

A. Aufsätze

Ergebnisse der Pollenanalyse zur Pleistozän-Stratigraphie und zur Pliozän-Pleistozän-Grenze in Schleswig-Holstein

Von BURCHARD MENKE, Kiel

Mit 3 Abbildungen und 4 Tafeln

Zusammenfassung. An Hand eines Überblicks über den derzeitigen Stand der pollenanalytischen Arbeiten in Schleswig-Holstein werden Ergebnisse und Probleme der Pleistozänstratigraphie erörtert.

Jungpleistozän. Neue Arbeiten über das Eem ermöglichen zusammen mit älteren Untersuchungen einen Überblick über die eemzeitliche Vegetations- und Standortentwicklung. Untersuchungen an Ablagerungen aus dem Weichsel-Frühglazial werfen die Frage auf, ob das „Roedeback-Interstadial“ in Schleswig-Holstein nachweisbar ist. An Hand des Profils „Keller I“ und weiterer Untersuchungen wird der Verlauf des Weichsel-Frühglazials diskutiert. Die Stratigraphie des Weichsel-Spätglazials wird am Beispiel weichselspätglazialer Decksande aus Lieth erörtert.

Mittelpleistozän. Neue Untersuchungen an marinen Ablagerungen der Holstein-Warmzeit liegen aus Fahrnenhorst vor. Die Regression des Holstein-Meeres erfolgte überraschend früh. Eine jüngere Kaltzeit wurde als Mehlbeck-Kaltzeit, eine jüngere Warmzeit als Wacken-Warmzeit bezeichnet. Sie können zusammen mit der Holstein-Warmzeit in einer „Muldsberg-Serie“ zusammengefaßt werden, die sich pollenfloristisch kennzeichnen läßt.

Altpleistozän. Das älteste Pleistozän („Lieth-Serie“) umfaßt bisher wenigstens fünf Kalt- und Warmzeiten. Es ist noch nicht gelungen, die Serie an das Mittelpleistozän anzuschließen. Die Konnektierung mit dem niederländischen Altpleistozän (Tegelen, Waal) wird diskutiert.

Pliozän-Pleistozän-Grenze. Die Vegetationsentwicklung vollzog sich im Übergang vom Pliozän zum Pleistozän in Lieth und Oldenswort gleitender als es nach bisherigen Untersuchungen, vor allem aus den Niederlanden, erwartet werden konnte. Eine neue Festlegung der pollenfloristischen Pliozän-Pleistozän-Grenze für das nördliche Mitteleuropa wird diskutiert.

Summary. By means of a survey over the actual position of the palynological investigations in Schleswig-Holstein (NW-Germany), results and problems of the Pleistocene Stratigraphy are discussed.

Late Pleistocene. New investigations in the Eemian, in harmony with earlier investigations, make possible to give a survey over the history of the vegetation and the ecology of the Eemian. Investigations in deposits of the Early Weichselian make the proof of the „Roedeback Interstadial“ in Schleswig-Holstein doubtful. By means of investigations in the bore hole „Keller I“, and additional investigations, the course of the development of the Early Weichselian is discussed. To demonstrate the stratigraphy of the Late Weichselian, cover sands of Lieth (Elmshorn) are taken for an model.

Middle Pleistocene. New investigations in marine sediments of the Holstein Interglacial are in hand (Fahrnenhorst). The regression of the „Holstein Sea“ occurred surprisingly early. A younger cold stage was called „Mehlbeck Kaltzeit“, a younger warm stage was called „Wacken Warmzeit“. The Holsteinian, Mehlbeck Kaltzeit and Wacken Warmzeit might be united in a „Muldsberg Series“.

Early Pleistocene. The Early Pleistocene of Lieth (Elmshorn) comprehends at least five cold and five warm stages. As yet, the author was not successful in connecting this „Lieth Series“ with the Middle Pleistocene. The connexion of this series with the Dutch Early Pleistocene (Tiglian, Waalian) is a matter of discussion.

Border of Pliocene and Pleistocene. The development of the vegetation in the transition from the Pliocene to the Pleistocene (Lieth, Oldenswort) was proved to be more fluently than it was expected on the base of former investigations, especially in Netherlands. A new fixation of the pollen floristic border line between the Pliocene and the Pleistocene for the district of NW Germany is a matter of discussion.

1. Einleitung

Vor einer endgültigen begrifflichen Klärung der quartärstratigraphischen Einheiten muß die kritische Inventur stehen. Sie ist selbst im gut durchforschten Europa noch bei weitem nicht abgeschlossen. Viele Fundpunkte bedürfen außerdem einer Neubearbeitung. Es dürfte zweckmäßig sein, die Arbeit vor allem auf kleine und ausgewählte Gebiete zu konzentrieren. Während bei großräumiger Betrachtung die Quartärstratigraphie i. w. nur auf Klimaschwankungen gegründet werden kann, lassen sich in kleinen Gebieten viel eher unmittelbar zugängliche Kriterien als Grundlage verwenden, z. B. Besonderheiten in der Vegetationsentwicklung. Die Erfahrung hat gezeigt, daß eine Konnektierung isolierter und weit voneinander entfernter Funde auf pollenfloristischer Grundlage vielfach nicht befriedigend möglich ist, da die Vegetationsentwicklung ein komplexer Vorgang ist, dessen charakteristische Merkmale meist nur eine regionale Gültigkeit haben. Deshalb muß die Erarbeitung einer möglichst vollständigen Quartärstratigraphie in kleinen Gebieten angestrebt werden. Im folgenden soll kurz über den derzeitigen Stand der Pleistozänstratigraphie in Schleswig-Holstein auf pollenanalytischer Grundlage berichtet werden.

2. Jungpleistozän

In den letzten Jahren sind vor allem bei Baugrund-Untersuchungen und im Rahmen der geologischen Landesaufnahme zahlreiche neue Eem-Vorkommen entdeckt worden. Die eemzeitliche Vegetationsgeschichte ist heute für Schleswig-Holstein gut bekannt. Offen sind vor allem landschaftsgeschichtliche Fragen, die z. B. die Verbreitung der eemzeitlichen Gewässer und das eemzeitliche Entwässerungsnetz betreffen.

Das der Eem-Warmzeit vorausgegangene Saale-Spätglazial hat sich an mehreren Stellen nachweisen lassen. Die früheren Befunde aus Brokenlande (MENKE & ROSS 1967) scheinen sich weiterhin zu bestätigen: Vegetationsgeschichtlich war das Saale-Spätglazial in Schleswig-Holstein anscheinend nur eine kurze Übergangsphase, in der sich Klimaschwankungen bisher nicht nachweisen ließen. Dadurch unterscheidet sich das Saale-Spätglazial trotz großer floristischer Ähnlichkeiten mit dem Weichsel-Spätglazial grundlegend von diesem.

Die Grenze zwischen dem Saale-Spätglazial und der Eem-Warmzeit wird nach vegetationsgeschichtlichen Gesichtspunkten am besten an den Beginn der endgültigen Bewaldung gelegt, die sich in den Pollendiagrammen vor allem in einem Anstieg der Beteiligung des *Betula*-Pollens und einem Verschwinden besonders heliophiler Sippen der Bodenflora bzw. Strauchschicht ausprägt. Man kann natürlich nicht erwarten, daß der Beginn der Bewaldung für ganz Mitteleuropa eine zeitgleiche Marke ist, aber der Übergang von der offenen Vegetation zum Wald ist ein äußerst markanter Einschnitt in die Landschaftsentwicklung, da mit der Bewaldung eine weitgehende Festlegung des Substrats verbunden ist.

In den eemzeitlichen Ablagerungen sind die ältesten Zonen im allgemeinen nur schwach vertreten. Oftmals sind in diesen Bereichen auch Schichtlücken und sonstige Störungen vorhanden. Die hauptsächliche Sedimentation begann in der Regel erst in der frühen Eichen-Mischwald-Zeit, genauer gesagt, im Laufe der Eichen-Kiefern-Zeit oder zu Beginn der Eichen-Hasel-Zeit. Damit werden auch frühere Befunde (VON DER BRELIE 1955) bestätigt.

Der Vegetationscharakter war im Optimum der Eem-Warmzeit der Laubwaldcharakter eines sommerfeuchten, ozeanischen Gebietes. Es folgten so zahlreiche waldgeschichtliche Ereignisse so eng aufeinander, daß wohl zu keiner Zeit ein stabiler Zustand erreicht wurde.

Die Vegetationsentwicklung läßt nicht nur stratigraphische Schlußfolgerungen zu, sondern beansprucht auch landschaftsgeschichtliches Interesse. Außer der klimatischen Entwick-

lung kommt in den Pollendiagrammen z. B. sehr klar die Entwicklung des Trophiezustandes der Böden zum Ausdruck. In der älteren Hälfte der Eem-Warmzeit waren vor allem Sippen verbreitet, die stark versauerte Böden meiden. Im Laufe der Hainbuchen-Fichten-Zeit breiteten sich dagegen zunehmend Sippen aus, die ihre Hauptverbreitung auf mehr oder minder versauerten Böden haben. Gegen Ende der Hainbuchen-Fichten-Zeit gingen die Moore meist in einen hochmoorartigen Zustand über. Für die Existenz ausgedehnter Hochmoore gibt es bisher allerdings keine Anhaltspunkte. Gleichzeitig mit dieser zunehmenden Oligotrophierung der Böden, die auch aus Dänemark beschrieben wurde (ANDERSEN 1964, 1969), erfolgte wohl eine Podsolierung (DÜCKER & MENKE 1970).

