigations the period between the Waal and Holstein interglacials seems to include at least two warm periods, of which the Cromer is one. This paper contributes to this problem.

The interglacial sediments coming from the Elm-Mountains near Brunswick and from the Osterholz near Elze — both within the limits of the German Mittelgebirge — were investigated by pollen analysis. In both cases a *Pinus-Betula* zone and a QM zone were found. The vegetation development of the *Pinus-Betula* zone is characterized in both sequences by the early appearance of *Picea*. Because of strong local influence at the Osterholz a detailed correlation is difficult. However, vegetation development at the time of the QM zone at both sites was similar; it is especially characterized by the facts that *Ulmus* clearly migrated to the site earlier than *Quercus* and was very abundant throughout this time. Furthermore, both diagrams show very low amounts of *Corylus*. The interglacial from the Osterholz shows in addition to the above, a *Carpinus*-QM-*Picea*-zone in which *Eucommia* reaches a relative high value and in the upper part of which *Azolla filiculoides* was also found. The similarity of vegetation development justifies acceptance of the same age for the occurrences. A comparison of the vegetation development at the Elm and the Osterholz with those of the Eem, Holstein, Waal, and Tegelen warm periods as well as with all the Cromer sites so far investigated shows that only a correlation with the Cromer Complex is possible. This correlation is supported by the geologic relations in the Osterholz (the deposit is

<sup>1)</sup> Promotionsschrift der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Georg-August-Universität Göttingen (1968).

overlain by Elster till). Therefore the till-like material with Scandinavian rock fragments underlying the deposit at Elm is of particular interest.

The "Rhume" interglacial beds at Bilshausen, only 60 km south of Osterholz, is also assigned to the Cromer complex, but the two deposits cannot be of the same age because the vegetation development differs. Therefore the Cromer complex must include at least two warm periods. Further conclusions about the relative stratigraphic position of these two occurrences and correlations of other Cromer sites are at this time not possible, however.

### Gliederung

	Seite
Zusammenfassung . . . . .	204
A. Einleitung . . . . .	205
B. Methodik . . . . .	205
C. Das Osterholz	
a) Geographie und Geologie . . . . .	206
b) Stratigraphie . . . . .	207
c) Diagrammbeschreibung und Vegetationsentwicklung . . . . .	208
d) Zur Deutung der NBP-Kurven . . . . .	212
D. Der Elm	
a) Geographie und Geologie . . . . .	213
b) Stratigraphie . . . . .	214
c) Diagrammbeschreibung und Vegetationsentwicklung . . . . .	215
d) Die Wasser- und Sumpfflora . . . . .	218
E. Florenliste . . . . .	218
F. Datierung und Diskussion . . . . .	222
G. Schriften- und Kartenverzeichnis . . . . .	232

### A. Einleitung

Vornehmlich in den vergangenen zwei Jahrzehnten wurden in Nordwest- und Mitteleuropa zahlreiche Interglazialvorkommen entdeckt und pollenanalytisch bearbeitet, so daß die Kenntnisse über die Gliederung des Pleistozäns und über den Charakter der einzelnen Warmzeiten sehr erweitert werden konnten. Da jedoch diese Vorkommen fast ausnahmslos in den Flachlandgebieten Hollands, Dänemarks, Polens und Deutschlands liegen und meist aus der letzten Warmzeit stammen, ist über die Vegetationsentwicklung in den Mittelgebirgen und über die älteren Interglaziale immer noch wenig bekannt. Die vorliegende Arbeit befaßt sich mit Interglazialvorkommen im Osterholz bei Elze und auf dem Elm bei Braunschweig. Beide liegen im Übergangsbereich zwischen den Mittelgebirgen und der norddeutschen Tiefebene (Abb. 1) und verdienen besonderes Interesse, da über die pleistozäne Vegetationsentwicklung in diesem Raum bisher kaum etwas bekannt geworden ist.

Die Untersuchungen wurden in den Jahren 1964 bis 1967 am Systematisch-Geobotanischen Institut der Universität Göttingen durchgeführt. Mein besonderer Dank gilt Privatdozent Dr. H.-J. BEUG, welcher mich in die Pollenanalyse einführte und durch seine Hilfe bei den oft mühevollen Geländearbeiten und durch eine ständige Betreuung diese von ihm angeregte Arbeit sehr gefördert hat. Dank schulde ich auch Direktor Dr. G. LÜTTIG (Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung in Hannover) und Dr. R. Goedeke (Braunschweig) dafür, daß sie mir die pollenanalytische Bearbeitung der von ihnen entdeckten Vorkommen gestatteten und mir zahlreiche geologische Hinweise gaben. Weiterhin danke ich meiner Frau J. GRÜGER sowie Frau B. LESEMANN für die tatkräftige Hilfe bei manchen Geländearbeiten und ganz besonders der Stiftung Volkswagenwerk, die mir in den Jahren 1966 und 1967 ein Stipendium gewährte und auf diese Weise den Fortgang der Untersuchungen sehr erleichterte. Die Arbeit wurde ferner mit Forschungsmitteln des Landes Niedersachsen unterstützt. Auch hierfür sei gedankt.

### B. Methodik

Alle Bohrungen wurden mit einem Sandbohrer der Stichtung voor Bodemkartering (Wageningen) (vgl. auch STEUR et al. 1961) durchgeführt. Mit diesem Gerät können relativ feste Sedimente,

nämlich Geschiebelehm, Sande, Tone und stark gepreßte, nicht aber lockere Torfe gebohrt werden. Es ist so robust gebaut, daß Bohrtiefen von mehr als 16 m erreicht werden konnten. Beim Bohrvorgang schneiden die zweiwendelige Spitze des Bohrers und die als Messer ausgebildeten Seitenwände der Bohrkammer zwei Teilbohrkerne aus dem Sediment heraus, die sich in die Kammer schieben und dort — je nach Sediment verschieden stark tordiert — wieder miteinander verkleben. Ihr Querschnitt ist groß genug, um einwandfreie Proben für eine pollenanalytische Bearbeitung entnehmen zu können. Dazu eignet sich übrigens auch das noch außerhalb der Bohrkammer an der Wendelspitze befindliche Material sehr gut.

Die für die pollenanalytische Untersuchung bestimmten Proben wurden soweit nötig in üblicher Weise mit Salzsäure bzw. Flußsäure oder Kalilauge behandelt und dann azetolysiert (vgl. BEUG 1957). Viele Proben aus dem Profil Osterholz wurden wegen starker Gelbildungen im Verlauf des Aufbereitungsverfahrens in konzentrierter Salzsäure erhitzt. Die Aufbereitung der Proben für die Untersuchung der pflanzlichen Großreste erfolgte je nach Sediment auf verschiedene Weise: mit verdünnter Salzsäure, Salpetersäure, Kalilauge, 5%iger Oxalsäure (vgl. BEUG 1957) oder mit ca. 20%igem Wasserstoffperoxid.

Die Diagramme vom Elm (Taf. 2-4) sind als Gesamtdiagramme dargestellt, d. h. Baumpollen (BP) und Nichtbaumpollen (NBP) bilden zusammen eine Grundsumme (GS) von 100%. Das Diagramm Osterholz (Taf. 1) ist als BP-Diagramm dargestellt ( $\Sigma$  BP = 100%), d. h. die Anteile der krautigen Pflanzen sind in Prozenten der BP angegeben, ebenso die der Wasserpflanzen und Farne, — anders als in den Gesamtdiagrammen, in denen letztere auf die GS bezogen sind. Die jeweilige Bezugsgröße beträgt in der Regel 500 Pollenkörner (PK). Lediglich in den beiden jüngsten Proben des Profils Osterholz wurden nur um 200 BP gezählt. Auch in allen Proben des Profils D vom Elm bilden nur 200 PK die GS.

### C. Das Interglazial Osterholz bei Elze

#### a) Geographie und Geologie

Das Osterholz (Abb. 1), ein kleines Waldstück, liegt etwa 4 km von Elze entfernt unmittelbar an der Westflanke des Hildesheimer Waldes, in dem Buntsandstein und Muschelkalk anstehen, während die Hügel und Hänge westlich davon, die zur etwa 70 m

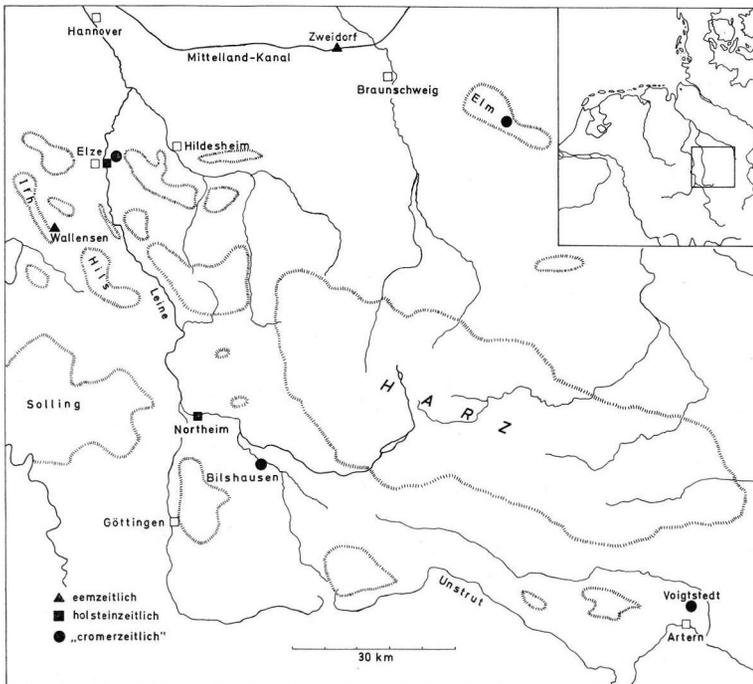


Abb. 1. Das Untersuchungsgebiet mit den wichtigsten Interglazialvorkommen.

tiefer gelegenen Talaue der Leine überleiten, von Lößlehm und Geschiebelehm bedeckt sind. Dieses pleistozäne Material liegt in der Umgebung des Osterholzes auf Gipskeuper, der am Nordrande des Osterholzes von einem Tälchen angeschnitten wird. Hier lag ehemals ein See, dessen interglaziale Sedimente bei der Bildung jenes engen Tälchens ausgeräumt wurden und nur in einem randlichen Bereich an der Nordflanke desselben südlich der Höhe 142,6 erhalten blieben. Sie wurden von G. LÜTTIG bei Kartierungsarbeiten in den Jahren 1954 bis 1957 entdeckt.

Nach LÜTTIG (1960) ist das Gebiet um Elze tektonisch sehr labil, „denn hier kreuzen sich mehrere Störungssysteme erster Ordnung . . ., und zusätzlich zur tektonischen Formung kommt der Faktor der Salzauslaugung oder der Salzabwanderung als landschaftsbildendes Element“. LÜTTIG führt deshalb z. B. die Entstehung eines holsteinzeitlichen Sees, der nur etwa 3 km südwestlich vom Osterholz lag, auf derartige Vorgänge zurück. Es liegt nahe, als Ursache für die Entstehung des interglazialen Seebeckens vom Osterholz ähnliche Erscheinungen (Salzauslaugung im Gipskeuper) anzunehmen.

## b) Stratigraphie

Die Bohrungen wurden im Jahre 1966 jeweils oberhalb einer verfallenen Mergelgrube niedergebracht. Die hangenden Schichten wurden mit einem Drillbohrgerät<sup>2)</sup> durchstoßen, die pollenführenden Ablagerungen mit einem Sandbohrer erbohrt.

0—50 cm	Lößlehm
50—300 cm	rotbrauner Geschiebelehm, z. T. mit Steinen
300—383 cm	grünlichgrauer, fast kalkfreier Lehm, feinsandig, nach unten dunkler werdend
383—406 cm	graubrauner bis rotbrauner, stark toniger Mergel
406—410 cm	tonige Seekreide
410—412 cm	grauer, stark toniger Mergel
412—419 cm	hell-ockerfarbener Mergel mit Konchylien
419—421 cm	graubrauner, stark toniger Mergel
421—428 cm	ockerfarbener Mergel
428—437 cm	brauner, stark toniger Mergel, nach unten heller und tonärmer werdend
437—440 cm	gelbbraune, tonige Seekreide mit Konchylien
440—472 cm	brauner Mergel mit Kalksteinen und Konchylien, nach unten dunkelbraun und stark tonig werdend
472—476 cm	tonige Seekreide
476—483 cm	graubrauner Mergel mit Konchylien
483—485 cm	dunkelbrauner, stark toniger Mergel
485—510 cm	olivbrauner, nach unten dunkler und toniger werdender Mergel mit Konchylien
510—550 cm	grauweiße, tonige Seekreide, gebändert, mit Konchylien
550—560 cm	Seekreide
560—648 cm	hellgraue, tonige Seekreide, gebändert, mit Konchylien, ab 600 cm dunkler und toniger werdend
648—714 cm	weiße Seekreide mit Konchylien (scharfe Grenze nach oben), 680—700 cm etwas toniger
714—725 cm	blaugrauer Mergel
725—733 cm	Seekreide mit Konchylien
733—734 cm	grauer, stark toniger Mergel
734—742 cm	olivbrauner Mergel
742—748 cm	Seekreide, nach unten toniger werdend
748—749 cm	grauer, sehr stark toniger Mergel
749—750 cm	ockerfarbener Mergel
750—770 cm	blaugrauer Mergel mit Kalksteinen
770—780 cm	ockerfarbener, stark toniger Mergel
780—795 cm	blaugrauer Mergelstein

<sup>2)</sup> Diese und weitere Bohrungen, die zur allgemeinen Orientierung über die Ausdehnung des Interglazialvorkommens dienen, wurden vom Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung in Hannover durchgeführt. Dafür sei an dieser Stelle herzlich gedankt.

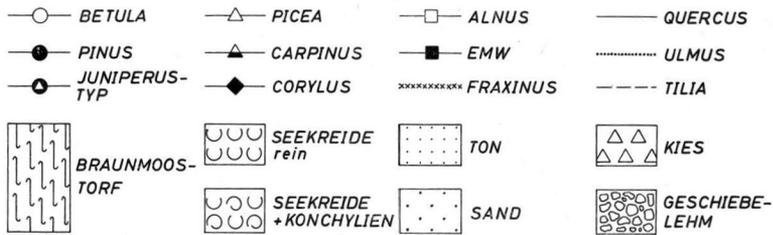


Abb. 2. Zeichenerklärung. (Die Bezeichnungen „Kies“ und „Geschiebelehm“ müssen vertauscht werden.)

### c) Diagrammbeschreibung und Vegetationsentwicklung

Die Deutung eines Pollendiagramms soll im allgemeinen nicht dazu dienen, die örtlich begrenzten Veränderungen der Vegetation aufzuzeigen, sondern nach Möglichkeit zu Aussagen über die großräumige Entwicklung der Vegetation führen. Daher ist es notwendig, vor einer eingehenden Beschäftigung mit dem Pollendiagramm vom Osterholz (Taf. 1) darauf hinzuweisen, daß der Verlauf der Pollenkurven der Gramineae, Chenopodiaceae, Compositae einschließlich *Artemisia* eindeutig auf eine zeitweilig starke Beeinflussung durch die lokale Vegetation spricht. Es muß auch damit gerechnet werden, daß die Waldentwicklung lokale Züge trägt, weil der Pollenniederschlag z. B. durch lokale Bruchwaldbildungen, wie sie aus postglazialen, durch Absenkung entstandenen Becken häufig nachweisbar sind, stark beeinflusst sein kann.

#### I. Bewaldung und Kiesern-Birkenzeit (DA 1—6)<sup>3)</sup>

Der untere Teil des Pollendiagrammes vom Osterholz (Taf. I) kann in sechs Abschnitte (675—775 cm) gegliedert werden, deren Grenzen durch die Schnittpunkte der Pollenkurven von *Pinus* und *Betula* festgelegt sind.

Die ältesten pollenführenden Sedimente stammen aus einer Zeit (DA 1), in der etwa zwei Drittel des BP von der Kiefer geliefert wurden. Hohe Anteile entfallen auch auf *Juniperus* (20,6—34,2%), während *Betula* (4,2—9,0%), *Picea* (3,2—5,2%), *Quercus*, *Ulmus*, *Alnus* (sämtlich unter 1%) und *Corylus* (in einer Probe: 1,6%) in den Pollenspektren nur schwach und zum Teil nicht regelmäßig vertreten sind. Die NBP-Anteile (15,6—19,4%) stammen fast ausschließlich von Compositae (nur wenig *Artemisia*) und von Gramineae. Die Birkenwerte steigen von 9% am Ende des DA 1 im DA 2 bis auf 58,4% an, sinken aber danach wieder ab und liegen im DA 3 zwischen 11,2 und 15,2%. Die Pollenkurve der Kiefer ist gegenläufig und besitzt daher im DA 2 ein Minimum (17,2%) und im DA 3 ein Maximum (69,2%). Ebenso wie die Anteile der Kiefer gehen die der Fichte im DA 2 zunächst deutlich zurück, steigen aber im DA 3 wieder an (6,8—9,0%). Ein derartiges, gleichsinniges Verhalten der Pollenkurven von *Pinus* und *Picea* ist auch in den jüngeren Abschnitten wiederholt zu beobachten. Die NBP-Kurve erreicht im DA 2 mit 176,7% ihr absolutes Maximum. Außer Compositae (ohne *Artemisia* 159,5%) sind jetzt auch die Gramineae, *Artemisia* und die Chenopodiaceae stärker vertreten. Ihre Anteile im Pollenniederschlag nehmen aber im DA 3 deutlich ab, so daß die NBP-Kurve hier nur noch Werte um 20% erreicht. Während in den DA 2 und 3 der Verlauf der meisten Pollenkurven mehrfach stark wechselnde Tendenzen zeigt, sinkt die *Juniperus*-Kurve, im DA 2 beginnend, allmählich ab und setzt im DA 7 schließlich aus.

Wie ein Vergleich der ältesten Abschnitte des Diagrammes Osterholz mit Pollendiagrammen aus dem Würm-Spätglazial und aus älteren Kaltzeiten zeigt, ist im Osterholz eine waldfreie Zeit nicht nachgewiesen. Die hohen *Juniperus*-Anteile im DA 1 lassen

<sup>3)</sup> DA = Diagrammabschnitt

vielmehr in Verbindung mit den niedrigen NBP-Werten den Schluß zu, daß das Diagramm mitten in einer Bewaldungsphase einsetzt, in der neben *Juniperus* auch schon *Pinus* lockere Bestände bildete. Dann breitete sich vorübergehend die Birke aus, und erst danach entstand, wie der Rückgang der *Juniperus*-Anteile zeigt, ein geschlossener Kiefernwald, in dem vermutlich auch schon die Fichte vorkam (DA 3).

Der überaus rasche Wechsel der dominierenden Baumarten an den Grenzen der DA 4, 5 und 6 ist mit deutlichen Veränderungen in der Häufigkeit anderer Pollentypen verbunden. So enthalten die birkenreichen DA 4 und 6 (ähnlich wie DA 2) reichlicher Pollen von *Quercus*, *Ulmus* und *Rhamnus frangula* als die kiefernreichen DA 3 und 5, die ihrerseits höhere *Picea*-Werte und deutlich geringere NBP-Anteile — vor allem weniger Pollen von Gramineae und *Artemisia* — aufweisen. Die Funde von *Myrica* sind auf DA 4 und 6 beschränkt. An den Grenzen dieser DA erfolgt gleichzeitig mit diesen Veränderungen der Vegetation ein Wechsel des Sedimentes: Seekreide in den Abschnitten mit Birkendominanz, Mergel in den Abschnitten mit Kieferndominanz.

