

DEUTSCHE AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN ZU BERLIN
INSTITUT FÜR MEERESKUNDE

BEITRÄGE ZUR MEERESKUNDE

HERAUSGEGEBEN

VON

ERICH BRUNS

HEFT 12—14

Meeresgrund- und Küstenforschung
im Bereich der Ostsee

I

Mecklenburger Bucht und Darsser Schwelle



AKADEMIE-VERLAG · BERLIN

1965

Z-5712 (12/14)

DEUTSCHE AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN ZU BERLIN
INSTITUT FÜR MEERESKUNDE

BEITRÄGE ZUR MEERESKUNDE

HERAUSGEGEBEN

VON

ERICH BRUNS

HEFT 12—14

Meeresgrund- und Küstenforschung
im Bereich der Ostsee

I

Mecklenburger Bucht und Darsser Schwelle



AKADEMIE-VERLAG · BERLIN

1965

Inst. f. Ostseeforschung-Bibliothek
Wa1\$ 000 165 484



DAW
Institut für Meereskunde
Warnemünde
— Bibliothek —

1965, 666.

Erschienen im Akademie-Verlag GmbH, 108 Berlin, Leipziger Straße 3-4

Copyright 1965 by Akademie-Verlag GmbH

Lizenznummer: 202 · 100/564/65

Kartengenehmigung: Nr. 526/64

Gesamtherstellung: VEB Druckerei „Thomas Müntzer“ Bad Langensalza

Bestellnummer: 2105/12-14 · ES 18 E 4 · Preis: MDN 105,-

Inhalt

I. Widmung	5
II. Geleitwort	7
III. Vorwort	9
1. DIEBEL, K.: Postglaziale Süßwasser-Ostracoden des Stechrohrkerns MB 6 (Ostsee)	11
2. KOLP, O.: Paläogeographische Ergebnisse der Kartierung des Meeresgrundes der westlichen Ostsee zwischen Fehmarn und Arkona	19
3. KROG, H.: Ergebnisse pollenanalytischer Untersuchungen von 2 Torfkernen aus der Mecklenburger Bucht	60
4. LUBLINER-MIANOWSKA, K.: Die Pollenanalyse einer Stechrohr-Probe aus der Mecklenburger Bucht	62
5. NÖTZOLD, T.: Pflanzenfossilien aus einem submarinen Torf der Mecklenburger Bucht	74
6. SCHULZ, H.: Pollenanalytischer Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Mecklenburger Bucht	78
7. SCHWARZENHOLZ, W.: Die Diatomeenflora in den Stechrohrkernen aus der Mecklenburger Bucht	85
8. NÖTZOLD, T.: Faziell-ökologische Aussagen auf Grund von Pflanzenfossilien aus dem Riß-Würm-Interglazial von Klein Klütz Höved in der Lübecker Bucht	119
9. NEUMANN, G.: Stapelgefüge im Raum zwischen Südost-Rügen und der Insel Ruden	129
10. SCHMIDT, W. und KOLP, O.: Beschreibung und Ergebnisse der Erprobung eines im Auftrage des Instituts für Meereskunde Warnemünde gebauten Vibrationsstechrohrs 4700/1	143
11. MÖCKEL, F.: Bemerkungen zur Funktion des Vibrationsstechrohrs 4700/1	149
12. STRIGGOW, K.: Der Seegang als stochastischer Prozeß	151



Doz. Dr. Karolina Lubliner-Mianowska

Dem Andenken der verdienten Palynologin

Doz. Dr. *Karolina Lubliner-Mianowska*

KAROLINA LUBLINER-MIANOWSKA

28. 4. 1899 — 18. 11. 1963

Am 18. November 1963 verstarb nach langjähriger Krankheit Frau Dozentin Dr. KAROLINA LUBLINER-MIANOWSKA, Leiterin des Laboratoriums für mikropaläontologische Untersuchungen von Meeressedimenten der Abteilung für Meeresgeomorphologie und Meeresgeologie des Staatlichen Hydro-Meteorologischen Instituts PIHM in Gdynia.

KAROLINA LUBLINER-MIANOWSKA wurde 1899 in Warschau geboren. Sie beendete ihr Studium der Botanik an der Universität Warschau im Jahre 1925 mit der Promotion zum Doktor der Philosophie. Danach galten ihre Forschungsarbeiten im Institut für Systematik der Pflanzen der Universität Warschau insbesondere den Bryophyten. Als Ergebnisse liegen je ein Schlüssel zur Bestimmung der Torf- und Lebermoose vor (1930, 1935). Im weiteren widmete sich die Wissenschaftlerin palynologischen Studien. Ihre erste Arbeit aus diesem Bereich wurde 1934 unter dem Titel „Pollenanalyse der Torflager in fichtenlosen Zonen“ veröffentlicht. Verschiedene Abhandlungen über Torflager im Bezirk Suwalki wurden während des Krieges vernichtet. Eine weitere Veröffentlichung über die „Pollenanalyse polnischer Honigarten“ fußte auf methodischen Grundlagen, die sich Dr. LUBLINER-MIANOWSKA während ihres Aufenthalts in der Anstalt für Bienenzucht in Bern erwarb. Alle Kopien auch dieser im Jahre 1939 zum Druck gegebenen Arbeit gingen im Kriege verloren.

Der Ausbruch des zweiten Weltkrieges überraschte die Wissenschaftlerin bei der Untersuchung von Torfmooren bei Wlodawa. Die Okkupationszeit verbrachte sie, den Wohnort ständig wechselnd, in Warschau und Umgebung. Nach Kriegsende übernahm Frau Dr. LUBLINER-MIANOWSKA das Referat für Torflagerstätten im Landwirtschaftsministerium. Nach anderthalbjähriger Tätigkeit wurde eine Fortsetzung der wissenschaftlichen Arbeiten durch Übersiedlung ans Polytechnikum in Gdansk möglich. 1954 erhielt Frau Dr. LUBLINER-MIANOWSKA eine Berufung als Dozentin am Lehrstuhl für Botanik. Aus der folgenden Zeit stammt ein von ihr verfaßtes Handbuch unter dem Titel „Hinweise für die Torfforschung“. Neben der Vorlesungstätigkeit an der Technischen Hochschule, der Medizinischen Akademie und der Pädagogischen Hochschule befaßte sich die Wissenschaftlerin insbesondere mit dem Studium der chemischen Eigenschaften von Pollen.

1956 erfolgte ein Wechsel an das Institut für Naturschutz der Polnischen Akademie der Wissenschaften. Palynologische Untersuchungen galten verschiedenen Torflagern im Gebiet von Wiliszewo. Eine Verschlechterung ihres Gesundheitszustandes ließ Frau Dr. LUBLINER-MIANOWSKA 1960 von der Tätigkeit im Gelände Abschied nehmen und machte eine Übersiedlung an die Anstalt für Meeresgeomorphologie und Meeresgeologie (PIHM) in Gdynia erforderlich. Ihre letzten Arbeiten galten der Untersuchung von Sedimenten aus der Bucht von Koszalin, aus dem Haff von Szczecin, aus dem Jamno- und Bukowo-See sowie aus der Bucht von Gdansk und der Mecklenburger Bucht. Die Verstorbene stand mit zahlreichen deutschen, dänischen, finnischen und sowjetischen Wissenschaftlern, die sich mit der Meeresgeologie der Ostsee befassen, in persönlicher, freundschaftlicher Beziehung. Sie erwarb sich durch die Ergebnisse auch ihrer letzten Arbeiten im Hydro-Meteorologischen Institut in Gdynia Hochachtung und Anerkennung.

K. WYPYCH, Gdynia

Geleitwort

Im Geleitwort des ersten Heftes der Beiträge zur Meereskunde wurde dem Interessentenkreis mitgeteilt, daß diese Veröffentlichungsreihe nicht periodisch erscheinen wird, sondern je nach Anfall von Arbeiten mit fortlaufender Numerierung der Hefte.

Bei der Breite der Fragenkomplexe, die die Meereskunde heute umfaßt, hat es sich als zweckmäßig erwiesen, einige Hefte speziellen Problemen oder einzelnen Teildisziplinen der Meereskunde zu widmen, um so mehr, als der Stand der einzelnen Arbeiten noch nicht die Herausgabe von Monographien rechtfertigt. Solchen begrenzten Themenkreisen galten bereits die Hefte 7/8 und 11 unserer Beiträge zur Meereskunde.

Bei dem vorliegenden Dreifachheft 12/14 handelt es sich um einen Sammelband mit Arbeiten der Meeresgrund- und Küstenforschung im Bereich der westlichen Ostsee. Unter der Leitung von Herrn Dr. O. KOLP, der als wissenschaftlicher Arbeitsleiter im Institut für Meereskunde tätig ist, wurden mehrjährige Forschungsarbeiten in der Mecklenburger Bucht und auf der Darßer Schwelle durchgeführt. Außer anderen wissenschaftlichen Mitarbeitern des Instituts für Meereskunde wurden polnische, skandinavische und deutsche Kollegen aus anderen Instituten um Mithilfe bei der Lösung einzelner wissenschaftlicher Probleme gebeten.

Mögen derartige zusammenfassende Ausgaben unserer Beiträge zur Meereskunde einer besseren Übersicht über das komplexe Aufgabengebiet der Meeresforschung dienen und insbesondere das vorliegende Heft, das wegen der Beilagen ausnahmsweise im abweichenden Format erscheint, unser Gesamtwissen über die Ostsee und ihre Geschichte erweitern und vertiefen.

Warnemünde, Januar 1965

Der Herausgeber

Vorwort

Die im Rahmen der Forschungsarbeiten des Instituts für Meereskunde Warnemünde der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin durchgeführte geologische Kartierung des Meeresgrundes der westlichen Ostsee zwischen der Insel Fehmarn und Kap Arkona umfaßte außer einer Neuaufnahme der Sedimentbedeckung auch Untersuchungen des Untergrundes.

Echolotungen und Probenentnahmen mit einem Vibrationsstechrohr führten in den Jahren 1960/61 zur Entdeckung der Ufer und Sedimente eines etwa 1500 km² großen präitorinen Gewässers in der Mecklenburger Bucht.

In Anbetracht der Bedeutung der umfassenden Bearbeitung eines Schlickgebietes für weitere Erkundungen in den tieferen Mulden der südlichen Ostsee wurde ein größerer Kreis in- und ausländischer Wissenschaftler um Mitarbeit gebeten. Es ist allen Beteiligten zu danken, daß sie den Wert des auf See eingebrachten Probengutes für die weitere Erforschung der Geschichte der Ostsee sogleich erkannten und sich gern zur Mitarbeit bereit erklärten.

In diesem Heft soll von der Bearbeitung der Sedimentproben aus der Mecklenburger Bucht und von der Darßer Schwelle sowie von bisherigen Ergebnissen berichtet werden. Die Übersichtskarte der Stationen, an denen Sondierungen mit Spülrohren sowie Grundprobenentnahmen durch Taucher oder mit dem Vibrationsstechrohr vorgenommen wurden, läßt den Umfang und die Fortführung der Untersuchungen bis an den Westrand des Arkona-Beckens erkennen. Auf Forschungsfahrten 1963 mit MS „Professor Otto Krümmel“ der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin in die Arkona-See und Bornholm-See wurden weitere wertvolle Stechrohrproben eingebracht, deren Auswertung in den kommenden Jahren bevorsteht.

An der Bearbeitung der Proben aus der Mecklenburger Bucht waren beteiligt:

- | | |
|--|--|
| Dr. K. DIEBEL | Geol.-Paläont. Institut der Humboldt-Universität Berlin, mit der Bestimmung von Ostracoden und Foraminiferen, |
| Dr. O. KOLP | Institut für Meereskunde Warnemünde der Dtsch. Akad. d. Wiss. zu Berlin, mit der Planung und Leitung der Arbeiten auf See und sedimentologischen Untersuchungen, |
| Mag. H. KROG | Danmarks Geologiske Undersøgelse, Charlottenlund, mit pollenanalytischen Untersuchungen, |
| Dipl.-Geol. E. LAZAR | Geologisches Zentralinstitut Berlin, mit der Bestimmung der Mollusken, |
| Dozentin Dr. K. LUBLINER-
MIANOWSKA | Zakład Oceanografii Gdynia (PIHM), mit pollenanalytischen Untersuchungen, |
| Dr. T. NÖTZOLD | Paläobotanische Arbeitsstelle der Dtsch. Akad. d. Wiss. zu Berlin, mit der Bestimmung der carpologischen Reste, |
| Dr. H. SCHULZ | VEB Geologische Erkundung Schwerin, mit pollenanalytischen Untersuchungen, |

Ing.-Geol. W. SCHWARZEN- Geol. Zentralinstitut Berlin, mit der Bestimmung der Diato-
HOLZ meen.

Es sollte in diesem Heft jedem Mitarbeiter Gelegenheit gegeben werden, die für ihn entscheidenden Gedanken zur Methodik und Deutung der Befunde mitzuteilen. Dem Außenstehenden möchte damit die Beurteilung der Ergebnisse vor ihrer weiteren Verwendung erleichtert werden. Zu einzelnen Widersprüchen kann wegen des noch zu geringen Umfangs der Untersuchungen nicht Stellung genommen werden. Es erscheint wichtiger, daß in jeder der in diesem Heft enthaltenen Arbeiten über die Mecklenburger Bucht ein Beitrag zur Geschichte der paläogeographischen Entwicklung dieses Seegebietes geliefert wird, so daß bereits eine ins einzelne führende Darstellung des historischen Ablaufs im Holozän gegeben werden kann.

Die 1961 entnommenen Stechrohrproben wurden mit Hilfe eines vom Zaklad Oceanografii Gdynia geliehenen Vibrationsstechrohrs unter Anleitung der Herren Ing. K. ROZDZYNSKI und Dipl.-Geogr. K. WYPYCH gewonnen, wofür beiden polnischen Kollegen auch an dieser Stelle herzlicher Dank ausgesprochen sei. Die Probenentnahmen in den weiteren Jahren erfolgten mit Hilfe eines in Warnemünde gebauten Vibrationsstechrohrs, von dessen Erprobung durch Herrn Ing. W. SCHMIDT und Dr. O. KOLP berichtet wird. Die theoretischen Bemerkungen zur Funktion des neuen Vibrationsstechrohrs 4700/1 von Dr. F. MÖCKEL, Leiter der Abteilung für Geräteentwicklung des Instituts für Meereskunde Warnemünde, enthalten grundsätzliche Hinweise für eine Weiterentwicklung.

Der Bericht von glaziären Formen zwischen Südostrügen und der Greifswalder Oie von Dipl.-Geol. G. NEUMANN, Mitarbeiter der Abteilung Meeresgeologie im Institut für Meereskunde Warnemünde, läßt die Fortschritte bei Arbeiten am Meeresgrund mit dem Geologenkompaß und Unterwasserfahrt im Taucherschlitten erkennen.

In dem Aufsatz „Der Seegang als stochastischer Prozeß“ von Dipl.-Physiker K. STRIGGOW wird eine spezielle Frage der Küstenforschung berührt.

Besonderer Dank für wohlwollende Förderung der wissenschaftlichen Zusammenarbeit der beiden meereskundlichen Institute in Gdynia und Warnemünde bei der morphologischen und paläogeographischen Erkundung des Meeresgrundes gebührt dem Direktor des Staatlichen Hydrologisch-Meteorologischen Instituts in Gdynia, Herrn Commander K. ZAGRODZKI.

Dem Herausgeber und Direktor des Instituts für Meereskunde Warnemünde, Herrn Prof. Dr.-Ing. habil. E. BRUNS sei ebenfalls für die stete Förderung der Arbeiten und tatkräftige Unterstützung bei der Herstellung dieses Heftes herzlicher Dank ausgesprochen.

Die fachliche Verantwortung für die gelieferten Beiträge liegt bei dem genannten Autorenkreis.

Postglaziale Süßwasser-Ostracoden des Stechrohrkerns MB 6 (Ostsee)

Von KURT DIEBEL

(Vorläufige Mitteilung)

Zusammenfassung: Aus dem Stechrohrkern MB 6 wurden die Sedimente zwischen 41 und 94 cm sowie zwischen 107 und 185 cm auf Ostracoden untersucht. Die gefundenen Klappen (mehrere tausend Exemplare) gehören zu 14 Arten von Süßwasser-Ostracoden der Gattungen *Candona*, *Cypridopsis*, *Erpetocypris*, *Potamocypris*, *Cyclocypris*, *Ilyocypris*, *Limnocythere*, *Darwinula* und *Cytherissa*. Sie erlauben die Deutung der Sedimente als Grundschlamm eines größeren, nicht tiefen Sees.

I. Allgemeines

Herkunft des Materials

Das Untersuchungsmaterial stammt aus dem Stechrohrkern MB 6 (frühere Bezeichnung Z IV b), der in der Mecklenburger Bucht in ca. 25 m Wassertiefe genommen wurde. Wegen der Lage des Fundortes (ca. 54° 21' N — 11° 45' E) am Ostrand des angenommenen präliatorina-zeitlichen Sees wird auf die KOLPSche Karte (1961, Taf. 24) verwiesen. Die Bezeichnung der Sedimente, die Kornverteilung und der CaCO₃-Gehalt der Proben des Stechrohrkerns MB 6 sind der Tabelle zum Aufsatz von KOLP auf S. 54 dieses Heftes zu entnehmen. Die Ostracoden fielen an bei der Untersuchung des Stechrohrkerns auf Diatomeen durch Herrn SCHWARZENHOLZ. Ein geringer Teil war bereits ausgelesen, der größte Teil der Ostracoden mußte jedoch erst aus dem sandigen und mit Pflanzendetritus durchsetzten Rückstand (> 0,1 m) ausgelesen werden. Dieses Auslesen war insofern erschwert, als an vielen Ostracodenklappen noch detritische Bestandteile haften geblieben waren.

Materialmenge

Das Ausgangssediment ist bei den einzelnen Proben verschieden umfangreich gewesen und auch nicht gewichtsmäßig bestimmt worden. Es kann sich nach Aussage von Herrn SCHWARZENHOLZ in der Regel um etwa 100—150 g Sediment gehandelt haben. Eine quantitative Auswertung der Ostracodenfauna ist deshalb nicht möglich. Es wurden mehr als 4000 Ostracodenklappen und wenige Gehäuse ausgelesen. Neben dieser großen Individuenzahl ist die Zahl der Arten relativ klein. Es konnten 14 verschiedene Arten auseinandergehalten werden.

Die Bestimmung von Ostracoden

Die Bestimmung von Ostracoden wird durch folgende Besonderheiten erschwert:

1. Rezente Ostracoden werden nach Merkmalen der Weichteile des Körpers bestimmt, die fossilen Formen können nur nach den Merkmalen der Gehäuse und der Klappen bestimmt werden.
2. Die Larvenstadien unterscheiden sich von den erwachsenen Tieren nicht nur in der Größe, sondern oft auch im Umriß und in der Skulptur. Larvenstadien sind oft nicht artmäßig zu bestimmen, weil die für die Unterscheidung wesentlichen Schalenmerkmale noch nicht entwickelt sind.
3. Die rechten und linken Klappen sind oft verschieden gestaltet.

4. Da die Ostracoden getrenntgeschlechtlich sind, müssen wir bei den erwachsenen Formen Weibchen und Männchen unterscheiden, deren Gehäuse ebenfalls oft recht verschieden gebaut sind (vgl. Taf. I, Fig. 5 und 4).
5. Gewisse Merkmale an den Schalen der Ostracoden können am besten im durchfallenden Licht nach Einbettung in aufhellenden Flüssigkeiten erkannt werden. Zu solchen Bestimmungsmerkmalen gehören z. B. die Schließmuskelnarben, die randständigen Porenkanäle und andere Merkmale der Randzone.

Bedeutung der Ostracoden

Neben ihrer geologischen Bedeutung als Leitfossilien sind die Ostracoden wertvolle Faziesanzeiger. Sie erlauben uns Rückschlüsse auf den Salzgehalt, manchmal auf die Wassertiefe, auf fließende oder stehende Gewässer und bisweilen auf die Temperatur.

Ökologische Deutung fossiler (und subfossiler) Ostracodenfaunen

Eine gefundene Ostracodenvergesellschaftung ist u. a. darauf zu prüfen, ob sie an Ort und Stelle gelebt hat oder ob ortsfremde Bestandteile bei der Einbettung hinzugekommen sind. Es sind also auseinanderzuhalten:

- die Grabgemeinschaft (Thanatocoenose),
- die Totengesellschaft (Taphocoenose),
- die Lebensgemeinschaft (Biocoenose).

Erst dann sind richtige Schlußfolgerungen auf den Lebensraum möglich.

II. Die Ostracoden-Fauna der einzelnen Schichten

Die Numerierung der Proben entspricht der SCHWARZENHOLZschen Zählung, die vierstellige Zahl in Klammern hinter der Proben-Nummer ist die laufende Nummer des Probenregisters im Mikropaläontologischen Laboratorium des Instituts für Paläontologie der Humboldt-Universität.

Häufigkeitszahlen beziehen sich auf Einzelklappen.

Abkürzungen: G = Gehäuse; R = rechte Klappe; L = linke Klappe.

Von einer tabellarischen Darstellung der Häufigkeit der einzelnen Arten mußte leider aus den anfangs genannten Gründen abgesehen werden. Deshalb wird im folgenden nur die ungefähre Zusammensetzung der Ostracodenfauna der einzelnen Proben angegeben.

Probe 3 (2526); Teufe 0,41–0,54 m

Anzahl der Ostracoden: ca. 150.

Vorherrschend sind: *Ilyocypris gibba*, *Darwinula stevensoni*, *Cytherissa lacustris* und juvenile *Candona* sp.. Die Limnocytheren sind nicht häufig.

Probe 4 (2527); Teufe 0,54–0,68 m

Anzahl der Ostracoden: > 800.

Vorherrschend sind: *Ilyocypris gibba*, *Cytherissa lacustris*, *Darwinula stevensoni* und juvenile *Candona* sp. Limnocytheren sind häufig, *L. inopinata* ist massenhaft, und hier ist auch die relativ seltene *L. stationis* vertreten, die tiefer im Profil fehlt. *Potamocypris* sp. ist nicht selten.

Probe 5 (2528); Teufe 0,65–0,81 m

Anzahl der Ostracoden: > 500.

Vorherrschend sind: *Cytherissa lacustris*, *Ilyocypris gibba*, die Limnocythere-Arten *L. sanctipatricii* und *L. baltica* und Jugendstadien von *Candona* sp. Hinzu kommen häufig *Candona*

neglecta, *Limnocythere inopinata* und einige Exemplare von *Darwinula stevensoni* und *Potamocypris* sp.

Probe 6 (2529); Teufe 0,81–0,94 m

Anzahl der Ostracoden: > 600.

Die Zusammensetzung der Ostracoden-Fauna ähnelt derjenigen der Probe 5. Stärker vertreten sind hier *Limnocythere inopinata* und *Darwinula stevensoni*, während *Cytherissa lacustris*, *Limnocythere sancti-patricii* und *L. baltica* vergleichsweise minder häufig sind.

Probe 7 ; Teufe 0,94–1,07 m

Uns liegt kein Material vor. Nach Aussage von Herrn SCHWARZENHOLZ sollen Ostracoden in dieser Teufe häufig gewesen sein.

Probe 8 (2530); Teufe 1,07–1,20 m

Anzahl der Ostracoden: weit über 1000. Es ist die individuen- und artenreichste Probe des ganzen Profils. Hier kommen nicht nur die sonst dominierenden Arten massenhaft vor, sondern auch *Potamocypris* sp. ist häufig und weitere Arten wie *Cypridopsis vidua*, *Cyclocypris* sp., *Erpetocypris* sp. treten allein hier in Erscheinung.

Probe 9 (2531); Teufe 1,20–1,33 m

Anzahl der Ostracoden: > 500.

Vorherrschend sind *Cytherissa lacustris*, *Ilyocypris gibba*, juvenile *Candona* sp. und noch *Darwinula stevensoni*. *Limnocythere inopinata* und *L. sancti-patricii* sind sehr häufig, während *L. baltica* und *Potamocypris* sp. nur in geringer Zahl vertreten sind.

Probe 10 (2532); Teufe 1,33–1,46 m

Anzahl der Ostracoden: knapp 200 (nach Mitteilung von Herrn SCHWARZENHOLZ ist Materialverlust durch Glasbruch eingetreten).

Außer juvenilen *Candona* sp. ist nur *Ilyocypris gibba* noch recht häufig, während *Darwinula stevensoni*, *Cytherissa lacustris* und *Limnocythere inopinata* nicht in größerer Anzahl in Erscheinung treten, *L. sancti-patricii* und *L. baltica* sind selten; andere Arten fehlen überhaupt.

Probe 11 (2533); Teufe 1,46–1,59 m

Anzahl der Ostracoden: 72.

Dies ist die ostracoden-ärmste Probe des ganzen Profils. Nur juvenile *Candona* sp. sind sehr häufig, von den übrigen sonst auftretenden Arten wurden jeweils wenige Individuen gefunden.

Probe 12 (2534); Teufe 1,59–1,72 m

Anzahl der Ostracoden: ca. 100.

Sehr häufig sind *Cytherissa lacustris* und juvenile *Candona* sp. Von den Limnocytheren ist allein *L. baltica* beachtenswert. Außer *Ilyocypris gibba* und *Darwinula stevensoni*, die selten sind, wurden keine anderen Arten gefunden.

Probe 13 (2535); Teufe 1,72–1,85 m

Anzahl der Ostracoden: ca. 160.

Nur juvenile *Candona* sp. sind sehr häufig. *Darwinula stevensoni*, *Cytherissa lacustris* und *Ilyocypris gibba* können noch als häufig bezeichnet werden. Außer juvenilen Limnocytheren sind nur wenige Klappen von *L. inopinata* und *L. baltica* vorhanden.

III. Zur Ökologie der Ostracoden im Stechrohrkern MB 6

Aus den Teufen von 41—94 cm und von 107—185 cm liegen Ostracoden vor. Vorherrschend sind 7 (von 14) Arten. Von diesen Arten wurden neben erwachsenen Formen auch viele Jugendstadien gefunden. Das Vorkommen der zahlreichen Larven spricht für autochthones Vorkommen. Der Einbettungsort dürfte daher im wesentlichen mit dem Lebensort übereinstimmen. Wir können also versuchen, nach den Ostracoden den Lebensort zu bestimmen. Hierbei scheidet eine Art, *Limnocythere baltica* DIEBEL aus, da sie lebend noch nicht bekannt ist. Die übrigen Arten kommen auch jetzt noch vor, und aus ihrem heutigen ökologischen Verhalten sind Schlußfolgerungen auf die Verhältnisse zur Zeit der Bildung des Sediments möglich.

Alle Arten sind Süßwasserbewohner. Typische Brackwasser-Formen fehlen. Einige unserer Arten vertragen zwar oligohalines Brackwasser, jedoch halten wir einen Rückschluß auf Brackwasser auf Grund dieser Arten hier nicht für gerechtfertigt. Jedenfalls ist nach der Ostracodenfauna ein wesentlicher Salz-Einfluß ($>10\text{‰}$) für die Schichten 3—9 unwahrscheinlich. Hier ist *Limnocythere sancti-patricii* zahlreich vertreten, und diese Art wurde bisher in brackigen Gewässern nicht beobachtet. An geringe Tiefe (bis 10 m) gebunden ist *Darwinula stevensoni*. Für Schlamm Boden sprechen *Limnocythere inopinata*, *Limnocythere sancti-patricii*, *Limnocythere stationis*, *Cytherissa lacustris*. Das Zahlen-Verhältnis von rechten und linken Klappen kann ein Hinweis auf Wasserbewegung sein, zumal diese bei unterschiedlicher Skulptur dem Wasser nicht den gleichen Widerstand leisten und deshalb verschieden weit transportiert werden. In unseren Proben zeigen die Larven von *Cytherissa lacustris* ein ungleiches Verhältnis von rechten und linken Klappen, die sich durch verschiedene Höcker-Ausbildung auszeichnen, und weisen auf Wasserbewegung hin. Die beiden *Candona*-Arten, *Candona candida* und *Candona neglecta*, sind euryök. Ihr Vorkommen spricht nicht gegen die Deutung, die nach den erstgenannten Ostracodenarten zur Zeit gegeben werden kann:

Die Sedimente des Stechrohrkerns MB 6 zwischen 41 und 94 cm und 107—185 cm haben sich wahrscheinlich aus dem Grundschlamm eines größeren, nicht sehr tiefen Sees mit gewisser Wasserbewegung am Boden gebildet. Zur Zeit der Ablagerung der Probe 8 (1,07—1,20 m) ist er wahrscheinlich pflanzenreich gewesen.

Im übrigen müßte später eine genauere Analyse der Ostracodenfaunen der einzelnen Schichten aus verschiedenen Stechrohrkernen zur Erkennung der historischen Abfolge der Sedi-
mentbildung dieses Gebiets beitragen können (vgl. Anhang).

IV. Systematische Übersicht

Familie Candonidae (KAUFMANN 1900, subfam.)

Gattung *Candona* W. BAIRD 1945

Candona neglecta G. O. SARS 1888

Taf. II Fig. 1, 2

Material: Etwa 1000 Klappen einschließlich juveniler Formen.

Vorkommen: Adulte Exemplare wurden nur in den Proben 5—7 beobachtet, während juvenile Formen in allen Proben sehr häufig bis massenhaft vertreten sind. Unter den Larvenstadien können sich noch andere Arten, etwa *C. candida*, verbergen. Die meisten Jugendformen werden aber wohl mit Recht zu dieser Art gestellt.

Candona candida (O. F. MÜLLER 1776) BR. & NORM. 1889

Vorkommen: Selten in Probe 3, sonst fehlen adulte Formen. Wegen der juvenilen Formen siehe *C. neglecta*.

Familie Cyprididae (BAIRD 1860)

Gattung *Cypridopsis* BRADY 1867

Cypridopsis vidua (O. F. MÜLLER 1776)

Taf. II Fig. 6

Material: 27 Einzelklappen.

Vorkommen: Diese Art wurde nur in Probe 8 angetroffen. — Lebend besonders in pflanzenreichen Gewässern.

Gattung *Potamocypris* BRADY 1870

Potamocypris sp.

Taf. II Fig. 8

Material: 60 Klappen.

Vorkommen: Nur in den Proben 3—9 beobachtet, darunter fehlend. In Probe 4 nicht selten, in Probe 8 sehr häufig, sonst selten. Die Art ähnelt *P. fulva*, ist aber nicht mit ihr identisch. Auffallend ist die starke Verschiedenheit der rechten und linken Klappen. Dieselbe Form findet sich auch in einigen mitteldeutschen Eem-Vorkommen. Vielleicht handelt es sich um *P. smaragdina* (VÁVRA). Diese Art wurde rezent aus Böhmen beschrieben, sie ist aber lebend in Deutschland nicht bekannt. Bis dem Verfasser rezentes Vergleichsmaterial von *P. smaragdina* vorliegt, muß die Artbestimmung offenbleiben.

Gattung *Erpetocypris* BRADY & NORMAN 1889

Erpetocypris sp.

Material: Wenige juvenile Klappen, bis 1,9 mm lang.

Vorkommen: Nur in den Proben 8 und 9 beobachtet.

Familie Ilyocyprididae (KAUFMANN, subfam.)

Gattung *Ilyocypris* BRADY & NORMAN 1889

Ilyocypris gibba (RAMDOHR 1808) BRADY & NORMAN 1889

Taf. II Fig. 4

Material: Etwa 1000 Klappen vorwiegend juveniler Formen.

Vorkommen: In allen Proben vertreten, meist sehr häufig (in den Proben 11—13 weniger häufig), in Probe 4 und besonders in Probe 8 sogar massenhaft.

Ilyocypris bradyi SARS 1890

Taf. II Fig. 3

Diese Art ist in den vorliegenden Ostracoden-Vergesellschaftungen viel seltener als *I. gibba*.

Familie Limnocytheridae KLIE 1938

Gattung *Limnocythere* BRADY 1868

Limnocythere inopinata (BAIRD 1843) BRADY 1867

Taf. I Fig. 1

Material: Etwa 400 Einzelklappen und wenige Gehäuse. Nur ♀♀.

Vorkommen: In allen Proben (außer Probe 12) vertreten. Maximales Vorkommen in Probe 8 und 4.

Limnocythere sancti-patricii BRADY & ROBERTSON 1869

Taf. I Fig. 2, 3

Material: Etwa 300 Einzelklappen. ♀♀ und ♂♂ vorhanden.

Vorkommen: In den Proben 4—9 sehr häufig (in 3 nicht selten), darunter (10, 11) sehr selten bzw. fehlend (12, 13).

Bemerkungen: Die ♀♀ überwiegen stark, das Geschlechter-Verhältnis (sex ratio) ♀♀:♂♂ liegt bei etwa 3:1 bis 4:1.

***Limmocythere baltica* DIEBEL 1965**

Taf. I Fig. 4, 5

Material: >150 Einzelklappen; keine Gehäuse; ♀♀ und ♂♂.

Vorkommen: In allen Proben (außer 4) vertreten. Das maximale Vorkommen der Art liegt in der Probe 5 mit >100 Klappen, in den Proben 6 und 8 ist die Art sehr häufig, darunter (9—12) nicht selten bis häufig.

Bemerkungen: Das Auftreten der Art an diesem Fundpunkt ist das jüngste bisher bekannte Vorkommen im Postglazial. Lebend ist die Art noch nicht bekannt. Sie stellt die Charakterform des in seiner Altersstellung umstrittenen limnischen Interglazial I₁ an der Ostküste Rügens dar, wo sie von A. LUDWIG entdeckt wurde und vom Vf. zunächst für *L. sancti-patricii* gehalten wurde (vgl. LUDWIG 1959).

Die Art ist durch deutlichen Geschlechtsdimorphismus charakterisiert; die ♂♂ übertreffen die ♀♀ an Größe und sind relativ häufig. Das Zahlenverhältnis von ♀♀:♂♂ variiert in einigen der untersuchten Proben von 4:1 bis 1:1.

***Limmocythere stationis* VÁVRA**

Taf. I Fig. 6

Material: 7 Einzelklappen.

Vorkommen: Nur in Probe 3 (1 L) und 4 vertreten.

Bemerkungen: Diese Art tritt anscheinend stets, nicht nur an diesem Fundort, relativ selten auf (vgl. DIEBEL 1962). Sie stimmt mit den Ladeburger Formen eher überein als mit den Abbildungen bei VÁVRA (1891).

Familie Darwinulidae BRADY & NORMAN 1889

Gattung *Darwinula* BRADY & NORMAN 1889

***Darwinula stevensoni* (BR. & ROB. 1870) BR. & NORM. 1889**

Taf. II Fig. 7

Material: Etwa 550 Einzelklappen.

Vorkommen: In allen Proben häufig bis massenhaft vertreten, nur in den Proben 11 und 12 sehr selten. Das Maximum liegt in Probe 8 mit >200 Klappen.

Bemerkungen: Wenn wir annehmen, daß sich die Sedimente des präitorina-zeitlichen Sees in geringer Wassertiefe gebildet haben, stützen wir uns hierbei auf Beobachtungen über die Tiefenverbreitung dieser Ostracoden-Art, die rezent in Tiefen von 0—10 m beobachtet wurde (vgl. WAGNER 1957).

***Cytherissa lacustris* G. O. SARS 1863**

Taf. II Fig. 5

Material: Etwa 700 isolierte Klappen.

Vorkommen: Diese Art ist in allen ostracodenführenden Proben (3—6; 8—13) vertreten. Während adulte Formen zurücktreten, sind die größeren Jugendstadien recht häufig. Rechte und linke Klappen sind etwas unterschiedlich skulptiert. Sie sind in verschiedener Anzahl erhalten, was auf gewisse Frachtsonderung durch Wasserbewegung schließen läßt.

TAFEL I



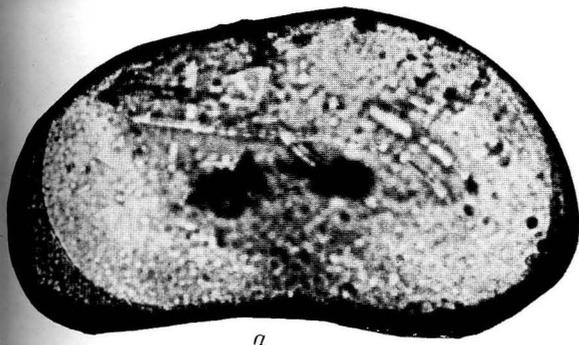
Tafel I

Fig. 1. *Limnocythere inopinata* (BAIRD 1843); a) L ♀, b) R ♀; MB 6, 1,07—1,20 m

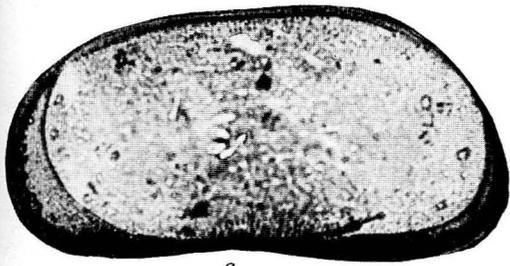
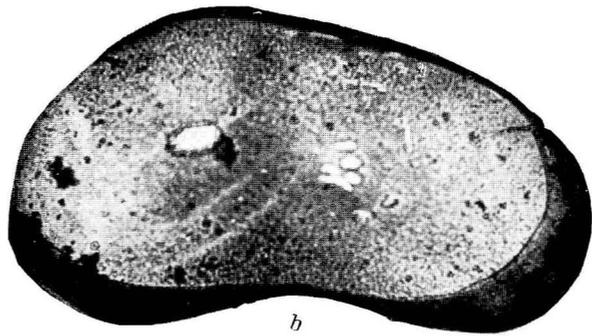
Fig. 2, 3. *Limnocythere sancti-patricii* BRADY & ROBERTSON 1869; 2a) L ♀; 2b) R ♀; 3a) L ♂;
3b) R ♂; MB 6, 0,54—0,68 m

Fig. 4, 5. *Limnocythere baltica* DIEBEL 1965; 4a) L ♀; 4b) R ♀; MB 6, 1,59—1,72 m; 5a) L ♂;
5b) R ♂; MB 6, 0,81—0,94 m

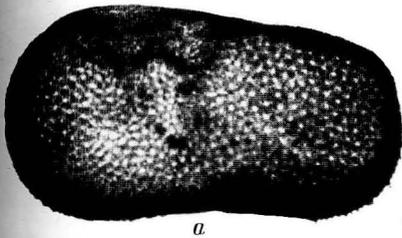
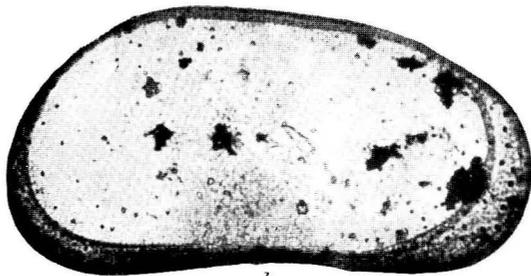
Fig. 6. *Limnocythere stationis* VÁVRA 1891; a) L ; b) R; MB 6, 0,54—0,68 m



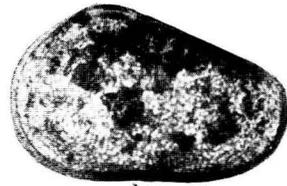
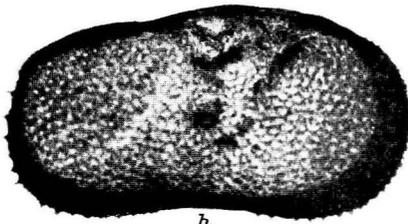
1



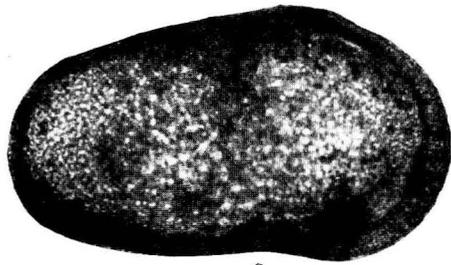
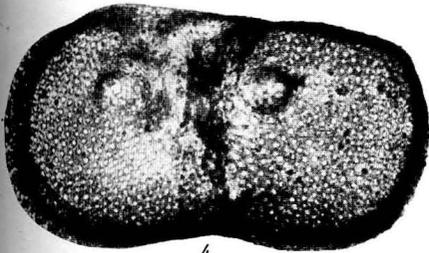
2



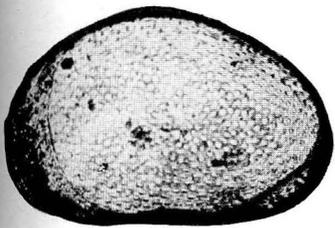
3



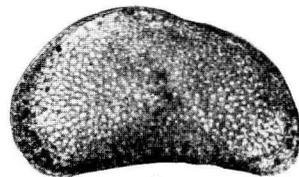
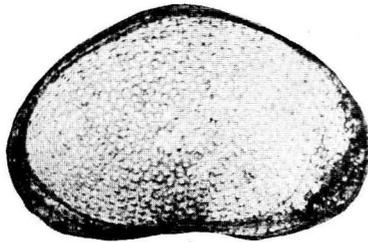
5



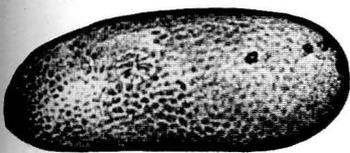
8



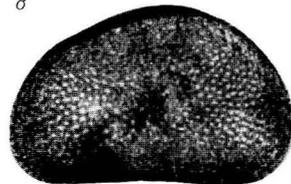
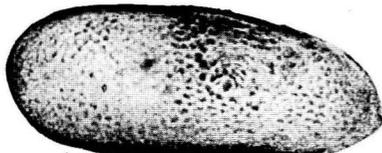
6



8



7



8



1,0mm

Tafel II

Fig. 1, 2. *Candona neglecta* Sars 1888; 1a) L ♂; 1b) R ♂; 2a) L ♀; 2b) R ♀; MB 6, 0,68 bis 0,81 m

Fig. 3. *Ilyocypris bradyi* Sars 1890; a) L; b) R; MB 6, 1,07—1,20 m

Fig. 4. *Ilyocypris gibba* (Randoehr 1808); 1 L; MB 6, 0,54—0,68 m

Fig. 5. *Cytherissa lacustris* Sars 1863; a) 1 R; b) 1 L juv.; MB 6, 0,68—0,81 m

Fig. 6. *Cypridopsis vidua* (O. F. Müller 1776); a) L; b) R; MB 6, 1,07—1,20 m

Fig. 7. *Darwinula stevensoni* (Br. & Rob. 1870); a) L; b) R; MB 6, 0,54—0,68 m

Fig. 8. *Potamocypris* sp.; a) L; b) R; MB 6, 1,07—1,20 m

Alle Aufnahmen in durchfallendem Licht. Die Klappen, mit der gewölbten Seite nach oben, sind in Immersionsöl aufgehellt.

Die abgebildeten Exemplare werden in der Sammlung des Instituts für Paläontologie der Humboldt-Universität zu Berlin aufbewahrt.

Zusammenfassung

Der Stechrohrkern MB 6 enthielt in den Teufen 41—185 cm mehrere Tausend autochthoner limnischer Ostracoden, vertreten durch Einzelklappen (und wenige Gehäuse) adulter und juveniler Exemplare. Sieben (von 14) festgestellten Arten herrschen vor. Die wechselnde Häufigkeit der einzelnen Arten in den verschiedenen Proben wird kurz skizziert. Die ökologische Deutung auf Grund der Ostracoden läßt den Sedimentationsraum als einen größeren, nicht sehr tiefen See mit Grundschlamm erscheinen.

Im Anhang folgen Bemerkungen zur Mikrofauna des Stechrohrkerns Fe Ib.

Anhang

Bemerkungen zur Mikrofauna des Stechrohrkerns Fe Ib

Um einen Vergleich zum Profil des Stechrohrkerns MB 6 zu haben, wäre es wünschenswert gewesen, Material aus Stechrohrkernen von anderen Teilen des präitorina-zeitlichen Sees zur Untersuchung zu bekommen. Was bei der Diatomeen-Untersuchung des Stechrohrkerns Fe Ib durch Herrn SCHWARZENHOLZ an Ostracoden angefallen ist, soll hier kurz erwähnt werden.

Limnische Ostracoden wie im Kern MB 6 fanden sich nur in den Proben 15 (2,16—2,36 m) und 16 (2,36—2,59 m), und zwar in ganz geringer Anzahl.

Probe 15	<i>Ilyocypris gibba</i>	3 G, 1 L, 4 R
	<i>Limnocythere baltica</i>	1 G ♀, 4 L ♀, 1 R ♀, 1 R ♂
	<i>Candona</i> sp.	1 Klappe
Probe 16	<i>Ilyocypris bradyi</i>	1 G, 2 L, 1 R
	<i>Limnocythere baltica</i>	1 L ♂
	<i>Candona neglecta</i>	2 G ♀, 1 L ♀, 2 R ♂, 3 juv.

In Probe 6 (0,76—0,88 m) traten 2 Klappen (♀) von *Cyprideis torosa* (JONES) auf, eines typischen Brackwasser-Ostracoden. Dieses Vorkommen entspricht dem Auftreten von Foraminiferen in den Proben 3 (0,36—0,49 m) bis 7 (0,88—1,01 m) und spiegelt eine marine Ingression wieder, die zur Verbrackung des einstigen Sees führte. Das Foraminiferen-Maximum liegt in Probe 5 (0,62—0,76 m).

Literatur

- DIEBEL, K., Fossiles Vorkommen von *Limnocythere stationis* VÁVRA (Ostracoda). *Geologie* 11 (1962) 6, S. 732—734.
- DIEBEL, K., Eine neue *Limnocythere*-Art aus dem Interglazial I₁ nördlich Saßnitz (Insel Rügen). Im Druck.
- KLIE, W., Ostracoda, Muschelkrebse. In: DAHL, Die Tierwelt Deutschlands, 34, Jena 1938.
- KOLP, O., Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Mecklenburger Bucht. *Petermanns Geograph. Mitt.* 4 (1961) S. 249—254, Taf. 23—25.
- LUDWIG, A., Limnisches und marines Interglazial nördlich Saßnitz. *Geologie* 8 (1959) S. 200—206.
- VÁVRA, W., Monographie der Ostracoden Böhmens. *Archiv. naturw. Landesdurchforschung von Böhmen* 8 (1891) 3, S. 108—110.
- WAGNER, C. W., Sur les Ostracodes du Quaternaire récent des Pays-Bas et leur utilisation dans l'étude géologique des dépôts holocènes. Mouton & Co. 's Gravenhage 1957.

Paläogeographische Ergebnisse der Kartierung des Meeresgrundes der westlichen Ostsee zwischen Fehmarn und Arkona

Von OTTO KOLP

Zusammenfassung: Es wird ein Bericht von dem gegenwärtigen Stand der vom Institut für Meereskunde Warnemünde der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin durchgeführten meeresgeologischen Arbeiten in der Mecklenburger Bucht zur Erkundung der Entwicklung im Spätglazial und Holozän gegeben. Karte 2 bietet einen Überblick über die zahlreichen Taucherabstiege und Stechrohrprobenentnahmen, die unter anderem zum Entwurf einer neuen glazialmorphologischen Übersichtskarte führten. Bemerkenswert erscheint je ein Endstadium in der Mecklenburger Bucht und auf der Darßer Schwelle mit weit ausgreifenden Finalloben. Glazialmorphologische Einzelheiten insbesondere der Darßer Schwelle und der als Schmelzwasserrinne und späteres Urstromtal anzusehenden Kadet-Rinne werden durch Echogramme, ein Schema der Unterwasserkartierung und ein geologisches Querprofil vor Augen geführt. Proben zahlreicher submariner, autochthoner Torfe der waldgeschichtlichen Abschnitte vom Alleröd bis zum Atlantikum, deren Pollendiagramme auf Grund der Analysen mehrerer Autoren vorgelegt werden können, gestatten in Verbindung mit der Entwicklung der Diatomeenflora eine erste zusammenhängende Darstellung der Entwicklungsgeschichte der Mecklenburger Bucht. Durch die Verknüpfung der Befunde mit den Ergebnissen dänischer Wissenschaftler aus den dänischen Belten und Sunden gewinnt die Untersuchung im Hinblick auf den eustatischen Meeresspiegelanstieg im Spätglazial und Holozän an Bedeutung. Es wird zugleich ein Beitrag zur Geschichte der Ostsee geliefert.

1. Geomorphologische Gliederung und Sedimentbedeckung des Untersuchungsgebietes — Karte 1	19
2. Zielsetzungen und Umfang der paläogeographischen Erkundungen — Karte 2	21
3. Das geologische Längsprofil vom Fehmarnbelt bis an den Rand des Arkona-Beckens	23
4. Glazialmorphologischer Überblick — Karte 3	24
a) Absolute Chronologie	24
b) Glaziäre Formen und Ablagerungen im Bereich der Mecklenburger Bucht	25
c) Glaziäre Formen und Ablagerungen im Bereich der Darßer Schwelle	26
5. Torfvorkommen in der Mecklenburger Bucht und auf der Darßer Schwelle	31
a) Torfproben in Stechrohrkernen aus der Mecklenburger Bucht	31
b) Torfvorkommen auf der zwischen der Mecklenburger Bucht und Kadet-Rinne gelegenen Schwelle	33
c) Torffunde auf der Falster-Rügen-Platte	37
d) Hinweis auf weitere Torffunde am Rande des Arkona-Beckens und in der Bornholm-Mulde	39
6. Das Normalprofil der Mecklenburger Bucht und seine Deutung mit Hilfe der Diatomeen	39
7. Paläogeographische Schlußfolgerungen	41
8. Bemerkungen zum Entwurf einer Kurve der Strandlinienverschiebungen in der Mecklenburger Bucht und im Bereich der Darßer Schwelle	45
9. Schlußwort	47
10. Anhang	48
11. Literatur	57

1. Geomorphologische Gliederung und Sedimentbedeckung des Untersuchungsgebietes (Karte 1)

Das auf Karte 1 abgegrenzte Untersuchungsgebiet erstreckt sich vom Fehmarnbelt und von der Lübecker Bucht bis an den Westrand des Arkona-Beckens. Es handelt sich um den größeren Teil der westlichen Ostsee, die noch die Kieler und Eckernförder Bucht mit umfaßt,

während das Arkona-Becken, die Bornholm Mulde und Gdansker Bucht mit den dazwischen gelegenen Bänken und Schwellen den Bereich der südlichen Ostsee ausmachen.

Die bei den Arbeiten in der Mecklenburger Bucht und auf der Darßer Schwelle erzielten paläogeographischen Ergebnisse lassen sich teilweise mit den in den Belten und Sunden durch dänische Wissenschaftler gewonnenen Erkenntnissen in Einklang bringen und erhalten damit Gültigkeit für die gesamte Beltsee, die sich von den Ausgängen der Ostsee am Nordrand der dänischen Inselflur bis an die Darßer Schwelle erstreckt. Die Bezeichnung „Beltsee“ war um die Jahrhundertwende von OTTO KRÜMMEL geprägt worden und kennzeichnet das vielfältig gegliederte Übergangsbereich zwischen Nord- und Ostsee mit seinen schwierigen hydrographischen Verhältnissen.

Die Mecklenburger Bucht, Darßer Schwelle und das Arkona-Becken, dessen westlicher Teil in die Untersuchung einbezogen wurde, können als morphologische Einheiten gleicher Größenordnung angesehen werden.

Von dem durchschnittlich 25 m tiefen, zentralen Teil der Mecklenburger Bucht erstrecken sich nach NW und SW die schmalen Mulden des Fehmarnbelts und der Lübecker Bucht. Am Eingang des Fehmarnbelts nördlich Staberhuk sind Tiefen von 30 m zu verzeichnen. Die Tiefen der Lübecker Bucht erreichen 24 m. Fehmarnbelt und Lübecker Bucht stehen genetisch mit der Mecklenburger Bucht in engem Zusammenhang und werden als zur Mecklenburger Bucht gehörig betrachtet. Diese besitzt eine Fläche von 3536 km². Die größte Einzeltiefe von 27 m ist im Schlickgebiet vor dem Trolle-Grund zu verzeichnen.

Die Wismar-Bucht wird durch die als Hannibal und Lieps bezeichneten flachen Gründe von der 15 m tieferen Mecklenburger Bucht geschieden. Eine schmale, 10 m tiefe Rinne führt von See zwischen dem Hannibal und der Insel Poel hindurch in die Bucht.

Das Schlickgebiet des zentralen Teils der Mecklenburger Bucht und der Lübecker Bucht wird etwa von der 20 m-Tiefenlinie begrenzt. Dieselbe Isobathe folgt zugleich einer deutlichen Kante der der deutschen und dänischen Küste vorgelagerten Abrasionsplatten. Auf den bis in 20 m Tiefe reichenden Abrasionsflächen wechseln häufig Fein- und Mittelsand mit grobklastischem Restsediment in den noch aktiven Abrasionszentren.

Von der in der Mecklenburger Bucht unmittelbar ans Schlickgebiet grenzenden Abrasionszone her wird Sand auf den Schlick getragen. Unter der schleswig-holsteinischen Ostküste und in der gegen die vorherrschenden NW-Stürme geschützten Lübecker Bucht findet sich reiner Mittelschlick mit der Hauptfraktion von 0,02—0,006 mm.

Den Grund des Fehmarnbelts bedeckt trotz größerer Tiefe nur schlickiger Fein- bis Mittelsand, da die Strömung den Absatz von Schlick verhindert. Die als langgestrecktes Gletscherzungenbecken anzusehende Mulde des Fehmarnbelts wird nach der Kieler Bucht hin durch die mit Steinen und grobkörnigen Sanden bedeckte Randschwelle des Öjet begrenzt, die von der schmalen Rinne des Winds Grav durchbrochen wird.

Der Begriff „Darßer Schwelle“ kann geologisch und morphologisch unterschiedlich aufgefaßt werden.

Geologisch wird die Darßer Schwelle durch die nach dem Gedser Rev hinüberführenden Moränenzüge der Stadien G und H gekennzeichnet und bleibt auf den etwa 6 sm breiten Bereich zwischen dem Fischland, Darß und der Insel Falster beschränkt.

Vom morphologischen Standpunkt erscheint es berechtigt, das insgesamt 40 sm breite, beiderseits von der 20-m-Tiefenlinie begrenzte Gebiet zwischen der Mecklenburger Bucht und dem Arkona-Becken in den Begriff „Darßer Schwelle“ einzubeziehen. Diese umfaßt dadurch außer den genannten Moränenzügen noch das zwischen den Inseln Möen, Falster, Hiddensee und Rügen gelegene, ausgedehnte Feinsandgebiet der Falster-Rügen-Platte.

Inmitten der Darßer Schwelle ist die Kadet-Rinne eingesenkt. Die durch Geschiebemergelauftragungen bedingten beiden Einschnürungen lassen eine südliche, mittlere und nördliche Mulde unterscheiden. Die größte Tiefe in der als Gedser Enge bezeichneten südlichen Ein-

schnürung beträgt 32 m. Weitere Tiefen von 30 m finden sich in der mittleren Mulde und in der nördlichen Enge.

Wie die Tiefenkarte von SCHULZ erkennen läßt, ist zwischen dem Darß und Gedser Rev keine Kammlinie der Darßer Schwelle mit einer maximalen Tiefe von nur 18 m vorhanden. Zwischen dem Ostrand der Kadet-Rinne, der einem Wulst gleicht und an einzelnen Punkten bis 15 m unter NN aufsteigt, und der Westküste des Darß liegt eine 23 m tiefe Mulde. Es sind ferner zwischen dem Ostrand der Kadet-Rinne und der südlichen Geschiebemergelauftragung 22 m Wasser vorhanden. Eine Sattellinie mit der maximalen Schwellentiefe von 18 m kann nur 10 m südwestlich gezogen werden. Sie führt in weitem Bogen vor dem Südeinde der Kadet-Rinne von der Rostocker Heideküste nach dem Gedser Rev hinüber. Eine zweite Kammlinie mit derselben maximalen Tiefe verläuft in der Karte von SCHULZ auf dem flachen Sandrücken, der sich von Darßer Ort weit nordostwärts ausholend nach der Insel Möen erstreckt. Der Anschluß an den untermeerischen Sporn von Möens Klint wird jedoch durch eine schmale, 32 m tiefe Rinne verhindert.

Im Bereich der Eisrandlagen zwischen Fischland, Darß und Gedser Rev wird Mittelsand und grobes Material als Bedeckung angetroffen. Dichte Stein- und Blockbestreuung findet sich auf beiden Geschiebemergelauftragungen an den Engen der Kadet-Rinne, auf dem Gedser Rev in Wassertiefen von weniger als 6 m sowie unter der Ostküste von Falster.

Die zwischen der deutschen Küste und dem Rand der Kadet-Rinne gelegenen kleineren Lobenmulden sind mit Feinsand gefüllt.

Auf der nördlich von Warnemünde nach Gedser hinüberführenden Barre liegt ebenfalls Feinsand. In der Südmulde der Kadet-Rinne wird feinsandiger Schlick angetroffen, während Schlick in der mittleren und nördlichen Mulde namentlich an den Rändern gröbere Beimengungen von Kies und Steinen aufweist.

In der Hjelm-Bucht begrenzt die 20-m-Linie eine flache Schlickmulde.

Die vom Arkona-Becken her in das Feinsandgebiet der Falster-Rügen-Platte bis vor den Nordhang des Plantagenet-Grundes eingeschnittene Rinne enthält Mittelsand, während größerer Sand nur auf dem Plantagenet-Grund vorkommt.

Der Rand des Arkona-Beckens wird durch die von Kap Arkona nach Möens Klint verlaufende 20-m-Isobathe angedeutet. Die Geschiebemergelauftragung von Kriegers Flak ist von Mittelsand bedeckt. Nur ein nach Südosten gegen das Arkona-Becken vorspringender Sporn weist eine dichtere Stein- und Blockbestreuung auf.

2. Zielsetzungen und Umfang der paläogeographischen Erkundungen (Karte 2)

Paläogeographische Untersuchungen in der Mecklenburger Bucht und auf der Darßer Schwelle werden dadurch begünstigt, daß die Sedimentfolge in der an eustatischen Schwankungen seit Beginn des Holozäns beteiligten Mecklenburger Bucht dank ihrer rückwärtigen Lage zum offenen Meer vollständig erhalten blieb. Verluste durch Abrasion sind wegen der geringen Flächenausdehnung des zunächst allein überfluteten zentralen Teils der Mecklenburger Bucht niedrig zu veranschlagen.

Die paläogeographischen Untersuchungen in der Mecklenburger Bucht haben die Darstellung des Ablaufs der Ereignisse seit dem Spätglazial zum Gegenstand. Das reiche Probenmaterial und die häufigen Torffunde rechtfertigen dieses weit gesteckte Ziel.

Die in diesem Heft enthaltenen Beiträge sollen den Umfang, die Methodik und die bisherigen Teilergebnisse vor Augen führen. Die wesentlichen Züge der holozänen Entwicklung sind bereits zu erkennen.

Auf die Phase eines Schmelzwassersees folgen noch vor der Litorina-Transgression zwei Überflutungen durch Rückstau mit Salzwassereintrüben in die Mecklenburger Bucht,

unterbrochen durch eine Festlandszeit im älteren Boreal. Die einzelnen Abschnitte spiegeln sich deutlich in der Entwicklung der Diatomeenflora wider. Torfe verschiedenen Alters von der älteren Dryas (Ic) bis zum älteren Atlantikum (VI) kennzeichnen die Darßer Schwelle als Landbrücke in dieser Zeit. Autochthone Torfe aus der Mecklenburger Bucht, pollenreiche Kalkgyttjen sowie charakteristische Schwemmtorfe der Uferzone ermöglichen eine zeitliche Einordnung der Geschehnisse und bieten zusammen mit deutlich ausgeprägten Terrassen Anhaltspunkte für die Annahme relativer Wasserspiegelstände. Es kann deshalb bereits zu Fragen der Absenkung des spätglazialen Schmelzwassersees im Bereich der Rostocker Heide und der Tieferlegung der Flußbetten der Trave, Warnow und Recknitz nach Abschmelzen des Toteises in der Mecklenburger Bucht Stellung genommen werden. Ferner ergaben sich neue Argumente zur Problematik des eustatischen Meeresanstiegs im Holozän.

Den Umfang der zusätzlich zur Entnahme von Oberflächenproben durchgeführten Unterwasserarbeiten lassen die in Karte 2 verzeichneten Stationen erkennen.

Die von Tauchern ausgeführten Sondierungen in der Mecklenburger Bucht ergaben noch kein klares Bild der Schichtfolge. Gelegentlich wurden Torf, Kalkgyttja und Ton in den Ausnehmungen des Spülrohrkopfes zutage gefördert. Erst der Einsatz eines Vibrationsstechrohrs an den an Hand der Echogramme ausgewählten Stationen führte zur Erkenntnis des Normalprofils und des historischen Ablaufs im Spätglazial und Holozän.

Die höhere Zahl von Sondierungen mit Spülrohren auf der Darßer Schwelle ist darauf zurückzuführen, daß das Echolot bei der Erkundung verschiedener Sedimenthorizonte in Sandgebieten versagt. Die durch Taucher ausgeführten Sondierungen reichten in sandigem Grund bis in 11 m Tiefe.

Die Sondierungen auf der Darßer Schwelle und der Falster-Rügen-Sandplatte dienten in erster Linie der Vorerkundung für den Einsatz eines Vibrationsstechrohrs. Zugleich wurden mit der Aufnahme einzelner Profile besondere Zwecke verfolgt.

So sollte im Zusammenhang mit den Sondierungen und Stechrohrprobenentnahmen in der Mecklenburger Bucht und am Westrand des Arkona-Beckens ein geologisches Längsprofil gewonnen werden.

Ein Querprofil, welches der Kammlinie der der Südmulde der Kadet-Rinne vorgelagerten Barre folgte, galt der Erkundung der spätglazialen Fortsetzung der Kadet-Rinne nach der Mecklenburger Bucht und gleichzeitig der Suche nach Torflagern, die sich reichlich lohnte.

Durch Sondierungen auf dem Sporn des Gedser Revs sollte geklärt werden, ob Geschiebemergel bis unmittelbar an die Gedser Enge herantritt, oder ob ein zweiter nach der Nordostecke der Mecklenburger Bucht führender, spätglazialer Schmelzwasserlauf unter einem Kies- und Sandsporn verschüttet wäre. Es wurde bei 10 bis 15 m Wassertiefe unter einigen Metern Sand und einem aus Geröll bestehenden Basispflaster ein bis an den Steilhang reichender Geschiebemergelsockel mit einer Terrasse bei -23 m NN festgestellt.

Die beiden südlich der Gedser Enge in 27 und 28 m Wassertiefe angesetzten Sondierungen führten im lockeren Sediment bis in 37,5 m Tiefe, ohne daß ein fester Untergrund erreicht wurde. Damit sollte die Tiefe der einstigen Schmelzwasserrinne untersucht werden.

Die im Bereich der kleinen Sandmulden zwischen dem Fischland und dem Ostrand der Kadet-Rinne vorgenommenen Sondierungen dienten der Erkundung der Muldenformen im Geschiebemergel hinter den Teilloben der Moränenzüge G und H. Es ging insbesondere um den Nachweis des Absinkens des Lobenrandes nach der Lobenstirn hin.

Die zwischen die Nordmulde der Kadet-Rinne und das in der Hjelm-Bucht vorhandene Schlickgebiet gelegten Riegel sollten prüfen lassen, ob außer einer am Nordabhang des Plantagenet-Grundes vorbeiführenden Hauptabflußrinne des aus dem Arkona-Becken während des Endstadials auf der Falster-Rügen Platte vorstoßenden Großgletschers ein weiteres

TAFEL I

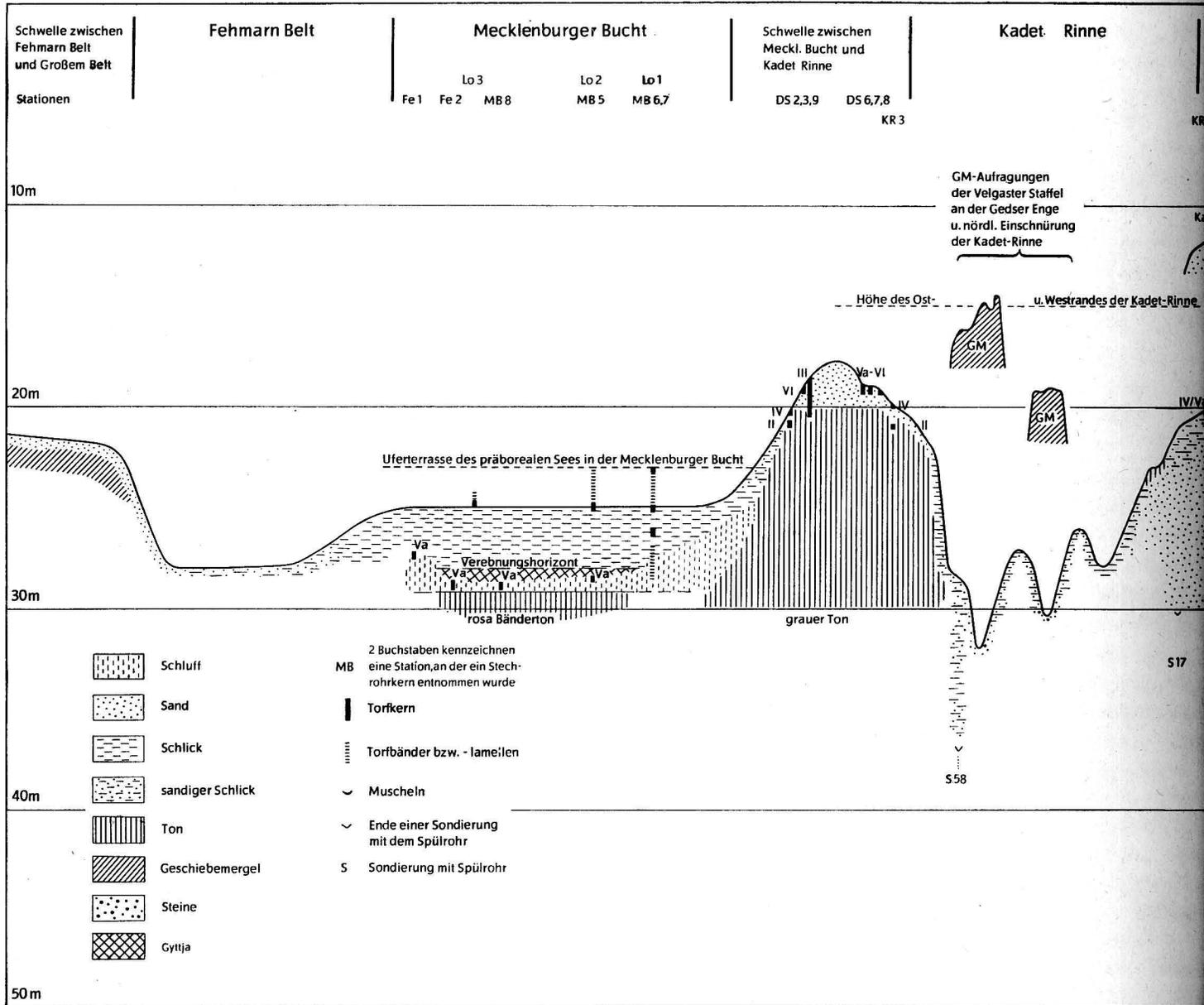
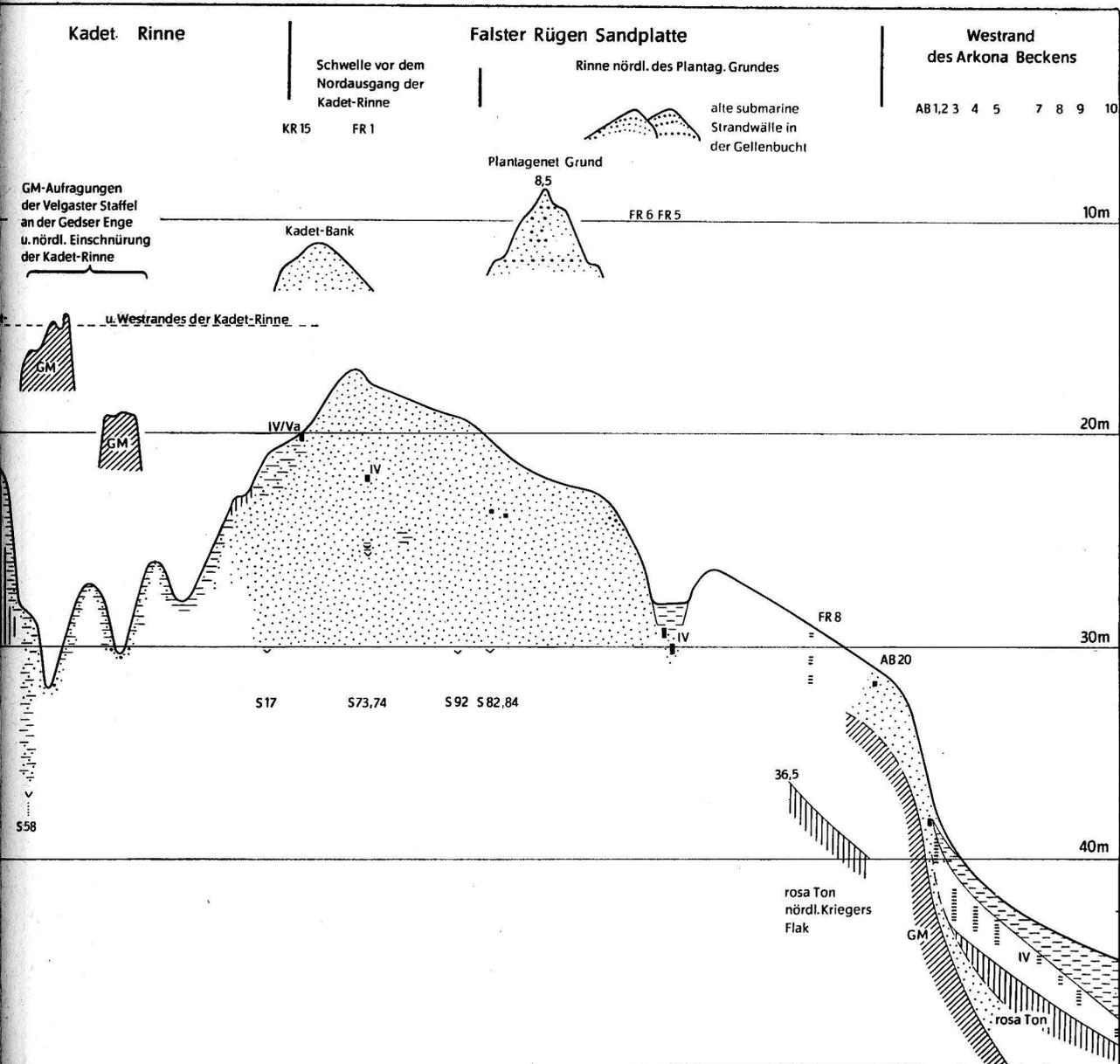


Abb. 1. Geologisches Profil vom Fehmarnbelt bis an den Westrand



...marnbelt bis an den Westrand des Arkona-Beckens

Schmelzwassertal unter Möen und Falster entlang geführt hätte. Dies konnte verneint werden.