Die Ausbreitung der Fichte hat zweifellos die Auswaschung der Böden gefördert, jedoch traten auch schon vor der Fichten-Ausbreitung deutliche Oligotrophierungen ein, so in einem kleinen See bei Mönkloh (Westholstein). Dort wurde die mehr oder minder eutraphente Wasserpflanzenvegetation, die hauptsächlich aus Seerosen, darunter *Brasenia*, bestand, bereits in der Linden-Eiben-Zeit (IVb) vom oligotraphenten *Isoetes* abgelöst. Gleichzeitig bildete sich offenbar ein dystropher Moorgürtel (unveröff.). Am Ende der Eem-Warmzeit war *Isoetes* eine der herrschenden Wasserpflanzen.

Die eemzeitlichen Seen weisen freilich keine einheitliche Entwicklung ihres Trophiezustandes auf. In den größeren Seen führen die Sedimente häufig bis in den obersten Teil der Ablagerungen einen deutlichen Kalkgehalt.

In Schleswig-Holstein lassen sich im großen und ganzen drei Gruppen eemzeitlicher Ablagerungen unterscheiden:

- 1) Marine und perimarine Ablagerungen (VON DER BRELIE 1954, GRIPP 1964). Eine umfassende Neubearbeitung ist vor allem im Hinblick auf Vergleichsmöglichkeiten mit dem Küstenholozän dringend notwendig. Im Gegensatz zu der Transgression der holozänen Nordsee verlief die Transgression des Eem-Meeres anscheinend monozyklisch.
- 2) Ablagerungen in ehemals tieferen Seen. Das Liegende besteht häufig aus saalezeitlichem Beckenton (MENKE & ROSS 1967). Diese eemzeitlichen Seen haben die Warmzeit häufig überdauert ohne ganz verlandet zu sein. Sie sind so verbreitet, daß man sich die eemzeitliche Landschaft Schleswig-Holsteins als ausgesprochen seenreich vorstellen muß.
- 3) Limnische und semiterrestrische Ablagerungen in kleinen bis kleinsten Hohlformen. Die eemzeitliche Folge setzt meist ebenfalls mit limnischen Ablagerungen ein, dann verlandeten die Gewässer aber meist bald, und es bildete sich Torf. Ablagerungen dieses Typs sind auf den saalezeitlichen Hochflächen anscheinend massenhaft vorhanden. Ein Beispiel gibt das Profil Keller (Tafel I).

Die Grenze zwischen der Eem-Warmzeit und der Weichsel-Kaltzeit legt man zweckmäßig an den Beginn einer Entwaldung der Mineralböden. Im Pollendiagramm prägt sich diese vor allem in einem Anstieg der Pollenanteile lichtbedürftiger Sippen der Bodenflora aus, soweit diese nicht der Moorvegetation angehören. Vor allem ist hier *Artemisia* zu nennen. Auch landschaftsgeschichtlich ist die Entwaldung von sehr großer Bedeutung: Unter einer Waldbedeckung wird die Landoberfläche weitgehend konserviert. Mit dem Beginn der Entwaldung wird der Boden jedoch in großem Umfang zur Umlagerung durch Wasser und Wind freigegeben.

Im Weichsel-Frühglazial lassen sich mehrere größere Klimaschwankungen nachweisen. Pollenanalytische Untersuchungen an Vorkommen, in denen das Weichsel-Frühglazial vom Eem unterlagert wird, sind in Schleswig-Holstein aus Odderade (AVERDIECK 1967), Geesthacht und Loopstedt (SCHÜTRUMPF 1967) veröffentlicht worden. Neue Untersuchungen liegen aus Keller (Tafel I und II), Bimöhlen und Mönkloh (unveröff.)

vor. Weitere Fundstellen sind bekannt. Dazu kommt im benachbarten Niedersachsen das von SELLE (1965) und SCHNEEKLOTH (1966) bearbeitete Vorkommen von Oerel.

In allen Fällen, besonders im Vorkommen von Keller, in dem größere Schichtlücken sehr unwahrscheinlich sind, hat die Vegetation des ersten, zumindest des ersten deutlichen Interstadials, einen ausgesprochenen Brørup-Charakter mit einer sehr deutlichen Birken-Phase am Anfang und einer nachfolgenden langen Kiefern-Phase mit Fichte, Lärche und vielleicht etwas Erle. Dieses Interstadial („Loopstedt-Interstadial“, DÜCKER 1967) muß zweifellos mit dem dänischen Brørup-Interstadial (ANDERSEN 1961) konnektiert werden. Ein jüngerer Interstadial von sehr ähnlichem Vegetationscharakter ist in Odderade (AVERDIECK 1967) und in Oerel (SELLE 1965, SCHNEEKLOTH 1966) nachgewiesen worden (Odderade-Interstadial, AVERDIECK 1967; Nordhastedt-Interstadial, DÜCKER 1967).

Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse auch in den Niederlanden (ZAGWIJN 1961), nur ist dort entsprechend der südwestlicheren Lage die Beteiligung thermophiler Sippen etwas größer. Abweichende Befunde liegen aus Dänemark (ANDERSEN 1961) vor. Dort wurde dem Brørup-Interstadial ein älteres Roedeback-Interstadial vorangestellt, das ANDERSEN (1961) aufgrund seiner Ansicht nach zeitweilig geringerer Fremdpollen-Beeinflussung und größerer Wasserpflanzen-Beteiligung aufstellte. Über den stratigraphischen Wert des ersten Merkmals kann man geteilter Meinung sein. Über den stratigraphischen Wert von Wasserpflanzen äußerte sich IVERSEN (1964) so: „The occurrence of waterplants is so local that they cannot be used to define zone borders in the pollen diagrams.“ Dazu kommt, daß die in Dänemark nachgewiesenen Wasserpflanzen z. T. sogar in der heutigen Arktis auftreten (KNAPP 1965). In Schleswig-Holstein hat AVERDIECK (1967) das Roedeback-Interstadial in Odderade vermutet. SCHNEEKLOTH (1966) gab jedoch zu bedenken, daß dieser und der folgende Abschnitt auch in den Anfang des Brørup-Interstadials gestellt werden können. Es kommt hinzu, daß diese Abschnitte nur in einem Profil (Odderade 5) nachgewiesen worden sind und sie sich auch nicht sicher bis in die Schichtfolge der Sandgrube Odderade (DÜCKER & HUMMEL 1967) verfolgen ließen.

Wenn man die Vegetationsentwicklung in den einzelnen Vorkommen vergleicht, so steht nach Ansicht des Verf. einer Konnektierung des niederländischen Ammersfoort-Interstadials mit dem Brørup-Interstadial und des niederländischen Brørup-Interstadials mit dem Odderade-Interstadial nichts im Wege. WIJMSTRA (1969) konnte in Mazedonien allerdings zwei große weichsel-frühglaziale Interstadiale nachweisen, denen anscheinend ein viel schwächeres vorausging, das aber nur durch zwei oder drei Proben und in einem Diagramm belegt worden ist. Abgesehen davon, daß man zum Nachweis dieses ältesten Interstadials wenigstens ein weiteres Diagramm wünschen würde, müßte außer den beiden von WIJMSTRA diskutierten Konnektierungsmöglichkeiten wohl wenigstens noch eine dritte diskutiert werden. Selbst im gut bekannten Weichsel-Frühglazial sind offenbar noch nicht alle Probleme gelöst.

Im ersten weichselfrühglazialen Stadial, also dem Abschnitt zwischen Eem und Brørup-Interstadial, waren die lokalen Wasserstände im allgemeinen wieder hoch. Die eemzeitlichen Torfe werden meist von Mudden bedeckt. Bodenumlagerungen erreichten ein erhebliches Ausmaß. Anscheinend stand dieses Stadial in Schleswig-Holstein noch unter einem mehr oder minder ozeanischen Klima. In der Vegetation spielten dystraphente Sippen eine große Rolle. Im Brørup-Interstadial wuchsen über den Mudden meist erneut *Sphagnum*-Moore auf. Auch im Brørup-Interstadial sind Pflanzensippen ozeanischer Verbreitung nachgewiesen worden.

Als charakteristisch ist bisher eine angeblich starke Verbreitung von *Frangula* angegeben worden. Nach den neuen Untersuchungen handelt es sich aber offenbar nicht um *Frangula*, sondern sehr wahrscheinlich um eine *Ericales*-Sippe. Der gleiche Pollentyp tritt in den rezenten Gattungen *Blaeria* und *Bruckenthalia* auf (*Blaeria*-Typ, Tafel II, vgl. ferner Tafel III und IV). Dieser Pollen scheint bevorzugt am Übergang von einem Niedermoor zu einem *Ericales-Sphagnum*-Moor auf-

zutreten. Er wurde früher schon in mittelpleistozänen Ablagerungen (Typ 1615, MENKE 1968) und neuerdings in altpleistozänen Ablagerungen („*Rhamnaceae*-Typ“, MENKE 1969a) gefunden. Offenbar ist dieser Pollen im Pleistozän weit verbreitet. Auch in eemzeitlichen Ablagerungen tritt er vereinzelt auf.