Für diese sich mehrfach wiederholenden, einschneidenden Veränderungen in der Pollenzusammensetzung sind drei Erklärungsmöglichkeiten denkbar: Störungen im Profil, Änderungen des Klimas oder starke Beeinflussung der Pollenspektren durch die lokale Vegetation.

Um die Frage zu klären, ob das Profil gestört sein könne, wurden an den kritischen Stellen in möglichst dichtem Abstand Proben entnommen. Wie das Diagramm (Taf. 1) zeigt, konnten dabei weder für die Pollenkurven von *Pinus* noch für die von *Betula* Zwischenwerte ermittelt werden. Ein Parallelprofil ergab dieselben Ergebnisse. Wie verschiedene Probebohrungen zeigten, stammen beide Profile aus dem unteren Bereich des interglazialen Sees, wo besonders in Verbindung mit Senkungen des Seeuntergrundes (Salzauslaugung) am ehesten Rutschungen ganzer Schichtpakete und damit eine Störung der Profile erfolgt sein könnten. Da jedoch im Pollendiagramm nirgendwo Verdoppelungen eines Schichtkomplexes zu beobachten sind (man beachte die niedrigen *Juniperus*-Werte in den DA 4, 5 und 6), kann diese Erklärungsmöglichkeit nur richtig sein, wenn man weitere Störungen — etwa Schichtlücken — annimmt, was wenig wahrscheinlich ist und an den geringfügigen Resten der von der Erosion verschont gebliebenen interglazialen Sedimente wohl auch kaum nachgeprüft werden kann.

Eine klimatische Interpretierung — kühle Birkenzeit, warme Kiefernzeit — trifft auf Schwierigkeiten, da gerade in den birkenreichen DA 4 und 6 regelmäßig PK wärmeliebender Arten auftreten, nicht aber oder doch viel seltener in den kiefernreichen Abschnitten. Die in den DA 4 und 6 deutlich, aber nur geringfügig erhöhten NBP-Anteile allein können eine solche Deutung ebenfalls nicht rechtfertigen. Doch erlauben die häufigen birkenzeitlichen Nachweise von Sumpfpflanzen (*Rhamnus frangula*, *Salix*, *Myrica*, *Filipendula* und *Sphagnum* sind fast ausschließlich auf die birkenreichen Abschnitte beschränkt), die Birkendominanz in den DA 4 und 6 als eine Folge von Bruchwaldbildungen zu deuten. Durch Salzauslaugung können kurzfristig Änderungen des Grundwasserspiegels erfolgt sein, die eine Bruchwaldbildung und Versumpfung förderten. In gleicher Weise können sich übrigens Änderungen in der Ausdehnung der Leine-Aue ausgewirkt haben. Es sei noch darauf hingewiesen, daß der Tongehalt der Sedimente aus den birkenreichen Abschnitten — auch der in jüngeren Waldzeiten — geringer ist als sonst. Es wurden hier überwiegend reine Seekreiden gebildet.

Unter der Voraussetzung, daß das Profil ungestört ist, läßt sich demnach die Birkendominanz der DA 4 und 6 sehr wahrscheinlich durch die Bildung von Birkenwäldern in der näheren Umgebung des Osterholzes und möglicherweise auch in der Leine-Aue erklären. Dabei müssen lokale Standortveränderungen eine besondere Rolle gespielt haben. Vielleicht sind auch die Veränderungen in der Vegetation des DA 2 in ähnlicher Weise zu deuten. Der Kiefern-Fichtenwald, dessen Vorherrschaft im DA 3 begann und im DA 5 er-

neut offenkundig wurde, war während der DA 4 und 6 wahrscheinlich auf die trockeneren Standorte der umliegenden Höhen beschränkt.

## II. Eichenmischwald-(EMW-) Zeit (DA 7—12)

Der mittlere Teil des Diagrammes (510—675 cm) kann anhand der Kurven von *Quercus* und *Ulmus* in sechs Abschnitte gegliedert werden, deren Grenzen durch die Schnittpunkte beider Kurven (außer DA 10) gegeben sind. Die Grenzen des DA 10 sind durch die Schnittpunkte der Kurven von EMW und *Betula* bestimmt.

Schon am Ende des DA 6 sinkt die Birkenkurve ab. Diese Tendenz setzt sich bis in den DA 7 fort (Minimalwert 28,7%). Gleichzeitig sinken die NBP-Werte unter 6%; dagegen steigen die Werte von *Alnus* und *Pinus* sowie die EMW-Anteile (erstmal mehr als 5%, vornehmlich *Ulmus*) an (DA 7: Birken-Erlen-Kiefern-Ulmenphase). Die *Picea*-Werte bleiben weiterhin niedrig. Die Ulmenkurve erreicht noch vor dem Steilanstieg der Eichenkurve im DA 8 ein erstes Maximum von 17,6%. Regelmäßig Funde von *Corylus* und cf. *Syringa* sect. *Ligustrina*, 2 PK von *Viburnum opulus*. An der Grenze DA 7/8 steigt die Kurve von *Quercus* auf Werte von mehr als 25% an und entsprechend fällt die Kiefernkurve bis auf 3% ab. *Betula* erreicht im DA 8 (Birken-Erlen-Eichen-Ulmenphase) wieder Werte von 40—50%. Gleichzeitig setzt die Lindenkurve ein (bis 2%). Die NBP-Anteile steigen auf 26,2% (vornehmlich Gramineae und Compositae incl. *Artemisia*) an. Zu Beginn von DA 9 dominiert in einer Probe *Pinus* (38,9%). Hier wurde ein Pollenkorn von *Tsuga* gefunden. Falls es sich dabei um ein Pollenkorn auf sekundärer Lagerstätte handelt, wäre es das einzige dieser Art im ganzen Diagramm. Gleichzeitig steigt die *Picea*-Kurve bis auf 14,8% an. Nach dieser an Coniferenpollen reichen Phase gelangt der EMW (max. 56,5%), vor allem die Ulme (max. 38,3%), zur Vorherrschaft. *Alnus* und *Betula* um 20%.

Der folgende DA 10 scheint sehr starke Veränderungen der Vegetation anzuzeigen. Wie schon mehrfach in älteren Abschnitten gelangt die Birke erneut zur Vorherrschaft (absolutes Maximum 86,0%). Keine der anderen Baumarten erreicht im Pollennieder-schlag mehr als 10%. Die *Pinus*-Werte sinken bis auf 2,2% ab, die *Quercus*-Anteile auf 1,1%; der Minimalwert der Ulme (stets höhere Werte als *Quercus*!) beträgt 2,4%. PK von cf. *Syringa* und *Tilia* fehlen. Die *Alnus*-Werte sinken unter 1%. *Picea* ist in jeder Probe nur noch durch 1 oder 2 PK vertreten. Dagegen tritt *Juniperus*, der in den DA 8 und 9 praktisch fehlt, wieder auf. Die *Artemisia*-Kurve erreicht mit 15,4% ihr absolutes Maximum.

Im DA 11 stellen sich dann wieder Verhältnisse ein, wie sie im DA 9 herrschten. Nur die Erle gewinnt ihre alte Stellung nicht wieder zurück. Man beachte, daß der endgültige Rückgang der Erlenwerte schon im DA 9 beginnt. DA 9—11: Ulmen-Eichen-Birkenphase.

Im DA 12 liegen die höchsten EMW-Werte (73,9%), wobei Eiche und Linde ihre Höchstwerte (52,1 bzw. 2,8%) erreichen, während die Ulmenkurve unter die der Eiche absinkt (Eichen-Ulmen-Lindenphase). Erster Pollenfund von *Acer*. Am Ende des DA 12 beginnen die Kurven von *Picea* und *Pinus* auf Kosten aller Arten des EMW anzusteigen.

Als Beginn der EMW-Zeit wird jener Zeitpunkt angesehen, von dem ab die Arten des EMW erstmals mehr als 5% des BP stellten (DA 7). Die geringen EMW-Werte in den ältesten DA erlauben kaum den Schluß, daß diese Arten schon vorher im Gebiet verbreitet waren. Zunächst breitet sich die Ulme aus, gleichzeitig mit ihr die Erle. Nach der Ulme erschien die Eiche (DA 8). Diese beiden Baumarten bestimmten während der EMW-Zeit — sich mehrfach in der Dominanz abwechselnd (DA 9—12) — den Charakter der Wälder jenes Gebietes. Linde, Esche und Ahorn erlangten nie eine größere Bedeutung.

Während der ganzen EMW-Zeit war die Birke im Gebiet vertreten, zeitweise sogar sehr reichlich (DA 10). Man wird annehmen dürfen, daß *Betula* die feuchteren Standorte

besiedelte, da sich in den birkenreichen Abschnitten die Nachweise von *Myrica*, *Salix*, *Filipendula* und Cyperaceae häufen. Das gilt insbesondere für den DA 10, in dem die Birkenkurve ähnlich hohe Werte erreicht wie in den DA 4 und 6. Auch hier ergibt sich wieder die Frage nach der Möglichkeit einer Störung im Profil. Sie darf wohl verneint werden, da aus dem deutlich geschichteten Sediment in dichter Folge Proben entnommen werden konnten, die den Anstieg wie den Abfall der Birken- bzw. der EMW-Kurve sichern. Da auch Veränderungen in der Vegetation, die mit Sicherheit auf eine Klimaverschlechterung deuten könnten, nicht nachweisbar sind (über das Verhalten der *Artemisia*-Kurve vgl. Abschnitt C. d), bleibt bei den ältesten birkenreichen Abschnitten nur die Bildung von Birkenbrüchen als Erklärungsmöglichkeit übrig. Während dieser Zeit stockten auf den umliegenden Höhen offenbar ulmenreiche Wälder. Sehr merkwürdig ist das Verhalten von *Alnus*. Diese Art erschien bereits zu Beginn der EMW-Zeit, verschwand aber schon vor dem Einsetzen der Bruchwaldbildung fast völlig. Auch die vorübergehende, sich in den jüngeren DA mehrfach wiederholende Ausbreitung von Fichte und Kiefer zu Beginn des DA 9 und am Ende des DA 12 findet nur schwer eine Erklärung. Immerhin könnte die Ausbreitung dieser Baumarten auf die feuchteren Stellen der Umgebung des Osterholzes beschränkt gewesen sein, da beide Baumarten auch solche Standorte zu besiedeln vermögen.

### III. Die Hainbuchen-Eichenmischwald-Fichtenzeit (DA 13—15)

Im hainbuchenreichen Teil des Diagrammes (403—510 cm) beginnt die geschlossene Kurve von *Eucommia*<sup>4</sup>). Ihr Verlauf ermöglicht die Gliederung der Hainbuchenzeit in drei Abschnitte: DA 13, *Eucommia*-Werte unter 0,5 0/0; DA 14, *Eucommia*-Werte 2,9—3,8 0/0; DA 15, Gipfel (13,0 0/0) und Abfall der *Eucommia*-Kurve. Jeder dieser Abschnitte läßt sich in fast identischer Weise in einen älteren coniferenreichen Teil und einen, in dem die Coniferen niedrige, der EMW — vor allem *Quercus* — aber hohe Werte erreichen, gliedern. Der DA 13 beginnt dementsprechend mit hohen Anteilen von *Picea* (max. 51,5 0/0) und *Pinus* (um 30 0/0), während der EMW anfangs nur Werte zwischen 14,4 und 24,4 0/0 (*Quercus* 9,5—13,6 0/0, *Ulmus* 4,9—9,9 0/0) erreicht. In der jüngeren Hälfte dieses Abschnittes aber sinken die Kurven der Coniferen unter 10 0/0 ab, und die Eichenkurve steigt bei etwa gleichbleibenden Ulmenwerten bis auf 27,7 0/0 an. Dieser Wechsel ist in ähnlicher Weise auch in den DA 14 und 15 zu beobachten. Die Erlenkurve bleibt von diesen Veränderungen unbeeinflusst, doch hat die Kurve der Birke während der eichenreichen Phasen der DA 14 und 15 deutlich höhere Werte (10,8—17,3 0/0 statt um 3,5 0/0); Pollen von *Fraxinus* und *Acer* ist jetzt häufiger als in der EMW-Zeit. Die geschlossene Haselkurve beginnt im DA 13. Hier liegt auch ihr Maximum (5 0/0). Je zwei PK von *Abies* und *Myrica* im DA 14, 1 PK von *Viburnum opulus*. Die Hainbuchenkurve liegt nach einem Steilanstieg zu Beginn des DA 13 fast stets über der 25 0/0-Marke und zeigt im ganzen eine langsam ansteigende Tendenz (Maximum 46,2 0/0 im DA 14). Die NBP-Werte sind abgesehen von einer Probe im DA 13 (73,3 0/0), in der die Kurve der Chenopodiaceae ein Maximum von 68,2 0/0 besitzt, kleiner als 20 0/0; zuweilen sinken sie bis unter 5 0/0 ab. In der Hainbuchenzeit häufen sich die Nachweise von Sumpf- und Wasserpflanzen: *Typha*-Tetraden regelmäßig, relativ zahlreiche Funde des *Sparganium*- und des *Myriophyllum verticillatum-spicatum*-Typs sowie von *Lythrum*, vereinzelt PK vom *Eupotamogeton*-Typ, 1 PK von *Nuphar*. Die bereits im DA 11 einsetzende Kurve der Polypodiaceae, die erst im DA 12 die 3 0/0-Marke überschreitet, erreicht im DA 15 mit 86,2 0/0 ihr Maximum; im DA 15 (vorher nur vereinzelt) regelmäßig Funde von *Osmunda*; *Lycopodium* und *Sphagnum* sind wieder häufiger. In vier Proben des DA 15 wurden Mikrosproren, Glochidien und 4 *Massulae* von *Azolla filiculoides* gefunden.

<sup>4</sup>) Ich danke Dr. ZAGWIJN (Haarlem/Niederlande) für die Bestimmung dieses Pollentyps.

Zu Beginn der Hainbuchen-EMW-Fichtenzeit verloren Eiche und Ulme ihre dominierende Stellung und machten der Hainbuche Platz, die von nun an in den Wäldern vorherrschte. Nur zeitweise erreichte die Eiche ebenfalls eine größere Bedeutung. Esche und Ahorn scheinen nun etwas häufiger gewesen zu sein als früher. Der Artenreichtum der Wälder war groß. Die Hasel kam in ihnen vor und seit Beginn der Hainbuchenzeit auch *Eucommia*, *Pinus* und *Picea* breiteten sich — wie auch schon früher (DA 3, 5, 9) — mehrmals kräftig aus, verschwanden aber offenbar zeitweise wieder aus der Umgebung des Osterholzes oder wurden sehr selten. Die Ausbreitung der Nadelhölzer geschah fast nur auf Kosten von *Quercus*, so daß es nahe liegt, diese Erscheinung auf die Konkurrenz zwischen der Eiche und den Coniferen zurückzuführen. Da nämlich andere thermophile Laubhölzer von diesen Vorgängen nicht betroffen werden, können sie nicht mit Temperaturänderungen in Zusammenhang gebracht werden.

Im Pollendiagramm schließt sich ein weiterer Abschnitt an, der unter Umständen als

#### IV. Fichten-Kiefernzeit (DA 16)

gedeutet werden kann. *Picea* dominiert (Werte bis über 70 %). Die *Pinus*-Kurve bewegt sich um 30 %. Die Werte aller anderen Baumarten liegen unter 5 %. Die Pollenkurven von *Ulmus*, *Tilia* und *Eucommia* setzen aus, die Farnwerte nehmen stark zu. Das alles kann als Anzeichen für eine durchgreifende Klimaverschlechterung angesehen werden. Da jedoch die Erhaltung der PK in den drei jüngsten Proben viel schlechter und die Pollendichte viel geringer ist als in allen anderen Abschnitten, bestehen erhebliche Zweifel an der ungestörten Lagerung des Materials.

#### d) Zur Deutung der NBP-Kurven

Der Verlauf der NBP-Kurven und die Verteilung einiger NBP-Typen im Pollendiagramm vom Osterholz weisen gewisse Eigentümlichkeiten auf. Besonders auffällig ist der unvermittelte, meist nur von einem einzigen Pollentyp hervorgerufene schnelle Wechsel von hohen zu niedrigen Werten in einigen Abschnitten des Diagramms. Ein solcher NBP-Gipfel (vor allem *Chenopodiaceae*) findet sich z. B. im DA 13. Da damals in der Umgebung des Osterholzes mit Sicherheit thermophile Baumarten wuchsen, können die hohen NBP-Werte nicht Anzeichen für eine klimatisch bedingte Entwaldung (Ausbreitung von Steppen oder Tundren) sein, sondern müssen lokale Ursachen haben. Der hohe Anteil der *Chenopodiaceae* legt es nahe anzunehmen, wie dies auch AVERDIECK (1958), WEST & SPARKS (1960) und ERD (1965 b) bei anderen Vorkommen mit ähnlichen Verhältnissen tun, daß zu jener Zeit in der näheren Umgebung des Osterholzes halophile Pflanzengesellschaften vorkamen. Wie der Verlauf der keineswegs geschlossenen *Chenopodiaceae*-Kurve zeigt, muß mit einem mehrmaligen Auftreten solcher Gesellschaften gerechnet werden. Ursache dafür könnte der Austritt von salzhaltigem Wasser gewesen sein. Vielleicht kann die Untersuchung der Ostracoden-Fauna vom Osterholz, die im Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung in Hannover durchgeführt werden soll, einen Beitrag zur Klärung dieser Frage liefern.

Zwei weitere auffällige NBP-Gipfel liegen in den DA 2 und 6. Hier erreichen die Gramineae (ohne *Artemisia*), die auch sonst im ganzen Diagramm den größten Anteil der NBP stellen, besonders hohe Werte. Beide Gipfel liegen in birkenreichen Abschnitten. Da auch hier eine Klimaverschlechterung (vgl. dazu besonders Abschnitt C. c) nicht nachweisbar ist, kann die Erhöhung der NBP-Anteile in den birkenreichen Abschnitten (auch DA 4) nur als Folge lokaler Veränderungen gewertet werden.

Ein merkwürdiges Verhalten zeigt auch die *Artemisia*-Kurve. In den ältesten Abschnitten sind ihre Werte sehr gering, jedoch in den birkenreichen Phasen deutlich höher als in den kiefernreichen. Diese Kurve zeigt während der frühen EMW-Zeit eine ansteigende Tendenz und erreicht zu Beginn der Birkenausbreitung im DA 10, also während der EMW-Zeit, mit 15,4 % ihr absolutes Maximum. Danach sinken ihre Werte ab. Später ist *Artemisia* nicht mehr in allen Proben nachweisbar. Die Ausbreitung von *Artemisia* kann nicht wie im Spätglazial als ein Zeichen für einen Klimarückschlag gewertet werden, da sie gleichzeitig mit der Ausbreitung der Arten des EMW erfolgt. Sie kann auch nicht etwa als Hinweis auf die Entstehung einer Baumsteppe dienen, da in diesem Falle höhere NBP-Werte zu erwarten wären. Man wird auch hier von einer lokalen Erscheinung sprechen müssen. Das Vorkommen von *Artemisia* wäre hiernach kein Anzeichen für besondere klimatische Verhältnisse, sondern durch standörtliche Faktoren bedingt. Das Verhalten der NBP-Kurven spiegelt demnach lokale Veränderungen der Vegetation wider und läßt sich nicht klimatisch interpretieren.