Die vom Nordende der Kadet-Rinne bis vor den Plantagenet-Grund geführten Sondierungen sollten die Mächtigkeit des Sandes der Falster-Rügen-Platte feststellen lassen, um der Frage nachzugehen, ob während des Velgaster Stadials zwischen Möen, Falster, Zingst und Hidden-see eine Großgletschermulde vorhanden war, die während eines späteren Stadials unter einem mächtigen Sander verschüttet wurde. Die Sondierungen schienen dies zu bestätigen. Es ergab sich eine Mächtigkeit der Sande von über 10 m. Torffunde und aufquellende Schlicktrübe ließen einen unter mehreren Metern Flugsand begrabenen Wasserlauf bis nördlich des Plantagenet-Grundes verfolgen.

Die auf der Kadet-Bank und dem Plantagenet-Grund vorgenommenen Sondierungen hatten den Nachweis litoriner Dünen- und Strandwallkomplexe zum Ziel. Dasselbe galt für die Sondierungen in der Gellen Bucht.

Von weiteren Einzelheiten wird im Folgenden berichtet. Die Erkundungsarbeiten machten in den Jahren 1960—62 264 Abstiege von Tauchern mit Helm und schweren Gummianzügen in offener See erforderlich.

3. Das geologische Längsprofil vom Fehmarnbelt bis an den Rand des Arkona-Beckens⁴ (Tafel I)

Das geologische Längsprofil (Abb. 1) folgt etwa der mehrfach gebrochenen Linie des Schifffahrtsweges 1 durch den Fehmarnbelt, die Mecklenburger Bucht und die Kadet-Rinne bis nördlich des Plantagenet-Grundes. Von dort führt das Profil auf Schifffahrtsweg 55 in geradliniger Fortsetzung des Weges 1 bis an den Rand des Arkona-Beckens. Die Knickpunkte der Profillinie liegen bei Tonne 7c am Ostrand der Mecklenburger Bucht, Tonne 9 in der Südmulde der Kadet-Rinne, Tonne 12 am Nordende der Kadet-Rinne und bei Tonne 4 (Weg 55) am Rande des Schlickgebietes im Arkona-Becken. Von Tonne 4 verläuft das Profil in westöstlicher Richtung bis zur Wassertiefe von 45 m.

Die aus Geschiebemergel bestehende Schwelle des Öjet schließt die Mulde des Fehmarnbelts nach NW ab. In die nach der Markelsdorfer Huk hinüberführende Schwelle ist die flache Rinne des Windes Grav eingeschnitten. Die großen Steine nordwestlich der Markelsdorfer Huk und auf dem Öjet lassen ebenso wie zahlreiche Ankerproben das Anstehen von Geschiebemergel unter einer dünnen, teils lückenhaften Decke mittel- bis grobkörnigen Sandes feststellen.

Am Grunde des von der Strömung offen gehaltenen Fehmarnbelts finden sich im mittleren Abschnitt schlickiger Fein- bis Mittelsand und nach der Mecklenburger Bucht hin mittel- bis feinsandiger Schlick von zunehmender Stärke.

Die Mächtigkeit litorinen Schlicks beträgt in der Mecklenburger Bucht durchschnittlich 3 m. Darunter folgt eine bis 1 m starke, im brackischen Milieu abgesetzte Gyttja über Torf, Kalkgyttja, Schluff und spätglazialen Bänderton. An den Rändern der Mecklenburger Bucht verringert sich die Stärke der Schlickdecke, und es wächst die Mächtigkeit der Schluffe des Untergrundes.

Die Uferterrasse eines prälitorinen Gewässers in der Mecklenburger Bucht wird durch die gestrichelte Linie bei -23 m NN angedeutet. Hunderte von millimeterstarken, in Schluff eingelagerten Torflamellen in der Schicht zwischen 23 und 25 m unter NN kennzeichnen die alte Uferzone vor der Südküste von Laaland.

Zwischen der Mecklenburger Bucht und der Kadet-Rinne finden sich im Bereich einer flachen Schwelle Torfvorkommen verschiedenen Alters von der mittleren Dryas bis zum älteren Atlantikum.

Das Profil der Kadet-Rinne läßt die größten Tiefen von 32 und 30 m in den durch Geschiebemergelauftragungen der Velgaster Staffel bedingten beiden Engen erkennen. Die Bedeckung des Grundes der südlichen, mittleren und nördlichen Mulde der Kadet-Rinne besteht aus sandigem Schlick mit groben Beimengungen von Kies und Steinen vor allem an den Rändern. Zwei südlich der Gedser Enge bei $-27,5$ und $-28,5$ m angesetzte Sondierungen führten bis $-37,5$ m und endeten in sandigem Schlick. Eine tonige Grobdetritusgyttja vom Nordende der Kadet-Rinne läßt an der Wende vom Präboreal zum Boreal (IV/Va) den Wasserspiegel bei -20 m NN annehmen.

Die Mächtigkeit der Sande der Falster-Rügen-Platte von 10 m und darüber wird durch eine Reihe von Sondierungen belegt. Die an mehreren Stationen festgestellten Torfschichten und aufquellende Tontrübe lassen die Fortführung der im Spätglazial verlandeten und über-sandeten Haupttrinne bis vor den Nordhang des Plantagenet-Grundes verfolgen.

Am Westrand des Arkona-Beckens kennzeichnen Schwemmtorfe und zahlreiche humose Lagen im tonig-schluffigen Sediment die Uferzone eines größeren Gewässers. Einzelspektren der Schwemmtorflagen ließen auf Präboreal oder jüngere Dryas erkennen. Die durchschnittlich 1 m starke Schicht mit humosen Lagen steigt von 48 m bis 38 m unter NN auf. Es kann demnach eine Wasserstandsänderung um etwa 10 m angenommen werden.

Der Rand des Arkona-Beckens erscheint im Geschiebemergel deutlich ausgeprägt. Im Normalprofil folgen über dem Geschiebemergel: Sand, spätglazialer rosa Ton, schluffiger Feinsand, türkisfarbener Ton, toniger Schluff mit millimeterstarken, blauschwarzen organogenen Lagen in etwa 1 cm Abständen und einzelnen stärkeren Torfbändern, schluffiger Feinstsand und rezenter mariner Schlick. Der nur wenige Dezimeter starke, türkisfarbene Mittel- bis Feinton unterscheidet sich hinsichtlich der Körnung und des CaCO_3 -Gehalts nicht wesentlich vom rosa Ton. Spärliche Diatomeenfunde ließen beide als limnische Absätze erkennen. Der rosa Ton steigt am Rande einer 40 m tiefen Mulde nördlich von Kriegers Flak bis 36,5 m unter NN auf.

4. Glazialmorphologischer Überblick (Karte 3)

a) Absolute Chronologie

Die letzte glaziäre Überformung des Meeresgrundes in der Mecklenburger Bucht erfolgte während einer Endphase, die zeitlich etwa mit dem Vorstoß bei Grömitz an der schleswig-holsteinischen Ostküste zusammenfiel. Die Darßer Schwelle erhielt ihre Gestalt während der Stadiale G und H. Das Relief der Falster-Rügen-Platte wurde durch zwei zuletzt unter den Küsten von Möen und Rügen vorgestreckte Gletscherzungen überprägt.

TABELLE I

Absolute Chronologie des Spätglazials im Raume der westlichen Ostsee nach C^{14} -Datierungen

15 000 v. u. Z.	Beginn des Spätglazials = Beginn der Abschmelze am Ende des Pommerschen Stadials E (GROSS 1958)
14 500 v. u. Z.	Beltvorstoß (GROSS 1958)
14 000 v. u. Z.	Langeland-Vorstoß, Stadium F (GROSS 1958)
13 000 v. u. Z.	Vorstoß bei Grömitz (BRÜCKNER 1954, SCHÜTTRUMPF 1955) — Endphase in der Mecklenburger Bucht
12 000 v. u. Z.	Velgaster Stadium G (MAGNUSSON, LUNDQVIST, GRANLUND 1958)
11 250—10 300 v. u. Z.	Ende der ältesten Dryas und Bölling Interstadial (GROSS 1958)
10 300—10 000 v. u. Z.	Ältere Dryas
10 000—8 800 v. u. Z.	Alleröd Interstadial (IVERSEN 1953)
8 800—8 000 v. u. Z.	Jüngere Dryas, Mittelschwedisches Stadial, Salpausselkä (DONNER 1951)
8 000 v. u. Z.	Beginn des Holozäns. Ablösung des Eises vom Berge Billingen und Einbruch des Yoldia-Meeres in die Ostsee

Der Zeitraum der Entstehung der erst bei der Litorina-Transgression untergegangenen Glaziallandschaft umfaßt nach der absoluten Chronologie ungefähr 3000 Jahre von 13000 bis 10000 v. u. Z. Die in Tab. 1 enthaltene Zeittafel bietet einen Anhalt für die Einordnung der Ereignisse im Spätglazial.

b) Glaziäre Formen und Ablagerungen im Bereich der Mecklenburger Bucht

Spätglaziale Formen des Meeresgrundes in der Mecklenburger Bucht lassen für ein Endstadium des noch lebendigen Gletschers den in der glazialmorphologischen Übersichtskarte angedeuteten Verlauf des Gletscherrandes annehmen.

Fehmarnbelt und Lübecker Bucht erscheinen als typische, langgestreckte Mulden, die bei finalen Gletschervorstößen geformt wurden. Stauchungen und tiefe Kolke an der Innenseite des als Lobenrand anzusehenden Öjets bestärken in dieser Auffassung. Es ist ein direkter Vergleich mit den Formen und dem unruhigen submarinen Relief in der Kadet-Rinne hinter den Moränen der Stadien G und H möglich.

Der Gletscher in der Lübecker Bucht gabelte sich am Steinriff in eine nach Westen in die Neustädter Bucht und eine nach Süden in die Pötenitzer Wiek vorgestreckte Zunge. Die zahlreichen kleinen Aufragungen am Ende der Lübecker Bucht erinnern an die Bepflasterung des Innenrandes eines Gletscherlobus mit zahlreichen kleinen Buckeln. Letzte Stauchungen müßten sich an der Aufragung des Walkyrien-Grundes nachweisen lassen, wie sie im Echogramm vor der Sagas-Bank deutlich in Erscheinung treten (Abb. 2). An der Wurzel der langen Schurfmulde der Lübecker Bucht steigt zwischen Dahmeshöved und Klütz Höved Geschiebemergel auf und läßt unter der Schlickdecke ein bewegteres Relief erkennen. Durch diese bucklige Welt mußte sich die Trave im Spätglazial ihren Weg in Gestalt eines Durchbruchs bahnen. Kleinere Teilloben am Südrande der Mecklenburger Bucht waren in die Wohlenberger Wiek, Wismar-Bucht, Conventer See-Niederung und die Breitling-Mulde gerichtet.

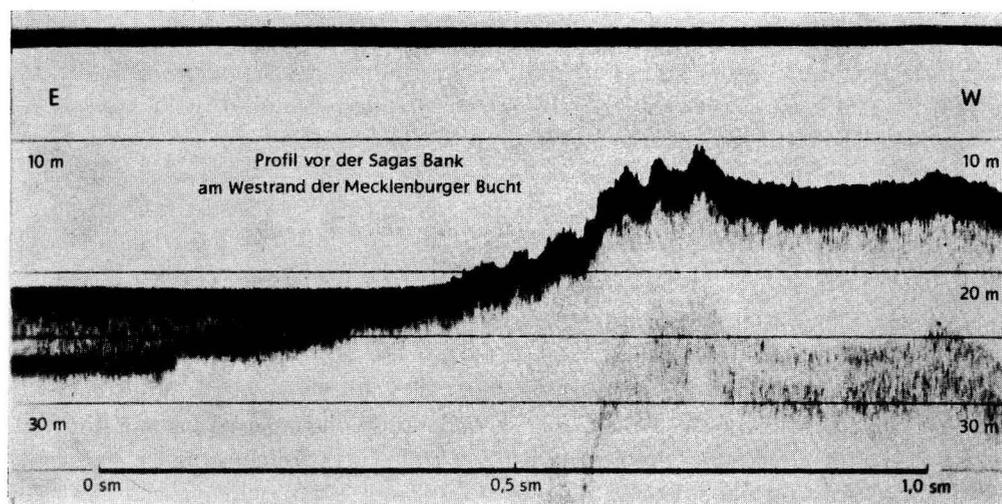


Abb. 2. Glaziäre Stauchungen an der Sagas-Bank

Im Bereich der Rostocker Heide muß im Winkel der durch das starke Blockvorkommen vor der Heideküste gekennzeichneten Kerbe des Eisrandes ein örtlicher Schmelzwassersee vorhanden gewesen sein, in den zunächst die Warnow und nach Freiwerden des Grenztales auch die Recknitz mündeten und bedeutende Mengen feinen Heidesandes vorschütteten. Der Wasserspiegel dieses randlichen Eisstausees lag nach den Untersuchungen von BRINKMANN (1958) und SCHULZ (1959) etwa 3 m über NN. Mit der Absenkung des Seespiegels fiel das

Heidegebiet trocken. Ein Alleröd-zeitliches Moostorflager an der heutigen Küste bei Wiedort mit mehreren Metern Flugsand im Liegenden belegt die äolische Umlagerung und Aufwehung der großen Heidesanddünen in früherer Zeit (SCHULZ 1962). Gleichaltrige und ältere Torfe, die in 20 m Tiefe auf der Darßer Schwelle angetroffen wurden, lassen die Absenkung des Wasserspiegels noch vor dieser Zeit erkennen.

Für das Trockenfallen der Heidesandplatte genügte bereits eine im Zuge der randlichen Abschmelze des in der Mecklenburger Bucht gelegenen Toteiskörpers erfolgte Absenkung um einige Meter. Der Absatz der aus grauem Ton bestehenden Barre zwischen dem Toteis der Mecklenburger Bucht und dem Gletscherrand auf der Darßer Schwelle erforderte noch tieferes, stilles Wasser. Auch die rosafarbenen Bändertone mit Makrowarven von 3 bis 4 cm Stärke wurden offenbar früher während der Eisabschmelze in der Mecklenburger Bucht zwischen Toteisblöcken abgesetzt. Nach der Absenkung des Wasserspiegels auf die maximale Satteltiefe der zwischen Fehmarnbelt und Großem Belt vorhandenen Schwelle wurden zwei breite Schmelzwassertäler in die zwischen Mecklenburger Bucht und Kadet Rinne gelegene Schwelle eingeschnitten (Abb. 6).

Die durch diese Täler in der Zeit der Abschmelze des Toteises hinter der Darßer Schwelle herangeführte Tontrübe ließ die durch Eisenhydroxyd rosafarbenen, schluffigen Bändertone zum Absatz kommen, während die blaugrauen Bändertone am Nordrand der Bucht schon früher am Grunde eines schmalen Schmelzwassersees vor dem Eisrand entstanden sein dürften.

Gleichzeitig mit der Senkung des Wasserspiegels bis etwa 23 m unter NN erfolgte die Umlenkung der Flußläufe der Warnow und Recknitz in die Richtung der Hauptachsen der Mulden des Breitlings und des Saaler Boddens nach NNW bzw. NNE und die Tieferlegung der Flußbetten der Trave, Warnow und Recknitz. Die Sohle der wahrscheinlich schon während der älteren Dryas (Ic) erodierten Flußtäler liegt an der einstigen Mündung der Warnow und der früheren Mündung der Recknitz bei Warnemünde und Wustrow in etwa 13 m Tiefe. Die Fortsetzung der alten Flußläufe nach der Mecklenburger Bucht zeichnet sich von der 12-m-Isobathe an noch in dem Verlauf der Tiefenlinien ab. Die Einmündungen in den nach völliger Abschmelze des Eises die Mecklenburger Bucht erfüllenden See sind noch an den Ausbuchtungen der 20-m-Isobathe zu erkennen (KOLP 1957, Karte 4).

c) Glaziäre Formen und Ablagerungen im Bereich der Darßer Schwelle

Das Netzwerk der Loben der Eisrandlagen G und H auf der Darßer Schwelle wird in Abb. 3 veranschaulicht. Es handelt sich um das Arbeitsschema für die Aufnahme des Meeresgrundes zwischen Fischland, Darß und Gedser Odde.

Oberflächenproben gewährten einen ersten Überblick über die Verteilung der Sedimente. Taucherbeobachtungen ließen die Aufnahme vervollständigen und bestätigten die Richtigkeit des Schemas. Durch Stein- und Blockzählungen wurde die Anreicherung größerer Geschiebe in den zwischen den einzelnen Loben gelegenen Kerben festgestellt. Nach der Stirn eines Lobus hin war jeweils eine Abnahme der Steinbestreuung zu verzeichnen. Sondierungen ergaben ein Absinken des Geschiebemergels nach der Lobenstirn, während sich derselbe in den Kerben am höchsten aufgepreßt fand. Im vordersten Abschnitt des Lobenrandes fand sich Geschiebemergel unter einigen Metern mittelkörnigen Sandes. Der Höhenunterschied des Geschiebemergels in den Kerben und an der Lobenstirn betrug trotz erfolgter Abrasion noch etwa 10 m bei einer Sehnenlänge der Teilloben von ungefähr 10 km. Die hinter den Lobenrändern gelegenen Mulden sind mit feinkörnigem Material gefüllt. Die größte Muldentiefe liegt in der Regel dicht hinter der Lobenstirn, während Geschiebemergel im rückwärtigen Teil der Mulde aufsteigt und mitunter oberflächlich ansteht.

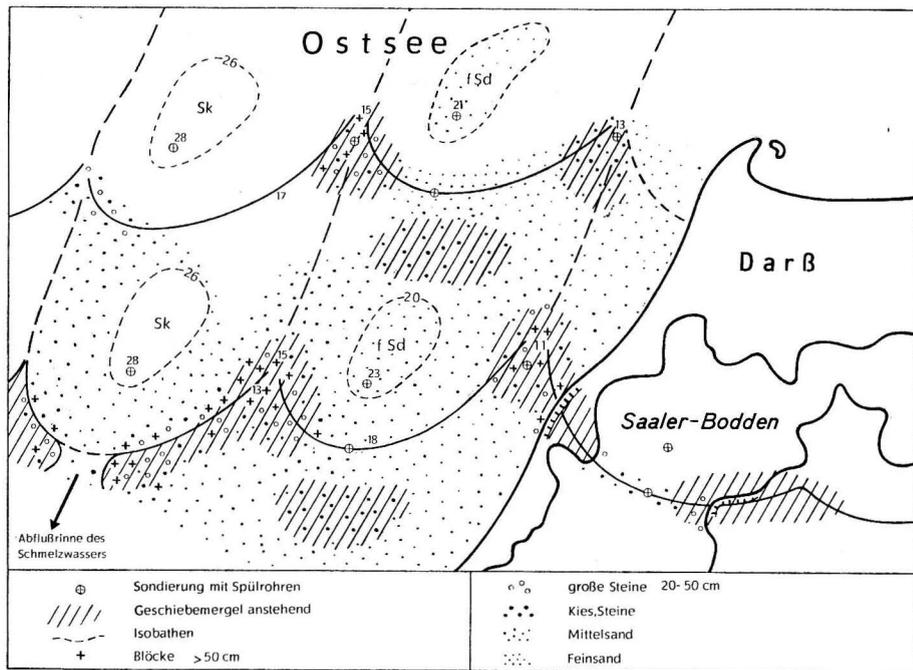


Abb. 3. Schematische Darstellung der Eisrandlagen G und H auf der Darßer Schwelle

Die Kerben der Randlage G werden durch die Blockvorkommen vor Ahrenshoop, am Ostrand der Kadet-Rinne und auf dem Gedser Rev bezeichnet. Die Stauchungen des Velgaster Moränenzuges kommen im Echogramm deutlich zum Ausdruck (Abb. 4). Die Kerben der etwa 6 m nördlich gelegenen Randlage H werden durch das Kiesvorkommen vor Darßer Ort sowie Blöcke am Ostrand der Kadet-Rinne auf der Aufragung an der nördlichen Einschnürung angedeutet und lassen sich an Stein- und Blockvorkommen unter der Ostküste von Falster weiter verfolgen. An der Südküste der Insel Møen wird die Fortsetzung derselben Randlage durch die von HAARSTED (1956) dargestellten Stauchmoränenbögen angedeutet. Anhaltspunkte für die östliche Fortsetzung der am Meeresgrund bis vor Darßer Ort erkennbaren Randlage H bietet der in relativ hoher Lage angetroffene Geschiebemergel am Darßer Ort (-8 m), bei Zingst (-6 m), am Kavelhaken der Sundischen Wiese (-4 m), bei Prahmort (-4 m) und am Südrand des Bocks (-4 m).

Zwischen den glaziären Formen der Darßer Schwelle und den Formen der hinter dem Fischland, Darß und der Insel Hiddensee gelegenen Boddenlandschaft besteht ein enger Zusammenhang. Saaler Bodden, Libben, Wieker und Vitter Bodden stellen überflutete Schurfmulden von denselben Ausmaßen dar, wie sie am Meeresgrund angetroffen werden. Die durch beiderseitige Landvorsprünge bedingten Einengungen der Bodden kennzeichnen den Verlauf der Lobenränder, deren überflutete Abschnitte sich an Steindurchgängen und am Boddengrund anstehendem Geschiebemergel verfolgen lassen.

So führt die Velgaster Randlage vom Steilufer des Damser Orts nach dem Fischland und der südlicher gelegene Elmenhorster Moränenzug vom Steinort nach dem flachen, sehr steinigen Rücken zwischen Dändorf und Dierhagen hinüber.

Am Südufer des hinter Hiddensee gelegenen Vitter Boddens steigt zwischen Seehof und der Fähriinsel Geschiebemergel mit reichlicher Steinbestreuung bis dicht unter die Wasseroberfläche auf. Bei den 5 bis 6 m über der Wasseroberfläche gelegenen Südufern des Wieker Boddens und der Prohner Wiek handelt es sich gleichfalls um Lobenränder. Dicht vor beiden Ufern

wurde durch Sondierungen ein Absinken des Geschiebemergels bis etwa 15 m unter NN festgestellt.

Man muß beachten, daß es sich an der Küste mitunter um wenig hervortretende Formen handelt, wenn Moränenzüge in See untertauchen. Außerdem befinden wir uns beim Fischland an der Stirn und damit dem niedrigsten Abschnitt der Marginale des einst zwischen Möens Klint und dem Dornbusch gelegenen Großgletschers.

Die Spannweite der Teilloben auf dem Festland variiert zwischen 10 und 15 km. Der Höhenunterschied zwischen dem Rand an der Lobenstirn und der größten Muldentiefe beträgt etwa 20 m.

Besonders einprägsam erscheint die gesetzmäßige Anordnung der Teilloben im Gesamtlobus, die durch den Verlauf der Kerbspuren deutlich hervortritt (vgl. JOHNSON 1956).

Radial verlaufende Kerbspuren werden durch die Block- und Kiesvorkommen am östlichen Rand der Kadet-Rinne, vor Ahrenshoop und Darßer Ort sowie durch den Rücken von Fahrenkamp und die im Bereich von Kerben gelegenen Geschiebemergelauftragungen von Barhöft und dem Dornbusch gekennzeichnet.

Die zwischen den einzelnen Kerbspuren nacheinander folgenden Lobenränder gehören offenbar zu ein und demselben Großgletscher. Das gilt sowohl für die hinter dem Fischland wie auch für die auf der Darßer Schwelle verzeichneten Randlagen. Die weit ausgreifenden Finalloben des Endstadiums stehen in krassem Gegensatz zur strengen Anordnung der Teilloben innerhalb eines Großgletscherlobus zur Zeit seines Optimums.

Die Außenküsten vom Fischland und Darß sowie von der Insel Hiddensee laufen Kerbspuren parallel. Zur Zeit der Litorina-Transgression folgte die Uferlinie sicherlich den in den Kerbspuren aufgepreßten Geschiebemergelrippen. Abrasion und Uferabbruch führten später zum Rückgang der Küste. Das Fischland und der Dornbusch werden als landwärtige Reste der Aufpressungen in Kerben angesehen, deren Scheitel etwa 1 km vor der heutigen Uferlinie zu suchen sind. Die 10-m-Tiefenlinie läßt noch zusammen mit der boddenseitigen Uferlinie die vollständige Gestalt der Kerben erblicken.

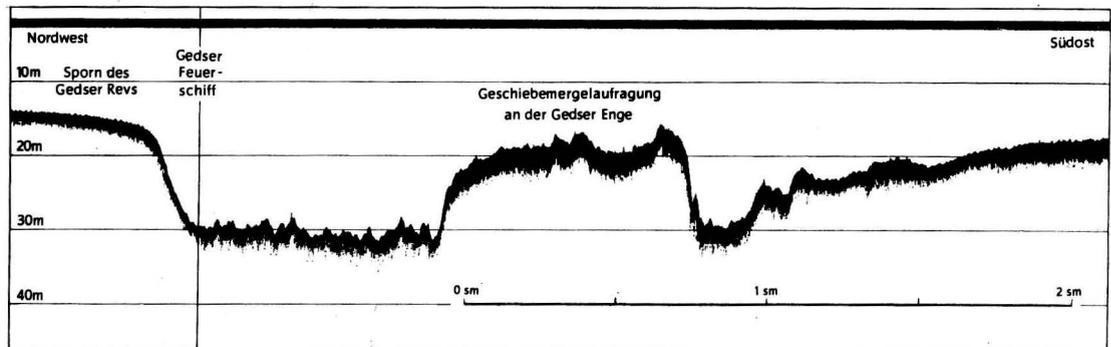


Abb. 4. Durchbruch des Schmelzwassertales durch den Velgaster Moränenzug — Südliche Einschnürung der Kadet-Rinne, Gedser Enge

Die Kadet-Rinne durchbricht die Randlagen G und H (Abb. 4, 5). Sie wurde als Hauptschmelzwasserrinne subglazial angelegt und später zum Urstromtal erweitert. Die Talbreite in der Gedser Enge von etwa 2 km sowie die beiderseits unter einem Winkel von 20 bis 30° ansteigenden 10 bis 15 m hohen Hänge erinnern an gleiche Ausmaße des mecklenburgisch-vorpommerschen Grenztales zwischen Ribnitz und Damgarten. An der nördlichen Einschnürung besitzt das Tal eine Breite von ungefähr 500 m. Die teilweise Verschüttung des Durchbruchs mit größerem Material ist im Echogramm zu erkennen.

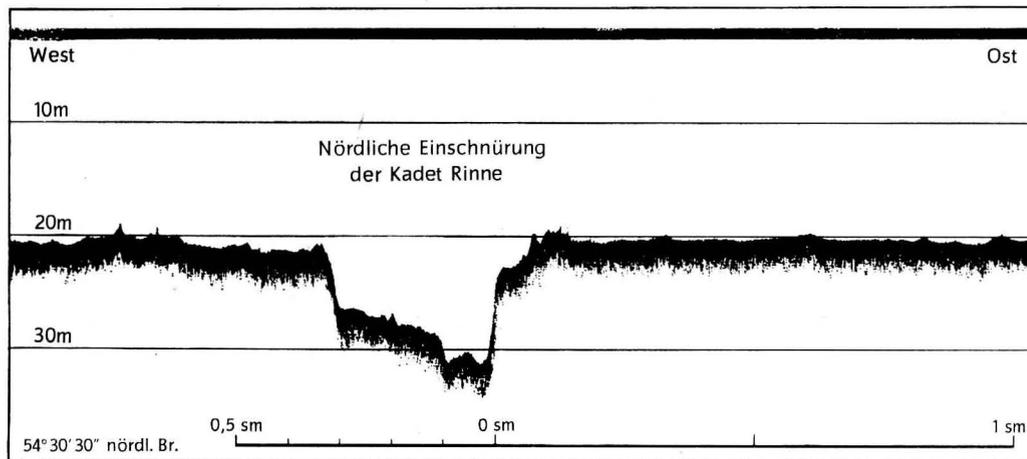


Abb. 5. Durchbruch des Schmelzwassertales durch die Randlage H – Nördliche Einschnürung der Kadet-Rinne

Das auf Grund von Sondierungen mit Spülrohren entworfene, geologische Querprofil vor dem Süden der Kadet-Rinne läßt zwei Schmelzwassertäler erkennen, die in den grauen Ton der zwischen der Mecklenburger Bucht und Kadet-Rinne gelegenen Barre eingeschnitten waren (Abb. 6).

Das Vorhandensein von zwei Tälern läßt auf eine Gabelung südlich der Gedser Enge schließen. Das Haupttal führte von der Südmulde der Kadet-Rinne auf kürzestem Wege nach der Mecklenburger Bucht, während das nördliche Nebental nach der durch die 20-m-Tiefenlinie bezeichneten Nordostecke der Bucht verlief.

Sondierungen endeten im Bereich der 2,5 und 1 sm breiten Talungen in kalkhaltigem, tonigen Schluff, ohne daß fester Grund erreicht wurde. An den Stationen 2 und 15 wurden im Hangenden des Schluffs dezimeterstarke Torfe aus dem Alleröd sowie aus der jüngeren Dryas angetroffen. In der meterstarken Sanddecke über Ton und Schluff fanden sich boreale bis frühatlantische Torfe. Die Alleröd- und Dryas-zeitlichen Torfvorkommen lassen die Auffüllung der Schmelzwassertäler mit tonigen und feinsandigen Schluffen in früheren Abschnitten des Spätglazials annehmen. Es ist festzustellen, daß die beiden Schmelzwassertäler im Holozän nicht wieder freigelegt wurden. Während des Endstadials auf der Falster-Rügen-Platte wurde das Hauptschmelzwassertal bis an den Rand des Arkona-Beckens rückwärtig verlängert. Die Wasserführung in den Urstromtälern der Darßer Schwelle dauerte bis zum Beginn der randlichen Abschmelze des Eises und Senkung des Wasserspiegels im Arkona-Becken.

Das Trockenfallen der Haupttalung erfolgte gegen Ende der älteren Dryas. Die Auffüllung mit Schluffen hatte sicher schon früher eingesetzt. Präboreale Torfe lassen eine nochmalige Wasserführung in der jüngeren Dryas und endgültige Verlandung im Präboreal annehmen.

Die Zusammensetzung des schluffigen Füllmaterials ist aus der Kornverteilung im Stechrohrkern DS 2 von Station 2 des Querprofils zu ersehen (Anhang, Tab. 4). Die Analysen des Stechrohrkernes DS 3 von Station 10 des Profils sollen die meterstarke Decke feinkörniger Sande mit eingeschalteter Torfschicht erkennen lassen. Es ist zu bemerken, daß zunächst bei der Sondierung an Station 10 ein tieferer, wahrscheinlich älterer Torf im Schluff und bei der später erfolgten Stechrohrprobenentnahme ein jüngerer, boreal-atlantischer Torf in der Feinsanddecke angetroffen wurde, der in Abb. 6 noch nicht enthalten ist.

Auf der Falster-Rügen-Platte sind nur schwach ausgeprägte glaziäre Formen zu erkennen. In einer Endphase erreichten zwei aus dem Arkona-Becken vorstoßende Finalloben den

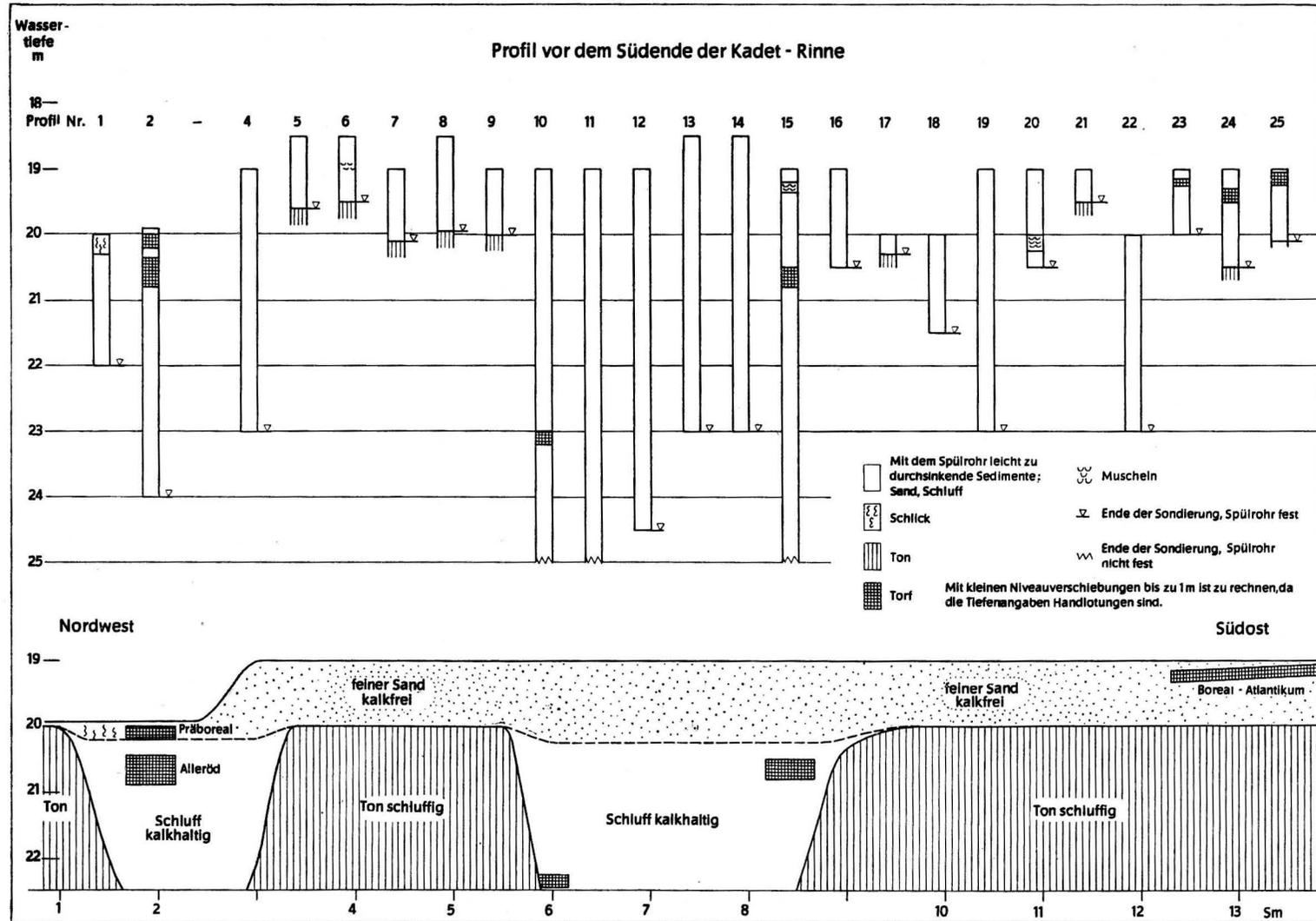


Abb. 6. Geologisches Querprofil vor dem Südende der Kadet-Rinne

Plantagenet-Grund und den Südrand der langgestreckten Mulde vor Möen und Falster (Karte 3).

Die Marginale des gegen den Plantagenet-Grund vorgeschobenen Gletschers wies eine Kerbe bei dem Blockvorkommen südöstlich des Grundes und eine weitere Kerbe westlich des Dornbusches auf, so daß drei Teilloben den Wieker und Vitter Bodden, das Gebiet zwischen dem Dornbusch und dem genannten Blockvorkommen sowie die Mulde östlich des Plantagenet-Grundes einnahmen.

Die Verbindung der Lobenlinien der langgestreckten Gletscherzunge vor Möen und Falster sowie des um Rügen herum nach SW vorgestoßenen Gletschers bleibt ungewiß.

Sondierungen auf dem Plantagenet-Grund ließen Geschiebemergel nicht erreichen. Zahlreiche Kieslagen im Sand in Abständen von einigen Dezimetern ließen auf Strandwallbildungen und eine Umlagerung fluvioglaziären, kiesigen Materials während der Litorina-Transgression schließen.

Vor dem Südennde der langen Schurfmulde vor Möen und Falster wurde eine Schuppenstruktur des oberflächlich anstehenden Geschiebemergels festgestellt. Das Streichen findet in der Konfiguration der 20-m-Isobathe Ausdruck.

Die Geschiebemergelauftragung von Kriegers Flak, die auch als Möen Bank bezeichnet wird, besitzt annähernd die gleiche Gestalt wie die Insel Möen. Der mit Steinen und Blöcken bestreute südöstliche Sporn (Abb. 7) mochte in einem frühen Stadium als Eckpfeiler zwischen den nach Norden und Westen vordringenden Gletscherströmen eine Rolle gespielt haben. Später wurde die Auftragung vom Eis überfahren, und Möens Klint bildete fernerhin das Gegenstück zu Kap Arkona. Die Hauptspur zwischen den in die Mecklenburger und die Oderbucht vorgestoßenen Großgletschern verlief in einem Bogen von Kap Arkona über den Dornbusch und die Auftragung von Barhöft.

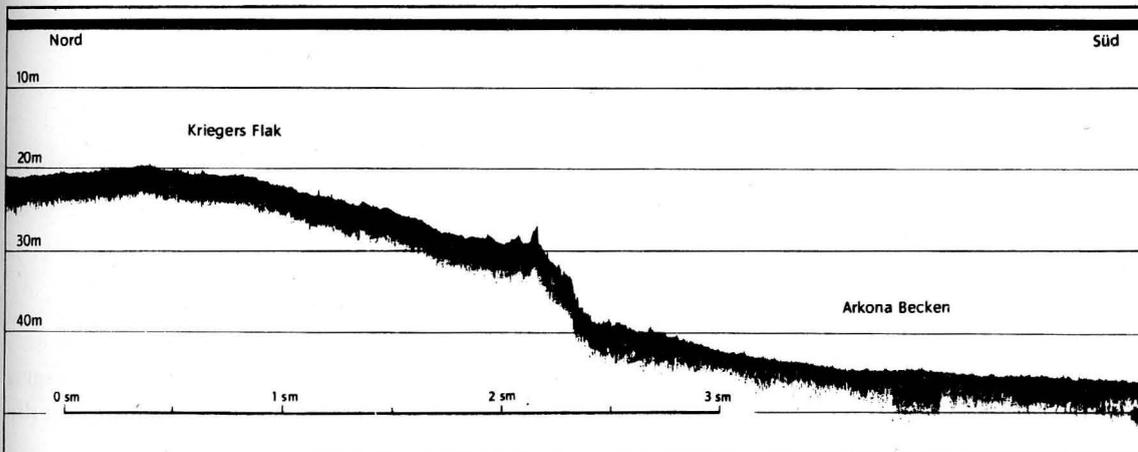


Abb. 7. Südostsporn von Kriegers Flak und Uferterrasse des Arkona-Beckens bei 38 m unter NN

5. Torfvorkommen in der Mecklenburger Bucht und auf der Darßer Schwelle

a) Torfproben in Stechrohrkernen aus der Mecklenburger Bucht

Die Torffunde in der Mecklenburger Bucht wurden bereits in einem Beitrag zur Entwicklungsgeschichte dieses Gebietes 1961 (Peterm. Geogr. Mitt., H. 4) erwähnt. Die Teufen waren aus den damals beigefügten Profilbeschreibungen der gemeinsam mit polnischen Kollegen eingebrachten Stechrohrkerne zu entnehmen.

Die Abbildungen einiger typischer Stechrohrproben aus der Mecklenburger Bucht sind dieser Arbeit auf Tafel II beigegeben worden.

Die Kerne Fe 1 (Fe I) und Fe 2 (Fe II) und die beiden in der Kalkmudde zusammengesetzten Kerne MB 10 + MB 1 (Z I und A I) sollen das vollständige Normalprofil der Mecklenburger Bucht und die Lage der Torfproben im Schichtverband vor Augen führen. Die eingeklammerten Kernbezeichnungen wurden ursprünglich verwendet und später angesichts der rasch angewachsenen Zahl der Stechrohrproben zur besseren Übersicht durch neue Bezeichnungen ersetzt.

Bei den drei Teilproben MB 5 a (Z III c), MB 5 b (Z III d) und Fe 2 (Fe II) handelt es sich um die in der größten Tiefe von 28 bis 29 m gewonnenen Torfkerne aus dem zentralen Teil der Mecklenburger Bucht.

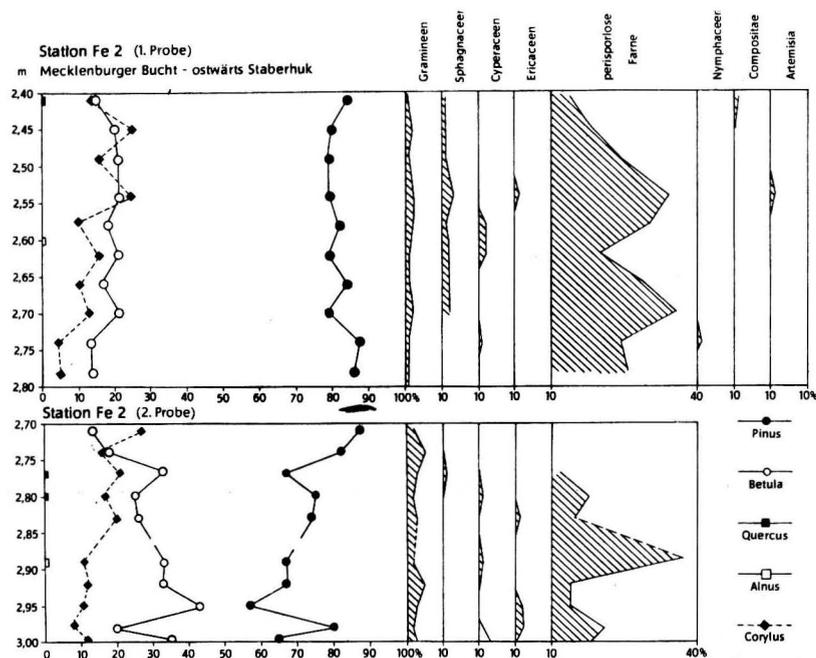


Abb. 8. Pollendiagramme der Torfkerne Fe 2 aus dem zentralen Teil der Mecklenburger Bucht von H. SCHULZ, Schwerin

Die Stechrohrkerne Lo 1, Lo 1 a und Lo 2 mit häufig wechselnden Torf- und Schlufflagen sowie fein- bis mittelkörnigem Sand über graublauen Bändertonen im Liegenden sind für die Uferzone eines präitorinen Gewässers in der Mecklenburger Bucht kennzeichnend.

Es ist besonders zu bemerken, daß die Diatomeen den in den Profilbeschreibungen 1961 angeführten „graubraunen, humosen Schlick mit Pflanzenfasern“ über dem Torf, der beim Betupfen mit verdünnter Salzsäure aufbraute, als brackisch-limnische Sedimente ausweisen, das nunmehr als graubrauner Gytija-Schluff mit Pflanzenfasern bezeichnet wird. Nach den Definitionen der Sedimente der südlichen Ostsee möchte unter Schlick stets ein marines Sediment verstanden werden.

Die Torfe der Mecklenburger Bucht weisen nach pollenanalytischen Befunden von H. SCHULZ ein einheitliches Alter auf. Die Torfbildung setzte an der Wende vom Präboreal zum Boreal (IV/Va) ein und dauerte bis gegen Ende des älteren Boreals (Va) (Abb. 8). Dieses Ergebnis steht mit den walddeschichtlichen Untersuchungen von SCHMITZ an der schleswig-holsteinischen Küste (1953) und mit den Altersbestimmungen von Torfen aus der gleichen

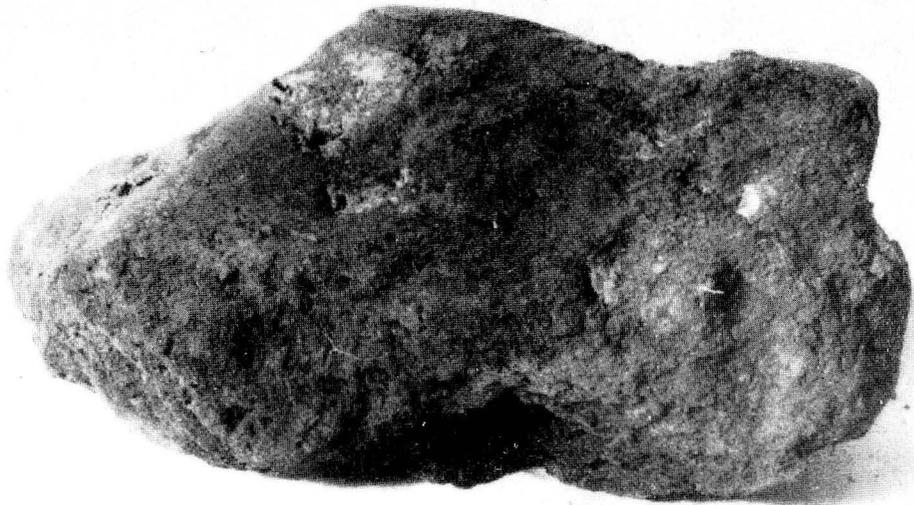


Abb. 9, 10.

Torfgerölle aus der Südmulde der Kadet-Rinne. Die Gerölle dürften von Abbruchkanten der im Bereich der Feinsandschwelle vor dem Südende der Kadet-Rinne gelegenen Torflager stammen. Die Maßstäbe entsprechen jeweils 10 cm

Tiefe am Ausgang des Großen Belts durch KROG (1960) in Einklang. Die Stechrohrproben aus der Mecklenburger Bucht lassen eine einheitliche Torfdecke über der in den Echogrammen deutlich als Schallgrenze erscheinenden Oberfläche von Sand und Schluff des Liegenden annehmen.

Die pollenanalytische Untersuchung der Stechrohrprobe Fe 2 durch K. LUBLINER-MIANOWSKA (S. 62) spricht jedoch dafür, daß die Torfbildung noch bis in den jüngeren Abschnitt des Boreals (Vb) hineinreichte.

Die einzelnen Pollenspektren der Torflagen in den Stechrohrkernen Lo 1 und Lo 2 ließen eine ähnliche Zusammensetzung wie in den kompakten Torfen aus dem zentralen Teil der Mecklenburger Bucht erkennen. Die etwa 2 m starke Schicht mit abwechselnden Torf- und Schlufflagen spricht für einen erst rascheren und dann allmählichen Anstieg des Wassers bis -23 m NN gegen Ende des durch Torfbildung gekennzeichneten Abschnitts.

Pollenanalysen der vom Torf durch eine Zwischenlage von Sand getrennten Kalkgyttja ließen den Absatz derselben an der Wende vom Präboreal zum Boreal annehmen. Das pollenreiche, für den zentralen Teil der Mecklenburger Bucht charakteristische Sediment kann als Flachwasserbildung vor dem Trockenfallen der Bucht angesehen werden. Die vom ablaufenden Wasser eines präborealen Sees zuletzt über Schluff und Kalkmudde gezogene Sanddecke stellt offenbar das letzte Sediment des präborealen Abschnitts in der Mecklenburger Bucht dar.

Die Deutung des Pollendiagramms der Kalkmuddeprobe Fe 1 durch H. SCHULZ lautete: „Die hohe Pollenfrequenz wie auch die Zusammensetzung der Pollenflora lassen auf eine geschlossene Pflanzendecke zur Bildungszeit der Gyttja schließen. Für ein relativ warmes Postglazialklima spricht die Bildung der Kalkgyttja selbst. Der Vergleich mit dem hangenden Torf zeigt eine überraschende Übereinstimmung. Es dominieren *Pinus* und *Betula*. *Corylus* ist auch hier wie in allen Torfprofilen in geschlossener Kurve zu verzeichnen. Die sporadischen Anteile von *Alnus* und EMW, durch die höhere Auszählungssumme von 300 BP mit erfaßt, lassen sich durch Ferntransport erklären. Die NBP zeigen keine Besonderheiten. Die Kalkgyttja kann nur am Ende des Präboreals bzw. am Beginn des Boreals (Va) abgelagert worden sein und zwar kurz vor der Bildung des durchgehenden Torfhorizontes. Durch den Fazieswechsel ist keine zeitlich erfaßbare Unterbrechung eingetreten.“

b) *Torfvorkommen auf der zwischen der Mecklenburger Bucht und der Kadet-Rinne gelegenen Schwelle*

Es fiel in der Mecklenburger Bucht auf, daß über den als Sedimenten der ältesten Dryas anzusehenden Tonen lediglich boreale Torfe gefunden wurden. Die Suche nach weiteren Torfvorkommen vor dem Rande der Abrasionsplatten und in der Uferzone früherer Gewässer in der Mecklenburger Bucht blieb vor der deutschen Küste ohne Erfolg. Dagegen ergaben sich reiche Funde von Torfen aller waldgeschichtlichen Abschnitte vom Alleröd (II) bis zum älteren Atlantikum (VI) in Tiefen zwischen 18 und 21 m im Bereich der zwischen der Mecklenburger Bucht und der Südmulde der Kadet-Rinne gelegenen Schwelle (Abb. 6).

Schon bei den Sondierungen für das auf einer mehrfach geknickten Profillinie um die Südmulde der Kadet-Rinne herumführende geologische Querprofil wurden Torfgerölle (Abb. 9, 10) und Handstücke von Tauchern heraufgebracht, die aus Torfschichten unter wenigen Dezimetern Sand herausgeschnitten waren. Bei den an Station 2 und an den Stationen 23, 25 entnommenen Proben handelte es sich bereits um die nach dem Alter einander entferntesten Torfe aus dem Alleröd und dem älteren Atlantikum. Die Einzelproben wurden von H. SCHULZ, untersucht.

Volle Gewißheit brachte die Untersuchung der an den Stationen DS 2, DS 3, DS 4 und DS 8 entnommenen Stechrohrkerne und des an Station DS 9 aus einer 2 m hohen Torfstufe

mit dem Stechkasten herausgeschnittenen Profils. Hinzu kamen noch die eindeutigen Befunde einer Probe mit zwei Torfhorizonten, die an Station KR 3 am Rande der Südmulde der Kadet-Rinne gewonnen wurde.

Die beiden von H. SCHULZ gezeichneten Pollendiagramme der in Feinsand eingeschalteten Torfe von den Stationen DS 3 und DS 8 lassen ein Torfwachstum bis ins ältere Atlantikum erkennen (Abb. 11, 12).

In der 20 cm langen Torfprobe DS 3 haben die wärmeliebenden Holzarten bereits im untersten Spektrum die rationelle Grenze überschritten. *Alnus* überwiegt leicht EMW. Von der Rotbuche fehlt noch jede Spur. Der Haselgipfel von 113% bei Zentimeter 16 des Profils wird als eine der fünf *Corylus*-Spitzen angesehen, die von SCHMITZ (1953, 55) als großklimatische Zeitmarken in Schleswig-Holstein bezeichnet wurden.

Die Anteile der AP und das Fehlen der Buche lassen den Abschnitt des Torfwachstums auf das ältere Atlantikum einengen, so daß es sich bei dem Haselgipfel um das für diesen Abschnitt charakteristische zweite Maximum (C 2) handeln dürfte.

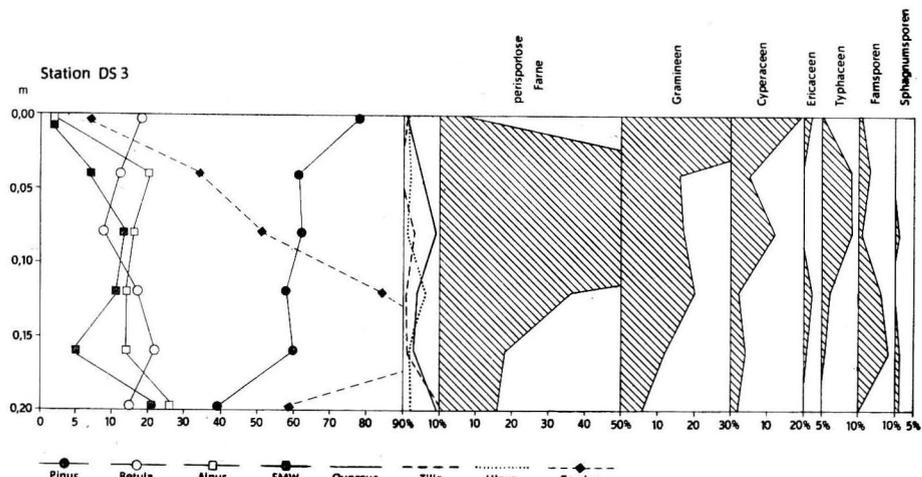


Abb. 11. Pollendiagramm einer Torfprobe aus dem älteren Atlantikum von Station DS 3 der Schwelle zwischen Mecklenburger Bucht und Kadet-Rinne von H. SCHULZ, Schwerin

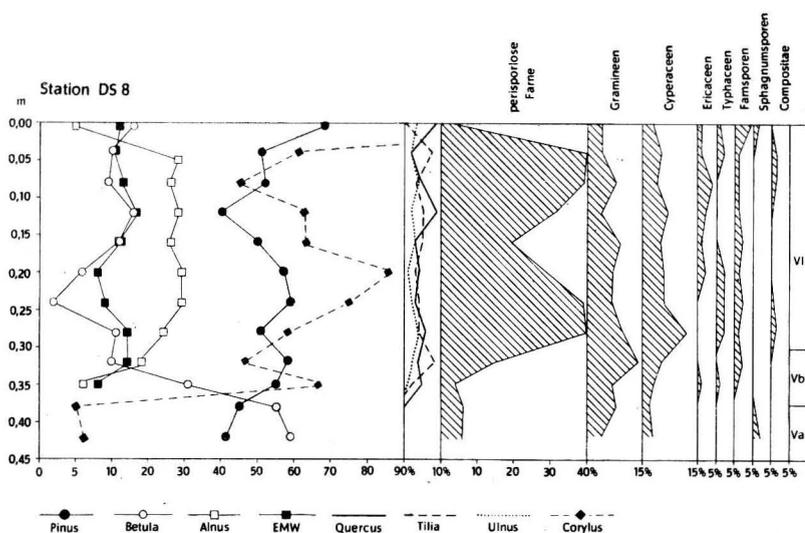


Abb. 12. Pollendiagramm einer Torfprobe aus dem Boreal und dem älteren Atlantikum von Station DS 8 der Schwelle zwischen Mecklenburger Bucht und Kadet-Rinne von H. SCHULZ, Schwerin

Im Profil DS 8 deuten das leichte Übergewicht der Birke über die Kiefer und die geringen *Corylus*-Anteile in den beiden untersten Spektren auf ein frühboreales Alter. Der Aufstieg der Birke und das Einsetzen der Erlen- und EMW-Kurven sowie das erste Haselmaximum (C 1) kennzeichnen nach SCHMITZ den Beginn des jüngeren Boreals (V b). Das fünfte Spektrum bei Zentimeter 28 des insgesamt 42 cm langen Torfkernes läßt bereits ein deutliches Übergewicht der Erle über EMW verzeichnen. Das gut ausgeprägte zweite *Corylus*-Maximum weist wiederum auf älteres Atlantikum (VI).

Die Lage beider Torfkern im Schichtverband ist aus den untenstehenden Profilbeschreibungen zu entnehmen. Die Feststellung der Schichtstärken erfolgte an den an Bord ausgelegten, frischen Stechröhrkernen.

TABELLE 2

Profilbeschreibungen der frischen Stechröhrkerne DS3 und DS8 von der vor dem Südende der Kadet-Rinne gelegenen Barre

Teufen im Kern cm	Schicht- stärke cm	untere Grenze m—NN	Sediment	CaCO ₃
DS3 Wassertiefe: 18,1 m Kernlänge: 3,02 m				
		18,10	Wasser	
0— 50	50	18,60	sehr feiner Sand schluffig	—
50— 58	8	18,68	Gyttja tonig	+
58— 67	9	18,77	Feinsand mit kleinen Steinen	—
67— 77	10	18,87	Torf sandstreifig	—
77— 83	6	18,93	Torf kompakt	—
83—130	47	19,40	Feinstsand schluffig	+
130—132	172	21,12	Grobschluff feinstsandig	+
DS8 Wassertiefe: 18,0 m Kernlänge: 2,50 m				
		18,00	Wasser	
0— 20	20	18,20	Feinsand	—
20— 74	54	18,74	Feinsand	+
74— 83	9	18,83	Gyttja	+
83— 89	6	18,89	Gyttja humus- und sandstreifig	+
89—113	24	19,13	Torf	—
113—125	12	19,25	Schluff humos mit feinen Wurzeln	+
125—148	23	19,48	Feinstsand grau	+
148—154	6	19,54	Feinstsand humos	+
154—250	96	20,50	Feinstsand schluffig grau	+

Die Kornverteilung und der Calciumcarbonat-Gehalt innerhalb des lufttrockenen Stechröhrkernes DS 3 sind aus Tab. 5 des Anhangs zu ersehen.

Als Beispiele für ältere Torfe sind die von Dozentin K. LUBLINER-MIANOWSKA untersuchten Proben aus den Stechröhrkernen DS 4, KR 3 und DS 9 anzuführen. Die Pollentabellen wurden im Anhang beigelegt.

Die Torfprobe aus dem Kern DS 4 stammt sehr wahrscheinlich aus der Dryas. Die nur geringen Anteile von *Salix*, *Selaginella* und den anderen Vertretern der Kältsteppe sprechen für die jüngere Dryas.

Die beiden 12 und 17 cm langen Proben aus dem Stechröhrkern KR 3 sind im Profil durch eine meterstarke Feinsandschicht voneinander getrennt. Die Lage beider Torfe innerhalb der insgesamt 2,25 m starken Feinsandschicht ist aus Tab. 5 des Anhangs ersichtlich.

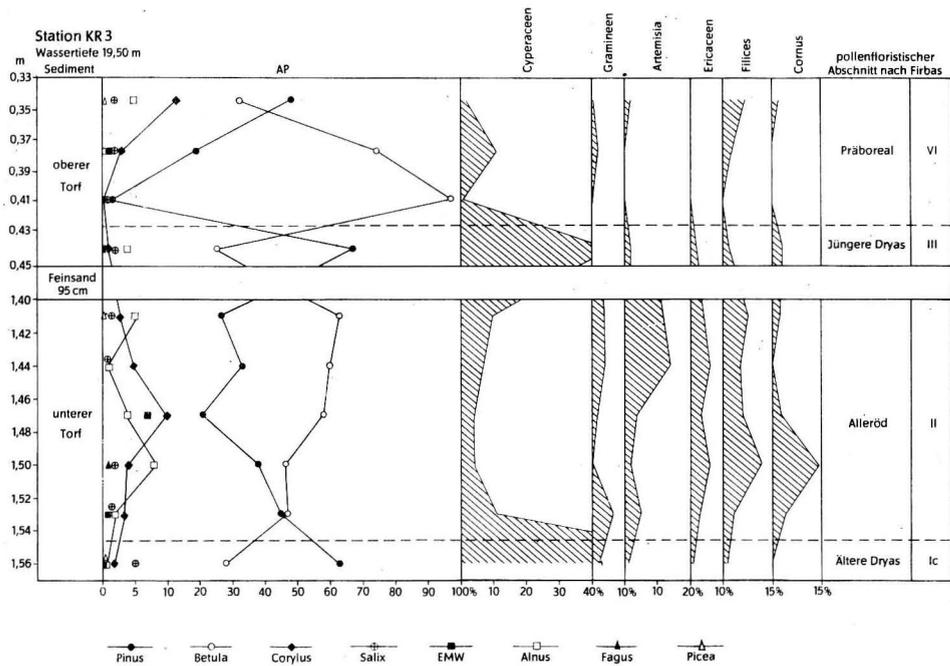


Abb. 13. Pollendiagramme von 2 Torfproben aus dem Alleröd und dem Präboreal von Station KR 3 von K. LUBLINER-MIANOWSKA, Gdynia

Von den 4 Spektren des oberen Torfes ließen die ersten 3 wegen deutlichen Vorherrschens der Birke auf Präboreal erkennen (Abb. 13). Das vierte Spektrum ließ angesichts des Überwiegens der Kiefer und des hohen Anteils der Riedgräser von 95% auf jüngere Dryas schließen.

In den Spektren 5 bis 9 der unteren Probe dominiert die Birke bei Anwesenheit wärme liebender Baumarten wie *Alnus*, *EMW* und *Corylus* sowie arktischer und kontinentaler Komponenten der NAP wie *Cyperaceen*, *Ericaceen*, *Helianthemum*, *Thalictrum*, *Galium*, *Artemisia*, *Rumex*, *Cornus* u. a. m. In Spektrum 10 geht der Anteil der Birke zugunsten der

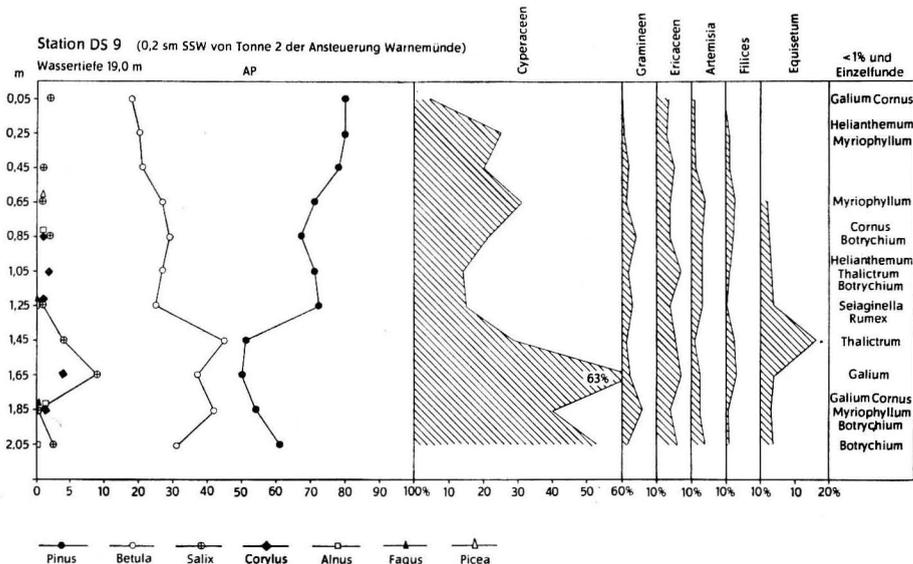


Abb. 14. Pollendiagramm eines 2 m mächtigen Torfes aus der jüngeren Dryas von Station DS 9 von K. LUBLINER-MIANOWSKA, Gdynia. Altersbestimmungen im C^{14} -Labor der Deutschen Akademie der Wissenschaften in Berlin-Adlershof ergaben nach freundlicher Mitteilung von Herrn Ing. G. KOHL eine Bildungszeit von 8993 ± 120 a. B. C. bis 8857 ± 120 a. B. C.

Kiefer zurück, und ein hoher Anteil der Riedgräser läßt den Dryas-Charakter hervortreten. Die Spektren 5 bis 9 wurden ins Alleröd und Spektrum 10 in die ältere Dryas gestellt.

Der 2 m mächtige Torf an Station DS 9 wurde von K. LUBLINER-MIANOWSKA als Braunoostorf mit Beimischung von *Carex* bezeichnet (Abb. 14). Das Vorherrschen von *Pinus* bei Abwesenheit wärmeliebender Holzarten und beachtenswertem Anteil von *Salix*, der hohe Prozentsatz der Cyperaceen und die namentlich in den unteren Spektren beachtlichen Werte der Ericaceen (Empetrum-Typ) sowie geringere Anteile von *Artemisia* und Einzel-funde von *Helianthemum* und *Selaginella* ließen bei den unteren Spektren für jüngere Dryas und bei den oberen Spektren mit geringeren Anteilen der Birke und Riedgräser für das Ende dieses waldgeschichtlichen Abschnitts entscheiden. Fossile Samen und Früchte dieses Torfes wurden von T. NÖTZOLD untersucht und in diesem Heft beschrieben. In den oberen Dezimetern des Torfes gefundene Kerne von *Potamogeton vaginatus* ließen auf den Einfluß von Brackwasser schließen.

Die in den hangenden Schichten der tonig-schluffigen Urstromtalfüllungen angetroffenen Torfe aus dem Alleröd (DS 2, KR 3) lassen das Versiegen der Schmelzwasserläufe gegen Ende des Interstadials erkennen. Der in der Regel über einigen Dezimetern zwischengeschalteten Feinsandes vorhandene präboreale Torf scheint auf eine erneute Wasserführung in der Jüngeren Dryas hinzuweisen, die im Präboreal endete.

Die in 19 m Tiefe auf etlichen Quadratkilometern angetroffenen borealen Torfe sprechen entschieden gegen einen Spiegelstand des Ancylus-Sees oberhalb -20 m NN.

Die als wichtige Marken für die Litorina-Transgression anzusehenden, in den Flußsand eingeschalteten jüngeren Torfe (DS 3, DS 6—8) lassen eine Überflutung erst im älteren Atlantikum (VI) annehmen.

c) Torffunde auf der Falster-Rügen-Platte

Bei den Sondierungen auf der Falster-Rügen-Sandplatte, die der Feststellung der bis nach dem Arkona-Becken verlängerten Urstromtalung dienen sollten, wurde an Station FR 1 ($\varphi = 54^\circ 40,7' N$; $\lambda = 12^\circ 35,0' E$) ein Torfbrocken herausgespült. Die Wassertiefe betrug an der im Bereich eines Urstromtales etwa 5 m westlich des Plantagenet-Grundes gelegenen Station 17,7 m. Die Torfschicht wurde unter 4,5 m Sand bei -22,2 m NN erreicht.

Ein Einzelspektrum des etwa 3 cm großen Torfstückchens ließ 75% *Pinus* gegenüber 25% *Betula* sowie 465% Polypodiaceen feststellen. Der Befund von Dr. H. SCHULZ lautete: „Der Torf zeigt eine Massenvegetation von Polypodiaceen mit überwiegend perisporlosen Farnen. Daneben sind *Pinus* und *Betula* vorhanden. Andere Komponenten der NAP können von dem außerordentlich üppigen Farnwuchs unterdrückt sein. Die monotone Florenzusammensetzung spricht für sehr frühes Postglazial.“

Die Verschüttung des Torfes unter 4,5 m Flugsand weist auf die Zeit noch ohne geschlossene Walddecke.

Ein gut erhaltener Torf wurde nordöstlich des Plantagenet-Grundes in der ins Arkona-Becken führenden Rinne an Station FR 5 bei 28 m Wassertiefe unter 2 m Feinsand und Schluff zwischen 29,96 und 30,44 m unter NN angetroffen und ebenfalls von H. SCHULZ pollenanalytisch untersucht. Das aus 13 Spektren zusammengesetzte Diagramm läßt in 10 Spektren des im oberen Teil sicher autochthonen Torfes und der hangenden Gytta eine einheitliche Zusammensetzung von etwa 75% *Pinus* und 25% *Betula* erkennen, während von den übrigen Baumarten die empirische Grenze noch nicht erreicht wurde (Abb. 15). Tundren- und Steppenelemente wie *Cyperaceae*, *Ericaceae* und *Artemisia* treten in diesem Abschnitt nicht besonders hervor. Es wurde deshalb von H. SCHULZ auf Präboreal erkannt.