Im zweiten Stadial (Zone FW III, Tafel II) herrschten wiederum Muddebildung und Bodenumlagerungen. Die Beteiligung typisch kaltzeitlicher Sippen (z. B. *Selaginella selaginoides*, *Helianthemum*, *Astragalus*-Typ) scheint größer gewesen zu sein als im ersten. Nach DÜCKER (1967) traten in diesem Stadial in Schleswig-Holstein erstmals Frostkontraktionen auf.

Das folgende Odderade-Interstadial ist in organogener Fazies in Schleswig-Holstein bisher nur in Odderade (AVERDIECK 1967) nachgewiesen worden. Auch in diesem Interstadial bildeten sich *Sphagnum*-Moore.

Die eem- und weichselfrühglazialen Ablagerungen werden meist von lehmigem Solifluktuionsmaterial bedeckt. Überraschend ist seine geringe Mächtigkeit. Deckschichten von zwei bis vier Meter Mächtigkeit sind häufig, wesentlich mächtigere Deckschichten sind selbst in den Niederungen selten.

Über den Verlauf des Weichsel-Hochglazials liegen aus Schleswig-Holstein erst wenige Informationen vor. Es gibt anscheinend kaum Ablagerungen, die sich für pollenanalytische Untersuchungen und Radiocarbon-Datierungen eignen. Die bisherigen Radiocarbon-Datierungen aus dem Weichsel-Früh- und Weichsel-Hochglazial sind noch so wenig zuverlässig, daß eine Stratigraphie, die sich nur auf sie stützt, mit großen Unsicherheiten behaftet ist. Wahrscheinlich liegt dies in erster Linie an den großen und unübersichtlichen Fehlerquellen im Material (VOGEL & ZAGWIJN 1967). Er-

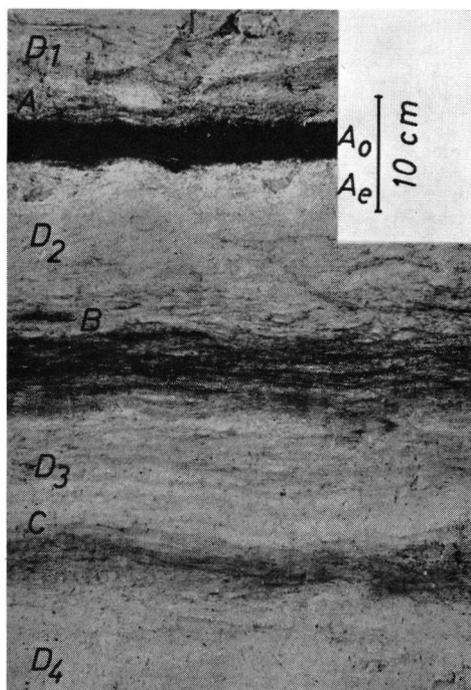


Abb. 1. Gliederung der weichsel-spätglazialen Decksande in Lieth. A = Alleröd-Interstadial; B = Bölling-Interstadial (?); C = Meiendorf-Intervall. D₁, D₂ = Jüngerer Decksand, D₃, D₄ = Alterer Decksand.

innert sei in diesem Zusammenhang auch an eine Datierung altpleistozäner Hölzer aus Lieth (DÜCKER & MENKE 1968, MENKE 1969) auf etwa 30 000 Jahre (LÜTTIG, MENKE & SCHNEEKLOTH 1967).

Den Abschluß der weichsel-kaltzeitlichen periglazialen Serie bilden in den Altmoränengebieten Schleswig-Holsteins auf weiten Flächen wiederum Decksande. „Älterer“ Decksand wurde von DÜCKER & MAARLEVELD (1958) erstmals für Schleswig-Holstein in Lieth (Elmshorn) nachgewiesen. Er liegt hier parallelgeschichtet über Fließerden, die gegen den Decksand mit einer windkanterführenden Steinsohle abschließen. DÜCKER & MAARLEVELD (1958) legten die Grenze zwischen dem „Älteren“ und dem „Jüngeren“ Decksand (im Sinne VAN DER HAMMENS 1951) in Lieth an einen charakteristischen schluffigen Horizont, der stellenweise stark humos ist (C in Abb. 1). Dieser Horizont liegt unter dem typisch ausgebildeten Boden des Alleröd-Interstadials, der auch in Schleswig-Holstein weit verbreitet ist und durch den der „Jüngere“ Decksand zweigeteilt wird. Auch der Alleröd-Horizont ist in Lieth stellenweise torfig ausgebildet (Abb. 1). Er wurde durch SCHÜTRUMPF (DÜCKER & MAARLEVELD 1958) und durch den Verf. (unveröff.) pollenanalytisch untersucht. Der unterste humose Horizont ist den Pollenspektren nach älter als das Bölling-Interstadial. Er kann wohl dem zugeordnet werden, was früher (MENKE 1968) als „Meiendorf-Intervall“ bezeichnet wurde. Zwischen diesem Horizont und dem Alleröd-Horizont schaltet sich in Lieth auf einer größeren Fläche ein dritter humoser Horizont ein, in dem — wie im Alleröd — der Birkenpollen dominiert. Dieser Horizont kann dem Bölling-Interstadial angehören (Abb. 1), allerdings ist eine sichere Datierung kaum möglich.

3. Mittelpleistozän

In Westholstein und um Hamburg sind seit langem in Bohrungen und aufgeschuppt in saalezeitlichen Moränen interglaziale marine Ablagerungen gefunden worden. PENCK bezeichnete sie als „Holstein-Interglazial“. GRIPP (1952) nannte diese Warmzeit „Stör“-Warmzeit, DÜCKER (1969) schlug den Namen „Muldsberg“-Warmzeit vor. Der Name „Holstein“-Warmzeit hat sich jedoch eingebürgert. Seit GRAHLE (1936) haben die marinen Holstein-Ablagerungen keine zusammenfassende Darstellung mehr erfahren, wohl aber sind Einzelbearbeitungen erfolgt. Pollenanalytisch ist das marine Holstein-Interglazial in Nordwestdeutschland erstmals von HALLIK (1960) untersucht worden. Weitere Untersuchungen liegen aus Dänemark (ANDERSEN 1963) und Westholstein (MENKE 1968) vor. Die Mikrofauna haben LANGE (1962) und WOSZIDLO (1962) untersucht. Vegetationsgeschichtlich hatte die Holstein-Warmzeit in Nordwesteuropa überall den gleichen, aber ganz andersartigen Charakter als die Eem-Warmzeit. Kennzeichnend sind vor allem eine durchgehend starke Nadelholz-Beteiligung, vor allem der Kiefer und sehr früh auch der Fichte, sowie eine annähernd gleichzeitige Ausbreitung von Hainbuche und Tanne. Die Komponenten des sogenannten Eichenmischwaldes waren mit Ausnahme der Eiche vergleichsweise gering beteiligt. Aber auch ausgesprochen thermophile Sippen waren durchaus vertreten.

Die marinen Holstein-Ablagerungen bestehen aus grauem, fossilreichem Ton, Schluff und Feinsand, wobei die Sande das Hangende bilden. Unter diesen Sedimenten liegen häufig dunkle bis rötliche Tone, die gegen den Holstein-Ton oft mit einem ausgesprochen roten Ton abschließen. Diese Tone sind im Gegensatz zu den grauen marinen Sedimenten pollenfloristisch ganz unergiebig und führen auch praktisch keine Fauna. Sie sind seit langem als elsterkaltzeitliche Beckentone angesprochen worden, was zweifellos richtig ist. Die pollenfloristische Grenze zwischen dem Elster-Spätglazial und der Holstein-Warmzeit liegt in Wacken (MENKE 1968) in den unteren Metern des grauen marinen Tons, der in seinem unteren Teil auch eine arktisch-boreale Fauna führt. Der Meereseinbruch erfolgte hier also spätestens gegen Ende des Elster-Spätglazials. Dieser frühe Meereseinbruch überrascht zu-

nächst, wenn man die Transgression der holozänen Nordsee (MENKE 1969, BEHRE & MENKE 1969) und des Eem-Meeress (VON DER BRELIE 1951, 1954) in unserem Gebiet vergleicht. Tatsächlich sind diese holsteinzeitlichen marinen Tone aber in tiefen Rinnen abgelagert worden (GRIPP 1964 u. dort zit. Lit.).

Nicht überall erfolgte die Transgression so früh (HALLIK 1960). In Fahrenhorst, im Alster-Tal, setzen die marinen Ablagerungen erst im Laufe der frühen Fichten-Eichen-Zeit ein, die etwa der frühen Eichen-Mischwald-Zeit entspricht.

In der Hauptmasse gehört der graue marine Ton allgemein der älteren Hälfte der Holstein-Warmzeit an, wie schon GRAHLE (1936) vermutete. Zum Hangenden hin werden die Ablagerungen sandiger, und die Fauna nimmt einen mehr boreal-lusitanischen Charakter an. Auch in Wacken und Muldsberg läßt der obere Teil der marinen Ablagerungen eine Verflachung des Meeres bis zu wattähnlichen Bedingungen erkennen (LANGE 1962, WOSZIDLO 1962). In Wacken wird der marine Ton zunächst von grauen, marinen Sanden überlagert, die allmählich in „gefaserten“ Sand übergehen. Die Bildung des „Fasersandes“ reicht wohl in die Hainbuchen-Tannen-Zeit hinein, aber der größte Teil der jüngeren Hälfte der Warmzeit fehlt hier offenbar, wie dies überhaupt ein allgemeiner Befund zu sein scheint.