## D. Der Elm

### a) Geographie und Geologie

Der Elm, ein bis über 320 m NN ansteigender Höhenzug von 20 km Länge und 5—9 km Breite, liegt im nördlichen Harzvorland etwa 15 km südöstlich von Braunschweig (Abb. 1). Der Höhenrücken wird von den Formationen der Trias, überwiegend vom Oberen Muschelkalk gebildet. In den etwa 200 m tiefer gelegenen Talmulden, die ihn umgeben, stehen im wesentlichen Keuper, Kreide oder tertiäre Sande an, die zum Teil von pleistozänen Ablagerungen überdeckt sind.

Die Oberfläche des Elm ist stellenweise geradezu übersät mit Hohlformen, die GOEDEKE (1966) in Anlehnung an ältere Arbeiten als Erdfälle deutete. Ihre Entstehung wird in den meisten Fällen auf Lösungsvorgänge in den Gipsbänken des Mittleren Muschelkalks zurückgeführt. Die meisten dieser Hohlformen liegen trocken; einige führen zeitweise Wasser, andere sind im späten Postglazial mit Torfen verlandet, wieder andere sind mit überwiegend minerogenen Sedimenten völlig aufgefüllt (vgl. GOEDEKE 1966) und daher höchstens durch eine etwas üppigere Krautvegetation und stark vernähte Böden von der Umgebung zu unterscheiden („Naßgallen“).

Im Distrikt Sundern, etwa 1 km südöstlich von Brunsleberfeld, liegt eine Gruppe solcher Naßgallen, deren nordöstlichste mit dem von GOEDEKE untersuchten Erdfall 21 (MTB 3831 Schöningen, R 21760, H 82920) identisch ist (Abb. 3). Diese Hohlform ist — wie GOEDEKE bei geomorphologischen Untersuchungen in den Jahren 1962 und 1963 feststellte — zum größten Teil mit Sanden, Tonen und Torfen aufgefüllt, deren interglaziales Alter unbestritten ist. Aber nicht nur in dem annähernd kreisförmigen Areal (Durchmesser ca. 30 m) des Erdfalles 21, sondern auch noch in dem sich etwa 100 m nach SE anschließenden Gebiet finden sich gleichaltrige Sedimente. Die Zahl der hier durchgeführten Bohrungen gestattet es noch nicht, sicher zu entscheiden, ob im Distrikt Sundern ehemals ein einziger größerer See bestand oder ob — wie vermutet — mehrere, dicht nebeneinander gelegene kleinere Seen in getrennten Hohlformen vorhanden waren und

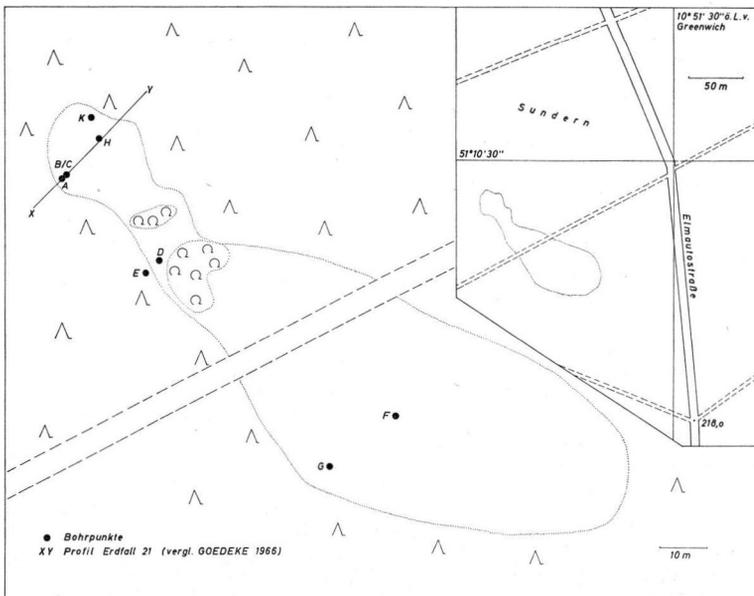


Abb. 3. Elm bei Braunschweig. Lage des Interglazialvorkommens und der Bohrpunkte.

später verlandeten. Weitere Bohrungen wurden in benachbarten Naßgallen (100—200 m westlich) angesetzt, weil auch dort interglaziale Sedimente vermutet wurden. Diese Bohrungen mußten aber in geringer Tiefe (um 2 m) abgebrochen werden, da es nicht gelang, die sehr steinigen Deckschichten, die nordisches Material und Kalksteine enthalten, zu durchstoßen.

## b) Stratigraphie

Insgesamt wurden acht Profile für die pollenanalytischen Untersuchungen erbohrt, vier im Bereich des Erdfalles 21 (Profile A, B/C, H, K), die anderen südlich davon (Profile D, E, F, G). Die Bohrungen haben gezeigt, daß die Hohlform sehr tief und steilwandig ist; denn die pollenführenden Sedimente sind bei einem oberen Durchmesser der Erdfallfüllung von nur 25 m mindestens 13,5 m mächtig. Daraus läßt sich in Verbindung mit den Angaben, die GOEDEKE (1966) über die Gestalt des Erdfalles 21 macht, und unter der Voraussetzung, daß sich diese seit der Zeit, als die ältesten Sedimente zur Ablagerung kamen, nicht wesentlich verändert hat, errechnen, daß der Böschungswinkel auf der Ostseite der Hohlform damals ungefähr 60° betragen haben muß. In der Tabelle 1 sind für verschiedene Profile Tiefenangaben zusammengestellt worden, aus denen sich leicht die Mächtigkeiten vegetationsgeschichtlich gleicher Abschnitte ermitteln lassen. Diese sind in den randnahen Profilen (vor allem A, B/C) weniger mächtig als mehr im Zentrum der Hohlform.

Tabelle 1  
Zusammenstellung von Tiefenangaben (in cm) für gleichaltrige Horizonte

	Profil B/C	Profil K	Profil H
Obergrenze der pollenführenden Sedimente	175	275	275
Beginn des DA 9	232,5	345	350
Beginn des DA 8	325	465	480
Beginn des DA 7	377	570	590
Beginn des DA 6	385	630	690
Beginn des DA 5	410	690	720
Beginn des DA 4	422,5	730	750
jüngster Birken Gipfel des DA 3	495	790	790
Bohrtiefe	495	1625	820
Liegendes erreicht	ja	nein	nein

Entfernung der Bohrstelle B/C von H etwa 10 m, von K ca. 12 m. Die Bohrungen H, K. und B/C sind ca. 3,5 m bzw. je 7 m von dem angenommenen Zentrum der Hohlform entfernt (zur Lage der Bohrpunkte vgl. Abb. 3 und GOEDEKE 1966, Beilage 5 oder GOEDEKE, GRÜGER und BEUG 1966, Abb. 1.)

**Profil A**, erbohrt bei Punkt 12. Das Pollendiagramm (vgl. GRÜGER 1965) beginnt im DA 4 und endet zu Beginn von DA 9.

**Profil B/C**, erbohrt bei Punkt 13, Pollendiagramm Taf. 2.

0—75 cm	vergleyter Lößlehm
75—105 cm	Lößlehm, feinsandig
105—178 cm	Geschiebelehm mit Kalksteinen und nordischem Material
178—305 cm	graublauer bis dunkelbrauner, zum Teil sandiger Ton
305—386 cm	Übergang von Tonen zu blättrigen Moostorfen
386—417 cm	stark gepreßter, blättriger Braunmoostorf
417—435 cm	grauer, humoser Feinsand
435—480 cm	grauer, humoser Grobsand, mit nordischem Material
480—500 cm	Lehm mit Grobsand
500—520 cm	Grundmoräne (Lehm, Grobsand, Kalksteine)

**Profil H**, erbohrt bei Punkt 26. Das Diagramm (nicht veröffentlicht) beginnt am Ende des DA 3 und endet zu Beginn von DA 9.

0—205 cm	Lößlehm und Geschiebelehm
205—250 cm	gelbbrauner, fetter Ton
250—270 cm	roströter Ton

270—295 cm	graublauer, teils rostroter Ton
295—415 cm	fetter, graublauer Ton, nach unten humoser werdend
415—455 cm	stark humoser Ton, z. T. sandig
455—605 cm	grauer, schwach humoser, z. T. fast reiner Ton
605—620 cm	stark humoser Ton
620—715 cm	schwach humoser Ton, im unteren Teil warwig gebändert, auch Sand- und Tonbänder
715—760 cm	zersetzter Torf
760—765 cm	schwach humoser Ton
765—785 cm	humoser Ton mit ockerfarbenen Tonbändern, z. T. sandig
785—795 cm	stark humoser Ton
795—820 cm	schwach humoser bis fast reiner Ton, z. T. mit Sand- und Tonbändern

Profil K, ungefähr 5 m nördlich von Punkt 26 erbohrt, Pollendiagramm Taf. 3

0—100 cm	Lößlehm
100—270 cm	Geschiebelehm mit Kalksteinen und nordischem Material
270—330 cm	fetter, graublauer bis dunkelbrauner Ton, z. T. rostrot
330—410 cm	humoser Ton, nach unten humoser werdend
410—420 cm	stark zersetzter Torf
420—490 cm	humoser Ton, nach unten zu fetter werdend
490—540 cm	grauer, fetter Ton
540—570 cm	humoser, z. T. stark humoser Ton, aufblättern
570—580 cm	schwach humoser Ton
580—620 cm	warwig gebänderter Ton mit rostroten Bändern
620—630 cm	stark humoser Ton
630—645 cm	zersetzter, z. T. sandiger Torf
645—680 cm	humoser Ton
680—720 cm	stark humoser Ton, mit sandigen bzw. tonigen Bändern, aufblättern
720—735 cm	humoser Ton, warwig gebändert
735—1625 cm	humoser Ton, nach unten zu sandiger werdend, mit Tonbändern oder stark humosen Horizonten, im Bereich 840—890 cm kleine Steine

Profil D, ungefähr 30 m südlich von Punkt 26 erbohrt, Pollendiagramm Taf. 4. Das Liegende wurde nicht erreicht.

0—180 cm	ockerfarbener Lößlehm
180—310 cm	Geschiebelehm mit nordischem Material
310—345 cm	Ton, feinsandig
345—572 cm	graubrauner, zum Teil fetter humoser Ton
572—577 cm	Torf mit geringem Tonanteil
577—578 cm	weißer Sand
578—635 cm	grauer Feinsand

Alle weiteren Profile wurden nur stichprobenartig untersucht. Weder die Stratigraphie noch die Pollendiagramme versprachen neue Ergebnisse.

### c) Diagrammbeschreibung und Vegetationsentwicklung

Alle Diagramme stimmen in ihrer Vegetationsentwicklung überein. Die jüngsten waldgeschichtlichen Abschnitte sind im Profil B/C (Taf. IV) erfaßt, die ältesten im Profil K (Taf. II), dessen Pollendiagramm im übrigen die gesamte Vegetationsentwicklung am besten wiedergibt. Sofern Häufigkeitsangaben gemacht werden, die sich nicht auf das Hauptdiagramm K beziehen, sind sie durch die zusätzliche Angabe der Profilbezeichnung gekennzeichnet.

In den tiefen Proben wurden regelmäßig Pollenkörner von Tertiärgehölzen nachgewiesen (max. 5,4%), und es bleibt unsicher, wieviel Pollenkörner von *Pinus*, *Picea*, *Betula*, *Corylus*, den Arten des EMW usw. ebenfalls auf sekundärer Lagerstätte liegen; denn die von IVERSEN (1936) vorgeschlagene Korrekturmethode erwies sich hier als nicht durchführbar. Da aber die Häufigkeit der tertiären Pollenformen als Maß für die Verunreinigung gelten kann, darf angenommen werden, daß spätestens vom DA 4 an eine stärkere Verfälschung der Pollenspektren durch Pollenkörner auf sekundärer Lagerstätte ausgeschlossen werden kann.

## I. Kiefern-Birkenzeit (DA 1—5)

Im DA 1 zeigen die Pollenkurven aller Arten kaum Veränderungen. *Pinus* und *Betula* sind gleich stark vertreten (ca. 40%). Alle anderen Baumarten haben nur geringe Werte (*Picea* um 4%, max. 5,8%, *Salix* 2—3%, *Juniperus* bis 1%, EMW bis 2%). *Alnus* und *Corylus* unter 1%). NBP-Werte (zur Hälfte Pollen von Gramineae) um 14%. Das ist offenbar ein Anzeichen für eine sehr schnelle Sedimentation. Das Sediment ist ein humoser Ton, in den häufig Sand- und Tonlagen geringerer Mächtigkeit eingeschaltet sind.

Im DA 2 liegen die Kiefern-Werte höher als die der Birke. Der DA 3 dagegen zeigt mehrfach Überschneidungen beider Kurven. Die Fichtenkurve (1,2—5,6%) erreicht in den Abschnitten mit *Pinus*-Dominanz etwas höhere Werte als in den birkenreichen Abschnitten. Pollen von *Salix* (bis 4,8%; B/C 7,8%) und *Juniperus* (bis 2,2%) ist ziemlich regelmäßig nachweisbar, vereinzelt auch *Viburnum opulus*. Die NBP-Kurve verläuft zwischen 3,6 und 12,4%. Der DA 3 zeichnet sich überdies durch sehr hohe *Pteridium*-Werte aus (max. 33,4%). Der jüngere Teil des DA 3 ist bereits in dem Diagramm B/C enthalten.

Im DA 4 steigen die Erlenwerte bis auf 23% an, und die *Picea*-Kurve erreicht nach Werten von weniger als 1% einen Höchstwert von 15,1% (im Diagramm H 27,8%). Dominierende Baumarten bleiben aber weiterhin *Pinus* und *Betula*, die einander in der Vorherrschaft mehrere Male abwechseln. Pollen von *Populus* (max. 1,6%) und von *Viburnum opulus* viel reichlicher als zuvor.

Die NBP-Werte (um 3%) sinken im DA 4 gegenüber den Werten in den DA 1—3 deutlich ab. Die Farnsporen stammen fast ausschließlich von *Pteridium* (bis 24,8%), die Anteile der anderen Polypodiaceae gehen nun unter 1% zurück. Ferner Funde von *Osmunda* (dieser auch in den DA 2 und 3), *Matteucia struthiopteris* und *Polypodium*. Im Diagramm B/C ist der DA 4 lediglich durch *Betula*-Dominanz und hohe *Alnus*-Werte gekennzeichnet. Alle anderen, oben beschriebenen Veränderungen sind möglicherweise deswegen nicht erfaßt worden, weil in den stark gepreßten Torfen und in den Sanden der Probenabstand nicht eng genug gewählt werden konnte.

Im DA 5 steigt die *Pinus*-Kurve noch einmal bis auf etwa 60% an; *Betula* um 30%, *Populus* fehlt; die Kurven von *Picea* und *Alnus* sinken wieder auf Werte unter 2 bzw. 5% ab. Die NBP-Werte liegen meist unter 5%. Die Kurve der Polypodiaceae (außer *Pteridium*) steigt erneut an und erreicht mit 15,6% ihr absolutes Maximum. Wie in den DA 3 und 4 vereinzelt Funde von *Rhamnus frangula*, *Viscum*, *Taxus*, *Dryopteris thelypteris*, auch eine Spore von *Blechnum spicant*. In den DA 1—5 sind regelmäßig Pollenkörner und Makroreste von Pflanzen einer artenreichen Wasser- und Sumpfflora nachgewiesen, vor allem Cyperaceae, Juncaceae, *Typha*, *Sparganium*, *Nymphaea*, *Nuphar*, mehrere *Potamogeton*-Arten, *Polygonum lapathifolium*, *Myosotis*, *Ranunculus sceleratus*, *Potentilla norvegica*, aber auch *Myriophyllum* (2 Arten), *Sagittaria*, *Utricularia*, *Ceratophyllum demersum*, *Lemna*, *Oenanthe aquatica*, *Menyanthes trifoliata*, *Lysimachia* u. a. (vgl. die Florenliste E).

Im Elm beginnt die Vegetationsentwicklung mit thermisch anspruchslosen Wäldern. Hinweise auf eine klimatisch bedingte Waldarmut oder für die Existenz eines Bewaldungsvorganges fehlen. Die gelegentlich erhöhten NBP-Anteile (max. 14,4%) dürfen wohl nur als Anzeichen für mehr oder weniger lokale Veränderungen in der Krautvegetation angesehen werden; denn schon für die DA 1—3 ist die Anwesenheit mehrerer Holzarten durch Makroreste belegt (*Pinus*, *Betula alba*, *B. nana*, *Populus tremula*). *Betula nana* und *Populus tremula* dürften zusammen mit *Salix* lokal kleine Bestände gebildet haben. Als nächste Baumart (DA 4) breitete sich die Erle aus. Spätestens zu dieser Zeit erschien — wenigstens vorübergehend — die Fichte auf dem Elm. Der DA 5 zeigt wiederum die Vorherrschaft von Kiefern-Birkenwäldern an, in denen keine weitere Baumart

eine größere Rolle gespielt haben kann. Zu dieser Zeit waren aber außer *Salix*, *Alnus* und *Picea* wohl auch *Rhamnus frangula*, *Viburnum opulus*, *Hedera* und *Viscum* vorhanden.

## II. Die Eichenmischwaldzeit (DA 6—9)

Die EMW-Zeit beginnt im DA 6 (Kiefern-Ulmenphase) mit dem Anstieg der Ulmenkurve von Werten unter 2% bis auf mehr als 40%, während die Werte von *Pinus* und *Betula* zurückgehen. Eine starke Zunahme der Eichenanteile erfolgt erst gegen Ende des DA 6. Hier tritt auch *Fraxinus*-Pollen zum ersten Male in geringen Mengen auf; Lindenpollen aber fehlt noch. Dagegen hat *Acer* (Diagramm D) eine beinahe geschlossene Kurve mit einem Höchstwert von 2,5%. In allen Diagrammen ist ein Anstieg der Erlenkurve zu beobachten. *Corylus*-Pollen tritt regelmäßig in geringen Mengen auf; erstmalig auch Pollen von *Ilex* (A). Regelmäßig Pollenfunde von *Viburnum opulus*; je 1 PK von *Vitis* und *Rhamnus frangula*; *Picea*-Werte unter 3%. Die Werte der NBP und der Farne sinken deutlich ab. Der Schnittpunkt der steil ansteigenden Eichenkurve mit der Ulmenkurve kennzeichnet das Ende dieses Abschnittes.

In allen Proben des DA 7 (Eichen-Ulmenphase) herrscht der *Quercus*-Pollen vor (30—45%). Die Werte von *Pinus* (um 20%) und *Betula* (meist unter 5%) sind niedriger als im DA 6, desgleichen die Ulmenanteile. Dagegen erreicht die *Fraxinus*-Kurve mit 11,2% ihr Maximum. Beginn der geschlossenen Lindenkurve. Pollenkörner von *Acer*, *Hedera*, *Ilex* und *Viburnum opulus* wurden vereinzelt und solche von *Corylus* regelmäßig nachgewiesen (am Ende des Abschnittes bis 2,5%). Die NBP-Werte liegen meist unter 5%. Die Anteile der Farne sind in den einzelnen Diagrammen unterschiedlich hoch, jedoch überall deutlich geringer als in den älteren Abschnitten. Sporen von *Osmunda*, *Dryopteris thelypteris*, *D. austriaca*, *D. filix-mas* und *Polypodium* kommen in geringen Anteilen vor. Am Ende dieses Abschnittes steigt die Ulmenkurve erneut an und erreicht im folgenden DA 8 Werte bis 56,8%, während die Eichenwerte z. T. bis unter 15% absinken. Der DA 7 endet am Schnittpunkt dieser beiden Kurven.