Das Spektrum bei 2,37 m läßt eine Einschwemmung von Sekundärpollen erkennen. Es bleibt dahingestellt, ob die humosen Sedimente des Liegenden bereits aus spätglazialer Zeit

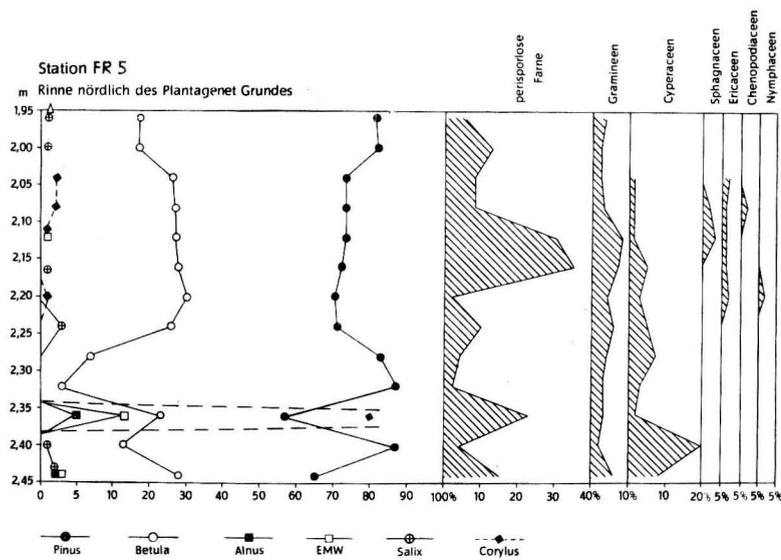


Abb. 15. Pollendiagramm einer Torfprobe aus dem Präboreal von Station FR 5 auf der Falster-Rügen-Platte von H. SCHULZ, Schwerin

stammen und eine Zusammenschwemmung von Pollen wärmeliebender Holzarten nach einer teilweisen Zerstörung allerödzeitlicher Lagen erfolgt ist.

Das Profil des Stechrohrkernes FR 5 läßt in Hinblick auf den häufigen Wechsel von Feinstsand und Schluff mit humosen Lagen eine gewisse Ähnlichkeit mit den Profilen der östlichen Randzone der Mecklenburger Bucht feststellen, wo mit der Einmündung von Flußläufen

TABELLE 3

Profilbeschreibung des luftgetrockneten Stechrohrkernes FR 5 0,6 m westlich Tonne 11 des Schiffsahrtsweges nördlich Rügen; Wassertiefe: 28,0 m, Länge des frischen Kerns: 3,65 m

Teufen im Kern em	Schichtstärke em	untere Grenze m - NN	Sediment	CaCO ₃
		28,00	Wasser	
0 - 53	53	28,53	Feinstsand schlickig, mit Muscheln	-
53 - 94	41	28,94	Feinstsand schluffig, hellgrau	-
94 - 124	30	29,24	Feinstsand tonig, dunkel grau	-
124 - 125	1	29,25	Schluff tonig, dunkel grau mit Hydrobien	+
125 - 133	8	29,33	Schluff feinstsandig, hellgrau mit 3 millimeterstarken Humuslagen	+
133 - 146	13	29,46	Feinstsand schluffig, hellgrau	-
146 - 159	13	29,56	Feinstsand bis Feinsand grau	-
159 - 191	32	29,91	Feinstsand hellgrau	-
191 - 196	5	29,96	Feinstsand humos	-
196 - 199	3	29,99	Schluff bis Feinstsand mit Humusbändern	-
199 - 212	13	30,12	Gyttja humos, schwarzgrau	-
212 - 241	29	30,41	Torf kompakt	-
241 - 242	1	30,42	Feinstsand schluffig mit Torf	-
242 - 244	2	30,44	Tonschluff mit Torf schwarzgrau	-
244 - 250	6	30,50	Feinstsand hell gelbgrau, zerfallen	+
250 - 254	4	30,54	Feinstsand humos, graubraun	+
254 - 301	47	31,01	Schluff hellgrau, bis 260 humos	+
301 - 304	3	31,04	Schluff mit millimeterstarken humosen Streifen	
304 - 314	10	31,14	Schluff weißgrau	+
314 - 358	44	31,58	Feinstsand grau	+

in den vom Spätglazial bis ins Präboreal erhaltenen See gerechnet werden konnte. Pollen- und Diatomeenbefunde für die ganze Länge des Kernes FR 5 wie auch für die an benachbarten Stationen entnommenen Stechrohrkerne stehen noch aus, so daß eine Deutung des Profils im größeren Zusammenhang noch unterbleiben muß.

d) Hinweis auf weitere Torffunde am Rande des Arkona-Beckens und in der Bornholm-Mulde

Die vom Verfasser eingebrachten Stechrohrkerne vom Westrand des Arkona-Beckens aus 36 bis 48 m Tiefe mit zahlreichen humosen Lagen konnten noch nicht datiert werden. Eine Torfprobe im ungestörten Schichtverband aus 60 m Tiefe des südlichen Teils der Bornholm-Mulde läßt vorerst auf Grund von Einzelspektren präboreales oder höheres Alter annehmen. Bei der südlich Bornholm im Bereich der breit ausgebildeten 60-m-Terrasse gewonnenen Torfprobe handelt es sich um die tiefste Torfprobe, die bisher vom Verfasser in einem Stechrohrkern gefunden wurde. Die Schichtfolge ist aus Tabelle 11 des Anhangs zu ersehen. Der von KROG mitgeteilte erste palynologische Befund ist in Tabelle 12 wiedergegeben.

Die am Westrand des Arkona-Beckens an 15 Stationen zwischen 36 und 48 m angetroffenen, geringmächtigen Torflagen weisen auf eine in einem kürzeren Zeitraum erfolgte Änderung des Wasserstandes um den Betrag von 10 bis 12 m hin. Zahlreiche im tonigen Sediment eingeschalteten, millimeterstarken, organogenen Lagen kennzeichnen den gesamten Bereich zwischen 38 und 48 m unter NN als Uferzone eines großen Süßwassersees.

6. Das Normalprofil der Mecklenburger Bucht und seine Deutung mit Hilfe der Diatomeen (Abb. 16)

Im Normalprofil des zentralen Teils der Mecklenburger Bucht folgen unter 1 bis 3 m Schlick eine bis 1 m starke, graubraune, im brackischen Milieu abgesetzte Gytjtja mit Wurzelfasern sowie ein 2 bis 3 dm starker, kalkreicher Schluff über der bis 50 cm starken Schicht einer in festen schwarzbraunen Torf übergehenden Torfgyttja.

Eine ebenfalls nicht in jeder Probe auftretende, mehrere Zentimeter starke Sandschicht bedeckt mehrere Dezimeter einer hellgraugrünlichen Kalkgyttja. Es folgen 1 bis 2 m Schluff mit Wurzelfasern in den oberen Lagen. Darunter findet sich Feinsand bis feinsandiger Schluff über Ton. Am Rande der Mecklenburger Bucht aufgenommene Profile lassen im Liegenden der gebänderten rosa Tone Sand und ein Geröllpflaster über Geschiebemergel annehmen.

Die hangenden Sedimente über dem Torf fanden sich in den vor der schleswig-holsteinischen und mecklenburgischen Küste gewonnenen Stechrohrkernen stärker ausgebildet, während Kalkgyttja und Bändertone im Liegenden des Torfes an den zentral gelegenen Stationen größere Schichtstärken verzeichnen ließen. Aus diesem Grunde wurden der vor dem Eingang des Fehmarnbelts entnommene Kern Fe 1 b und der Stechrohrkern MB 6 zu einem Normalprofil zusammengesetzt, derart, daß der obere Teil des Kernes Fe 1 b einschließlich des Torfes und der untere Teil der Stechrohrprobe MB 6 von dem als gleichaltrig erachteten Torf ab verwendet wurden. Die auf Grund der Kornanalysen und der Kalkbestimmung im Labor getroffenen Unterscheidungen sind der Tabelle 10 des Anhangs zu entnehmen.

Der Stechrohrkern MB 6 a wurde im eigenen Labor verarbeitet, während für die Untersuchung der Diatomeen im Geologischen Zentralinstitut Berlin und der Ostracoden und Foraminiferen im Paläontologischen Institut der Humboldt-Universität der an derselben Station entnommene Stechrohrkern MB 6 zur Verfügung stand. Hieraus erklären sich kleine, jedoch nicht wesentliche Abweichungen in der Schichtfolge und im Sediment. Der Kern Fe 1 b wurde geteilt und in verschiedenen Laboratorien verarbeitet.

Der als marines Sediment seit der Litorina-Transgression abgesetzte Schlick des Kernes Fe 1 b erwies sich in der obersten Probe als feinsandiger Grobschlick und in den folgenden Proben als Mittelschlick.

Der im Hangenden des Torfes angetroffene Gytjtja-Schluff mit Pflanzenfasern unterscheidet sich in der Kornverteilung nicht wesentlich vom Schlick. Dagegen lassen die Calciumcarbonat-Werte eine eindeutige Trennung beider Sedimente vornehmen. Während die CaCO₃-Anteile des Schlicks unter 2% liegen, erreichen sie bei der Gytjtja 20% und darüber. Die für die vierte Schlickprobe erhaltenen Werte von 5,3% lassen sich nur durch Muschelbruch in der Probe erklären.

Für die Kalkgyttja ist die Streuung des Korns über 4 bis 5 Fraktionen hinweg charakteristisch. Im Gegensatz hierzu überschreiten die Werte der Hauptfraktion des Schluffs bald 65% und erreichen einen Höchstwert bei 87,9% Grobschluff. Der CaCO₃-Anteil der Kalkgyttja des Kernes Fe 1 b erreicht 50,6%, während die Calciumcarbonat-Werte der oberen Kalkgyttjaprobe des Stechröhrkernes MB 6 a 30% überschreiten.

Der Übergang zum kalkhaltigen Schluff mit CaCO₃-Werten zwischen 10 und 20% vollzieht sich allmählich.

Entwicklung der Diatomeenflora in der Mecklenburger Bucht
nach Auswertung von 2 Stechröhrproben durch W. Schwarzenholz, Berlin

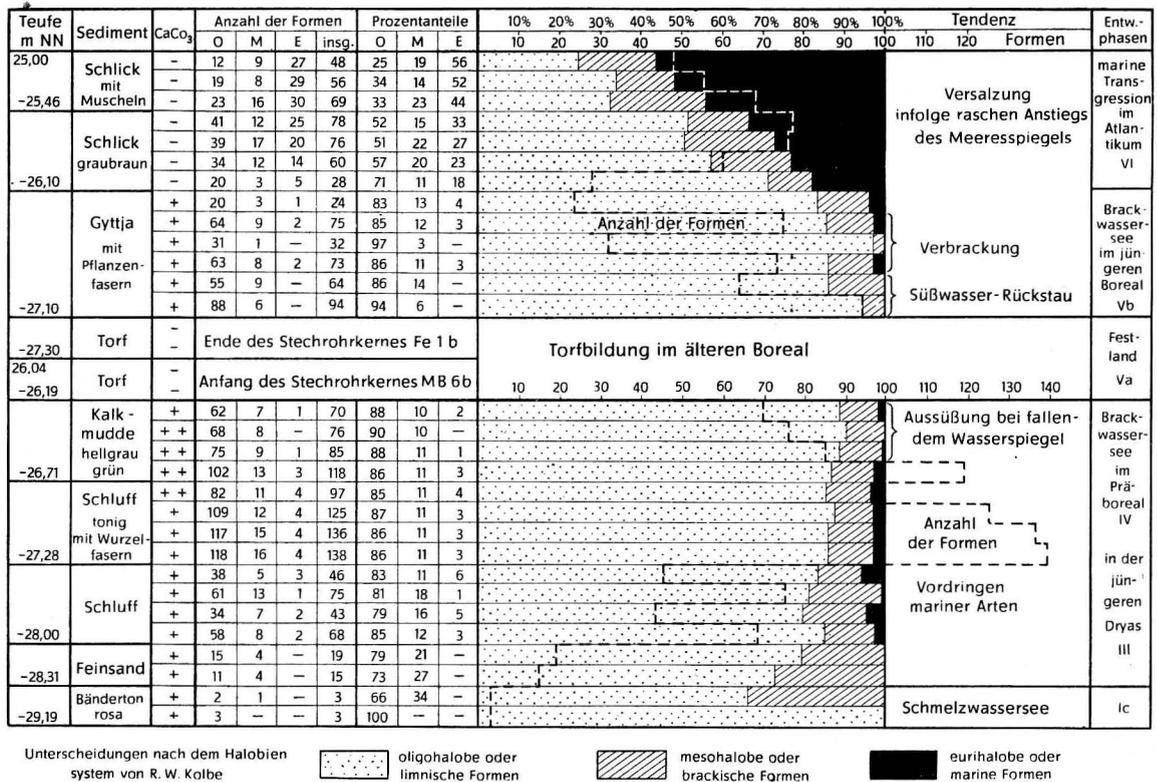


Abb. 16. Entwicklung der Diatomeenflora in der Mecklenburger Bucht nach der Auswertung von 2 Stechröhrkernen durch W. SCHWARZENHOLZ, Berlin

Die rosafarbenen Bändertone weisen hohe Schluffanteile auf. Es ist ein häufiger Wechsel zwischen schluffigem Ton und tonigem Schluff zu verzeichnen. Die CaCO₃-Werte von spät-glazialen Tonen aus den Mulden der südlichen Ostsee häufen sich um 12%. Die höheren Werte der tonigen Proben des Kernes MB 6 von über 20% werden nicht als repräsentativ angesehen.

TAFEL IV

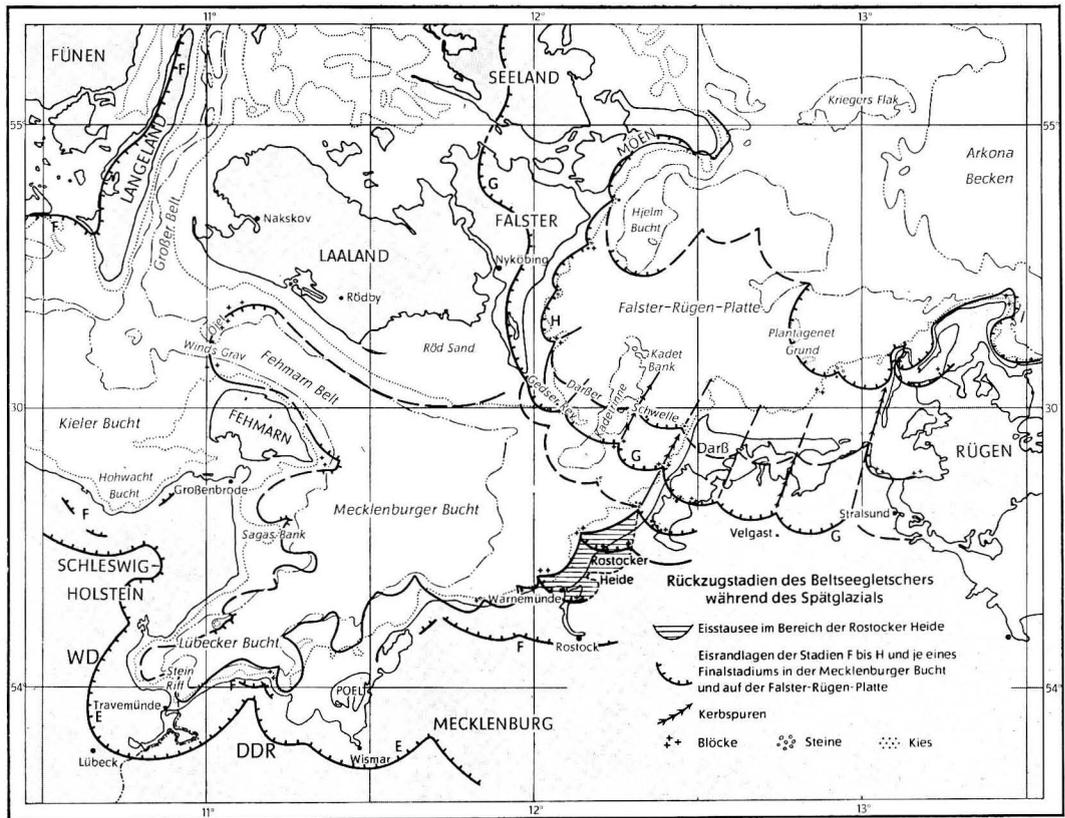


Abb. 17

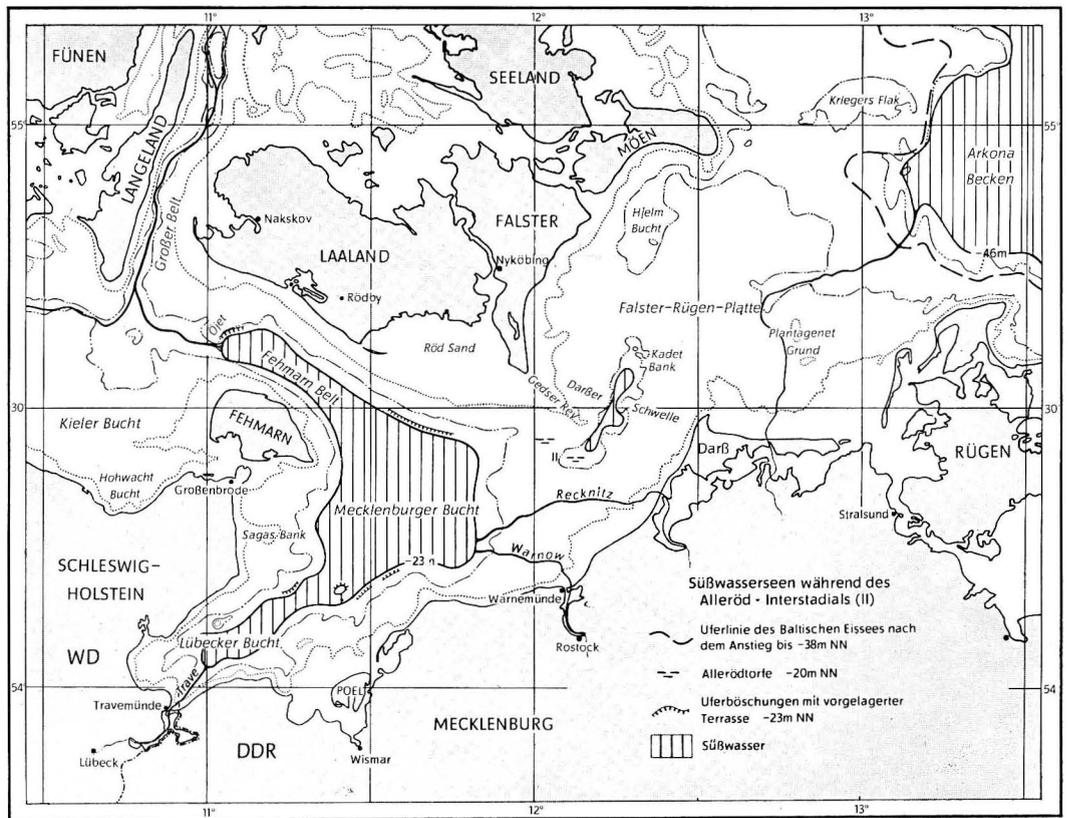


Abb. 18

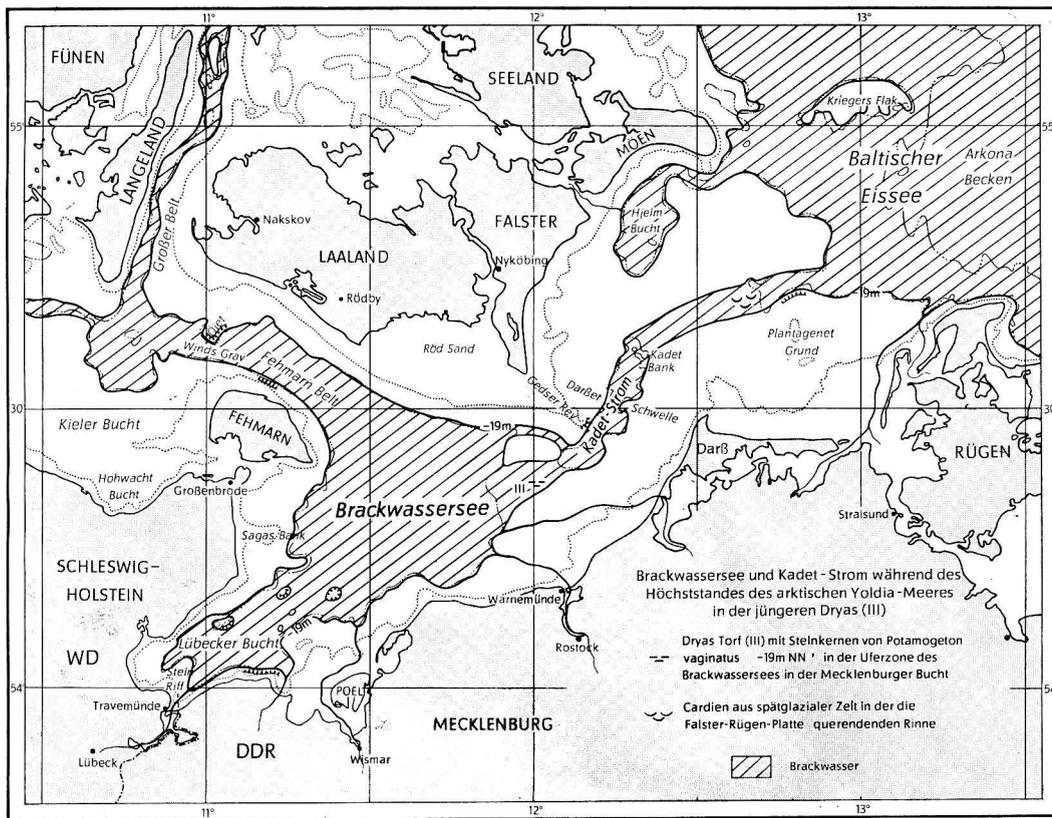


Abb. 19

Abb. 17. In der glazialmorphologischen Skizze sind die am Grunde des Meeres mit Hilfe von Echogrammen, Blockzählungen sowie durch Taucher vorgenommene Sondierungen mit Spülrohren festgestellten Eisrandlagen je eines Endstadiums in der Mecklenburger Bucht und auf der Falster-Rügen-Platte zu beachten. Die in den Fehmarnbelt, in die Lübecker Bucht und Hjelm-Bucht weit vorgeschobenen Finalloben zeugen von den letzten Eisvorstößen in beiden Räumen

Abb. 18. Während des Alleröd-Interstadials (10000–8800 v. u. Z.) erfüllten Schmelzwasserseen als Reste ausgedehnter Eisstauseen die Mecklenburger Bucht und das Arkona-Becken. Die Uferlinien folgten etwa den heutigen 23-m- und 46-m-Tiefenlinien. Die Sohle der wahrscheinlich schon in der älteren Dryas in Geschiebemergel eingeschnittenen Flußbetten der Warnow und Recknitz liegt bei Warnemünde und Wustrow 13 m unter NN. Die Erosionsbasis lag im Bereich der Mecklenburger Bucht tiefer als – 20 m NN

Abb. 19. Die zwischen spätglaziale Bändertone und boreale Torfe eingeschalteten, meterstarken Schluffe und Feinsande der Mecklenburger Bucht weisen auf Grund des Diatomeeninhalts auf eine Brackwasserphase hin. Marine Diatomeen und auch die Funde von Steinkernen von *Potamogeton vaginatus* in einem Dryas-zeitlichen Torf 19 m unter NN lassen einen Einfluß des arktischen Yoldia-Meeres gegen Ende der jüngeren Dryas annehmen. Schlick, und *Cardium edule* unter mehreren Metern Sandbedeckung, die bei Sondierungen im Bereich der als Kadet-Strömung bezeichneten Hauptrinne zwischen Mecklenburger Bucht und Arkona-Becken emporgespült wurden, lassen auf eine Verbindung zwischen dem Brackwassersee und dem Baltischen Eissees schließen

TAFEL VI

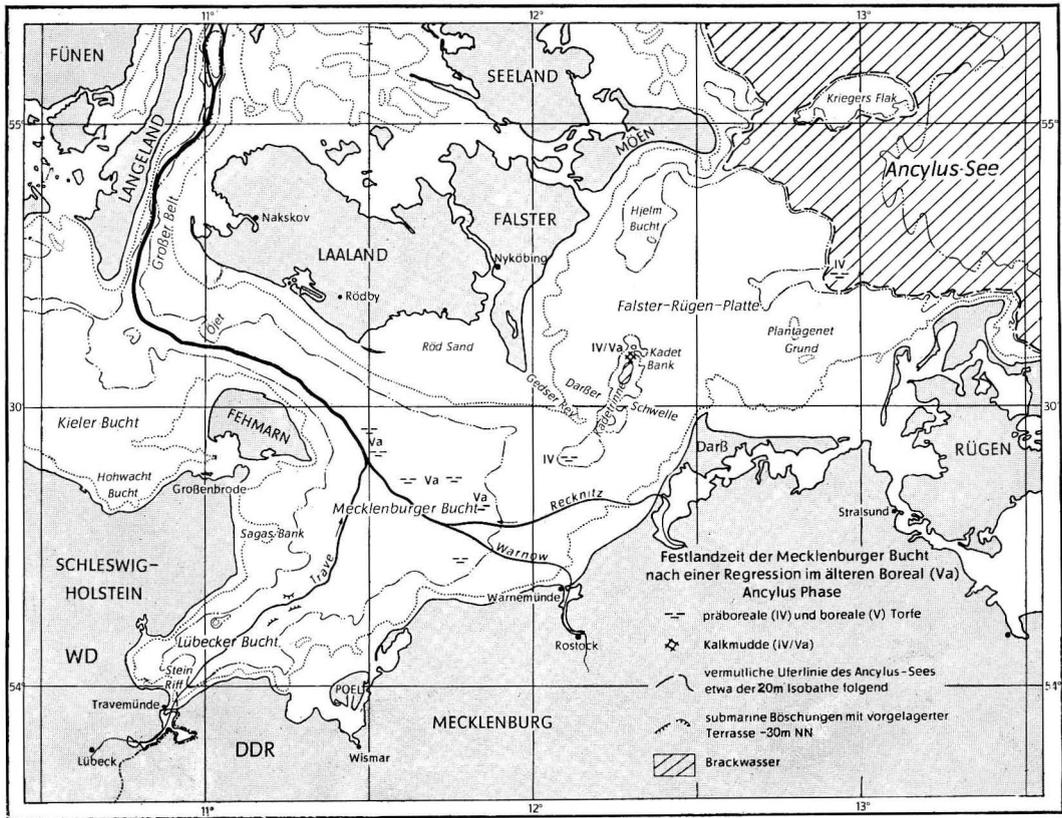


Abb. 20

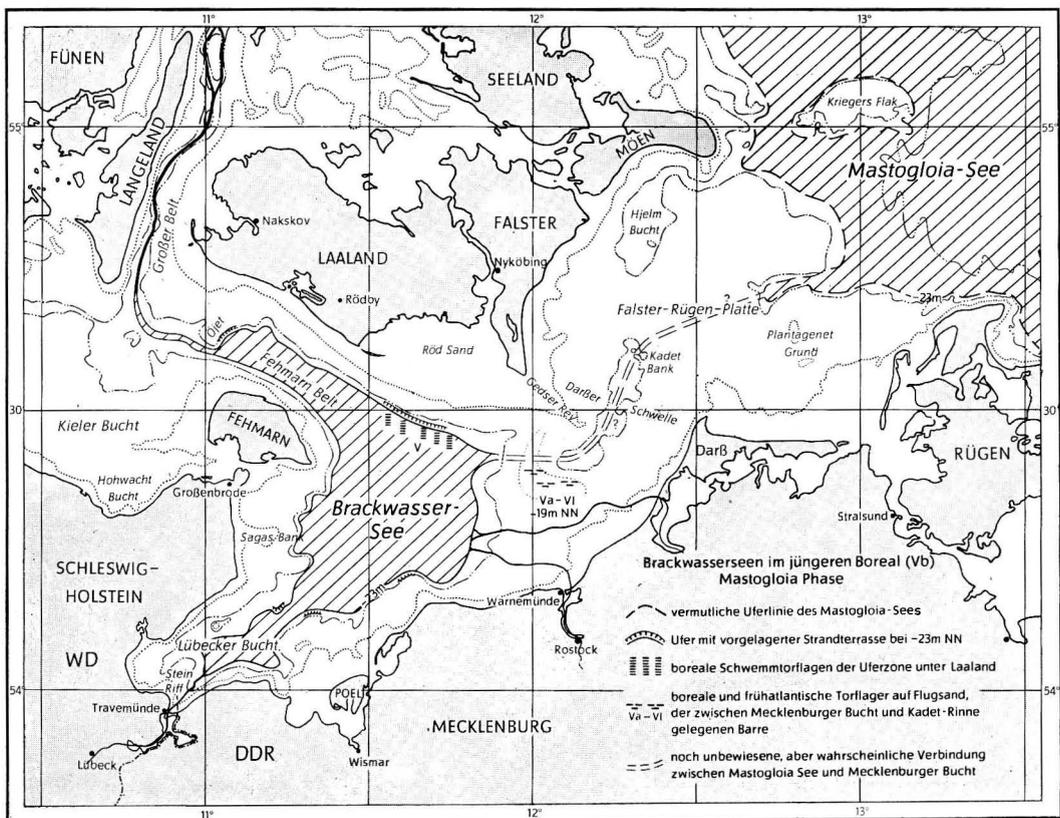


Abb. 21

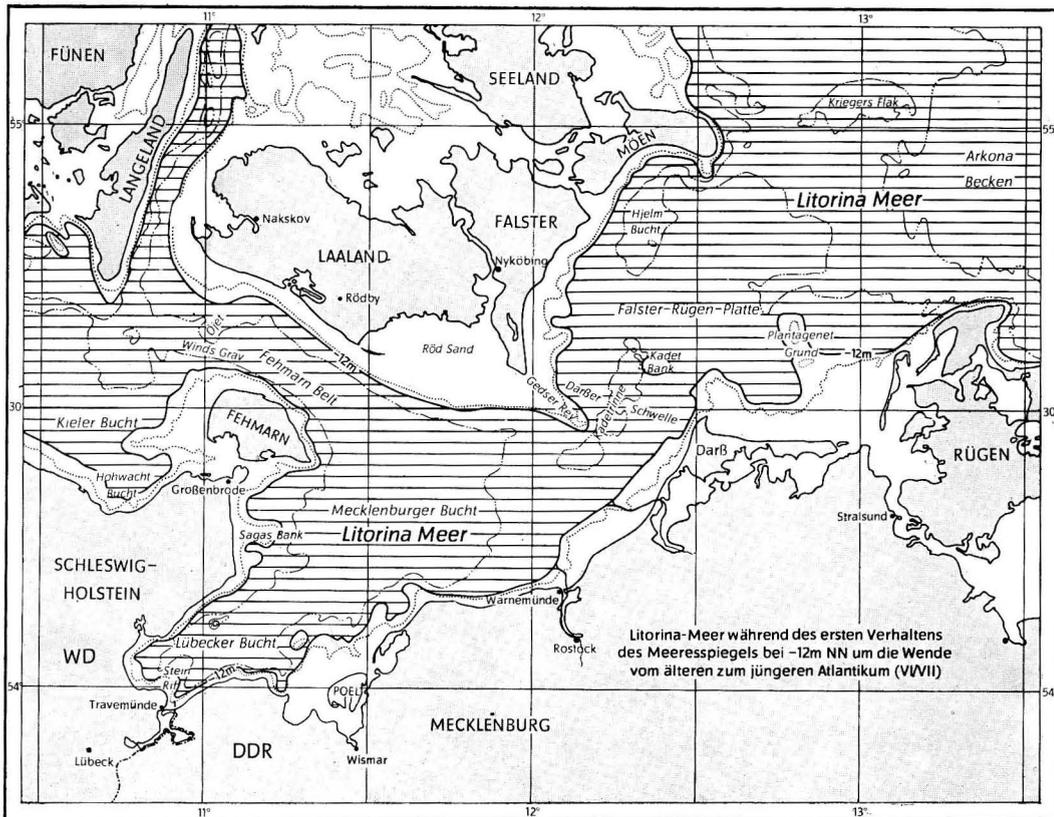


Abb. 22

Abb. 20. Ein weitflächiges Torfwachstum läßt die Verlandung der Mecklenburger Bucht im älteren Boreal erkennen. Kleine Restseen sind in der nördlichen und mittleren Mulde der Kadet-Rinne erhalten. Trave, Warnow und Recknitz bilden ein Flußsystem, das durch den Großen Belt nach dem Kattegat entwässert. Die Trave durchbricht auf der Linie Buk-Spitze—Dahmeshöved eine Kette von Geschiebemergelauftragungen und bildet eine Terrasse bei -30 m NN. Nach FLORIN fällt die Ancyclus-Phase in den gleichen Abschnitt. Der Spiegel des ostwärts der Darßer Schwelle gelegenen Ancyclus-Sees wird nach MUNTHE und SAURAMO unterhalb -20 m NN angenommen

Abb. 21. Der eustatische Anstieg des Meeresspiegels im jüngeren Boreal führte zur erneuten Überflutung bis 23 m unter NN. Die Mecklenburger Bucht war von einem Brackwassersee erfüllt, in dem ein Gyttja-Schluff zum Absatz gelangte. Zahlreiche Schwemmtorflagen kennzeichnen die Uferzone unter Laaland. Diese Phase der Mecklenburger Bucht entspricht der baltischen Mastogloia-Phase

Abb. 22. An der Wende vom älteren zum jüngeren Atlantikum um 4300 v. u. Z. kam es nach der ersten Phase der Litorina-Transgression zu einem Verhalten des Meeresspiegels zwischen -14 und -12 m NN. Die Wismar-Bucht, die gesamte Rostocker Heideplatte und die Gellen-Bucht gehörten noch zum Festland. Der Plantagenet-Grund stellte eine Halbinsel dar, während die Kadet-Bank sich als flache Düneninsel über den Meeresspiegel erhob

Die beträchtlichen Kalkanteile der Sedimente des Liegenden weisen auf subaquatische Bildung im limnischen bzw. brackisch-limnischen Milieu. In der Sedimentfolge spiegeln sich bereits Schwankungen des Wasserspiegels in der Mecklenburger Bucht wider. 3 bis 4 cm starke Makrowarven der Bändertone stammen aus der Zeit der Eisabschmelze und wurden im tieferen Wasser abgesetzt. Mittel- und Feinsand über dem Ton weisen auf eine Absenkung des Wasserspiegels. Die zunehmend feinkörnigeren Schluffe lassen wiederum einen Anstieg verzeichnen. Die Kalkgyttja deutet als typische Flachwasserbildung auf ein Absinken der Wasseroberfläche. Der Torf belegt das Trockenfallen des Grundes der Mecklenburger Bucht. Die Sanddecke über dem Torf zeugt von einer erneuten Überflutung. Die kontinuierliche Abnahme der Korngrößen in der Gyttja und im Schlick läßt auf ein weiteres Ansteigen des Wassers in der Mecklenburger Bucht schließen. Ein Wechsel vom Mittelschlick zum Grobschlick im obersten Meter weist auf eine jüngere Schwankung.

Die Deutung der Sedimentfolge der Mecklenburger Bucht wird durch die Kenntnis der Entwicklung der Diatomeenflora wesentlich erleichtert und gestützt (Abb. 16).

Die Artenarmut und das Überwiegen limnischer Formen sind kennzeichnend für die in kalten Schmelzwasserseen abgesetzten spätglazialen Tone. Die rasche Zunahme der Arten im Schluff spricht für einen höheren Trophiegrad des Gewässers. Die Einschwemmung mariner Arten läßt den Zusammenhang mit einer Schwankung des Weltmeerspiegels annehmen. Das Zurückgehen brackischer und mariner Formen in der Kalkmulde weist auf eine Ausübung bei fallendem Wasserspiegel.

Die in der Gyttja über dem Torf angetroffenen Diatomeen lassen eine erneute Überflutung und allmähliche Verbrackung feststellen. Die im Schlick stark zunehmende Zahl mariner Diatomeen zeugt von dem raschen Anstieg des Meeresspiegels während der Litorina-Transgression.

7. Paläogeographische Schlußfolgerungen

Morphologische, sedimentologische und mikropaläontologische Befunde im Bereich der Mecklenburger Bucht und der Darßer Schwelle ließen etliche neue Tatsachen erkennen, die zu konkreteren Vorstellungen der paläogeographischen Entwicklung führten und zu dem Versuch Anlaß gaben, eine Reihe paläogeographischer Skizzen für das Untersuchungsgebiet zu entwerfen (Tafeln IV—VII, Abb. 17—22).

Die morphologischen Gegebenheiten wurden teils in einem ersten Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Mecklenburger Bucht (KOLP 1961) und teils in dieser Arbeit vor Augen geführt. Eine große Tafel mit ausgewählten Echogrammen in der genannten Veröffentlichung ließ die submarinen Ufer des prälitorinen Gewässers im zentralen Teil der Mecklenburger Bucht deutlich erblicken. Die den submarinen Geschiebemergelkliffs vorgelagerte Uferterrasse fand sich vor der deutschen wie auch vor der dänischen Küste in 23 bis 25 m Tiefe. Die im jüngeren Boreal unter Laaland abgesetzten Schwemmtorfe (Tafel I) ließen diese Terrasse mit der derzeitigen Spiegelhöhe des die Mecklenburger Bucht erfüllenden, brackischen Gewässers in Zusammenhang bringen. Die zahlreichen Torflamellen weisen auf ein zeitweiliges Pendeln des Wasserspiegels oder zumindest auf eine Phase des ganz allmählichen Ansteigens zwischen den Abschnitten eines rascheren Meeresspiegelanstiegs im jüngeren Boreal und im älteren Atlantikum hin.

Dieselbe Uferlinie, die 1961 vom Verfasser auf Grund zahlreicher Echogramme und Sedimentproben in die morphologische Karte eingetragen wurde (KOLP 1961, Karte 1), kommt auch als Grenze eines 5 bis 10 m tiefen, brackisch-limnischen Gewässers in Frage, das im Präboreal und wahrscheinlich schon in der jüngeren Dryas die Mecklenburger Bucht erfüllte.

Es wurde ferner auf eine jüngere Flußterrasse der Trave 30 m unter NN in der Lübecker Bucht hingewiesen, die wahrscheinlich aus der Zeit des Trockenfalls der Mecklenburger

Bucht, also dem älteren Boreal stammt, und die heute von 10 und mehr Meter mächtigem marinen Schlick bedeckt ist.

Die Echogramme aus dem Schlickgebiet der Mecklenburger Bucht ließen bereits eine entscheidende Änderung der Fazies an der Grenze zwischen weichen und härteren Sedimenten vermuten. Aus der Sedimentfolge in den Stechrohrkernen mit Bändertonen, Schluffen, Sanden, Kalkgyttja, Torf und Schlick war auf wechselhafte Sedimentationsbedingungen im tieferen und flachen, kälteren und wärmeren Wasser sowie im nicht marinen und marinen Milieu zu schließen. Angesichts feinerer Diskontinuitäten in der Kornverteilung konnten in Zusammenhang mit den Änderungen des Calciumcarbonat-Gehalts weitere fazielle Unterschiede erwartet werden.

Die palynologischen Befunde insbesondere von SCHULZ und KROG führten eindeutig zur Unterscheidung einer präborealen Situation von der im jüngeren Boreal einsetzenden Entwicklung.

Der im zentralen Teil der Mecklenburger Bucht weit verbreitete Torfhorizont aus dem älteren Boreal, der während des Trockenfallens der Bucht in 28 bis 29 m Tiefe gebildet wurde, dient als sichere Basis für alle weiteren Betrachtungen.

Die von SCHWARZENHOLZ gezeichneten Diatomeendiagramme lassen eine ununterbrochene Wasserbedeckung vor und nach der Torfbildung erkennen. Danach handelte es sich vor der Verflachung, die an der Wende vom Präboreal zum Boreal einsetzte, um ein schwach brackisches Gewässer, dessen Diatomeenflora nach Aussage von Herrn SCHWARZENHOLZ durchaus nicht derjenigen eines rezenten Süßwassersees entsprach. Die angetroffenen brackischen Formen, bei denen es sich teils um dieselben Komponenten wie beim Ancylus-See und teils um Formen handelt, die von CTEVE-EULER als Fjord-Formen besonders herausgestellt waren, lassen in anbetracht des Übergewichts oligohalober Arten auf ein brackisch-limnisches Milieu schließen. Die von SCHWARZENHOLZ angeführten marinen Formen wurden offenbar eingeschwemmt. Eine quantitative Untersuchung von mehreren Tausend Diatomeen je Spektrum mußte bisher unterbleiben. Es wird auf Grund der Durchsicht der Präparate mit dem tatsächlichen Vorhandengewesensein auch der marinen Formen und nicht mit Zufälligkeiten z. B. einer Einschleppung durch Seevögel gerechnet.

Eine nicht zu umgehende Besonderheit stellt der an Station DS 9 angetroffene, 2 m mächtige Dryas-zeitliche Torf mit Steinkernen von *Potamogeton vaginatus* dar. Es handelt sich nach dem Erhaltungszustand der carpologischen Reste und nach dem Gefüge sicher um einen autochthonen Torf, der untermeerisch zeitweilig von Strömungen freigespült, in einer 2 m mächtigen Stufe ansteht. In 5 Spektren der von Herrn Dr. NÖTZOLD untersuchten 12 Proben bei 10, 20, 40, 100 und 130 cm von oben wurde je ein Kern von *Potamogeton vaginatus* gefunden. Es ist dabei zu bemerken, daß jeweils nur eine geringe Torfmenge untersucht wurde und daß bei dem großen Übergewicht von *Carex*-Früchten schon auf Grund einer geringen Anzahl von Steinkernen mit der Anwesenheit des scheidenblättrigen Laichkrautes sicher gerechnet werden kann. Sein Vorkommen weist auf Brackwassereinfluß und auf ein kontinentales Klima. Gegenwärtige Standorte liegen am Rande des Bottnischen Meerbusens mit einem Salzgehalt von etwa 5‰.

In Verbindung mit dem kontinuierlichen Diatomeenspektrum der 1 bis 2 m starken Schluffe über spätglazialen Bändertonen und im Liegenden der auf Grund ihres reichen Polleninhalts an die Wende vom Präboreal zum Boreal zu stellenden Kalkgyttja bleibt die Möglichkeit offen, den unter Brackwassereinfluß gewachsenen Torf als kennzeichnend für einen Dryas-zeitlichen Höchststand des Meeresspiegels zu erachten.

Es kommt hinzu, daß im Bereich der einst die Falster-Rügen-Platte querenden Hauptrinne zwischen der Mecklenburger Bucht und dem Arkona-Becken an den Stationen S 73 und S 74 unter 4 bis 7 m Feinsand ein Brocken präborealen Torfes sowie mehrere Exemplare von *Cardium edule* emporgespült wurden. Gleichzeitig fanden sich an beiden Enden der Rinne,

auf dem Querprofil vor der Südmulde der Kadet-Rinne wie auch nordöstlich des Plantagenet-Grundes, präboreale Torfe, die auf die Verlandung eines noch in der jüngeren Dryas vorhanden gewesenen Stromes hinzuweisen scheinen. Die nach Durchsinken von mehreren Metern Sand aufquellende Schlicktrübe auf der Falster-Rügen-Sandplatte wurde als weiterer Anhalt für die in der jüngeren Dryas vorhanden gewesene Verbindung zwischen der Mecklenburger Bucht und dem Arkona-Becken betrachtet.

Die soeben angeführten Argumente werden bis zur Erkundung neuer Tatsachen als erste Anzeichen für den Einfluß des arktischen Yoldia-Meeres bis in die Mecklenburger Bucht und die ostwärts der Darßer Schwelle gelegene Arkona-Mulde während der jüngeren Dryas angesehen. Die Anhaltspunkte müßten durch weitere Untersuchungen von Proben aus der Mecklenburger Bucht aber auch aus den dänischen Belten und Sunden sowie aus dem Arkona-Becken vermehrt werden.

Die Untersuchungen der Diatomeen aus den Stechröhrkernen MB 6a und MB 6b lassen vorerst 2 Häufigkeitsgipfel brackischer und eingeschwemmter mariner Arten vor der stetigen Aussüßung des präborealen Gewässers in der Mecklenburger Bucht vermuten. Das vor dem Boreal vorhanden gewesene, schwach brackische Milieu wird mit dem Übertritt salzhaltigeren Wassers über die Schwellen des Großen Belts und die Schwelle des Öjets in Zusammenhang gebracht. Durch den Großen Belt zog sich eine Kette boddenartiger Gewässer, deren Ufer etwa der heutigen 20-m-Tiefenlinie folgen mochten (Karte 4). Die am Eingang des Großen Belts vorhandene, vom Samsö Flach und Sejerö Rev gebildete Schwelle wird von einer schmalen Rinne durchschnitten. Bei ansteigendem Meeresspiegel konnte eine Auffüllung der hinter dieser Schwelle gelegenen, nacheinander folgenden Mulden durch Rückstau des sonst nach dem Meere abfließenden Wassers erfolgen. Die boddenartigen Gewässer mochten denselben brackisch-limnischen Charakter aufgewiesen haben, wie die heute durch enge Auslässe mit dem Meere verbundenen Boddenketten hinter dem Fischland, Darß und Zingst sowie zwischen den Inselkernen Rügens.

Salzwassereinbrüche während der relativen Höchststände der Yoldia- und der Echeneis-Transgression bedürfen wie gesagt der Bestätigung durch Untersuchungen der Diatomeen in Proben aus den dänischen Belten und Sunden. Bis dahin bleiben die vorerst für die jüngere Dryas und das Präboreal angenommenen Situationen unsicher. Dennoch wurden die vorläufigen Hinweise in einer noch als Arbeitsschema zu bewertenden paläogeographischen Skizze für die jüngere Dryas zusammengefaßt.

Der Widerspruch zwischen der auf Grund der Diatomeen festgestellten brackischen Wasserbedeckung der Mecklenburger Bucht im Präboreal und der präborealen Torfbildung im Großen Belt (KROG 1960) und am Westrande des Arkona-Beckens (KOLP 1964) 30 m unter NN läßt sich auf Grund des vorhandenen Materials noch nicht klären.

Die Festlandszeit der Mecklenburger Bucht im älteren Boreal fällt mit der von M. B. FLORIN (1957) in den gleichen waldgeschichtlichen Abschnitt gestellten Ancyclus-Phase zusammen. Der Spiegel des Ancyclus-Sees lag unterhalb der Darßer Schwelle, was durch die vom Boreal bis ins ältere Atlantikum anhaltende Torfbildung auf der Darßer Schwelle belegt wird.

Ein katastrophentypischer Übersturz des Sees über die Darßer Schwelle, wie er von SAURAMO (1958) angenommen wurde, ist offenbar nicht erfolgt. Bei einem derartigen Übersturz wären die vor dem Südende der Kadet-Rinne teils oberflächlich anstehenden und sonst nur von einer geringen Sandschicht bedeckten Torfe sicherlich hinweggespült worden. Das geologische Querprofil (Abb. 7) bietet keinen Hinweis auf eine im Boreal eingeschnittene, breitere Rinne. Es ergab sich auch kein Anhalt dafür bei den systematisch vorgenommenen Sondierungen auf der Falster-Rügen-Platte. Wenn nach SAURAMO die Phase des Ancyclus-Sees das jüngere Boreal umfaßte (SAURAMO 1954, S. 214), so hätte ein Überlauf über die Darßer Schwelle nur zu einer Absenkung des Seespiegels um wenige Meter führen können, da die Mecklenburger Bucht in dieser Zeit bereits wieder von einem Brackwassersee erfüllt war,

der an den Schwankungen des Weltmeerspiegels teilnahm und dessen Spiegelhöhe etwa bei -23 m NN lag.

Bei der erneuten Überflutung der Mecklenburger Bucht im jüngeren Boreal erfolgte eine teilweise Abrasion des Torfes, der im vorangegangenen Abschnitt gebildet worden war. Das aufgearbeitete Material wurde teils als Torf-Gyttja im zentralen Teil der Mecklenburger Bucht, teils als sekundärer Schwemmtorf in der Uferzone abgesetzt.

Die durch olivgrauen Schlick mit überwiegend marinen Diatomeen gekennzeichnete Litorina-Transgression führte im älteren Atlantikum zur Überflutung der Darßer Schwelle. An der 12-m- und 6-m-Tiefenlinie kam es zu je einem längeren Verhalten des Meeresspiegels

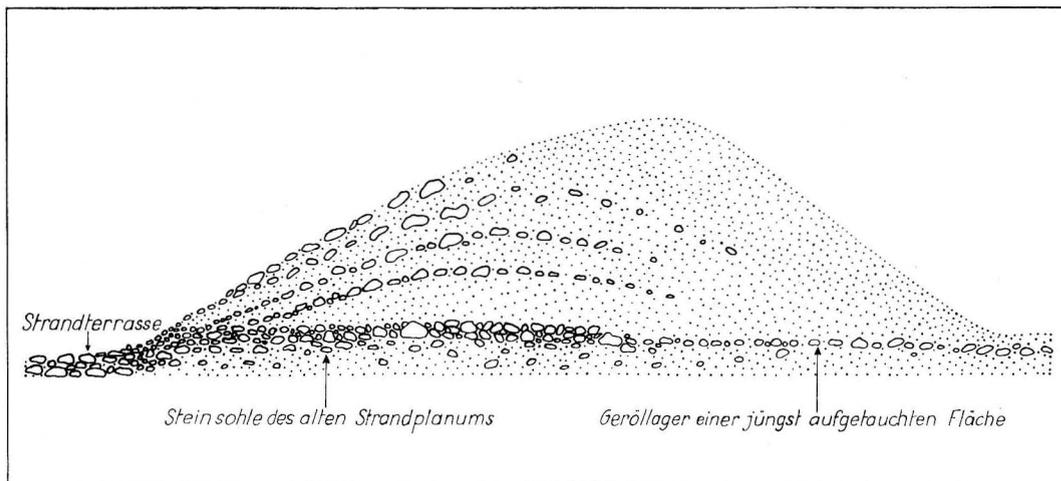


Abb. 23. Durch Sturmfluten aufgehöhter rezentier Strandwall

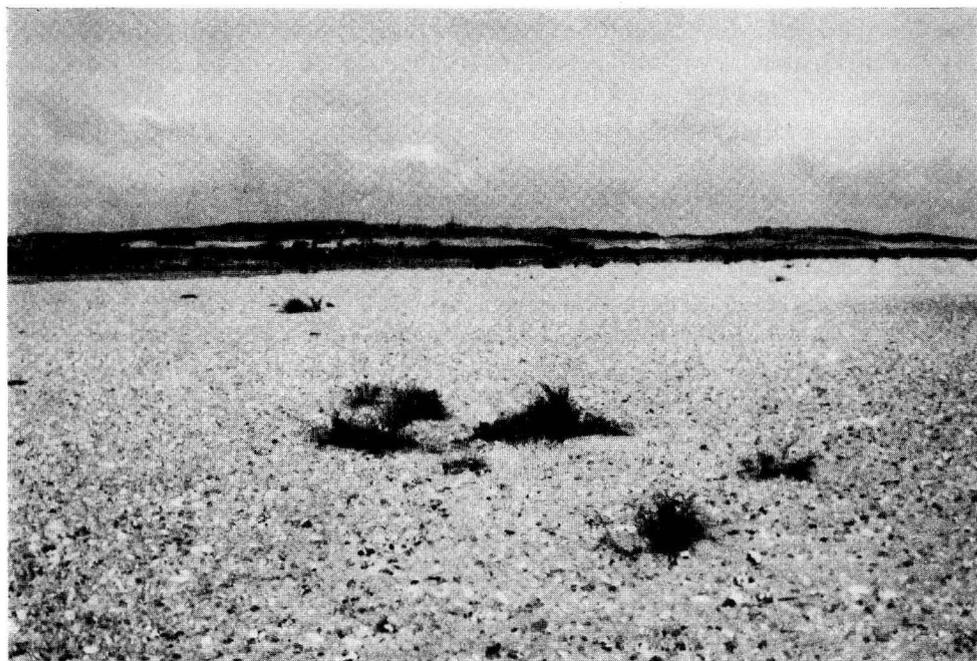


Abb. 24. Mit Strandgeröll übersäte Fläche des erst vor kurzem aufgetauchten neuen Hakens am Süden des Bessin (Hiddensee). Die Geröllebene liegt etwa 20 bis 50 cm über Mittelwasser und wird noch des öfteren bei erhöhten Wasserständen überflutet.

und zur Ausbildung heute noch am Meeresgrund kenntlicher Konturen der früheren Grenzen zwischen Land und Meer. Als Belege gelten submarine Strandterrassen mit Geröllschichten sowie im Meere untergegangene Strandwall- und Dünenkomplexe im Bereich der Kadet-Bank, des Plantagenet-Grundes und in der Gellen-Bucht. Das Verhalten des Meeresspiegels an der 6-m-Tiefenlinie nach der zweiten Phase der Litorina-Transgression war für das Wachstum von Haken und Nehrungen der mecklenburgischen Küste sowie der Inseln Hiddensee und Rügen entscheidend. Das Auftauchen von Haken (Abb. 25) und bald geschlossenen Nehrungen im Verlauf der damaligen Uferlinie wird des öfteren in Bohrungen durch Gerölllagen bei 5 bis 6 m unter NN angezeigt. Als Beispiele können einige der von HURTIG (1954) veröffentlichten Bohrprofile vom Fischland, Darß und von der Insel Hiddensee angeführt werden.

Die für die Zeit des Trockenfalls der Mecklenburger Bucht, die anschließende Brackwasserphase und die Zeit des Verhaltens nach dem ersten Abschnitt der Litorina-Transgression entworfenen paläogeographischen Skizzen dürften weitgehend mit der Wirklichkeit übereinstimmen.

8. Bemerkung zum Entwurf einer Kurve der relativen Strandlinienverschiebungen in der Mecklenburger Bucht und im Bereich der Darßer Schwelle

Ein erster Überblick über die paläogeographische Entwicklung in der Mecklenburger Bucht und im Bereich der Darßer Schwelle führt zu bestimmten Vorstellungen über Spiegelschwankungen und Verschiebungen der Uferlinie. Die pollenanalytisch untersuchten Torfproben und humosen Sedimente lassen direkte oder indirekte Schlüsse auf den Verlauf einer Kurve der Strandlinienverschiebungen im Untersuchungsgebiet ziehen (Abb. 25).

Es ist zuzugeben, daß die Einordnung der Proben auf Grund palynologischer Befunde wegen der Intervallbreite der bekannten waldgeschichtlichen Abschnitte des Spätglazials und Holozäns für die Darstellung einer solchen Kurve in ihren Einzelheiten kaum hinreicht. Datierungen mit Hilfe der C^{14} -Methode führen zu einer wesentlichen Verfeinerung. Dennoch ergibt sich wegen der Streuung auch der nach der C^{14} -Methode datierten Proben im Zeit-Tiefen-Diagramm oft noch kein richtiges Bild. Schwankungen der Tiefenangaben um mehr als 1 m können auf Zufälligkeiten bei der Probenentnahme, auf Setzungen des Torfes oder anderer Sedimente mit ursprünglich hoher Feuchte sowie auch auf Unterschieden des Reliefs des Untergrundes auf engstem Raum beruhen.¹⁾

Eine richtige Beurteilung der Tendenz bei früheren Wasserstandsänderungen hat den Überblick zumindest über die regionale, paläogeographische Situation zur Voraussetzung. Submarine Steilufer mit vorgelagertem Strandplanum und typischen Sedimenten auch in der ufernahen Flachwasserzone bieten Hinweise auf länger anhaltende Wasserspiegelstände. Die Kenntnis des Reliefs des Untergrundes mit Schwellen und Rinnen ist entscheidend für eine Abschätzung der früheren Erosionsbasis und für eine richtige Bewertung der in Mulden gelegenen Torflager.

In Gebieten mit isostatischen Veränderungen ist ferner ein Überblick über den Verlauf der Isochronen erforderlich, da Proben von verschiedenen Stationen nur mit Hilfe der Isochronen zueinander in Beziehung gebracht werden können.

Im Bereich isostatischer Hebung gilt es zu beachten, daß bereits ein Verharren des Meeresspiegels bei fortgesetzter Hebung zur Regression führen kann. So nimmt es nicht Wunder, daß relative Kurven, die für randliche Bezirke eines großen Vereisungsgebietes gezeichnet

¹⁾ Vgl. S. JELGERSMA, Holocene sea-level changes in the Netherlands. Mededelingen van de Geologische Stichting, Ser. C, 6 (1961) 7, S. 17ff.

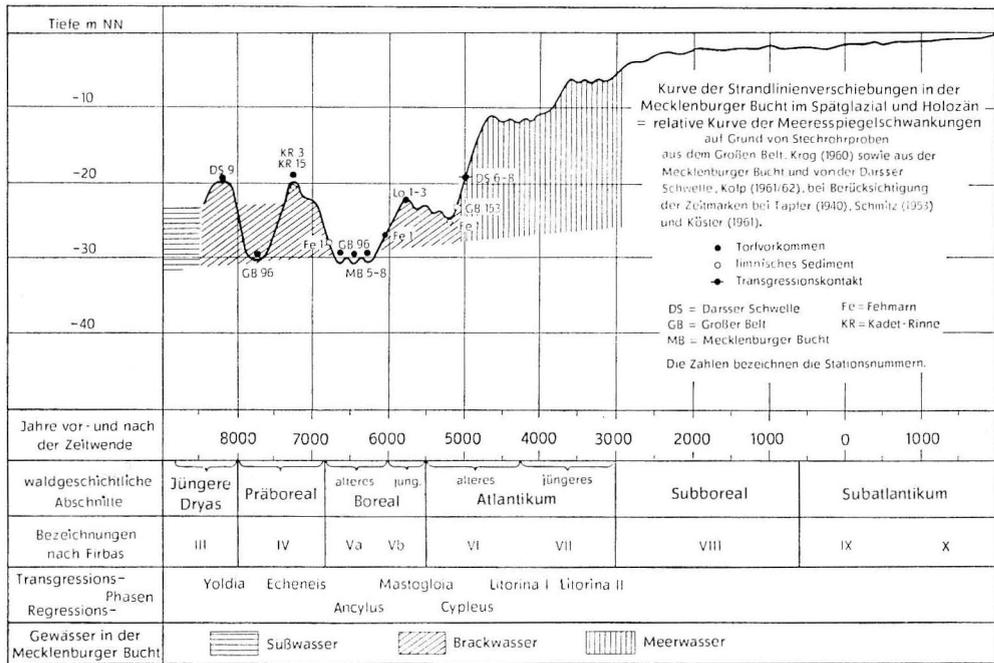


Abb. 25

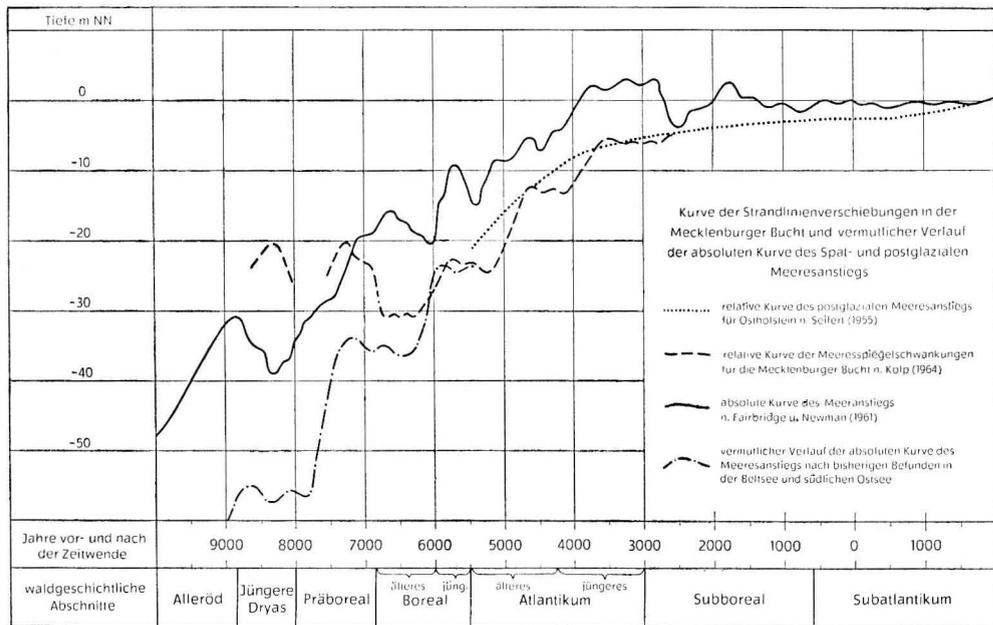


Abb. 26

wurden, in früheren Abschnitten mit einer stärkeren isostatischen Hebung ausgeprägte Regressionen feststellen lassen. Für den postglazial ansteigenden Weltmeerspiegel fehlen aber Gründe für wiederholte stärkere Rückfälle. Ein zeitweiliges Verharren, Pendeln oder eine bemerkenswerte Verzögerung aus klimatischen Gründen scheint eher verständlich. Die Verringerung der Beträge des eustatischen Meeresspiegelanstiegs als auch der isostatischen Kompo-

nente in den jüngeren Abschnitten des Holozäns führt zu einer Glättung relativer Kurven und zur Annäherung an die absolute Kurve.

Angesichts weit verbreiteter Uferterrassen im Untersuchungsgebiet bei etwa -23 m, -12 m und -6 m NN und der im Vorangegangenen angeführten Strandwall- und Dünenkomplexe sowie auch der in längeren Zeitabschnitten gebildeten Sedimente der Uferzone ist mit entsprechenden Verzögerungen zwischen den Phasen eines rascheren Meeressanstiegs zu rechnen. Die genannten Terrassen lassen auf ein Verhalten des Meeresspiegels gegen Ende des jüngeren Boreals sowie in der Mitte und gegen Ende des Atlantikums schließen. Es sind ähnliche Beobachtungen gewesen, die SCHÜRTE (1935) eine treppenförmige Kurve mit geringen Schwankungen um 16 m, 7 m und 1 m unter NN für das deutsche Küstengebiet an der Nordsee zeichnen ließen.

Die auf Grund der bereits mitgeteilten, eigenen Beobachtungen entworfene Kurve der Strandlinienverschiebungen in der Mecklenburger Bucht und im Bereich der Darßer Schwelle erscheint vom jüngeren Boreal ab treppenförmig. Die Stufenhöhen nehmen zur Gegenwart hin ab. Es ist in den letzten Jahrtausenden mit geringen Beträgen säkularer Schwankungen zu rechnen. In den Abschnitten des jüngeren Holozäns ist eine Annäherung an die von SEIFERT (1955) für die Kieler und Mecklenburger Bucht gezeichnete, glatte Kurve wahrscheinlich. Der stufenförmige, rechte Ast der neuen Kurve läßt vom Boreal ab annähernd dieselbe durchschnittliche Tendenz wie die von SEIFERT vorgezeichnete, glatte Kurve erkennen (Abb. 26). Es sei vermerkt, daß der seit dem jüngeren Boreal treppenförmig ansteigende Ast der Kurve auch als relative Kurve des eustatischen Meeressanstiegs angesehen werden kann.

Die Beträge der mittelholozänen Meeresspiegeländerungen, die sich aus den Beobachtungen in der Mecklenburger Bucht und auf der Darßer Schwelle ergeben, zeigen eine bemerkenswerte Übereinstimmung mit den der Kurve der Küstenlinienverschiebungen in Mittelschweden von S. FLORIN (1944, Tafel 9) zu entnehmenden Amplituden.

Der Verlauf des linken Astes der für die Mecklenburger Bucht gezeichneten Kurve erscheint noch hypothetisch. Eine Bestätigung der ersten Anzeichen für einen marinen Einfluß im Präboreal und in der jüngeren Dryas steht für die benachbarten Gewässer noch aus.

Gleichaltrige Torfe aus dem älteren Boreal, die im Großen Belt (KROG 1960) und in der Mecklenburger Bucht in derselben Tiefe von 28 m gefunden wurden, lassen in Hinblick auf die von MUNTHE gezeichneten Isochronen den Meeresspiegel im älteren Boreal etwa 35 m unter NN annehmen. Die vorerst als präboreal oder älter befundene Torfprobe aus 60 m Tiefe südlich Bornholm weist wahrscheinlich auf einen entsprechenden Meeresspiegelstand an der Wende von der jüngeren Dryas zum Präboreal.

9. Schlußwort

Wenn heute die noch geringe Zahl untersuchter Proben und die noch ausstehenden, aber in Kürze zu erwartenden C^{14} -Datierungen keine endgültigen Schlußfolgerungen für das Gebiet der Mecklenburger Bucht und der Darßer Schwelle zulassen, so möchte daran erinnert werden, daß erst vor 5 Jahren die hohe Bedeutung der Schlickgebiete der westlichen und südlichen Ostsee für die Entschleierung der Entwicklungsgeschichte der Ostsee erkannt wurde. Die dann einsetzende Erforschung dieser vorher bei Oberflächenkartierungen des Meeresgrundes als uninteressant angesehenen Gebiete ließ in rascher Folge paläogeographisch wertvolle Ergebnisse zutage fördern. Erstmalig wurden mit Hilfe von Unterwasseraufnahmen durch Taucher geologische Profile gewonnen, die zur Erkenntnis des Normalprofils der Mecklenburger Bucht und des westlichen Teils des Arkona-Beckens führten. Zum ersten Male konnten durch Echogramme und mit Hilfe von Sondierungen mit Spülrohren glaziäre Formen vor Augen geführt werden, die sich sonst durch die trennende Wasserschicht von mehreren 10 Metern nur mühe-

voll ertasten ließen. Neue technische Einrichtungen wie ELAC-Speziallote, Decca Navigator und Kursschreiber ermöglichten eine erfolgreiche Suche auch bei Nacht und Nebel. Mit dem auf Grund vorangegangener morphologischer Erkenntnisse systematisch eingesetzten Vibrationsstechrohr konnten die ersten spätglazialen Torfprofile aus größerer Tiefe und eine überraschende Anzahl weiterer wertvoller, ungestörter Torfproben eingebracht werden.

Angesichts der Unterscheidung der verschiedenen Phasen der Geschichte der Ostsee mit Hilfe der Diatomeen ist darauf hinzuweisen, daß in den tieferen Mulden seit dem ersten Meereseinbruch eine komplizierte haline und thermische Schichtung vorhanden gewesen sein dürfte. Es bleibt deshalb die Frage offen, ob sich in den aus größerer Wassertiefe gewonnenen Stechrohrkernen dieselben Florengemeinschaften wiederfinden lassen, die in Skandinavien für ufernahe Zonen erkannt und zur Kennzeichnung der entwicklungsgeschichtlichen Abschnitte der Ostsee verwendet wurden.

Bei dem Bemühen um die Zuordnung der in verschiedenen Tiefen vorhandenen submarinen Terrassen zu einzelnen Phasen des Baltischen Meeres erscheint eine Synchronisation in Anlehnung an die vorhandenen Isochronenkarten unumgänglich und als vorrangige Aufgabe.

Im Hinblick auf die im Verlauf weniger Jahre gewonnenen, neuen morphologischen, sedimentologischen und paläogeographischen Erkenntnisse besteht die begründete Aussicht, daß in absehbarer Zeit zu zahlreichen wissenschaftlichen Streitfragen der Geschichte der Ostsee aufschlußreiches Material vom Meeresgrund beigebracht werden kann.