In der Bohrung Fahrenhorst liegen die marinen Holstein-Ablagerungen offenbar in situ vor. Sie werden hier unmittelbar von einem Süßwassertorf überlagert (unter Einschaltung eines geringmächtigen, nahezu pollenfreien, fetten Tons). Dieser Torf gehört — wie auch schon der obere Teil der marinen Sedimente — dem älteren Teil der holsteinzeitlichen Hainbuchen-Tannen-Zeit an, also dem Optimum der Warmzeit. Die frühe Regression des Meeres ist hier also eindeutig belegt. HANSEN (1965) deutete die frühe Regression des Holstein-Meeress mit einer isostatischen Hebung des Landes.

In Wacken werden die „gefaserten“ Sande von hellem Sand überdeckt, in dessen oberem Teil gröbere Lagen und ausgeprägte Tropfenstrukturen gefunden wurden, die DÜCKER (1969) beschrieb. Zumindest diese Teile sind als kaltzeitliche Ablagerungen anzusehen. Nach Anzeichen einer Kaltzeit hatten wir in diesem Sand schon seit 1963 gesucht. Auf dem Sand liegt nämlich ein ausgedehntes autochthones Torf- und Muddelager, das unter Süßwasserbedingungen entstanden ist und wiederum einer Warmzeit angehört. Die Vegetationsentwicklung zeigt nicht die Fortsetzung der marinen Holstein-Serie, sondern die Ablagerungen setzen vielmehr in einer frühen Phase dieser Warmzeit ein. Der Pollen thermophiler Sippen fehlt anfangs noch ganz, breitet sich dann aber allmählich aus (MENKE 1968). In der Zeit zwischen der Holstein-Warmzeit und dieser jüngeren Wacken-Warmzeit müssen Verhältnisse geherrscht haben, die zumindest der Nähe der subarktischen Waldgrenze entsprachen. Diese Kaltzeit hat DÜCKER (1969) „Mehlbeck-Kaltphase“ genannt. Sie entspricht zweifellos der „Fuhne-Kaltzeit“ nach CEPEK (1965) und ERD (1965); die Wacken-Warmzeit entspricht der „Dömnitz-Warmzeit“.

Die ganze Serie ist zusammen mit dem Holstein-Ton in der Drenthe-Zeit verschuppt worden. Es sind mannigfache Lagerungsstörungen vorhanden, jedoch ist die Schichtfolge in den einzelnen Blöcken im großen und ganzen gut erhalten geblieben.

Der Torf der Wacken-Warmzeit wird von feinkörnigem Sand überlagert, der in erheblichem Maße Geröll-Lagen von umgelagerter tertiärer Braunkohle führt; gelegentlich findet man auch Eiskeile.

Über das vor-elsterzeitliche Pleistozän sind wir in Mitteleuropa noch unzureichend informiert. Wie die Vorkommen von Westerhoven (ZAGWIJN & ZONNEVELD 1956), Bilshausen (MÜLLER 1965) und Elze (GRÜGER 1967) untereinander und mit der dänischen Harreskov-Warmzeit (ANDERSEN 1965) stratigraphisch in Beziehung zu bringen sind, ist noch offen. Hinzu kommt das Vorkommen im Elm, das GOEDEKE, GRÜGER & BEUG (1966) veranlaßt hat, eine „Elbe-Kaltzeit“ zu postulieren.

In diesem Zusammenhang muß noch einmal auf die Bohrung *Fahrenhorst* eingegangen werden. Der marine Holstein-Ton wird von etwa 40 m mächtigem elsterzeitlichen Beckenton unterlagert. Dann folgen etwa 12 m mächtige Tone und Sande mit zahlreichen Geröllen umgelagerter tertiärer Braunkohle. Darunter folgt etwa 54 m mächtiger Fein- und Mittelsand, der ebenfalls noch als elster-kaltzeitlich anzusehen ist. Dieser wird von etwa 22 m mächtigem Schluff und Feinsand unterlagert, der feingeschichtet ist und zahlreiche Mollusken-Schalen enthält. Die pollenanalytische Untersuchung ergab, daß es sich eindeutig um eine quartäre, warmzeitliche Ablagerung handelt. Eine Konnektierung mit einem anderen Vorkommen aus Nordwesteuropa ist allerdings noch nicht sicher möglich. Es bleibt jedoch zu prüfen, ob diese Lagerungsverhältnisse real sind. Darunter folgt zunächst ein ca. 20 m mächtiges, schlecht sortiertes Material, wiederum mit erheblichem Gehalt an umgelagertem Miozän; vermutlich handelt es sich um eine Lokalmoräne. Darunter liegt ein 14 m mächtiger Sand, der von 5 m mächtigem Geschiebemergel unterlagert wird. Dieser liegt in 250 m unter der Oberfläche direkt auf miozänem Glimmerton.

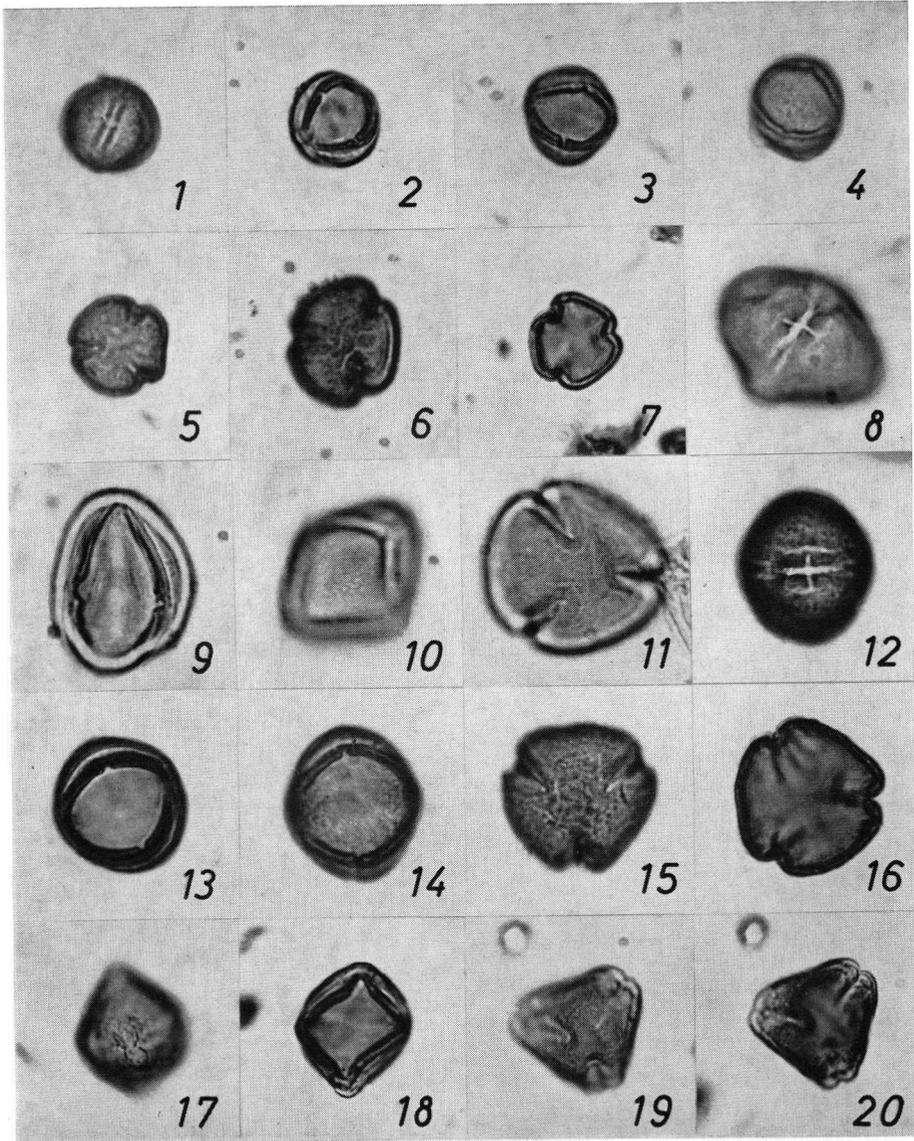
GRUBE (1968) hatte schon vermutet, daß Schleswig-Holstein mehrere vorelsterzeitliche Vereisungen erfahren habe. Aber die Schluffe, die GRUBE als warmzeitliche oder interstadiale Ablagerungen und damit als stratigraphische Marken ansah, erwiesen sich dem pollenanalytischen Befund nach eindeutig als umgelagertes Tertiär. Damit ist dieser Gliederungsversuch nicht haltbar. Die Schichtfolge hatte nur eine sehr geringe Mächtigkeit und lag in einer extrem lokal geprägten Moräne in Lieth (Elmshorn). Sie lag im übrigen nicht über dem Altpleistozän, wie man nach dem Bericht GRUBE's vermuten könnte.