Im DA 8 (Ulmen-Eichenphase) betragen die Anteile von *Fraxinus* nur noch etwa 4%. Pollenkörner von *Acer* und *Hedera* kommen vereinzelt vor. Die Lindenwerte liegen bei 2%, nehmen aber gegen Ende des DA 8 deutlich zu, und gleichzeitig erfolgt auch der erste Anstieg der Hasel-, Erlen- und NBP-Kurve. Die Farnflora entspricht der des vorhergehenden Abschnittes, doch steigen die Farnwerte am Ende des DA 8 leicht an. Grenze DA 8/9: Schnittpunkt der abfallenden *Quercus*-Kurve mit der zum ersten Mal auf Werte über 10% ansteigenden *Tilia*-Kurve.

Der DA 9 (Ulmen-Lindenphase) ist vor allem durch hohe Lindenwerte (bis 20%) gekennzeichnet. Eschenpollen wird seltener und fehlt schließlich ganz. Die Kurve der Eiche sinkt stetig ab (Minimum 3,5% in Diagramm C). Hasel (25,2%, C) und Erle (29,4%, C) erreichen dagegen ihre höchsten Werte, während die Kiefernkurve unter 5% absinkt. Die NBP-Werte steigen an und nähern sich in einigen Proben der 10%-Grenze. Dabei fällt die Zunahme der Gramineae-Anteile am stärksten ins Gewicht, obgleich auch die übrigen krautigen Pflanzen im Pollenniederschlag stärker vertreten sind als in den älteren Abschnitten der EMW-Zeit.

Vor allem in den Abschnitten der EMW-Zeit, aber auch schon in denen der Kiefern-Birkenzeit wurden vereinzelt PK von *Abies*, *Carpinus* und cf. *Syringa* sect. *Ligustrina* gefunden. Mit dem Abschnitt 9 endet das Profil B/C. Jüngere Abschnitte sind bisher nirgendwo entdeckt worden.

Die EMW-Zeit begann auf dem Elm mit der Einwanderung und Massenausbreitung der Ulme, die zusammen mit der Kiefer die Wälder der frühen EMW-Zeit bildete. Außer diesen dominierenden Baumarten waren auch Ahorn, Birke, Erle und Weide an geeigneten Standorten vorhanden. In die Zeit des weiteren Rückgangs von *Pinus* und *Betula* fiel die

Ausbreitung der Eiche; gleichzeitig wurde die Esche häufiger. Eiche und Ulme bestimmten von nun an für lange Zeit (DA 7, 8) — sich in der Vorherrschaft abwechselnd — den Charakter der Wälder, deren Artenzusammensetzung sich erst bei der Ausbreitung der Linde erneut änderte. Zu dieser Zeit gewannen außer *Tilia* auch die vorher wenig vertretenen Laubhölzer Erle und Hasel an Bedeutung. Diese beiden Laubholzarten waren während der jüngsten Phasen der EMW-Zeit im Pollenniederschlag stärker vertreten als jede der Arten des EMW einschließlich der Ulme, die zwar unter diesen weiterhin dominierte, aber ihre ehemalige Bedeutung verlor. Während der ganzen EMW-Zeit kamen auf dem Elm wahrscheinlich *Rhamnus frangula*, *Viscum*, *Hedera* und *Ilex* vor, gegen Ende auch cf. *Syringa* sect. *Ligustrina*. Auch *Picea*, *Taxus* und *Juniperus* könnten an geeigneten Standorten gewachsen sein.

#### d) Die Wasser- und Sumpfflora

Wie die Liste der krautigen Pflanzen zeigt, war die Wasser- und Sumpfflora im Elm sehr artenreich, und in dem kleinen Gewässer herrschten mesotrophe oder eutrophe Verhältnisse. Ein ähnlich großer Artenreichtum konnte im Osterholz nicht festgestellt werden, weil Makroreste fehlen; doch sind hier auch die pollenanalytischen Nachweise solcher Pflanzen in vergleichbaren Abschnitten spärlicher.

Der Artenbestand der Gesellschaften von Sumpf- und Wasserpflanzen änderte sich im Elm offenbar während der ganzen Kiefern-Birkenzeit nicht wesentlich. Auch während der EMW-Zeit waren alle Sippen — vielleicht außer *Rumex maritimus*, *Potentilla norvegica*, *Myosotis scorpioides* s. l. und *Rubus idaeus*, die während der Kiefern-Birkenzeit reichlich, zu dieser Zeit aber gar nicht mehr nachweisbar waren, sowie einigen nur vereinzelt nachgewiesenen *Potamogeton*-Arten — noch vorhanden. Zusätzlich traten aber *Najas minor* und *Brasenia schreberi* auf.

*Sagittaria sagittifolia*, *Ceratophyllum demersum*, *Cladium mariscus*, *Myriophyllum verticillatum*, *M. spicatum*, *Rumex maritimus*, *Potamogeton trichoides*, *P. friesii*, *Ranunculus sceleratus*, *Potentilla norvegica* und *Oenanthe aquatica* sind Arten, die im Elm in den Sedimenten der Kiefern-Birkenzeit nachgewiesen werden konnten. Sie treten heute nördlich des „limes norrlandicus“ ( $\pm 60^\circ$  nördl. Breite) nicht mehr oder nur noch vereinzelt auf. Dieser „limes“ deckt sich in etwa mit der Nordgrenze des Areals der anspruchsvolleren Laubhölzer wie *Quercus petraea*, *Qu. robur*, *Ulmus glabra*, *Tilia cordata*, *Fraxinus excelsior*, *Acer platanoides*, *Viburnum opulus*, *Alnus glutinosa* u. a. Wenn auch Sumpf- und Wasserpflanzen aufgrund der besonderen kleinklimatischen Verhältnisse ihrer Standorte nicht generell als Klimazeiger dienen können, und wenn vielleicht auch einige der oben genannten krautigen Pflanzen (z. B. *Potentilla norvegica*) möglicherweise heute noch in Ausbreitung begriffen sind, so können doch die reichlichen Funde von Makroresten dieser Arten als Hinweise dafür dienen, daß das Klima der Kiefern-Birkenzeit für die Bildung geschlossener Wälder ausreichte. Spätestens zu Beginn der EMW-Zeit muß dann eine Klimabesserung erfolgt sein. Darauf weisen außer der Einwanderung der Arten des EMW auch die in dieser Periode neu auftretenden Arten *Najas minor* und *Brasenia schreberi* hin. *Brasenia* fehlt heute in Europa. Ihr Hauptverbreitungsgebiet liegt in Nordamerika, wo sie vor allem südlich des 50. Breitengrades (geographische Breite von Frankfurt/Main) im atlantischen Klimabereich weit verbreitet ist. Der Schwerpunkt der europäischen Verbreitung von *Najas minor* liegt in Südrußland (BACKMAN 1951). Die Art fehlt heute in den skandinavischen Ländern, auf Irland und den britischen Inseln und kommt in Deutschland nur vereinzelt vor.

#### E. Florenliste

In dieser Zusammenstellung werden nur solche Pflanzensippen genannt, die in den Ablagerungen vom Elm (E) und vom Osterholz (O) pollenanalytisch oder durch Makroreste nachgewiesen werden konnten, aber entweder in den Pollendiagrammen nicht verzeichnet oder von besonderem Interesse sind. Bei der Bestimmung der pflanzlichen Mikro- und Makrofossilien wurde neben den umfangreichen Sammlungen des hiesigen Instituts folgende Literatur benutzt: BERTSCH 1941, BEUG 1961, DOEBEL 1957, FAEGRI & IVERSEN 1964, JESSEN 1949, KATZ, KATZ & KIPANI 1965, MÜLLER-STOLL 1936, PAUL, MÖNKEMEYER & SCHIFFNER 1931, RABEN 1953b, SCHMIDT 1941. Die Nomenklatur richtet sich in erster Linie nach OBERDORFER (1962), PAUL et al. (1931), aber auch nach ENGLER (1897, 1964) und HEGI (1906 ff). Verbreitungsangaben vor allem nach HULTÉN (1950), PERRING and WALTERS (1962) und TRALAU (1959).

Die Moose wurden freundlicherweise von Dr. F. KOPPE (Bielefeld) bestimmt bzw. revidiert, und bei der Bestimmung der übrigen Makrofossilien standen mir Dozent Dr. W. JUNG (München) und Dr. U. WILLERDING (Göttingen) mit Rat und Tat zur Seite. Ihnen allen sei herzlich gedankt.

Die Häufigkeit der Makroreste (sämtlich vom Elm) war in den verschiedenen Sedimenttypen verschieden groß; die älteren humosen Schichten enthielten relativ viele, die jüngeren reinen Tone dagegen keine, so daß aus dem Fehlen einer Art in den jüngeren Abschnitten kaum auf ihr Fehlen in der damaligen Vegetation geschlossen werden darf.

Abkürzungen: PK = Pollen, Sa = Samen, Fr = Frucht, Stk = Steinkern.

**Phycophyta**: *Botryococcus*, O DA 1—16, E DA 2, 3, 6—9; *Chara* (Oogonien), O DA 11, 14—16, E DA 1—9.

**Bryophyta**: *Calliergon cuspidatum* E DA 4; *C. trifarium* E DA 3, 5—8; *Drepanocladus exannulatus* E DA 1—8; *D. fluitans* E DA 5, 7; *D. revolvens* E DA 7. In den mehr oder weniger stark mineralogen Sedimenten vom Elm sind Moosreste (vor allem Blättchen) in großer Zahl vorhanden. Beblätterte Stämmchen (meistens von *D. exannulatus*, seltener von den anderen Arten) waren fast nur in den näher am Rand des verlandeten Sees erbohrten Profilen A und B/C zu finden.

**Pteridophyta**: *Equisetum* (Sporen), O vereinzelt, E regelmäßig; *Azolla fliculoides* (Glochidien, Mikrosporen, und 4 Massulae) in 4 Proben O DA 15 (Tafel V, Fig. 12).

**Spermatophyta**

a) Bäume und Sträucher

Cupressaceae und Taxodiaceae: PK vom *Juniperus*-Typ, O DA 13 bis über 30%. DA 10 bis 4,8%, sonst nur vereinzelt oder fehlend; E DA 1—9 ziemlich regelmäßig. Zu diesem Typ gehören nach BEUG (1961) mehrere Gattungen aus den Familien der Cupressaceae und Taxodiaceae, von denen hier neben mehreren *Juniperus*-Arten vor allem die Gattung *Thuja* in Frage kommen könnte, zumal eine Art dieser Gattung (*T. thuringiaca*, vgl. VENT 1955) in den interglazialen Ilmtravertinen von Weimar nachgewiesen ist. Da Makroreste fehlen, kann nicht geklärt werden, um welche Gattung oder Gattungen es sich hier handelt, aber die Vergesellschaftung mit *Pinus* und *Betula* in den DA 1—3 vom Osterholz erinnert an spätglaziale Verhältnisse und macht das Vorkommen von *Juniperus* wahrscheinlich.

Pinaceae: je 1 Knospenschuppe E DA 3, 4. Die Knospenschuppen der Pinaceae lassen sich nur schwer voneinander unterscheiden, doch dürfte es sich hier eher um Schuppen von *Pinus* als von *Picea*, keinesfalls aber von *Abies* handeln. 15 *Pinus*-Samen E DA 1—5.

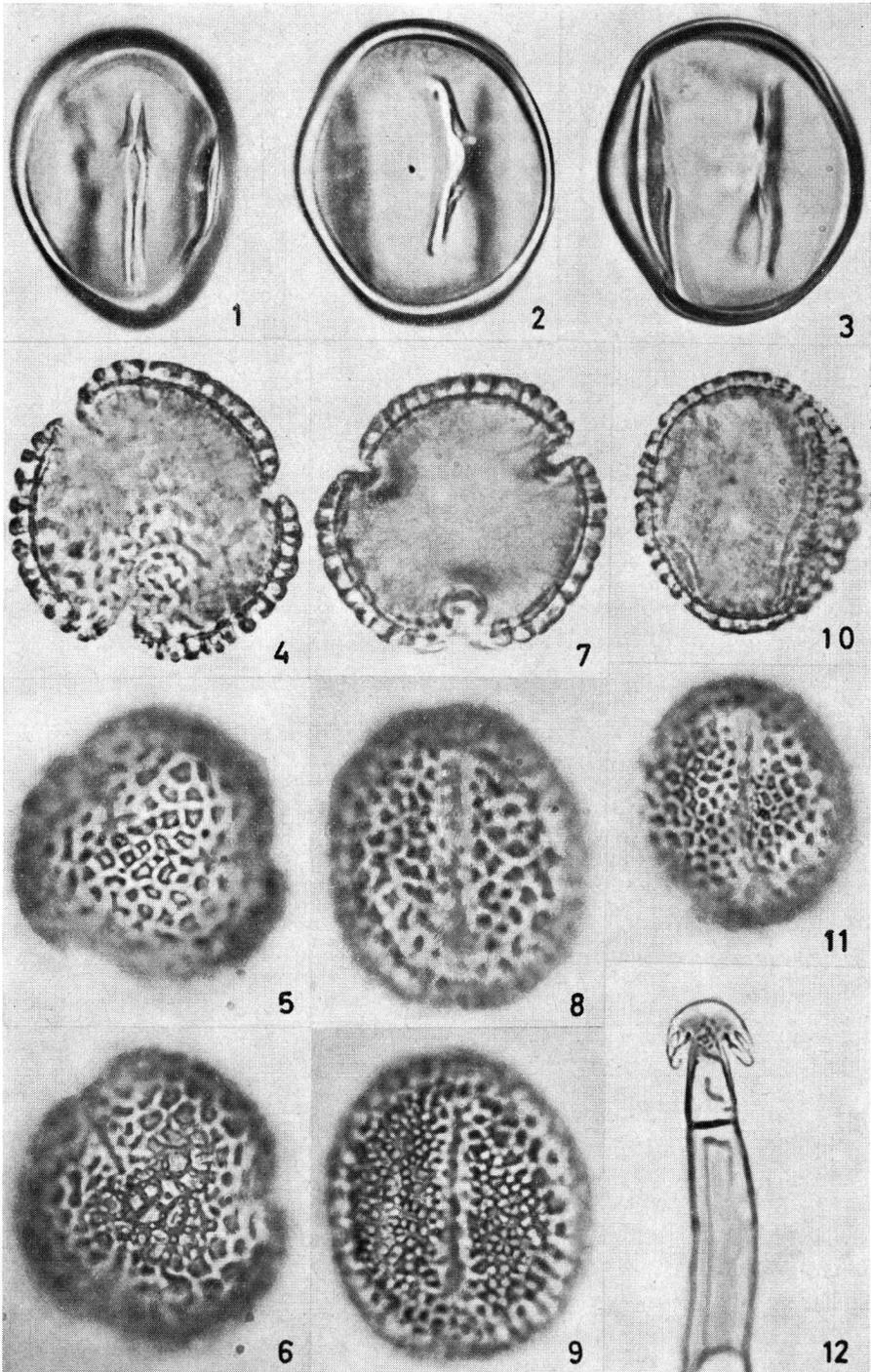
Betulaceae: E außer PK auch Früchte und Fruchtschuppen von *Betula*, DA 1—5 sehr häufig, DA 6—8 vereinzelt. Während sämtliche Fruchtschuppen von *Betula alba* s. l. stammen, könnte ein Teil der Früchte, deren zarte Flügel meistens beschädigt waren oder ganz fehlten, zu *B. nana* gehören. *B. nana*, 2 Fr E DA 1; 1 Fr und 4 Fruchtschuppen E DA 2.

Eucommiaceae: *Eucommia* sp., PK (vgl. Tafel V, Fig. 1—3; weitere Abb. bei KUPRIJANOVA 1965, ZAGWIJN 1960; in beiden Arbeiten und bei ERDTMANN 1952 Beschreibungen dieses Pollentyps), O bis 13%. PK oft asymmetrisch, tricolporoidat, psilat, 32—45  $\mu$  lang (Mittelwert 37  $\mu$ ), 25—36,5  $\mu$  Durchmesser (Mittelwert 30  $\mu$ ), Colpen im allgemeinen nicht parallel zueinander verlaufend, oft ungleich lang. — *Eucommia ulmoides*, ein sommergrüner Laubbaum, kommt nach WANG (1961) heute nur noch im südlichen Teil W- und Zentralchinas (bis ca. 34° nördl. Breite) vor, gedeiht aber nach HARMIS (1933) auch in unserem Klima gut. Klimadaten für das heutige Areal: Monatsmittel nie unter 0° C, 4 Monate über 22° C, 8—9 Monate über 10° C, 230—280 Tage frostfrei, tiefste Temperaturen bis -14° C, Niederschläge 1000—1500 (—2000) mm. Im Tertiär und im älteren Pleistozän war diese Gattung in Europa offenbar weit verbreitet (BAAS 1932, ZAGWIJN 1960, 1963; u. a.). Fossile Früchte aus dem Tertiär sind als *E. europaea* MÄDLER beschrieben worden.

Fagaceae: *Fagus*, PK, s. weiter unten unter Tertiärpollen; *Quercus* sp., außer PK auch Knospenschuppen, 2 Stück E DA 5, 17 Stück E DA 7, 8 Stück E DA 8; 1 Knospe E DA 5.

Myricaceae: *Myrica* sp., PK, O DA 4, 6, 7, 10, nur wenige PK (vor allem in den birkenreichen Abschnitten). Es kann sich kaum um eine andere Art als um *M. gale* handeln, die als typisch atlantisches Florenelement gilt und deren südlichste rezente Vorkommen im Gebiet ungefähr 40 km SE vom Osterholz am Harzrand liegen.

Oleaceae: cf. *Syringa* sect. *Ligustrina*, PK (Tafel V, Fig. 4—6, 10, 11), O DA 6—16 regelmäßig; E DA 8, 9 vereinzelt. PK prolat, tricolpat, Colpen eng, schlitzartig, PK perreticulat, Columellae distal keulig verdickt, sich erst bei sehr hoher optischer Einstellung zu einem Reticulum zusammenschließend, PK 30—45  $\mu$  lang (Mittelwert 38,7  $\mu$ ), Durchmesser 26—38  $\mu$  (Mittelwert 33,9  $\mu$ ), Exine 3,0—3,5  $\mu$  dick. Ein Vergleich mit rezentem Material zeigt, daß die PK dieses Typs denen von *Syringa amurensis* RUPR. (= *Ligustrina amurensis* RUPR.; vgl. Tafel V, Fig. 7—9, sowie Beschreibung und Abb. bei ANANOVA und KULIAŠINA 1965) sehr ähnlich sind. Diese Art gehört zur Sektion *Ligustrina*. PK von Arten der Sektion *Eusyryngia* (vidi: *S. josikaea* JACQU., *S. persica* L.) sind gut davon zu unterscheiden. Die PK von cf. *Syringa* sect. *Ligustrina* sind denen von *Ligustrum vulgare* L. ähnlich, besitzen aber einige abweichende Merkmale: PK prolat — sphärisch — oblat, Colpen nicht schlitzartig; viele der bei *L. vulgare* ebenfalls clava-artigen Skulptur-



1—3 *Eucommia*, Osterholz, 439 cm, DA 14; 4—6 cf. *Syringa* sect. *Ligustrina*, Osterholz, 575 cm DA 9; 7—9 *Syringa amurensis*, Mandchurei, rezent; 10—11 cf. *Syringa* sect. *Ligustrina*, Osterholz, 619 cm DA 9; 12 *Azolla filiculoides*, Osterholz, 429 cm, DA 15.  
Vergrößerungen 1000fach.

elemente der Exine schließen sich bei einer hohen optischen Einstellung zunächst nur zu langgestreckten Teilstücken eines Reticulums zusammen, die erst bei noch höherer Einstellung das vollständige Reticulum bilden. Der Verbreitungsschwerpunkt der Gattung *Syringa* liegt heute in Ostasien.