10. Anhang

TABELLE 4

Kornverteilung und CaCO_3 im Stechrohrkern DS 2, Station 2 des geologischen Querprofils. Beispiel für Sedimente, mit denen das Schmelzwassertal aufgefüllt wurde. Wassertiefe 20,5 m

Teufe im Kern cm	0,2 bis 0,1 mm	bis 0,06 mm	bis 0,02 mm	bis 0,006 mm	bis 0,002 mm	bis 0,0006 mm	unter 0,0006 mm	CaCO_3 %	Kurzbezeich- nung des Sediments
0— 5	2,8	26,7	41,5	16,3	8,1	3,1	1,5%	11,2	GSf/ff
5— 17	—	—	—	—	—	—	—	—	Torf
17— 22	0,9	18,6	41,4	20,2	12,5	4,9	1,5%	11,5	G/MSf ff
22— 37	—	—	—	—	—	—	—	—	Torf
37— 42	0,6	8,5	52,5	25,9	6,8	4,3	1,4%	14,8	G/MSf t
60— 65	—	2,2	33,5	45,6	10,5	4,4	3,8%	17,9	M/GSf t
80— 85	—	0,7	35,7	45,2	10,0	4,6	3,8%	16,9	M/GSf t
100—105	—	1,2	38,8	39,4	10,4	4,8	5,4%	15,5	M-GSf t
120—125	—	1,1	43,7	38,4	4,8	5,1	1,9%	17,0	G-MSf t
144—149	—	0,6	39,5	42,2	9,8	4,2	3,7%	17,8	M-GSf t
159—164	—	0,6	36,7	44,0	8,8	4,5	5,4%	17,0	M/GSf t
179—184	—	0,4	31,2	45,1	9,6	7,5	6,2%	15,9	M/GSf t
199—204	—	1,7	45,5	34,5	9,7	5,4	3,2%	16,2	G/MSf t
219—224	—	3,1	53,2	30,6	6,3	4,6	2,2%	16,5	G/MSf t
239—244	—	1,2	39,2	44,3	4,9	5,9	4,5%	17,4	M/GSf t
259—264	—	2,7	39,5	41,6	6,9	6,2	3,1%	20,0	M/GSf t
281—285	—	0,7	34,7	41,4	11,7	4,7	6,8%	15,1	M/GSf t
300—305	10,7	41,7	34,2	7,7	2,4	2,9	0,4%	10,6	ff/GSf f
310—314	11,6	47,5	31,4	6,3	1,3	0,9	1,0%	6,8	ff/GSf f

Erklärungen:

- GSf/ff . Grobschluff bis Feinstsand
 G/MSf t . Grob- bis Mittelschluff tonig
 M/GSf t . Mittel- bis Grobschluff tonig
 ff/GSf f . Feinstsand bis Grobschluff feinsandig

TABELLE 5

Kornverteilung und CaCO_3 im Stechrohrkern DS 3, Station 10 des geologischen Querprofils (Abb. 6) Sedimentfolge im Bereich des barchanartigen Feinsandrückens zwischen Mecklenburger Bucht und Kadet-Rinne. Wassertiefe 18,1 m

Teufe im Kern cm	0,2 bis 0,1 mm	bis 0,06 mm	bis 0,02 mm	bis 0,006 mm	bis 0,002 mm	bis 0,0006 mm	unter 0,0006 mm	CaCO_3 %	Kurzbezeich- nung des Sediments
	submarin umgelagerter sehr feiner bis feiner Sand:								
0— 5	38,1	39,0	16,0	2,6	2,6	0,5	1,2%	0,0	ff—f sf
20— 25	25,3	44,4	23,3	3,2	1,2	0,4	2,2%	0,0	ff/f sf
40— 45	24,1	47,9	22,9	2,1	1,1	0,2	1,6%	0,1	ff/f sf
	Gyttja torfstreifig:								
61— 63	5,8	9,4	20,7	38,2	16,7	3,7	5,5%	12,2	M/GSf t
63— 80	Torf kompakt (Abb. 11)								
	Flugsand:								
80— 85	25,1	62,3	9,5	0,9	0,4	0,8	1,0%	3,0	ff/f
100— 105	26,8	58,2	10,9	2,0	0,7	0,7	0,7%	6,2	ff/f
120— 122	18,9	55,3	22,7	1,1	1,3	0,2	0,5%	3,7	ff/GSf
	Talfüllung:								
140— 145	1,4	13,7	50,6	22,2	6,0	1,3	4,8%	13,2	G/MSf (ff) t
160— 165	1,4	13,3	55,6	18,8	5,0	1,6	4,3%	15,7	G/MSf (ff) t
180— 185	1,6	14,5	51,0	21,9	4,8	2,3	3,9%	13,9	G/MSf (ff) t
200— 205	1,5	15,5	49,5	24,1	2,9	2,7	3,8%	13,2	G/MSf (ff) t
220— 225	1,3	14,4	51,7	22,5	5,2	0,5	4,4%	14,2	G/MSf (ff) t
240— 245	1,5	16,4	48,2	22,8	5,0	0,2	5,9%	14,5	G/MSf (ff) t

Erklärungen:

- ff-f sf Feinstsand bis Feinsand schluffig, Feinstsand und Feinsand von fast gleichen Anteilen mit leichtem Übergewicht von Feinstsand
ff/f sf Feinstsand bis Feinsand schluffig, Feinstsand: Feinsand etwa 50% : 25%,
M/GSf t Mittel- bis Grobschluff tonig,
G/MSf (ff) t Grob- bis Mittelschluff tonig mit Feinstsandanteil über 10%.

TABELLE 6

Kornverteilung und CaCO₃ im Stechrohrkern KR 3 mit 2 Torflagen im Heidesand über der Schmelzwassertal- bzw. Beckenfüllung. Wassertiefe 19,5 m

Teufe im Kern cm	0,2 bis 0,1 mm	bis 0,06 mm	bis 0,02 mm	bis 0,006 mm	bis 0,002 mm	bis 0,0006 mm	unter 0,0006 mm	CaCO ₃ %	Kurzbezeich- nung des Sediments
0— 5	submarin umgelagerter, entkalkter Feinsand:							0,4	f
	91,3	4,4	1,7	1,5	0,4	0,5	0,2%		
17— 23	subaquatisch abgesetzte, feinsandige Schluffe:							8,9	GSf f
	12,8	14,9	52,2	11,4	4,4	0,6	3,7%		
28— 33	2,6	2,6	44,2	32,5	7,7	3,4	7,0%	15,0	G/MSf t
33— 45	Gyttja und Torf aus der jüngeren Dryas und dem Präboreal (Abb. 13)							—	
	Heidesand:								
50— 55	44,3	46,2	7,0	1,4	0,9	0,1	0,1%	1,0	ff-f
60— 65	25,5	63,3	9,2	0,1	0,9	0,1	0,9%	1,6	ff/f sf
80— 85	9,9	69,0	19,1	0,4	0,8	0,3	0,5%	3,0	ff sf
100—105	13,0	37,8	45,2	2,1	1,0	0,3	0,6%	2,9	GSf/ff
120—125	4,4	60,0	32,3	2,1	0,3	0,7	0,2%	4,7	ff/GSf
135—140	2,8	45,4	38,9	10,3	1,0	1,1	0,5%	4,9	ff/GSf
140—157	Moostorf aus dem Alleröd mit Feinstsand bis Grobschluff:							6,4	f/GSf
	16,7	49,6	24,8	6,2	0,6	1,1	1,0%		
	Heidesand:								
160—165	9,6	51,8	35,3	0,5	2,1	0,2	0,5%	6,9	ff/GSf
180—185	6,9	51,3	31,8	5,7	1,0	1,0	2,3%	5,6	ff/GSf
200—205	7,0	40,2	39,3	7,4	2,8	1,4	1,9%	6,7	ff/GSf
220—225	2,7	31,1	46,8	10,7	4,5	0,8	3,4%	8,8	GSf/ff
	Tal- bzw. Beckenfüllung:								
240—245	3,5	12,4	59,6	14,8	5,4	0,5	3,8%	12,1	GSf(ff)
260—265	6,2	20,5	65,7	4,8	0,2	1,2	1,4%	10,3	GSf(ff)

Erklärungen:

GSf/ff Grobschluff bis Feinstsand GSf: ff = 60:30,

GSf(ff) Grobschluff mit einer Beimengung von Feinstsand über 10%.

TABELLE 7

Pollentabelle der beiden von Dr. K. LUBLINER-MIANOWSKA untersuchten Torfproben des Stechrohrkernes KR 3

Probe	obere Torfprobe				untere Torfprobe					ältere Dryas
	Präboreal			jüngere Dryas	Alleröd					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Pinus</i>	48	19	1,4	67	27	33	21	38	45	63
<i>Betula</i>	32	74	97	25	63	60	58	46	47	28
<i>Picea</i>	0,5	—	—	—	0,5	—	—	—	—	0,5
<i>Corylus</i>	12,5	3	0,4	1	3	5	10	4	3,5	2
<i>Salix</i>	2	2	0,6	2	1,5	1	—	2	1,5	5
<i>Ulmus</i>	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—
<i>Quercus</i>	—	1	—	1	—	—	3	—	1	0,5
<i>Tilia</i>	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—
<i>Alnus</i>	5	1	0,6	4	5	1	4	8	2	1
<i>Fagus</i>	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
NAP	44	28	1,2	58	55	53	47	51	47,5	113
<i>Gramineae</i>	1	2	0,2	—	4	4	2	—	6,5	2
<i>Cyperaceae</i>	2	11	0,6	46	10	7	4	4	11	95
<i>Chenopodiaceae</i>	1	—	—	1	1,5	1	—	—	—	1
<i>Artemisia</i>	2	—	—	2	12	14	4	2	5	1
<i>Helianthemum</i>	1	—	—	—	0,5	1	—	—	1	—
<i>Selaginella</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
<i>Hippophaee</i>	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—
<i>Cornus</i>	2	—	—	3	2,5	—	8	14	4	—
<i>Galium</i>	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—
<i>Thalictrum</i>	—	1	0,2	—	1,5	0,5	—	—	0,5	—
<i>Filipendula</i>	—	—	—	—	—	—	5	2	—	—
<i>Ericaceae</i>	10	—	—	2	4	6	3	6	3	0,5
<i>Rosaceae</i>	2	2	—	1	2,5	3	2	1,5	4	1,5
<i>Papilionaceae</i>	1	1	—	—	1	1	4	—	0,5	—
<i>Compositae</i>	—	1	0,2	—	0,5	—	—	0,5	—	—
<i>Myriophyllum</i>	1	—	—	—	—	—	—	1	1	1
<i>Equisetum</i>	0,5	—	—	—	0,5	—	—	1,5	0,5	5
<i>Filices</i>	7	3	—	2	8	6	6	12	3,5	1,5
<i>Pteridium</i>	1,5	1	—	—	—	—	—	—	—	0,5
<i>Botrychium</i>	2,5	—	—	—	—	0,5	—	—	—	—
<i>Lycopodium</i>	—	1	—	—	—	—	—	0,5	—	—
<i>Ranunculaceae</i>	0,5	—	—	—	0,5	—	—	—	—	—
<i>Gypsophilae</i>	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
<i>Umbelliferae</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,5
<i>Saxifraga</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
<i>Varia</i>	8	4	—	1	6	5	9	6	6	2,5
<i>Sphagnaceae</i>	4	1	—	—	1	—	5	1	1,5	—
Sekundärpollen	11	1	—	—	4	1	—	4	—	—
Frequenz/cm ²	10	12	4000	9	190	—	40	—	—	—

Pollenanalytischer Befund der beiden Torfproben im Stechrohrkern KR 3

von Dr. K. LUBLINER-MIANOWSKA

Den beiden 12 und 17 cm langen Torfkernen wurden insgesamt 10 Einzelproben entnommen.

Die Proben Nr. 1–4 des oberen Kernes können als präboreal bezeichnet werden. Am besten charakterisiert Probe Nr. 2 die präboreale Birkenphase. Probe Nr. 3 zeigt eine lokale Birkeninfektion mit einer sehr hohen Pollendichte von ca. 4000 Körnern auf 1 cm². Die Birke herrscht derart vor, daß andere

Pollen kaum angetroffen werden. Die nicht aus reinem Torf bestehenden, mit Sand vermischten Proben Nr. 1 und 4 weisen mehr Kiefer wahrscheinlich fremden Ursprungs auf.

Die Probe Nr. 4 mit höheren Anteilen der Kiefer und der Riedgräser könnte als Grenzschicht zwischen der jüngeren Dryas und dem Präboreal gelten.

Die Proben Nr. 5–9 des unteren Torfkernes werden ins Alleröd gestellt. Nur die Probe Nr. 10 läßt wieder den Dryas-Charakter mit mehr Kiefer und 95% Riedgräsern erkennen.

In den Proben Nr. 5–9 überwiegt der Anteil der Birke denjenigen der Kiefer. Eine deutliche Beimischung wärmeliebender Baumarten wie *Alnus* und QM-Komponenten sowie von *Corylus* ist zu bemerken. Die Abwesenheit arktischer und kontinentaler Elemente ist im Alleröd möglich. Der Anteil von *Artemisia* in den Proben Nr. 5 und 6 erscheint so hoch wie in der Dryas.

Die Pollen im Stechrohrkern KR 3 sind allgemein nicht gut erhalten. Darauf ist der hohe Prozentsatz unbestimmbarer Pollen zurückzuführen.

TABELLE 8

Pollentabelle des von Dr. K. LUBLINER-MIANOWSKA untersuchten, 2 m mächtigen Dryas-Torfes von Station DS 9, Wassertiefe 19 m

Probe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Teufe von	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
em bis	5	25	45	65	85	105	125	145	165	185	205
<i>Pinus</i>	80	80	78	71	67	71	72	51	50	54	61
<i>Betula</i>	18	20	21	27	29	27	25	45	37	42	31
<i>Salix</i>	2	—	1	1	2	—	1	4	9	0,5	2,5
<i>Picea</i>	—	—	—	1	—	—	+	—	—	—	—
<i>Corylus</i>	+	+	—	+	1	2	1	—	4	1,5	+
QM	—	—	—	—	—	—	0,5	—	—	—	—
<i>Alnus</i>	—	—	—	—	1	—	—	+	—	2	0,5
NAP	12	35	33	48	39	31	29	52	85	64	76
<i>Cyperaceae</i>	5	25	20	31	21	14	15	29	63	40	53
<i>Gramineae</i>	0,5	1	2	1,5	4	2	3	1,5	2,5	6	1,5
<i>Artemisia</i>	1	1	1,5	4	3	3	3	—	2,5	2,5	4
<i>Helianthemum</i>	—	0,5	—	—	—	0,5	—	—	—	—	—
<i>Thalictrum</i>	—	—	—	—	—	0,5	—	0,5	—	—	—
<i>Galium</i>	0,5	—	—	—	—	—	—	—	0,5	1	—
<i>Plantago</i>	—	0,5	—	—	—	—	—	—	—	0,5	—
<i>Filipendula</i>	—	—	—	0,5	1	—	—	—	—	1	0,5
<i>Cornus</i>	0,5	—	—	—	1	—	—	+	—	1	—
<i>Ericaceae</i>	4	3	5	4	4	7	4	—	7	4	6
<i>Chenopodiaceae</i>	—	—	—	0,5	—	0,5	—	0,5	0,5	0,5	0,5
<i>Ranunculaceae</i>	—	0,5	0,5	—	—	—	0,5	—	0,5	—	1
<i>Rosaceae</i>	—	0,5	0,5	1	—	—	—	—	0,5	—	0,5
<i>Compositae</i>	—	—	—	—	—	0,5	—	—	—	—	—
<i>Myriophyllum</i>	—	0,5	1,5	—	—	0,5	0,5	—	—	1	1,5
<i>Filices indet.</i>	—	1	1	2,5	2	1	—	2,5	3	0,5	1
<i>Equisetum</i>	—	—	—	2	—	—	—	16	4	3	3,5
<i>Sphagnum</i>	0,5	1	0,5	—	2,5	1	2	0,5	—	—	0,5
<i>Pediastrum</i>	6	8	18	15	70	20	18	—	20	10	9
<i>Botrychium</i>	—	—	—	—	+	0,5	—	—	—	0,5	0,5
Varia	0,5	0,5	1	1	3	1	—	1	0,5	1,5	2
Einzelfunde	—	<i>Gypso- phila, Nuphar</i>	—	—	<i>Valeri- ana, Pa- pilona- ceae</i>	—	<i>Rumex, Selagi- nella</i>	—	<i>Menyan- thes</i>	—	<i>Vale- riana</i>

Pollenanalytischer Befund des Torfprofils an Station DS 9

von Dr. K. LUBLINER-MIANOWSKA

In den unteren Schichten, Proben Nr. 8—11, ergeben sich hohe Werte von Cyperaceen, *Artemisia* und Ericaceen (Empetrum-Typ) sowie beachtliche Anteile von *Salix*.

Die oberen Horizonte weichen etwas von den liegenden ab. Sie lassen niedrigere Beträge von *Betula* und den NAP, vor allem der Cyperaceen, sowie eine deutliche *Pinus*-Dominanz erkennen. Im Vergleich hierzu enthalten typisch präboreale Spektren viel mehr *Betula* als *Pinus*. Das untersuchte Torfprofil könnte ans Ende der jüngeren Dryas gestellt werden.

TABELLE 9

Pollentabelle der von Dr. K. LUBLINER-MIANOWSKA untersuchten
Torfprobe im Stechrohrkern DS 4.
Wassertiefe 17,7 m, Teufe des Torfes 17,8—17,9 m

Probe	1	2	3	4
<i>Pinus</i>	83	76	77,5	93
<i>Betula</i>	14	18	17	5
<i>Picea</i>	—	—	1,5	1
<i>Corylus</i>	—	+	2	1
<i>Salix</i>	3	6	1,5	—
<i>Quercus</i>	—	—	0,5	—
NAP	140	169	73,5	107
<i>Gramineae</i>	2	2	—	—
<i>Cyperaceae</i>	135	150	75	95
<i>Artemisia</i>	—	2	1	1
<i>Selaginella</i>	—	2	2	+
<i>Hippophaee</i>	0,5	—	1	1
<i>Cornus</i>	—	—	0,5	—
<i>Galium</i>	—	—	—	1
<i>Thalictrum</i>	—	1	—	1
<i>Filipendula</i>	—	1	—	—
<i>Ericaceae</i>	—	1	0,5	—
<i>Rosaceae</i>	0,5	1	3	1
<i>Compositae</i>	—	—	1,5	—
<i>Myriophyllum</i>	—	—	—	2
<i>Filices</i>	—	2	1	1
<i>Botrychium</i>	—	1	+	—
Varia	2	6	5	4
Einzelfunde:	—	—	<i>Drosera</i> + <i>Parnassia</i> + <i>Saxifraga</i> +	—
Sekundärpollen	—	0,5	2	—
Frequenz/cm ²	80	120	70	15

Pollenanalytischer Befund der Torfprobe im Stechrohrkern DS 4

von Dr. K. LUBLINER-MIANOWSKA

Die 4 Proben, welche dem 10 cm langen Torfkern DS 4 in gleichen Abständen entnommen wurden, stammen sicher aus der Dryas. Da jedoch keine Grenzschicht vorhanden ist, läßt sich kein Entscheid für jüngere oder ältere Dryas treffen. Wahrscheinlich handelt es sich um einen Torf der jüngeren Dryas, da die Anteile von *Salix* und den charakteristischen Tundra-Arten nicht hoch sind.

TABELLE 10

Kornverteilung und CaCO₃ in den Stechrohrkernen Fe 1 b und MB 6 — Normalprofil der Mecklenburger Bucht. Wassertiefen 25,0 und 25,1 m.

Die Angaben der Teufe im Kern entsprechen den Abmessungen am lufttrockenen Kern

Teufe im Kern cm	0,4 bis 0,2 mm	bis 0,1 mm	bis 0,06 mm	bis 0,02 mm	bis 0,006 mm	bis 0,002 mm	bis 0,0006 mm	unter 0,0006 mm	CaCO ₃ %	Kurzbezeichnung des Sediments
Stechrohrkern Fe 1 b										
Schlick mit Muscheln (marin):										
10—30	1,4	22,9	30,3	17,7	13,4	6,6	2,1	5,6%	0,0	GSk f
30—50	—	—	9,1	22,8	45,8	15,7	2,4	4,2%	0,8	MSk
50—70	—	—	2,5	26,1	41,8	20,6	2,2	6,8%	0,4	MSk
70—90	—	—	1,8	20,2	53,5	15,0	4,3	5,4%	5,4	MSk
90—110	—	—	1,0	27,0	49,9	16,1	3,5	2,5%	1,8	MSk
Gyttja-Schluff mit Pflanzenfasern (brackisch):										
110—130	—	—	1,6	35,8	42,8	11,4	4,6	3,8%	3,3	M/GSf t
130—150	—	—	3,2	35,5	40,9	9,8	5,5	5,1%	21,4	M/GSf t
150—160	—	—	1,6	38,8	38,7	10,1	6,4	4,4%	21,4	M-GSf t
160—180	—	—	3,0	40,9	36,2	10,8	4,7	4,4%	18,3	G-MSf t
Torf aus dem älteren Boreal (Va) — Ende Fe 1b, Anfang MB 6										
Kalkgyttja:										
66—77	—	—	1,1	38,2	39,8	11,5	5,6	3,8%	31,7	M-GSf t
77—82	—	—	0,3	21,7	42,6	17,6	12,8	5,0%	40,8	M/GSf t
82—87	—	—	2,6	27,5	38,4	16,2	12,2	3,1%	31,7	M/GSf t
87—94	—	—	0,3	25,2	40,2	13,4	15,2	5,8%	—	M/GSf t
94—99	—	—	8,9	36,2	32,7	12,8	6,8	2,6%	36,2	G-MSf t
99—103	—	—	4,1	47,1	32,6	10,0	4,2	2,0%	22,6	G/MSf t
103—110	—	—	3,9	47,8	30,1	7,0	8,4	2,8%	26,9	G/MSf t
110—124	—	—	3,3	46,9	35,8	8,2	3,6	2,2%	22,8	G/MSf t
124—135	—	—	2,5	45,0	32,6	11,7	5,5	2,7%	23,0	G/MSf t
Schluff tonig mit Wurzelfasern:										
135—144	—	—	0,6	56,5	31,1	6,5	3,2	2,1%	21,0	G/MSf
144—150	—	8,9	8,1	50,5	22,7	5,5	2,3	2,0%	17,2	G/MSf t
150—161	—	11,1	8,9	48,3	26,5	1,2	1,0	3,0%	15,9	G/MSf
161—174	—	—	1,5	52,9	31,0	6,6	3,2	4,8%	19,3	G/MSf t
174—185	—	—	4,0	71,2	14,9	3,2	4,2	2,5%	15,5	GSf t
185—195	—	—	3,0	79,2	12,5	2,3	1,0	2,0%	9,1	GSf
Schluff:										
195—207	—	—	2,1	77,4	13,9	2,0	3,3	1,3%	7,9	GSf
207—213	—	—	10,9	78,4	7,1	0,9	2,6	0,1%	12,0	GSf
213—223	—	—	4,7	81,4	9,1	1,5	1,3	2,0%	11,0	GSf
223—233	—	—	11,0	74,3	10,0	1,6	1,1	2,0%	11,2	GSf
233—241	—	—	0,9	87,9	7,5	1,5	2,0	0,2%	6,2	GSf
241—246	—	—	1,2	63,9	21,8	5,0	4,2	3,9%	14,4	G/MSf t
246—260	—	6,5	5,4	74,7	8,3	0,9	2,8	1,4%	9,1	GSf f
260—270	—	—	24,7	52,0	17,4	2,7	2,0	1,2%	8,6	GSf/ff
Bänderton rosa, sehr schluffig:										
270—285	—	—	0,9	11,0	47,2	33,5	4,8	2,6%	22,0	M/FSf t
285—300	—	—	—	10,9	35,8	32,1	6,2	15,0%	21,0	T m-fsf
300—312	—	—	0,2	3,5	22,9	28,0	18,9	26,5%	21,3	T m-fsf
312—324	—	—	0,9	16,4	44,1	24,7	7,9	6,0%	22,0	M/FSf t

Erklärungen:

GSk f	Grobschlick feinsandig,	GSf/ff	Grobschluff bis Feinstsand
MSk	Mittelschlick,	M/FSf t	Mittel- bis Feinschluff tonig,
M/GSf t	Mittel- bis Grobschluff tonig,	T m-fsf	Ton mittel- bis feinschluffig.
GSf f	Grobschluff feinsandig,		

TABELLE 11

Profilbeschreibung des Stechrohrkernes BM 6 aus der Bornholm-Mulde
($\varphi = 54^{\circ} 47,0' N$; $\lambda = 14^{\circ} 52,7' E$), Wassertiefe 59,0 m

Teufe im Kern cm	Schicht- stärke cm	untere Grenze m-NN	Sediment	CaCO ₃
		59,00	Wasser	
0— 15	15	59,15	Schluff, schlickig breiig, grau	—
15— 27	12	59,27	Schluff tonig, blaugrau	—
27— 38	11	59,38	Schlick, weich olivgrau	—
38— 62	24	59,62	*Ton weich, blaugrau, ab 59 cm humos	—
62— 74	16	59,74	Moostorf	—
74— 75	1	59,75	Schlick mit humosem Filz	—
75— 76	1	59,76	Torfband	—
76— 87	11	59,87	Ton mausgrau, humos mit Holz- resten, zuunterst Torffilz	—
87— 89	2	59,89	Schluff grau	—
89— 139	50	60,39	Ton graubraun	—
139— 160	21	60,60	Schluff grau, zerfließend	+
160— 400	240	63,00	Ton rosa	+

* Der Ton wurde offenbar nach der Überflutung der Bornholm-Mulde umgelagert. Darauf weisen zahlreiche in dem Ton gefundene marine Diatomeen hin.

Pollenanalytischer Befund der Torfprobe von Station 6 südlich Bornholm

von Mag. H. KROG

Mehrere Klumpen von *Cyperaceen* wurden in der Teilprobe 2a/b und ein Klumpen in der Teilprobe 2a/a gefunden. Je ein einzelner Klumpen von *Gramineen* fand sich in beiden Teilproben. Das Vorkommen von *Corylus* ist vielleicht auf Verunreinigung zurückzuführen.

Es sind nur geringe Unterschiede zwischen beiden Spektren vorhanden. Eine zeitliche Einordnung ist schwierig. Die meiste Wahrscheinlichkeit besteht für spätes Präboreal, aber auch das Alleröd käme in Frage. Insbesondere weist die Anwesenheit von *Dryopteris indeterminata* auf Präboreal (IV).

Ein ähnlicher Befund ergab sich nach der Untersuchung von 12 Spektren von fast derselben Zusammensetzung durch Frau J. MAJEWSKI, Potsdam.

TABELLE 12

Pollentabelle des von Mag. H. KROG untersuchten Torfes
von Station 6 südlich Bornholm, Wassertiefe 59,0 m,
Teufe im Stechrohrkern 62—76 cm, Probe 2a

	2 a/a ca. 1 cm von oben	2 a/b ca. 1 cm von unten
<i>Salix</i>	2	1
<i>Betula</i>	62	81
<i>Pinus</i>	209	212
<i>Juniperus</i>	1	—
<i>Populus</i>	1	2
<i>Quercus</i>	1	—
<i>Corylus</i>	4	—
Σ AP	280	296
<i>Empetrum</i>	—	1
<i>Calluna</i>	1	—
Gramineae	50	62
Cyperaceae	48	120
<i>Artemisia</i>	1	—
Cruciferae	1	1
Crif. <i>Dryas</i>	1	—
<i>Filipendula</i>	—	5
<i>Galium</i>	1	—
<i>Thalictrum</i>	1	—
Umbelliferae	—	2
Scrophulariaceae	—	1
<i>Dryopteris Linnæana</i>	—	3
NAP	104	195
Σ AP + NAP	384	491
<i>Nymphaea</i>	2	1
<i>Menyanthes</i>	1	1
<i>Potentilla</i>	4	1
Typhaceae, $\frac{1}{4}$ (Tetraden)	1	2
Typhaceae, $\frac{1}{4}$	5	5
<i>Dryopteris interdeterminata</i>	60	78
<i>Equisetum</i>	4	7
<i>Sphagnum</i>	3	2
<i>Pediastrum</i>	9	7
<i>Botryococcus</i>	3	12
<i>Pinus-Stomata</i>	+	—
Sekundärformen:		
<i>Pinus</i> und <i>Pinus</i> -ähnlich	$5\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$
<i>Sequoia</i>	—	1
<i>Sciadopitys</i>	3	1
Sekundär-Sporen	3	—
<i>Hystrix</i>	7	6

Literatur

- [1] ANDERSEN, S. A., Storebelt i Nutid og fortid. Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar **49**, (1927) S. 427.
- [2] ANDERSEN, S. A., Lolland in den sidste Istid. Meddelelser fra Dansk Geol. Forening **13** (1957) H. 4.
- [3] BRINKMANN, R., Zur Entstehung der Nordöstlichen Heide Mecklenburgs. Geologie **7** (1958) H. 3—6, S. 751—56.
- [4] BRÜCKNER, G. H., Artefakte der jüngeren Hamburger Stufe in einer Grundmoräne bei Ostseebad Grömitz. Meyniana, Kiel **2** (1954) S. 191—92.
- [5] DONNER, J. J., Pollenanalytical studies of late glacial deposits in Finland. C. R. Soc. géol. de Finlande **24** (1951).
- [6] DONNER, J. J., The zoning of the post-glacial pollendiagrams in Finland and the main changes in the forest composition. Acta botanica Fennica **65** (1963).
- [7] DÜCKER, A. und MAARLEVELD, G. C., Hoch- und spätglaziale äolische Sande in Nordwestdeutschland und in den Niederlanden. Geol. Jb. **73** (1958) S. 215—34.
- [8] FIRBAS, F., Die Synchronisierung der mitteleuropäischen Pollendiagramme. Danmarks Geol. Undersøgelse, 2. R., Nr. 80 (1954).
- [9] FLORIN, M. B., Insjöstudier i Mellansverige. Acta Phytogeographica Suecica **38**, Publications of the Institute of Quaternary Geology, University of Uppsala, Uppsala 1957.
- [10] FLORIN, S., Havstrandens förskjutningar och bebyggelseutvecklingen i östra Mellansverige under senkvartär tid. I Allmän översikt. Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar **66** (1944) H. 3, Nr. 438, S. 551—634.
- [11] FLORIN, S., Kustförskjutningen och bebyggelseutvecklingen i östra Mellansverige under senkvartär tid. II. Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar **70** (1948) H. 1, Nr. 452, S. 17—196.
- [12] GEHL, O., Die Hochmoore Mecklenburgs nebst einem Beitrag zur Waldgeschichte des Küstensaumes zwischen Elbe und Oder. Beiheft zu Geologie, Nr. 2 (1952).
- [13] GEIB, K. W., Meeresgeologische Untersuchungen im Bereich der ostpommerschen Küste von Stolpmünde bis zur ehemaligen deutsch-polnischen Grenze. Geol. d. Meere und Binnengewässer **7** (1943) S. 1—39.
- [14] GEINITZ, E., Die geologischen Aufschlüsse (Litorina-Ablagerungen) des neuen Warnemünder Hafenaufbaues. Mitt. d. Meekl. Geol. L.-A., Rostock, Nr. 14 (1902).
- [15] GEINITZ, E., Die geographischen Veränderungen des südwestlichen Ostseegebietes seit der quartären Abschmelzperiode. Peterm. Geogr. Mitt. **48** (1903) S. 25—28 u. S. 77—83.
- [16] GEINITZ, E., Litorinatton im Wismarschen Hafen. Archiv d. Vereins d. Freunde d. Naturgeschichte in Mecklenburg **57** (1903) S. 182—83.
- [17] GRIPP, K., Die Entstehung des Travetales. Altonaische Z. f. Geschichte u. Heimatkunde, Bd. 4 (1935), Festschrift OTTO LEHMANN, S. 17—30.
- [18] GRIPP, K., Die Entstehung der Förden. Schr. d. Naturw. Vereins f. Schleswig-Holstein **24** (1949), H. 1, S. 67—69.
- [19] GRIPP, K., Die Entwässerung der inneren Eisrandlagen in Nordwestdeutschland. Schr. d. Naturw. Vereins f. Schleswig-Holstein **24** (1950) H. 2, S. 87—99.
- [20] GRIPP, K., Die Entstehung der Landschaft Ostholsteins. Meyniana, Kiel, **1** (1952) S. 119—29.
- [21] GROBA, E., Neue geologische Ergebnisse vom Fischland-Darß und Zingst (Bohrungen 1954/55). Geologie **6** (1957) H. 6/7, S. 664—73.
- [22] GROSS, H., Die Radiocarbon-Methode, ihre Ergebnisse und Bedeutung für die spätquartäre Geologie, Paläontologie und Vorgeschichte. Eiszeitalter und Gegenwart **2** (1952) S. 68—92.
- [23] GROSS, H., Das Alleröd-Interstadial als Leithorizont der letzten Vereisung in Europa und Amerika. Eiszeitalter und Gegenwart **4/5** (1954) S. 189—209.
- [24] GROSS, H., Die bisherigen Ergebnisse von C₁₄-Messungen und paläontologischen Untersuchungen für die Gliederung und Chronologie des Jungpleistozäns in Mitteleuropa und den Nachbargebieten. Eiszeitalter und Gegenwart **9** (1958) S. 155—187.
- [25] HANSEN, S., Varvighed i danske og skaanske senglaciale Aflejninger. Danmarks Geol. Undersøgelse, R. 2, Nr. 63 (1940).
- [26] HANSEN, S. und NIELSEN, A. V., Glacial geology of southern Denmark. Guide to excursions A 44 and C 39 of the Intern. Geol. Congress, Norden 1960. Kopenhagen 1960.
- [27] HANSEN, S. und ØDUM, H., Lerblokke som Bundsediment i danske Farvande. Danmarks Geol. Undersøgelse, 4. R., **4** (1960) Nr. 2.
- [28] HAFSTEN, U., De senkvartaere strandlinje-forskyvningene i Oslo-trakteren belyst ved pollenanalytiske undersøkelser. Norsk Geogr. Tidsskr., **16** (1957/58) S. 74—99.

- [29] HAARSTED, V., De kvartaergeologiske og geomorphologiske forhold på Mon. Medd. fra Dansk Geol. Forening København **13** (1956) S. 124–126.
- [30] HURTIG, TH., Die Mecklenburgische Boddenlandschaft und ihre entwicklungsgeschichtlichen Probleme. Ein Beitrag zur Küstengeschichte der Ostsee. Berlin 1954.
- [31] HURTIG, TH., Zur Frage der postdiluvialen Überflutung der südwestlichen Ostseeküste. Peterm. Geogr. Mitt., H. 2 (1955) S. 90–99.
- [32] HURTIG, TH., Das physisch-geographische Bild der Ostsee und ihrer Küstenabschnitte und das Problem der postdiluvialen Überflutung des Ostseebeckens. Geogr. Ber., Jg. 4 (1959) Bd. 10/11, H. 1/2, S. 46–63.
- [33] ISBERG, O., Beitrag zur Kenntnis der postarktischen Landbrücke. Geografiska Annaler. **9** (1927) S. 100–108.
- [34] IVERSEN, J., Undersøgelse over Litorinatransgressioner i Danmark. Medd. Dansk Geol. Foren., **9** (1937) S. 223.
- [35] IVERSEN, J., Radiocarbon dating of the Alleröd Period. Science **118** (1953) S. 9–11.
- [36] JELGERSMA, S., Holocene sea-level changes in the Netherlands. Mededelingen van de Geologische Stichting, Ser. C, **6** (1961) 7.
- [37] JOHNSON, G., Deglaciation of the Highland of South Sweden. Lund studies, Ser. A, Phys. Geography Nr. **3** (1952).
- [38] JOHNSON, G., Glacialmorphologiska studier i södra Sverige. Medd. från Lunds Univ. Geografiska Institution Avhandlingar, **31** (1956) 407 S.
- [39] KLEWE, H., Die Insel Usedom in ihrer spät- und nacheiszeitlichen Formenentwicklung, Berlin 1960.
- [40] KLEWE, H., Die holozäne Ostseegeschichte im Blickfeld von Transgressionsvorgängen im Odermündungsraum. Wiss. Z. d. Friedrich-Schiller-Universität Jena, Math.-Naturwiss. Reihe, **11** (1962) H. 1/2, S. 135–140.
- [41] KLEWE, H., Fortschritte und Probleme bei der Erforschung der Küstenentwicklung an der südlichen Ostsee. Baltica, H. 1 (1963) S. 116–135.
- [42] KÖSTER, R., Junge eustatische und tektonische Vorgänge im Küstenraum der südwestlichen Ostsee. Meyniana, Kiel, **11** (1961) S. 23–81.
- [43] KOLP, O., Die Nordöstliche Heide Mecklenburgs. Abbh. Geogr. Ges. in der DDR, Nr. 1 (1957).
- [44] KOLP, O., Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Mecklenburger Bucht. Peterm. Geogr. Mitt., H. 4 (1961) S. 249–254.
- [45] KOLP, O., Der eustatische Meeresspiegelanstieg während des älteren und mittleren Holozäns dargestellt auf Grund der Spiegelschwankungen im Bereich der Beltsee. Peterm. Geogr. Mitt., H. 1 (1964).
- [46] KROG, H., Pollen-analytical investigation of a C₁₄-dated Alleröd-section from Ruds-Vedby. Danm. Geol. Unders., 2. R., Nr. 80 (1954) S. 120–139.
- [47] KROG, H., Post-glacial submergence of the Great Belt dated by pollen-analysis and radiocarbon. Report of the Intern. Geol. Congress, XXI. Session, Norden 1960, Part IV, Chronology and climatology of the Quarternary, Copenhagen 1960, S. 127–133.
- [48] KRÜMMEL, O., Die deutschen Meere im Rahmen der internationalen Meeresforschung. Veröff. Inst. f. Meereskunde, Berlin, H. 6 (1904).
- [49] LUBLINER-MIANOWSKA, K., Pollen analysis of the surface samples of bottom sediments in the bay of Gdansk. Acta societatis Botanicorum Poloniae **31** (1962) Nr. 2, S. 305–312.
- [50] LUDWIG, A., Beitrag zur Stratigraphie des Pleistozäns an der deutschen Ostseeküste. Geologie **10** (1961) H. 4/5, S. 400–417.
- [51] LUDWIG, A., Stratigraphische Untersuchungen des Pleistozäns der Ostseeküste von der Lübecker Bucht bis Rügen. Habilitationsschrift, Rostock 1961.
- [52] LUNDQUIST, G., Var är issjöarnas sediment? Geol. Fören. i Stockholm Förhandlingar, Bd. 64 (1942) H. 2, S. 160–162.
- [53] MAGNUSSON, N. H., LUNDQUIST, G. und GRANLUND, E., Sveriges Geologi. 3. Aufl., Stockholm 1957.
- [54] MERTZ, E. L., Oversight over de sen-og postglaciale Niveau-forandringer. Danm. Geol. Unders., R. 2, **41** (1924).
- [55] MIKKELSEN, V., Praesto Fjord. The development of the postglacial vegetation and a contribution to the history of the baltic sea. Dansk botan. Arkiv, Res botanicae Danicae, **13** (1949) H. 5.
- [56] MILTHERS, V., Det danske Istidslandskabs Terrænformer og deres Opstaaen. Danm. Geol. Unders., R. 3, Nr. 28 (1948).
- [57] MÜLLER, W., Der Ablauf der holozänen Meerestransgression an der südlichen Nordseeküste und Folgerungen in bezug auf eine geochronologische Holozängliederung. Eiszeitalter und Gegenwart **13** (1962) S. 197–226.

- [58] MUNTHER, H., Om Nordens, främst Baltikums, senkvartära Utveckling och Stenåldersbebyggelse. Kungl. Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar, Ser. 3, 19 (1940). Nr. 1.
- [59] NILSSON, E., Issjöstudier i södra Sverige. Geol. Fören. i Stockholm Förh., 80 (1958) H. 2, S. 166—185.
- [60] NILSSON, T., Versuch einer Anknüpfung der postglazialen Entwicklung des nordwestdeutschen Flachlandes an die pollenfloristische Zonengliederung Südkanindiens. Kgl. Fysiograf. Sällskap i Lund Handl. 59 (1948).
- [61] NILSSON, T., Die pollenanalytische Zonengliederung der spät- und postglazialen Bildungen Schonens. Geol. Fören. i Stockholm Förhandl., 57 (1955) H. 3.
- [62] NILSSON, T., Aktuelle Entwicklungslinien in der schwedischen Quartärgeologie. Eiszeitalter und Gegenwart 10 (1959) S. 10—20.
- [63] NORDMANN, V., Spätglaziale und postglaziale marine Ablagerungen. Danm. Geol. Unders., 5. R., Die Geologie von Dänemark, Nr. 4 (1928) S. 134—143.
- [64] OTTO, TH., Der Darß und Zingst. 13. Jahresber. d. Pomm. Geogr. Ges. zu Greifswald, Jg. 1911—12, Greifswald 1913.
- [65] v. POST, L., A gothiglacial transgression of the sea in south Sweden. Geografiska Annaler 15 (1933) H. 2/3.
- [66] PRATJE, O., Die Deutung der Steingründe in der Nordsee als Endmoränen. Dtsch. Hydr. Z. 4 (1951) H. 3, S. 106—114.
- [67] RICHTER, K., Die Eiszeit in Norddeutschland. Deutscher Boden 4 (1937).
- [68] RUST, A., Funde der Hamburger Kultur im Geschiebemergel bei Grömitz. Germania 33 (1955) S. 256.
- [69] SAURAMO, M., The mode of the land upheaval in Fennoscandia during late-quaternary time. Fennia 66 (1939) Nr. 2.
- [70] SAURAMO, M., Die Geschichte der Wälder Finnlands. Geol. Rdsch. 32 (1941) H. 4/5, S. 579—594.
- [71] SAURAMO, M., Das Rätsel des Ancylossees. Geol. Rdsch. 42 (1954) H. 2, S. 197—233.
- [72] SAURAMO, M., Die Geschichte der Ostsee. Ann. Acad. Sci. Fennicae, Ser. A, R. 3, 51 (1958).
- [73] SCHMITZ, H., Die Waldgeschichte Ostholsteins und der zeitliche Verlauf der postglazialen Transgression an der schleswig-holsteinischen Ostseeküste. Ber. Dtsch. Botan. Ges. 66 (1953) S. 151—166.
- [74] SCHMITZ, H., Die pollenanalytische Gliederung des Postglazials im nordwestdeutschen Flachland. Eiszeitalter und Gegenwart 6 (1955) S. 52—59.
- [75] SCHÜTRUMPF, R., Das Spätglazial. Eiszeitalter und Gegenwart 6 (1955) S. 41—51.
- [76] SCHÜTZE, H., Die Haken und Nehrungen der Außenküste von Rügen. Jb. d. Pommerschen Geogr. Ges. zu Greifswald, 49/50, Beiheft 1, 155 S., Greifswald 1931.
- [77] SCHÜTZE, H., Morphologischer Beitrag zur Entstehung des Darß und Zingst (Ostsee). Geol. d. Meere u. Binnengewässer 3 (1937) S. 173—200.
- [78] SCHULZ, BR., Hydrographische Untersuchungen in der Ostsee 1925—1938 mit dem Reichsforschungsdampfer „Poseidon“. Ergänzungsheft zur Dtsch. Hydr. Z., Reihe B, Nr. 1 (1956).
- [79] SCHULZ, H., Einige geologische Beobachtungen am Ostufer des unteren Warnowlaufes. Archiv d. Vereins d. Freunde der Naturgeschichte Mecklenburgs 5 (1959) S. 67—74.
- [80] SCHULZ, H., Entstehung und Werdegang der Nordöstlichen Heide Mecklenburgs. Diss., Rostock 1962.
- [81] STRAKA, H., Relative und absolute Datierungen quartärer Ablagerungen. Die Naturwissenschaften 48 (1961) H. 9, S. 324—332.
- [82] TAPPER, E., Meeresgeschichte der Kieler- und Lübecker Bucht im Postglazial. Geol. d. Meere u. Binnengewässer 4 (1940) S. 113—244.
- [83] WATTENBERG, H., Entwurf einer natürlichen Einteilung der Ostsee. Kieler Meeresforschungen 6 (1949) S. 10—15.
- [84] WENNBERG, G., Eisströme über Schonen während der letzten Eiszeit. Lunds Univ. Arskrift N. F., Abt. 2, 39 (1943) Nr. 3.
- [85] WOLDSTEDT, P., Über Vorstoß- und Rückzugsfronten des Inlandeises in Norddeutschland. Geol. Rdsch. 29 (1938) S. 48 ff.
- [86] WÜST, G., Ergänzende Betrachtungen zum Aufsatz von H. WATTENBERG: Entwurf einer natürlichen Einteilung der Ostsee. Kieler Meeresforschungen 6 (1949) S. 15—17.
- [87] ZWILLENBERG, O. und HENDRIKS, J., Zum Vorkommen von Cardiumklei in Waterland nordöstlich Amsterdam. Geol. en Mijnbouw, s'Gravenhage, Nw. Ser., 16 (1954) S. 105—117.

Ergebnisse pollenanalytischer Untersuchungen von 2 Torfkernen aus der Mecklenburger Bucht

Von HARALD KROG, Charlottenlund

Zusammenfassung: Im Rahmen einer Zusammenarbeit innerhalb des Arbeitskreises Baltic Shorelines der INQUA wurden 2 Proben des als Leithorizont im zentralen Teil der Mecklenburger Bucht anzusehenden, weitflächigen Torflagers untersucht und ins ältere Boreal gestellt.

Die Torfproben von den Stationen Fe 1 und MB 5 (Z III c), die aus dem zentralen Teil der Mecklenburger Bucht stammen, sind sich sehr ähnlich, obwohl beide Stationen etwa 4,5 sm

TABELLE I
Pollentabelle der an den Stationen Fe 1 und MB 5 entnommenen Torfproben

	ca. 2 cm von unten				ca. 2 cm von oben			
	Fe 1		MB 5		Fe 1		MB 5	
	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl
<i>Salix</i>	1,2	7	2,1	12	1,6	9	1,1	6
<i>Betula</i>	27,7	157	26,5	151	27,1	151	19,4	103
<i>Pinus</i>	48,2	273	50,9	289	39,4	220	44,1	235
<i>Alnus</i>	0,5	3	0,5	3	—	—	0,6	3
<i>Ulmus</i>	0,4	2	0,4	2	0,4	2	0,4	2
<i>Quercus</i>	0,2	1	0,2	1	0,2	1	0,6	3
<i>Juniperus</i>	0,2	1	0,2	1	0,4	2	—	—
<i>Populus</i>	5,1	29	2,1	12	5,4	30	4,7	25
<i>Corylus</i>	16,4	93	19,1	97	24,9	139	29,1	155
cf. <i>Sorbus</i>	—	—	—	—	0,4	2	—	—
<i>Viburnum</i>	—	—	—	—	0,2	1	—	—
AP	100	566	100	568	100	557	100	532
<i>Calluna</i>	0,5	3	—	—	0,2	1	0,8	4
<i>Gramineae</i>	18,2	103	24,5	139	13,6	76	7,7	41
<i>Cyperaceae</i>	5,6	32	13,4	76	7,2	40	7,5	40
<i>Humulus</i>	0,2	1	0,2	1	0,2	1	0,2	1
<i>Urtica</i>	0,4	2	0,2	1	—	—	—	—
<i>Cruciferae</i>	—	—	0,2	1	—	—	—	—
<i>Umbelliferae</i>	0,5	3	0,5	3	—	—	—	—
<i>Rumex acet.</i>	—	—	0,2	1	—	—	—	—
<i>Galium</i>	—	—	0,2	1	—	—	—	—
<i>Thalictrum</i>	—	—	—	—	—	—	0,2	1
<i>Filipendula</i>	0,4	2	0,2	1	1,1	6	0,6	3
<i>Artemisia</i>	0,4	2	0,4	2	0,4	2	0,4	2
<i>Tubuliflorae</i>	0,4	2	—	—	—	—	0,2	1
<i>Botrychium</i>	—	—	0,2	1	—	—	—	—
<i>Plantago</i>	—	—	—	—	—	—	0,2	1
<i>Dryopteris</i>	—	—	—	—	0,2	1	0,6	3
NAP		150		227		127		97

TABELLE 1 (Fortsetzung)

	ca. 2 cm von unten		ca. 2 cm von oben	
	Fe 1 Anzahl	MB 5 Anzahl	Fe 1 Anzahl	MB 5 Anzahl
<i>Rumex hydrol.</i>	—	—	2	—
<i>Potentilla</i>	—	1	—	—
<i>Menyanthes</i>	2	3	2	1
<i>Nymphaeaceae</i>	1	1	1	1
<i>Nuphar</i>	1	—	1	—
<i>Myriophyllum spicat.</i>	—	1	1	—
<i>Eupotamogeton</i>	—	2	1	—
<i>Typhaceae</i> 4/4	1	3	1	—
<i>Typhaceae</i> 1/4	33	42	18	6
<i>Sphagnum</i>	3	3	9	13
<i>Equisetum</i>	13	32	11	15
Farnsporen indet.	80	248	150	95
<i>Pediastrum</i>	98	61	65	49
<i>Botryococcus</i>	13	14	13	12
Sekundärpollen:				
<i>Ericales</i>	—	—	—	1
<i>Cupressaceae</i>	—	—	—	2
„p/p“ (alte <i>Pinus</i> -Formen)	1/2	13	1,5	9,5
<i>Sequoia</i>	—	3	1	—
cf. <i>Sciadopitys</i>	1	2	1	1
<i>Pinus Haploxyton</i>	—	3	—	2,5
<i>Hystrix</i>	1	2	1	4
<i>Corylus</i> -ähnlich	—	1	—	—
<i>Nyssa</i>	—	2	—	—
<i>Ilex</i>	—	1	—	—
Sekundärsporen:	—	1	1	2

voneinander entfernt liegen. Beide Proben sind in den frühen Abschnitt des Boreals (Dänische Zone V) zu stellen. Beide Torfkern lassen einen Anstieg von *Corylus* von dem unteren nach dem oberen Ende um fast gleiche Beträge erkennen.

Die Wassertiefe betrug an beiden Stationen 25,0 m. Die Torfschicht in dem 4,20 m langen Stechrohrkern Fe 1 lag zwischen 2,13 und 2,40 m und in dem 3,82 m langen Stechrohrkern MB 5 a (Z III c) zwischen 2,80 und 3,00 m.

Die Pollenanalyse einer Stechrohr-Probe aus der Mecklenburger Bucht

VON KAROLINA LUBLINER-MIANOWSKA

Zusammenfassung: Durch die Untersuchung eines bei 25 m Wassertiefe entnommenen, 3,45 m langen Stechrohrkernes aus der Mecklenburger Bucht, bestehend aus 2,45 m mächtigem marinen Schlick über Sedimenten limnisch-brackischer Gewässer, wird unter anderem der Beweis erbracht, daß auch die Pollenanalyse einer aus dem Meeresgrund gezogenen, längeren Schlickprobe Einzelheiten der postglazialen Waldgeschichte genau erkennen läßt. In dem aus 79 Spektren zusammengesetzten Pollendiagramm spiegelt sich die gesamte Entwicklung seit Beginn des Boreals wider. Die Torfbildung setzte an dieser Stelle etwas später ein als an den anderen Fundpunkten von Torf im zentralen Teil der Mecklenburger Bucht. Eine Schichtlücke zwischen Sedimenten des jüngeren Boreals und des älteren Atlantikums wird durch die Diskontinuität des Kurvenverlaufs deutlich angezeigt.

Die vorgelegte Untersuchung ist als Ergebnis der Zusammenarbeit des Staatlichen Hydrologisch-Meteorologischen Instituts in Gdynia und des Instituts für Meereskunde Warnemünde zu betrachten. Im Juni 1961 entnahm das Forschungsschiff „J. Krüger“ unter Verwendung eines vom Institut zu Gdynia geliehenen Vibrationsstechrohres an 23 Stationen in der Mecklenburger Bucht 42 Stechrohrkerne von etwa je 4 m Länge. Zwei von diesen Proben, die eine annähernd vollständige Stratigraphie des Untergrundes jener Gegend erkennen ließen, wurden von Mitarbeitern aus Gdynia (Ing. K. ROZDZYNSKI und Mag. K. WYPYCH) unserem Institut mitgebracht.

Das Profil an der Station Fe 2 (7,5 m ostwärts Staberhuk, Wassertiefe 25 m) habe ich in 3 Sommermonaten 1962 pollenanalytisch bearbeitet.

Die frisch gewonnene Stechrohrprobe hatte 4,05 m Länge, wie O. KOLP in seinem Beitrag [6] berichtete. Nach dem Verlauf eines Jahres war die Kernlänge infolge Austrocknung bis auf 3,45 m verkürzt worden. Die größte Schrumpfung war in den Torfschichten zu bemerken: Der Unterschied betrug hier 20 cm (46 cm Torf im frischen und 26 cm im lufttrockenen Zustand).

Für die Pollenanalyse wurden Proben durchschnittlich alle 5 cm entnommen. Um jedoch die Schichtgrenzen zu erfassen, mußte man den Abstand zwischen den Proben bisweilen auf 3—4 cm verringern oder auch vergrößern.

Im Torf waren die Proben in Abständen von 1—2 cm entnommen worden. Das Schichtenverzeichnis ist aus Tab. 1 zu ersehen. Die Nummern links bezeichnen die pollenanalytisch bearbeiteten Proben. Für die aufeinanderfolgenden Schichten werden Humus- und Carbonatgehalt (CaCO_3 und MgCO_3) sowie die Ergebnisse der aräometrischen Analyse der Sedimente angegeben.

Methodisches

Da die Proben vorwiegend aus mineralischen Sedimenten bestanden, mußte man bei der Pollengewinnung die Flotationsmethode verwenden (nach ZOLYOMIS-Verfahren). Eine Probe von 10 Gramm, zerrieben und durch Drahtsiebe gesiebt, bleibt in 10 prozentiger Salzsäure 24 Stunden stehen. Die mehr CaCO_3 enthaltenden Proben brausen sehr stark; man muß deshalb etwas größere Glaskolben benutzen. Nach dem Zentrifugieren (in großen Zentri-

TABELLE I
Schichtenverzeichnis

Nr. der Proben	Schichtstärken m	Humus %	CaCO ₃ + MgCO ₃ %	Ergebnisse der aräometrischen Analyse					Sediment	waldgeschichtliche Abschnitte nach FIRBAS
				0,06 mm	0,02 mm	0,006 mm	0,002 mm	0,0002 mm		
1—8	0—0,41	4,5	1,2	48,3	38,9	10,5	2,3	—	Schlick mit Sand	IX
9—12	0,41—0,69	3,9	2,2	48,3	36,2	12,4	3,1	—	Schlick mit Sand	VIII
13—20	0,69—1,12	5,3	2,3	35,6	35,4	20,6	8,4	—	Schlick mit Sand	VIII
21—29	1,12—1,54	5,1	4,3	32,2	43,7	18,7	5,4	—	Schlick mit Sand	VII
30—34	1,54—1,82	6,6	4,8	17,9	45,7	23,5	11,8	1,1	Sandiger, toniger Schlick	VII
35—36	1,82—1,97	5,0	6,6	26,9	50,9	13,3	8,9	—	Schlick mit Sand und Muscheln	VII
37—42	1,97—2,19	8,7	6,4	18,7	69,1	10,2	2,0	—	Sandiger Schlick mit Muscheln	VII
43—48	2,19—2,48	9,4	5,8	15,5	41,7	31,2	11,6	—	Sandiger Schlick mit Muscheln	VI
49—52	2,48—2,66	7,7	16,6	33,4	30,8	21,4	12,6	1,8	Gyttja-Schluff	VI
53—54	2,66—2,78	10,0	17,6	19,9	62,3	13,1	4,1	0,6	Gyttja-Schluff	VI
55—58	2,78—3,00	3,8	18,2	14,9	79,2	5,4	0,5	—	Gyttja-Schluff mit Wurzelfasern	VI
59—60	3,00—3,14	3,8	27,1	14,6	85,0	0,4	—	—	Kalk-Schluff	VI
61—74	3,14—3,33	36,0	4,0	5,5	58,4	26,5	9,2	0,4	Torf mit Schlufflagen	V _b
75—78	3,33—3,40	26,4	15,4	50,0	26,9	14,3	8,8	—	Feinsand mit Torf	V _b
79	3,40—3,45	11,2	43,1	28,9	47,6	13,9	7,7	1,9	Kalkgyttja	V _a

fugierrohre von 50 cm³ Inhalt) wurde das Sediment mit Wasserlösung von ZnCl₂ (s.G. 1,85—1,90) übergossen. Das Sediment muß dann im Zentrifugierrohr sorgfältig mit einem Glasstäbchen zerrieben werden, um eine einheitliche Emulsion zu gewinnen. Es folgt das Zentrifugieren (1500 U/min) ca. 20 Minuten lang. Nach diesem Zeitraum findet schon die Zerteilung des Sedimentes statt. Die pollenhaltigen organischen Reste sammeln sich an der Oberfläche, während die Mineralteilchen niedersinken. Die flotenden Überreste gießt man in ein Becherglas und gibt $\frac{1}{3}$ Wasser dazu. Dies ist unbedingt nötig, weil die konzentrierte ZnCl₂-Lösung den Filter auflöst und das Filtrieren unmöglich macht. Man verwendet mittelschnell filtrierende Papierfilter.

Es ist ratsam, den Flotationsvorgang zweimal durchzuführen. Man mischt die Mineralreste mit frischer $ZnCl_2$ -Lösung, und nach dem Zentrifugieren werden die organischen Reste wieder auf demselben Filter gesammelt. Weiter durchstechen wir das Filterpapier mit einer Nadel und das Sediment wird mit destilliertem Wasser ins neue Zentrifugierröhrchen abgspült.

Es folgt die Acetolyse nach der bekannten ERDTMANNschen Methode. Es ist zu betonen, daß der Pollen in Meeressedimenten gewöhnlich so gut erhalten ist, daß kein Bleichen notwendig ist.

Nach Beendigung der Acetolyse gießt man den pollenhaltigen Absatz mit 1 ml Alkohol in ein kleines Glasröhrchen und fügt dann 2 Tropfen Glycerol hinzu. Das Röhrchen bleibt offen, bis der Alkohol verdampft. Bei der Anfertigung des Präparats nimmt man einen Tropfen von Sediment immer mit derselben Glaspipette ohne Gummiende. Dieses sichert eine konstante Tropfendimension, welche notwendig ist, um die Pollendichte im Präparat vergleichen zu können. Die letztere wird dann auf 1 cm² des Deckglases berechnet.

Die Pollenspektren waren auf der Basis von 500 AP-Körner berechnet. Um ein schärferes Bild der klimatischen Zonen zu erzielen, wurde die IVERSENSche Korrektur angebracht, d. h. die Pollenkornmenge von *Pinus*, *Betula*, *Alnus* und *Corylus* wurde durch 4 dividiert. Nach dieser Reduktion bleiben gewöhnlich noch über 200 Körner, von welchen man Prozente ausrechnen kann.

Die Ergebnisse der Pollenanalyse des Profils sind aus dem Pollenspektrenverzeichnis (Tab. 2) und den 3 Pollendiagrammen (Abb. 1—3) zu ersehen.

Die Pollenanalyse der terrestrischen Sedimente, obwohl die letzteren in der Tiefe des Meeres gelagert sind, unterliegt keinem Zweifel. Wenn wir aber dieselbe Methode bei Meeressedimentforschungen anwenden wollen, wird bisweilen die Frage erhoben, ob die Pollenspektren der Meeressedimente wirklich denjenigen der Küstenflora entsprechen. Die beste Antwort ergibt sich aus dem Vergleich der rezenten Vegetation der Meeresküsten mit den Pollenspektren des jüngsten Sedimentes. Die von KORENIEWA [7, 8] durchgeführten Forschungen auf dem Ochock-See und meine eigenen Untersuchungen in der Bucht von Gdansk [11] haben die qualitative Einheitlichkeit zwischen den erwähnten Spektren und der Vegetation an der Küste erwiesen. Selbstverständlich fehlen wie in jeder Landsedimentanalyse auch in maritimen Spektren diejenigen Pollenarten, die schlecht erhalten bleiben, wie z. B. *Acer*, *Larix*, *Populus*. Letztere notierte jedoch H. KROG [9] in dem Pollendiagramm vom Großen Belt.

Die Pollenverdichtung in Meeresablagerungen ist mit den Transportbedingungen verbunden. Die Pollen werden durch Wasserbewegungen in tiefere Meeresgegenden gedriftet. Das heißt, der Pollenniederschlag, der vom Wind fortgetragen wurde, fällt in der Nähe der Küste nieder und wird durch Wellen und Strömungen weiter verfrachtet.

So zeigen z. B. die Beobachtungen von J. DYAKOWSKA [3], die zwischen den Küsten von Grönland und Europa gemacht wurden, daß der Einfluß des Festlandes auf die Pollenablagerung in offener See weiter als 100 km von der Küste minimal ist. Alle bisherigen Pollenanalysen von Meeressedimenten betreffen küstennahe Gegenden, die oft bedeutend näher als 100 km liegen. Die Pollenmenge der Ablagerungen ist von ihrer Art bedingt. Die sandigen Sedimente, die durch Wellentätigkeit ausgewaschen und durchsortiert sind, enthalten wenig Pollen. In einer Probe von 10 g findet man manchmal weniger als 100 Körner. Dagegen weisen feinkörnige, schlickige und tonige Ablagerungen in einer Probe desselben Gewichts mehrere Hundert und manchmal sogar Tausende von Körnern auf. Die letztgenannte Sedimentart eignet sich am besten zur Pollenanalyse.

Der Wert dieser Methode wird durch den Vergleich von Meeres- und Landprofilen bewiesen. Die klimatischen Abschnitte im Spätglazial und Holozän sind für die nordeuropäischen Gegenden schon genügend erforscht, um einen Vergleich mit Meeresprofilen zuzulassen.

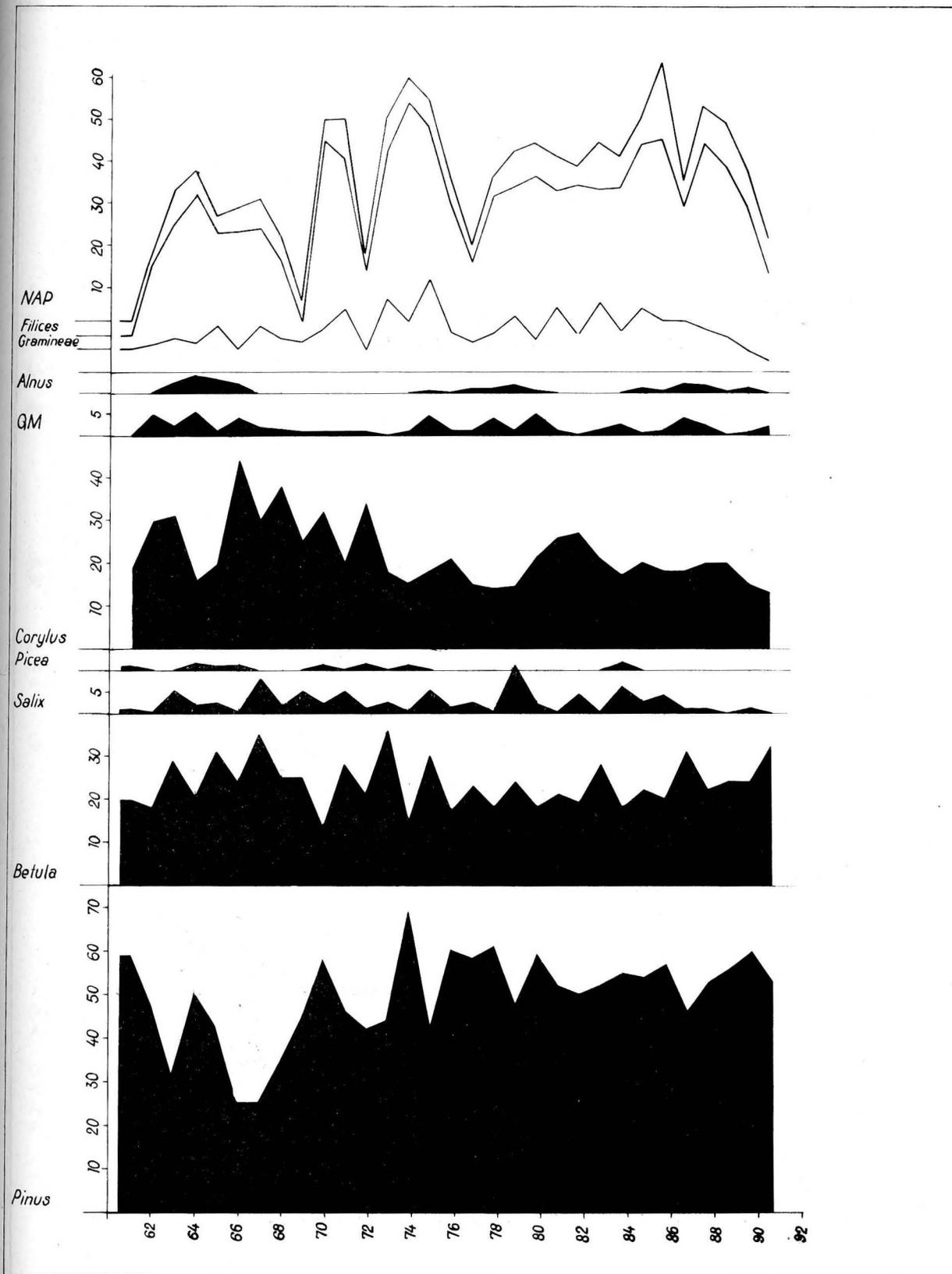


Abb. 1. Pollenspektren der Torf- und Schlichschichten

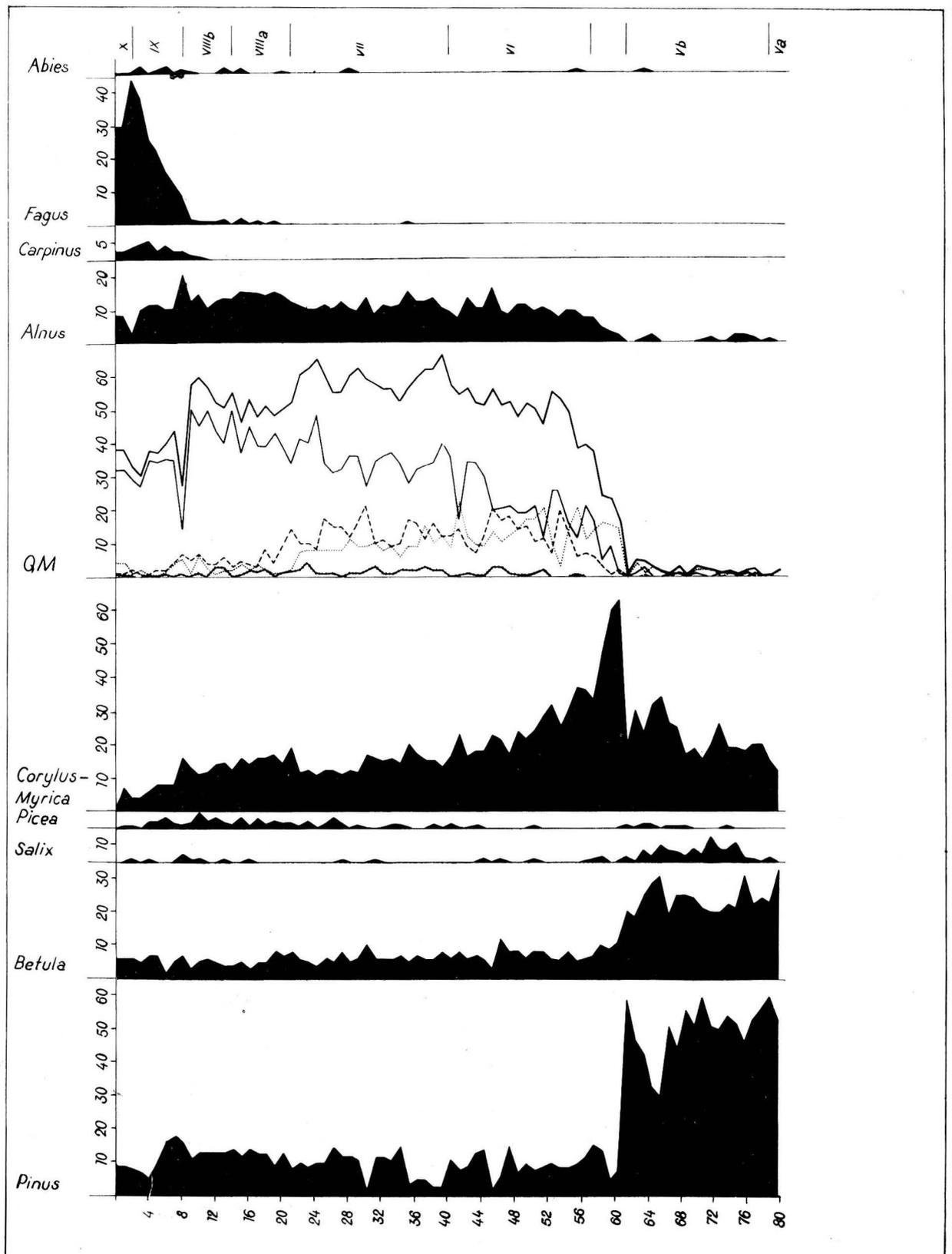


Abb. 2. Pollenspektren von Baumpollen (AP)

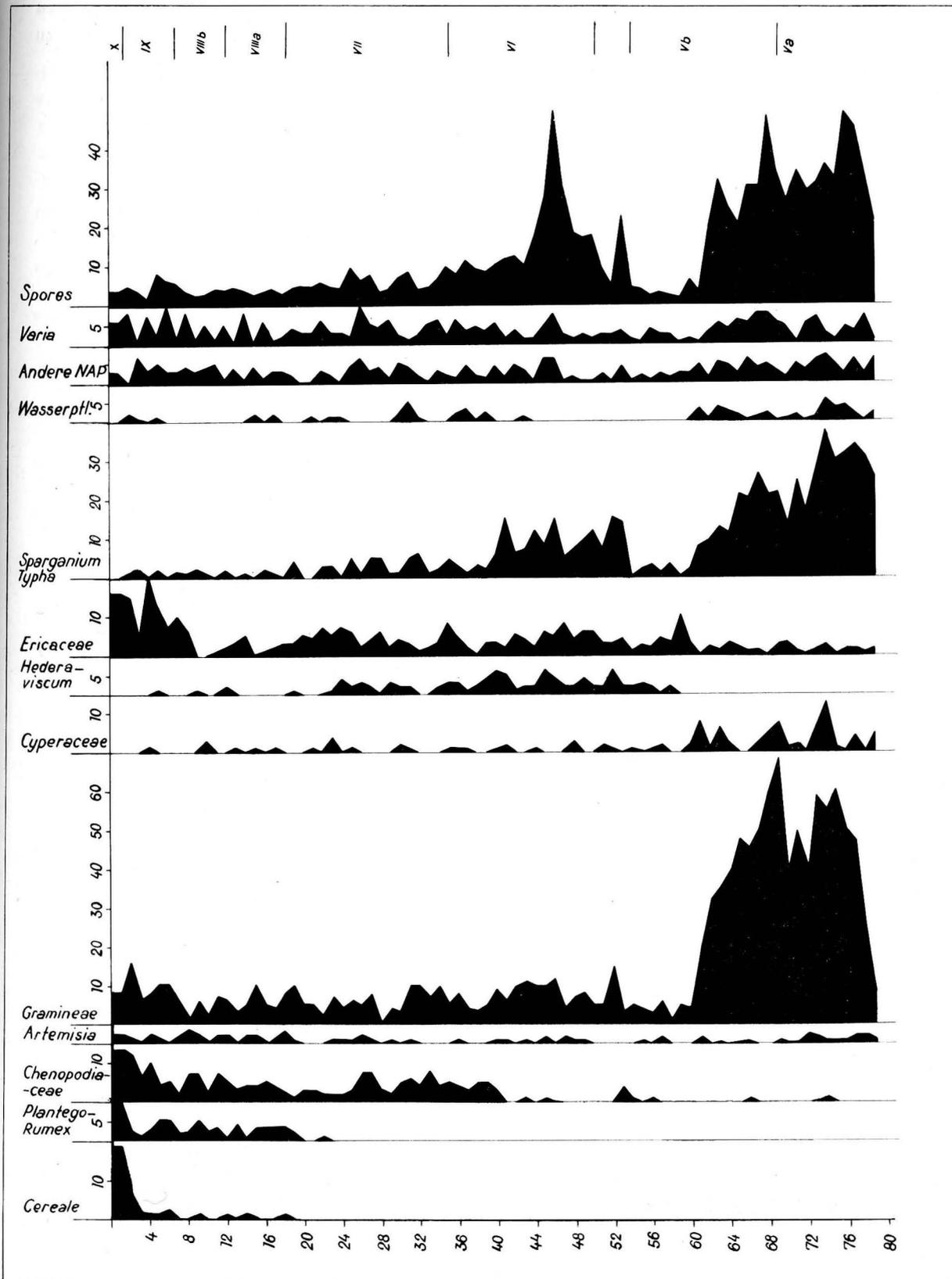


Abb. 3. Pollenspektren der Nichtbaumpollen (NAP)

Die größte Schwierigkeit liegt darin, ein Profil mit möglichst ungestörter Sedimentation zu finden. Ein solches kann man in seichten, stillen Buchten antreffen. Wie im Folgenden zu ersehen ist, war das Profil aus der Mecklenburger Bucht von dieser Art.