4. Altpleistozän

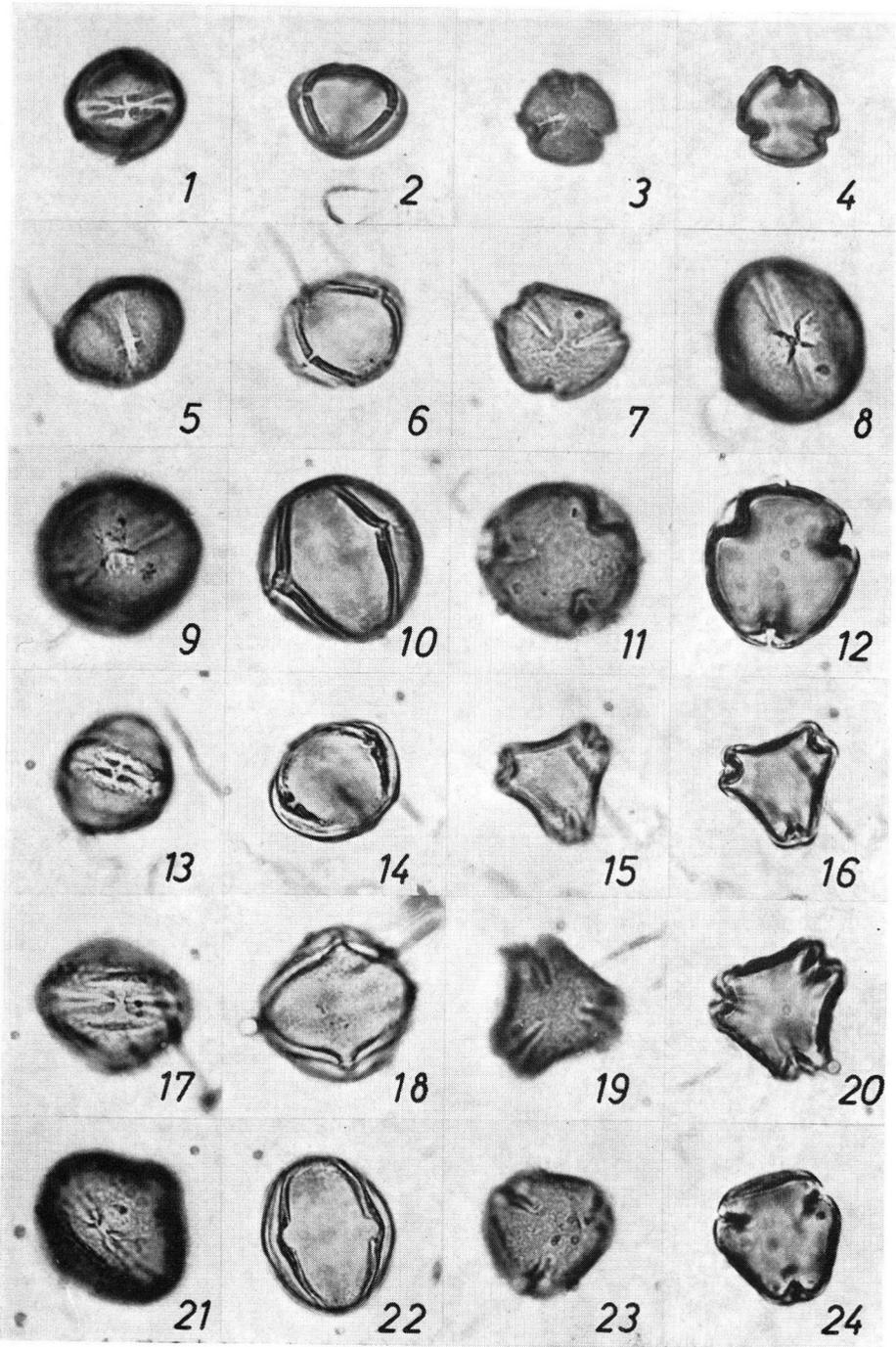
Die in Mitteleuropa wohl umfassendste Serie aus dem ältesten Pleistozän wurde in Lieth bei Elmshorn aufgedeckt (LÜTTIG, MENKE & SCHNEEKLOTH 1967, DÜCKER & MENKE 1968, GRUBE 1968, MENKE 1969). Über weitere pollenanalytische Untersuchungen wird im einzelnen später berichtet werden. Die Ablagerungen von Lieth liegen über dem Elms-horner Salzstock, dessen Hut aus Perm besteht. Aus Dolinen und grabenartigen Einbrüchen (ILLIES 1949) in der Oberfläche des Zechsteins hat bereits ERNST (1931) Kaolinsande beschrieben, die er in das Pliozän stellte. Diese Sande sind wiederholt untersucht worden. WEYL (1949) erwähnte bereits ein von ILLIES gefundenes Kohleflöz aus dem Kaolinsand. 1960 wurde ein derartiges Flöz am alten Bremsberg (Meinert'sche Kalkgrube) von AVERDIECK untersucht. Er stellte entgegen der damaligen Ansicht bereits das pleistozäne Alter des Flözes fest. Der Befund blieb aber unveröffentlicht (Archiv des Geologischen Landesamtes Schleswig-Holstein). Den Anstoß zu einer erneuten Bearbeitung gaben zwei kleine Flöze, die bei der Anlage des neuen Bremsberges (etwa 1966) freigelegt wurden. Die pollenanalytische Untersuchung deckte nunmehr eindeutig das ältestpleistozäne Alter der Flöze auf. Insgesamt sind heute fünf mächtigere Kohleflöze und zwei weitere geringmächtige Flöze bekannt, die durch Sande und Schluffe voneinander getrennt sind. Die Flöze sind ausnahmslos warmzeitlicher Entstehung, die schluffigen bis sandigen Mudden und offenbar auch der größte Teil der Sandschichten sind dagegen in Kaltzeiten entstanden.

Im großen und ganzen enthält diese „Lieth-Serie“ (MENKE 1969) die typische Pollengesellschaft der niederländisch-niederrheinischen Tegelen-Waal-Serie mit einer Reihe von Tertiär-Relikten, wie *Alnus cf. viridis*, *cf. Ostrya*, *Pterocarya*, *Eucommia* u. a. Es gibt aber auch Unterschiede, die früher schon genannt wurden (MENKE 1969).

Der „*Rhamnaceae*-Typ“ kann in „*Blaeria*-Typ“ umbenannt werden. Der „trilete Sporentyp“ konnte inzwischen als sehr wahrscheinlich *Selaginella sibirica* bestimmt werden. Selten tritt außerdem noch *Neogenisporis* auf. Der als „*Clethra*-Typ“ bezeichnete Pollen ist auf Tafel III abgebildet. Er konnte noch nicht sicher bestimmt werden (wahrscheinlich handelt es sich nicht um *Clethra*). Der „*Celtis*-Typ“ ist identisch mit „*Coriaria*“ in ZAGWIJN (1963). ZAGWIJN (mündl. Mittlg.) glaubt, daß es sich wahrscheinlich um *Celtis* handelt.



Fossile Pollenkörner (1000 \times). 1—7 *Blaeria*-Typ aus dem Altpleistozän von Lieth; 8—11 *Blaeria*-Typ aus der Wacken-Warmzeit von Wacken; 12—16 *Blaeria*-Typ aus dem Brörup-Interstadial von Keller; 17—20 „*Clethra*-Typ“ aus dem Altpleistozän von Lieth.



Rezentpollen. 1—4 *Blaeria*-sp.; 5—7 *Bruckenthalia*-sp.; 8—12 *Enkianthus campestris*; 13—16 *Frangula alnus*; 17—20 *Cornus mas*; 21—24 *Cornus canadensis*.

Besonders auffällig ist das Fehlen von *Tsuga* und *Carya* in Lieth (abgesehen von vereinzelt Pollenkörnern). Wahrscheinlich lag Lieth schon nördlich der damaligen Verbreitungsgrenze dieser Sippen. Vielleicht spielten aber auch die lokalen Verhältnisse mit. Im Gegensatz zu den Niederlanden halten sich *Selaginella selaginoides* und *Selaginella helvetica* in Lieth streng an die Kaltzeiten.

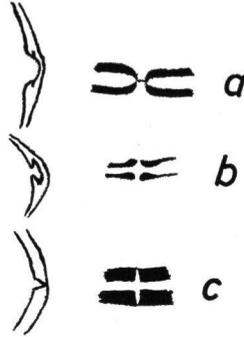


Abb. 2. Typische Ausbildung der Costae bei a) *Cornus* (*C. mas*-Typ), b) *Rhamnaceae*, c) *Blaeria* und *Bruckenthalia*.

In dem abgeschlossenen und in den Warmzeiten vermoorten Becken von Lieth ist mit Umlagerungen und Fernverfrachtungen der Pollenkörner wenigstens in den warmzeitlichen Ablagerungen kaum zu rechnen. Es herrschten durchgehend oligotrophe Bedingungen, die auch durch die kaltzeitlichen Bodenumlagerungen kaum gemildert wurden. Der Zechsteinkalk kann damals praktisch keinen Einfluß auf die Vegetation gehabt haben.