Salicaceae: Außer PK von *Salix* auch solche von *Populus*, E DA 1—4, Maximum 1,6% im DA 4. Die sehr zarten Pollenkörner von *Populus* sind nur in einigen Proben des Profils K nachgewiesen und dürften evtl. bei der Untersuchung der anderen Profile übersehen worden sein. Wahrscheinlich handelt es sich um PK von *P. tremula* L., da von dieser Art Knospenschuppen gefunden wurden: 1 Stück E DA 3; 7 Stück E DA 4.

Tiliaceae: *Tilia* sp., PK O und E. — RABIEN (1953) konnte anhand der Makroreste in den Sedimenten von Wallensen (Eem-Interglazial) drei *Tilia*-Arten unterscheiden: *T. cordata* MILL., *T. platyphyllos* SCOP., *T. tomentosa* MOENCH. Sie schreibt: „Versuche, zu einer sicheren Artbestimmung der Pollen zu kommen, führten zu keinem überzeugenden Ergebnis . . .“ Bei der erneuten Zählung der Proben des Profils Ia (vgl. Abschn. F) aus Wallensen konnten lediglich zwei Typen unterschieden werden, von denen der *platyphyllos*-Typ (nach CHAMBERS and GODWIN 1961, ERDTMANN 1952) häufiger zu finden war als der *cordata*-Typ. Nach einem Vergleich mit rezentem Material von *T. tomentosa* sind die PK dieser Art denen von *T. cordata* sehr ähnlich. Im Elm herrscht der *cordata*-Typ vor, während der Anteil des *platyphyllos*-Typs nur etwa ein Drittel aller *Tilia*-Pollen ausmacht. Im Osterholz ist *Tilia*-Pollen relativ selten (Max. 2,8%), und deshalb ist eine Trennung in mehrere Pollentypen statistisch nur schwer zu sichern. Doch scheint auch hier der *cordata*-Typ vorzuherrschen.

Tertiärpollen: Im Elm wurden folgende Gattungen nachgewiesen, deren Pollenkörper aufgrund ihres Auftretens in minerogenen Sedimenten als umgelagert gelten können: *Nyssa*-Typ, *Engelhardtia*, *Carya*, *Platycarya*, *Tsuga*, Juglandaceae p. p., *Fagus*, *Liquidambar*, *Cryptomeria*, *Pterocarya*, *Sciadopitys*, cf. *Eucommia* (2 PK DA 3), *Keteleeria*, *Rhus*, *Juglans*, *Celtis*, *Castanea* (nach Häufigkeiten geordnet; jeweils nur wenige PK, s. Pollendiagramm).

b) Krautige Pflanzen, insbesondere Sumpf- und Wasserpflanzen

Alismataceae: *Sagittaria* sp., E PK DA 3; *S. sagittifolia* L., je 1 Sa E DA 1, 3, 5, 8.

Boraginaceae: *Myosotis scorpioides* L. coll., Sa E DA 1, 2, 4, 5 selten, E DA 3 häufig.

Caryophyllaceae: PK O DA 3, 5, 6, 8—10, 12—16, Sa E DA 1—4 selten, nicht näher bestimmbar.

Ceratophyllaceae: *Ceratophyllum demersum* L., Fr E DA 2, 3, 7 selten.

Cyperaceae: PK O und E ziemlich regelmäßig; *Carex* sect. *Eucarex*, dreikantige Innenfrüchte, E DA 1—5, 7, 8 z. T. sehr häufig; *C.* sect. *Vignea*, flache Innenfrüchte E DA 1—5 sehr häufig, E DA 6—9 selten; *Cladium mariscus* (L.) POHL, 1 Fr E DA 5.

Ericaceae: PK O und E regelmäßig (überwiegend *Calluna*); *Calluna vulgaris* (L.) HULL., je 2 Sa E DA 5, 8.

Haloragaceae: *Myriophyllum alterniflorum* DC., PK E DA 2; *M. verticillatum-spicatum*-Typ, PK O DA 13—15, E DA 2, 8.

Juncaceae: *Juncus* sp., Sa z. T. häufig, E DA 1, 3, 5, 7—9.

Lemnaceae: *Lemna* sp.: 1 PK E DA 4.

Lentibulariaceae: *Utricularia* sp., je 1 PK E DA 2, 6.

Menyanthaceae: *Menyanthes trifoliata* L., PK E DA 3, 4, 7—9 vereinzelt, Sa E DA 1—8, z. T. häufig.

Najadaceae: *Najas minor* ALL., 1 Sa E DA 7; 5 Sa E DA 8.

Nymphaeaceae: *Brasenia schreberi* GMEL., 2 Sa E DA 6, 1 Sa E DA 8; *Nuphar* sp., PK O DA 13, E DA 3—9; *Nuphar lutea* (L.) SM., Sa E DA 3—6, 8 vereinzelt; *Nymphaea* sp., PK O DA 12, E DA 3—9; *Nymphaea alba* L., Sa E DA 2—8 z. T. häufig.

Polygonaceae: *Polygonum lapathifolium* L. s. l., Fr., z. T. mit Perigonborsten, E DA 1—3 häufig, 1 Stk E DA 3; *P. friesii* RUPR., 1 Fr E DA 1; *Rumex acetosa*-Typ, 1 PK E DA 6; *R. maritimus* L., Fr mit Perigon, E DA 1—3 sehr häufig, E DA 4, 5 vereinzelt; *R.* sp., E DA 3 dreikantige Nüßchen ohne Perigon, wohl zu *R. maritimus* gehörig, E DA 1, 2 häufig, E DA 3—5 vereinzelt.

Potamogetonaceae: *Eupotamogeton*-Typ, PK O DA 13, 14, E DA 1—9; *Potamogeton fluitans* ROTH., 1 Stk E DA 3; *P. friesii* RUPR., 1 Stk E DA 3; *P. lucens* L., 2 Stk E DA 3, 1 Stk E DA 4; *P. natans* L., Stk E DA 1—4 sehr häufig, E DA 5 häufig, E DA 6, 8 vereinzelt; *P. perfoliatus* L., 1 Stk E DA 3; *P. pusillus* L., 1 Stk E DA 3; *P.* sp., beschädigte Stk E DA 2—4, 6—8 vereinzelt; *P. trichoides* CHAM. et SCHLECHT., Stk E DA 1, 2, 6 vereinzelt, E DA 3, 5 häufig.

Ranunculaceae: PK O und E regelmäßig; *Ranunculus sceleratus* L., Fr E DA 1—3 sehr häufig, E DA 4, 5 vereinzelt; *Thalictrum* sp., PK O und E vereinzelt.

Rosaceae: PK O und E regelmäßig; *Potentilla norvegica* L. (oder *P. supina* L.?), Sa (!) E DA 4, 5 vereinzelt; *Rubus idaeus* L., Stk E DA 1—4 vereinzelt.

Rubiaceae: PK E regelmäßig; cf. *Galium* sp. Sa E DA 1, 2, 9 selten.

Sparganiaceae und Typhaceae: *Sparganium*-Typ, PK O DA 12—16, E DA 1—9; *Typha latifolia*-Typ, PK-Tetraden, O DA 1, 2, 4—7, 9—16, E DA 3—9.

Umbelliferae: *Oenanthe aquatica* (L.) POIRET, Teilfrüchte E DA 1—3, 5 selten.

## F. Datierung und Diskussion

Die Datierung der Interglazialvorkommen Elm und Osterholz soll mit Hilfe der bisher bekannten Tatsachen der pleistozänen Vegetationsgeschichte erfolgen, nicht aber aufgrund der Lithostratigraphie. Es kann vielmehr gesagt werden, daß die biostratigraphischen Ergebnisse sogar einige überraschende Konsequenzen für die Lithostratigraphie zu ergeben vermögen. Es werden zunächst die charakteristischen Züge der Vegetationsentwicklung der einzelnen Warmzeiten beschrieben. Anschließend wird die Frage gestellt, in welches Interglazial oder in welche Interglaziale die Vorkommen vom Osterholz und vom Elm aufgrund ihrer biostratigraphischen Eigenschaften gestellt werden können.

Die Entwicklung der Vegetation ist während des letzten Interglazials (Eem) nach zahlreichen pollenanalytischen Untersuchungen<sup>5)</sup> aus den Flachlandgebieten NW- und E-Europas über weite Strecken hin gleichartig verlaufen. Überall kann man (unbeschadet einer noch weitergehenden Aufgliederung) mindestens vier große Waldzeiten unterscheiden, die sich in den Pollendiagrammen deutlich gegeneinander absetzen: eine ältere Kiefern-Birkenzeit, eine EMW-Haselzeit, eine Hainbuchen-Fichten-Tannenzeit und eine jüngere Kiefern-Birkenzeit. Waldfreie Perioden zu Beginn und gegen Ende der Warmzeiten sowie die Vorgänge der Bewaldung und Entwaldung sind nur in wenigen Fällen erfaßt. Viele Diagramme setzen erst während einer Kiefern-Birkenzeit ein, in der weitere Baumarten noch fehlen. Obwohl vielerorts die Ausbreitung des EMW zunächst nur auf Kosten der Birke erfolgte und die Kiefer oft erst im Verlaufe der frühen EMW-Zeit allmählich verschwand, breitete sich der EMW (Werte 40—80%) offenbar überall so rasch aus, daß Kiefern-Birkenzeit und EMW-Zeit in den Diagrammen klar voneinander abgetrennt werden können. Von den Arten des EMW spielte anfangs in ganz NW- und E-Europa die Eiche die dominierende Rolle, auch wenn hier und da — noch im Bereich sehr geringer EMW-Anteile — die Ulme vor jener erschienen sein mag. Die Ulmen-Werte übersteigen selten 10%. Die Bedeutung von Esche und Ahorn war noch geringer; aber die Linde erreichte gegen Ende der EMW-Zeit in Mitteleuropa — nicht aber in England und den Niederlanden — zum Teil sehr hohe Werte (bis über 60% der BP.). Sehr charakteristisch für die Eemwarmzeit sind auch die überaus hohen Anteile, welche die Hasel zu Beginn der EMW-Zeit besitzt und die in der Regel zwischen 200 und 250% der BP, seltener bei nur 80—100% liegen. Die Massenausbreitung der Hasel fällt in die erste Hälfte der EMW-Zeit, und spätestens an deren Ende sinken ihre Werte stark ab.

Seit langem ist durch Funde von Makrofossilien bekannt, daß auch *Taxus* während der Eemwarmzeit vorkam. Doch nur in wenigen Arbeiten (BEHRE 1962, ANDERSEN 1964, 1965, u. a.) findet man Pollenkurven. Einwanderung und Ausbreitung von *Taxus* fallen nach diesen Untersuchungen in die EMW-Zeit. Die *Taxus*-Kurve beginnt bereits in der jüngeren Kiefern-Birkenzeit und erreicht in den jüngeren Phasen der EMW-Zeit (etwa im lindenreichen Abschnitt) ihre höchsten Werte.

Noch während der EMW-Zeit wanderten *Carpinus* und *Picea* ein. Die Massenausbreitung der Hainbuche erfolgte auf Kosten des EMW, so daß das Ende der EMW-Zeit stets deutlich erkennbar ist. Während der Hainbuchenzeit breitete sich vielerorts allmählich die Fichte aus und erreichte häufig schon während der zweiten Hälfte der Hainbuchenzeit ihre

<sup>5)</sup> Lit.: AVERDIECK 1962, BENDA & SCHNEEKLOTH 1965, v. D. BRELIE 1955, HALLIK 1957, H. MÜLLER 1958, SELLE 1962, STARK, FIRBAS & OVERBECK 1932, SZAFAER 1953, v. D. VLERK & FLORSCHÜTZ 1953, WEST 1957, WEST & SPARKS 1960, ZAGWIJN 1961, u. a.

höchsten Werte. In anderen Diagrammen aber liegen ihre Höchstwerte in jüngeren Abschnitten, so daß hier auf die Hainbuchenzeit noch eine Fichtenzeit folgt. Gleichzeitig mit *Picea* erreichte auch die Tanne ihre maximale Verbreitung. Der Verbreitungsschwerpunkt der Tanne lag wie der von *Picea* offenbar im Osten Mitteleuropas. *Abies* erreicht hier mit Werten, die über 70% ansteigen können, ein Vielfaches der Anteile, die sie in NW-Europa besitzt. Die Nordgrenze von *Abies* lag südlich von Dänemark. *Alnus* ist in unterschiedlichem Maße vom Beginn der EMW-Zeit bis in die jüngsten Phasen der Eemwarmzeit nachgewiesen, in denen *Pinus* und *Betula* erneut zur Vorherrschaft gelangten.

Diese Merkmale der eemzeitlichen Waldentwicklung treffen auch auf die Pollendiagramme von Wallensen in der Hilsmulde zu (RABIEN 1953a), dem einzigen bisher bekannten Vorkommen aus dem Bereich der Mittelgebirge. Eines der von RABIEN veröffentlichten Diagramme wurde hier pollenanalytisch auf *Taxus* hin untersucht<sup>6)</sup>. Dabei konnte die Vegetationsentwicklung, wie sie RABIEN ermittelte, bestätigt werden. Lediglich im unteren Bereich des Diagramms (50—80 cm) wurden Abweichungen festgestellt, welche die Arten des EMW betreffen: Zu Beginn der EMW-Zeit herrschten nicht Ulme und Esche, sondern die Eiche vor. Als Ursache für diesen Unterschied mag die bisher zu schlechte statistische Sicherung der Werte bei RABIEN (100 BP pro Probe) in Frage kommen. Die Eibe war in Wallensen während der EMW-Zeit reichlich vorhanden, erreichte gleichzeitig mit der Linde ihre größte Verbreitung (max. 23,2%) und verschwand während der Hainbuchenzeit allmählich.

Pollendiagramme der vorletzten Warmzeit (Holstein)<sup>7)</sup> lassen sich nicht so klar in zahlreiche, durch eindeutige Dominanzverhältnisse ausgezeichnete Waldzeiten gliedern wie die der Eemwarmzeit. Obwohl die Zahl der untersuchten Vorkommen geringer ist als die von eemzeitlichen Ablagerungen, kann man erkennen, daß auch im Holstein-Interglazial die Entwicklung der Vegetation in NW- und Mitteleuropa überall in den Grundzügen ähnlich verlaufen ist. Charakteristisch sind die Vorherrschaft von Coniferen und die mindestens zeitweise hohen Anteile der Erle.

Bei der Wiederbewaldung in der Elster-Späteiszeit waren *Salix*, *Juniperus* und *Hippophaë* von großer Bedeutung. Danach breiteten sich Kiefern-Birkenwälder aus. Als nächste Baumart erschien in Polen noch vor den Arten des EMW die Fichte. Während *Picea* sehr früh hohe Anteile erreichte, waren die Arten des EMW hier nie reichlich vertreten. Diese Verhältnisse kehren sich jedoch um, je weiter man nach Westen geht, so daß in England und Irland schließlich der EMW vor der Fichte erscheint. Auch nehmen die EMW-Anteile nach Westen hin ein wenig zu, aber Werte, die 10—20% übersteigen, sind auf dem Festland selten zu finden. Sehr hohe Anteile erreicht der EMW dagegen in einigen englischen Vorkommen. Hier — wie auch sonst überall — war nur die Eiche von Bedeutung, alle anderen Arten des EMW und auch *Corylus* spielten keine Rolle. Nach der Ausbreitung der Fichte im Osten bzw. des EMW im Westen erfolgte nach einer langen Anlaufphase (in Norddeutschland gleichzeitig mit *Picea*) die Massenausbreitung der Erle, durch die zeitweise die Vorherrschaft der Nadelhölzer (Kiefer und Fichte) unterbrochen wurde. Zu dieser Zeit war die Eibe in Polen, Dänemark, England und Irland — für Deutschland liegen noch keine Nachweise vor — weit und reichlich verbreitet. Während der erlenreichen Zeit beginnen die Kurven von Hainbuche und Tanne, deren Einwanderungsfolge offenbar nicht einheitlich ist. Die Hainbuche spielte im Gegensatz zur Eemwarmzeit in NW-Europa nur eine sehr untergeordnete Rolle oder fehlte sogar (Dänemark). Dagegen erreichte die Tanne meist viel höhere Werte als im letzten Interglazial.

<sup>6)</sup> Frau Dr. I. RABIEN (Mainz) stellte für diese Untersuchungen freundlicherweise die bereits von ihr bearbeiteten Proben des Profils Ia zur Verfügung. Dafür sei ihr herzlich gedankt.

<sup>7)</sup> Lit.: ANDERSEN 1963, BROUWER 1949, HALLIK 1960, JESSEN, ANDERSEN & FARRINGTON 1959, KELLY 1964, PIKE & GODWIN 1963, SOBOLLEWSKA 1956, SRODON 1957, STEVENS 1960, SZAFER 1953, VAN DER VLERK & FLORSCHÜTZ 1953, WATTS 1959, 1964, 1967, WEST 1956, 1962a.

*Abies* und *Carpinus* spielten aber, ebenso wie *Picea*, im östlichen Mitteleuropa eine bedeutendere Rolle als im Westen Europas. Die Entwicklung der Vegetation während der Holsteinwarmzeit wurde durch das erneute Auftreten von Kiefern-Birkenwäldern abgeschlossen. Es soll noch erwähnt werden, daß während dieser Warmzeit *Azolla filiculoides* weit verbreitet war und auch sog. Tertiärpflanzen am Ende der Warmzeit wieder vorkamen (ANDERSEN 1965, ERD 1962, 1965a, KEMPF 1966: insbesondere *Pterocarya*).

Alle warmzeitlichen Vorkommen zwischen Elster- und Saalekaltzeit wurden bisher nur einem einzigen Interglazial, nämlich der Holsteinwarmzeit, zugeschrieben. Nach neueren Untersuchungen (ERD 1965a, CEPEK 1965) im Berliner und mittelbrandenburgischen Raum sollen hier jedoch zwei Warmzeiten vorhanden sein, die Holsteinwarmzeit i.e.S. und die (jüngere) Dömnitzwarmzeit. Von der Dömnitzwarmzeit ist bisher nur ein einziges, außerdem unvollständiges Pollendiagramm bekannt geworden, welches während einer Zeit relativ hoher EMW-Anteile abbricht. (ERD: Vortrag auf der 12. Tagung der Deutschen Quartärvereinigung in Lüneburg 1964; vgl. ERD 1965a). Es ist den i.e.S. holsteinzeitlichen Diagrammen sehr ähnlich und unterscheidet sich davon nur durch weniger *Juniperus* und mehr *Abies* und *Taxus*. Ähnlichkeiten mit der Eemwarmzeit sind aber nicht vorhanden.