Die Ergebnisse der Pollenanalyse der Stechrohprobe Fe 2

Das Liegende des Torfes:

Die unterste 5 cm starke, unter dem Torf liegende Schicht besteht aus einer sandigen Kalkgyttja. Ihr Pollenspektrum weicht von den hangenden Torfschichten ab. Im Spektrum sieht man nur *Pinus*- und *Betula*-Pollen mit mittelgroßer Beimengung von *Corylus* (13%) und Spuren von *Ulmus* (2%). Es läßt sich als früh-boreal (V a nach FIRBAS) datieren. In dieser Probe ist eine sehr starke Pollenverdichtung von mehr als 5000 Körnern auf 1 cm² zu bemerken.

Die Torfschicht:

Die hangende, 6 cm starke Schicht einer dunklen Gyttja, mit feinsandigen Lamellen durchsetzt, zeigt uns schon Pollenspektren, die sich mit geringen Unterschieden in der ganzen Torfschicht wiederholen. Die 20 cm starke Torfschicht besteht aus 3–20 mm starken Torflamellen, gebändert durch dünne 1–2 mm starke Schlufflamellen. Es handelt sich darum zu prüfen, ob diese schluffigen Schichten das Pollenspektrum der Torfschicht nicht verfälschen. Wie G. v. d. BRELIE [2] feststellte, konnte sich dann, wenn sich an der Meeresküste eine Torfschicht während der Transgression bis zur Wasseroberfläche erhob, Schlick unter dem Torf ablagern, dessen Schichten, trotz tieferer Lage, ein jüngeres Pollenspektrum aufwiesen, als die hangenden Torfschichten. Bei der Prüfung der gemischten, schluffig-torfigen Proben kann man ein verfälschtes Spektrum erhalten. Zwecks Feststellung, ob hier nicht ein ähnlicher Fall eingetreten war, wurden die Torf- und Schlickproben in den untersten Schichten des Profils gesondert aufbereitet. Insgesamt wurden innerhalb der Torfschicht 12 Pollenanalysen an Gyttjaschluffproben durchgeführt. Das Ergebnis ist im Diagramm Abb. 1 dargestellt. Die qualitativen Komponenten der Schluff- und Torfproben sind genau dieselben. Überall sieht man große Mengen von *Pinus*-, *Betula*- und *Corylus*-Pollen, mit geringer Beimischung von *Salix* und nicht mehr als 5% QM-Elementen, vorwiegend *Ulmus*. *Alnus* trifft man in unbedeutender Menge und *Tilia* je 1 Korn in 2 Proben. Beim Vergleich von Schlick- und Torfproben ist zu bemerken, daß in den ersteren meist (9 auf 12) *Pinus* in höheren Prozentsätzen auftritt als *Betula* und *Salix*. Die kleinen Kurvengipfel der letztgenannten Arten gehen in den Spektren mit der *Pinus*-Senkung konform.

Die Ursache dieser Erscheinung ist folgende: Der Gyttjaschluff lagerte sich bei Überflutung des Torflagers ab. Der *Pinus*-Pollen, der mit großen Luftsäcken ausgestattet ist, trieb länger an der Wasseroberfläche und konnte sich leichter in größerer Menge sammeln als die eher absinkenden *Betula*- und *Salix*-Pollen. Ähnliche Vorgänge habe ich auch bei der Untersuchung der Oberflächensedimente in der Bucht von Gdansk beobachtet [11].

Die näher der Küste gewonnenen Pollenspektren wiesen eine überwiegende Anzahl von Laubholz-Pollen auf, während die von der Küste entfernter gelegenen Spektren mehr Nadelholz-Pollen enthielten. In beiden Fällen zeigten geringfügige *Picea*-Anteile parallele Schwankungen mit *Pinus*. Meiner Ansicht nach könnte die Untersuchung einer größeren Menge ähnlich geschichteter Ablagerungen die obigen Ausführungen bestätigen.

Nach der Feststellung, daß die Schluff- und Torfschichten gleiches Alter besitzen, konnte ich je zwei nebeneinanderliegende Proben vereinen, um die Mittelwerte der Pollenmengen zu errechnen und unwesentliche Schwankungen der Kurven auszugleichen. Die Torfproben sind somit gemischt und bestehen aus Schlick und Torf.

Die Altersbestimmung der Torfschichten auf Grund der Pollenanalyse unterliegt keinem Zweifel. Es ist ein typisches, spätboreales *Pinus-Corylus*-Spektrum (Zone Vb nach FIRBAS). Die Torfschichten sind in ihrer ganzen Stärke durch einen hohen Zersetzungsgrad charakterisiert, und nur wenige bestimmbare Reste sind in den Proben vorhanden. Am zahlreichsten treten *Carex*-Radicellen und *Filices*-Sporangien auf. In den untersten Schichten kann man auch einzelne Gefäße von *Alnus*-Holz finden, in den obersten *Pinus*-Tracheiden und Teile von Hypnaceen-Blättchen.

Andere Torflager an den nördlichen Küsten Europas

Die palynologische Literatur erwähnt schon einige pollenanalytisch bearbeitete Torflager, die jetzt am Meeresgrund liegen, oder sich an der Meeresküste befinden, jedoch mit Seeablagerungen bedeckt sind. Vergleichen wir jetzt ihr Alter mit dem Torf aus der Mecklenburger Bucht.

Nicht weit entfernt gelegen sind die in der Arbeit von H. SCHMITZ [13] beschriebenen 23 Profile aus der Lübecker Bucht. In einem Teil der dort untersuchten Profile findet man einen früh-borealen Torf (Zone Va nach FIRBAS). In den Pollenspektren dieses Torfes sehen wir neben den vorwiegenden *Pinus*-Pollen einen Anstieg der *Corylus*-Kurve, ähnlich wie in der Probe im Liegenden des Torfes aus der Mecklenburger Bucht. Andere Profile, mit dem spät-borealen Torf (Zone Vb), wiesen, ähnlich wie bei uns, ein zweigipfeliges *Corylus*-Maximum bei gleichzeitigem hohem *Pinus*-Anteil auf. Der Unterschied beim Vergleich mit unserem Profil besteht hier in dem Beginn der *Tilia*-Kurve, neben den bereits bestehenden Kurven von *Quercus*, *Ulmus* und *Alnus*.

Die von KLEWE erwähnten Torfe der Swine-Niederung auf der Insel Usedom sind etwas jüngeren Alters und stehen an der Grenze zwischen Boreal und Atlantikum (Vb/VI).

Synchron ist auch das durch H. KROG [9] untersuchte Torflager im Großen Belt. Unter Süßwasserablagerungen liegt dort ein Flachmoortorf, der Pollen von *Pinus*, *Betula*, *Salix* und *Corylus* (letztere ca. 40%) enthält. Der 15-bis 20 prozentige *Salix*-Anteil ist vielleicht durch lokale Torfvegetation verursacht.

Mit Hilfe der C₁₄-Methode war das Alter dieses Torflagers mit 6600 J. v. u. Z. angegeben, was dem mittleren Boreal entspricht.

Am zahlreichsten sind die Beobachtungen an der Nordseeküste westlich von Jütland.

U. GROHNE [4] führte ein genaues Studium an der Friesischen Küste durch (Emsmündung und Watten südlich der Inseln Juist und Baltrum). Die Torflager hatten sich hier vom Ende des Präboreals bis zum Anfang des Subboreals gebildet, was mit der ursprünglichen Gestalt des Geländes zusammenhing. Die spätborealen Pollenspektren sind auch hier typisch mit hohem *Pinus*-Anteil, jedoch nur einem einfachen und nicht doppelten *Corylus*-Maximum. Ähnliche, verschiedenaltige Torflager fand v. D. BRELIE [2] an der Emsmündung und auf der Insel Borkum. Der Beginn der Torfbildung erfolgte hier in der Mitte oder gegen Ende des Boreals und auch im älteren Atlantikum.

Aus den oben angeführten Beispielen ersieht man, daß die boreale Periode an der Nordküste Europas eine ausgesprochene Landphase war, in der sich an Stelle der heutigen Meeresbuchten ausgedehnte Moorniederungen fanden.

Das NAP-Spektrum der Torfschicht der Mecklenburger Bucht weist im allgemeinen hohe Werte auf (20—70%) und zeigt zweifelsohne eine örtliche Moorvegetation, wie die vorwiegenden *Filices*-Sporen, *Carex*- und Gramineen-Pollen erkennen lassen. Bekanntlich eignen sich *Filices*-Sporen nicht immer zu einer genauen Bestimmung. Wenn aber das Exosporium gut erhalten geblieben war, ließen sich *Thelypteris palustris* und *Dryopteris*-Arten (Unterwuchs der feuchten Alneten) feststellen. An Zahl stehen *Sparganium*- und *Typha*-Pollen am nächsten. Sie repräsentieren zusammen mit Gräsern und Riedgräsern die Uferflora (Abb. 2, 3).

In kleineren Mengen treten andere Wasser- und Moorpflanzen, wie *Equisetum*, *Myriophyllum* und *Nymphaeaceae* auf. Immer sind einige *Ericaceae* und häufig *Artemisia*, *Filipendula*, *Rosaceae*, *Umbeliferae*, *Cruciferae* und *Compositae* zu finden. Zu den seltenen Arten gehören: *Galium*, *Thalictrum*, *Polygonum*, *Caryophyllaceae* und *Chenopodiaceae* (s. Tab. 2). Es ist zu bemerken, daß das NAP-Diagramm (Abb. 3) der Deutlichkeit halber eine 5fach vergrößerte Skala im Vergleich zu den AP-Diagrammen (Abb. 2) besitzt.

Die Erosionsfläche

In einer Tiefe von 3,14 m tritt deutlich eine scharfe stratigraphische Grenze hervor. Über der schluffigen Torfgyttja finden sich hellgraue Schichten sehr kalkhaltigen Schluffs. Im Pollendiagramm tritt der Unterschied zwischen der Torfprobe (Nr. 61) und der Schluffprobe (Nr. 60) ungemein scharf hervor. Der *Pinus*-Anteil fällt von 59% auf 8%, der von *Betula* von 20% auf 11%. Umgekehrt steigt die *Corylus*-Kurve plötzlich von 19% auf 67% und erreicht damit das Maximum im gesamten Profil. Sehr schnell steigt auch die QM-Kurve, vor allem von *Ulmus* bis 14,5%, während die Anteile von *Alnus* etwas langsamer zunehmen. V. D. BRELIE [2] beschrieb eine ähnliche boreal-atlantische Grenze. In jenem Profil fällt *Pinus* von 62% auf 3% und *Alnus* steigt noch steiler von 15% bis 75% an, was sich vielleicht durch Nichtanwendung der INVERSEN-Korrektur erklären läßt.

Solche jähen Differenzen im Kurvenverlauf zeugen von Sedimentationslücken. Zweifels- ohne haben wir es hier mit einer Erosionsfläche zu tun. Die terrestrische Torfschicht wurde hier zuerst durch heranflutende Transgressionswellen ausgewaschen, und auf der teilweise vernichteten Oberfläche begann sich der Schluff abzulagern, dessen Pollenspektren schon auf die früh-atlantische Zeit (Zone VI nach FIRBAS) weisen. Stratigraphisch genommen bestehen die Sedimente des klimatischen Optimums (Zonen VI und VII) aus reinen Wasserablagerungen. Über der obengenannten kalkhaltigen Schluffschicht liegt 'Gyttja, die Conchylien sowie geringere oder größere Sandbeimengungen aufweist. Diese Schichtfolge zeigt die beigefügte Tab. 1. Es kann hier nicht sicher angegeben werden, ob die atlantischen Ablagerungen im Süßwasser oder Brackwasser entstanden, da die Diatomeen-Bestimmungen noch nicht vorliegen. Es ist aber zu bemerken, daß oberhalb von 2,19 m, was der Grenze zwischen älterem und jüngerem Atlantikum entspricht, in allen Proben Chitin-Reste von Foraminiferen-Schalen gefunden wurden und zwar von *Rotalia*. Das deutet auf ein marines Sediment.

Die Schichten über dem Torf

Die Pollenspektren dieser Schichten in der Zeit des klimatischen Optimums stellen sich wie folgt dar:

Pinus bildet eine Kurve mit zahlreichen Schwankungen von 1 bis 15%. *Betula* tritt mit Werten von 2% bis 12% und einer ausgeglicheneren Kurve als *Pinus* in Erscheinung. *Salix* findet sich nur noch in Spuren von 0,5–1%. *Picea* erreicht erst am Ende der Zone eine geschlossene Kurve mit Werten bis zu 3%. *Corylus* sinkt nach dem absoluten Maximum an der äußeren Grenze der Schicht allmählich ab, jedoch nicht tiefer als 16%. Im weiteren Verlauf ergeben sich 5 aufeinanderfolgende, immer niedrigere *Corylus*-Gipfel, die noch in den Zonen VI und VII liegen.

Der Verlauf der QM-Kurven trennt die Optimum-Zone am deutlichsten in zwei Teile: Frühatlantikum (Zone VI nach FIRBAS) und Spätatlantikum (Zone VII). In der ersten erscheinen die 3 Komponenten des *Quercetum mixtum* fast in gleichen Werten. Ihre Kurven kreuzen sich oft. Es sind 2 *Tilia*-, 4 *Ulmus*- und 2 *Quercus*-Maxima zu erkennen.

Für *Fraxinus* ergibt sich erst in der zweiten Hälfte der Zone VI eine geschlossene Kurve mit Werten bis 3%. Im Spätatlantikum gewinnt dagegen *Quercus* deutlich die Oberhand über *Tilia* und *Ulmus*. Die Maxima von *Quercus* überschreiten 30%. *Ulmus* erreicht nur einen Gipfel von 15%, wonach die Kurve bis 10% und tiefer absinkt, um an der Wende zur nächsten Zone plötzlich bis auf 2% zu fallen. Diese letzte Senkung wird allgemein als bezeichnend für die Grenze zwischen den Zonen VII und VIII angesehen. Man erkennt die Grenze z. B. in den beiden Diagrammen von Jütland (ANDERSEN [1] und KUBITZKI [10]), in den auf dem Land und unter Wasser angetroffenen Profilen, die SCHMITZ [13] aus der Umgebung von Travemünde anführt, sowie in den ostfriesischen Profilen von U. GROHNE [4]. In dem zuletzt genannten Bericht sind die 4 aufeinanderfolgenden *Ulmus*-Maxima gezeigt, welche die Verfasserin als wichtige Leitlinien ansieht. Einen ähnlichen Verlauf der *Ulmus*-Kurve kann man auch in dem Diagramm aus der Mecklenburger Bucht erkennen, jedoch mit einigen Unterschieden. Hier besitzt die *Ulmus*-Kurve nicht 4, sondern 5 deutliche Gipfel, ihre Übereinstimmung mit der *Corylus*-Kurve ist aber anders gestaltet. Nach GROHNE sind die *Corylus*-Spektren in Ostfriesland nicht zum Bestimmen der Leitlinien und der Zonen-grenzen im Atlantikum geeignet. Ähnlich wie in der Mecklenburger Bucht rechnet man im Optimum und später mit einer nicht geringen Beimischung von *Myrica gale* zu den *Corylus*-Pollen. In unserem Profil bildet *Myrica* ca. $\frac{1}{3}$ des ganzen *Corylus*-Spektrums.

Das NAP-Spektrum im submarinen Sediment, das wir hier behandeln, zeigt zum Teil Ufervegetation und zum Teil Waldunterwuchs, welcher das AP-Spektrum begleitet. Beim Vergleich mit der Torflagerflora erkennt man eine deutliche Senkung der Gräser-, Riedgräser-, *Sparganium*- und *Typha*-Werte und auch der *Filices*-Sporen. Die letzteren steigen nur in 2 Schichten des Früh-Atlantikums wahrscheinlich unter dem Einfluß küstennaher Erlenwälder mit Farnunterwuchs.

In der zweiten Hälfte der Zone VI zeigen Röhricht-Biotopie ziemlich hohe Werte, die in Zone VII wieder absinken. Wichtig und typisch für die ganze Warmperiode ist das Erscheinen von *Hedera*- und *Viscum*-Pollen. Bereits die geringen Werte von *Hedera* bedeuten bei der schwachen Pollenproduktion dieser Pflanze, daß sie in den küstennahen Wäldern reichlich blühte. Die *Hedera*-Werte sind auch mit den in anderen westeuropäischen Profilen gefundenen Werten gut vergleichbar, die in der Arbeit von KUBITZKI [10] zusammengestellt sind.

Im Spät-Optimum (Zone VII) bemerkt man einen Kurvenanstieg der *Chenopodiaceen*. Die Arten dieser Familie sind hier nicht näher bestimmt, aber die meisten Verfasser sehen die *Chenopodiaceen*-Steigerung als Beweis des Erscheinens der synanthropischen Flora im Bereich primitiver Siedlungen an. *Plantago*- und *Cerealen*-Pollen erscheinen erst in der nächsten Zone, was noch deutlicher auf menschlichen Einfluß hinweist.

Die Grenze zwischen Atlantikum und Subboreal (Anfang der Zone VIII nach FIRBAS) zeichnet sich deutlich durch eine QM-Kurvensenkung ab. Am stärksten geht *Ulmus* zurück, was schon vorher besprochen wurde. Gleichzeitig treten folgende *Corylus*-Maxima und eine kleine *Alnus*-Erhöhung auf. Während des ganzen Subboreals halten sich *Pinus* und *Betula* ohne größere Schwankungen in niedrigen Werten. *Picea* weist eine geschlossene Kurve auf mit Werten unter 5%. Im QM-Spektrum überwiegt *Quercus* die anderen Elemente bei weitem, die bis zu wenigen Prozenten absinken. *Corylus* mit *Myrica* zusammen ist etwas zahlreicher als am Ende des Atlantikums und bildet 2 Gipfel am Anfang und am Ende der Zone. Typisch für Zone VIII ist das Erscheinen von *Fagus*, welche hier eine geschlossene, wenn auch niedrigprozentige Kurve bildet. *Carpinus* erscheint nur in letzten Schichten und in kleinen Werten von 0,5–2%.

Im NAP-Spektrum sinken die Werte der Moorflora: *Sparganium*- und *Typha*-Pollen sowie *Filices*-Sporen. Die *Hedera*-*Viscum*-Kurve bleibt ungeschlossen. Dagegen nimmt der *Synanthropen*-Anteil zu. *Chenopodiaceae*- und *Artemisia*-Pollen steigen an, und zum ersten Male erscheinen *Plantago* und *Rumex*.

Am meisten zeugen Pollen der Kulturpflanzen für den menschlichen Einfluß, deren Kurven vorerst noch lückenhaft erscheinen. Neben den Cerealien rechnete ich auch *Fagopyrum* und *Centaurea-Cyanus*-Pollen zu den Kulturpflanzen. Einen unbedeutenden Anstieg zeigen auch Gräser, die wahrscheinlich von Weideflächen stammen.

Nach GROHNE [4] sind im ostfriesischen Subboreal 5 Leitlinien zu unterscheiden. Manche von ihnen finden wir auch in der Mecklenburger Bucht. Dies betrifft die obengenannte Grenzlinie zwischen Atlantikum und Subboreal (VII/VIII), die durch *Ulmus* und durch den Anfang der *Fagus*-Kurve gekennzeichnet wird. Die zweite Leitlinie: *Corylus*-Maximum und *Fraxinus*-Senkung, vereinigt sich in unserem Profil mit der ersten Linie. Die dritte Leitlinie, die durch die Kreuzung der *Tilia*- und *Ulmus*-Kurven mit nachfolgender *Tilia*-Senkung bezeichnet wird, findet im Spektrum der Probe Nr. 17 Ausdruck, jedoch erscheint die *Tilia*-Abnahme weniger deutlich. Die vierte Linie, welche das zweite *Fraxinus*-Minimum bezeichnet, ist in der Mecklenburger Bucht nicht zu bemerken, weil hier die *Fraxinus*-Menge so niedrig ist, daß die Schwankungen nicht deutlich genug erscheinen.

Die letzte am Ende der Zone auftretende Leitlinie des Auftauchens von *Carpinus* wiederholt sich deutlich in der Mecklenburger Bucht. Beim Vergleich mit den Profilen an der Lübecker Bucht (SCHMITZ [12, 13]) bemerken wir viele Übereinstimmungen. Der *Fagus*-Kurvenanfang in der Mitte des frühen Subboreal, das *Corylus*-Maximum am Anfang der Zone, die *Quercus*-Dominanz im QM und der *Alnus*-Anstieg lassen die Ähnlichkeit feststellen. Der höhere *Alnus*-Wert, der in Zone VIII denjenigen von *Quercus* in der Lübecker Bucht übersteigt, ist nicht maßgebend, weil der Verfasser nicht die IVERSESENsche Korrektur angewendet hat, was bei uns den *Alnus*-Wert erniedrigte.

Stratigraphisch genommen, besteht das subboreale Sediment aus Schlick mit noch geringerem Carbonatgehalt und größerer Beimischung von Feinsand als in der vorherigen Periode (s. Tab. 1).

Die Grenze zwischen Subboreal und Subatlantikum (Zone VIII/IX nach FIRBAS) ist durch den Abfall der QM-Elemente und durch den gleichzeitigen Anstieg von *Alnus*, *Corylus*, *Fagus* und *Carpinus* gekennzeichnet. Die *Alnus*- und *Corylus*-Gipfel sind kurzfristig, während die *Fagus*-Kurve im älteren Subatlantikum stetig ansteigt und ein Maximum von über 40% erreicht. Der *Carpinus*-Gipfel ist bedeutend niedriger (5%). Es handelt sich ohne Zweifel um einen Leithorizont, der sich in den oben erwähnten Profilen aus dem nördlichen Westeuropa wiederholt. Das jüngere Subatlantikum wurde in unserem Profil nicht behandelt. Proben dieser Schichten, die aus einem halbflüssigen Schlick bestehen, können nicht mit einem Vibrationsstechrohr entnommen werden. Deshalb finden wir in diesem Profil nur den für den Anfang der Zone X charakteristischen Rückgang der *Fagus*- und *Carpinus*-Kurven, während der für etwas spätere historische Zeiten typische *Pinus*-Anstieg auf Kosten aller Laubholzarten nicht mehr zu erkennen ist.

Im NAP-Spektrum ist die bedeutende Zunahme der Kulturpflanzen und *Synanthropen*-Pollen charakteristisch, wie er am Anfang der Zone X besonders deutlich erscheint. Der Graskurven-Anstieg bezieht sich auf eine frühere Zeit (IX), was auf Weidewirtschaft hindeutet.

Das im Subatlantikum abgelagerte Sediment besteht aus losem, kalkfreiem Schlick.

Sekundäre Ablagerungen

In den Sedimenten der Mecklenburger Bucht trifft man stets einige Mikrofossilien, die das Vorhandensein von sekundärem Material beweisen, das aus Tertiär- und Kreideablagerungen stammt. Das sind die typischen „*Hystriosphæren*“, die sich in Meeresablagerungen im Vergleich zu den Pollen in wenigen Prozenten finden, und auch *Sporomorphen*, die zweifellos

aus älteren Formationen stammen. Ich rechne hierzu den *Pinus*-Pollen vom *Haploxyylon*-Typ, Pollen von *Nyssa*, *Tsuga*, *Carya*, die *Schizeaceen*-Sporen und auch Pollen, der von STRAKA [14] aus den Kreideschichten als *Tricolporites protrudens* bezeichnet wurde. Die Zahl der sekundären Pollen ist gering. Sie schwankt von 0,2—2%. Dies ist deshalb wichtig, weil die geringen Werte dieser sekundären Pollen, die zu den noch im Quartär lebenden Arten wie z. B. *Fagus*, *Quercus* oder *Carpinus* gehören, den Kurvenverlauf dieser Baumarten angesichts der hohen Frequenz kaum beeinflussen.

Schlußfolgerungen

Der Verlauf der postglazialen Klimazonen ist aus dem Profil vom Grunde der Mecklenburger Bucht mit der gleichen Genauigkeit und Leichtigkeit wie aus jedem festländischen Profil abzulesen. Die hohe Frequenz und ausgezeichnete Erhaltung der Pollen läßt dieses Material für die Pollenanalyse ganz besonders geeignet erscheinen. Mit ihrer Hilfe können wir nicht nur das Alter bestimmter Sedimente festlegen, sondern auch die Pflanzengesellschaften der Uferflora genauer charakterisieren. Es ist selbstverständlich, daß weitere Schlußfolgerungen bezüglich des Transgressionsverlaufes im Gebiet des Südbaltikums sich auf eine größere Anzahl vergleichbarer Analysen stützen müssen. Deswegen ist die oben erwähnte Pollenanalyse nur als ein Teil dieser zukünftigen Forschungen zu betrachten.

Literatur

- [1] ANDERSEN, A., Two standard pollen-diagrams from south Jutland. Danm. Geol. Unders., II. R., Nr. 80 (1954) S. 188.
- [2] BRELIE G., v. D., Die Küstentorfe Ostfrieslands und ihre marine Beeinflussung. Neues Jb. Geol. Paläont. (1955) 4/5, S. 201.
- [3] DYAKOWSKA, J., The pollen rain on the Sea and on the Coasts of Greenland. Bull. Acad. Polon. Sc. & Lettr., Ser. B (1947) S. 25.
- [4] GROHNE, U., Zur Entwicklungsgeschichte des ostfriesischen Küstengebietes auf Grund botanischer Untersuchungen. Probl. d. Küstenforschung im südl. Nordseegebiet 6 (1957).
- [5] KLEWE, H., Ergebnisse geomorphologischer Untersuchungen im Odermündungsraum. Geogr. Ber. (1959) H. 10/11.
- [6] KOLP, O., Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Mecklenburger Bucht. Peterm. Geogr. Mitt., H. 4 (1961) S. 249.
- [7] KORENIEWA, E. W., Izuczenje sowremennych morskich otlozenij metodom sporowo-pylewowo analiza. Trudy Inst. Okeanol., XIII (1955), S. 23.
- [8] KORENIEWA, E. W., Sporowo-pylewoj analiz donnych otlozenij Ochotskowo Moria. Trudy Inst. Okeanol., XXIII (1957) S. 23.
- [9] KROG, H., Post-glacial submergence of the Great Belt dated by pollenanalysis and radiocarbon. Rep. of Intern. Geol. Congress, XXI. session, IV (1960) S. 127.
- [10] KUBITZKI, K., Zur Synchronisierung der nordwestdeutschen Pollendiagramme. Flora 150 (1961) H. 1, S. 43.
- [11] LUBLINER-MIANOWSKA, K., Pollen analysis of the surface samples of bottom sediments in the bay of Gdańsk. Acta Soc. Bot. Poloniae, XXXI (1962) Nr. 2, S. 305.
- [12] SCHMITZ, H., Pollenanalytische Untersuchungen an der inneren Lübecker Bucht. Die Küste 1 (1952) H. 2, S. 34.
- [13] SCHMITZ, H., Die Waldgeschichte Ostholsteins und der zeitliche Verlauf der postglazialen Transgression an der holsteinischen Ostseeküste. Ber. d. Dtsch. Bot. Ges., XLVI (1953) H. 3.
- [14] STRAKA, H., Über einige Fortschritte der Sporen- und Pollenforschung. Geol. Rdsch. 51 (1961) S. 517.

Pflanzenfossilien aus einem submarinen Torf der Mecklenburger Bucht

Von TILO NÖTZOLD

Zusammenfassung: Auf Grund der karpologischen Fossilien konnte der submarine Torf als ein *Carex*-Torf, wie er aus der Verlandungszone unserer heutigen Gewässer bekannt ist, bestimmt werden. Besonders bemerkenswert ist das Vorkommen von Putamen des *Potamogeton vaginatus* TURZANINOW, das nur im mesohalinen Bereich wächst und neben anderen Fruchtresten den Brackwassereinfluß bei der Bildung des Torfes beweist.

Im Herbst 1962 wurden dem Bearbeiter 12 Proben eines submarinen Torfes von Herrn Dr. KOLP vom Institut für Meereskunde der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin zur Bestimmung der Torfart mit Hilfe der darin enthaltenen Samen und Früchte übergeben. Die 12 Einzelproben waren einem durch Taucher an Station DS9 bei Tonne 2 der Ansteuerung Warnemünde mit dem Stechkasten herausgeschnittenen, 2 m langen Torfkern in Abständen von 15 cm entnommen worden. Die Wassertiefe betrug an dieser Stelle 19 m, so daß der Kern zwischen 19 und 21 m unter NN gewonnen wurde.

Die Nummern der Einzelproben lassen die Teufe innerhalb des Torfkernes erkennen:

Nr. 2 = 5— 10 cm,	Nr. 43 = 110—115 cm,
Nr. 5 = 20— 25 cm,	Nr. 46 = 115—130 cm,
Nr. 8 = 35— 40 cm,	Nr. 49 = 140—145 cm,
Nr. 14 = 65— 70 cm,	Nr. 52 = 155—160 cm,
Nr. 17 = 80— 85 cm,	Nr. 56 = 175—180 cm,
Nr. 20 = 95—100 cm,	Nr. 59 = 190—195 cm.

Die meisten der nachgewiesenen karpologischen Reste wurden bereits in der angegebenen Literatur beschrieben und abgebildet, so daß sich die Darstellung der morphologischen Eigenschaften des Fundmaterials erübrigt. Es wurde schon früher betont, daß die Fruchtreste der Gattung *Carex* eine Artdiagnose in der Regel nicht zulassen und daß das Material auf Typen einer bestimmten Gestalt und Größe zusammengefaßt werden muß. Daher werden hier nur die gestaltlichen Eigenschaften der einzelnen Typen von Früchten der Gattung *Carex* L. genannt.

Über das Pflanzenmaterial der einzelnen Proben gibt die Tabelle Aufschluß, einzelne Exemplare der Fossilien wurden auf der Abbildungstafel wiedergegeben.

Folgende Pflanzenarten wurden nachgewiesen:

Carex flava LINNÉ (Fig. 1—2); *Carex species* Typ 1 (Fig. 3—5); *Carex species* Typ 2 (Fig. 6); *Carex species* Typ 3 (Fig. 7—8); *Carex species* Typ 4 (Fig. 9); *Carex species* Typ 5 (Fig. 10); *Carex species* Typ 6 (Fig. 11—13); *Potamogeton pectinatus* LINNÉ sensu longo (Fig. 14—15); *Potamogeton praelongus* WULF sensu longo (Fig. 16); *Potamogeton* cf. *obtusifolius* MERTENS & KOCH (Fragment); *Potamogeton filiformis* PERSOON sensu longo (Fig. 17—18); *Potamogeton acutifolius* LINK sensu longo (Fig. 19—20); *Potamogeton vaginatus* TURZANINOW (Fig. 21—25); *Nuphar luteum* (L.) SMITH sensu longo (Fig. 26) und *Ranunculus aquatilis* LINNÉ sensu longo (Fig. 27—28).

Bemerkungen zu den *Carex*-Typen des vorliegenden Materials:

Carex species Typ 1:

Tabelle der Fossilführung der einzelnen Proben

Nr. der Probe	Fossilien der Gattung <i>Carex</i>	andere fossile Früchte und Samen	Anzahl der <i>Carex</i> -Foss.	Anzahl der anderen Foss.	Gesamtzahl
2	2 <i>Carex flava</i> 3 <i>Carex</i> sp. Typ 1 5 <i>Carex</i> sp. Typ 2 2 <i>Carex</i> sp. Typ 4	1 <i>Potamogeton vaginatus</i> 1 <i>Potamogeton</i> cf. <i>obtusifolius</i> (Krüpplexemplar) 2 <i>Ranunculus aquatilis</i> 1 Fragment einer Umbelliferen-Frucht	12	5	17
5	4 <i>Carex flava</i> 8 <i>Carex</i> sp. Typ 3 1 <i>Carex</i> sp. Typ 4	1 <i>Potamogeton praelongus</i> 1 <i>Potamogeton filiformis</i> 1 <i>Potamogeton vaginatus</i> 1 <i>Potamogeton</i> sp. Fragment 2 <i>Ranunculus aquatilis</i>	13	6	19
8	2 <i>Carex flava</i> 3 <i>Carex</i> sp. Typ 1 3 <i>Carex</i> sp. Typ 3	1 <i>Potamogeton filiformis</i> 1 <i>Potamogeton vaginatus</i> 3 <i>Potamogeton</i> sp. Fragment	8	5	13
14	6 <i>Carex flava</i> 4 <i>Carex</i> sp. Typ 1 2 <i>Carex</i> sp. Typ 2 1 <i>Carex</i> sp. Typ 4 3 <i>Carex</i> sp. Typ 5	1 <i>Potamogeton acutifolius</i>	16	1	17
17	1 <i>Carex</i> sp. Typ 1 2 <i>Carex</i> sp. Typ 5	1 <i>Potamogeton pectinatus</i> 2 <i>Ranunculus aquatilis</i>	3	3	6
20	3 <i>Carex flava</i> 3 <i>Carex</i> sp. Typ 1 4 <i>Carex</i> sp. Typ 4	1 <i>Potamogeton pectinatus</i> 1 <i>Potamogeton vaginatus</i>	10	2	12
43	4 <i>Carex flava</i> 15 <i>Carex</i> sp. Typ 1 5 <i>Carex</i> sp. Typ 4	1 <i>Potamogeton praelongus</i> 1 <i>Potamogeton acutifolius</i>	24	2	26
46	2 <i>Carex flava</i> 9 <i>Carex</i> sp. Typ 1 4 <i>Carex</i> sp. Typ 4	1 <i>Potamogeton acutifolius</i> 1 <i>Potamogeton vaginatus</i>	15	2	17
49	4 <i>Carex flava</i> 3 <i>Carex</i> sp. Typ 3 4 <i>Carex</i> sp. Typ 4 1 <i>Carex</i> sp. Typ 5	1 <i>Potamogeton pectinatus</i> 1 <i>Nuphar luteum</i>	12	2	14
52	3 <i>Carex flava</i> 7 <i>Carex</i> sp. Typ 1 1 <i>Carex</i> sp. Typ 6	3 <i>Ranunculus aquatilis</i>	11	3	14
56	2 <i>Carex flava</i> 2 <i>Carex</i> sp. Typ 1 2 <i>Carex</i> sp. Typ 4	4 <i>Ranunculus aquatilis</i>	6	4	10
59	1 <i>Carex flava</i> 5 <i>Carex</i> sp. Typ 4 1 <i>Carex</i> sp. Typ 5 3 <i>Carex</i> sp. Typ 6	2 <i>Potamogeton</i> sp. Fragment	10	2	12
Anzahl =			140 79%	37 21%	177

Lanzettliche Früchte mit dreieckigem Querschnitt, ohne Utriculus, 1—2 mm lang. Gleichgestaltete Früchte finden sich bei den Arten *Carex pallescens* L., *C. tomentosa* L., *C. capillaris* L., *C. pilosa* SCOP., *C. firma* HOST., *C. limosa* L., *C. atrofusca* SCHKUR., *C. nutans* HOST., *C. microglochis* WAHLENBG., *C. pseudocyperus* L., *C. aristata* R. BR., *C. hordeistichos* VILL., *C. pauciflora* LIGHTF., *C. secalina* WAHLENBG. und *C. sempervirens* VILL.

Carex species Typ 2:

Lanzettliche Früchte mit dreieckigem Querschnitt, ohne Utriculus höchstens 1 mm lang. Gleichgestaltete Früchte haben die Arten *Carex atrofusca* SCHKUR., *C. lasiocarpa* EHRH. und *C. pendula* HUDSON.

Carex species Typ 3:

Ovale Früchte mit dreieckigem Querschnitt, ohne Utriculus, 1—2 mm lang. Gleichgestaltete Früchte besitzen die Arten *Carex alpina* SW., *C. ericetorum* POLL., *C. hornschuchiana* HOPPE, *C. caryophyllea* LA TOURETTI, *C. frigida* ALL., *C. ornithopoda* WILLD., *C. supina* WAHLENBG., *C. tomentosa* L., *C. extensa* GOODENOUGH, *C. ferruginea* SCOP., *C. magellanica* LAM., *C. punctata* GAUD., *C. vaginata* TAUSCH, *C. panicea* L., *C. distans* L. und *C. acutiformis* EHRH.

Carex species Typ 4:

Ovale bis trapezförmige Früchte mit linsenförmigem Querschnitt, ohne Utriculus, 1—2 mm lang. Derartige Früchte haben die Arten *Carex diandra* SCHRANK, *C. divisa* HUDSON, *C. echinata* MURRAY, *C. praecox* SCHREBER, *C. leersii* FR. SCHULZ und *C. contigua* HOPPE.

Carex species Typ 5:

Rundliche Früchte mit linsenförmigem Querschnitt, ohne Utriculus, 1—2 mm lang. Solche Früchte haben die Arten *Carex caespitosa* L., *C. capitata* L., *C. echinata* MURRAY, *C. praecox* SCHREBER und *C. leersii* FR. SCHULZ.

Carex species Typ 6:

Lanzettliche Früchte mit dreieckigem Querschnitt über 2 mm lang. 1 Exemplar mit Utriculusresten war erhalten. Gleichgestaltete Früchte finden sich bei den Arten *Carex pilosa* SCOP., *C. halleriana* ASSO., *C. riparia* CURT., *C. curvula* ALL., *C. hordeistichos* VILL., *C. michelii* HOST., *C. pauciflora* LIGHTF., *C. rostrata* STOKES, *C. secalina* WAHLENBG., *C. sempervirens* VILL. und *C. vesicaria* L.

Die gestaltlichen Eigenschaften der Steinkerne des *Potamogeton vaginatus* TURCZANINOW wurden bereits beschrieben (NÖTZOLD 1961, S. 84—85, Taf. IX, Fig. 6—9; Taf. X, Fig. 11; Taf. XI, Fig. 6). Die vorliegenden Exemplare entsprechen dieser Darstellung. Es sei jedoch hervorgehoben, daß die Zugehörigkeit der Fossilien zu *Potamogeton vaginatus* an Querschnitten der Steinkerne überprüft wurde. Sie zeigten deutlich eine Luftkammer neben dem Samenfach, das wichtigste diagnostische Merkmal dieser Art. Somit ergibt sich folgende Situation über die Verbreitung des Scheidenblättrigen Laichkrautes. Im Mindel-Riß Interglazial von Ockrilla b. Meißen war die Art noch in Mitteldeutschland vertreten (NÖTZOLD 1961). Zur Zeit der Entstehung des untersuchten Torflagers (stratigraphische Aussagen können auf Grund der Fossilführung an Früchten und Samen nicht gemacht werden) lebte die Art noch in der Mecklenburger Bucht¹⁾. Heute kommt *Potamogeton vaginatus* nur noch am Bottnischen Meerbusen vor.

Die qualitative und quantitative Analyse der Früchte und Samen zeigt eindeutig, daß die Proben einem *Carex*-Torf entstammen, wie wir ihn aus Verlandungszonen unserer heutigen Gewässer kennen. 79% aller nachgewiesenen Fossilien gehören der Gattung *Carex* L. an. Der Rest wird von Wasserpflanzen, hauptsächlich *Potamogeton*-Arten gebildet. Es muß jedoch betont werden, daß *Potamogeton vaginatus* nur in schwach salzhaltigem Wasser gedeiht. Die untersuchten Proben weisen auf einen *Carex*-Verlandungstorf, der unter Brackwasser-einfluß entstanden sein dürfte.

¹⁾ S. KOLP, Abb. 14, S. 36, Pollendiagramm DS 9. — Nach K. LUBLINER-MIANOWSKA stammt dieser Torf wahrscheinlich aus der jüngeren Dryas.

TAFEL I



Fig. 1—2. *Carex flava* L. Früchte, Fig. 3—5. *Carex* sp. Typ 1 Früchte, Fig. 6. *Carex* sp. Typ 2 Frucht
 Fig. 7—8. *Carex* sp. Typ 3 Früchte, Fig. 9. *Carex* sp. Typ 4 Frucht, Fig. 10. *Carex* sp. Typ 5 Frucht
 Fig. 11—13. *Carex* sp. Typ 6 Früchte, Fig. 11 mit Utriculus, Fig. 14—15. *Potamogeton pectinatus* L.
 Steinkerne, Fig. 16. *Potamogeton praelongus* WULF Steinkerne, Fig. 17—18. *Potamogeton filiformis* PERSOON
 Steinkerne, Fig. 19—20. *Potamogeton acutifolius* LINK Steinkerne, Fig. 21—25. *Potamogeton vaginatus*
 TURCZANINOW Steinkerne, Fig. 25 Querschnitt durch den Steinkern, der die Luftkammer im Ansnchnitt zeigt,
 Fig. 26. *Nuphar luteum* (L.) SMITH Same mit rundlich dreieckigem Keimloch, Fig. 27—28. *Ranunculus*
aquatilis L. Früchtchen 20:1 vergr. Alle Abbildungen sind unretuschiert und, wenn nicht anders ange-
 geben, 15:1 vergr.

Literatur

- BERTSCH, K., Früchte und Samen. Handb. Prakt. Vorgeschichtsforschung. Stuttgart 1941.
- BEIJERINCK, W., Zaden Atlas. Wageningen 1947.
- FIRBAS, F. & GRAHMANN, R., Über jungdiluviale und alluviale Torflager in der Grube Marga bei Senftenberg (Niederlausitz). Abh. Sächs. Akad. Wiss. Mat.-Phys. Kl. XL (1928) Nr. IV, S. 1–62.
- GEHL, O., Neue Ergebnisse über das marine Eem und zur Gliederung des Jungpleistozäns in NW-Mecklenburg. Geologie, 10 (1961), H. 4/5, S. 396–408.
- HEGL, G., Illustrierte Flora von Mitteleuropa. München 1908–1918.
- LUDWIG, A., Beiträge zur Stratigraphie des Pleistozäns an der deutschen Ostseeküste. Geologie, 10 (1961) H. 4/5, S. 409–417.
- MADALSKI, J., Cechi Morfologiczne Pestek Europejskich Gatunkow *Potamogeton* (TOURN.) L. — I. Klucz Do Oznaczenia Ich Szczatkow Dyluwialnych (Die morphologischen Eigenschaften der Steinkerne der europäischen Gattung *Potamogeton* (TOURN.) L. und ein Bestimmungsschlüssel für ihre diluvialen Reste). Prace Wroslawskiego Towarzystwa Naukowe, Wroclaw, Ser. B. Nr. 24 (1949).
- NÖTZOLD, T., Einige Früchte und Samen aus den Paludinschichten von Wietstock (Bez. Potsdam). Geologie 8 (1959) H. 5, S. 542–549.
- NÖTZOLD, T., Pleistozäne Pflanzenreste von Ockrilla b. Meißen. Jb. Staatl. Mus. Mineral. Geol. Dresden 1961, S. 65–96.
- NÖTZOLD, T., Diagnostische Tabellen zur Bestimmung von *Carex*-Früchten. Mon. Ber. Dtsch. Akad. Wiss. zu Berlin, 4 (1962) H. 1, S. 39–54.
- NÖTZOLD, T., Karpologische Pflanzenreste aus dem Mindel-Riß Interglazial von Kummerow (Bez. Frankfurt/O.). Mon. Ber. Dtsch. Akad. Wiss. zu Berlin, 4 (1962) H. 11/12, S. 739–743.
- NÖTZOLD, T., Faziell-ökologische Aussagen auf Grund von Pflanzenfossilien aus dem Riß-Würm Interglazial von Klein-Klütz-Höved in der Lübecker Bucht. Vorliegendes Heft.
- PASCHER, A., Die Süßwasserflora Mitteleuropas. H. 15, Jena 1936.

Pollenanalytischer Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Mecklenburger Bucht

Von HORST SCHULZ

Zusammenfassung: Torfproben aus Stechrohrkernen vom Meeresgrund der Mecklenburger Bucht werden auf ihre Altersstellung untersucht. Sie repräsentieren ein durchgehendes Vermoorungsstadium nach Abfluß eines Süßwassersees vor der Litorina-Transgression. Die Torfbildung setzt nicht vor dem späten Präboreal ein und endet infolge des postglazialen Wiederanstiegs des Meeresspiegels im jüngeren Boreal. Postlitorin erfolgte die Bedeckung mit einer mehrere Meter mächtigen marinen Schlickschicht.

Einführung

Gegenstand der im folgenden Beitrag mitgeteilten Untersuchungsergebnisse sind in Stechrohrproben regelmäßig vorgefundene, mehrere Dezimeter mächtige, kompakte, dunkle Torflagen, nach deren pollenanalytischer Bearbeitung sich bestimmte Etappen der frühholozänen Entwicklungsgeschichte des westlichen Ostseeraumes zeitlich fixieren lassen.

Die Zuverlässigkeit der Pollenanalyse als stratigraphischer Indikator ist durch zahlreiche Ergebnisse bestätigt worden. Heute bildet die Methode einen festen Bestandteil der Arbeitsgrundlagen der Quartärforschung (P. WOLDSTEDT 1959). Es muß jedoch betont werden, daß im Normalfall erst ein größerer zeitlicher Abschnitt der Vegetationsentwicklung eindeutige Alterseinstufungen zuläßt. Die Aussagesicherheit kann bei kurzen Profilen infolge scheinbarer Entwicklungskonvergenzen verschieden alter Vegetationsperioden — hervorgerufen durch Überrepräsentation lokaler Elemente, Beimengung von Fremdpollen (Ferntransport oder Umlagerung) oder durch Zersetzungsauslese — herabgesetzt werden. Diese objektiv gültige Einschränkung zeigt die Grenzen der Pollenanalyse und ist bei der Diskussion der Altersstellung zu beachten. Bei besonders wertvollen oder einmaligen Teilabschnitten, im ungünstigsten Fall auch für Einzelproben, muß trotzdem eine stratigraphisch sichere Aussage versucht werden. Hierbei müssen sich alle historisch-geologischen Indizien zur Klärung von Bildungszeit und -ursache widerspruchsfrei mit der pollenanalytischen Alterseinstufung decken. Wenn man die Fundumstände und alle möglichen Fehlerquellen beachtet, dann läßt sich in den meisten Fällen mit hinreichender Sicherheit auch eine eindeutige Einstufung vornehmen.

Die Profile

Alle Profile sind in ihrer räumlichen Anordnung und Wassertiefe, alle Einzelproben in ihrer Entfernung von der Sedimentoberkante genau fixiert.

Es handelt sich um regelmäßig eingeschaltete Torfe zwischen Ton, Schluff und Sanden. Dieser in zahlreichen Profilen unter marinen Schlickern und Sanden angetroffene Torfhorizont läßt:

1. eine der Litorina-Transgression vorausgehende Festlandszeit erkennen,
2. das Bildungsalter dieses ausgedehnten Horizontes bestimmen.

Die im Hangenden der Torfe abgelagerten marinen Sedimente zeigen vielfach einen Wechsel von Schluff und Schlick mit eingeschwemmten humosen Beimengungen in Form von feinen

torfigen Lamellen. Dieser rhythmische Wechsel von Humuslagen und minerogenen Sedimenten läßt auf eine teilweise Aufarbeitung des Liegenden durch den marinen Überflutungsgang schließen. Wie bereits aus älteren Untersuchungen im Nordseeraum bekannt (O. ERNST 1934, P. BRINKMANN 1934, auch J. IVERSEN 1936), können aufgearbeitete Torfe in marinen Ablagerungen zu einer Verfälschung der Ergebnisse führen und damit eine unmittelbare Datierung verhindern. Es wurden deshalb nur die dichten und kompakten, eindeutig autochthonen Torflagen im Liegenden der marinen Sedimente bearbeitet.

In der nun folgenden Tabelle sind die einzelnen Untersuchungsprofile zusammengestellt. Die Kernbezeichnung erfolgte nach O. KOLP (1961); die Teufenangaben beziehen sich auf die jeweilige Kernoberkante.

Tabelle der pollenanalytisch untersuchten Kernstrecken

Lo 1 (Lo I) Wassertiefe: 22,5 m; Abb. 2	Lo 2 (Lo IIa) Wassertiefe: 22,7 m; Abb. 5
0,40 m Schluff mit Torflagen	1,87 m Torf, kompakt
0,50 m do.	1,92 m do.
0,58 m Torf, kompakt mit feinen sandigen Schlufflagen	1,97 m do.
0,61 m do.	2,10 m Humoser Schluff
0,64 m do.	2,30 m Schluff mit Torflagen
0,67 m Torf, kompakt mit feinen sandigen Schlufflagen	
0,70 m do.	
0,74 m do.	
0,78 m do.	
0,80 m Humoser Schluff	
2,00 m Schluff mit humosen Lagen	
Fe 1 (Fe I) Wassertiefe: 25,0 m; Abb. 3a	Fe 2 a (Fe II a) Wassertiefe: 25,0 m; Abb. 1
2,04 m Torf, kompakt mit feinen Schlufflagen	2,41 m Torf, kompakt
2,08 m do.	2,45 m do.
2,12 m do.	2,49 m do.
2,19 m do.	2,54 m do.
2,23 m do.	2,58 m do.
2,27 m do.	2,62 m do.
	2,66 m do.
	2,70 m do.
	2,74 m do.
	2,78 m do.
Fe 2b (Fe IIb) Wassertiefe: 25,0 m; Abb. 1	MB 5 a (Z III c) Wassertiefe: 25,0 m; Abb. 4 a
2,71 m Torf, kompakt mit Schluffstreifen	3,04 m Torf kompakt
2,74 m Schluffstreifen	3,07 m do.
2,77 m do.	3,10 m do.
2,80 m do.	3,13 m Torf, schluffstreifig
2,83 m do.	MB 6 (Z VI a) Wassertiefe: 25,1 m; Abb. 6
2,89 m do.	0,72 m Torf, kompakt mit
2,92 m do.	0,74 m vereinzelt Schluffschmitzen
2,95 m do.	0,76 m do.
2,98 m do.	0,78 m do.
3,00 m do.	0,80 m do.
MB 5b (Z III d) Wassertiefe: 25,0 m; Abb. 4 b	0,83 m do.
2,97 m Torf, kompakt	0,86 m do.
3,01 m schluffstreifig	0,89 m do.
3,04 m do.	
3,07 m do.	
2,50 m Schluff mit Torflagen	

Die Untersuchungsmethode

Der Probenabstand beträgt in den dichten Torflagen 2—5 cm; vereinzelte Schluffschmitzen, die bei der Probennahme ausgehalten wurden, sind als syngenetische Einschaltungen aufzufassen.

Zur Auszählung gelangten neben den Waldbaumpollen auch die wichtigsten Nichtbaumpollen (NAP).

Das Ergebnis ist in Diagrammen dargestellt, wobei die NAP — einschließlich *Corylus* — in üblicher Weise auf die Summe der Waldbaumpollen bezogen wurden.

Die Pollenfrequenz kann zwar nicht absolut für Bewaldungsdichte und Vegetationsentwicklung gewertet werden, schwankt aber doch in Abhängigkeit vom Material und läßt für die Torfbildungszeit auf eine aufgelockerte bis lückenlose Waldbesiedlung schließen.

Die Pollendiagramme

In allen Torfprofilen handelt es sich nur um einen Ausschnitt aus der nahezeitlichen Waldgeschichte. Die obere Grenze fällt mit dem Einsatz der Litorina-Transgression zusammen und bildet überall dort eine wichtige Überflutungszeitmarke, wo die Torfserie in ursprünglicher Mächtigkeit erhalten geblieben ist. Bei einem Vergleich der einzelnen Diagramme zeigen alle Profilabschnitte eine auffällige Übereinstimmung unabhängig von der Mächtigkeit der überlagernden marinen Sedimentserie.

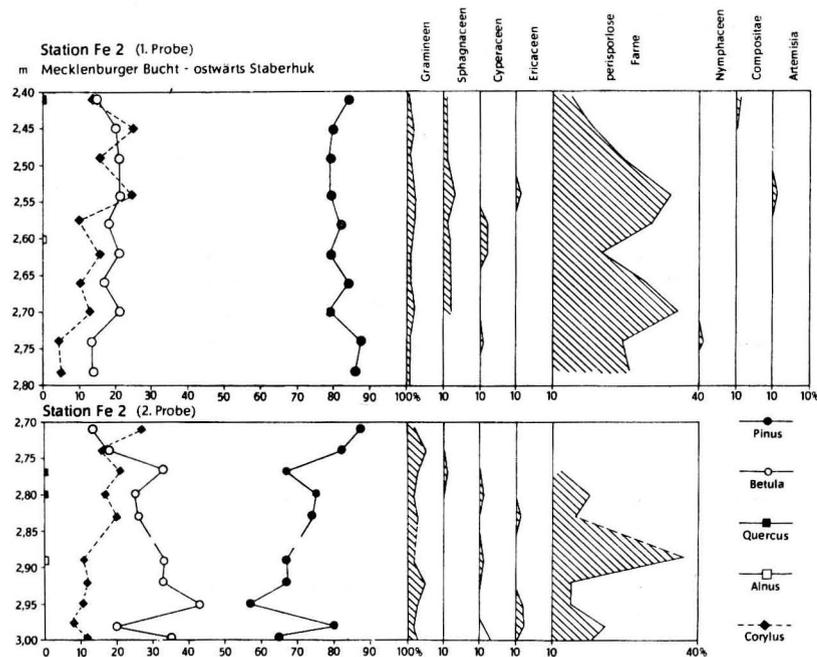


Abb. 1

Die Vegetation wird von einer Kiefern-Birken-Gesellschaft beherrscht, worin die Kiefer als bestimmendes Waldbaumelement mit Durchschnittswerten zwischen 60 und 90% auftritt. Das vereinzelte Vorkommen von Fichte und Hainbuche muß als Ferntransport- oder Sekundärpollen betrachtet werden. Zu Umlagerungselementen gehören auch einige Tertiärformen,

die in den liegenden Profilabschnitten der Stoßproben LO 1 und LO 2a (Abb. 1, 5) nachgewiesen wurden. In der sporadischen Beteiligung von Eiche und Erle mögen sich die ersten Vertreter wärmeliebender Gehölzpollen ankündigen. Im übrigen fehlen typische warmzeitliche Florenelemente mit Ausnahme der Hasel, die bereits mit geschlossener Kurve an der Basis einsetzt.

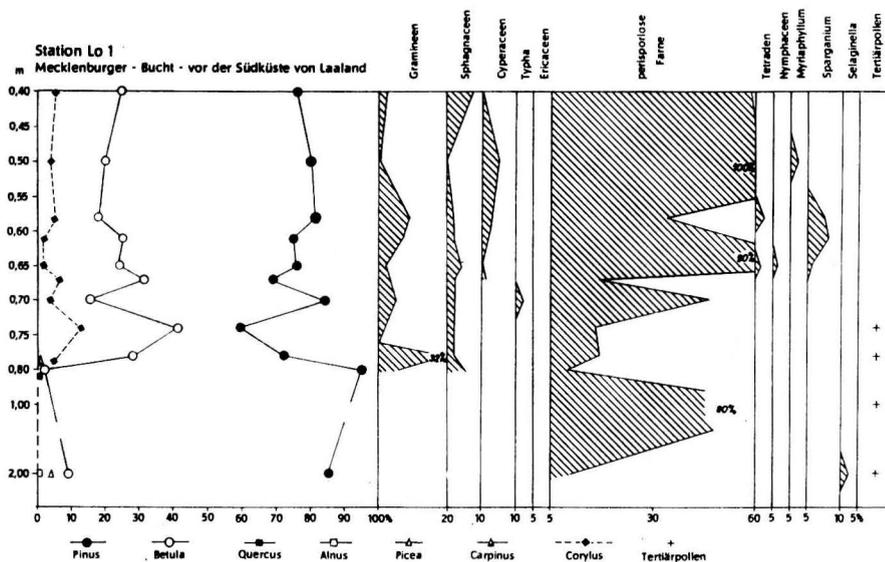


Abb. 2

Im allgemeinen bleiben die Haselwerte niedriger als die Birkenanteile und übersteigen nur selten ihren durchschnittlichen Schwankungsbereich, der zwischen 10 und 20% liegt. Eine Ausnahme bilden die MB6 (Z VIa-)Proben, wo *Corylus* ein Maximum von mehr als 50% erreicht (Abb. 6). Dieser höhere Haselanteil kann unter Berücksichtigung der Gesamtpollenführung nur in der Nähe des 1. Haselmaximums liegen. Er gewinnt damit den Rang einer großklimatischen Zeitmarke, die nach H. SCHMITZ (1955) im gesamten nordwestdeutschen Raum als zeitlich gleichzusetzender Leithorizont gelten kann.

Unter den NAP fehlen typische Steppen- und Tundrenelemente. Gramineen, Sphagnaceen und Ericaceen nehmen einen bescheidenen Anteil ein, wohingegen Farnsporen zahlreich und in auffälliger Weise mit einem oder zwei ausgeprägten Gipfeln vorhanden sind. Bei den perisporlosen Farnen handelt es sich höchstwahrscheinlich um die Gattung *Dryopteris*, die in den Flachmooren Nordwestdeutschlands große Gebiete mit ihren Beständen bedeckt hatte. Die oval bis gedrungerundlichen Sporen hatten meistens ihre Außenhülle verloren, weshalb sie in den Diagrammen von den übrigen Polypodiaceen getrennt dargestellt wurden.

Zur Altersfrage

Der Vergleich der einzelnen Teildiagramme zeigt eine schon oben erwähnte, übereinstimmende Pflanzenentwicklung, die für ein einheitliches Bildungsalter an allen Entnahmestellen spricht. Diese Tatsache bestätigt die aus den Echogrammergebnissen abgeleitete Vorstellung von einem in weiten Teilen der Mecklenburger Bucht noch heute horizontal liegenden alten Seeboden, über dem nach Ablauf des Süßwassers in einer kurzen Festlandszeit der weit verbreitete Torfhorizont gebildet wurde.

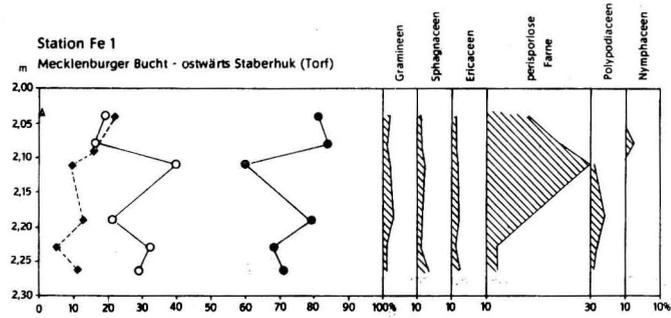


Abb. 3a

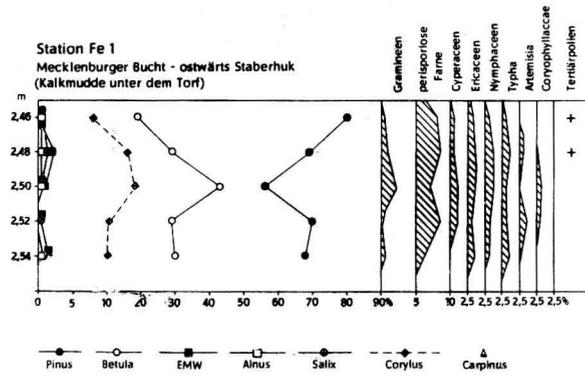


Abb. 3b

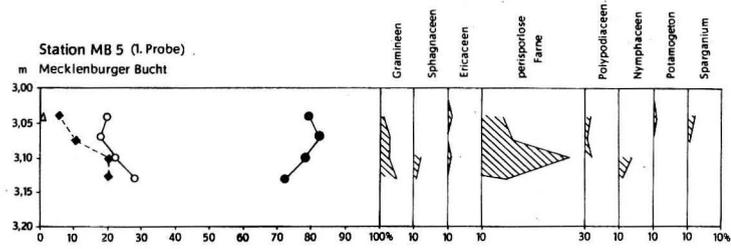


Abb. 4a

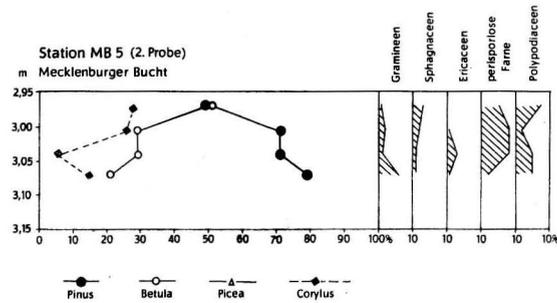


Abb. 4b

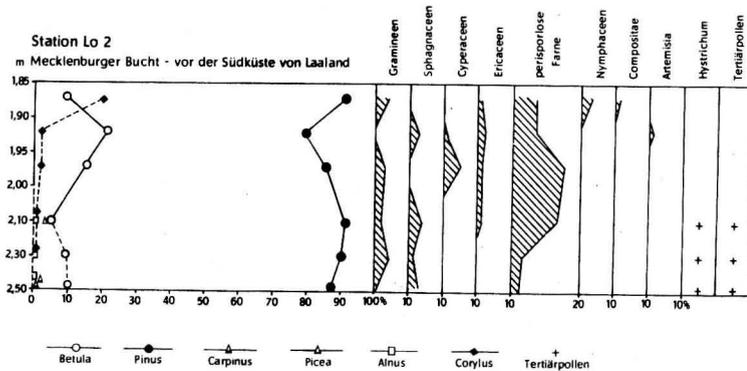


Abb. 5

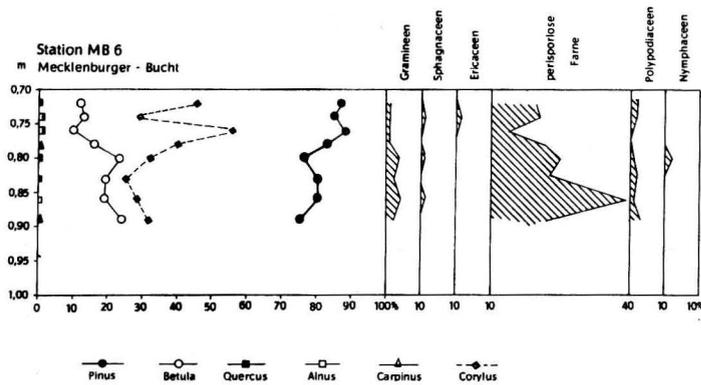


Abb. 6

Das Alter der Torflagen läßt sich annähernd sicher aus dem prozentualen Anteil von Baumpollen und Begleitflora bestimmen. Von ausschlaggebender Bedeutung ist die geschlossene Haselkurve bei gleichzeitigem Fehlen der Eichenmischwaldkomponenten. Nach den aus zahlreichen Diagrammen ermittelten Durchschnittswerten setzt die Ausbreitung der Hasel in Norddeutschland fast überall im Laufe der Vorwärmezeit (Präboreal) ein (F. FIRBAS 1949, H. SCHMITZ 1955), in deren jüngeren Teil der Beginn der geschlossenen Kurve zu fallen pflegt. Spätestens am Ende des gleichen Abschnitts muß sich die Hasel nach T. NILSSON (1935) auch bereits in Schonen eingefunden haben. Kurze Zeit nach dem Einsetzen der geschlossenen Kurve beginnt wahrscheinlich in großen Teilen des norddeutschen Raumes gleichzeitig ein rascher Anstieg zu einem ausgeprägten Gipfel mit Haselwerten, die nicht selten die Gesamtpollensumme übersteigen. An Hand der vorliegenden Diagrammausschnitte läßt sich über die absoluten Gipfelbeträge des Haselmaximums im Untersuchungsraum nichts aussagen, da die Diagramme abbrechen.

Ein kritischer Vergleich mit vollständigeren, in jüngere Pollenzonen hinaufreichenden Diagrammen, führt zu dem Schluß, daß auch im Profil MB 6 der Zenit des ersten Haselgipfels noch nicht erreicht ist, da dieser Gipfel im allgemeinen schon von der geschlossenen Eichenmischwaldkurve — die in allen unseren Diagrammen noch nicht vorhanden ist — begleitet wird.

Wir können mit H. SCHMITZ für das 1. Haselmaximum die Zeit um 6000 v. u. Z. — älterer Teil von Vb nach FIRBAS — annehmen. Einige Jahrhunderte davor, etwa an der Grenze Va/Vb, dürfte das Torfwachstum durch die Transgression unterbrochen worden sein. Die Vermoorung begann nach dem Verschwinden des präitorinen Sees; auf Grund der schon an der Basis geschlossenen Haselkurve sicher nicht vor dem Ende des Präboreals (IV).

Schlußbemerkung

Der endgültige Abfluß eines alten Süßwassersees in der Mecklenburger Bucht erfolgte nach pollenanalytischen Daten nicht vor dem Ausgang des Präboreal. In einer kurzen Übergangszeit während des älteren Boreals (Va) wurde eine Festlandsphase eingeschaltet, in der sich ein ausgedehnter Torfhorizont bilden konnte.

Der postglaziale Wiederanstieg des Meeresspiegels brachte im jüngeren Boreal (nicht wesentlich vor 6000 v. u. Z.) die Torfbildung zum Erliegen. In der Litorinazeit wurde der Torf von einer 2—5 m mächtigen Schlickschicht überdeckt.

Literatur

- FIRBAS, F., Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. 1. Bd. Allgemeine Waldgeschichte. Jena 1949.
- FIRBAS, F., Desgl. 2. Bd. Waldgeschichte der einzelnen Landschaften. Jena 1952.
- KOLP, O., Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Mecklenburger Bucht. Petermanns Geogr. Mitt. (1961) S. 249—254.
- NILSSON, T., Die pollenanalytische Zonengliederung der spät- und postglazialen Bildungen Schonens. Geol. Fören. Förh., Stockholm, 57 (1935) S. 385—562.
- SCHMITZ, H., Die Waldgeschichte Ostholsteins und der zeitliche Verlauf der postglazialen Transgression an der schleswig-holsteinischen Ostseeküste. Ber. Deutsche Bot. Ges. 66 (1953) S. 151—166.
- SCHMITZ, H., Die pollenanalytische Gliederung des Postglazials im norddeutschen Flachland. Eiszeitalter und Gegenwart 6 (1955) S. 52—59.