Im Hinblick auf die Hydrographie ergibt sich, daß der örtliche Wasserspiegel in der Hohlform in den Warmzeiten und in den Interstadialen jeweils tief lag und dementsprechend eine Vermoorung von mehr oder minder hochmoorigem Charakter stattfand. In den Kaltzeiten und in den kühlen Abschnitten lag der örtliche Wasserspiegel wenigstens zeitweilig hoch, und es bildeten sich mineralreiche Mudden oder es erfolgte eine stärkere Übersandung. In der Vegetation dieser Gewässer spielte *Isoetes* eine große Rolle.

Die kaltzeitliche Vegetation unterscheidet sich in der Lieth-Serie charakteristisch von der Vegetation der mittel- und jungpleistozänen Kaltzeiten. Es fehlen in Lieth die basiphilen Heliophyten, wie etwa *Helianthemum*, praktisch ganz, die für die jüngeren Kaltzeiten bezeichnend sind. Eine hohe Beteiligung an *Ericales*-Pollen und *Myrica* geben Anlaß, sich die kaltzeitliche Vegetation im wesentlichen als subarktische Heiden unter ozeanischem Klima vorzustellen. Nur die älteste Kaltzeit (Ekholt-Kaltzeit) dieser Serie macht hiervon eine Ausnahme. Sie war anscheinend die ausgeprägteste Kaltzeit dieser Serie. Aber auch sie ist zweifellos nicht mit den mittel- und jungpleistozänen Vereisungen vergleichbar. Die Kaltzeiten der Lieth-Serie dürften in ökologischer Hinsicht und im Ausmaß der Bodenumlagerungen etwa mit den ersten weichsel-kaltzeitlichen Stadien vergleichbar sein.

Die Kalt- und Warmzeiten des ältesten Pleistozäns weichen also sehr beachtlich von den geläufigen Kalt-Warmzeit-Zyklen des Mittel- und Jungpleistozäns ab und sind auch aus paläobotanischer Sicht interessant. Besonders hervorzuheben ist eine Verlandungsfolge zu Beginn der Uetersen-Warmzeit: In dem Gewässer spielten *Isoetes*, *Pilularia* und *Alismataceae* eine Rolle, dann folgte ein *Equisetum*-Moor, das von einem *Sphagnum*-Moor mit *Menyanthes* und *Scheuchzeria* abgelöst wurde. Später verheidete das Moor über ein Stadium, in dem Pollen vom *Andromeda*-Typ stark vertreten sind. Das Endstadium bildete ein *Sphagnum*-Moor mit *Calluna*, cf. *Empetrum* und weiteren *Ericales* mit Pollen

vom *Vaccinium*-Typ. Das ist eine Abfolge, wie sie ganz ähnlich auch heute in einem oligotrophen See in Nordwesteuropa gefunden werden könnte.

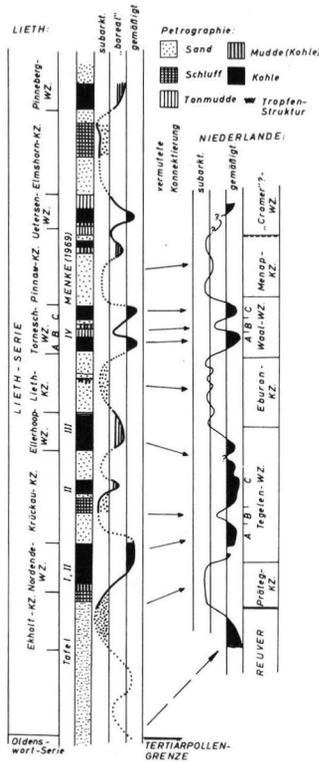


Abb. 3. Stratigraphie des Altpleistozäns von Lieth und vermutete Konnektierung mit dem Altpleistozän in den Niederlanden.

Die Stratigraphie dieser Serie gibt uns allerdings einige Probleme zu lösen auf. Bei einem Versuch, die Lieth-Serie mit den niederländischen Funden zu konnektieren, geht man am besten von der Tornesch-Warmzeit aus (Abb. 3). Ist ihre Konnektierung mit dem Waal (MENKE 1969) richtig, so müssen die älteren Warmzeiten der Lieth-Serie dem Tegelen entsprechen. Ellerhoop-Warmzeit (Ellerhoop-Interstadial in MENKE 1969) und Nordende-Warmzeit sind aber durch eine echte Kaltzeit im Sinne ZAGWIJNS (1960), die Krückau-Kaltzeit, getrennt. Das würde besagen, daß das Tegelen aus zwei getrennten Warmzeiten bestehen müßte. Vermutungen dieser Art sind in den Niederlanden früher schon geäußert worden (VAN DER VLERK & FLORSCHÜTZ 1950, 1953). ZAGWIJN (1963) nahm dagegen nur eine Warmzeit an, die allerdings durch wenigstens eine kühle Phase (Tegelen B) unterteilt sein soll. Daß diese Phase eine echte Kaltzeit war, ist aus den Niederlanden weder eindeutig nachgewiesen noch widerlegt worden. Während man die Nordende-Warmzeit unschwer mit dem Tegelen A konnektieren kann (auch sie war noch etwas reicher an Tertiär-Relikten als die übrigen Warmzeiten), bereitet eine Konnektierung der Ellerhoop-Warmzeit mit dem Tegelen C größere Schwierigkeiten (MENKE 1969). Die offenen Fragen lassen sich nur durch einen Anschluß der Lieth-Serie an das Pliozän lösen.

Wie mächtig die Grabenfüllung insgesamt ist, ist noch nicht bekannt, denn die bisher tiefste Bohrung mußte bei einer Teufe von 100 m unter Flur abgebrochen werden. Das Perm wurde nicht erreicht. Die Schichtfolgen in den Bohrungen lassen sich ohne weiteres mit der Schichtfolge im heutigen Aufschluß konnektieren. Die Übereinstimmungen gehen vielfach bis in die Einzelheiten.

In der tiefsten Bohrung liegen die Ablagerungen der Ekholt-Kaltzeit in einer Tiefe von etwa 47 m. Dann folgen bis etwa 92 m mittel- bis feinkörnige Sande, in bunter Wechsellagerung mit schluffigen und tonigen Lagen. Anscheinend handelt es sich um Unterwasser-Ablagerungen im ufernahen Bereich. Im einzelnen wird über die Bohrungen später berichtet werden.

Wenn die Konnektierung mit dem niederländischen Altleistozän richtig ist, so müßte unter den Ablagerungen der Ekholt-Kaltzeit die Ablagerungen des Oberpliozäns folgen. Um 58 m weisen die Spektren auf eine deutlich thermophile Flora hin, in der Tertiär-Relikte, wie *Eucommia* und *Pterocarya*, erheblich schwächer vertreten waren als in der Nordende-Warmzeit. Die Pollenflora weist im Bereich zwischen 65 und 88 m wiederum auf eine mehr oder minder boreale Vegetation hin. Es sind jedoch keine Hinweise auf eine echte Kaltzeit vorhanden. Unterhalb 88 m ist die Pollenflora wieder reicher an thermophilen Sippen, worunter jetzt in geringem Maße auch typische Tertiär-Elemente, wie Pollen vom *Sequoia*-Typ, *Nyssa*, *Tsuga* u. a. vertreten sind. Wenigstens diese Ablagerungen gehören offenbar dem Pliozän an. Damit ist die Ekholt-Kaltzeit wahrscheinlich die erste echte Kaltzeit des Pleistozäns. Die Konnektierung der Lieth-Serie mit dem niederländischen Altleistozän (Abb. 3) scheint damit im wesentlichen gestützt zu werden.

Wenn die Tornesch-Warmzeit dem Waal entspricht, so muß die Pinnau-Kaltzeit wohl mit der niederländischen Menap-Kaltzeit konnektiert werden. Damit ist aber die Altleistozän-Serie in Lieth noch nicht abgeschlossen, vielmehr enthält sie noch wenigstens zwei weitere Warmzeiten, die Uetersen- und die Pinneberg-Warmzeit. Da aber der Anschluß an das Mittelpleistozän noch nicht erfaßt worden ist, bleibt es offen, wie viele Kalt- und Warmzeiten in der Lieth-Serie noch zu erwarten sind. Offensichtlich ist die bisherige Altleistozän-Stratigraphie unvollständig.

Der besondere Vorteil liegt in Lieth darin, daß alle Ablagerungen dieser Serie an einer Lokalität übereinander liegen. Die Schichten fallen im Aufschluß zwar steil in nördlicher Richtung ein, und man könnte zunächst auch an Überschiebungen denken, so daß in Wirklichkeit weniger als fünf Flöze vorhanden wären. Tatsächlich weist aber die Vegetationsentwicklung in den einzelnen Flözen so viele nicht durch die lokale Situation erklärbare Unterschiede auf, daß die Möglichkeit durch Lagerungsstörungen bedingter Verdoppelungen so gut wie ausgeschlossen werden kann. Das im einzelnen auszuführen, würde den Rahmen dieses Berichtes sprengen.

5. Pliozän und Pliozän-Pleistozän-Grenze

Die Pliozän-Pleistozän-Grenze ist noch in einer weiteren Bohrung erfaßt worden. In Oldenswort/Eiderstedt hat die Wintershall AG 1969 eine Erdöl-Bohrung nordwestlich des Salzstocks Oldenswort, etwa in der Trogachse des Tertiärbeckens niedergebracht. Freundlicherweise hat uns die Wintershall AG die Proben zur Bearbeitung überlassen und die Veröffentlichung gestattet, wofür ich auch hier herzlich danke. Ein ausführlicher Bericht befindet sich in Vorbereitung.