Vergleicht man die oben geschilderte Vegetationsentwicklung der Interglaziale vom Osterholz und vom Elm mit derjenigen der Eem-, der Dömnitz- und der Holsteinwarmzeit, so stellt man ohne Schwierigkeiten beachtliche Unterschiede fest. Zwar zeigen die Diagramme vom Elm und vom Osterholz eine deutliche Gliederung in verschiedene Waldzeiten und eine ausgeprägte EMW-Zeit, wie es der Vegetationsentwicklung des Eems zukommt, doch sind die Unterschiede bei weitem schwerwiegender als die Ähnlichkeiten. Hier sind vor allem die für eine eemzeitliche Vegetationsentwicklung untypischen, geringen Haselwerte zu nennen. Sie steigen im Osterholz und im Elm auch erst gegen Ende der EMW-Zeit an, während sie in vergleichbaren eemzeitlichen Diagrammen zu dieser Zeit bereits wieder absinken. Selbst wenn die Hasel aus standörtlichen Gründen weder im Elm noch im Osterholz vorgekommen sein sollte — eine äußerst unwahrscheinliche Annahme — müßte man erwarten, daß sich der eemzeitliche Haselreichtum in der Umgebung (Zweidorf, 35 km nordwestlich vom Elm<sup>8</sup>), v. BÜLOW in WOLDSTEDT 1930, und Wallensen, 17 km südwestlich vom Osterholz, RABIEN 1953a) in den Diagrammen vom Elm und vom Osterholz wenigstens abzeichnet. Doch das ist nicht der Fall. Weiterhin ist weder im Elm noch im Osterholz *Taxus* in ähnlichen Mengen nachweisbar wie in Wallensen und im oberen Luhetal (BEHRE 1962) oder gar bei Helgoland (Helgoländer Töck bis 40%, BEHRE, mdl.). Wenn z. B. das Interglazialvorkommen vom Elm eemzeitlich wäre, dann müßten hier im lindenreichen Teil der EMW-Zeit erhebliche *Taxus*-Werte erfaßt sein. Pollenkörner der Fichte sind selbst in den ältesten Proben beider Vorkommen schon zu finden, und im Elm breitet sich *Picea* bereits vor der EMW-Zeit vorübergehend aus (DA 4). Es ist demnach nicht möglich, die Interglazialvorkommen vom Elm und vom Osterholz mit Hilfe vegetationsgeschichtlicher Argumente als eemzeitlich zu datieren. Beide weichen in fast identischer Weise von den charakteristischen Zügen der eemzeitlichen Waldentwicklung ab. Es kommt hinzu, daß im Osterholz *Azolla filiculoides* nachgewiesen werden konnte, eine Art, die es während der Eemwarmzeit in Mitteleuropa nicht mehr gab. Auch eine Zuordnung zum Dömnitz- und zum Holstein-Interglazial ist nicht möglich, denn keines der in dieser Arbeit vorgelegten Pollendiagramme zeigt jene für diese Warmzeiten charakteristische Gleichförmigkeit, die durch die anhaltende Dominanz der Nadelhölzer (vor allem *Pinus*) oder *Alnus* hervorgerufen wird. Stattdessen zeichnet sich in den Diagrammen eine sehr dynamische Vegetationsentwicklung ab, die in scharf ge-

<sup>8</sup>) Ein noch näheres, vermutlich eemzeitliches Interglazialvorkommen, auf welches mich Dr. R. HUCKRIEDE (Marburg) freundlicherweise aufmerksam machte, erwies sich leider als nicht pollenführend. Es handelt sich um die Süßwassermergel von Königslutter am Elm, Steinfeld Nr. 45.

geneinander abgesetzte Waldzeiten gegliedert werden kann. Während der EMW-Zeit steigen die EMW-Anteile im Osterholz bis auf 73,9%, im Elm sogar auf 85% an. Solche hohen Werte erreicht die EMW-Kurve nicht einmal in den Diagrammen von Hoxne/Suffolk (WEST 1956) und Nechells bei Birmingham (KELLY 1964), die für holsteinzeitliche Verhältnisse eine außergewöhnlich hohe Beteiligung von Eiche oder Ulme aufweisen. Auch die hohen *Carpinus*-Werte im Osterholz sprechen eindeutig gegen ein holsteinzeitliches Alter dieses Interglazials.

Während der ältesten Interglaziale, der Tegelen- und Waalwarmzeit, gab es in Mitteleuropa — soweit man darüber informiert ist — neben den auch heute hier auftretenden Baumarten noch zahlreiche Gehölze, die im Pliozän eine große Rolle spielten, aber durch das pleistozäne Klima in unserem Bereich langsam eliminiert wurden. Hier sind vor allem *Carya*, *Pterocarya* und *Tsuga* zu nennen, die in den beiden ältesten Interglazialzeiten oft in bedeutender Menge nachgewiesen wurden (vgl. BAAS 1932, v. D. BRELIE & REIN 1952, v. D. VLERK & FLORSCHÜTZ 1953, DOPPERT & ZONNEVELD 1955, ZAGWIJN 1960 und 1963, u. a.).

Im Elm gibt es Pollenkörner solcher Sippen vor allem in den ältesten Abschnitten mit minerogenen (meist sandigen) Sedimenten, und ihre primäre Lagerung muß deshalb in Zweifel gezogen werden. In der EMW-Zeit aber fehlen solche Funde fast völlig. Anders verhält es sich dagegen im Osterholz. Die Funde von *Eucommia* stammen zweifellos aus der Waldvegetation der damaligen Zeit. Darüber hinaus werden hier aber weder die große Mannigfaltigkeit der in den beiden ältesten Interglazialzeiten regelmäßig nachgewiesenen Tertiärgehölze noch deren hohe Pollenanteile erreicht. Eine Zugehörigkeit zu einer dieser Warmzeiten kann also mit guten Gründen ausgeschlossen werden. Gegen eine Zuordnung zur Tegelenwarmzeit spricht außerdem, daß *Azolla filiculoides* offenbar erst nach diesem Interglazial in NW-Europa auftrat (DOPPERT & ZONNEVELD 1955).

Damit sind die Datierungsmöglichkeiten auf den Zeitraum zwischen Waal- und Holstein-Interglazial, d. h. auf die Cromerwarmzeit — besser den sog. Cromer-Komplex (nach ERD 1965b) — eingeschränkt. Es muß nun überprüft werden, ob eine solche Datierung möglich ist.

Die geologischen Verhältnisse im Osterholz sprechen nach LÜTTIG (mdl. Mitt., vgl. auch LÜTTIG 1960) eindeutig für ein präholsteinzeitliches Alter dieses Interglazialvorkommens, da hier das Hangende elsterzeitlichen Geschiebelehm enthält. Eine Datierung des Interglazials auf dem Elm nur mit Hilfe der Lithostratigraphie hängt maßgeblich von der Deutung der Lagerungsverhältnisse ab. Sowohl im Hangenden als auch im Liegenden der pollenführenden Sedimente befinden sich Lehme mit nordischem Material (vgl. GOEDEKE 1966, GOEDEKE, GRÜGER & BEUG 1966). Unabhängig davon, ob dieses Material hier als Geschiebelehm *in situ* liegt oder nicht, bietet sich der bis jetzt in Norddeutschland gültigen, auf geologischen Befunden basierenden Gliederung des jüngeren Pleistozäns zufolge nur eine Einordnung der pollenführenden Sedimente in die Holstein- oder Eemwarmzeit an. Allerdings zeigen einzelne Arbeiten, z. B. von WEST & WILSON (1966) in England und von ERD (1965b) in Thüringen, daß in NW-Europa mit einer weiteren, möglicherweise noch zum Elster-Komplex gehörenden Vereisung gerechnet werden muß. GOEDEKE (1966) hat ein eemzeitliches Alter der interglazialen Erdfallfüllung in Elm ausgeschlossen. Die vegetationsgeschichtlichen Befunde bestätigen diese Datierung, lassen aber auch eine Zuordnung zur Holstein- und zur Dömnitzwarmzeit nicht zu. Nach einer mir noch nicht zugänglich gewordenen Arbeit von LOOK (1967) sollen die pollenführenden Sedimente zwischen einer saale- und einer weichselzeitlichen Fließerde liegen und wären demnach eemzeitlich (vgl.: Bericht über die 2. Tagung der Arbeitsgruppe für Biostratigraphie des nordeuropäischen Pleistozäns, Eiszeitalter und Gegenwart 1967). Zwischen der geologischen und der vegetationsgeschichtlichen Datierung bestehen also erhebliche Diskrepanzen.

Damit ergibt sich die Frage, ob die beiden Interglazialvorkommen ihrer Vegetationsgeschichte nach gleichaltrig sein können. In beiden Fällen gibt es eine Kiefern-Birkenzeit und eine EMW-Zeit, die bei einer Gleichaltrigkeit einander entsprechen müssen und im folgenden miteinander verglichen werden sollen. Dabei kommt natürlich nicht den von lokalen Faktoren stark beeinflussbaren absoluten Pollenzahlen, welche die einzelnen Baumarten erreichen, die größte Bedeutung zu, sondern es gilt vor allem zu überprüfen, ob die Vegetationsentwicklung an beiden Orten gleichartig verlaufen ist.

Die kiefern-birkenzeitlichen Abschnitte des Diagramms Osterholz lassen wegen der starken lokalen Beeinflussung der Pollenspektren und der Unsicherheit in der Deutung der älteren DA keinen unmittelbaren Vergleich mit entsprechenden Abschnitten der Elm-diagramme zu. Allerdings besitzen kiefern-birkenzeitliche Abschnitte — gleich welcher Warmzeit — nie genug differenzierende Merkmale, um zu einer Unterscheidung verschiedener Interglaziale dienen zu können. Immerhin sind die Pollenfloren von Elm und Osterholz einander sehr ähnlich, und vor allem die Fichte ist in allen Diagrammen von Anfang an regelmäßig und zeitweise sogar mit relativ hohen Anteilen (Osterholz DA 3 und 5, Elm DA 4) vertreten. Besonders gute Übereinstimmungen zeigt dann aber die Vegetationsentwicklung der Abschnitte, in denen der EMW vorherrscht. Vor allem sind die Einwanderungsfolge der Arten des EMW und der Wechsel der jeweils dominierenden Baumarten identisch (zum DA 10 vgl. C. c. II). Lediglich während der Zeit der Linden-ausbreitung (Osterholz DA 12, Elm DA 9) herrschte im Elm die Ulme vor, im Osterholz jedoch bei gleichzeitig hohen Ulmenwerten die Eiche. Zu dieser Zeit setzte sowohl im Osterholz als auch im Elm die Ausbreitung der Hasel ein, die vorher ohne Bedeutung war. In beiden Fällen spielten während der EMW-Zeit weder *Taxus* noch *Abies* eine Rolle.

Gewisse Unterschiede bestehen im Verhalten der Erle. Sie breitete sich in der Umgebung des Osterholzes zu Beginn der EMW-Zeit gleichzeitig mit der Ulme aus und verschwand bereits in der jüngeren ulmenreichen Phase wieder, in der im Elm ihre Ausbreitung erst begann. Ein solcher Unterschied läßt sich jedoch bei einer Baumart, die feuchte Böden bevorzugt, ohne weiteres z. B. durch die im Elm und im Osterholz gewiß unterschiedlichen Standortverhältnisse (großflächige Auen im Leinetal, schmaler Ufersaum im Elm) erklären. In beiden Vorkommen konnte cf. *Syringa* sect. *Ligustrina* nachgewiesen werden, doch sind *Hedera*, *Viscum* und *Ilex* nur im Elm gefunden worden und *Myrica* nur im Osterholz, aber alle nur in geringen Mengen. Trotz dieser relativ geringen und auch schwer interpretierbaren Unterschiede sind die Übereinstimmungen im Verlauf der Vegetationsentwicklung jedoch so gut, daß keine Bedenken gegen die Annahme einer Gleichaltrigkeit bestehen.

WEST (1962b) und DUGAN (1963) berichten über die Vegetationsgeschichte mehrerer englischer Vorkommen, die in diesem Zusammenhang interessant sind. In Ludham/Ost-England (Zone L 5) ist der Beginn einer Warmzeit erfaßt, die jünger als die Waalwarmzeit, aber nach WEST & WILSON (1966) mit großer Wahrscheinlichkeit älter als die eigentliche Cromerwarmzeit ist. Sedimente dieses älteren Interglazials innerhalb des Cromer-Komplexes („Pastonian“) wurden neuerdings auch unter den Serien des Cromer Forest Bed in Norfolk und Suffolk entdeckt. Damit ist offenbar der Nachweis erbracht, daß der Zeitraum zwischen Waal- und Holstein-Interglazial mindestens zwei warme Phasen enthielt. Die fünf Proben des Diagramms Ludham vermitteln noch keinen ausreichenden Einblick in die Vegetationsgeschichte jener Zeit. Es läßt sich nur feststellen, daß bis auf geringe Funde von *Tsuga* (in zwei Proben) tertiäre Gehölze fehlen. *Picea* ist mit geringen Werten von Anfang an vertreten. Die Arten des EMW — vor allem *Quercus* — sind ebenfalls nachgewiesen, erreichen aber zusammen nur durchschnittlich 5%. Auch *Corylus* ist ohne Bedeutung. In der ältesten Probe sind einige PK von *Abies*, in der jüngsten *Azolla* gefunden worden.

Die Vegetationsgeschichte des „Cromerian“ ist besser bekannt (DUIGAN 1963). Neuere Untersuchungen durch WEST (zitiert in BENDA, LÜTTIG & SCHNEEKLOTH 1967) haben ergeben, daß das von DUIGAN aus 32 Teilprofilen aus Ostengland rekonstruierte Pollendiagramm unvollständig ist. Man kennt bisher etwa folgende Vegetationsentwicklung feststellen: Nach einer Zeit der Vorherrschaft von Birke und Kiefern breitete sich der EMW und ungefähr gleichzeitig auch die Erle aus, die während der EMW-Zeit dauernd hohe Werte besitzt. Ulme und Eiche sind etwa gleich stark vertreten, jedoch scheint die Ulme vor der Eiche eingewandert zu sein. Die Lindenkurve kulminiert am Ende der EMW-Zeit. *Corylus* spielt nur eine sehr untergeordnete Rolle. Auf die EMW-Zeit folgt eine kurze Hainbuchenzeit, auf diese eine Tannenzeit. Erst danach breitete sich die Fichte stärker aus, deren Pollenkurve jedoch schon in dem kiefern-birkenzeitlichen Abschnitt beginnt. Alle anspruchsvollen Arten wurden am Ende der Warmzeit durch *Pinus* und *Betula* ersetzt. Nach REID (1920) und DUIGAN (1963) sind in den Sedimenten des Cromer Forest Bed Makrofossilien von *Taxus* gefunden worden. Tertiäre Gehölze (*Tsuga*, cf. *Juglans*, *Fagus*) kamen nur vereinzelt vor, häufiger sind Pollenkörner vom *Pinus haploxyylon*-Typ. *Azolla filiculoides* wurde ebenfalls nachgewiesen.

In den Niederlanden konnten schon mehrfach in Tonvorkommen (zum Teil nur geringmächtige Tonlinsen) innerhalb der Sterksel-Serie einzelne Abschnitte einer Warmzeit erfaßt werden, die nach geologischen Befunden in den Cromer-Komplex zu stellen sind. Diese Vorkommen, aus denen sich jeweils nur kurze Abschnitte einer warmzeitlichen Vegetationsentwicklung rekonstruieren lassen, sollen im folgenden kurz beschrieben werden. Die Pollendiagramme von Valkenswaard (ZAGWIJN & ZONNEVELD 1956) und Veghel in Nord-Brabant (ZAGWIJN 1960) zeigen z. B. die Entwicklung der Vegetation zu Beginn einer Wiederbewaldung, bei welcher die Birke offenbar nur eine untergeordnete Rolle spielte. Sehr früh breitete sich — in Veghel nach einer an *Juniperus* reichen Phase — zusammen mit der Kiefer die Fichte aus. Sie war — wie die Diagramme Herkenbosch (ZAGWIJN 1960) und Westerhoven VI in Nord-Brabant (ZAGWIJN & ZONNEVELD 1956) zeigen — neben der Kiefer, deren Pollenanteile stets beträchtlich sind, ein wichtiger Bestandteil der Wälder vor und nach der Ausbreitung des EMW. An diese *Pinus-Picea*-Phase schließt sich in Westerhoven VI und I ein Abschnitt an, während dessen sich auf Kosten von *Pinus* die Ausbreitung des EMW vollzog. Dabei gelangte die Ulme zu besonderer Bedeutung. Ihre Werte steigen bis auf 45% an, während die Eichenkurve nie mehr als 20% erreicht. Leider bricht das Diagramm noch während der EMW-Zeit ab. Es ist zu beachten, daß während der EMW-Zeit neben *Picea* (um 10%) und *Pinus* (abnehmende Werte) auch die Tanne regelmäßig (max. 3%) am Pollenniederschlag beteiligt war. Außer diesen Baumarten waren gleichzeitig Erle (um 30%) und Hasel (max. 20%) vorhanden. Die jüngeren Proben enthalten vereinzelt *Carpinus*. *Azolla filiculoides* wurde nachgewiesen, tertiäre Gehölze fehlen.

Drei Pollenspektren aus Tegelen (Pit Russel Tiglia; ZAGWIJN 1960) lassen sich in eine frühere Phase der EMW-Zeit einordnen. In ihnen tritt ebenfalls schon *Picea* auf, *Abies* fehlt. Ausschnitte aus einer Hainbuchenzeit sind in den Diagrammen Oosterbeek (TEUNISSEN & FLORSCHÜTZ 1957) und Loernermark in der Veluwe (POLAK, MAARLEVELD & NOTA 1962) sowie Eindhoven II in Nord-Brabant (ZAGWIJN 1963) festgehalten. In diesen relativ einförmigen Pollendiagrammen nehmen neben *Carpinus* auch die Arten des EMW und die Erle hohe Werte ein, seltener ist dagegen die Tanne. Unter den Arten des EMW herrscht in Loernermark und Eindhoven II zeitweise die Ulme vor. (Die EMW-Kurve des Diagrammes Oosterbeek ist leider nicht aufgeschlüsselt). Fichte und Hasel sind in allen diesen Diagrammen ohne Bedeutung. Bemerkenswert sind in Loernermark und einem Einzelspektrum der Tonlinse von Eindhoven II die häufigen Pollenfunde von *Eucommia*. Cromerzeitliche Pollenspektren mit *Eucommia* sind einer Bemerkung von ZAGWIJN zufolge (1963, S. 59) von POLAK wiederholt gefunden worden. Leider sind aber in allen

Profilen nur hainbuchen-EMW-zeitliche Spektren erfaßt, so daß ein Vergleich mit anderen vollständigeren Pollendiagrammen nur schwer möglich ist<sup>9)</sup>. Außer *Eucommia* sind in Oosterbeek und Eindhoven keine tertiären Gehölze nachgewiesen. In der Pflanzenliste zum Diagramm Loenermark hingegen ist eine große Anzahl solcher Sippen genannt, von denen jedoch neben *Eucommia* nur *Carya* höhere Werte (bis ca. 8%) erreicht. *Azolla filiculoides* ist in Oosterbeek wie in Loenermark gefunden worden.

Ebenfalls in die „Cromerwarmzeit“ sollen nach BROUWER (1949) Teile der Diagramme Bergumerheide (88,0—125,25 m) und vielleicht auch Spannenburg (187, 15—197,90 m) — beide in den nördlichen Niederlanden gelegen — gestellt werden.