Die Diatomeenflora in den Stechrohrkernen aus der Mecklenburger Bucht

Von WILHELM SCHWARZENHOLZ

Zusammenfassung: Nach Hinweisen auf das angewandte Aufbereitungsverfahren werden die Ergebnisse der Diatomeenanalysen in Häufigkeitskurven und Diagrammen vorgelegt. Die beigefügten Florenlisten gewähren einen Überblick über die in verschiedenen Sedimenten angetroffenen Formen. Die Diatomeen lassen in allen 3 untersuchten Stechrohrkernen eine präitorine Entwicklung in einem limnisch-brackischen Gewässer vor der Torfbildung im Boreal und der nachfolgenden Litorina-Transgression deutlich unterscheiden. Das Diagramm des Stechrohrkernes 6a macht einen zweimaligen Salzwasser-einbruch zu Beginn des Holozäns wahrscheinlich.

Vom Institut für Meereskunde in Warnemünde wurden mir durch Herrn Dr. O. KOLP drei Stechrohrkerne aus der Mecklenburger Bucht zur Untersuchung auf Diatomeen übergeben. Die Arbeiten wurden im Zentralen Geologischen Institut der VVB Feste Minerale durchgeführt.

Zur Untersuchung lagen die Stechrohrkerne MB 6a, MB 6b und Fe 1b vor. Bei den zuerst angeführten Kernen wurde versucht, bei der Aufbereitung auch die übrigen Mikrofossilien zu erfassen, was besonders bei Ostracoden und Charophyten gelang. Die isolierten Fossilien wurden den Herren Dr. DIEBEL und Dr. NÖTZOLD zur weiteren Bearbeitung übergeben. Für den Kern MB 6a wurde die vorbereitende Arbeit im Institut für Meereskunde durchgeführt. Bei der Aufbereitung der einzelnen Proben mußten unterschiedliche Verfahren angewandt werden. Bei sandigen Proben genügte ein Aufschlännen mit Wasser. Sandig-tonige Proben machten die Anwendung von Wasserstoffsuperoxyd notwendig. Bei reinen fetten Tonen mußte die Probe erst mit Ammoniak befeuchtet werden, bevor Wasserstoffsuperoxyd (30%) tropfenweise zugegeben wurde.

War das Material völlig zerfallen, wurden kalkhaltige Proben mit Salzsäure behandelt und danach mit Wasser bis zur Neutralisation gewaschen. Die so weit vorbereiteten Proben wurden 15 Minuten mit konzentrierter Schwefelsäure gekocht, um alle organischen Anteile zu verbrennen und einen Zerfall der Diatomeen in einzelne Schalen zu erreichen. Die bei der Schwefelsäurebehandlung entstehenden kohligen Reste wurden mit Kaliumpermanganatlösung oxydiert und die Probe mit Oxalsäurelösung gebleicht. Durch fraktioniertes Sieben und Schlännen wurden die sandigen und tonigen Anteile entfernt und danach von dem mit Diatomeen angereicherten Rest Präparate hergestellt.

Als Einschlußmittel wurde „Styrax Nr. 2“ von dem VEB Chemische Fabrik Miltiz (Bz. Leipzig) mit Brechungsindex 1,65 verwendet. Der hohe Brechungsindex ergab in Verbindung mit Objekten großer numerischer Apertur kontrastreiche Bilder besonders von kleinen Formen mit zarter Struktur. Es wurde vorwiegend mit Ölimmersion 60/1,40 und Kompensations-Okular 10 K gearbeitet. Bei sehr kleinen Formen wurde Ölimmersion 90/1,30 verwendet.

Die Bestimmung der Diatomeen wurde an jeweils zwei Präparaten der gleichen Probe von zwei Bearbeitern durchgeführt. Dadurch war es möglich, im Zweifelsfall bei weniger häufigen und schwerbestimmbaren Formen eine größere Sicherheit zu erzielen.

Die dieser Arbeit beigegebenen Diagramme und Kurven stellen eine ökologische Auswertung der Florenlisten dar. Es werden in je zwei Diagrammen für jeden Kern einmal die Anzahl der

Diatomeenformen in Abhängigkeit von der Salzverträglichkeit dargestellt und zum anderen die prozentualen Anteile der Halobiengruppen angegeben. Damit sollen die Veränderungen im ehemaligen Wohngewässer während der Bildung der Sedimente veranschaulicht werden.

Eine Kurve stellt die Änderung der Formenhäufigkeit in Verbindung mit der Sedimentbildung für jeden Kern dar und ist maßstabgerecht zur Kernlänge gezeichnet.

Die Sedimentbezeichnung wurde nach Angaben von O. KOLP eingetragen.

Die Zusammensetzung der Diatomeenflora und die Sedimentationsfolge zeigen eine gegenseitige Abhängigkeit, welche in biologischen Vorgängen zu suchen ist.

Bei den ersten Ablagerungen über den fast diatomeenfreien Tonen des Liegenden handelt es sich um grobe Sande mit wenig Diatomeen. Mit der Alterung des Gewässers nimmt die Formenanzahl offenbar in Zusammenhang mit einer Erhöhung des Trophiegrades zu. Infolge der Änderung der Salinität des Biotops tritt ein Wandel in der Florenzusammensetzung ein, und die Formenanzahl geht zurück. Als Ursache sind die veränderten Umweltbedingungen anzusehen. Für einen Teil der Diatomeen der ersten Hochphase sind nicht mehr die optimalen Lebensbedingungen gewahrt, und sie scheiden aus dem Florenbild aus. Mit der Anpassung an diese veränderten Bedingungen treten neue Diatomeenformen auf, die Formenanzahl nimmt erneut zu. Es erscheinen Formen mit einer höheren Salzverträglichkeit. Aus den Diagrammen ist die prozentuale Zunahme der von höherem Salzgehalt abhängigen Formen ersichtlich.

Die Änderung im Florenbild ist der Ausdruck einer Veränderung des Charakters des Gewässers. Der ursprüngliche Süßwassersee ist zu einem limnisch-brakischen und postlitorin zu einem brakisch-marinen Gewässer geworden. Die in der Sedimentfolge auftretende Kalkmudde deutet auf eine Verflachung des Gewässers hin. Die Torfbildung läßt im weiteren auf eine Verlandung schließen.

In den Florenlisten sind alle aufgefundenen Formen angeführt und in den Spalten durch einen Punkt (.) markiert worden. Bei bestimmaren Bruchstücken wurde ein Bruchstrich (/) gesetzt. Bei Bruchstücken, deren Art nicht einwandfrei bestimmt werden konnte, wurde der Bruchstrich in die Gattungsspalte gesetzt.

Die Zugehörigkeit der Arten zum Halobiensystem nach R. W. KOLBE wurde durch einen Querstrich (—) in den vorgesehenen Spalten angegeben. Die Häufigkeit der Formen blieb unberücksichtigt.

Unter den epiphytischen Formen fanden sich die Gattungen *Cocconeis*, *Cymbella*, *Epithemia*, *Fragilaria*, *Gomphonema*, *Mastogloia* und *Opephora*, während benthonische Formen durch die Gattungen *Amphora*, *Caloneis*, *Campylodiscus*, *Cymatopleura*, *Diploneis*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Pinnularia* und *Surirella* vertreten waren. Eine Sonderstellung unter den Epiphyten nimmt *Achnanthes brevipes* ein, die in allen drei Kernen gefunden wurde. Es handelt sich um eine Salzwasserform, die auch im brackigen Wasser vorkommt. Sie wurde vor allem in den oberen jüngeren Proben angetroffen. Die epiphytischen und benthonischen Formen beherrschen die Florenbilder und weisen auf ein mäßig tiefes, gut durchlichtetes Gewässer hin, das den Aufwuchsformen ausreichende Unterlagen bot. Die reichlich ange-troffene Pflanzenmudde, in der auch fossile Samen und Früchte gefunden wurden, läßt annehmen, daß höher entwickelte Pflanzen vorhanden waren. Die zahlreich vorhandenen benthonischen Formen berechtigen zu der Annahme, daß neben Gebieten mit dichten Pflanzenbeständen auch solche ohne Bewuchs anzutreffen waren. Den Brackwasser- und marinen Formen ($s = 10$ bis 30‰) im Liegenden des Torfes kommt insofern eine vorrangige Bedeutung zu, als sie frühzeitige Salzwassereinbrüche in die Mecklenburger Bucht erkennen lassen.

Erst im Zuge der Litorina-Transgression kam es zur Einwanderung hochmariner Formen ($s > 30\text{‰}$), die in den Proben des Hangenden über den Torf angetroffen wurden, wie *Antinocyclus*, *Actinocyclus*, *Auliscus*, *Biddulphia*, *Chaetoceros*, *Coscinodiscus*, *Dimerogramma* und *Grammatophora*.

In den Abschnitten der Stechrohrkerne MB 6a und MB 6b, die unterhalb der Torfhorizonte liegen, wurden *Actinocyclus ehrenbergii*, *Coscinodiscus bathyomphalus*, *Cos. exentricus*, *Cos. perforatus* angetroffen. Diese Arten weisen auf einen höheren Salzgehalt hin. Durch das gleichzeitige Vorkommen brackisch-mariner Formen in diesen Abschnitten wird diese Aussage unterstrichen. Es wurden gefunden:

Stechrohrkern Proben-Nr.	MB 6a		MB 6b		
	10-15	20-25	2-10	11-13	
<i>Diploneis bomboides</i>	+	+	+	+	M
<i>Diploneis puella</i>	+	+	+	+	B
<i>Diploneis smithii</i>	+	+	+	+	M-B
<i>Mastogloia elliptica</i>	+	+			B
<i>Mastogloia grevillei</i>	+	+			B-S
<i>Mastogloia smithii</i>	+	+	+	+	B
(mit var. <i>amphicephala</i>)	nach HUSTEDT, Ancyclus)				
<i>Melosira sulcata</i>		+	+	+	M
<i>Navicula abrupta</i>		+			M
<i>Navicula lyra</i>		+			M
<i>Navicula protracta</i>		+			B
	(nach A. CLEVE-EULER, Fjordform)				
<i>Rhopalodia gibberula</i>		+	+	+	B-S

M = marin; B = Brackwasser; S = Süßwasser

Im Stechrohrkern Fe 1b sind diese Formen unterhalb des Torfes nicht gefunden worden. Im Hangenden wurden sie über den ganzen Kern streuend angetroffen. Es soll nicht unerwähnt bleiben, daß die beiden *Campylodiscus*-Arten *clypeus* und *echeneis* in den Proben gemeinsam vorkamen.

Von Kaltwasserformen, die von FR. HUSTEDT als nordisch-alpine Formen bezeichnet wurden, waren folgende vertreten:

Stechrohrkern		MB 6 a	MB 6 b	Fe 1 b
<i>Achnanthes</i>	<i>calcar</i>	O U	U	
	<i>clevei</i>	O U	U	U
	<i>flexella</i>	U	U	
	<i>lapponica</i>		U	
<i>Cyclotella</i>	<i>kützingiana</i>			
	var. <i>planetophora</i>	O U	U	O
<i>Cymbella</i>	<i>antiqua</i>	O	U	O
	<i>amphicephala</i>	O U	U	O U
	<i>cuspidata</i>	O U	U	O U
	<i>ehrenbergii</i>	O U	U	
	<i>hybrida</i>	U	U	
	<i>norwegica</i>	U	U	O
<i>Fragilaria</i>	<i>leptostauron</i>	O U	U	O
<i>Grammatophora</i>	<i>arctica</i>	O	U	O
<i>Navicula</i>	<i>bacillum</i>	U	U	O U
	<i>lacustris</i>	O U	U	O
	<i>tuscula</i>	U	U	O
<i>Neidium</i>	<i>bisulcatum</i>		U	
	<i>dilatatum</i>		U	
<i>Nitzschia</i>	<i>denticula</i>	U	U	
<i>Rhabdonema</i>	<i>arcuatum</i>	O	U	O
<i>Rhopalodia</i>	<i>parallela</i>	U	U	O
<i>Surirella</i>	<i>linearis</i>	U	U	O U

O = oberhalb; U = unterhalb des Torfhorizontes

Ein Teil der obengenannten Formen gehört zu den Reliktformen.

Im Kern MB 6a wurden 47 Gattungen mit 291 Formen gefunden, von denen 38 Gattungen mit 188 Formen auch im Kern MB 6b auftraten. Von den 41 Gattungen mit 234 Formen aus dem Kern MB 6b waren in MB 6a 38 Gattungen mit 196 Formen festzustellen. Bei den wechselseitig fehlenden Formen handelt es sich um solche, die zum Teil nur einmal in den Kernen angetroffen wurden.

Eine spezielle Auswertung der Florenlisten wird nach weiteren Untersuchungen von Stechrohrkernen aus den Mulden der südlichen Ostsee erfolgen.

Literatur

- [1] BROCKMANN, CHR., Die Diatomeen im marinen Quartär Hollands. Senckenbg. Naturf. Ges. **41** (1928) S. 117—187.
- [2] BROCKMANN, CHR., Die Diatomeen in den Ablagerungen des Großen Jasmunder Boddens. Geol. d. Meere u. Binnengewässer **3** (1939) S. 527—531. Berlin 1939.
- [3] BROCKMANN, CHR., Diatomeen als Leitfossilien in Küstenablagerungen. Westküste **2** (1940) S. 150 bis 181.
- [4] CLEVE-EULER, A., Das Zeugnis der Diatomeen. Acta forestalia fennica **22** (1922).
- [5] CLEVE-EULER, A., Die Diatomeen von Schweden und Finnland. Kungl. Svenska Vetensk. Handl., 5 Bde., Stockholm 1951—55.
- [6] HUSTEDT, FR., Bacillarophyta (Diatomeae). Die Süßwasserflora Mitteleuropas, herausgeg. von A. PASCHER, H. 10, Jena 1930.
- [7] HUSTEDT, FR., Die Kieselalgen. L. Rabenhorsts Kryptogamen-Flora, Bd. 7, Teil 1—3, Leipzig 1930—63.
- [8] HUSTEDT, FR., Die Diatomeenflora diluvialer Sedimente bei dem Dorf Gaj bei Konin. Schweizerische Z. f. Hydrol. **11** (1948) S. 181—209.
- [9] KOLBE, R. W., Über das Vorkommen von Salzwasserdiatomeen im Binnenlande. Ber. Dtsch. Bot. Ges. **43** (1925) S. 80—86.
- [10] KOLBE, R. W., Die Kieselalgen des Sperenberger Salzgebiets. Pflanzenforschung, H. 7 (1927).
- [11] PANTOCSEK, J., Beiträge zur Kenntnis der fossilen Bacillarien Ungarns. Teil 1—3, Berlin, Pozsony 1903—05.
- [12] PROSCHKINA-LAVRENKO, A. J., Diatomeen-Analyse (russisch), Bd. 1—3, Gosgeolisdat, Moskau, Leningrad 1949—50.
- [13] SCHMIDT, A., Atlas der Diatomeen-Kunde. Leipzig, Berlin 1875—1958.
- [14] SCHULZ, P., Süß- und Brackwasserdiatomeen aus dem Gebiet der Freien Stadt Danzig und der benachbarten Pomerellen. Ber. d. Westpreuß. Bot. Zool. Ver., **50** (1928) S. 85—195.

zu: Stechrohrkern MB 6a
(-25,1m NN)

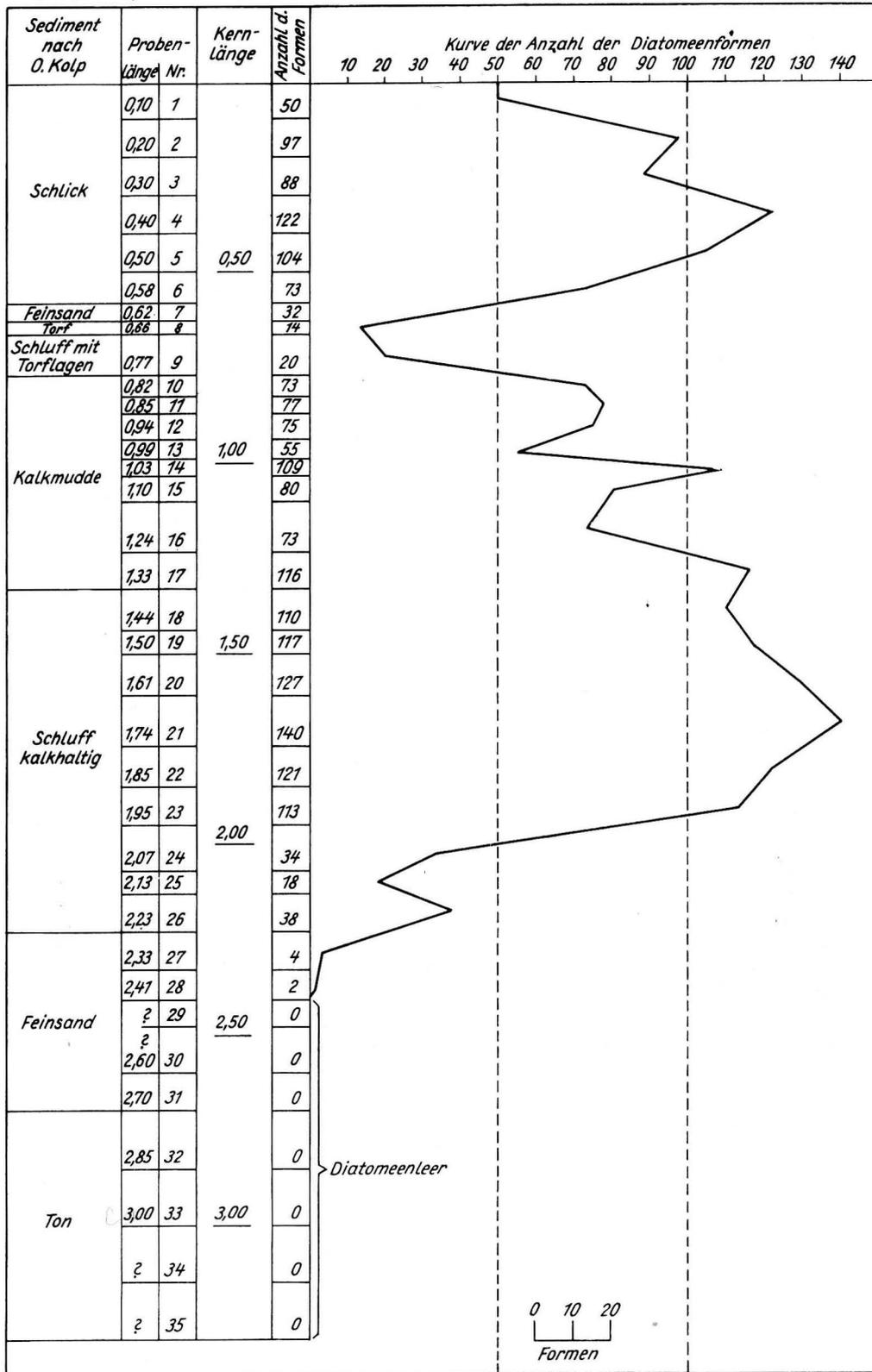


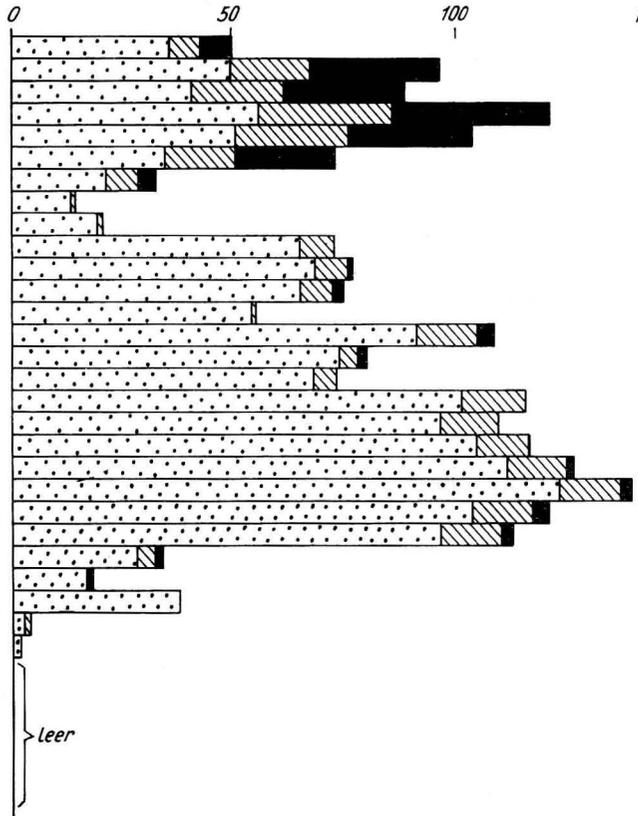
Abb. 1

zu: Stechrohrkern MB 6a Tafel I

Verteilung der Formen nach dem Halobiensystem von R.W. Kolbe

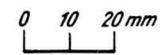
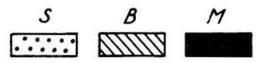
Gesamtzahl der Formen

Formen	S	B	M
50	35	7	8
96	49	18	29
88	40	21	27
122	55	31	36
104	57	25	28
73	34	16	23
32	21	7	4
14	13	1	—
20	19	1	—
73	65	8	—
77	69	7	1
75	65	8	2
55	54	1	—
109	91	15	3
80	74	4	2
73	68	5	—
116	101	15	—
110	96	14	—
117	105	12	—
127	112	14	1
140	124	14	2
121	104	14	3
113	97	14	2
34	28	5	1
18	17	—	1
38	38	—	—
4	3	1	—
2	2	—	—
—	—	—	—
—	—	—	—
—	—	—	—
—	—	—	—
—	—	—	—
—	—	—	—

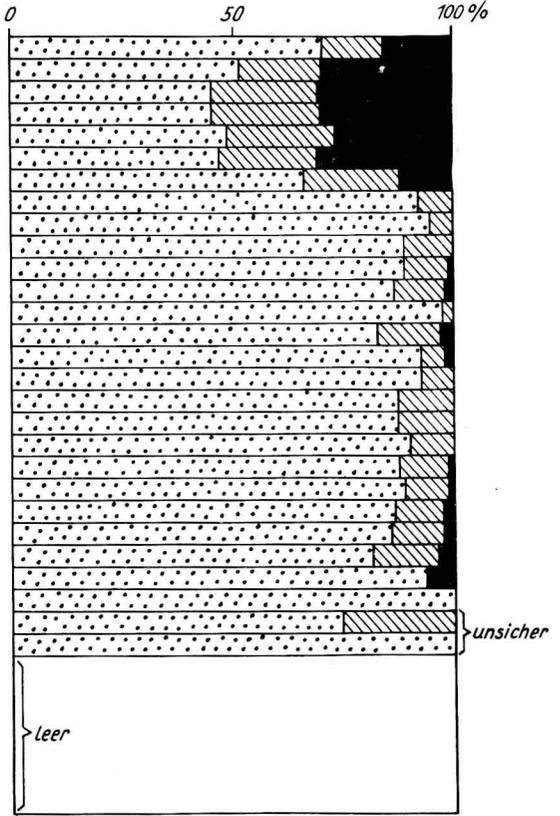


A. Tatsächliches Vorkommen

1 Form = 1 mm



Proben Nr.	S	B	M
1	70	14	16
2	57	19	30
3	45	24	31
4	45	25	30
5	49	24	27
6	47	22	31
7	66	22	12
8	93	7	—
9	95	5	—
10	89	11	—
11	89	10	1
12	87	11	2
13	98	2	—
14	83	14	3
15	93	5	2
16	93	7	—
17	87	13	—
18	87	13	—
19	90	10	—
20	88	11	1
21	89	10	1
22	87	11	2
23	86	12	2
24	82	15	3
25	94	—	6
26	100	—	—
27	75	25	—
28	100	—	—
29	—	—	—
30	—	—	—
31	—	—	—
32	—	—	—
33	—	—	—
34	—	—	—
35	—	—	—



B. Prozentualer Anteil 1‰ = 1 mm

S = oligohalobe Formen = Süßwasser
 B = mesohalobe " = Brackwasser
 M = euhalobe " = Salzwasser

Abb. 2

Stechrohrkern MB 6 a

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29—35	S	B	M		
																													leer					
<i>Achnanthes</i>																																		
<i>brevipes</i> AGARDH												
<i>calcar</i> CLEVE																			
<i>clevei</i> GRUNOW												
var. <i>rostrata</i> HUSTEDT														
<i>conspicua</i> A. MEYER														
var. <i>brevistriata</i> HUST.														
<i>exigua</i> GRUNOW														
<i>flexella</i> KÜTZ.														
<i>lanceolata</i> BRÈB.														
var. <i>elliptica</i> CLEVE														
<i>oestrupii</i> (A. CLEVE) HUST.														
<i>Actinocyclus</i>																																		
<i>ehrenbergii</i> RALFS																													
<i>Actinotychus</i>																																		
<i>undulatus</i> (E.) RALFS																														
<i>Amphora</i>																																		
<i>acuta</i> GREG.				.																														
<i>lybica</i> EHR.						
<i>ovalis</i> KÜTZ.						
<i>pediculus</i> KÜTZ.					
<i>Auliscus</i>																																		
<i>caelatus</i> BAIL.																													
<i>Biddulphia</i>																																		
<i>aurita</i> (LYNGB.) BRÈB.																													
<i>Chaetoceros</i>																																		
Sp.																											
<i>mitra</i> (BALL.) CL.																													

Die Diatomeenflora in den Stechrohrkernen aus der Mecklenburger Bucht

Stechrohrkern MB 6 a (Fortsetzung)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29-35	S	B	M					
																																leer					
<i>Caloneis</i>																																					
<i>alpestris</i> GRUN.		.		.																																	
<i>amphisbaena</i> (BORY.) CL.																		.																			
var. <i>subsalina</i> (DONK.) CL.					.																																
<i>bacillum</i> (GRUN.) MERESCH.									
<i>formosa</i> (GREG.) CLEVE		.	/	/																								
<i>ladogensis</i> CLEVE																						.		.													
<i>latiuscula</i> (KÜTZ.) CLEVE														
<i>schumanniana</i> (GRUN.) CL.														
var. <i>biconstricta</i> GRUN.																												
<i>silicula</i> (EHR.) CLEVE																							
var. <i>gibberula</i> (KÜTZ.) GRUN.										.	.																										
<i>zachariasii</i> REICHELT																					.																
<i>Campylodiscus</i>																																					
<i>angularis</i> GREG.				.		.																															
<i>clypeus</i> EHR.		.		.		/																															
<i>echeneis</i> EHR.		.	.	/	.	.																															
<i>hibernicus</i> (EHR.) GRUN.		.	.	.	/	.		/	/		.	/	.		.	.	/													
<i>Campyloneis</i>																																					
<i>grevillei</i> (W. SM.) GRUN.		.	.	.		/																/															
<i>Cocconeis</i>																																					
<i>diminuta</i> PANT.																										
<i>disculus</i> SCHUM.									
<i>distans</i> GREG.																																
<i>pediculus</i> EHR.										
<i>placentula</i> (EHR.)										
var. <i>euglypta</i> (EHR.) CL.													
var. <i>lineata</i> (EHR.) CL.													
<i>quarnerensis</i> (GRUN.) A. S.																																
<i>thumensis</i> A. MAYER																																

Stechrohrkern MB 6a (Fortsetzung)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29 — 35	S	B	M			
																													leer						
<i>Coscinodiscus</i>																																			
<i>argus</i> EHR.		.																																	
<i>apiculatus</i> EHR.		.			.																														
<i>bathyonphalus</i> CL.				.																															
<i>excentricus</i> EHR.												
<i>granulosus</i> GRUN.												
<i>lineatus</i> EHR.				.																															
<i>rothii</i> (E.) GRUN.																															
<i>Cyclotella</i>																																			
<i>antiqua</i> W. SMITH	.	.	.																																
<i>comta</i> (EHR.) KÜTZ.															.		.	.																	
<i>kützingiana</i> THWAITES															.		.	.																	
var. <i>planetophora</i> FRICKE																					
<i>ocellata</i> PANT.				.											.																				
<i>stelligera</i> CL. GRUN.																						.													
<i>striata</i> (KÜTZ.) GRUN.																															
<i>Cymatopleura</i>																																			
<i>elliptica</i> (BRÈB.) W. SMITH												/		/	.												
var. <i>constricta</i> GRUN.																											
var. <i>hibernica</i> (W. SM.) HUST.																											
<i>solea</i> (BRÈB.) W. SMITH																								
var. <i>regula</i> (EHR.) GRUN.														.	/		/	/					.								
<i>Cymatosira</i>																																			
<i>belgica</i> GRUN.	.	.		.																															
<i>Cymbella</i>																																			
<i>aequalis</i> SMITH																		
<i>affinis</i> KÜTZ.										
<i>amphicephala</i> NAEGELI								
<i>aspera</i> NAEGELI															.	.																			
<i>cesata</i> (RABH.) GRUN.																																			
<i>cistula</i> (HEMPRICH) GRUN.													.		.																				

Die Diatomeenflora in den Stechrohrkernen aus der Mecklenburger Bucht

Stechrohrkern MB 6a (Fortsetzung)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29-35	S	B	M		
																														leer				
<i>Cymbella</i>																																		
<i>cuspidata</i> KÜTZ.											
<i>ehrenbergii</i> KÜTZ.											
<i>hydrida</i> GRUN.								
<i>naviculiformis</i> AUERSW.																
<i>norvegica</i> GRUN.															
<i>obtusiuscula</i> (KÜTZ.) GRUN.															
<i>parva</i> (W. SMITH.) CLEVE															
<i>parvula</i> KRASSKE						
<i>prostata</i> (BERKELEY) CL.															
<i>pusilla</i> GRUN.							
<i>reinhardtii</i> GRUN.															
<i>sinuata</i> GREG.															
<i>ventricosa</i> KÜTZ.						
<i>Dimero gramma</i>																																		
<i>minor</i> (GREG.) RALFS																												
<i>Diatoma</i>																																		
<i>vulgare</i> BORY.		.																				.		.										
<i>Diploneis</i>																																		
<i>bomboides</i> (A. S.) CLEVE											
var. <i>meida</i> GRUN.										
<i>constricta</i> (GRUN.) CLEVE																											
<i>didyma</i> (EHR.) CLEVE																										
<i>domblittensis</i> (GRUN.) CL.							
<i>elliptica</i> (KÜTZ.) CLEVE						
<i>interrupta</i> (KÜTZ.) CLEVE																											
<i>marginistriata</i> HUST.											
<i>oculata</i> (BRÈB.) CLEVE											
<i>ovalis</i> (HILSE) CLEVE											
var. <i>oblongella</i> (NAEG.) CL.						
<i>puella</i> (SCHUM.) CLEVE						
<i>smithii</i> (BRÈB.) CLEVE						

Stechrohrkern MB 6a (Fortsetzung)

7 Meereskunde, H. 12-14

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29-35	S	B	M	
																												leer					
<i>Mastogloia</i>																																	
<i>grevillei</i> W. SMITH																					
<i>smithii</i> THWAITES										
var. <i>amphicephala</i> GRUN.																			
<i>Melosira</i>																																	
<i>arenaria</i> MOORE		.												.																			
<i>granulata</i> (EHR.) RALFS.																						
<i>islandica</i> O. MÜLL.						.																	.										
(<i>Paralia</i>)																																	
<i>sulcata</i> (EHR.) CL.									
<i>Meridion</i>																																	
<i>circulare</i> AGARDH																																	
<i>Navicula</i>																																	
<i>abrupta</i> GREG.																												
<i>anglica</i> RALFS									
<i>arata</i> GRUN.					.							.																					
<i>bacillum</i> EHR.																						
<i>cari</i> EHR.												
<i>cincta</i> (EHR.) KÜTZ.																					
var. <i>heufleri</i> GRUN.																			
<i>cocconeiformis</i> GREG.									
<i>costulata</i> GRUN.																		
<i>cryptocephala</i> KÜTZ.												
<i>cuspidata</i> KÜTZ.																																	
var. <i>amphigua</i> (EHR.) CL.																																	
<i>digitoradiata</i> (GREG.) A. S.				.	.																												
<i>diluviana</i> KRASSKE																						
<i>discephala</i> (EHR.) W. SMITH																						
<i>forcipata</i> GREV.				.	.	.	/																			
<i>gastrum</i> EHR.					.																												
<i>gotlandica</i> GRUN.																																	
<i>gracilis</i> EHR.	.			.										.																			

Die Diatomeenflora in den Stechrohrkernen aus der Mecklenburger Bucht

Stechrohrkern MB 6a (Fortsetzung)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29—35	S	B	M				
																													leer							
<i>Stauroneis</i>																																				
<i>smithii</i> var. <i>incisa</i> PANT.												
<i>Stephanodiscus</i>																																				
<i>astraea</i> (EHR.) GRUN.												
var. <i>minutula</i> (KÜTZ.) GRUN.																								
<i>Stephanopyxis</i>																																				
<i>turris</i> (GREV. & ARN.) RALFS																															
<i>Surirella</i>																																				
<i>biseriata</i> BREBISSON																								
<i>birostrata</i> HUST.										/															
<i>didyma</i> KÜTZ.					/													
<i>elegans</i> EHR.																	.	.																		
<i>fastuosa</i> EHR.				.	.																.															
<i>gracilis</i> (W. SMITH) GRUN.																
<i>helvetica</i> BRUN																																				
<i>intermedia</i> CL. EU.																	
<i>ladogensis</i> WEISSE			.		.	.																														
<i>linearis</i> W. SMITH																							
var. <i>constricta</i> (E.) GRUN.																							
<i>moelleriana</i> GRUN.														.			.																			
<i>ovalis</i> BREBISSON				.															/			.														
<i>ovata</i> KÜTZ.																.			/													
var. <i>pinnata</i> (W. SMITH)																													
<i>robusta</i> EHR.																									
var. <i>splendida</i> (E.) HEURICK																																
<i>Synedra</i> Sp.	/									/																										
<i>amphicephala</i> KÜTZ.													/	/	/	/		/		/									
<i>crystallina</i> (AG.) KÜTZ.		/		/	.	/	/																							
<i>flagens</i> (GREG.) W. SMITH		/	/																																	
<i>pulchella</i> KÜTZ.		.			.												.																			
<i>rumpens</i> KÜTZ.																.																				

Stechrohrkern MB 6a (Fortsetzung)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29-30	S	B	M	
<i>Synedra</i>																													leer				
<i>tabulata</i> (AG.) KÜTZ.		/																			
var. <i>obtusa</i> HUST.			.																														
<i>ulna</i> (NITZSCH) EHR.				/	/	/				/	/	.	/		.	/		/	/	/	/	/	/	/	/								
<i>ulna</i> var. <i>impressa</i> HUST.					.																												
<i>undulata</i> (BAIL.) GREG.	/	/	/	/	/	/																											
<i>Tabellaria</i>																																	
<i>fenestrata</i> (LYNGB.) KÜTZ.									/										
<i>flocculosa</i> (ROTH.) KÜTZ.			/		/							/						.	.				/										
<i>Trachyneis</i>																																	
<i>aspera</i> (E.) CL.																											
Silicoflagelaten																												

S = Süßwasserformen = oligohalob

B = Brackwasserformen = mesohalob

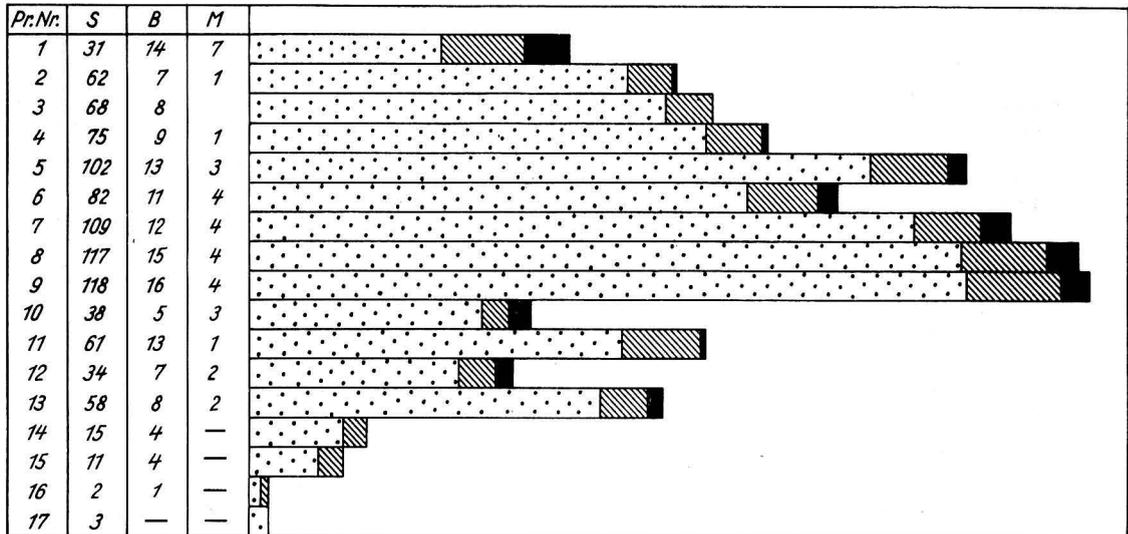
M = Salzwasserformen = euhalob

. = Form nachgewiesen

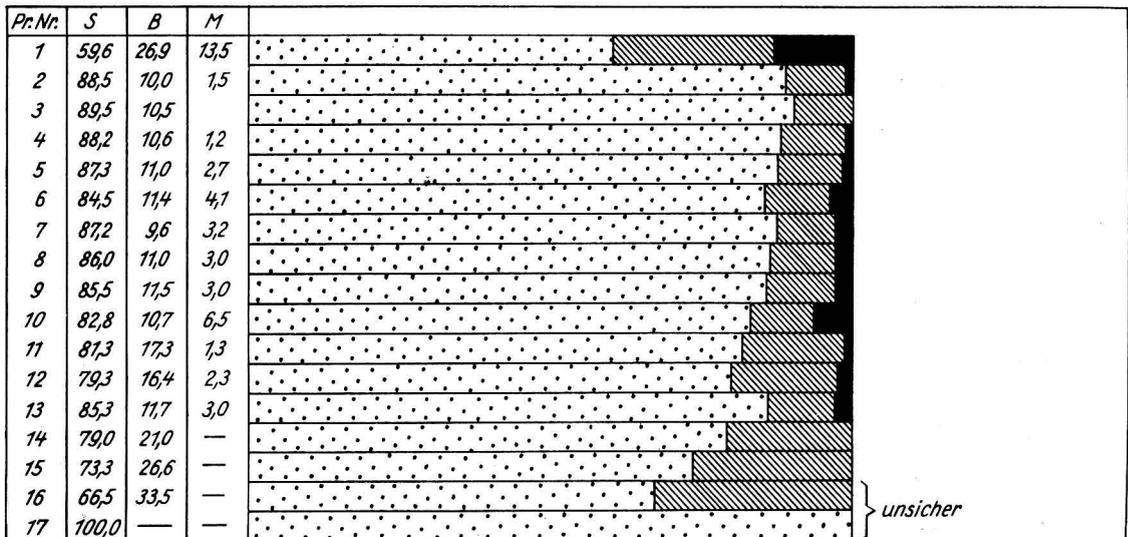
/ = Form nur als Bruchstück angetroffen

zu: Stechrohrkern MB 6b
(-25,1m NN)

Verteilung der Formen nach dem Halobiensystem von R.W. Kolbe



A. Tatsächliches Vorkommen



B. Prozentualer Anteil



1. S = oligohalobe = Süßwasser
2. B = mesohalobe = Brackwasser
3. M = euhalobe = Salzwasser

Abb. 4

Stechrohrkern MB 6b (Fortsetzung)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	S	B	M
<i>Rhoicosphenia</i>																				
<i>curvata</i> (KÜTZ.) GRUN.							.	.	.										—	
<i>Rhopalodia</i>																				
<i>gibberula</i> (EHR.) O. MÜLL.									—
<i>gibba</i> (EHR.) O. MÜLL.												—
<i>parallela</i> (GRUN.) O. MÜLL.	/					—	
<i>Stauroneis</i>																				
<i>phoenicenteron</i> EHR.						—	
<i>salina</i> W. SMITH				—	
<i>smithii</i> GRUN.				—	
var. <i>incisa</i> PANTOCSEK			—	
<i>Stephanopyxis</i>																				
<i>turris</i> (GREV. & ARN.) RALFS											.	.							—	
<i>Surirella</i>																				
<i>birostrata</i> HUST.									.										—	
<i>biseriata</i> BREBISSON								—	
<i>didyma</i> KÜTZ.								.	.				.						—	
<i>elegans</i> EHR.														—	
<i>gracilis</i> (W. SMITH) GRUN.												—	
<i>linearis</i> W. SMITH								—	
var. <i>lata</i> (O. M.) HUST.							—	
<i>moelleriana</i> GRUN.												—	
<i>ovata</i> KÜTZ.													—	
<i>robusta</i> var. <i>splendida</i> (E.) v. HEURCK											—	
<i>tenera</i> GREGORY												—	
<i>Synedra</i>																				
<i>acus</i> KÜTZ.					.														—	
<i>amphicephala</i> KÜTZ.					—	
<i>rumpens</i> KÜTZ.														—	
<i>tabulata</i> (AG.) KÜTZ.	.							.	.										—	
<i>ulna</i> (NITZSCH) EHR.							—	
var. <i>inpressa</i> HUST.							—	
<i>vaucheriae</i> KÜTZ.								—	
<i>Tabellaria</i>																				
<i>flocculosa</i> (ROTH) KÜTZ.							—	
<i>Trachyneis</i>																				
<i>aspera</i> (EHR.) CLEVE	.									.									—	

Erklärung:

S = Süßwasserformen = oligohalob
 B = Brackwasserformen = mesohalob
 M = Salzwasserformen = euhalob

. = Form nachgewiesen
 / = Form nur als Bruchstück angetroffen

zu: Stechrohrkern Fe 1b
(-25,0m NN)

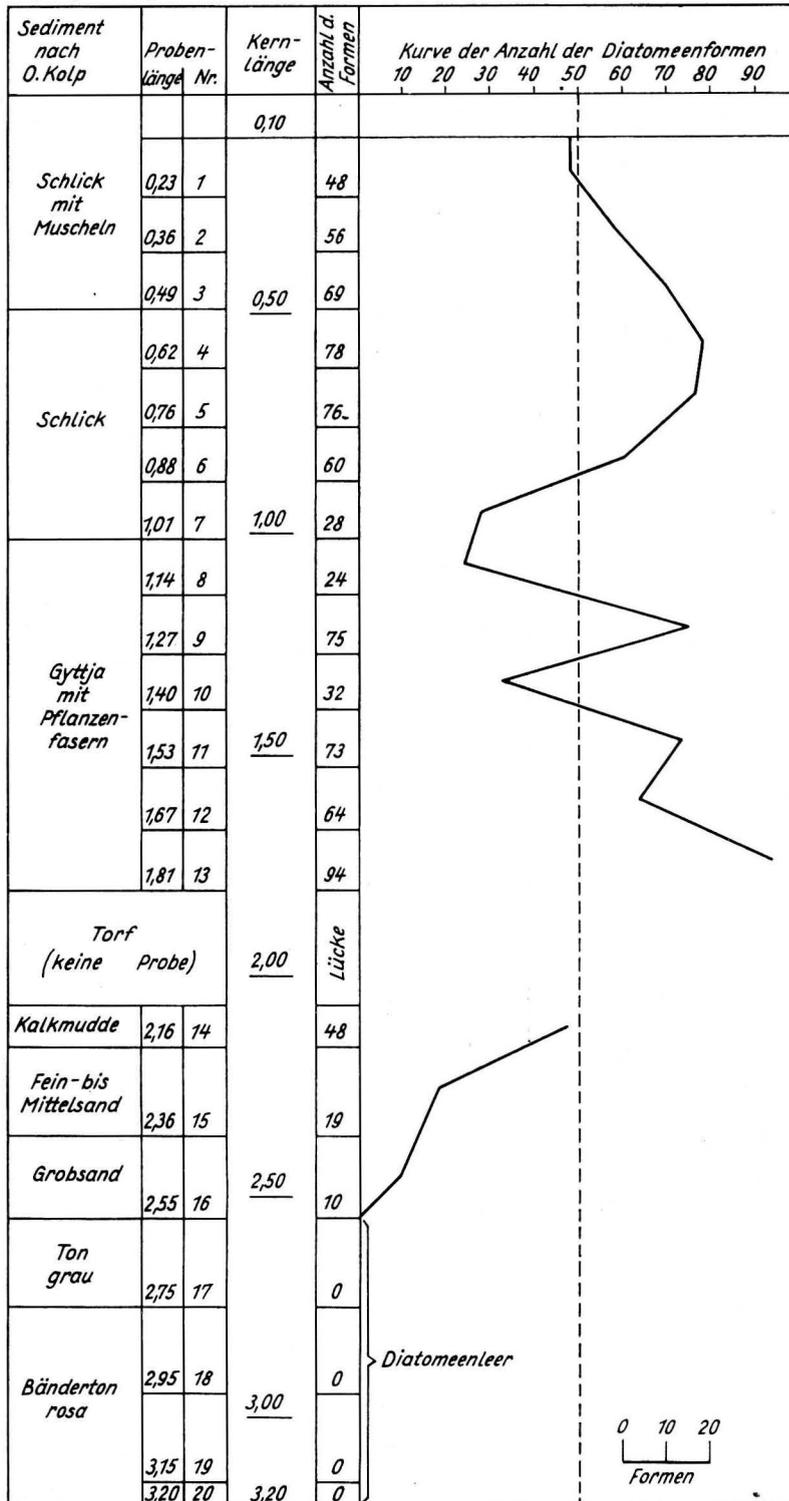
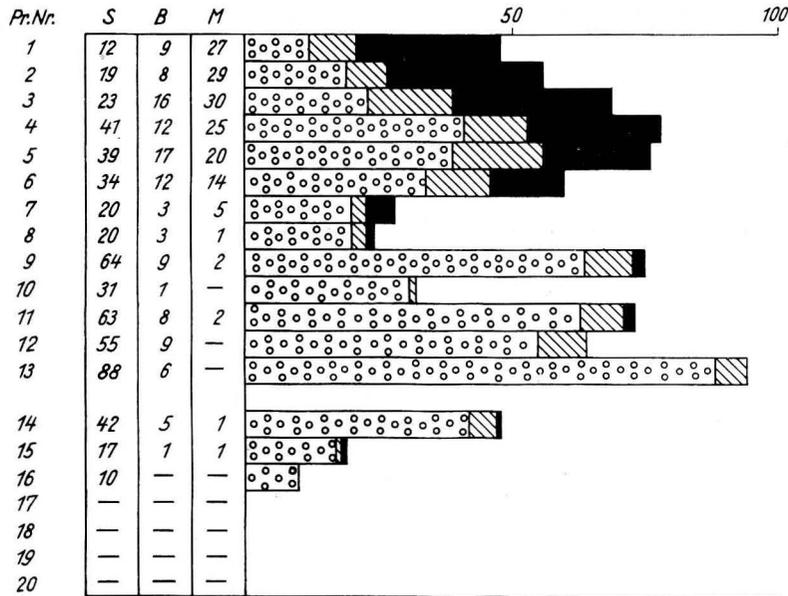
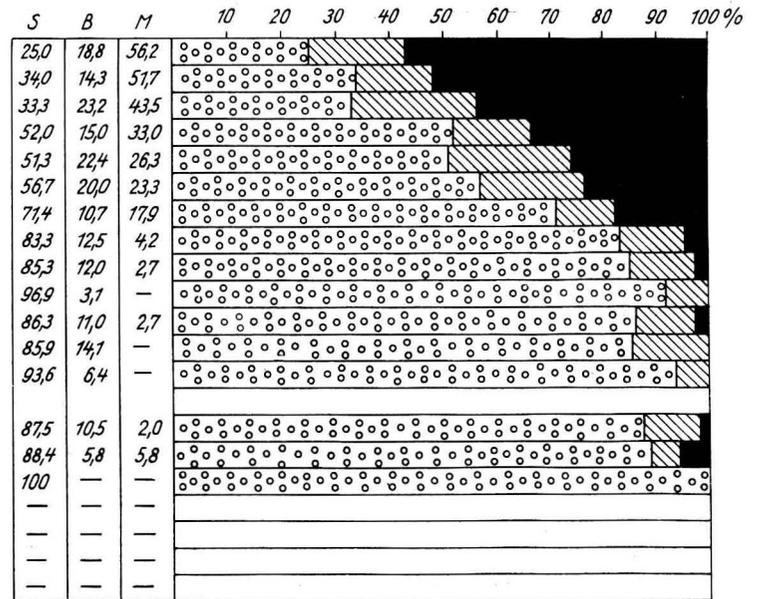
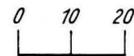
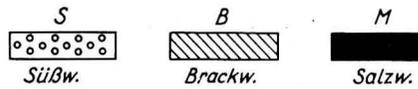


Abb. 5

zu: Stechrohrkern Fe 1b



1mm = 1 Form



Prozentualer Anteil

Abb. 6

Stechröhrkern Fe I

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
<i>Achnanthes</i>																	
<i>brevipes</i> AGARDH	M c
var. <i>intermedia</i> (K.) CL.			.														B e
<i>clevei</i> GRUN.						S e
<i>lanceolata</i> BRÈB.					S e
<i>montana</i> KRASSKE											.						S e
<i>oestrupii</i> (A. CL.) HUST.													.		.	.	S e
<i>Actinocyclus</i>																	
<i>chrenbergii</i>																	
var. <i>ralfsii</i> (W. SM.) HUST.		.															M l
<i>Actinoptychus</i>																	
<i>undulatus</i> (BAIL.) RALFS													M l
<i>Amphora</i>																	
<i>libyca</i> EHR.												S b
<i>ovalis</i> KÜTZ.					S b
<i>pediculus</i> KÜTZ.					S b
<i>Auliscus</i>																	
<i>coelatus</i> BAIL.	.	.	.														M p
<i>Biddulphia</i>																	
<i>polymorpha</i> (GRUN.) WOLLE					.												M l
<i>Caloneis</i>																	
<i>bacillum</i> (GRUN.) MERESCH.							S b
<i>formosa</i> (GREG.) CL.						B l
<i>latiuscula</i> (KÜTZ.) CL.												.					S l
<i>schumanniana</i> (GRUN.) CL.						S l
<i>silicula</i> (EHR.) CL.												S b
var. <i>tumida</i> HUST.													S b
<i>zachariasii</i> REICHELT													.	.	.		S b
<i>Campylodiscus</i>																	
<i>angularis</i> GREV.			.														M b
<i>clypeus</i> EHR.				B b
<i>echeneis</i> EHR.			B b
<i>hibernicus</i> (EHR.) GRUN.							S b
<i>noricus</i> EHR.							S b
<i>Campyloneis</i>																	
<i>grevillei</i> (W. SM.) GRUN.												M e
<i>Chaetoceros</i>																	
Sporen sp.										M p
<i>cenatosporum</i> OSTF.											M p
<i>mitra</i> (BAIL.) CL.											M p
<i>Cocconeis</i>																	
<i>costata</i> GREG.			.														M e
<i>diminuta</i> PANT.					S e
<i>disculus</i> (SCHUM.) CL.	S e

Stechrohrkern Fe 1 (Fortsetzung)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
<i>Diploneis</i>																	
<i>domblittensis</i> (GRUN.) CL.	.								.								S b
var. <i>subconstricta</i> A. CL.		.															S b
<i>interrupta</i> (KÜTZ.) CL.			.	.													B b
<i>nitescens</i> (GREG.) CL.									.								B b
<i>ovalis</i> (HILSE) CL.				.	.												S b
<i>puella</i> (SCHUM.) CL.					.												S b
<i>smithii</i> (BRÈB.) CL.											M b
<i>splendida</i> (GREG.) CL.		.															M b
<i>subcineta</i> (A. S.) CL.	.			.													M b
<i>subovalis</i> CL.			.	.	.												S l
<i>Epithemia</i>																	
<i>argus</i> KÜTZ.					.				.		.						S e
<i>hyndmannii</i> W. SMITH				.							.		.				S e
<i>intermedia</i> FRICKE						S e
<i>muelleri</i> FRICKE						S e
<i>proboscidae</i> (KÜTZ.)		.	.						.								S e
<i>sorex</i> KÜTZ.		.	.	.													S e
<i>turgida</i> EHR.					S e
var. <i>granulata</i> (EHR.) GRUN.									S e
<i>zebra</i> (EHR.) KÜTZ.								S e
var. <i>porzellus</i> (KÜTZ.) GRUN.													.				S e
<i>Fragilaria</i>																	
<i>brevistriata</i> GRUN.			.	.													S e
<i>construens</i> (EHR.) GRUN.									.		.		.				S e
var. <i>binodes</i> (EHR.) GRUN.									.		.		.				S e
var. <i>subsalina</i> HUST.									.		.		.				B e
var. <i>triundulata</i> REICHELDT									.		.		.				S e
var. <i>venter</i> (EHR.) GRUN.							S e
<i>inflata</i> (HEID.) HUST.						S l
<i>leptostauron</i> (EHR.) HUST									.		.		.				S b
<i>pinnata</i> EHR.									.		.		.				S e
<i>virescens</i> RALFS											.		.				S l
<i>Gomphonema</i>																	
<i>acuminatum</i> EHR.												S e
var. <i>brebissonii</i> (KÜTZ.) CL.											S e
var. <i>coronata</i> (EHR.) W. SM.						S e
var. <i>turris</i> (EHR.) CL.							S e
<i>angustatum</i> (KÜTZ.) RABH.									S e
var. <i>undulata</i> GRUN.									S e
<i>bohemicum</i> REICHELDT et FRICKE				S e
<i>constrictum</i> EHR.						S e
var. <i>capitata</i> (EHR.) CL.													.				S e
<i>gracile</i> EHR.													.				S e
<i>intricatum</i> KÜTZ.			S e
var. <i>pumila</i> GRUN.						S e
<i>lanceolata</i> EHR.											.	.	.				S e
<i>longiceps</i> EHR.									.				.				S e
fo. <i>gracilis</i> HUST.										S e
fo. <i>suecica</i> GRUN.												S e

Stechrohrkern Fe 1 (Fortsetzung)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
<i>Rhaphoneis</i>																	
<i>surirella</i> (EHR.) GRUN.	.		.														M l
<i>Rhopalodia</i>																	
<i>gibba</i> (EHR.) O. MÜLL.						.											S e
<i>gibberula</i> (EHR.) O. MÜLL.											B e
<i>parallela</i> (GRUN.) O. MÜLL.								S e
<i>Stephanodiscus</i>																	
<i>astraea</i> (EHR.) GRUN.				S p
<i>Stauroneis</i>																	
<i>producta</i> CGRUN.											.						S b
<i>Surirella</i>																	
<i>biseriata</i> BRÈB.												.	.				S l
var. <i>bifrons</i> (EHR.) HUST.													.				S l
<i>capronii</i> BRÈB.									.			.					S b
<i>linearis</i> var. <i>helvetica</i> (BRUN.)											.		.				S b
MEISTER											.			.			S b
<i>robusta</i> EHR.													.				S b
<i>spiralis</i> KÜTZ.														.			S b
<i>tenera</i> GREG.)													.		.		S b
<i>Synedra</i> Sp. BR.						
<i>crystallina</i> (AG.) KÜTZ.					.												B l
<i>tabulata</i> (AG.) KÜTZ.					.	.				.							B l
<i>ulna</i> (NITZSCH) EHR.													.				S l
<i>undulata</i> BAIL.	.	.	.														M l
<i>Tabellaria</i>																	
<i>fenestrata</i> (LYNGB.) KÜTZ.							S p
<i>Terpsinoe</i>																	
<i>americana</i> (BAIL.) RALFS			.	.													B e
Silicoflagellaten	.	.															
Spongien-Nadeln						

42 Gattungen mit 216 Formen, darunter 28 Variationen.

M = Salzwasserformen	47	p = planktonische Formen	24
B = Brackwasserformen	33	b = benthonische Formen	95
S = Süßwasserformen	136	e = epiphytische Formen	67
		l = litorale Formen	30

Faziell-ökologische Aussagen auf Grund von Pflanzenfossilien aus dem Riß-Würm Interglazial von Klein-Klütz-Höved in der Lübecker Bucht

Von TILO NÖTZOLD

Zusammenfassung: Karpologische Fossilien aus dem Eem Interglazial von Klein-Klütz-Höved wurden zur Faziescharakterisierung untersucht. Dabei traten neben Resten reiner Süßwasserpflanzen solche von Arten, die auch im Brackwasser oder Altwässern leben, auf. Es handelt sich um eine typische Pflanzengesellschaft, wie wir sie aus Verlandungszonen unserer heutigen limnisch-brackischen Gewässer kennen. Der Erhaltungszustand der Fossilien beweist die autochthone Ablagerung.

Über das Kliffprofil von Klein-Klütz-Höved in der Lübecker Bucht und seine Fossilführung haben in den vergangenen Jahren einige Autoren ihre Untersuchungsergebnisse vorgelegt (GEHL 1961; HECK 1954, 1960; HECK & BROCKMANN 1950; KLENGEL 1954 und LUDWIG 1961). Dabei wurden die geologischen Verhältnisse beschrieben und die stratigraphische Stellung des Vorkommens geklärt. Auch die Fossilführung an tierischen Resten und pollenanalytische Befunde wurden behandelt. Nicht oder kaum beachtet wurden jedoch die pflanzlichen Großfossilien und dabei vor allem die karpologischen Reste und die Fortpflanzungsorgane der Charophyten und *Hydropterides*. Lediglich KLENGEL (1954, S. 497) nennt Früchte von „*Sparganium ramosum* HUDSON (2 Ex.), *Ceratophyllum (demersum)* L. (1 Ex.), *Najas marina* L. (2 Ex.), *Stratiotes aloides* L.?, *Nitella* sp. (2 Ex.)“. Abbildungen der Fossilien werden nicht gegeben. Auf die Reste der Samenpflanzen und die Megasporen der *Hydropterides* wird im Rahmen dieser Arbeit eingegangen. Das Vorkommen von *Nitella* sp. muß jedoch in Frage gestellt werden. Denn dem Autor lagen neben den karpologischen Fossilien der höheren Pflanzen Charophyten-Oogonien mit Kalkhülle in Unzahl vor. *Nitella* hingegen besitzt als Bewohner saurer Gewässer keine kalkigen Oogonien. Wenn jedoch bei der Präparation auf mechanischem oder Lösungswege die Kalkhülle gelöst wird, kann der Eindruck erweckt werden, daß Fossilien der Gattung *Nitella* vorliegen. Da aber die meisten Oogonien zu *Tectochara diluviana* (MÄDLER) HORN AF RANTZIEN gehören, deren Oogonien-Membranen innerhalb der Kalkhülle enthalten sind, kann man annehmen, daß KLENGEL wohl nur diese Membranen vorlagen, die zum Schlusse führten, es handele sich um *Nitella*. Allerdings kann die geringe Möglichkeit, daß *Nitella* in Verein mit *Myriophyllum* (s. u.) vorkam, nicht ausgeschlossen werden. Hier auf die geologischen und stratigraphischen Verhältnisse einzugehen, erübrigt sich. Da sie von HECK (1960, S. 788—798) ausführlich beschrieben wurden, sei ihm hier gefolgt. Das Material wurde der von ihm in das Riß-Würm Interglazial gestellten Gytjtja entnommen. Der Aufschluß war im Herbst 1962 noch stärker gestört als es HECK bereits für die vergangenen Jahre betonte. Trotzdem konnte die Gytjtja am Kliff und an einer weiteren Stelle am Kliffuß in Strandnähe ca. 25 m östlich des von HECK beschriebenen Profils eindeutig ausgemacht werden. Die Fossilführung der Proben (jeweils ca. 3 kg) war in beiden Fällen die gleiche. Die Proben der anderen Schichten des Profils enthielten keine pflanzlichen Großreste. Die bei der Aufbereitung angefallenen unzähligen Ostracoden wurden Herrn Dr. K. DIEBEL vom Institut für Paläontologie der Humboldt-Universität zu Berlin übergeben. Die Charophyten-Reste sollen in einer späteren Arbeit über die fossilen Characeen-Oogonien des Pleistozän beschrieben werden.

Die Belegfossilien befinden sich in der Sammlung der Arbeitsstelle für Paläobotanik der Deutschen Akademie Wissenschaften zu Berlin. Die Fotografien fertigte Herr G. ROLLFINK.

Herrn Dr. O. KOLP danke ich für die Möglichkeit der Veröffentlichung der Arbeit in diesem Heft und Herrn Doz. Dr. habil. A. LUDWIG für den wissenschaftlichen Erfahrungsaustausch.

Nachgewiesene Pflanzenarten

HYDROPTERIDES

Salviniaceae

Salvinia cf. *natans* (L.) ALLIONI

Taf. I, Fig. 1—14; Rezente Vergleichsexemplare Taf. I, Fig. 15—16.

Vom Wasserfarn *Salvinia natans* fanden sich in großer Zahl die Megasporen. Sie haben die typisch rundlich-birnenförmige Gestalt der Megasporen von *Salvinia* und sind 450—550 μ lang und 325—400 μ breit. Der Gipfel wird von drei schaufelförmigen Schildchen gebildet, zwischen denen deutlich die dreistrahlig verlaufende Dehiszenzfurche zu sehen ist. Der Megasporenkörper ist warzig-wulstig skulpturiert. Wie bereits früher betont (NÖTZOLD 1963) sind die Megasporen teilweise deformiert und unsymmetrisch gestaltet, da ja in einem Sporokarpium eine große Zahl von ihnen gebildet wird. Sie sind deshalb auch meistens seitlich deutlich eingedrückt. Die vorliegenden Fossilien sind etwas kleiner als die zum Vergleich untersuchten rezenten Megasporen der *Salvinia natans* (L.) ALLIONI, deren Größe im allgemeinen um etwa 100 μ höher ist. Ein derartiger Schwund kann auf die Fossilisation zurückzuführen sein. Gestaltlich gleichen die Reste den Megasporen von *S. tuberculata* NIKITIN, die im Pliozän von Westsibirien, Rostov, Nowotscherkask und kürzlich in Material aus den Elsässischen Plio-Pleistozän-Grenzsichten gefunden wurden, sie sind jedoch bedeutend kleiner (NÖTZOLD, 1963, S. XXX, Taf. 1, Fig. 1—4). Den Megasporen von *S. turgaica* DOROFFEV ähneln sie gestaltlich, jedoch sind diese nur 200—300 μ groß, Untersuchungen über die Variationsbreite der Megasporen von *Salvinia* liegen noch nicht vor. Es ist durchaus möglich, daß all diese Formarten eines Tages vereinigt werden müssen. So lange jedoch diese Fragen nicht geklärt sind, müssen die durch die Diagnosen gesetzten Grenzen eingehalten werden. Die Fossilien können daher nur als *Salvinia* cf. *natans* (L.) ALLIONI bezeichnet werden.

MONOCOTYLEDONAE

Sparganiaceae

Sparganium erectum LINNÉ sensu longo

Taf. I, Fig. 17—20

Syn.: *Sparganium ramosum* HUDSON

Vom Ästigen Igelkolben fanden sich 17 Steinkerne, welche die große Variationsbreite der Fossilien dieser Zugehörigkeit zeigen. Sie haben ellipsoidische bis spindelförmige Gestalt und besitzen 6—9 mehr oder weniger stark vorstehende Längsrippen. Ihre Länge schwankt zwischen 2,3 mm und 4,2 mm, die Breite zwischen 1,2 mm und 2,9 mm. An der Spitze sind sie leicht abgeschrägt und zeigen das etwas seitlich stehende, runde Keimloch. Ein ausgesprochener Halsteil der Steinkerne ist nicht abgesetzt. Die Fossilien gleichen den Abbildungen, die SZAFFER (1954, Taf. XX, Fig. 6—27) von Steinkernen des „*Sparganium ramosum* HUDSON“ = *Sp. erectum* L. aus dem Pliozän von Czorsztyń in den Westkarpaten gegeben hat. Von der Art sind heute verschiedene Varietäten und Formae bekannt, die sich nach der Gestalt ihrer Steinkerne nicht unterscheiden lassen. Die große Variationsbreite bezüglich der Gestalt und der Größe der Fossilien läßt vermuten, daß auch hier Reste verschiedener niedrigerer systematischer Einheiten dieser Art vorliegen. Deshalb sind die Reste als *Sparganium erectum* L. s. l. zu führen.

Sparganium minimum FRIES sensu longo

Taf. I, Fig. 21—23

Vom Kleinen Igelkolben fanden sich nur vier Steinkerne. Ihre Gestalt ist birnen- bis urnenförmig, im Gegensatz zu den Fossilien von *Sp. erectum* läßt sich ein Halsteil am Steinkern unterscheiden. Die Länge der Reste beträgt 2,6—3,3 mm, die Breite 1,6—2,3 mm. Die Längsrippen sind nicht so stark ausgebildet wie bei der erstgenannten Art. Die Gipfelregion ist am runden Keimloch ebenfalls abgeschragt. Auch von dieser Art sind einige Formae bekannt, weshalb der Name im weitesten Sinne gilt.

*Potamogetonaceae**Potamogeton pectinatus* LINNÉ sensu longo

Taf. II, Fig. 1—8

Die gestaltlichen Eigenschaften und die Differentialdiagnose von *Potamogeton pectinatus* L. wurden in der letzten Zeit beschrieben (NÖTZOLD 1963, S. 540—542, Taf. 3, Fig. 1—3). Deshalb erübrigen sich diese Ausführungen, die praktisch eine Wiederholung bedeuten würden, hier. Lediglich die Größenangaben der 14 Steinkerne von *P. pectinatus* aus der Gyttja von Klein-Klütz-Höved seien gegeben. Gestaltlich entsprechen die Fossilien den früher gemachten Angaben. Die Länge der Steinkerne schwankt zwischen 2,5 mm und 2,9 mm, die Breite zwischen 1,9 mm und 2,3 mm. Das Verhältnis von Länge zu Breite liegt bei den einzelnen Exemplaren zwischen 1,13 und 1,42. Auch hier ist die Artbestimmung im weitesten Sinne zu verstehen, da verschiedene Formae bekannt sind.

Potamogeton obtusifolius MERTENS & KOCH sensu longo

Taf. III, Fig. 1—4

Vom Stumpfbblätterigen Laichkraut konnten vier Steinkerne nachgewiesen werden. Auch für sie sei auf die früheren Ausführungen (NÖTZOLD 1961, S. 83, Taf. IX, Fig. 3; 1963, S. 540, Taf. 2, Fig. 1—4) verwiesen. Die Länge der Steinkerne beträgt 2,6—2,7 mm, die Breite 1,8—2,0 mm, das Verhältnis Länge zu Breite liegt zwischen 1,3 und 1,5. Da auch von dieser Art die einzelnen Formae nicht anhand der Steinkerne diagnostiziert werden können, gilt die Bestimmung im weitesten Sinne.

Potamogeton densus LINNÉ sensu longo

Taf. II, Fig. 9; Taf. III, Fig. 5—7

Vom Dichten Laichkraut liegen sechs fossile Steinkerne vor. Sie haben recht unterschiedliche Gestalt und dünne Steinkernwand, wie es bereits beschrieben wurde (NÖTZOLD 1961, S. 82, Taf. VIII, Fig. 3—5; 1963, S. 544, Taf. 3, Fig. 4—5). Ihre Länge liegt zwischen 2,0 mm und 2,5 mm, die Breite zwischen 1,3 mm und 1,8 mm, das Verhältnis Länge zu Breite zwischen 1,25 und 1,77. Auch bei dieser Art gilt aus den obengenannten Gründen der Name sensu longo.

*Najadaceae**Najas marina* LINNÉ sensu longo

Taf. IV, Fig. 1—10; Taf. VII, Fig. 9

Vom Meernixkraut konnten elf Fossilien nachgewiesen werden. Die zweiklappigen Nüßchen lagen zum Teil ungeöffnet und zum Teil als Einzelklappen vor. Aber bereits bei diesen wenigen Fossilien zeigt sich eine große Variationsbreite, so daß angenommen werden muß, daß im Material Fossilien verschiedener Varietäten des *Najas marina* L. vertreten sind. Diese sind jedoch anhand ihrer Früchte nicht zu unterscheiden; eine Unterteilung des Materials müßte willkürlich erfolgen, daher werden die Reste als *Najas marina* L. sensu longo bezeichnet. Die Fossilien haben länglich eiförmige Gestalt. Sie haben eine Länge von 2,5—5,1 mm und

eine Breite von 1,5—2,8 mm. Das Verhältnis Länge zu Breite schwankt bei den einzelnen Exemplaren zwischen 1,6 und 2,6. Im Gegensatz zu Fossilien der gleichen Zugehörigkeit von den Fundstellen Ockrilla bei Meißen, Kummerow Bez. Frankfurt/O. und „Grandes Carrieres“ im Elsaß ist ein Teil der Nüßchen auf dem Rücken kielartig gestaltet (NÖTZOLD 1961, 1962 b, 1963). Im übrigen jedoch entsprachen die Fossilien den dort beschriebenen gestaltlichen Eigenschaften. Das Exokarp ist rau, jedoch nicht skulpturiert.