Eine dem pollenanalytischen Befund nach eindeutig pliozäne Serie wurde auf einer Bohrstrecke von rund 800 m durchfahren. Da die Schichten nach Auskunft der Wintershall AG wahrscheinlich flach einfallen, ist dies das bisher mächtigste Pliozän Schleswig-Holsteins.

Im Bereich zwischen etwa 550 und 990 m dominiert Pollen von *Alnus* und *Quercus*, während Pollen vom *Sequoia*-Typ nur gering beteiligt ist. Es handelt sich vermutlich um das Susterian (ZAGWIJN 1960). Im Bereich zwischen etwa 500 m und 200 m erreicht der Pollen von *Pinus* und dem *Sequoia*-Typ mehrfach hohe Anteile. Dieser Abschnitt kann dem Brunssumian und dem Reuverian (ZAGWIJN 1960) zugeordnet werden. Über weitere Einzelheiten der pliozänen Pollenflora kann an dieser Stelle nicht berichtet werden. Im Bereich zwischen 190 und 160 m verschwinden dann typische Tertiär-Elemente, wie *Sequoia*-Verwandte, *Sciadopitys*, *Nyssa* und andere. Dann verschwindet auch *Tsuga*. Die Spektren im Bereich zwischen 140 und 100 m entsprechen sehr gut den Spektren der Lieth-Serie unterhalb der Ekholt-Kaltzeit. Sehr wahrscheinlich überlappen sich beide Bohrungen stratigraphisch. Die Vegetationsentwicklung vollzog sich im Übergang vom Pliozän zum Pleistozän in Oldenswort nach dem bisher vorliegenden Material ebenso gleitend und unter entsprechenden Schwankungen wie in Lieth.

Nach der bisherigen pollenfloristischen Definition (ZAGWIJN 1960) müßte das Pleistozän mit dem ersten Auftreten einer subarktischen Vegetation im nordwestlichen Mitteleuropa beginnen. Das wäre der Beginn der Ekholt-Kaltzeit. Man nimmt bei dieser Definition aber in Kauf, daß die Pollenspektren schon viel früher den typischen Charakter des Altpleistozäns annehmen, so daß die Grenzziehung zwischen dem Pliozän und dem Pleistozän unsicher werden kann, vor allem, wenn unvollständige Serien vorliegen. Da aber die Pliozän-Pleistozän-Grenze gleichzeitig eine Grenze zwischen hohen stratigraphischen Einheiten ist, muß eine derart unsichere Grenzziehung unbefriedigend bleiben. Es wird daher vorgeschlagen, die Pliozän-Pleistozän-Grenze — in der pollenfloristischen Definition — im nordwestlichen Mitteleuropa tiefer zu legen, nämlich an das Verschwinden typischer Tertiär-Elemente, die im Quartär nicht wiederkehren — oder pollenfloristisch ausgedrückt — an die obere rationale Grenze des autochthonen Pollens vom *Sequoia*-Typ, von *Sciadopytis* und *Nyssa*. Bei dieser Grenzziehung setzt jedoch das Pleistozän nicht mit dem ersten Auftreten subarktischer Verhältnisse ein, sondern mit einer noch verhältnismäßig temperierten Phase, die nach den großen Sedimentmächtigkeiten in Lieth und Oldenswort zu urteilen, möglicherweise auch eine große Zeitspanne umfaßt.

Eine Konnektierung der für Schleswig-Holstein pollenfloristisch definierten Pliozän-Pleistozän-Grenze mit der paläontologisch als Basis des marinen Calabriums in Italien festgelegten Pliozän-Pleistozän-Grenze ist wenigstens vorerst nicht möglich. Einerseits sind entsprechende marine Ablagerungen aus unserem Gebiet bisher nicht bekannt, zum anderen ist nicht sicher, ob für Italien gültige Kriterien ohne weiteres auf Schleswig-Holstein übertragen werden können. Wenn man dem Beschluß des Geologischen Kongresses London 1948 folgt, darf streng genommen die Pliozän-Pleistozän-Grenze für Schleswig-Holstein in der Form wie es hier geschehen ist, nicht festgelegt werden. Ein solcher Verzicht aus Gründen eines entgegenstehenden Beschlusses bleibt aber unbefriedigend, wenn auf Grund anderer Kriterien eine hinreichend eindeutige und praktisch verwendbare, zumindest regional gültige Grenzziehung möglich ist. Ein Ausweg wäre, im vorliegenden Fall nicht von der Pliozän-Pleistozän-Grenze zu sprechen, sondern von der Grenze zwischen der pollenfloristisch definierten (pliozänen) Oldenswort-Serie und der ebenso definierten (altpleistozänen) Lieth-Serie. Ob damit die Sache aber nicht unnötig kompliziert werden würde, sei dahingestellt.

Ein Vergleich mit der Vertebraten-Paläontologie ist ebenfalls nicht möglich, da bisher aus dem fraglichen Bereich in Lieth und Oldenswort keine Vertebratenfunde vorliegen.

Literatur

- ANDERSEN, Sv. Th.: Vegetation and its Environment in Denmark in the Early Weichselian Glacial (Last Glacial). — Danm. geol. Unders., (II) **75**, 175 S., Kopenhagen 1961.
- : 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. Intern. Congr. Quatern. Warsaw 1961, 359—368, Lodz 1964.
- : Interglacialer og interstadialer i danmarks kvartær. — Medd. dansk geol. Foren., **15**, 486—506, Kopenhagen 1965.
- : Interglacial vegetation and soil development. — Medd. dansk geol. Foren., **19**, 90—102, Kopenhagen 1969.
- AVERDIECK, F. R.: Das Interglazial von Fahrenkrug in Holstein. Ein Beispiel zur Frage des Buchenvorkommens im Jungpleistozän. — Eiszeitalter u. Gegenwart, **13**, 5—14, Öhringen 1962.
- : Die Vegetationsentwicklung des Eem-Interglazials und der Frühwürm-Interstadiale von Oederade/Schleswig-Holstein. — Fundamenta, B/2, 101—125, Köln, Graz 1967.
- : Botanisch-moorgeologische Untersuchungen am „Tuul“ von Westerland (Sylt). — Offa, **24**, 84—100, Neumünster 1967.
- BEHRE, K. E.: Pollen- und diatomeenanalytische Untersuchungen an letztinterglazialen Kieselgur-lagern der Lüneburger Heide (Schwindebeck und Grevenhof im oberen Luhetal). — Flora, **152**, 325—370, Jena 1962.