In Dänemark (W-Jütland) liegen die interglazialen Vorkommen Starup, Harreskov und Ølgod (ANDERSEN 1963, 1964, 1965, JESSEN & MILTHERS 1928), die offensichtlich alle aus derselben Warmzeit stammen. Nur in Harreskov liefern die geologischen Verhältnisse Hinweise für die Datierung. Da die pollenführenden Sedimente hier — außerhalb des Bereichs, den die Eismassen der Weichselvereisung noch erreichten — von Moränenmaterial überlagert werden, kann ein eemzeitliches Alter nicht in Frage kommen. Die vegetationsgeschichtlichen Befunde lassen außerdem eine Zuordnung zur Holsteinwarmzeit nicht zu, und deswegen müssen diese Ablagerungen einer älteren Warmzeit („Harreskov-Interglazial“) angehören, die im übrigen jünger als die Waalwarmzeit ist.

Die Pollendiagramme von Starup, Harreskov und Ølgod ähneln einander sehr. Sie zeigen die gesamte Vegetationsentwicklung einer Kiefern-Birkenzeit, einer EMW-Zeit, die mit einer Massenausbreitung der Ulme beginnt, bis zu einer coniferenreichen Phase. Die Ulme ist während der ganzen EMW-Zeit sehr häufig (Werte bis über 55%). Etwa gleichzeitig mit der Ulme erschien die Erle, erst danach die Eiche. Die *Fraxinus*-Werte sind niedrig, die der Linde bleiben unter 10% (Maximum gegen Ende der EMW-Zeit). Die Hasel ist während der ganzen EMW-Zeit vorhanden, erreicht aber in keinem Diagramm mehr als 33% (bezogen auf die Summe der BP + NBP). In Ølgod und Harreskov wurde die Eibe nachgewiesen. Sie zeigt sogar eine Massenausbreitung (bis fast 50%), die nach der Ausbreitung von *Quercus* erfolgte. In den jüngeren Teilen der EMW-Zeit liegen die Werte der Eibe unter 10%. Auch *Hedera* und *Ilex* sind nachgewiesen. Die Fichte tritt selbst in den ältesten Proben schon auf, jedoch mit höchstens 5% und erreicht erst bei der erneuten Ausbreitung der Birke und der Kiefer am Ende der Warmzeit ansehnliche Werte. Die Hainbuche kommt nur vereinzelt vor, und die Tanne scheint zu fehlen.

Auch in Deutschland sind mehrere Vorkommen entdeckt worden, die in den Cromer-Komplex zu stellen sind. Hierzu gehören die humosen Sande, welche die „diluviale Flora von Johnsbach bei Wartha“ (STARK & OVERBECK 1932) enthalten und von der Grundmoräne der Elstervereisung überlagert werden (vgl. WOLDSTEDT 1958). Das kurze Diagramm zeigt *Pinus*-Dominanz und hohe Fichtenwerte. Neben *Alnus* (bis 20%) ist auch *Abies* (ca. 5%) vorhanden. Weiterhin sind in geringen Mengen, zum Teil nur sporadisch, die Arten des EMW, *Corylus* und merkwürdigerweise auch *Fagus* nachgewiesen, makroskopisch auch *Juniperus* und *Larix*. Ob es sich bei diesen Vorkommen wirklich um Teile eines Interglazials handelt, muß dahingestellt bleiben.

Nach ERD (1965b) konnten bei Voigtstedt zwei Warmzeiten nachgewiesen werden, deren Einordnung in den Cromer-Komplex durch das Fehlen von Tertiärgehölzen in den warmzeitlichen Proben und durch geologische sowie paläontologische Befunde als gesichert angesehen wird. In den ältesten Proben des Pollendiagramms vom „älteren Interglazial“, das wegen des zu großen Probenabstandes nur bedingt auswertbar ist, deutet sich eine Wald-

<sup>9)</sup> *Eucommia* ist schon häufig im holländischen Pleistozän, aber auch im Tertiär (ZAGWIJN 1960, 1963) nachgewiesen worden und zwar fast ausnahmslos zusammen mit *Carpinus* und den Arten des EMW. Da dieser Pollentyp noch nicht allzu lange bekannt ist, besteht durchaus die Möglichkeit, daß er auch noch in einigen der anderen cromerzeitlichen Vorkommen mit Pollenspektren, die *Carpinus*-Pollen enthalten, gefunden werden könnte.

tundren-Zeit an, auf die eine Kiefern- und eine Kiefern-EMW-Zeit folgten. Bemerkenswert ist, daß die *Picea*-Kurve bis in die Wald-Tundrenzeit zurückreicht, und daß neben *Quercus* die Ulme im EMW von großer Bedeutung war. Wenig *Corylus*-, kein *Abies*-Pollen. Das Diagramm vom „jüngeren Interglazial“ von Voigtstedt spiegelt die Veränderungen in der Vegetation am Ende einer Warmzeit wider. Zu Beginn hohe *Abies*-, *Carpinus*-, *Alnus*- und EMW-Werte (fast nur *Ulmus*, auch *Tilia*), nach deren Rückgang Ansteigen der Kurven von *Picea* (über 20 %) und *Pinus* (80—90 %), dann Rückgang der BP-Werte und Ansteigen der NBP-Kurven.

Das bedeutendste deutsche Interglazialvorkommen aus dem Cromer-Komplex ist zweifellos der sog. Kohleton von Bilshausen, von dem jetzt ein Pollendiagramm (H. MÜLLER 1965) vorliegt, welches die ganze Warmzeit („Rhume-Interglazial“) umfaßt. Es beginnt mit einer waldfreien Zeit. Schon bei der Wiederbewaldung spielte neben *Pinus* die Fichte, deren Anwesenheit nicht nur pollenanalytisch, sondern auch durch Funde von Spaltöffnungen bewiesen ist, eine bedeutende Rolle. In diesen Proben gibt es auch schon Pollen von *Ulmus*, *Quercus* und *Alnus*. In den folgenden Abschnitten sind *Pinus*, *Alnus* und *Picea* die häufigsten Baumarten, aber auch die Ulmenwerte sind relativ hoch, reichen bis an die 10 %-Grenze heran und übersteigen diese mehrmals (max. ca. 55 %), während die Eichenanteile fast immer unter 5 % liegen. Von dieser Zeit an treten *Tilia*, *Fraxinus*, *Acer* und *Corylus* mehr oder weniger regelmäßig auf. Als nächstes erfolgte die Ausbreitung von *Quercus* und *Abies* (letztere bis 15 %). Gleichzeitig trat *Azolla filiculoides* auf. *Tilia* und *Corylus* gewannen etwas an Bedeutung, aber ohne jeweils mehr als 10 % zu erreichen. Gleichzeitig setzte die geschlossene *Carpinus*-Kurve ein. Nach einem kurzen Birken-Kiefern-Vorstöß gelangte die Eiche zur Vorherrschaft. Zu dieser Zeit war aber auch die Ulme immer noch reichlich vorhanden. Später setzte gleichzeitig mit der erneuten Ausbreitung der Tanne (nach CHANDA 1962 max. 43 %) die Massenausbreitung der Hainbuche ein, was bei einem gleichzeitigen Ansteigen der Erlenwerte zu einer starken Verminderung der Anteile des EMW und von *Picea* führte. Die Fichte verschwand offenbar zeitweise völlig aus dem Gebiet und erschien erst am Ende der Warmzeit wieder, als Tanne, Hainbuche, Hasel und die Arten des EMW an Bedeutung verloren. Nach dieser erneuten Ausbreitung der Fichte gelangten Kiefer und danach die Birke wieder zur Vorherrschaft. Gleichzeitig breiteten sich die krautigen Pflanzen — vor allem die Gräser — erneut aus. Diese Veränderungen zeigen das Ende der Warmzeit an. Sog. Tertiärpollen ist nur in geringerer Zahl und überwiegend in den tiefsten Proben gefunden worden.

Ein weiteres, pollenanalytisch als Cromerzeitlich datiertes Vorkommen (HEYDENREICH 1959) liegt bei Marktheidenfeld/Main. Das Pollendiagramm, welches mir von Prof. ZEIDLER (Hannover) freundlicherweise zugänglich gemacht wurde, zeigt sehr starke lokale Einflüsse (Auenwälder im Maintal), so daß ein Vergleich mit anderen Pollendiagrammen sehr erschwert wird. Insgesamt kommt die Vegetationsentwicklung von Marktheidenfeld jedoch der holsteinzeitlichen Vegetationsentwicklung näher als der irgendeines anderen Interglazials, wobei freilich zu bedenken ist, daß die nächsten, gut untersuchten holsteinzeitlichen Vorkommen in den nordwesteuropäischen Flachlandgebieten liegen und deshalb möglicherweise für einen Vergleich nicht geeignet sind. Ferner stünde einer solchen Datierung die von BRUNNACKER (1964) vertretene Meinung entgegen: Er betrachtete die Schichtenfolge, in welche dieses Vorkommen eingebettet ist, als prä-günzzeitlich, da in den Deckschichten drei interglaziale Böden liegen.

Nach SELLE (1958) gehören die Süßwassermergel und Torfe von Neuenförde möglicherweise in das Günz-Mindel-Interglazial und damit wohl auch zum Cromer-Komplex. Obwohl hier vor allem dadurch, daß von den Arten des EMW stets die Ulme am stärksten vertreten ist (sie erreicht jedoch nur in drei Proben mehr als 10 %!), eine gewisse Ähnlichkeit mit Cromerzeitlichen Pollendiagrammen hervorgerufen wird, sprechen die anhaltende *Pinus*-Dominanz, die hohen *Alnus*-Werte und die dadurch bedingte undeutliche Gliede-

rung des Diagramms sowie das geringe Vorkommen der Hainbuche eher für ein holsteinzeitliches Alter dieser Ablagerungen.

Die recht zahlreichen Pollendiagramme dieser als cromerzeitlich zu datierenden Ablagerungen zeigen insgesamt eine Vegetationsentwicklung, die trotz einiger Unterschiede durch eine bedeutende Reihe von gemeinsamen Merkmalen gekennzeichnet ist. Sie reichen aus, um auch ohne Kenntnis der geologischen Situation ein hierher gehöriges Pollendiagramm, welches einen genügend großen Teil der Vegetationsentwicklung enthält, allein mit vegetationsgeschichtlichen Methoden zu datieren. Schon wegen der hohen EMW-Anteile können diese Ablagerungen nicht holsteinzeitlich sein. Sorgfältiger müssen aber die Unterschiede zur eemzeitlichen Vegetationsentwicklung abgewogen werden, da nämlich wegen der Gliederung in deutlich gegeneinander abgesetzte Waldzeiten und wegen der hohen-EMW-Anteile auch gewisse Ähnlichkeiten vorhanden sind. Als wichtigste Unterschiede können genannt werden:

1. das frühe Auftreten der Fichte,
2. der Ulmenreichtum während der EMW-Zeit,
3. die Einwanderungsfolge der Arten des EMW (Ulme vor der Eiche). Ausnahme: Ludham, Voigtstedt. Hier sind jedoch weitere Untersuchungen notwendig,
4. die niedrigen Haselwerte.

Diese Merkmale besitzt aber nicht nur das Pollendiagramm der ohnehin mit geologischen Methoden als präholsteinzeitlich datierten Ablagerungen im Osterholz, sondern auch die Pollendiagramme vom Elm, so daß bei dem jetzigen Stand der Kenntnis der pleistozänen Vegetationsgeschichte an deren präholsteinzeitlichem Alter nicht mehr gezweifelt werden kann.

Unter Berücksichtigung der stratigraphischen Verhältnisse im Elm (nordisches Material im Liegenden) ergibt sich aus dieser Datierung, daß der Elm schon vor jener Warmzeit aus dem Cromer-Komplex, während der die untersuchten Sedimente entstanden, einmal von nordischem Eis bedeckt war. Ob es sich dabei um einen Eisvorstoß innerhalb des Elster-Komplexes handelt oder um eine ältere Kaltzeit, muß dahingestellt bleiben, zumal diese der hier in Frage kommenden Warmzeit nicht unmittelbar vorangegangen sein muß.

Da der Zeitraum zwischen Waal- und Holstein-Interglazial nach WEST (1962b), WEST & WILSON (1966) sowie nach ERD (1965b) mehrere Warmzeiten enthält, sind möglicherweise nicht alle bis jetzt als cromerzeitlich datierten Vorkommen tatsächlich gleichaltrig. Manche Unterschiede zwischen den einzelnen Pollendiagrammen könnten also auf eine unterschiedliche Altersstellung zurückgehen. Andererseits zeigen die gemeinsamen Merkmale deutlich genug, daß die Vegetationsentwicklung dieser Warmzeiten aus dem Cromer-Komplex in den Grundzügen keinesfalls ganz stark divergierend verlaufen sein kann, wobei allerdings vorerst offen bleiben muß, ob die bekannten cromerzeitlichen Ablagerungen tatsächlich verschiedenen Warmzeiten angehören. Jedenfalls läßt sich die Zahl der Pollendiagramme cromerzeitlicher Ablagerungen mit Hilfe vegetationsgeschichtlicher Kriterien noch nicht eindeutig in zwei oder mehrere Gruppen aufteilen, zumal die bekannten Vorkommen zum Teil so weit voneinander entfernt sind, daß die Unterschiede in der Vegetationsentwicklung nicht notwendigerweise für die Existenz verschiedener Warmzeiten sprechen müssen, sondern auch durch floristische Unterschiede der damaligen Zeit erklärt werden könnten. Nur wo mehrere Interglazialvorkommen aus dem Cromer-Komplex mit unterschiedlicher Vegetationsentwicklung nebeneinander auftreten, lassen sich vielleicht allein mit vegetationsgeschichtlichen Argumenten Ansätze zur Klärung dieser Frage gewinnen. Solche Verhältnisse gibt es im Harzvorland. Weniger als 40 km vom Harzrand (vgl. Abb. 1) entfernt liegen hier die in den Cromer-Komplex gestellten Vorkommen von Bilshausen, Voigtstedt, Osterholz und Elm. Leider sind die Diagramme von Voigtstedt wegen der großen Probenabstände für eingehendere Vergleiche nicht geeignet,

und diejenigen aus dem Elm brechen frühzeitig ab. Es stehen aber immerhin das eine vollständige Warmzeit umfassende Pollendiagramm von Bilshausen und das von einer Bewaldungsphase bis in die Hainbuchenzeit reichende Pollendiagramm vom Osterholz für eine vergleichende Betrachtung zur Verfügung. Beide Vorkommen sind nur etwa 60 km voneinander entfernt (Entfernung Bilshausen—Elm ca. 80 km, Bilshausen—Voigtstedt ca. 85 km). Den Diagrammen ist eine sehr gut ausgeprägte EMW-Zeit gemeinsam, in der die Ulme — noch vor der Eiche — eine große Bedeutung erlangte und die Hasel nur geringe Anteile erreichte. *Picea* und *Alnus* sind in beiden Vorkommen schon in den ältesten Proben nachgewiesen, in Bilshausen reichlicher als im Osterholz, was aber lokale Ursachen haben kann. Ein wesentlicher Unterschied besteht darin, daß in Bilshausen sehr früh die Tanne nachgewiesen ist. Vor allem während der Eichen-Tannen-Hainbuchenzeit (Abschnitt i nach MÜLLER) muß sie in Bilshausen vorgekommen sein, da in diesem Abschnitt Spaltöffnungen gefunden wurden. Es kann zwar nicht mit Sicherheit behauptet werden, daß im Osterholz die Hainbuchenzeit vollständig erfaßt ist (vgl. Abschnitt C. c. III.), doch tritt in Bilshausen die Tanne sogar schon vor der Hainbuche auf und erscheint nach dem Kiefern-Birken-Vorstoß (Abschnitt f) erneut (bis 43%, CHANDA 1962) und zwar gleichzeitig mit *Carpinus*. Im Osterholz wurden insgesamt nur drei PK von *Abies* gefunden, zwei in der hainbuchenreichen Phase (DA 13) und eines im DA 2, wo es sicherlich als Fernflug gedeutet werden muß. Von einem Tannenvorkommen während der Hainbuchenzeit oder gar früher kann im Osterholz, d. h. zwischen Hildesheimer Wald und Leinetal — 60 km von Bilshausen entfernt — also nicht die Rede sein. Ferner ist das reichliche Vorkommen von *Eucommia* im Osterholz während der Hainbuchenzeit zu nennen. *Eucommia* fehlt in Bilshausen<sup>10</sup>). Weitere Unterschiede sind das Fehlen von *Juniperus* und das frühe Auftreten von *Azolla filiculoides* in Bilshausen.

Von diesen Unterschieden kommen dem frühen Auftreten von *Abies* und dem Fehlen von *Eucommia* in Bilshausen besondere Bedeutung zu. Es fällt schwer, das Fehlen der Tanne in der Umgebung des Osterholzes zu erklären, wenn sie zur selben Zeit in Bilshausen vorgekommen sein soll. An geeigneten Standorten kann es bei Elze nicht gemangelt haben, denn hier stehen nicht nur — wie bei Bilshausen — der Buntsandstein, sondern auch Muschelkalk und Keuper an. Selbst wenn zwischen Bilshausen und Elze damals die Arealgrenze der Tanne gelegen haben sollte, muß man im Osterholz mit Fernflug rechnen, zumal die Tanne zu dieser Zeit gewiß nicht nur im Harzvorland, sondern auch im Harz vorgekommen sein wird, wie man aus ihren Standortansprüchen leicht erschließen kann. Es ist ebenfalls kaum erklärbar, warum *Eucommia* nicht zur selben Zeit wie im Osterholz auch bei Bilshausen vorkam, zumal dieser heute in China beheimatete mesophile Laubbaum offenbar keine speziellen Standortsansprüche stellt (WANG 1961, HARMS 1933).

Diese Widersprüche finden am leichtesten eine Erklärung, wenn man die Vorkommen von Osterholz und Bilshausen zwei verschiedenen Warmzeiten innerhalb des Cromer-Komplexes zuordnet, ein Vergehen, das nach den Ergebnissen von WEST (1962b), WEST & WILSON (1966) und ERD (1965b) durchaus berechtigt erscheint. Eine Aufteilung aller bekannten cromerzeitlichen Vorkommen in zwei Gruppen wäre jedoch noch verfrüht. Auch kann keineswegs gesagt werden, welche der beiden Warmzeiten die ältere ist.