Najas minor ALLIONI sensu longo

Taf. III, Fig. 8—12; Taf. VII, Fig. 10

Vom Kleinen Nixkraut liegen sieben Nüßchen vor, die gestaltlich der Beschreibung NÖTZOLD (1962 b, S. 741) entsprechen. Sie haben eine Länge von 2,2—2,6 mm und eine Breite von 0,65—0,8 mm. Die in Längsreihen angeordneten rechteckigen Zellen des Exokarp sind deutlich zu erkennen. Einige Exemplare zeigen die an der Spitze beginnende zweiklappige Dehiscenz. Obwohl bei *Najas minor* var. *tenuissima* die Exokarpstruktur besonders deutlich hervortritt, ist es am Fossilmaterial nicht möglich, eine engere systematische Abgrenzung vorzunehmen.

Najas flexilis (WILD.) ROSTKOVIOUS & SCHMIDT

Taf. IV, Fig. 11—13; Taf. VII, Fig. 11

Das Biegsame Nixkraut ist nur mit drei Früchten vertreten. Sie haben gestreckt-ellipsoidische Gestalt und zeigen deutlich die an der Bauchseite beginnende zweiklappige Dehiscenz. Sie sind dünnwandig und daher flach gedrückt. Ihre Länge beträgt 3,6—4,5 mm, die Breite 1,4—1,8 mm, das Verhältnis Länge zu Breite liegt bei 2,4 bis 2,9. Kielartige Auswüchse sind nicht vorhanden. Das Exokarp ist weniger deutlich strukturiert als bei *Najas minor*. Weitere morphologische Eigenschaften sind an den Fossilien nicht zu erkennen.

Alismataceae

cf. *Alisma plantago* LINNÉ

Taf. V, Fig. 17

Ein Same von flacher, hufeisenförmiger Gestalt wird auf den Froschlöffel *Alisma plantago* L. bezogen. Er ist 2,0 mm lang und 1,4 mm breit. Parallel zu seinem Außenrand laufen feine Rillen. Die Mittelfurche ist deutlich zu erkennen. Es ist die typische Gestalt eines karpologischen Fossils aus anatroper Samenanlage. Um das Einzelfossil zu bewahren, wurde von anatomischen Untersuchungen abgesehen. Die erkennbaren Eigenschaften reichen nicht aus, um den Rest mit völliger Sicherheit zu bestimmen, weshalb er als cf. *Alisma plantago* L. bezeichnet wird.

Cyperaceae

Scirpus cf. *mucronatus* LINNÉ

Taf. V, Fig. 1—3

Neun eiförmige Früchtchen mit flacher Bauch- und gewölbter Rückenseite dürften zur Stachelspitzigen Simse gehören, da sich jedoch die Früchte der Gattung *Scirpus* untereinander ziemlich ähneln, können sie nur als *Scirpus* cf. *mucronatus* L. geführt werden. Die Fossilien sind 2,0—2,8 mm lang und 1,5—1,9 mm breit, wobei die größte Breite im oberen Drittel der Früchtchen liegt. Das Verhältnis Länge zu Breite schwankt zwischen 1,16 und 1,47. Am Gipfel besitzen alle Exemplare einen kurzen kegelförmigen Griffelrest. Die Früchte der Gattung *Scirpus* haben 6 Perianthborsten, die bei den vorliegenden Exemplaren nicht erhalten sind. Diese Erfahrung wurde jedoch auch mit Fossilien der gleichen Zugehörigkeit von den Fundstellen Wietstock Bez. Potsdam, Ockrilla bei Meißen und Kummerow Bez. Frankfurt/O. (NÖTZOLD 1959, 1961, 1962 b) gemacht.

Carex LINNÉ

Die Früchte der Gattung *Carex* sind bis auf wenige Ausnahmen nicht bis zur Art zu bestimmen (NÖTZOLD 1962 a). Deshalb können sie meist nur bis zu einem morphologischen Formenkreis eingengt werden. Sie seien daher hier nach ihren gestaltlichen Eigenschaften beschrieben und abgebildet, wobei die Arten, welche Früchte der gleichen Form haben, genannt werden.

Carex flava LINNÉ

Taf. V, Fig. 4—5

Die Gelbe Segge gehört zu den wenigen Arten ihrer Gattung, die sich anhand ihrer Früchte bestimmen lassen. Die zwei kleinen dreikantigen, in der Aufsicht trapezförmigen Früchtchen sind ohne Utriculus erhalten. Sie sind 2,0 mm und 1,4 mm lang und tragen auf dem Gipfel einen kurzen kegelförmigen Griffelrest. Die Anlage zur dreiklappigen Dehiscenz ist zu erkennen. Alle drei Seitenwände sind gleichmäßig schwach vorgewölbt. Durch diese Eigenschaften und die geringe Größe unterscheiden sie sich von den Früchten aller anderer Seggen.

Carex sp. Typ 1

Taf. V, Fig. 6—13

In diesem Typ seien alle *Carex*-Früchte ohne Utriculus bis zu 3 mm Länge zusammengefaßt, die sich in den folgenden Eigenschaften gleichen. Sie haben ellipsoidische bis lanzettliche, dreikantige Gestalt und höchstens einen kurzen kegelförmigen Griffelrest. Gleichgestaltete Früchte haben heute die Arten *Carex montana* L., *C. curvula* ALLIONI, *C. rostrata* STOKES, *C. sempervirens* VILL., *C. vesicaria* L. und vereinzelt *C. riparia* CURT.

Carex sp. Typ 2

Taf. V, Fig. 14

Von diesem Typus liegt nur ein Fossil vor. Das Früchtchen hat ovale, abgeflachte, im Querschnitt linsenförmige Gestalt. Am Gipfel ist ein kurzer Griffelrest erhalten. Es ist 1,5 mm lang und 1,2 mm breit. Gleichgestaltete Früchte haben die Arten *Carex brunnescens* (PERSEON) POIR., *C. caespitosa* L., *C. canescens* L., *C. capitata* L., *C. vulpinoides* MICHX., *C. appropinquata* SCHUM., *C. bicolor* BELL., *C. divisa* HUDSON, *C. echinata* MURRAY, *C. gracilis* CURTIS, *C. heleonastes* EHRH., *C. remota* L., *C. stricta* GOODENOUGH und *C. tenella* SCHKUHR.

Cladium mariscus R. BROWN

Taf. VII, Fig. 1—4

Von *Cladium mariscus* konnten fünf Früchte nachgewiesen werden. Sie haben verkehrt-urnenförmige Gestalt mit drei schwach vortretenden Längswülsten. Zum Gipfel hin sind die Früchte schwach zugespitzt, an der Basis verbreitert. Sie sind 2,0—2,4 mm lang und 1,5 bis 1,8 mm breit. Das Verhältnis von Länge zu Breite schwankt bei den einzelnen Exemplaren zwischen 1,28 und 1,60. Weitere gestaltliche Eigenschaften sind an diesen Fossilien nicht zu erkennen.

DICOTYLEDONAE

*Ranunculaceae**Ranunculus aquatilis* LINNÉ sensu longo

Taf. V, Fig. 15—16

Vom Wasserhahnenfuß sind viele Varietäten und Formae bekannt, sie lassen sich durch ihre Früchte nicht unterscheiden. Dazu kommt noch, daß die Früchte gleicher systematischer Einheiten je nach Standortverhältnissen eine unterschiedliche Gestaltung erfahren. Daher

können die Reste nur zu *Ranunculus aquatilis* im weitesten Sinne gestellt werden. Es liegen zwei Früchtchen von ovaler, dorsiventraler Gestalt vor. Das Exokarp zeigt deutliche Querschlüfste, zwischen denen zarte Längsrillen senkrecht verlaufen. Die Fossilien sind 0,9 und 1,2 mm lang und 0,6 und 0,8 mm breit, sie zeigen die Anlage zur am Gipfel beginnenden zweiklappigen Dehiszenz.

Nymphaeaceae

cf. *Nuphar luteum* (L.) SMITH

Taf. VI, Fig. 1

Von cf. *Nuphar luteum*, der Gelben Teichrose, liegen nur einige Fragmente von Samen vor. Ganz erhaltene Exemplare konnten nicht gefunden werden. Die Fragmente, die in voller Länge erhalten sind, haben eine Größe von 4,8–5,2 mm. Das dreieckig-rundliche Keimloch ist an einigen Resten zu erkennen. Auf Grund der Testastruktur, die derjenigen ganz erhaltener Exemplare von Ockrilla bei Meißen gleicht (NÖTZOLD 1961, S. 87–88, Taf. XII, Fig. 21–23; Taf. XIII, Fig. 1), werden die Fossilien auf die Gelbe Teichrose bezogen. Da jedoch diese Eigenschaften nicht ausreichen, die Fragmente mit voller Sicherheit zu bestimmen, mußten sie als cf. *Nuphar luteum* (L.) SMITH bezeichnet werden.

Ceratophyllaceae

Ceratophyllum demersum LINNÉ

Taf. V, Fig. 18–22; Taf. VI, Fig. 2–3

Die Nüßchen des Rauhen Hornblattes zählen zu den häufigsten Fossilien des vorliegenden Materials. Ihr Erhaltungszustand ist äußerst gut. Sie haben eiförmig abgeflachte Gestalt, bei einer Länge von 3,6–4,4 mm und einer Breite von 2,2–3,0 mm. Am Gipfel tragen die Nüßchen flagellenartige Griffelreste, die bei einzelnen Exemplaren bis zu einer Länge von 8,8 mm erhalten sind. Die seitlichen Basalstachel sind jedoch nicht erhalten geblieben. Einzelklappen zeigen die zweiklappige Dehiszenz und die von der Basis zum Griffelrest zwischen Exokarp und Endokarp verlaufenden Leitbündelkanäle. Früchte von *Ceratophyllum demersum* mit derartig langen erhaltenen Griffelresten können keinen Transport erfahren haben, sie müssen sich auf autochthoner Fossilagerstätte befinden.

Rosaceae

Rubus species

Taf. VI, Fig. 4; Taf. VII, Fig. 5–7

Die rezenten Arten *Rubus fruticosus* L. und *R. idaeus* L. sind Sammelarten mit einer recht großen Variationsbreite bezüglich der Gestalt ihrer Steinkerne. Allgemein kann gesagt werden, daß die schlankeren Steinkerne zu *Rubus idaeus*, die dickeren dagegen zu *Rubus fruticosus* gehören. Um hier eine Artabgrenzung durchführen zu können, müßte umfangreicheres Material vorliegen. Die Reste können daher nur als *Rubus* sp. geführt werden, sie haben eine Länge von 1,9–2,8 mm und eine Breite von 1,3–1,9 mm, das Verhältnis Länge zu Breite der einzelnen Exemplare schwankt zwischen 1,3 und 1,64. Die Wände der Steinkerne sind wabig-wulstig skulpturiert.

Haloragaceae

Myriophyllum verticillatum LINNÉ

Taf. VI, Fig. 5–6

Vom Quirligen Tausendblatt konnten nur zwei Teilfrüchte gefunden werden. Beide Merikarprien haben eine Länge von 1,9 mm und eine Breite von 1,4 mm. Sie haben die typische Kugelsegmentgestalt und sind am Gipfel in der Region des großen runden Keimloches abgeflacht. Die Außenkanten der Teilfrüchte sind nicht mit Höckern besetzt.

*Hippuridaceae**Hippuris vulgaris* LINNÉ sensu longo

Taf. VI, Fig. 7; rezentes Vergleichsexemplar Taf. VII, Fig. 12

Der Tannenwedel *Hippuris vulgaris* ist heute eine in Europa monotypische Familie. Es werden von ihm wohl verschiedene Varietäten unterschieden, die sich mit Hilfe ihrer Steinkerne jedoch nicht differenzieren lassen. Es liegt ein ellipsoidischer Steinkern von 1,7 mm Länge und 1,1 mm Breite vor. Er trug ursprünglich noch den runden Deckel, der einen Durchmesser von 750 μ besitzt. Beim Fotografieren ist der Deckel herausgefallen. Die Dehiszenzfurche ist glatt. Die Steinkernwand besitzt rauhe, jedoch nicht strukturierte Beschaffenheit. Das Fossil gleicht den Steinkernen der rezenten Art bezüglich Gestalt und Größe. Das pergamentartige Exokarp ist nicht erhalten geblieben. Um das Einzelfossil zu bewahren, wurde von Schnitten, die sicherlich weitere anatomische Befunde erbracht hätten, abgesehen.

*Umbelliferae*cf. *Apium inundatum* (L.) REICHENBACH

Taf. VI, Fig. 8; rezente Vergleichsteilfrucht Taf. VII, Fig. 13

Im untersuchten Material fand sich eine eindeutige Teilfrucht der Doldengewächse. Bei der großen Zahl der Gattungen dieser Familie galt es zur Bestimmung einzelne Gruppen auszuscheiden, um dann im Rezentvergleich die Zugehörigkeit zu klären.

Die Teilfrucht ist glatt, nicht behaart, borstig oder mit Stacheln versehen. Damit scheidet für die Zugehörigkeit folgende Gattungen aus. *Sanicula* L., *Pimpinella* L., *Heracleum* L., *Caucalis* L., *Tordylium* L., *Athamanta* L., *Myrrhis* MILLER, *Torilis* ADANSON, *Daucus* L., *Seseli* L., *Orlaya* HOFFMANN, *Eryngium* L., die Früchte von *Scandix* L. sind dazu noch geschnäbelt, was bei dem Fossil nicht der Fall ist, und die von *Anthriscus* PERSOON sind ungerippt.

Das vorliegende Fossil zeigt keinerlei Reste von Flügeln auf den Rippen. Damit kann es nicht zu *Levisticum* HILL, *Peucedanum* L., *Anethum* L., *Pastinaca* L., *Angelica* L., *Heracleum* L., *Laserpitium* L., *Aegopodium* L., *Selinum* L. gehören. Die Gattungen mit kugeligen Früchten kommen ebenfalls nicht in Frage, somit entfallen *Coriandrum* L., *Cicuta* L., *Foeniculum* MILLER, *Silaum* MILLER. Wegen der Größe der Früchte um 8 mm scheidet *Pleurospermum* HOFFMANN und *Chaerophyllum* L. aus. Das Fossil besitzt fünf deutliche, wulstige und starke, aber unverzierte Längsrippen, von denen zwei die Seitenkanten bilden. Zwei etwas schwächere Rippen stehen auf der Rückenseite und eine solche auf der Bauchseite. Der Rest ist durch die Fossilisation etwas flach gedrückt, er dürfte ursprünglich im Querschnitt halbkreisförmig gewesen sein. Durch diese gestaltlichen Eigenschaften scheidet folgende Gattungen für die Zugehörigkeit aus: *Bupleurum* L. besitzt glatte bis gekörnte, aber nicht wulstig strukturierte Früchte, *Petroselinum* HILL besitzt nur recht schwache Rippen auf den Teilfrüchten, bei *Conium* L. sind die Rippen wellig gekerbt, die Früchte von *Oenanthe* L. werden halsförmig von einem Griffelrest gekrönt und die von *Hydrocotyle* L. haben stark vorstehende Rückenanten.

Somit galt es, nur noch die Früchte der Gattungen *Astrantia* L., *Trinia* HOFFMANN, *Apium* L., *Ammi* L., *Falcaria* BERNHARDI, *Carum* L., *Bunium* L., *Sium* MERK, *Aethusa* L., *Meum* L., *Cnidium* CUSS., *Ligusticum* L. und *Laser* BORKHAUSEN, von denen der größte Teil heute in Europa nur als monotypische Gattung vertreten ist, im Rezentvergleich zu überprüfen. Dabei zeigte sich praktisch völlige Übereinstimmung zwischen dem Fossil und den Teilfrüchten von *Apium inundatum*, von dem eine Teilfrucht zum Vergleich abgebildet sei. Das Fossil ist 2,7 mm lang und 1,5 mm breit. Von anatomischen Untersuchungen wurde abgesehen, um den Rest zu bewahren. Sie hätten eventuell einen völlig gesicherten Beweis der Zugehörigkeit erbracht. So kann dieses Einzelfossil jedoch nur als cf. *Apium inundatum* (L.) REICHENBACH benannt werden.

SZAFER (1954, Taf. XIV, Fig. 9—12) bildet fossile Teilfrüchte der *Umbelliferae* ab, die nach der Fotografie dem vorliegenden Fossil gleichen. Er bezeichnet seine Teilfrüchte von Mizerna b. Czorsztyń in den Westkarpaten als *Oenanthe aquatica* LINK. Einmal davon abgesehen, daß diese Art von POIRET aufgestellt wurde, wird keine Beschreibung der morphologischen Eigenschaften dieser Fossilien gegeben, und die Abbildungen zeigen keinerlei Spuren eines Griffelrestes auf den Teilfrüchten, was jedoch zu einer eindeutigen Diagnose von *Oenanthe* notwendig ist.

Solanaceae

Taf. VII, Fig. 8

Ein linsenförmiger Same dürfte der Familie der Nachtschattengewächse angehören. Er ist 2,2 mm lang und 2,0 mm breit. Die Testastruktur ist nicht auszumachen, weshalb eine Bestimmung des Restes unmöglich ist. Er sei jedoch zur Dokumentation abgebildet.

Faziell ökologische Aussagen auf Grund der Fossilführung

Der Erhaltungszustand der nachgewiesenen Fossilien beweist, daß sie sich auf autochthoner Fossilagerstätte befinden. Daher können direkte Schlüsse aus den ökologischen Ansprüchen der Mutterpflanzen der karpologischen Reste auf die Bildungsbedingungen der Fundschicht gezogen werden. Die heutigen Standortbedingungen der einzelnen Arten seien tabellarisch (Tabelle) dargestellt, die dabei nicht genannten Arten lassen keine Rückschlüsse zu. Besonderer Wert ist dabei auf die häufig vertretenden Arten zu legen. Alle häufig vertretenen Arten leben heute in stehenden bis schwach bewegten Gewässern. In Altwässern kommen von ihnen auch *Salvinia natans*, *Najas marina*, *Najas minor* und *Ceratophyllum demersum* vor. Bemerkenswert ist jedoch, daß neben den Arten, die nur aus dem Süßwasser bekannt sind, auch solche vorkommen, die im Brackwasser leben, wie *Potamogeton pectinatus*, *Najas marina*, *Ceratophyllum demersum* von den häufig vertretenen Arten und *Potamogeton obtusifolius*, *Scirpus mucronatus*, *Nuphar luteum* und *Hippuris vulgaris*¹⁾ von den vereinzelt vertretenen Arten. Es ergibt sich somit, daß die Fundschicht durch ein stehendes bis schwach bewegtes Gewässer oder Altwasser entstanden ist, wobei ein eventueller Brackwasser-einfluß nicht auszuschließen ist. Es liegt eine typische Pflanzengesellschaft, wie wir sie aus der Verlandungszone unserer heutigen Gewässer kennen, vor.

Schlußbemerkung

Die Gytija aus dem Eem-Interglazial von Klein-Klütz-Höved wurde auf fossile Früchte, Samen und Megasporen untersucht, wobei die Charophyten-Oogonien für eine spätere Bearbeitung bewahrt wurden. Die Fossilien fanden sich auf autochthoner Lagerstätte. Folgende Fossilarten waren häufig vertreten: *Salvinia* cf. *natans* (L.) ALLIONI, *Sparganium erectum* L., *Potamogeton pectinatus* L., *Najas marina* L., *Najas minor* ALLIONI, *Ceratophyllum demersum* L. Vereinzelt traten Reste von *Sparganium minimum* FRIES, *Potamogeton densus* L., *Najas flexilis* (WILLD.) ROSTKOVIOUS & SCHMIDT, cf. *Alisma plantago* L., *Scirpus* cf. *mucronatus* L., *Carex flava* L., *Carex* sp., *Cladium mariscus* R. BROWN, *Ranunculus aquatilis* L., *Nuphar luteum* (L.) SMITH, *Rubus* sp., *Myriophyllum verticillatum* L., *Hippuris vulgaris* L.

¹⁾Bei einem Kolloquium im Institut für Geologie und Paläontologie der Universität Berlin am 22.4.1963 teilte Herr Dr. DIEBEL nach Fertigstellung dieser Arbeit mit, daß die von ihm untersuchten Ostracoden von Klein-Klütz-Höved Brackwasserformen darstellen. Somit findet dieser Befund von Seiten der Paläontologie eine Bestätigung.

und cf. *Apium inundatum* (L.) REICHENBACH. auf Aus den Standortverhältnissen der rezenten Bezugsarten konnten Rückschlüsse auf die Bildungsbedingungen der Fundschicht gezogen werden.

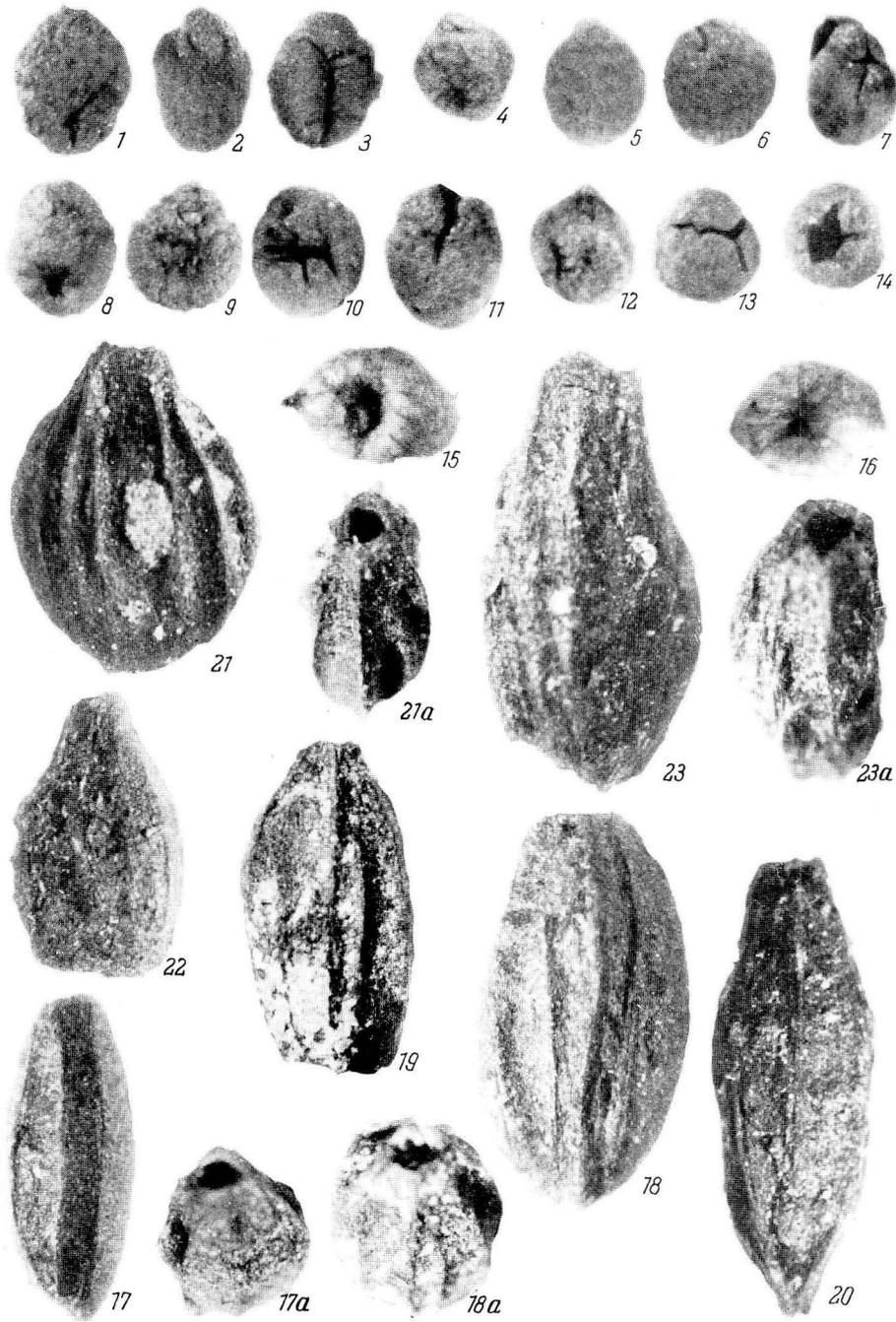
Literatur

- BAAS, J., Eine fröhdiluviale Flora im Mainzer Becken. Z. Botanik **25** (1932).
- BERTSCH, K., Früchte und Samen. Handb. Prakt. Vorgeschichtsforschung. Stuttgart 1941.
- BEJERINCK, W., Zaden Atlas. Wageningen 1947.
- DOROFEEV, P. I., Materialien zur Kenntnis der Miozänflora des Rostover Bezirkes. Problemy botaniki **4** (1959) S. 143–189.
- DOROFEEV, P. I., Tertiäre Pflanzen von Kazachstan. Botaničeskij Žurnal **48** (1963) H. 2, S. 171–181.
- FIRBAS, F. und GRAHMANN, R., Überjungdiluviale und alluviale Torflager in der Grube Marga bei Senftenberg (Niederlausitz). Abh. Sächs. Akad. Wiss. Mat.-Phys. Kl. XL, Nr. IV (1928) S. 1–62.
- GEHL, O., Neue Ergebnisse über das marine Eem und zur Gliederung des Jungpleistozäns in NW-Mecklenburg. Geologie **10** (1961) H. 4/5, S. 396–408.
- HECK, H.-L., Pollenanalytische Untersuchungen des Interstadialprofils vom Steilkliif Klein-Klützhöved. Geologischer Dienst Schwerin 1954.
- HECK, H. L., Frühwürm im Kliffprofil des Klein-Klützhöved (Lübecker Bucht). Geologie **9** (1960) H. 1–8, S. 788–798.
- HECK, H.-L. und BROCKMANN, CHR., Eem-Ablagerungen bei Lübeck. Schrift. Naturw. Ver. Schleswig-Holstein **24** (1950).
- HEGI, G., Illustrierte Flora von Mitteleuropa. München 1908–1918.
- KIRCHHEIMER, F., Grundzüge einer Pflanzenkunde der deutschen Braunkohlen. Halle (Saale) 1937.
- KIRCHHEIMER, F., Die Laubgewächse der Braunkohlenzeit. Halle (Saale) 1957.
- KLENGEL, J., Beobachtungen zur Stratigraphie des Pleistozäns an der Steilküste des Klein-Klützhöved. Bergakademie **6** (1954) S. 496–498.
- KRÄUSEL, R., Pflanzenreste aus den Diluvialen Ablagerungen im Ruhr-Emscher-Lippe-Gebiet. Decheniana, Geol. Abt. **95 A** (1937) S. 207–240.
- LUDWIG, A., Beiträge zur Stratigraphie des Pleistozäns an der deutschen Ostseeküste. Geologie **10** (1961) H. 4/5, S. 409–417.
- MADALSKI, J., Cechi Morfologiczne Pesteck Europejskich Gatunkow *Potamogeton* (TOURN.) L. — I. Klucz Do Oznaczenia Ich Szczatkow Dyluwialnych. (Die morphologischen Eigenschaften der Steinkerne der europäischen Gattung *Potamogeton* (TOURN.) L. und ein Bestimmungsschlüssel für ihre diluvialen Reste). Prace Wroclawskiego Towarzystwa Naukowe, Wroclaw, Ser. B. Nr. **24** (1949).
- NÖTZOLD, T., Einige Früchte und Samen aus den Paludinschichten von Wietstock (Bez. Potsdam). Geologie **8** (1959) H. 5, S. 542–549.
- NÖTZOLD, T., Pleistozäne Pflanzenreste von Ockrilla b. Meißen. Jb. Staatl. Mus. Mineral. Geol. Dresden **1961**, S. 65–96.
- NÖTZOLD, T., a) Diagnostische Tabellen zur Bestimmung von *Carex*-Früchten. Mon. Ber. Dtsch. Akad. Wiss. zu Berlin **4** (1962) H. 1, S. 39–54.
- NÖTZOLD, T., b) Karpologische Pflanzenreste aus dem Mindel-Riß Interglazial von Kummerow (Bez. Frankfurt/Oder). Mon. Ber. Dtsch. Akad. Wiss. zu Berlin **4** (1962) H. 11/12, S. 739–743.
- NÖTZOLD, T., Fossile Pflanzenreste aus plio-pleistozänen Grenzschiechten des Elsaß. Mon. Ber. Dtsch. Akad. Wiss. zu Berlin **5** (1963) H. 8–9, S. 535–548.
- OBERDORFER, E., Süddeutsche Pflanzengesellschaften. In: Pflanzensoziologie, Bd. 10, Jena 1957.
- PASCHER, A., Die Süßwasserflora Mitteleuropas. H. 15 (1936).
- REID, C. & E. M., The fossil flora of Tegelen — sur Meuse, near Venlo, in the Province Limburg. Verh. Akad. Wetensch. Amsterdam II, sect. 13 (1907).
- REID, C. und E. M., The Pliocene floras of the Dutch-Prussian border Meted. Rijksopsp. Delfst **6** (1915)
- SCHMIEBER, TH., Beitrag zur Kenntnis des faunistischen und floristischen Inhalts der Berliner Paludinenbank. Z. deutsche Geol. Ges. **74** (1922) Abh. 2–4, S. 207–236.
- STARK, F. & FIRBAS, F. und OVERBECK, F., Die Vegetationsentwicklung des Interglazials von Rinersdorf in der östlichen Mark Brandenburg. Abh. Natwiss. Ver. Bremen, Bd. XXVIII (1931), Sonderheft (WEBER-Festschrift), S. 105–130.
- SZAFER, E. W., The pliocene flora of Kroscienko in Poland I–II, Rozprawy Wydzialu Mat.-Przyr. **72 B** (1946) H. 1, S. 1–162.
- SZAFER, E. W., Pliocenska Flora Okolic Scorstyna. Wydawnictwa Geol. Warszawa 1954.

TABELLE
Standortverhältnisse der rezenten Bezugsarten

	stehende Gewässer	schwach bewegte Gewässer	fließende Gewässer	Tümpel	Gräben	Teiche	Seen	Flüsse	Süßwasser	Brackwasser	Altgewässer	Ufer	Moore
<i>Salvinia natans</i>	●	●							●		●		
<i>Sparganium erectum</i>	●	●				●	●		●		●		●
<i>Sparganium minimum</i>				○	○		○				○	○	
<i>Potamogeton pectinatus</i>	●	●	●		●		○	●	●	●	○		
<i>Potamogeton obtusifolius</i>					○	○	●		●	○	○		
<i>Potamogeton densus</i>	○	○	○						○	○			
<i>Najas marina</i>	●	●			●		●		●	●	●		
<i>Najas minor</i>	●	●			●	●	●		●	●	●		
<i>Najas flexilis</i>	○	○					○		○				
<i>Alisma plantago</i>	○	○			○				○				
<i>Scirpus mucronatus</i>	○	○					○		○	○		○	○
<i>Carex flava</i>					○		○		○	○		○	○
<i>Cladium mariscus</i>							○					○	○
<i>Ranunculus aquatilis</i>	○	○			○	○	○	○				○	○
<i>Nuphar luteum</i>		○				○				○	○		○
<i>Ceratophyllum demersum</i>	●	●			●	●	●		○	●	●		●
<i>Myriophyllum verticillatum</i>	○	○							○			○	
<i>Hippuris vulgaris</i>	○	○							○	○		○	
<i>Apium inundatum</i>	○												○

- Bezugsarten häufig vertretener Fossilien.
○ Bezugsarten selten vertretener Fossilien.



Sämtliche Abbildungen sind unretuschierte Fotografien.

Die mit a bezeichneten Abbildungen sind jeweils die Gipfelregionen der Fossilien gleicher Nummer in Aufsicht.

- | | | |
|-------------|--|---------------|
| Fig. 1—14. | <i>Salvinia</i> cf. <i>natans</i> , Megasporen | 40 : 1 vergr. |
| Fig. 15—16. | <i>Salvinia natans</i> , Megasporen rezent | 40 : 1 vergr. |
| Fig. 17—20. | <i>Sparganium erectum</i> , Steinkerne | 15 : 1 vergr. |
| Fig. 21—23. | <i>Sparganium minimum</i> , Steinkerne | 15 : 1 vergr. |

TAFEL II

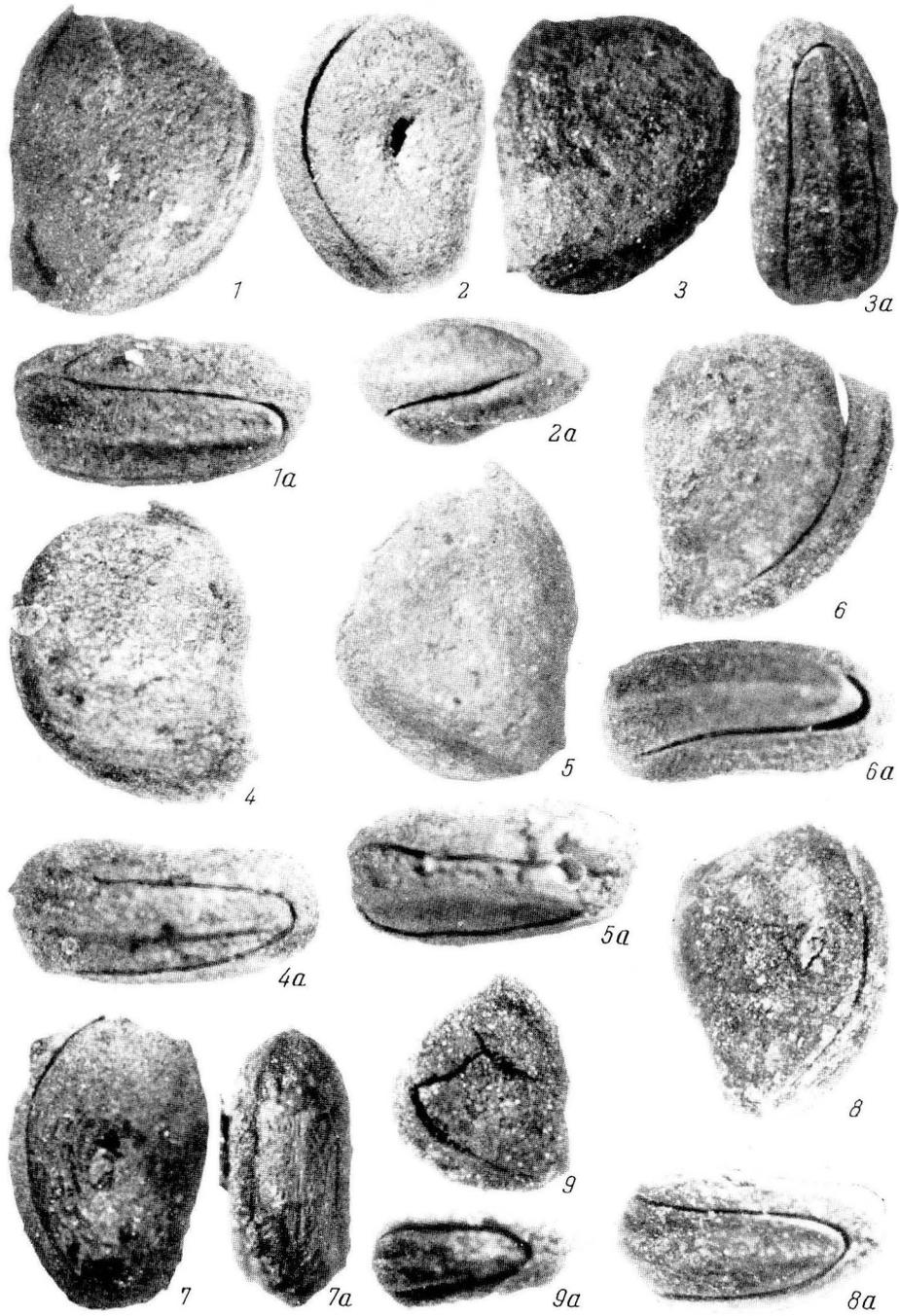


Fig. 1—8. *Potamogeton pectinatus*, Steinkerne
 Fig. 9. *Potamogeton densus*, Steinkern

15 : 1 vergr.
 15 : 1 vergr.



Fig. 1—4. *Potamogeton obtusifolius*, Steinkerne

Fig. 5—7. *Potamogeton densus*, Steinkerne

Fig. 8—12. *Najas minor*, Früchte

15 : 1 vergr.

15 : 1 vergr.

10 : 1 vergr.

TAFEL IV



Fig. 1—10. *Najas marina*, Früchte
Fig. 11—13. *Najas flexilis*, Früchte

15 : 1 vergr.
15 : 1 vergr.

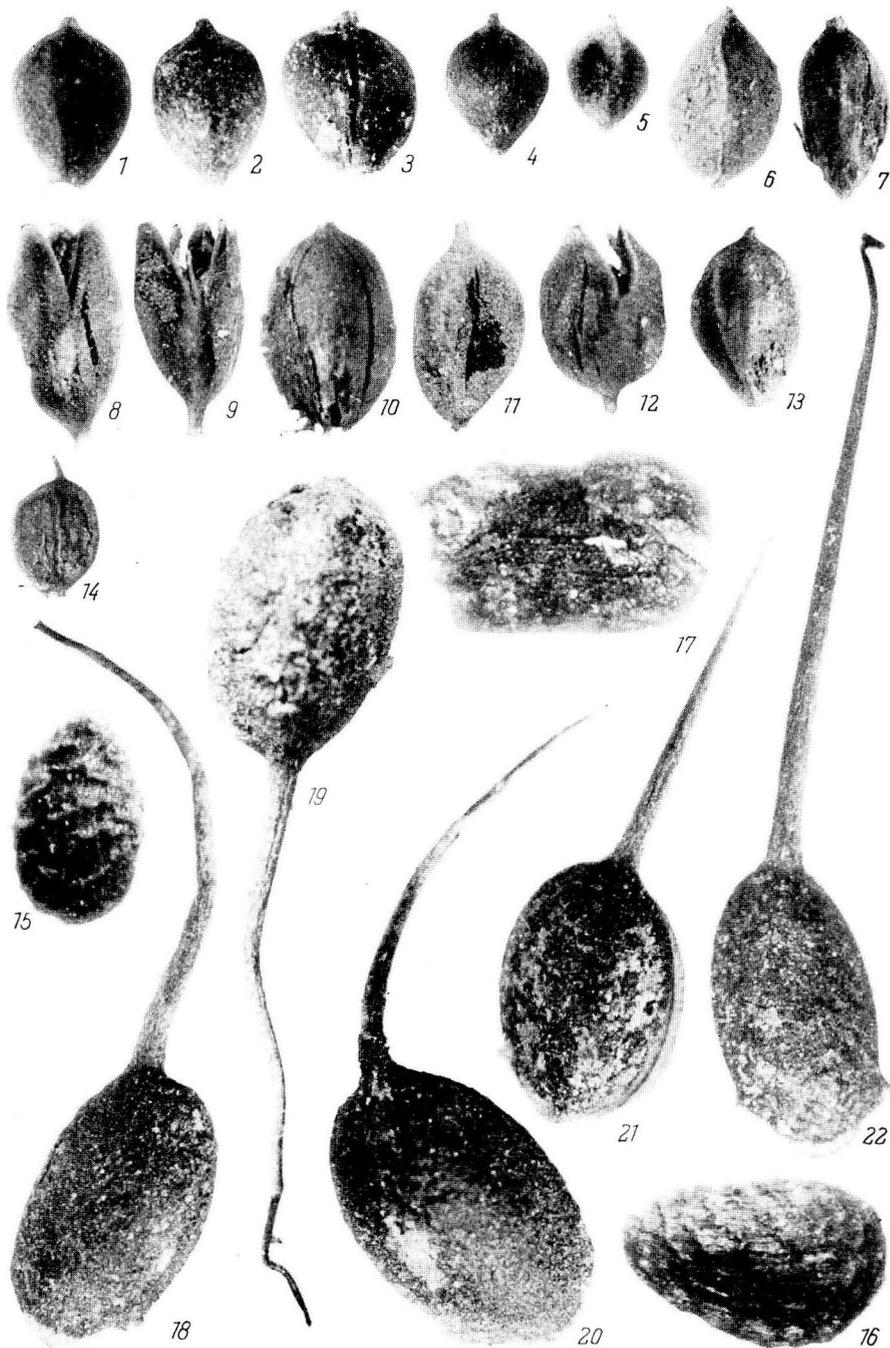


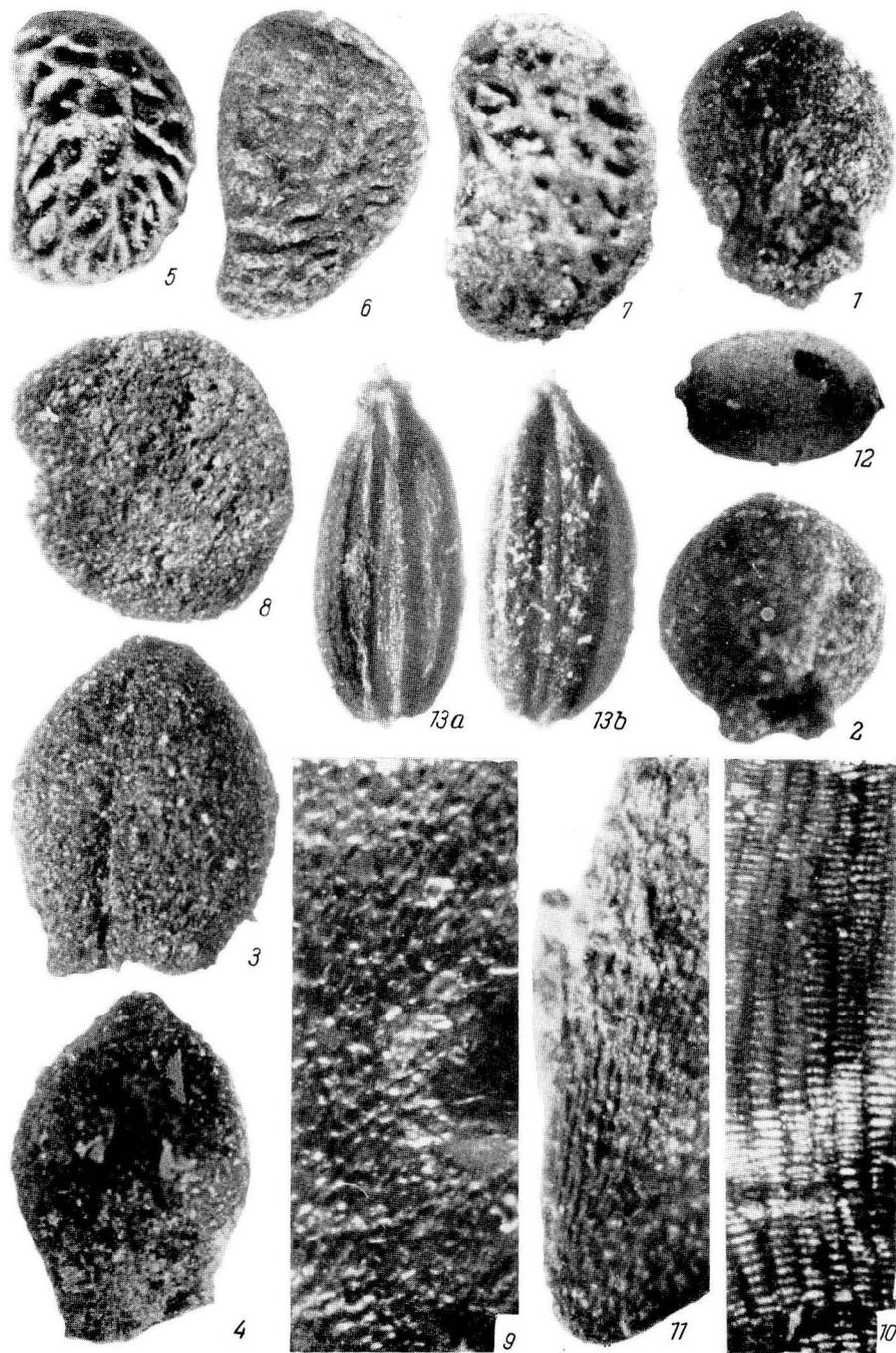
Fig. 1—3. *Scirpus* cf. *mucronatus*, Früchte
 Fig. 4—5. *Carex flava*, Früchte ohne Utriculus
 Fig. 6—13. *Carex* sp. Typ 1, Früchte ohne Utriculus
 Fig. 14. *Carex* sp. Typ 2, Frucht ohne Utriculus
 Fig. 15—16. *Ranunculus aquatilis*, Früchte
 Fig. 17. cf. *Alisma plantago*, Same
 Fig. 18—22. *Ceratophyllum demersum*, Früchte

10 : 1 vergr.
 10 : 1 vergr.
 10 : 1 vergr.
 10 : 1 vergr.
 30 : 1 vergr.
 20 : 1 vergr.
 10 : 1 vergr.

TAFEL VI



Fig. 1. cf. *Nuphar luteum*, Samenfragment 10 : 1 vergr.
 Fig. 2. *Ceratophyllum demersum*, Frucht 10 : 1 vergr.
 Fig. 3. *Ceratophyllum demersum*, Frucht 15 : 1 vergr.
 Fig. 4. *Rubus* sp., Steinkern 20 : 1 vergr.
 Fig. 5–6. *Myriophyllum verticillatum*, Teilfrucht 25 : 1 vergr.
 Fig. 7. *Hippuris vulgaris*, Steinkern 25 : 1 vergr.
 a) Gipfelaufsicht mit Deckelregion
 b) Gipfelaufsicht mit Keimloch
 Fig. 8. cf. *Apium inundatum*, Teilfrucht 25 : 1 vergr.
 a) Rückenseite, b) Bauchseite



- | | | |
|-----------|--|---------------|
| Fig. 1—4. | <i>Cladium mariscus</i> , Früchte | 20 : 1 vergr. |
| Fig. 5—7. | <i>Rubus</i> sp., Steinkerne | 20 : 1 vergr. |
| Fig. 8. | <i>Solanaceae</i> , Same | 20 : 1 vergr. |
| Fig. 9. | <i>Najas marina</i> , Testastruktur | 50 : 1 vergr. |
| Fig. 10. | <i>Najas minor</i> , Testastruktur | 50 : 1 vergr. |
| Fig. 11. | <i>Najas flexilis</i> , Testastruktur | 50 : 1 vergr. |
| Fig. 12. | <i>Hippuris vulgaris</i> , rezente Vergleichsfrucht | 20 : 1 vergr. |
| Fig. 13. | <i>Apium inudatum</i> , rezente Vergleichsteilfrucht | 20 : 1 vergr. |
| | a) Rückenseite, b) Bauchseite | |

Stapelgefüge im Raum zwischen Südost-Rügen und der Insel Rügen

Von GEORG NEUMANN

Zusammenfassung: Das Gebiet zwischen SE-Rügen und der Insel Rügen wird auf Schuppenbau untersucht. Die Lagerungsverhältnisse einiger Vorkommen sind beschrieben und auf Abbildungen dargestellt. Es wird der Versuch unternommen, Einzelvorkommen miteinander in Verbindung zu bringen, um den Verlauf des ehemaligen Gletscherrandes zu ermitteln. Die hierbei eingesetzten geologischen Hilfsmittel werden besprochen.

A. Einleitung	129
I. Begriffsbestimmung	130
II. Das Arbeitsgebiet	130
III. Die geologische Situation	131
B. Arbeitsmethoden	131
I. Echogrammaufnahmen	132
II. Einsatz des Unterwasserschlittens	132
III. Sondierungen	133
IV. Tauchereinsätze	133
C. Untersuchungsergebnisse	133
I. Die Echogramme	133
II. Die Lagerungsverhältnisse	135
a) Vorkommen bei Punkt 3	135
b) Vorkommen bei Punkt 5 und 6	136
c) Vorkommen bei Punkt 7 und 8	136
d) Vorkommen bei Punkt 11	137
e) Vorkommen bei den Punkten 27/29 und 18/20	138
f) Weitere Vorkommen	138
D. Der präquartäre Untergrund	139
E. Ergebnisse und Schlußfolgerungen	140
F. Schlußbemerkung	141
G. Literatur	142

A. Einleitung

Eisbedingte Lagerungsstörungen waren schon oft Gegenstand der Untersuchung, dagegen sind Stauch- und Stapelgefüge — Sonderfälle von Lagerungsformen jungpleistozäner Glazial-sedimente — weniger häufig untersucht worden, weil hierzu eine detaillierte Kartierung erforderlich ist, die aus wirtschaftlichen Gründen nicht immer durchgeführt werden kann. Jedoch gestatten gerade derartige Lagerungsverhältnisse Rückschlüsse auf die Dynamik des Inlandeises, den präglazialen Sockel des überfahrenen Gebietes und die Untergrund-tektonik.

I. Begriffsbestimmung

Stauch- und Stapelstrukturen glazigener Sedimente können auf dem Festland entweder morphologisch oder in Aufschlüssen erkannt und bei Kartierungsarbeiten mit dem Bohrer erfaßt werden. Stauchungen sind überall dort zu vermuten, wo der vorrückende Gletscher auf Hindernisse gestoßen ist. Stapelgefüge stellt nach v. BÜLOW (1955) einen „Sonderfall“ von Stauchungsformen dar. Für ein dachziegelartiges Aufeinander, für schuppige Lagerung annähernd gleichartiger Sedimentschichten verschiedener Fazies, z. B. einen mehrfachen Wechsel von Sand und Geschiebemergel, verwendet er den Terminus „Stapelmoräne i. e. S.“, um Verwechslungen mit dem vielfach weitläufig verwendeten Begriff der Stapelmoräne zu vermeiden. v. BÜLOW wies nach, daß Schuppengefüge jungglazialer Sedimente entweder auf hochliegenden Unterbau und aktives Eis oder bis ins Jungpleistozän andauernde tektonische Tätigkeit hinweist.

II. Das Arbeitsgebiet

Die Untersuchungen wurden in dem Untiefengebiet zwischen der Halbinsel Thiessow und der Insel Ruden durchgeführt.

Die Schwelle, die sich bis zur Greifswalder Oie erstreckt, trennt den Greifswalder Bodden von der Ostsee. F. W. DWARS (1960) prägte für dieses Gebiet den Begriff „Boddenrandschwelle“. Eine bis zu 5,7 m tiefe Rinne — das Landtief — durchschneidet die Boddenrandschwelle. Diese Durchfahrt wurde 1961/62 aus- und nachgebaggert.

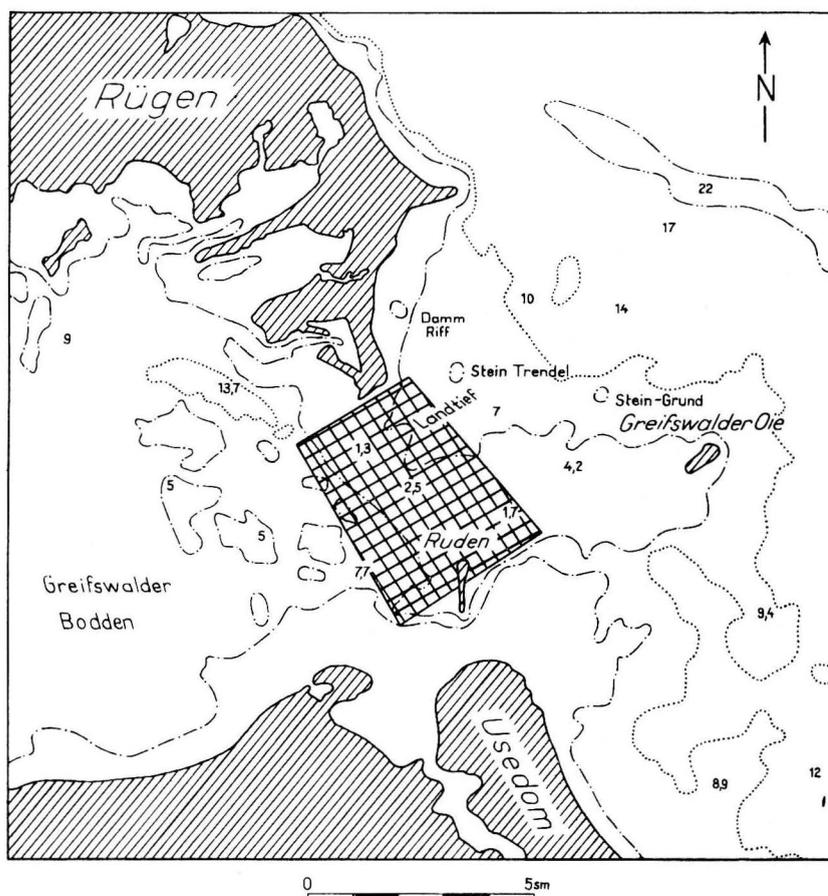


Abb. 1. Übersichtskarte (Untersuchungsgebiet kartiert)

Wird im folgenden der Ausdruck „Boddenrandschwelle“ gebraucht, so ist damit der vom Arbeitsgebiet erfaßte Teil der Untiefe gemeint.

Das Schwellengebiet fällt zum Greifswalder Bodden steil, zur Ostsee flach ab; hier durchragen nur einzelne Untiefen, wie der Stein-Trendel und der Stein-Grund den sonst nahezu ebenen Meeresboden, während an der Boddenseite mehrere und größere Aufragungen zu finden sind.

Die submarine Schwelle spricht F. W. DWARS (1960) als „Eisrandlage zwischen Granitz und Greifswalder Oie“ an. Bei Sondierungsarbeiten zu einem Gutachten für die Baggerarbeiten im Landtief ermittelte TIMM (1960) nach Aussagen der Taucher hier schuppige Lagerung.

Bisher ist in der Literatur über dieses Gebiet nichts von Stauch- und Stapelgefüge bekannt, wie ja überhaupt selten submarine Lagerungsverhältnisse Gegenstand der Untersuchung waren.

III. Die geologische Situation

Das Arbeitsgebiet liegt im Bereich der Eisrandlagen (im Sinne P. WOLDSTEDTS 1954) des jüngsten unser Festland erreichenden Gletschervorstoßes, der nordrügenschon Staffell H. (K. RICHTER 1937), die von Moen zum Dornbusch auf Hiddensee, über Arkona und Jasmund nach SE-Rügen verläuft, von hier aus das Untersuchungsgebiet durchzieht und sich zur Greifswalder Oie erstreckt und nach K. RICHTER (1937) ihre Fortsetzung bei Rügenwalde findet. Rückschlüsse auf die geologischen Verhältnisse der Boddenrandschwelle lassen sich durch die Bearbeitung der Nachbargebiete — also SE-Rügen, der Greifswalder Oie und auch Usedom — gewinnen. v. BÜLOW (1928) erklärt die Entstehung der Pleistozänkerne SE-Rügens durch das Oszillieren des Inlandeises und spricht diese Landschaft als Endmoräne „... einer Randlage, deren sonstige Spuren ... im Meer untertauchen“ an (v. BÜLOW 1952); während nach A. LUDWIG (1955) die Höhenrücken in Spalten (Toteis) eingepreßtes Pleistozänmaterial darstellen, deutet F. W. DWARS (1960) die Formen als zwischen Gletscherzungen oder am Gletscherrand („... zum Teil als Stauch-, End- und Mittelmoräne ...“) entstanden und faßt das Gebiet SE-Rügen—Boddenrandschwelle—Greifswalder Oie als Bildung eines letztglazialen Vorstoßes auf, der „... das Relief Ostrügens und Usedom schuf“. Ähnlich äußert sich auch H. KLEWE (1960), der die Steingründe zwischen dem Streckelberg auf Usedom und Greifswalder Oie und „... von dieser Hauptgabel in einem weiteren Lobus, dem Mönchgut-Gletscherlobus, nach Mönchgut und Ostrügen“ als Stauchendmoränenzone des „Oderinsel-Gletscherlobus“ deutet.

B. Arbeitsmethoden

Bei einer Suche nach submarinen Schuppengefügen und bei dessen Untersuchung müssen andere Methoden als auf dem Festland zur Anwendung kommen, wenn auch die Zielsetzung die gleiche ist.

Die Erkundung nach auf Schuppenbau deutende Seegrundformen wurde durchgeführt mit Hilfe:

1. Eines Echographen; das ist ein nach dem Prinzip des Echolots arbeitendes Gerät, dessen Ultraschallimpulse nach der Rückkehr vom Meeresgrund durch einen Empfänger aufgenommen und auf einem Schreibband fortlaufend registriert werden.
2. Eines Unterwasserschlittens, der durch eine Barkasse geschleppt wurde und mit zwei Tauchern mit leichtem Gerät besetzt war.
3. Von Sondierungen, Einspülung von mit Spülkopf versehenen 4 oder 6 m langen Rohren durch Wasserdruck (KOLP 1957).
4. Von Tauchereinsätzen.

I. Echogrammaufnahmen

Die Echogramme wurden mit einem Gerät der Atlas-Werke Bremen gefahren. Ließen die Tiefenkurven auf Vorhandensein von Schuppenbau schließen, so wurde an der flachsten Stelle, d. h. an der höchsten Erhebung des Seegrundes, eine Boje geworfen, die dann aus verschiedenen Richtungen angelaufen wurde, um Fallen und Streichen der Geländeform zu ermitteln (Tafel I, Abb. 2).

Die auf diese Weise gewonnenen Echogramme zeigen nur das Profil des Meeresbodens, lassen Streichen und Fallen einzelner morphologischer Einheiten grob erkennen und auf Stapel- oder Stauchgefüge schließen; eine Bestätigung bringt jedoch erst die Untersuchung durch Taucher.

Die Fundpunkte werden dann an Hand von Landmarken eingemessen und in eine Karte eingetragen.

II. Einsatz des Unterwasserschlittens

Der Echograph gibt jedoch nicht immer ein eindeutiges Bild des durchfahrenen Schnittes wieder. An Stellen mit Pflanzenbewuchs oder in Steingebieten wird der Schall gelegentlich von den jeweiligen Hindernissen reflektiert oder gestreut. Hier müssen die Erkundungen mit dem Taucherschlitten durchgeführt werden.

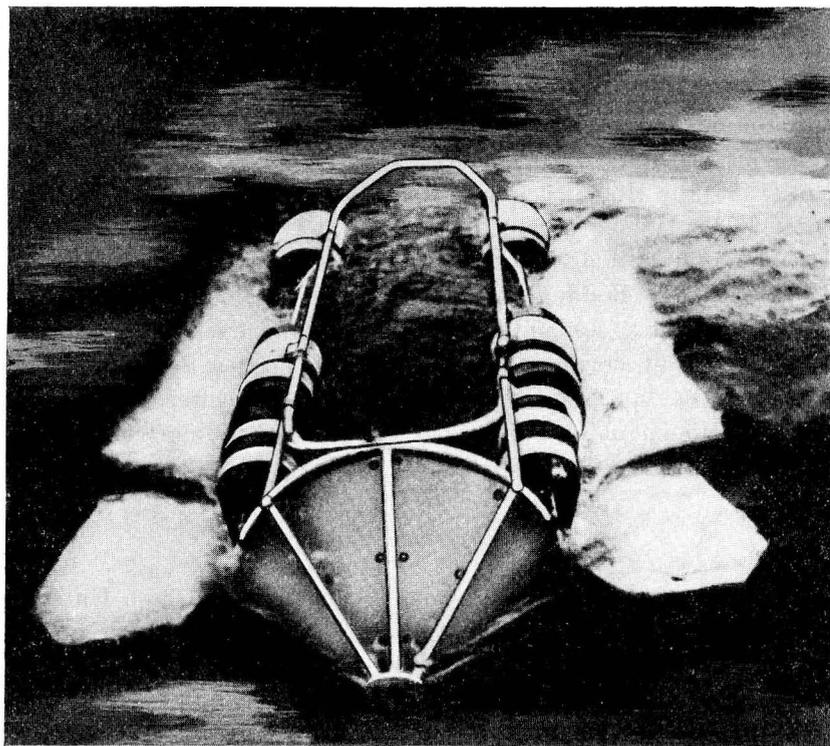


Abb. 3. Unterwasserschlitten

Die Fahrten mit dem Unterwasserschlitten entsprechen den Geländebegehungen und -beobachtungen auf dem Festland, sind aber viel zeitraubender als Echogrammaufnahmen. Der Schlitten wird von einem Kutter geschleppt und besitzt ein Höhenruder, das Hindernissen (Geschiebe, Pfähle, Bodenschwellen usw.) auszuweichen gestattet. Es werden kleine Bojen (Fischerkugeln) und Schreibmaterial (weiße Kunststoffplatte und Bleistift) mitgeführt.

Der Unterwasserschlitten ist mit 2 Tauchern besetzt, von denen der eine das Fahrzeug steuert, während der andere beobachtet, an interessanten Stellen Bojen aufsteigen läßt und Aufzeichnungen macht. Die durch Bojen markierten Punkte werden dann eingemessen und eingetragen.

Bei der Suche nach bestimmten Objekten (z. B. Torfstufen, alten Kliffs, Steingründen usw.) — in unserem Falle Schuppungserscheinungen — müssen gute Sichtverhältnisse herrschen.

III. Sondierungen

Sondierungen (Einspülen von Gasrohren mit Spülkopf durch Wasserdruck von 2—6 atü) können dann erst durchgeführt werden, wenn die Stellen, an denen Stauch- und Stapelgefüge vermutet wird, durch die o. g. Methoden gefunden und markiert sind. Die Sondierungen entsprechen den Arbeiten mit dem Erdbohrer im Flachland. Obwohl kein durchlaufendes Profil gewonnen werden kann, ist es aber immerhin möglich, die Mächtigkeit einzelner Schichten zu ermitteln, das herausgespülte Material und die kleine Probenmenge am Spülkopf zu begutachten, so daß mit Hilfe dieser Methode ebenfalls Wechsellagerung von Sedimenten verschiedener Fazies ermittelt werden kann.

IV. Tauchereinsätze

Bei der näheren Untersuchung der Stauch- und Schuppengebilde werden Unterwasserkompaß (Geologen-Kompaß in Plexiglasgehäuse), Meßlatte (Stab mit Dezimeterteilung) und Meßband (alle 2 m markiertes UKW-Kabel) verwendet. Spaten, Bürste und Hammer leisten unter Wasser weniger gute Dienste, dagegen sind Strahl- und Spülrohr, angeschlossen an eine Feuerlöschpumpe, unersetzliche Hilfsmittel.

Das Spülrohr hat vorn eine große, hinten 4 kleine Düsen. Das durch den vorderen Strahl gelöste Sediment wird von dem rückwärtig ausströmenden Wasser emporgehoben; das Gerät eignet sich zur Herstellung kleinerer submariner Aufschlüsse.

Mit dem Strahlrohr können einerseits ein starker Spüleffekt, andererseits eine ganz schwache Strömung erzeugt werden, die die Arbeit mit dem Pinsel für die Freilegung von Geschieben bei Einmessungen bei weitem übertrifft.

Fotografische Aufnahmen unter Wasser konnten wegen des durch Seegang, Strömung und Baggerarbeiten im Landtief verunreinigten Wassers und daraus resultierenden schlechten Licht- und Sichtverhältnissen während der Arbeiten im Gebiet der Boddenrandschwelle nicht gemacht werden.

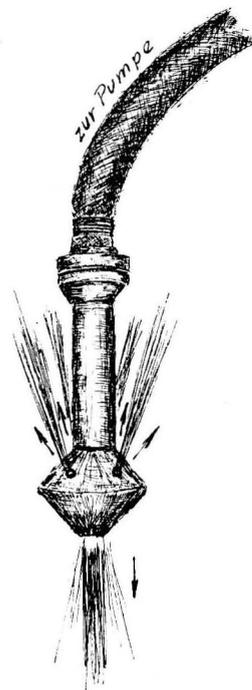


Abb. 4. Spülrohr

C. Untersuchungsergebnisse

I. Die Echogramme

Die Arbeiten begannen mit den Echogrammaufnahmen. Zahlreiche Schnitte wurden zuerst rechtwinklig zum Streichen der submarinen Schwelle gelegt, danach aber hauptsächlich im Bereich nördlich der Insel Rügen parallel dazu gefahren und Markierungsbojen geworfen. Wenn schon die Seekarte durch die 2-m-, 4-m- und 6-m-Tiefenlinie in den nördlichen Randgebieten verhältnismäßig starke Reliefunterschiede vermuten läßt, so zeigten die Echogramme, daß das Untersuchungsgebiet eine weit größere Reliefenergie besitzt, als aus der Karte ersichtlich ist,

Die einzelnen Echogramme wiedergeben zu wollen, würde hier zu weit führen. Es genügt nach Auswertung, die Punkte, an denen Schuppengefüge vermutet werden konnte, auf einer Karte darzustellen.

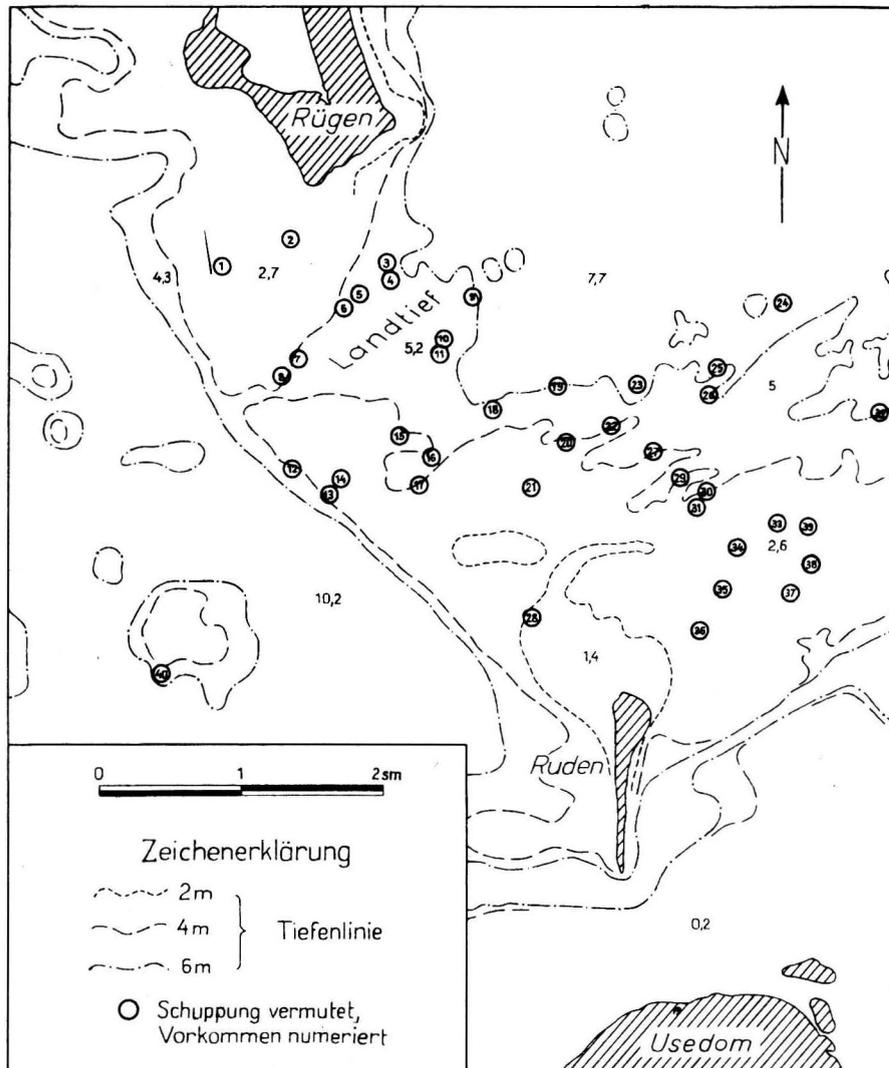


Abb. 5. Übersichtskarte der vermuteten Schuppenvorkommen

Wie Abb. 5 zeigt, häufen sich die vermuteten Vorkommen an der NW-Seite des Landtiefs und am flachen Nordabfall der Boddenrandschwelle. Nordöstlich der Insel Ruden treten diese morphologischen Formen häufiger, am SW-Rand der Boddenrandschwelle und nahe der rügenschen SE-Küste vereinzelt auf. Die Entscheidung, ob diese schwellenartigen Erhebungen Stauch- oder Schuppenbau oder aber nur riffartige Sandanhäufungen darstellen, konnte nur unter Wasser durch eine Untersuchung der jeweiligen Formen getroffen werden. Unter Einsatz von Strahlrohr, Spülrohr und Sondierungsstange sind die vorgefundenen Erhebungen in folgende Gruppen einzuteilen:

1. Aufragungen aus Geschiebemergel, blank anstehend oder durch Geschiebe mehr oder minder bedeckt.
2. Aufragungen aus Geschiebemergel unter einer Sanddecke.
3. Riffähnliche Bildungen aus Sand (fein — grob) bestehend.

Mit wenigen Ausnahmen stellen diese Aufragungen keine Einzelformen dar, sondern werden in mehrfacher Folge, das heißt mehrere Einzelvorkommen hintereinander, angetroffen. Die Untersuchung befaßte sich jeweils nur mit einem kleineren Gebiet mit zwei bis drei Geschiebemergelauftragungen, während die benachbarten Formen nur an einzelnen Punkten bearbeitet werden konnten.