- BEHRE, K. E. & MENKE, B.: Pollenanalytische Untersuchungen an einem Bohrkern der südlichen Doggerbank. — Beitr. z. Meereskunde, H. 24/25, 122—129, Berlin 1969.
- BENDA, L. & SCHNEEKLOTH, H.: Das Eem-Interglazial von Köhlen, Kreis Wesermünde. — Geol. Jb., **83**, 669—716, Hannover 1965.
- VON DER BRELIE, G.: Die junginterglazialen Ablagerungen im Gebiet des Nordostsee-Kanals. — Schr. naturw. Ver. Schleswig-Holstein, **25**, 100—107, Kiel 1951.
- : Transgression und Moorbildung im letzten Interglazial. — Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg, **23**, 111—118, Hamburg 1954.
- : Die pollenstratigraphische Gliederung des Pleistozäns in Nordwestdeutschland. 2. Die Pollenstratigraphie im jüngeren Pleistozän. — Eiszeitalter u. Gegenwart, **6**, 25—38, Öhringen 1955.
- CEPEK, A. G.: Zur Gliederung des Mittel-Pleistozäns im norddeutschen Flachland. Ref., geh. auf d. 12. Tagung der DEUQUA in Lüneburg. — Eiszeitalter u. Gegenwart, **16**, 225, Öhringen 1955.
- DÜCKER, A.: Interstadiale Bodenbildungen als stratigraphische Zeitmarken im Ablauf der Weichsel-Kaltzeit in Schleswig-Holstein. — Fundamenta, B/2, 30—73, Köln, Graz 1967.
- : Der Ablauf der Holstein-Warmzeit in Westholstein. — Eiszeitalter u. Gegenwart, **20**, 46—57, Öhringen 1969.
- DÜCKER, A. & HUMMEL, P.: Die fossilen Böden von Odderade/Dithmarschen, ein Beitrag zur Stratigraphie der Weichsel-Kaltzeit. — Fundamenta, B/2, 80—100, Köln, Graz 1967.
- DÜCKER, A. & MAARLEVELD, G. L.: Hoch- und spätglaziale äolische Sande in Nordwestdeutschland und in den Niederlanden. — Geol. Jb., **73**, 215—234, Hannover 1958.
- DÜCKER, A. & MENKE, B.: Das Altpleistozän von Lieth bei Elmshorn. — Geol. Jb., **86**, 791—796, Hannover 1968.
- : Eemzeitliche Podsol- und Moorbildung bei Burg (Dithmarschen). — Meyniana, **20**, Kiel, im Druck.
- ERD, K.: Pollenanalytische Gliederung des mittelpleistozänen Richtprofils Pritzwalk/Prignitz. Ref., geh. auf d. 12. Tagung der DEUQUA in Lüneburg. — Eiszeitalter u. Gegenwart, **16**, 252, Öhringen 1965.
- ERNST, W.: Über das Perm von Lieth bei Elmshorn (Holstein). — Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg, **12**, 49—124, Hamburg 1931.
- 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.
- GRAHLE, H. O.: Die Ablagerungen der Holstein-See, ihre Verbreitung, Fossilführung und Schichtenfolge in Schleswig-Holstein. — Abh. Preuß. Geol. L. A., N. F., **172**, 1—110, Berlin 1936.
- GRIPP, K.: Die heutige Nordsee und ihre zwei eiszeitlichen Vorgänger, ein erdgeschichtlicher Vergleich. — Abh. naturw. Ver. Bremen, **33**, 5—18, Bremen 1952.
- : Mindel-Vereisung und stürzzeitlicher Meeresspiegel. — Meyniana, **5**, 3—6, Kiel 1956.
- : Erdgeschichte von Schleswig-Holstein. 411 S., Neumünster 1964.
- GRUBE, F.: Die Pliozän-Pleistozän-Grenze und das ältere Pleistozän im Hamburger Raum. — Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg, **37**, 121—126, Hamburg 1968.
- GRÜGER, E.: Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen an cromerzeitlichen Ablagerungen im nördlichen Randgebiet der deutschen Mittelgebirge. — Eiszeitalter u. Gegenwart, **18**, 204—235, Öhringen 1967.
- HALLIK, R.: Ein „Weichsel-Frühglazial“ im Profil Lüneburg. — Eiszeitalter u. Gegenwart, **2**, 168—172, Öhringen 1952.
- : Zur Feinstratigraphie des Eem-Interglazials. — Geol. Jb., **68**, 179—183, Hannover 1953.
- : Über eine Verlandungsfolge weichsel-interstadialen Alters in Harksheide bei Hamburg. — Eiszeitalter u. Gegenwart, **6**, 116—124, Öhringen 1955.
- : Material zur Vegetationsentwicklung während der Eem-Warmzeit in Nordwestdeutschland. — Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg, **26**, 31—38, Hamburg 1957.
- : Die Vegetationsentwicklung der Holstein-Warmzeit in Nordwestdeutschland und die Altersstellung der Kieselgurfolger der südlichen Lüneburger Heide. — Z. deutsch. Geol. Ges., **112**, 326—333, Hannover 1960.
- VAN DER HAMMEN, Th.: Late Glacial and Periglacial Phenomena in the Netherlands. — Leidse geol. Meded., **17**, 71—184, Leiden 1951.
- HANSEN, S.: The Quaternary of Denmark. — The Geologic Systems, Vol. 1 The Quaternary. New York-London-Sydney 1965.
- ILLIES, H.: Die Schrägschichtung in fluviatilen und litoralen Sedimenten, ihre Ursachen, Messung und Auswertung. — Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg, **19**, 89—109, Hamburg 1949.
- JESSEN, K. & MILTHERS, V.: Stratigraphical and paleontological studies of Interglacial fresh-water Deposits in Jutland and Northwest Germany. — Danm. geol. Unders., (II), **48**, 1—379, Kopenhagen 1928.

- KNAPP, R.: Die Vegetation von Nord- und Mittelamerika und der Hawaii-Inseln, 373 S., Stuttgart 1965.
- KOLUMBE, E.: Über interglaziale und interstadiale Bildungen von Loopstedt am Haddebyer Noor bei Schleswig. — *Eiszeitalter u. Gegenwart*, **6**, 39—40, Öhringen 1955.
- LAFRENZ, H. R. & WOSZIDLO, H.: Wichtige Foraminiferen aus dem Holstein- und dem Eem-Interglazial Schleswig-Holsteins und ihre ökologische Auswertung. — *Schr. naturw. Ver. Schleswig-Holstein*, **34**, 106—115, Kiel 1963.
- LANGE, W.: Die Mikrofauna einiger Störmeer-Absätze (I. Interglazial) Schleswig-Holsteins. — *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, **115**, 222—242, Stuttgart 1962.
- LÜTTIG, G., MENKE, B. & SCHNEEKLOTH, H.: Über die biostratigraphische Forschung im nord-europäischen Pleistozän — Stand 1967. — *Eiszeitalter u. Gegenwart*, **18**, 236—239, Öhringen 1967.
- MENKE, B.: Ein Beitrag zur eemzeitlichen Vegetations- und Klimageschichte nach dem Profil von Ostrohe/Schleswig-Holstein. — *Fundamenta*, B/2, 126—135, Köln, Graz 1967.
- : Beiträge zur Biostratigraphie des Mittelpleistozäns in Norddeutschland (pollenanalytische Untersuchungen aus Westholstein). — *Meyniana*, **18**, 35—42, Kiel 1968.
- : Das Spätglazial von Glüsing. Ein Beitrag zur Kenntnis der spätglazialen Vegetationsgeschichte in Westholstein. — *Eiszeitalter u. Gegenwart*, **19**, 73—84, Öhringen 1968.
- : Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen und Radiocarbon-Datierungen zur holozänen Entwicklung der schleswig-holsteinischen Westküste. — *Eiszeitalter u. Gegenwart*, **20**, 35—45, Öhringen 1969.
- : Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen an altpleistozänen Ablagerungen aus Lieth bei Elmshorn. — *Eiszeitalter u. Gegenwart*, **20**, 76—83, Öhringen 1969 (1969a).
- MENKE, B. & ROSS, P. H.: Der erste Fund von Kieselgur in Schleswig-Holstein bei Brokenlande, südlich von Neumünster. Mit einem Beitrag zur Gliederung des Saale-Spätglazials. — *Eiszeitalter u. Gegenwart*, **18**, 113—126, Öhringen 1967.
- MÜLLER, H.: Eine pollenanalytische Neubearbeitung des Interglazial-Profiles von Bilshausen (Unter-Eichsfeld). — *Geol. Jb.*, **83**, 327—352, Hannover 1965.
- SCHNEEKLOTH, H.: Ergebnisse weiterer Untersuchungen an den interstadialen Ablagerungen der Weichsel-Eiszeit in Oerel/Krs. Bremervörde. — *Z. deutsch. geol. Ges.*, **116** 773—796, Hannover 1966.
- SELLE, W.: Die Vegetationsentwicklung des Interglazials vom Typ Ober-Ohe. — *Abh. naturw. Ver. Bremen*, **34**, 33—46, Bremen 1955.
- : Das letzte Interglazial in Niedersachsen. — *Ber. naturhist. Ges. Hannover*, **103**, 77—79, Hannover 1957.
- : Geologische und vegetationskundliche Untersuchungen an einigen Vorkommen des letzten Interglazials in Nordwestdeutschland. — *Geol. Jb.*, **79**, 295—352, Hannover 1962.
- : Ergebnisse einer Kernbohrung in Oerel, Krs. Bremervörde, drei Interstadiale über Ablagerungen des Eem-Interglazials. — *Z. deutsch. geol. Ges.*, **115**, 109—117, Hannover 1965.
- SCHÜTRUMPF, R.: Die Profile von Loopstedt und Geesthacht in Schleswig-Holstein. — *Fundamenta*, B/2, 136—165, Köln, Graz 1967.
- VAN DER VLERK, I. M. & FLORSCHÜTZ, F.: Nederland in het Ijstijdvak (De geschiedenis van flora, fauna en klimaat, toen aap en mammoet ons land bewoonden). 287 S., Utrecht 1950.
- : The palaeontological base of the subdivision of the Pleistocene in the Netherlands. — *Verh. Kon. Ak. Wet. afd. Natuurk.*, 1. reeks, **20**, Nr. 2, 58 S., 1953.
- VOGEL, J. C. & ZAGWIJN, W. H.: Groningen Radiocarbon Dates VI. — *Radiocarbon*, **9**, 63—106, 1967.
- WEYL, R.: Jungtertiäre Schloten im Zechstein von Lieth bei Elmshorn. — *Schr. naturw. Ver. Schleswig-Holstein*, **24**, 74—80, Kiel 1949.
- WOSZIDLO, H.: Foraminiferen und Ostracoden aus dem marinen Elster-Saale-Interglazial von Schleswig-Holstein. — *Meyniana*, **12**, 65—96, Kiel 1962.
- WIJMSTRA, T. A.: Palynology of the first 30 meters of a 120 m deep section in Northern Greece. — *Acta Bot. Neerl.*, **18**, 511—527, 1969.
- ZAGWIJN, W. H.: Vegetation, climate and time correlations in the Early Pleistocene of Europe. — *Geol. en Mijnb.*, N. S. **19**, 233—244, s'Gravenhage 1957.
- : 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. Part I Eemian and Early Weichselian. — *Meded. geol. Sticht.*, N. S. **14**, 15—45, Maastricht 1961.

- ZAGWIJN W. H.: Pollen analytical 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.

Manusk. eingeg. 26. 3. 1970.

Anschrift des Verf.: Dr. Burchard Menke, 2300 Kiel-Wik, Geologisches Landesamt Schleswig-Holstein, Mecklenburger Straße 22.