Bei der Lösung aller dieser offenen Fragen wird dem Auftreten der Tanne, vor allem ihrer frühen Ausbreitung eine besondere Bedeutung zukommen, zumal sich daraus Rückschlüsse auf das Ausmaß der vorhergehenden Kaltzeit ziehen lassen dürften. *Abies* erschien in Bilshausen und Westerhoven schon während der EMW-Zeit, fehlte zur entspre-

<sup>10</sup>) Dr. H. MÜLLER (Hannover) überließ mir freundlicherweise 10 Proben der Bohrung Bilshausen 1/62 aus dem Bereich zwischen 10,55 und 12,85 m (hainbuchenreiche Phase) zur Überprüfung. Dafür sei ihm an dieser Stelle herzlich gedankt. In diesen Proben fand sich unter jeweils 500 PK kein einziges PK von *Eucommia*.

chenden Zeit aber in Ostengland, im Osterholz und auf dem Elm. Auch in den beiden Pollendiagrammen aus W-Jütland fehlt *Abies* offenbar; aber diese Vorkommen können natürlich außerhalb des damaligen Tannenareals gelegen haben. In den drei Pollenspektren aus Tegelen (Pit Russel Tiglia), die wahrscheinlich in eine sehr frühe Phase der EMW-Zeit einzuordnen sind, und im „älteren Interglazial“ von Voigtstedt ist die Tanne ebenfalls nicht nachgewiesen, in Voigtstedt tritt sie möglicherweise nur wegen des zu großen Probenabstandes nicht in Erscheinung. Auch dem Nachweis von *Eucommia* und *Taxus* dürfte bei dem Versuch einer Gliederung des Cromer-Komplexes eine größere Bedeutung zukommen. Zur Zeit erlaubt aber die Inhomogenität des überdies viel zu geringen Vergleichsmaterials keine weitreichenden Schlüsse. So ist z. B. die Ähnlichkeit der Diagramme vom Elm und vom Osterholz mit den dänischen Diagrammen sehr groß; doch fehlt dort *Eucommia*, hier aber *Taxus*. Erst wenn mehr Nachweise für diese Gattungen erbracht sind, lassen sich vielleicht deren Areale rekonstruieren und daraus Hinweise für eine Gliederung des Cromer-Komplexes gewinnen. Der Nachweis von *Eucommia* in Eindhoven, Loernermark und im Osterholz läßt diese Vorkommen gleichaltrig erscheinen, doch sind die Ausschnitte aus der Waldgeschichte in den holländischen Diagrammen zu kurz, als daß man daraus mit genügender Sicherheit ein gleiches Alter folgern dürfte. Ein Vergleich mit den Pollendiagrammen vom englischen Cromer Forest Bed muß noch aufgeschoben werden, da dieses Vorkommen zur Zeit neu bearbeitet wird.

### G. Schriften- und Kartenverzeichnis

- ANANOVA, E. N., KULJAŠINA, W. W.: Mežlednikovaaaja flora lichvinskogo stratotipa. Probleme der Paläogeographie (russ.). Universität Leningrad, 57-97, Leningrad 1965.
- ANDERSEN, S. Th.: Pollen analysis of the Quaternary marine deposits at Tornskov in South Jutland. Danm. Geol. Unders. (IV) **4**, 1-23, Kopenhagen 1963. - - Interglacial vegetational successions in the light of environmental changes. Rep. VI. Internat. Congr. Quatern., 359-368, Warsaw 1961. - - Interglacialer og interstadialer i danmarks kvartaer. Medd. Dansk Geol. Foren. **15**, 4, 486-506, København 1965.
- AVERDIECK, F.-R.: Pollen vom Chenopodiaceen-Typ im Flöz Frimmersdorf — ein Hinweis auf seine strandnahe Entstehung. Fortschr. Geol. Rheinland u. Westf. **1**, 101-112, Krefeld 1958. - - Das Interglazial von Fahrenkrug in Holstein. Eiszeitalt. u. Gegenw., **13**, 5-14, Öhringen 1962.
- BAAS, J.: Eine frühdiluviale Flora im Mainzer Becken. Z. Bot. **25**, 289-371, Jena 1932.
- BACKMAN, A. L.: *Najas minor* ALL. in Europa einst und jetzt. Acta Bot. Fenn. **48**, 1-32, Helsingfors 1951.
- BEHRE, K. E.: Pollen- und diatomeenanalytische Untersuchungen an letztinterglazialen Kieselgur lagern der Lüneburger Heide. Flora, **152**, 325-370, Jena 1962.
- BENDA, L., LÜTTIG, G. & SCHNEEKLOTH, H.: Aktuelle Fragen der Biostratigraphie im nordeuropäischen Pleistozän. Eiszeitalt. u. Gegenw., **17**, 218-223, Öhringen 1966.
- BENDA, L. & SCHNEEKLOTH, H.: Das Eem-Interglazial von Köhlen, Krs. Wesermünde. Geol. Jb., **83**, 699-716, Hannover 1965.
- BERTSCH, K.: Früchte und Samen. Hdb. prakt. Vorgeschichtsforsch., **1**, 247 S., Stuttgart 1941.
- BEUG, H.-J.: Untersuchungen zur spätglazialen und frühpostglazialen Floren- und Vegetationsgeschichte einiger Mittelgebirge. Flora, **145**, 167-211, Jena 1957/58. - - Leitfaden der Pollenbestimmung, Lief. 1, 63 S., Stuttgart 1961.
- BRELIE, G. v. D.: Die pollenstratigraphische Gliederung des Pleistozäns in Nordwestdeutschland. 2. Eiszeitalt. u. Gegenw., **6**, 25-38, Öhringen 1955.
- BRELIE, G. v. D. & REIN, U.: Die Interglazialbildungen im niederrheinischen Diluvium. Niederrhein, **19**, 63-68, Krefeld 1952.
- BROUWER, A.: Pollenanalytisch en geologisch onderzoek van het Onder- en Midden-Pleistoocen van Noord-Nederland. Leidse Geol. Meded., **14** B, 259-346, Leiden 1949.
- BRUNNACKER, K.: Über Ablauf und Altersstellung altquartärer Verschüttungen im Maintal und nächst dem Donautal bei Regensburg. Eiszeitalt. u. Gegenw., **15**, 72-80, Öhringen 1964.
- CEPEK, A. G.: Zur Gliederung des Mittel-Pleistozäns im norddeutschen Flachland. Eiszeitalt. u. Gegenw., **16**, 255, Öhringen 1965.

- CHAMBERS, T. C. & GODWIN, H.: The fine structure of the pollen wall of *Tilia platyphyllos*. The New Phytolog., **60**, 393-399, Oxford 1961.
- CHANDA, S.: Untersuchungen zur pliozänen und pleistozänen Floren- und Vegetationsgeschichte im Leinetal und im südwestlichen Harzvorland (Untereichsfeld). Geol. Jb., **79**, 783-844, Hannover 1962.
- DOEBEL, H.: Untersuchungen über den Bau der Knospenschuppen einiger sommergrüner Laubbö-der besonders im Hinblick auf die Bestimmbarkeit und Auswertung fossiler Funde sowie die systematische Verwandtschaft. Unveröff. Staatsexamensarbeit, Göttingen 1957.
- DOPPERT, J. W. Chr. & ZONNEVELD, J. I. S.: Over de stratigrafie van het fluviatile Pleistoceen in W. Nederland en Noord-Brabant. Meded. Geol. Stichting N. S., **8**, 13-30, Maastricht 1955.
- DUGAN, S. L.: Pollen analysis of the Cromer Forest Bed Series in East Anglia. Phil. Trans. R. Soc. London B **246**, 149-202, London 1963.
- ENGLER, A.: Die natürlichen Pflanzenfamilien nebst ihren Gattungen und wichtigeren Arten. insbesondere den Nutzpflanzen (ENGLER-PRANTL), IV/2, 310 S., Leipzig 1897. - - Syllabus der Pflanzenfamilien, **2**, 666 S., Berlin 1964.
- ERD, K.: Vegetationsentwicklung und Feuchtigkeitsschwankungen während der Eem- und Holstein-Warmzeit in Brandenburg. Ber. Geol. Ges. DDR, **7**, 259-261, Berlin 1962. - - Pollenanalytische Gliederung des mittelpleistozänen Richtprofils Pritzwalk/Prignitz. Autorreferat, 12. Tagung Dtsch. Quartärvereinigung, Lüneburg, 1964. Eiszeitalt. u. Gegenw., **16**, 252, Öhringen 1965a. - - Pollenanalytische Untersuchungen im Altpleistozän von Voigtstedt in Thüringen. Paläont. Abh. A, II, 2/3, 259-272, Berlin 1965b.
- ERDTMANN, G.: Pollen morphology and plant taxonomy. Angiosperms. 539 S., Uppsala 1952.
- FAEGRI, K. & IVERSEN, J.: Textbook of pollen analysis, 236 S., Copenhagen 1964.
- GOEDEKE, R.: Die Oberflächenformen des Elm. Göttinger Geogr. Abh., **35**, 95 S., Göttingen 1966.
- GOEDEKE, R., GRÜGER, E. & BEUG, H.-J.: Zur Frage der Zahl der Eiszeiten im Norddeutschen Tiefland. Erdfalluntersuchungen am Elm. Nachr. Akad. Wiss. II. Math.-Phys. Kl. (1965) **15**, 207-212, Göttingen 1966.
- GRÜGER, E.: Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen zur Datierung interglazialer Ablagerungen auf dem Elm bei Braunschweig. Unveröff. Staatsexamensarbeit, Göttingen 1965.
- HALLIK, R.: Material zur Vegetationsentwicklung während der Eem-Warmzeit in Nordwestdeutschland. Mitt. Geol. Staatsinst., **26**, 31-38, Hamburg 1957. - - Die Vegetationsentwicklung der Holstein-Warmzeit in NW-Deutschland und die Altersstellung der Kieselgur-lager der südlichen Lüneburger Heide. Z. dtsh. geol. Ges., **112**, 326-333, Hannover 1960.
- HARMS, H.: Zur Kenntnis von *Eucommia ulmoides* OLIV. Mitt. Dtsch. Dendrolog. Ges., **45**, 1-4, Dortmund 1933.
- HEGI, G.: Illustrierte Flora von Mitteleuropa. München 1906 ff.
- HEYDENREICH, S.: Pollenanalytische Untersuchungen von Flußsedimenten des Mains bei Markt-heidenfeld. Unveröff. Staatsexamensarbeit Würzburg 1959.
- HULTÉN, E.: Atlas över växternas utbredning i nord (Fanerogamer och ormbunksväxter). 512 S., Stockholm 1950.
- IVERSEN, J.: Sekundäre Pollen als Fehlerquelle. Danm. Geol. Unders. (IV) **2**, 15, 1-24, Kopen-hagen 1936.
- JESSEN, K.: Studies in late quaternary deposits and flora-history of Ireland. Proc. R. Irish Acad., **52**, B 6, 85-290, Dublin 1949.
- JESSEN, K., ANDERSEN, S. Th. & FARRINGTON, A.: The interglacial deposit near Gort, Co. Galway, Ireland. Proc. R. Irish Acad. B **60**, 1, 3-77, Dublin 1959.
- JESSEN, K. & MILTHERS, V.: Interglacial freshwater deposits in Jutland and NW-Germany. Danm. Geol. Unders. (II) **48**, 1-380, Kopenhagen 1928.
- KATZ, N. J., KATZ, S. V. & KIPIANI, M. G.: Atlas and keys of fruits and seeds occurring in the Quaternary deposits of the USSR. 367 S., Moscow 1965. (russ.).
- KELLY, M. R.: The Middle Pleistocene of North Birmingham. Phil. Trans. R. Soc. London B **247**, 533-592, London 1964.
- KEMPF, E. K.: Das Holstein-Interglazial von Tönisberg im Rahmen des Niederrheinischen Pleisto-zäns. Eiszeitalt. u. Gegenw., **17**, 5-60, Öhringen 1966.
- KUPRIJANOVA, L. A.: Palinologija serežkocvetiych (Amentiferae), russisch. Akad. Nauk SSSR, Moskau-Leningrad 1965.
- LOOK, E.-R.: Geologische und stratigraphische Untersuchungen in den glazigenen und periglaziären Sedimenten der pleistozänen Elster- und Saale-Eiszeit am Elm, östlich von Braun-schweig. Diss. TH Hannover 1967. Non vidi.
- LÜTTIG, G.: Neuere Ergebnisse quartärgeologischer Forschung im Raum Alfeld—Hameln—Elze. Geol. Jb., **77**, 337-390, Hannover 1960.

- MÜLLER, H.: Die Altersstellung der Interglazialablagerungen bei Rosche, Liebenau und Hetendorf (Niedersachsen). Geol. Jb. **73**, 725-736, Hannover 1958. - - Eine pollenanalytische Neubearbeitung des Interglazial-Profiles von Bilshausen (Unter-Eichsfeld). Geol. Jb. **83**, 327-352, Hannover 1965.
- MÜLLER-STOLL, W. R.: Untersuchungen urgeschichtlicher Holzreste nebst Anleitung zu ihrer Bestimmung. Prähist. Z., **27**, 1/2, 3-57, Berlin 1936.
- OBERDORFER, E.: Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Süddeutschland und die angrenzenden Gebiete, 987 S., Stuttgart 1962.
- PAUL, H., MÖNKEMEYER, W. & SCHIFFNER, V.: Die Süßwasserflora Mitteleuropas, **14** (Bryophyta), 252 S., Jena 1931.
- PERRING, F. H. & WALTERS, S. M.: Atlas of the British Flora, 432 S., London 1962.
- PIKE, K. & GODWIN, H.: The interglacial at Clacton-on-sea, Essex. Quart. J. Geol. Soc., **108**, 261-272, London 1953.
- POLAK, B., MAARLEVELD, G. C. & NOTA, D. J. G.: Palynological and sedimentary petrological data of a section in ice-pushed deposits (Southern Veluwe, Netherlands). Geol. en Mijnb., **41**, 333-350, s'Gravenhage 1962.
- RABIEN, I.: Die Vegetationsentwicklung des Interglazials von Wallensen in der Hilsmulde. Eiszeitalt. u. Gegenw., **3**, 96-127, Öhringen 1953a. - - Zur Bestimmung fossiler Knospenschuppen. Paläont. Z., **27**, 57-66, Stuttgart 1953b.
- REID, E. M.: A comparative review of Pliocene floras, based on the study of fossil seeds. Quart. J. Geol. Soc. London, **76**, 145-161, London 1920.
- SCHMIDT, E.: Mikrophotographischer Atlas der mitteleuropäischen Hölzer. Schriftenreihe Reichsinstit. ausländ. u. kolon. Forstwirtschaft, **1**, 112 S., Neudamm 1941.
- SELLE, W.: Das Interglazial von Neuenförde. Geol. Jb., **76**, 191-198, Hannover 1958. - - Geologische und vegetationskundliche Untersuchungen an einigen wichtigen Vorkommen des letzten Interglazials in Nordwestdeutschland. Geol. Jb., **79**, 295-352, Hannover 1962.
- SOBOLEWSKA, M.: Pleistocene vegetation of Syrniki on the river Wieprz. Inst. Geol. Biul., **100**, 7, 143-192, Warschau 1956.
- ŚRODOŃ, A.: Interglacial flora from Gościecin near Koźle (Sudetic Foreland). Inst. Geol. Biul., **118**, 8, 7-60, Warschau 1957.
- STARK, P., FIRBAS, F. & OVERBECK, F.: Die Vegetationsentwicklung des Interglazials von Rinersdorf in der östlichen Mark Brandenburg. Abh. Nat. Ver. Bremen, **28**, 105-130, Bremen 1932.
- STARK, P. & OVERBECK, F.: Eine diluviale Flora von Johnsbach bei Wartha (Schlesien). Planta, **17**, 2, 437-452, Berlin 1932.
- STEUR, Ir. G. G. L. et al.: Methode of soil surveying in use at the Netherlands Soil Survey Institute. Boor en Spade XI. Meded. Stichting Bodemkartering. Wageningen 1961.
- STEVENS, L. A.: The interglacial of the Nar Valley, Norfolk. Quart. J. Geol. Soc. London, **115**, 291-316, London 1960.
- SZAFER, W.: Pleistocene stratigraphy of Poland from the floristical point of view. Ann. Soc. Geol. Pologne, **22**, 1, 1-99, Krakau 1953.
- TEUNISSEN, D. & FLORSCHÜTZ, F.: Over een pollenhoudende kleilaag op „de Duno“ bij Oosterbek, Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen., **76**, 413-421, Leiden 1957.
- TRALAU, H.: Extinct aquatic plants of Europe. Botaniska Notiser, **112**, 4, 385-406, Lund 1955.
- VENT, W.: Über die Flora des Riß-Würm-Interglazials in Mitteldeutschland unter besonderer Berücksichtigung der Ilmtravertine von Weimar-Ehringsdorf. Wiss. Z. Friedrich-Schiller-Universität, Jg. 4 - 1954/55, Math.-Nat. Reihe 4/5, 467-485, Jena 1955.
- VLERK, J. M. v. D. & FLORSCHÜTZ, F.: The palaeontological base of the subdivision of the Pleistocene in the Netherlands. Verh. Akad. Wet. (I), **20**, 2, 1-58, Amsterdam 1953.
- WANG, C. W.: The forests of China with a survey of grassland and desert vegetation. Maria Moors Cabot Foundation publ. 5, p. 1, Cambridge, Mass. 1961.
- WATTS, W. A.: Interglacial deposits at Kilbeg and Newton, Co. Waterford. Proc. R. Irish Acad. B. **60**, 2, 79-134, Dublin 1959. - - Interglacial deposits at Baggotstown near Bruff, Co. Limerick. Proc. R. Irish Acad. B. **63**, 9, 167-189, Dublin 1964. - - Interglacial deposits in Kildromin Townland, near Herbertstown, Co. Limerick. Proc. R. Irish Acad. B. **65**, 15, 339-348, Dublin 1967.
- WEST, R. G.: The Quaternary deposits at Hoxne, Suffolk. Phil. Trans. R. Soc. B **239**, 265-356, London 1956. - - Interglacial deposits at Bobbitshole, Ipswich. Phil. Trans. R. Soc. B **241**, 1-31, London 1957. - - A note on *Taxus* pollen in the Hoxnian interglacial. The New Phytologist, **61**, 189-190, Oxford 1962a. - - Vegetational history of the Early Pleistocene of the Royal Society borehole at Ludham, Norfolk. Proc. Roy. Soc. B **155**, 437-453, London 1962b.
- WEST, R. G. & SPARKS, B. W.: Coastal interglacial deposits of the English Channel. Phil. Trans. R. Soc. B **243**, 95 ff., London 1960.

- WEST, R. G. & WILSON, D. G.: Cromer Forest Bed Series. *Nature* **209**, 5022, 497-498, London, 29. 1. 1966.
- WOLDSTEDT, P.: Über ein Interglazial bei Zweidorf (Braunschweig). *Z. dtsh. geol. Ges.* **82**, 619-627, Stuttgart 1930. - - Das Eiszeitalter, II, 438 S., Stuttgart 1958.
- ZAGWIJN, W. H.: Aspects of the Pliocene and Early Pleistocene vegetation in the Netherlands. *Meded. Geol. Sticht.*, Serie C - III - 1 No. 5, 5-78, Maastricht 1960. - - Vegetation, climate and radiocarbon datings in the Late Pleistocene of the Netherlands. I. *Meded. Geol. Sticht. NS.* **14**, 15-45, Maastricht 1961. - - Pollen-analytic investigations in the Tiglian of the Netherlands. *Meded. Geol. Sticht. N.S.* **16**, 49-72, Maastricht 1963.
- ZAGWIJN, W. H. & ZONNEVELD, J. I. S.: The interglacial of Westerhoven. *Geol. en Mijnb. N.S.* **18**, 37-46, s'Gravenhage 1956.

Topographische Karten 1 : 25 000 :

Bl. 3730 Königslutter am Elm, Bl. 3731 Süplingen, Bl. 3824 Elze, Bl. 3830 Schöppenstedt, Bl. 3831 Schöningen.

Geologische Karte von Preußen usw. 1 : 25 000 :

Bl. Königslutter, Bl. Süplingen; Bl. 2089 Elze, Bl. 2095 Schöppenstedt, Bl. 2096 Schöningen.

Manusk. eingeg. 30. 11. 1967

Anschrift des Verf.: Eberhard Grüger, 34 Göttingen, Systematisch-Geobotanisches Institut der Universität, Untere Karspüle 2.