Um die Lage bei der Besprechung einzelner Vorkommen nicht besonders beschreiben zu müssen, sind die Fundstellen numeriert worden. Die Lagerungsverhältnisse aller Geschiebemergelauftragungen zu beschreiben ist insofern nicht nötig, da sich viele Situationen ähnlich sind; in diesen Fällen wird eine typische Stauchungsform besprochen und auf gleichartige Vorkommen hingewiesen.

II. Die Lagerungsverhältnisse

a) Vorkommen bei Punkt 3 (s. Abb. 5)

Die Lagerungsverhältnisse des Vorkommens bei Punkt 3 scheinen den einfachsten im Gebiet der Boddenrandschwelle vertretenen Schuppenbau darzustellen (Tafel I, Abb. 6 und 6a).

Hier streichen mehrere Schuppen E—W, erreichen stellenweise die Oberfläche oder sind mit Sand bzw. bis zu kopfgroßen Geschieben bedeckt. Die Sandmächtigkeit über den Schuppen beträgt nur wenige Zentimeter, darunter entweder Geschiebe oder Geschiebemergel blank anstehend. Der Sand scheint dauernd in Umlagerung begriffen, denn je nach Wetterlage — also Einfluß von Strömung und Welle, die hier augenscheinlich eine ziemlich große Rolle spielen — verdickt und verdünnt sich die Sanddecke oder löst sich ganz auf, und nach einigen Tagen beginnt der Prozeß von neuem. Der Geschiebemergel ist von blaugrauer Farbe, ziemlich fest, kalkreich und häufig finden sich kleine linsenförmige Einschlüsse aus kreidigem Material. In den Rinnen zwischen den Schuppen sammelt sich das Auswaschungsprodukt des Geschiebemergels an, so daß man manchmal bis zu 50 m diese Geschiebestreifen verfolgen und damit den Verlauf der Schuppengebilde bestimmen kann.

Gelegentlich ist dieser Streifen zwar übersandet, aber darunter sind die Geschiebe wieder anzutreffen. Die größten Geschiebedurchmesser finden sich an der tiefsten Stelle der Rinne, während nach beiden Kämmen die Durchmesser abnehmen.

Der auflagernde Sand ist ein jüngstes holozänes Umlagerungsprodukt; der Sand zwischen den Geschiebemergelrippen ist insofern altersmäßig schwer einzugliedern, als keine großen Unterschiede zwischen dem holozänen Sand zu erkennen sind, zumal die einzelnen kleineren und größeren Geschiebe, die in diesem Sand zu finden sind, durchaus das Auswaschungsprodukt des Geschiebemergels sein können und bei Abrasionsvorgängen in die Rinne zwischen zwei Rippen gelangt und dort zusammen mit dem Sand zur Ablagerung gekommen sein können. In etwa 1 m Tiefe scheinen keine Steine mehr vorzukommen, der Sand wird hier feinkörniger und heller.

Unter der nördlichen Schuppe befindet sich eine Kreidescholle. Im Hangenden der Scholle sind Geschiebe eingepreßt, an der Grenze Kreidescholle — Geschiebemergel sind beide Sedimente sehr miteinander verknetet, während das Liegende frei von Verunreinigungen durch Glazialsedimente ist.

An der Kreidescholle wurde ein Aufschluß von ca. 0,5 m Tiefe und 1,5 m Breite in den Sand eingespült; die Länge der Scholle im Streichen konnte aber nicht ermittelt werden. Es zeigte sich jedoch, daß die Kreideschollenunterkante einmal dem Einwirken von Wasser ausgesetzt gewesen sein muß; wahrscheinlich hat diese Rippe bei der Abrasion keine schützenden Sandhänge besessen, so daß unter dem Einfluß des Wassers weichere Flächen abgetragen und dadurch die härteren Teile herauspräpariert wurden.

Die Mächtigkeit der nördlichen Geschiebemergelschuppen ist sehr gering (ca. 0,75 m), während die südliche in den austreichenden Teilen bis zu 1 m mächtig ist, das Einfallen ist hier stärker.

b) Vorkommen bei Punkt 5 und 6

Weiter nach Süden bei den Vorkommen 5 und 6 nimmt die Mächtigkeit der Schuppen zu; die Entfernung zweier Käme liegt hier zwischen 10—20 m, wobei die Abstände nach S größer werden. Die Schuppen ragen bis zu 1,50 m auf. Die Lagerungsverhältnisse ähneln den bei Vorkommen 3 beschriebenen. Es treten hier neben holozänen Sanden Geschiebemergel und, untergeordnet, kleinere Kreideeinlagerungen auf.

Eine Grenze zwischen holozänem und pleistozänem Sand war nicht festzulegen.

c) Vorkommen bei Punkt 7 und 8

Bei den Punkten 7 und 8 sind die einzelnen Schuppen nicht mehr so deutlich ausgebildet; ihre Längserstreckung erreicht nur wenige Meter, dann tauchen die Schuppen ab, um mehrere Meter versetzt etwas schwächer wieder auszutreten und anschließend gänzlich zu verschwinden (Tafel II, Abb. 7 und 7a).

Obwohl die Käme dieses Stapelgefüges weiter voneinander entfernt liegen, nimmt die Mächtigkeit der dazwischen lagernden Sandschicht ab; das Einfallen wird geringer. Bei der südlichen Rippe wurde oberflächennah eine 15 cm starke Sandschicht im Geschiebemergel gefunden, die jedoch nicht weiter als 40 cm tief verfolgt werden konnte. Das läßt die Vermutung aufkommen, daß an dieser Stelle durchaus zwei Geschiebemergelpakete übereinandergeschoben wurden. Der Sand ist feiner und heller als der den Schuppen auflagernde Seesand.

Die Geschiebe, schwach kantengerundet, erreichen einen Durchmesser bis zu 40 cm, in wenigen Fällen darüber hinaus. Bei diesem Schuppengefüge sind ebenfalls in der Rinne die Geschiebe angehäuft und über einige Meter als Streifen zu verfolgen. Südlich von Punkt 8 konnte kein Stapelbau nachgewiesen werden. Der Geschiebemergel scheint hier schwach gefaltet zu sein. Man findet wallartige Aufwölbungen, die meist von einer \pm mächtigen Sandschicht überdeckt sind. Die Farbe ist nicht mehr blaugrau, sondern variiert zwischen bräunlichen und grauen Farbtönen. Stellenweise wird er stark sandig; Sandlinsen und -schmitzen häufen sich. Große Blöcke bis zu 1,5 m Durchmesser durchragen den Seegrund, und bei Sondierungen, die in diesem Gebiet bis in eine Tiefe von 1,2—1,5 m in den Geschiebemergel möglich sind (wahrscheinlich wegen des zunehmenden höheren Sandgehaltes), während die Sonden in den blaugrauen Geschiebemergel nur wenige Zentimeter eindringen, konnte ein höherer Geschiebegehalt festgestellt werden. An manchen Stellen fehlt die überlagernde Sanddecke; dort ist das Sediment mit Geschieben bis zu 50 cm Durchmesser übersät, einzelne Blöcke überschreiten diese Größe. Diese Geschiebeschicht scheint ziemlich mächtig zu sein. Versuche, sie zu durchdringen, schlugen fehl, weil sie nur in den oberen Partien völlig ausgewaschen ist, während tiefer Sand, Kies, seltener kiesiger Geschiebemergel eingelagert ist.

Dieser gestauchten submarinen Oberflächenform der Boddenrandschwelle wohnt noch eine gewisse Regelmäßigkeit inne. Man kann deutlich Lage und Erstreckung der einzelnen Geschiebemergelfalten erkennen. Südlich anschließend jedoch nimmt die Oberfläche völlig andere Formen an. Kleine Aufragungen, sollartige Vertiefungen, flache Rinnen und kurze Wälle, deren Streichen meist die N—S-Richtung bevorzugt, wechseln mit einander ab. Das ganze Gebiet macht einen zerfurchten Eindruck.

Geschiebe sind fast überall und im Vergleich zu den besprochenen Gebieten häufiger anzutreffen. Während die Korngrößen des überlagernden Sandes zwischen Fein und Middle liegen, kommen im Liegenden Sande, Kiese und Blöcke ziemlich durchmischt vor; nur gelegentlich trifft man auf Geschiebemergel. Letzteres kann mit an der Tatsache liegen, daß

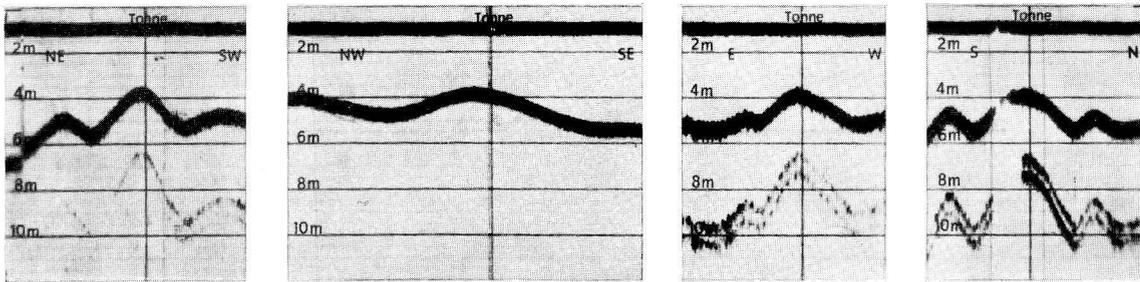


Abb. 2. Echogramm vom Anlaufen einer Tonne (To) aus 4 verschiedenen Richtungen

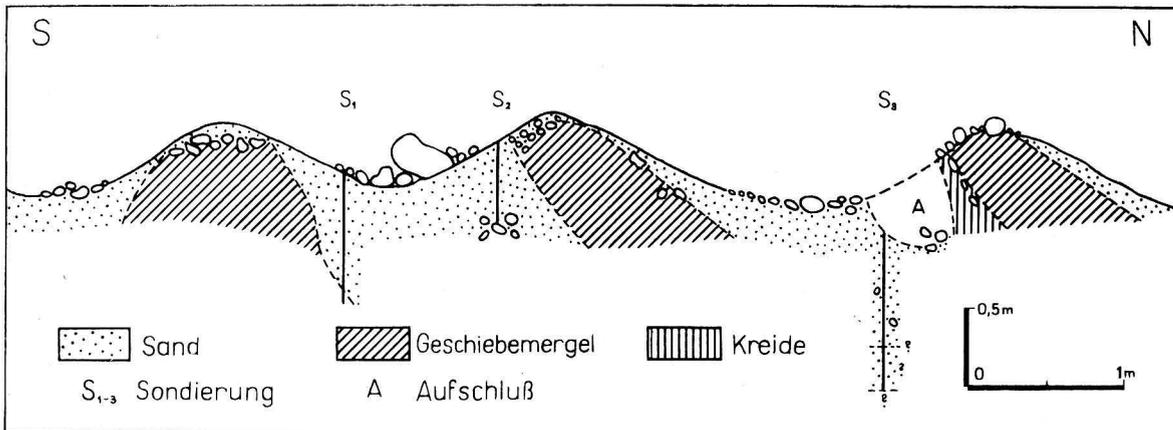
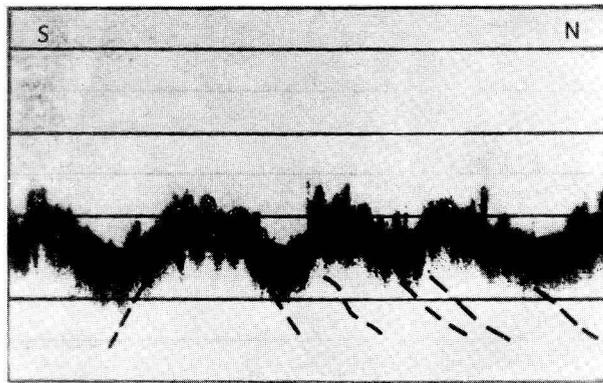


Abb. 6 und 6a. Echogramm (vergrößert) und Stapelbau (schematisiert)

TAFEL II

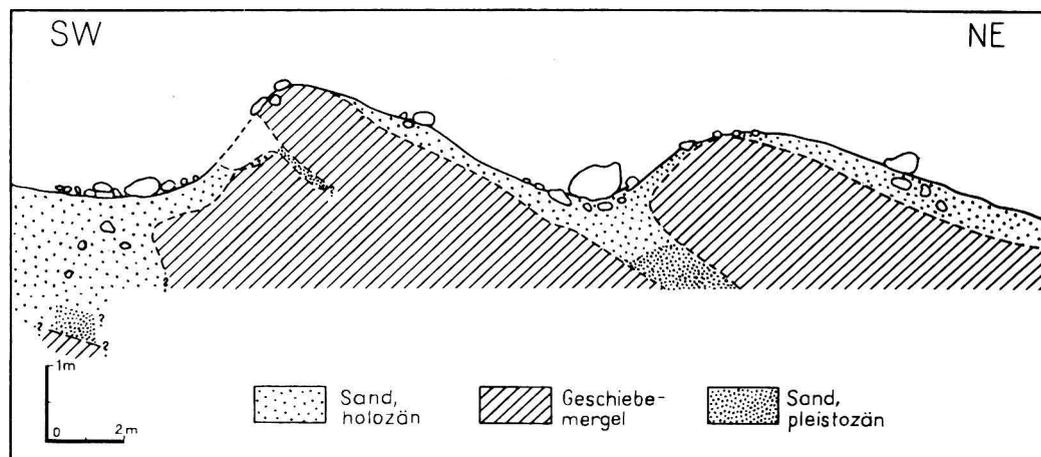
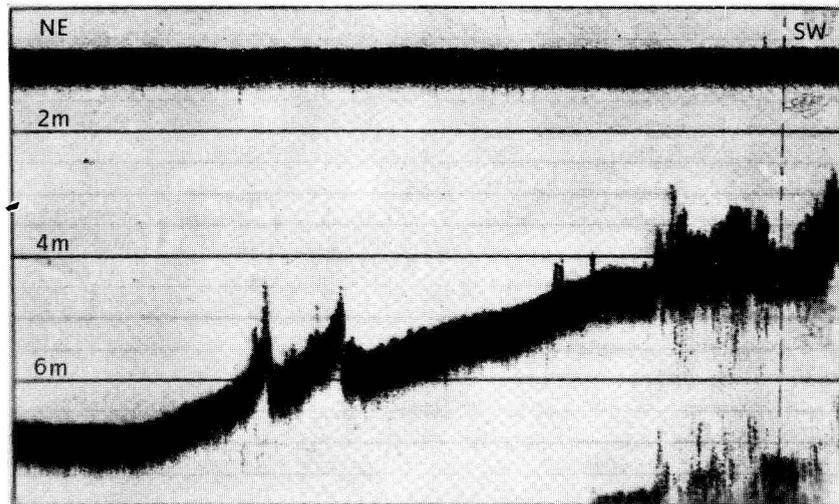


Abb. 7 und 7a. Echogramm (vergrößert) und Stapelbau (schematisiert). Das plötzliche Aufsteilen im Echogramm kommt durch die schnelle Fahrt während der Aufnahme zustande

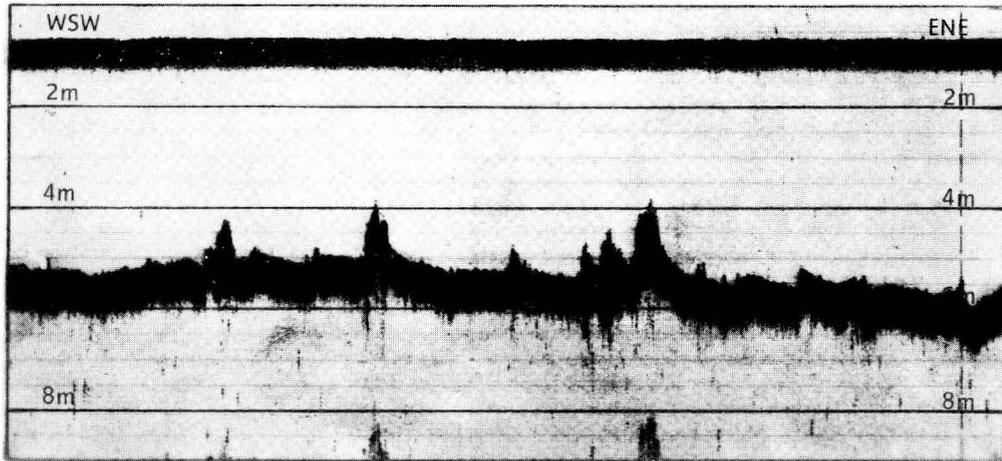


Abb. 8. Schuppen

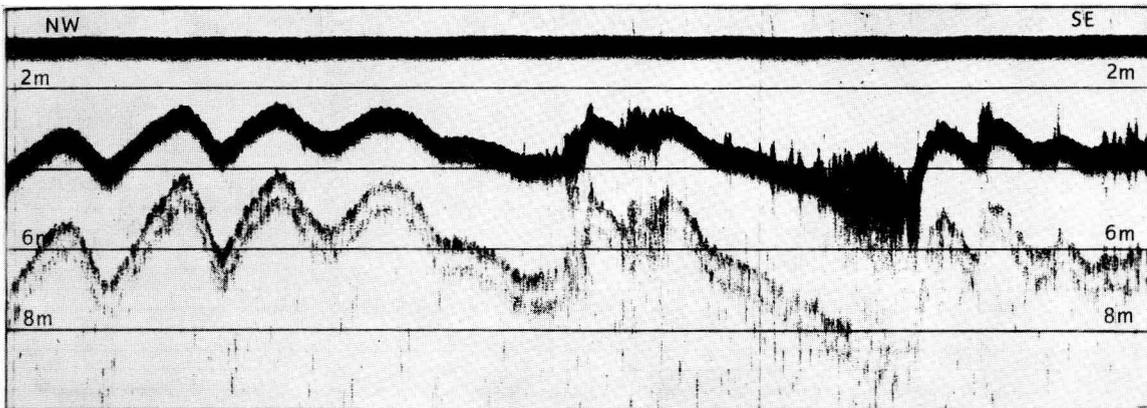


Abb. 10. Zwei gegeneinander gerichtete Schuppenzonen (Breite ca. 800 m)

TAFEL IV

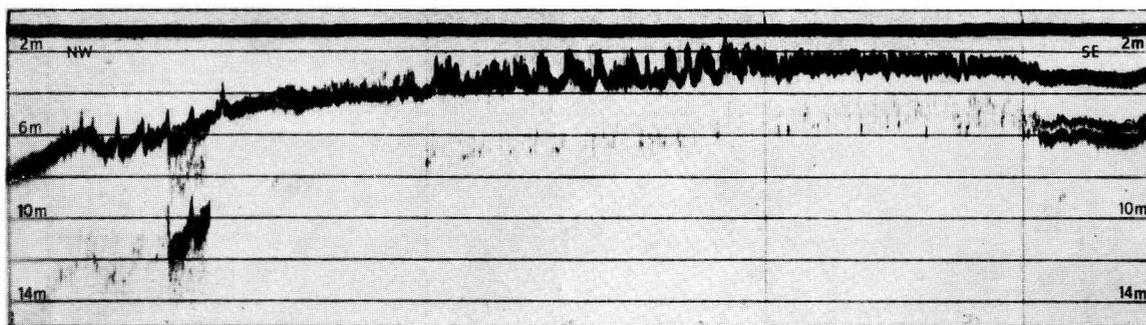


Abb. 11. Gegeneinander gerichtete Schuppenzonen (Breite ca. 1200 m)

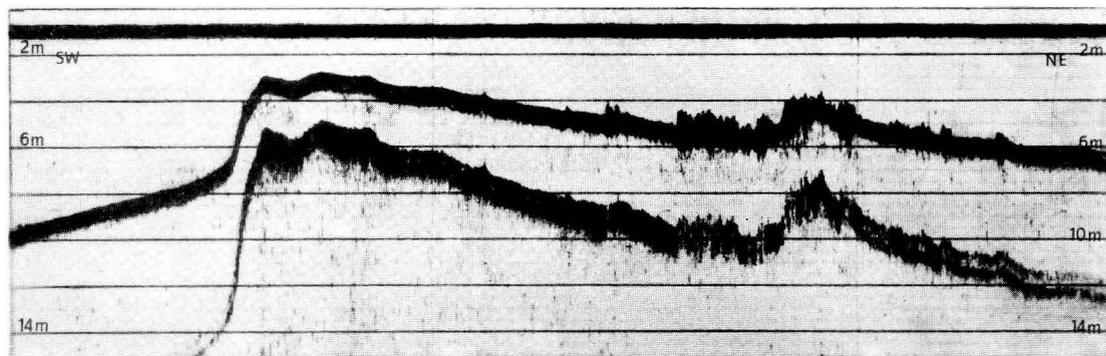


Abb. 13. Echogramm rechtwinklig über die Boddenrandschwelle
(hier nur der boddenwärtige Abschnitt wiedergegeben)

in diesem Gebiet Sondierungen schwer durchzuführen sind und deshalb so wenig Geschiebemergel angetroffen wird.

An dieses Gebiet schließt sich eine Sandzone an, die bis zum Abfall der Boddenrandschwelle in den Greifswalder Bodden reicht und nur an wenigen Stellen, so bei Punkt 12 und südöstlich von Punkt 13, von Geschieben oder Geschiebemergel durchbrochen wird, während in den anderen Gebieten an dem Hang bis zu mehreren Metern mächtige Sande lagern.

Die Beschreibung der Lagerungsverhältnisse der Schuppenvorkommen bei den Punkten 3 und 5 bis 8 sollte die Abnahme der Stauchungsintensität von N nach S, quer zur Boddenrandschwelle, zeigen. Der Übergang von steilaufrichtetem, über flacheren, zum ausklingenden Stapelbau bis zur vermutlichen Stauchfaltung wurde besprochen.

d) Vorkommen bei Punkt 11

Östlich von Landtief bei Punkt 11 treten einige schuppenähnliche Bildungen aus Geschiebemergel auf, die im Gegensatz zu den schon besprochenen Formen ein nur geringes Einfallen haben und deren Kämme bis zu 100 m voneinander entfernt liegen können. Während bei den schon beschriebenen Beispielen noch pleistozäne Sande vermutet werden konnten, sind hier nur Seesand und ausgewaschene Geschiebe über Geschiebemergel gefunden worden. Das bedeutet nicht, daß pleistozäne Sande nicht eingepreßt oder verschuppt worden sind.

Das Aufsteilen der Formen im Echogramm im Gegensatz zur wirklichen Lagerung ist durch die größere Geschwindigkeit, mit der die Echogramme gefahren wurden, zu erklären. Der Geschiebemergel ist von blaugrauer Farbe und sehr kalkreich. Im Vergleich zu den bisher erwähnten Schuppungsformen scheint hier der Geschiebeanteil größer zu sein (Tafel III, Abb. 8).

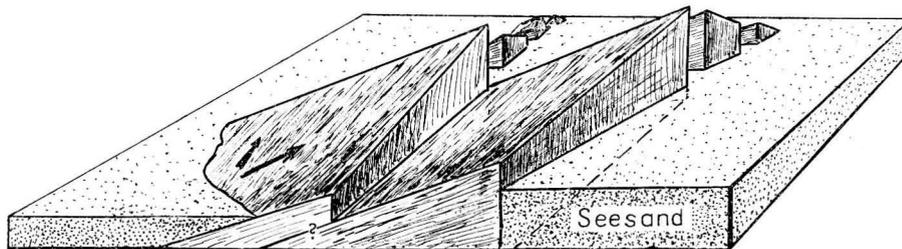


Abb. 9. Schematisches Blockbild eines Schuppenbaues mit zwei (?) Bewegungsrichtungen

Bei den in Abb. 6, 7 und 8 gezeigten Beispielen, die auf viele submarine Formen im Gebiet der Boddenrandschwelle mit nur geringfügigen Änderungen bezogen werden können, haben wir es, soweit es die in diesem Rahmen durchgeführten Untersuchungen zulassen, ein Urteil zu bilden, bei der Entstehung der schuppigen Lagerung nur mit einer Bewegungsrichtung zu tun, nämlich rechtwinklig zum Streichen des Stapelbaues. Bei dem an Punkt 31 vorgefundenen Typ scheint jedoch noch eine Komponente, die zwar untergeordnet, aber doch eine Rolle bei der Herausbildung dieser Lagerungsverhältnisse spielt, zu der schon vorhandenen Hauptrichtung hinzuzukommen. Die Abbildung gibt die Verhältnisse in schematischen und stark übertriebenen Formen wieder. Die eingezeichneten Pfeile stellen die vermutete Bewegungsrichtung dar. Zum Betrachter hin tauchen beide Schichtpakete langsam ab, während sie in die Bildebene hinein schwach aufsteilen und sich zuerst zerstückeln, dann aber völlig verlieren. Mit anderen Worten: Bei diesem Bautyp fällt die Kammlinie der Einzelschuppe nicht mit dem Streichen zusammen. Sollten diese vermuteten Bewegungsrichtungen zutreffen, so könnte hier eine randnahe Bildung eines vorrückenden Gletscherlobus angenommen werden, bei dem einmal die Vorstoßrichtung, zum anderen das seitliche Auseinanderfließen und der auflastende Druck, dem am Rande der Gegendruck fehlt, zur Bildung derartiger Verhältnisse Anlaß gegeben haben können. Außerdem können der Untergrund, den

ein vorrückender Gletscher vorfindet, oder auch randliche Schleppungen einer schnell vorstoßenden Gletscherzunge bei der Entstehung derartiger Lagerungsverhältnisse eine gewisse Rolle gespielt haben. Weitere Beispiele derartiger Bautypen wurden nicht gefunden.

e) Vorkommen bei den Punkten 27/29 und 18/20

Neben den schon erwähnten Strukturen glazigener Lagerungsstörungen mit dominierendem einseitigem Schub treten noch andere Stauchungsformen hauptsächlich im Gebiet nördlich und nordwestlich der Insel Ruden auf. Bei diesem Störungstyp sind zwei gegeneinander gerichtete Schuppenzonen charakteristisch (Tafel III, Abb 10).

Das Streichen beider Zonen ist annähernd NE, dagegen ist das Fallen gegenständig; die Schuppen im westlichen Stauchbereich fallen nach NW ein, während das Fallen der östlichen in SE-Richtung liegt. Die Lagerungsverhältnisse zeigen von NW nach SE drei übersandete Schuppen, im Anschluß daran den Sattel einer Falte, dann scheinen kaum Lagerungsstörungen vorzuliegen; es wurde unter einer \pm mächtigen Sanddecke der Geschiebemergel erreicht. Darauf folgt eine Zone intensiver Verschuppung, und zwar scheinen zwei Großschuppen (I. Ordnung?) mit nur schwachem Fallen in sich noch einmal verschuppt zu sein. Diese Schuppen II. Ordnung sind wesentlich steiler aufgerichtet; um eindeutig über die letzte Stauchungsform Aussagen machen zu können, fehlen die nötigen Aufschlüsse. Auf Grund der Oberflächengestaltung, Sondierungen und gespülter Aufschlüsse, die in diesem Fall viel zu flach und zu klein waren, ist es nicht möglich, die Entstehung und altersmäßige Gegenüberstellung dieser beiden Stauchungserscheinungen (ob überhaupt I. und II. Ordnung?) klären zu können. Würde man die Modellversuche von KÖSTER (1958) ohne weiteres in die Natur übertragen können, so wären die Großschuppen jünger als die darin befindlichen intensiveren kleinen Störungsformen. Beim Zusammenschieben bildeten sich zuerst die kleineren Lagerungsstörungen in Form von Schuppen heraus, bei weiterem Schub wurden diese Bildungen vermutlich nicht weiter intensiviert, sondern dieser ganze Abschnitt machte eine nochmalige Stauchung durch, deren Ergebnis die großen Schuppen sind. Mitgespielt haben mag durchaus der von der entgegengesetzten Richtung wirkende Druck.

Derartige Bildungen von gegeneinander gerichteten Schuppenzonen sind unter dem Begriff „Kerb-Stauchung“ in die Literatur eingegangen. Das bedeutet eine Entstehung im Zwickel zwischen zwei Gletscherloben. Hier konnten durch nahezu gegeneinander wirkende Kräfte gegeneinander gerichtete Schuppenzonen entstehen. Die Breite beläuft sich im besprochenen Fall auf ca. 800 Meter, nordöstlich davon kann man nur von einem allgemeinen Störungsgebiet sprechen, in dem Schuppen vorhanden sind, aber regellos zu lagern scheinen oder durch das nachstoßende Eis überfahren wurden. Westlich dagegen bei den Punkten 18 und 20 findet sich eine bis zu 1200 m breite Zone mit gegeneinander gerichteten Schuppen; zwischen beiden Zonen durchragen Geschiebemergel und Blockfelder gelegentlich die Sanddecke. Ob hier mit Störungen der Lagerungsverhältnisse zu rechnen ist, konnte nicht ermittelt werden (Tafel IV, Abb. 11).

f) Weitere Vorkommen

Alle weiteren Schuppenvorkommen reihen sich in die im vorangegangenen beschriebenen Typen mit mehr oder minder starker Abwandlung ein. Es ändern sich Einfallen, Mächtigkeit des verschuppten Materials, Ausbißbreite, Längserstreckung, Geschiebe- und Kalkanteil, Abstand von Schuppe zu Schuppe und die Mächtigkeit des überlagernden Seesandes. Kleinere Kreideschollen, die in den Schuppungsprozeß einbezogen sind, finden sich in den meisten Fällen nicht im Geschiebemergel, sondern sind fast nur an seinen unteren Partien mit dem Geschiebemergel schwach verknüpft anzutreffen.

In Abb. 12 sind weitere Schuppen mit Streich- und Fallrichtung eingetragen und punktiert zu vermuteten Zonen miteinander verbunden worden. Diese beigegebene Karte kann selbst-

verständlich keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben. Es zeigt sich, daß sich die Vorkommen am schwachgeneigten seewärtigen Hang der Boddenrandschwelle häufen, während zur Boddenseite hin und wieder wallartige Bildungen aus Sand angetroffen werden, wie überhaupt in Richtung der höchsten Erhebungen der Schwelle — also in Richtung Ruden und Steilabfall zum Greifswalder Bodden — die Sandmächtigkeiten im allgemeinen zu-

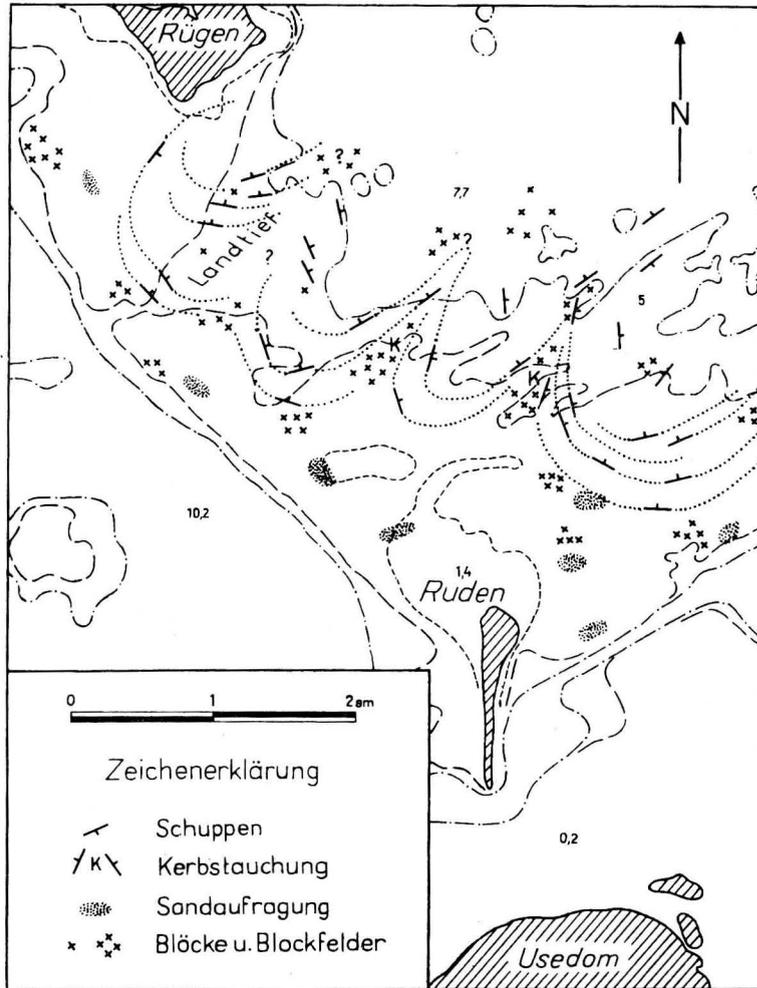


Abb. 12. Räumliche Anordnung der Schuppenvorkommen

zunehmen scheinen. Die südliche Sandzone der Boddenrandschwelle hat beim Landtief ihre schmalste Stelle. Sie verbreitert sich in Richtung der rügenschenseen Küste und in Richtung der Insel Ruden. Die Sandzone wird gelegentlich von einzelnen Geschieben oder von Blockpackungen durchragt. Nach NE dünnt diese Sandschicht aus und überdeckt Geschiebemergel und Blockfelder mit einem ± geringmächtigen Schleier oder löst sich stellenweise ganz auf. Mit dem Erreichen der 6-m-Tiefenlinie tauchen die pleistozänen Sedimente unter den Seesand ab und erreichen nur noch an wenigen Untiefen die Meeresbodenoberfläche.

D. Der präquartäre Untergrund

Da Stapelmoränen im Sinne v. BÜLows (1955) das Vorhandensein eines Hindernisses voraussetzen — Grundmoränengebiet, in dem die Tektonik für die Erklärung zur Herausbildung von Schuppengefüge herangezogen wird, liegt hier nicht vor — kann die Hochlage des prä-

quartären Unterbaus bei der Entstehung dieser schuppigen Lagerung durchaus die Rolle des „Hindernisses“ gespielt haben.

Schon M. SCHOLZ (1887) gibt für Rügen als „nächste Unterlage des Quartärs“ die Kreide an. Bohrungen der Preussag AG 1938/39 (aus F. W. DWARS 1960 und dem Bohrregister der Bezirksstelle für Geologie, Rostock) erreichten auf SE-Rügen Kreide in Lagen zwischen $-23,5$ m NN und $-67,8$ m NN, während auf Usedom ebenfalls eine Hochlage der Kreide (zwischen -20 m NN und -80 m NN nach Angaben v. LINSTOW 1916, KLEWE 1960) festgestellt wurde.

Auf der Insel Rügen ist die Kreide sogar bei -13 m NN erreicht worden. Mögen auch viele Bohrungen nur Schollen angefahren haben, so sprechen genügend andere für eine Hochlage der Kreideoberfläche. Charakteristisch scheint für das Gebiet von SE-Rügen bis Usedom eine ziemlich bewegte Kreideoberfläche zu sein. Auf engem Raum finden sich Höhenunterschiede über 20 m. Die Höhenlage des vorquartären Unterbaues ist nach S. v. BUBNOFF (1949) in Anlehnung an K. RICHTER (1933) einmal durch das Hebungsgebiet der Rügener Achse, zum anderen durch „nachträgliche Zusammenstauchung“ bedingt; das heißt, das vorrückende Eis hat den vorgefundenen Untergrund deformiert und umgekehrt, also Wechselbeziehung zwischen Untergrund und aktivem Eis. Nach v. BUBNOFF besonders dort, „— wo wir sogenannte Staumoränen haben, die schon landschaftlich deutlich in Erscheinung treten, wie z. B. in Ostrügen und der Umgebung von Stettin“.

Aus dem Gesagten geht hervor, daß der Einfluß des präquartären Untergrundes für Erklärungen zur Herausbildung von Schuppenbau im Arbeitsgebiet mit herangezogen werden kann.

E. Ergebnisse und Schlußfolgerungen

Die in dem westlichen Teil des submarinen Schwellengebietes zwischen SE-Rügen und der Greifswalder Oie bearbeiteten Schuppenvorkommen bilden kein regelloses Durcheinander, sondern lassen sich, wenn auch im Hinblick auf die Entfernung der einzelnen Fundpunkte mit gewisser Einschränkung, zu Zonen miteinander verbinden, die Rückschlüsse auf den Charakter des vordringenden Eisrandes zulassen.

Die Schuppenzonen verlaufen lobenförmig von SE-Rügen in ESE-Richtung und erhalten ihren Landanschluß vermutlich bei der Greifswalder Oie. Das Arbeitsgebiet durchziehen vier solche girlandenartige Bögen; an zwei Stellen (s. Abb. 12) konnte im Zwickel zweier Loben Kerbstauchung nachgewiesen werden. Beim westlichen Lobus — wenn im Folgenden der Begriff „Lobus“ gebraucht wird, so ist damit keinesfalls ein Gletscherlobus gemeint, sondern nur auf die räumliche Anordnung der zu Zonen verbundenen Schuppenvorkommen hingewiesen — zeigt sich eine Abnahme der Intensität des Schuppungsvorganges vom Lobeninnern durch Schuppengefüge mit starkem Einfallen über schuppige Lagerung mit schwächerem Fallwinkel zur vermutlichen Stauchfaltenstruktur nach außen.

An der Stirn des östlichen Lobus nimmt ebenfalls der Fallwinkel nach außen hin ab, jedoch scheint hier das geschuppte Material mächtiger als im Westen zu sein.

Während sich die meisten Vorkommen zu Zonen miteinander verbinden lassen, gibt es im Innern der beiden östlichen Loben Stapelgefüge, welches regellos zu sein und in keinem Zusammenhang mit den anderen Vorkommen zu stehen scheint.

Inwieweit hier Wechselbeziehungen zwischen Vorwärtsbewegung — Eisdruck — Untergrund zur Erklärung heranzuziehen sind, kann nicht ermittelt werden. Fest steht, daß diese Schuppen sich nicht dem allgemeinen Bild einordnen.

Der durch das präglaziale und glaziale Relief des Odergebietes vorgezeichnete Raum scheint Anlaß gegeben zu haben, daß wiederholt vom Ostseegletscher ein Gletscherstrom abzweigen und in südlicher Richtung vordringen konnte. Dieser Gletscherrand gliederte sich in einzelne Loben und Zungen auf, die weit in das Vorland hinein vorstießen. Der Rückzug dieser

letzten großen Vereisung vollzog sich keineswegs gleichmäßig, sondern ging etappenweise vor sich und läßt sich in mehrere Phasen aufgliedern; zwischendurch kam es zu erneuten Vorstößen. Zu einem dieser letzten Vorstöße, die Norddeutschland berührten, gehört der Gletscherlobus, der sich an der Greifswalder Oie abgabelte und in WSW-Richtung nach SE-Rügen vorstieß. Hier kam es einmal durch hochliegenden Unterbau, der seinerseits durchaus vom vorrückenden Gletscher deformiert worden sein kann — also Wechselbeziehung zwischen Eis und Untergrund —, zum anderen durch hochgradig aktives Eis, das nach v. BÜLOW (1955) „... in der Lage ist, eine ‚Rampe‘ zu schaffen, mittels derer es das Hindernis zu überklettern vermag (oder wenigstens ‚versucht‘) . . .“, zur Herausbildung von Schuppengefüge. Das seewärtige Abtauchen des Geschiebemergels bis auf -14 m NN und die Hochlage auf der Boddenrandschwelle (-2 m NN) sprechen für ein „Anrennen“ gegen oder „Aufschieben“ auf ein Hindernis, das der vorrückenden Gletscherzunge entgegengestanden hat.

Ein beliebiges Profil rechtwinklig zur Boddenrandschwelle (s. Tafel IV, Abb. 13) veranschaulicht das allmähliche Aufsteigen des zum Teil durch Seesand ausgeglichenen submarinen Geländes.

Da das Fallen der Schuppen im allgemeinen zur Gletscherzunge hin gerichtet ist und das Streichen dem Verlauf des Randes entspricht, ergibt sich für unseren Raum eine Aufteilung des Randes der vordringenden Gletscherzunge in vier Spezialloben von nur mäßiger Breite.

Für ein nicht gleichzeitiges Vorrücken der einzelnen Zungen können die Überlagerung von Schuppung verschiedener Intensität bei gegeneinander gerichteten Schuppenzonen im Zwickel zweier Gletscherloben und, allerdings mit großem Vorbehalt, die nur an zwei Schuppen gemessenen Fallrichtungen der Geschiebelängsachsen, die nicht mit der Einfallrichtung der Schuppen übereinstimmen, sprechen.

Die scheinbar regellos im Innern eines Lobus lagernden Schuppen können nach dem Aufstauchen der Außenzone dadurch entstanden sein, daß das gegen diese aufgepreßte Zone vordringende Eis andere Möglichkeiten des Ausweichens „sucht“ und daß innerhalb einer sich randlich stauenden Gletscherzunge Abweichungen von der Vorstoßrichtung zu Stapelbau mit aus dem üblichen Rahmen fallender Streichrichtung geführt haben.

Das morphologisch in Erscheinung tretende Moränengebiet mit Schuppengefüge geriet mit dem Anstieg des Wasserspiegels der Ostsee bis zur 4-m-Tiefenlinie und darüber in den Abrasionsbereich.

Während die Boddenrandschwelle zur Ostsee ganz allmählich bis zur 10-m-Tiefenlinie abfällt, ohne Sprünge oder submarine Kliffs aufzuweisen, zeigen sich am boddenwärtigen Hang der Schwelle bei $-8,5$ m NN und $-5,5$ m NN Abrasionsplatten, die auf einen Stillstand des Wasserspiegels in diesem Niveau hindeuten. Nach der Überflutung der Boddenrandschwelle fielen wegen der Materialunterschiede die lockeren pleistozänen Sedimente (Sand und sand- sowie kiesreiche Partien des Geschiebemergels) schneller der Abrasion zum Opfer als der feste Geschiebemergel; so wurden einzelne schräg aufgerichtete Rippen herauspräpariert. Kreideschollen sind weit widerstandsfähiger. Das zeigen die kleineren Vorkommen im Arbeitsgebiet und eine Scholle auf dem Dammriff, wo der auflagernde Geschiebemergel völlig und der die Scholle umgebende um einige Dezimeter abradiert wurde, bis eine genügend starke Geröllschicht diesen Prozeß abbremste. Die Senken zwischen den Rippen füllten sich mehr oder weniger mit küstennah transportiertem Seesand. Dieser Sand verschleiert zum Teil die glazigenen, durch Abrasion beeinflussten Formen der Boddenrandschwelle, ein Vorgang, der auch heute noch nicht abgeschlossen ist.

F. Schlußbemerkung

Zur Erkundung von Stapelbau im westlichen Teil des submarinen Schwellengebietes zwischen SE-Rügen und der Greifswalder Oie wurden Echogrammaufnahmen, Fahrten mit

dem Unterwasserschlitten, Sondierungen und Taucheinsätze durchgeführt. Einzelne Geräte werden beschrieben.

Die Lagerungsverhältnisse einiger Schuppenvorkommen sind näher untersucht, andere Vorkommen auf einer Karte dargestellt. Die einzelnen Schuppen lassen sich zu Zonen, die das Arbeitsgebiet lobenartig durchziehen, miteinander verbinden. Eine Zunahme der Stauungsintensität von außen zum Lobeninnern ist zu erkennen. Die Anordnung der Schuppen deutet auf einen zerlappten Rand einer gegen ein Hindernis im Raume der heutigen Boddenrandschwelle vorstoßenden Gletscherzunge.

Literatur

- [1] BUBNOFF, S. v., Überblick über die Geologie Ostmecklenburgs (Vorpommern) und seiner Grenzgebiete. *Geologica* 3 (1949).
 - [2] BÜLOW, K. v., Rügens erdgeschichtlicher Werdegang. Natur- und Kulturdenkmäler der Insel Rügen, IX, Bergen, 1928.
 - [3] BÜLOW, K. v., Abriß der Geologie von Mecklenburg. Berlin 1952.
 - [4] BÜLOW, K. v., Stapelmoränen und Untergrund im norddeutschen Jungdiluvium. Sonderdruck aus: *Geologie* 4 (1955) Nr. 1.
 - [5] DWARS, F. W., Beiträge zur Glazial- und Postglazialgeschichte Südostrügens. Im Selbstverlag des Geographischen Instituts der Universität Kiel, Kiel 1960.
 - [6] KLIEWE, H., Die Insel Usedom. Berlin 1960.
 - [7] KOLP, O., Neue Geräte des Seehydrographischen Dienstes für die Untersuchung der Sandverfrachtung der ufernahen Zone. *Ann. für Hydrographie* H. 9 (1957).
 - [8] KÖSTER, R., Experimente zur glazialen Schuppung II. Sonderdruck aus *Neues Jb. Geol. Paläontol., Mh.*, Stuttgart 1958.
 - [9] LINSTOW, O. v., Kreide, Tertiär und Interglazial auf den Inseln Usedom und Greifswalder Oie. Sonderdruck aus dem *Jb. d. Königl. Preuss. Geol. Landesanstalt* Bd. XXXVI, Teil II, H. 3, Berlin 1916.
 - [10] LUDWIG, A., Eistektonik und echte Tektonik in E-Rügen (Jasmund). *Wissenschaftl. Ztschr. d. E.-Moritz-Arndt-Univ. Greifswald, Math.-nat. Reihe, IV* (1954/55) Nr. 3/4.
 - [11] RICHTER, K., Gefüge und Zusammensetzung des Norddeutschen Jungmoränengebietes. *Abh. aus dem Geol.-paläontol. Inst. d. Universität Greifswald*, H. 11 (1933).
 - [12] RICHTER, K., Die Eiszeit in Norddeutschland. *Deutscher Boden IV* (1937).
 - [13] SCHOLZ, M., Über geologische Aufnahmen auf den Sectionen Brandenburg a./H. und Pläne über geologische Untersuchungen im östlichen Rügen. Separatabdruck aus dem *Jb. d. Königl. Preuss. Geol. Landesanstalt* — Berlin 1887.
 - [14] TIMM, W., Gutachten über die vorgesehene Baggertrasse Landtief. Unveröffentlicht; *Archiv des Instituts für Meereskunde, Warnemünde*, 1960.
 - [15] WOLDSTEDT, P., *Das Eiszeitalter*. Stuttgart 1954.
- Die Kartenausschnitte sind der Seekarte 3019 des Seehydrographischen Dienstes entnommen.

Beschreibung und Ergebnisse der Erprobung eines im Auftrage des Instituts für Meereskunde Warnemünde gebauten Vibrationsstechrohrs 4700/1

VON WOLFGANG SCHMIDT UND OTTO KOLP

Zusammenfassung: Einzelteile und Funktion eines in Warnemünde gebauten Vibrationsstechrohrs werden ausführlich beschrieben. Das Gerät bewährte sich als unentbehrliches Hilfsmittel zur Entnahme ungestörter Stechrohrproben aus Wassertiefen bis 90 m, deren Schichtfolge Sedimente recht unterschiedlicher Härte aufwies. Das nach dem Vorbild sowjetischer und polnischer Vibrationsstechrohre konstruierte Gerät weist verschiedene Neuerungen auf, die den Einsatz des Stechrohrs von Bord kleiner Schiffe mit geringer Arbeitsfläche und schwächerem Ladegeschirr ermöglichen.

Vibrationsstechrohre wurden erstmalig in der UdSSR gebaut, mit Erfolg verwendet und beschrieben.

Mit der Funktion und dem routinemäßigen Einsatz eines Vibrationsstechrohrs wurden die Mitarbeiter des Instituts für Meereskunde Warnemünde durch die polnischen Kollegen, Ing. K. ROZDZYNSKI und Dipl.-Geograph K. WYPYCH, vertraut gemacht. Bei Gelegenheit eines 3wöchigen Einsatzes an Bord des Forschungsschiffes „Johann L. Krüger“ der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin wurden Erfahrungen und Anregungen der polnischen Kollegen freundlich mitgeteilt. Das vom Staatlichen Hydrologisch-Meteorologischen Institut Gdynia entlehene Vibrationsstechrohr war von dem polnischen Konstrukteur mit einem Neigungsmesser und einem Gerät zur Anzeige der Eindringtiefe in den Meeresgrund versehen worden. Beide Zusatzeinrichtungen arbeiteten einwandfrei.

Beschreibung des in Warnemünde gebauten Vibrationsstechrohrs

Es handelt sich um ein Kolbenlot, das mit einem Gestell und einem Fuß auf den Meeresgrund aufsetzt und durch einen Vibrator in den Meeresgrund gerüttelt wird (Abb. 1).

Das Stechrohr ist durch ein Kreuzstück am Vibratorschlitten befestigt. Der Vibratorschlitten gleitet mit dem Vibrator beim Eindringen des Stechrohrs in den Meeresgrund an den beiden Führungsrohren abwärts (Abb. 3). Das Stechrohr wird dabei im Gestellfuß geführt (Abb. 5). Bevor das mit Sediment gefüllte Vibrationsstechrohr nach dem Hieven an Deck gesetzt wird, wird ein Sperrhebel hochgeklinkt (Abb. 5), das Stechrohr aus der Führung genommen und nach Herunterlassen des Vibrators in leicht nach vorn abwärts geneigter Lage aufgebockt. In dieser Stellung wird die Sedimentprobe mit Hilfe einer hydraulischen Pumpe entweder von der Mündung oder von dem Mundstück des Rohres her herausgedrückt.

Das Stechrohr besteht aus nichtrostendem V2A-Stahl. Es besitzt einen Durchmesser von 60 mm, eine lichte Weite von 53 mm und eine Länge von 4,20 m. An der Rohrmündung wird eine Stahlschneide aufgeschraubt, hinter der ein Apfelsinenverschluß aus Messingblech die Probe im Rohr festhält. Das Einsaugen der Probe erfolgt durch einen Kolben, der von einem Halteseil in Höhe des Gestellfußes festgehalten wird, während das Stechrohr, durch den Gestellfuß geführt, in den Meeresgrund eindringt (Abb. 4).

Wenn der Vibratorschlitten auf den Gestellfuß aufsetzt, befindet sich der Kolben am oberen Ende des Rohres. Durch Zug am Halteseil wird eine Klemmeinrichtung am Vibratorschlitten

betätigt (Abb. 8), die das Kolbenseil festklemmt und dadurch beim Herausziehen des Rohres aus dem Meeresgrund den Kolben festhält, so daß ein Unterdruck zwischen Kolben und Stechrohrprobe dem Sog zwischen Probe und Meeresgrund entgegenwirkt.

Die beim Hieven des Geräts frei werdende Länge des Kolbenseils (1mal Rohrlänge) wird über Rollenführungen (Abb. 2, 4) durch ein Gewicht mit Rolle in eines der beiden Führungsrohre des Gestells gezogen.

Der Kolben besteht aus dem Schaft mit einem Stempel und einem Teller. Hinter dem Teller folgen abwechselnd 3 Manschetten und 3 kegelförmige Distanzstücke (Abb. 6). Der Schaft weist mehrere Durchbrüche zum Abfließen des zwischen der Sedimentprobe und dem Kolben befindlichen Wassers auf. Beim Ausdrücken der Probe mit Hilfe des Kolbens werden die Durchbrüche durch ein Ventil mit Feder geschlossen. Der Stempel vor dem druckdichten Teil des Kolbens verhindert die Berührung grobkörnigen Sediments mit den Manschetten.

Das Gestell mit Fuß dient der Führung des Rohres senkrecht zur Aufsatzfläche. Der Gestellfuß wurde zur Erleichterung des Transports und Platzersparnis an Deck zusammenklappbar gestaltet (Abb. 7). Die an die Streben gehefteten Führungsbleche sollen einer Drehbewegung beim Wegfieren und dem dadurch bedingten Vertörnen von Halteseil und Stromkabel entgegenwirken. Der Fuß wurde möglichst flach gehalten, damit nur ein kurzes Stück der Stechrohrlänge für die Probenentnahme verloren geht. Die Führung des Stechrohrs im Durchbruch des Gestellfußes erfolgt durch einen Preßstoffklotz, der eine Beschädigung des Rohres verhindert (Abb. 5). Am Fuß befindet sich ferner eine Handwinde mit Sperre zum Auftrommeln und Festsetzen des Kolbenseils.

Die Aufsatzfläche des Gestellfußes kann bei weichem Sediment vergrößert werden.

Vor dem Wegfieren sitzt der Kolben unten im Stechrohr hinter dem Apfelsinenverschluß (Abb. 4). Dann wird mit der Handwinde das Gewicht in dem einen Führungsrohr durch Auftrommeln des Kolbenseils nach oben geholt. Es ist notwendig, daß der Kolben dabei seine Lage hinter dem Apfelsinenverschluß beibehält. Das Gewicht im Führungsrohr ist deshalb so bemessen, daß es die Reibung des Kolbens an der Stechrohrwand nicht überwindet. Nach dem Hieven ist vor dem Ausschwenken des Stechrohrs zum Herauspressen der Probe die Klemmeinrichtung am Vibratorschlitten zu lösen.

Die Führungsrohre des Gestells sind in den Fuß eingesteckt und durch Schrauben festgezogen (Abb. 5).

Auf die beiden Führungsrohre des Gestells wird ein Kopf aufgesetzt (Abb. 2), der aus zwei Rohrstücken besteht, die durch einen Ring verbunden sind. Der Ring dient der Führung des Halteseils und verhindert, daß sich das lose Halteseil um den Vibrator schlingt. Mit Hilfe der beiden Rollen am kürzeren Rohrende erfolgt die Umlenkung des Kolbenseils. Die Halterung des Tragseils am längeren Rohrende läßt die Führung des Seils über eine am Vibrator befestigte Rolle zu. Dadurch wird bei kleinen Schiffen mit schwachem Ladegeschirr beim Ziehen des Stechrohrs aus dem Meeresgrund die halbe Zugkraft auf das Gestell des Stechrohrs übertragen.

Der Vibrator enthält einen Drehstrom-Asynchron-Motor (2,5 kW, 1430 min⁻¹) mit 2 Wellenstümpfen (Abb. 8). Das Gehäuse des E-Motors wurde nachgearbeitet und mit Stator und Rotor in das in das Vibratorgehäuse eingesetzt. Beiderseits des Motors werden je 2 Fliehkewichte über ein Wechselgetriebe in gegenläufige Umdrehung versetzt. Getriebe und E-Motor sind öldicht voneinander getrennt. Die Einstellung der Fliehkewichte erfolgt derart, daß sich dieselben in der Vertikalen oben und unten begegnen, so daß sich die Fliehkewichte verdoppeln, während sich dieselben bei seitlicher Stellung der Gewichte in der Horizontalen aufheben. Die Fliehkewichtskraft des einzelnen Gewichts beträgt 175 kp. Es wird somit bei einer Umdrehung von den 4 Gewichten ein Schlag und Zug von 700 kp ausgeübt.

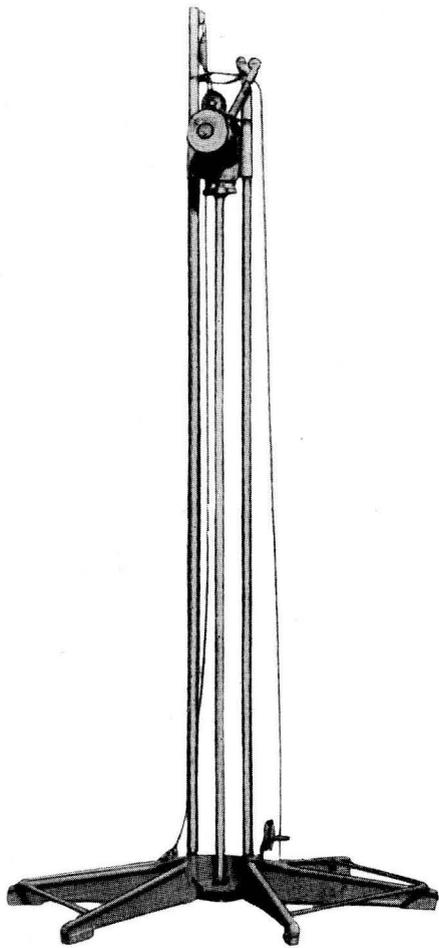


Abb. 1.
Vibrationsstechrohr 4700, Gesamtansicht

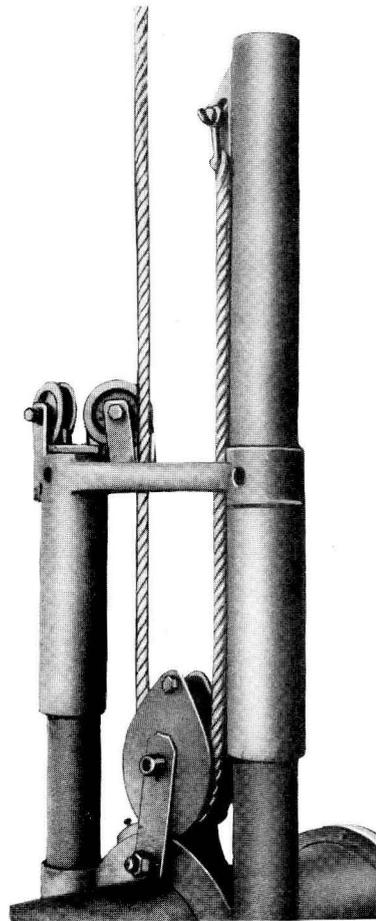


Abb. 2. Kopf des Gestells mit Halterung des Tragseils und Umlenkrollen für das Kolbenseil sowie Vibratorgehäuse mit aufgeschweißtem Mittelring und Rolle für das Tragseil

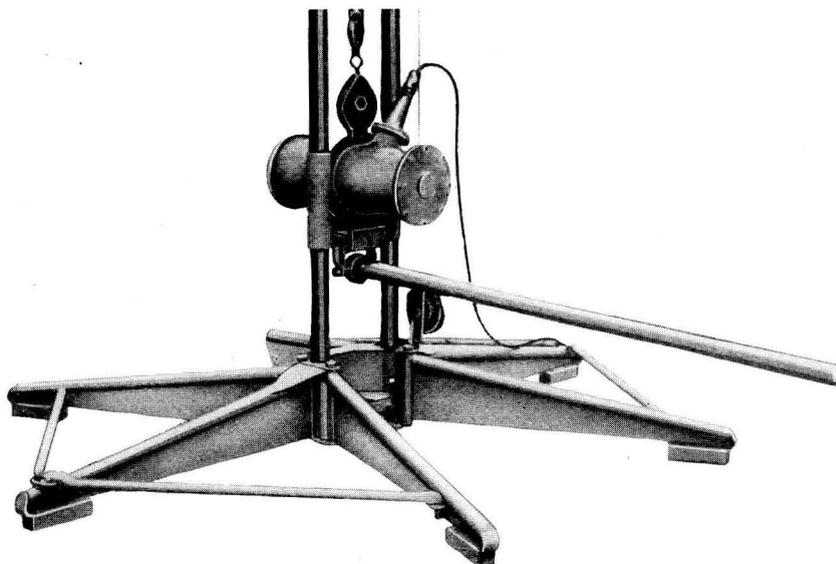


Abb. 3. Vibrator, Gestellfuß und Stechrohr in Stellung zum Herausdrücken der Probe aus dem Rohr

TAFEL II

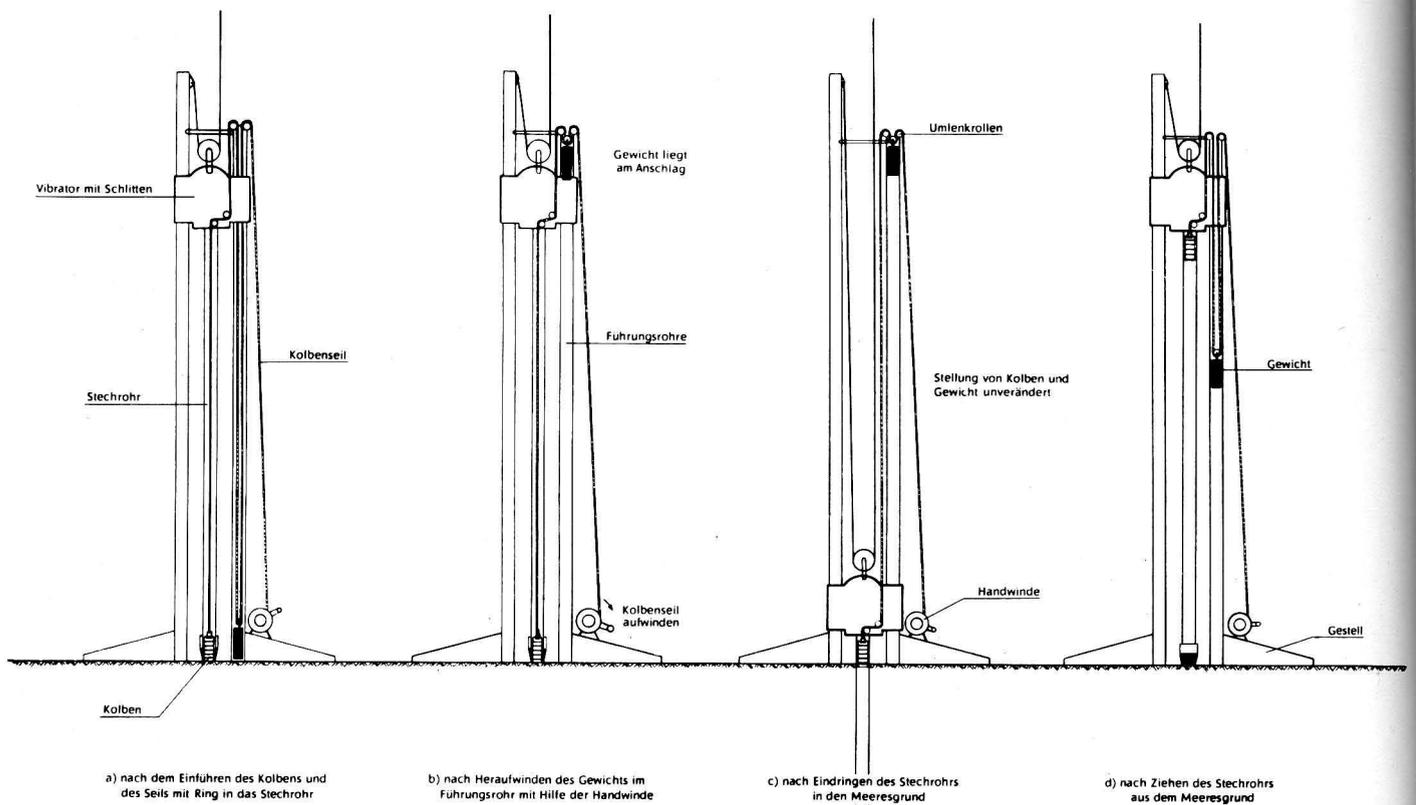


Abb. 4. Führung des Kolbenseils

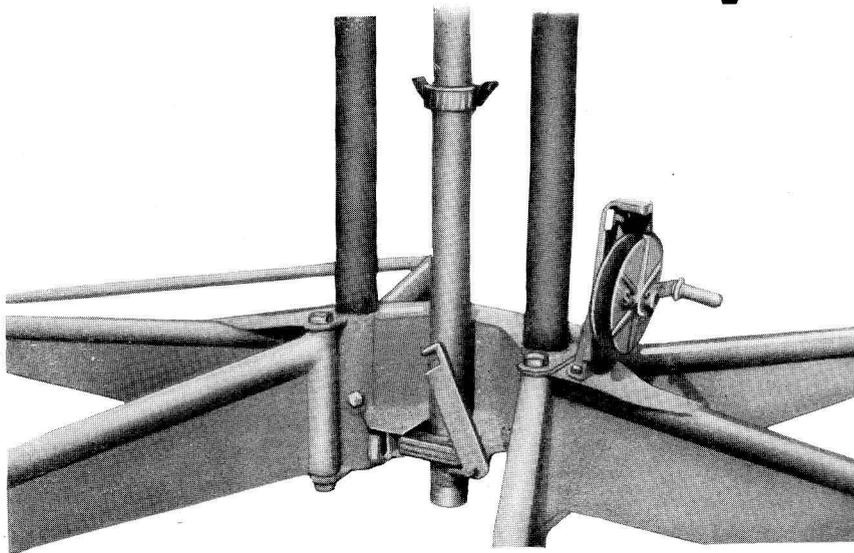


Abb. 5. Gestellfuß mit Durchbruch, Sperrhebel, Handwinde für das Kolbenseil, Führungsklotz und Halteschraube für das linke Führungsrohr



Abb. 6. Anschluß für die Druckpumpe, Kreuzstück und Kolben. Anordnung beim Auspressen der Probe vom hinteren Ende des Rohres her. Beim Auspressen von der Mündung her wird der Apfelsinenverschluß herausgenommen und ein kleiner Kolben eingesetzt. Ein Druckverschluß wird auf das für die Schneide vorgesehene Gewinde geschraubt

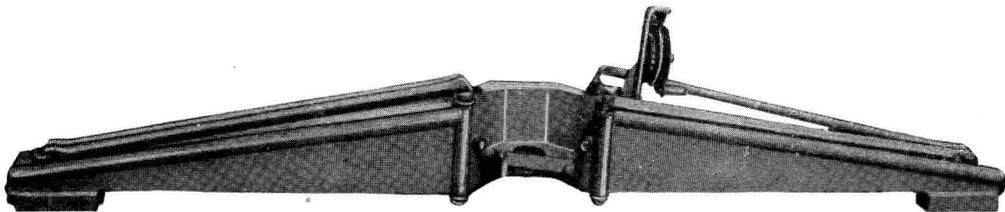


Abb. 7. Gestellfuß zusammengeklappt

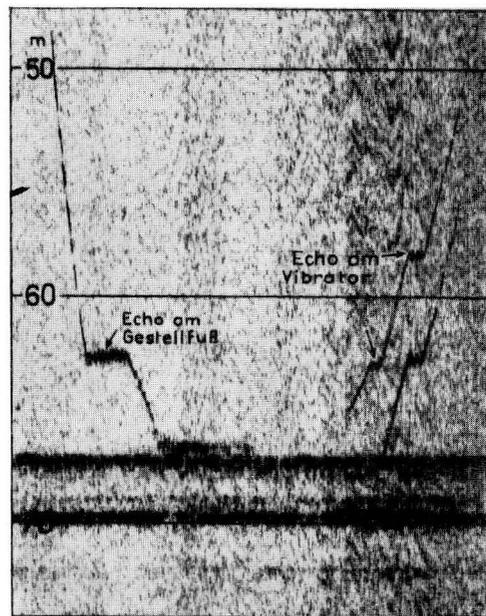


Abb. 9. Abbildung des Vibrationsstechrohrs beim Wegfieren und Hieven im Echogramm

TAFEL IV

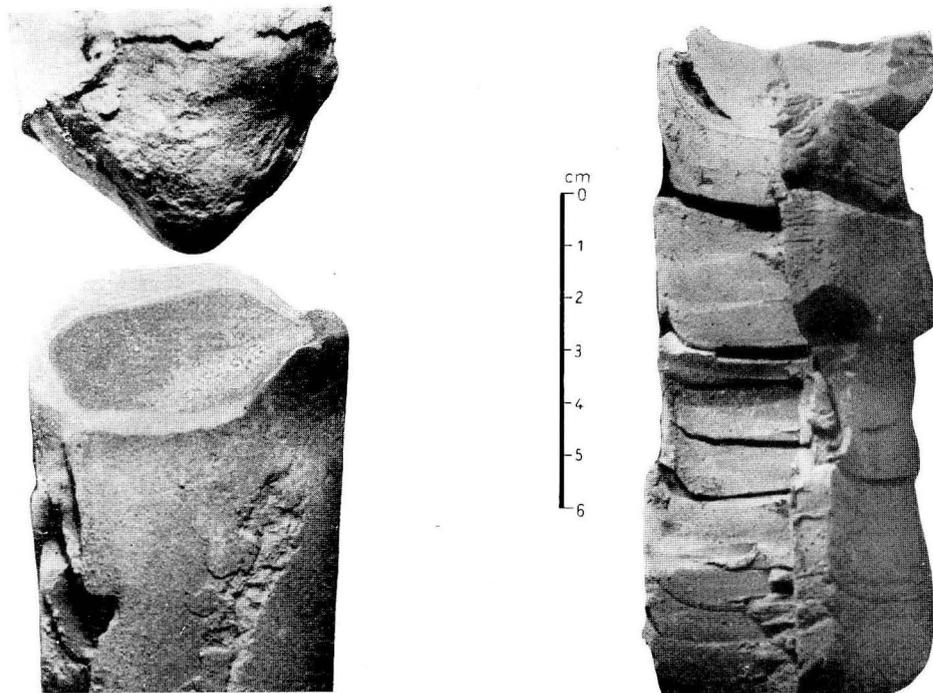


Abb. 10. Schalige Textur einer Schluffprobe nach dem Auspressen mit hohem Druck
 a) Kegel und Hohlkegel lassen den Hauptdruck im Innern des Kernes und eine Schleppung an der Stehrohrwand erkennen.
 b) Ein an der Luft getrockneter Schluffkern zerfällt in zahlreiche Schalen



Abb. 11. Ringe wechselnd gröberer und feineren Sediments lassen die schalige Textur im Querschnitt erkennen. Helle Bänder kennzeichnen Grobschluff (0,06–0,02 mm), dunkle Bänder Mittel- und Feinschluff (0,02–0,006 mm; 0,006–0,002 mm)

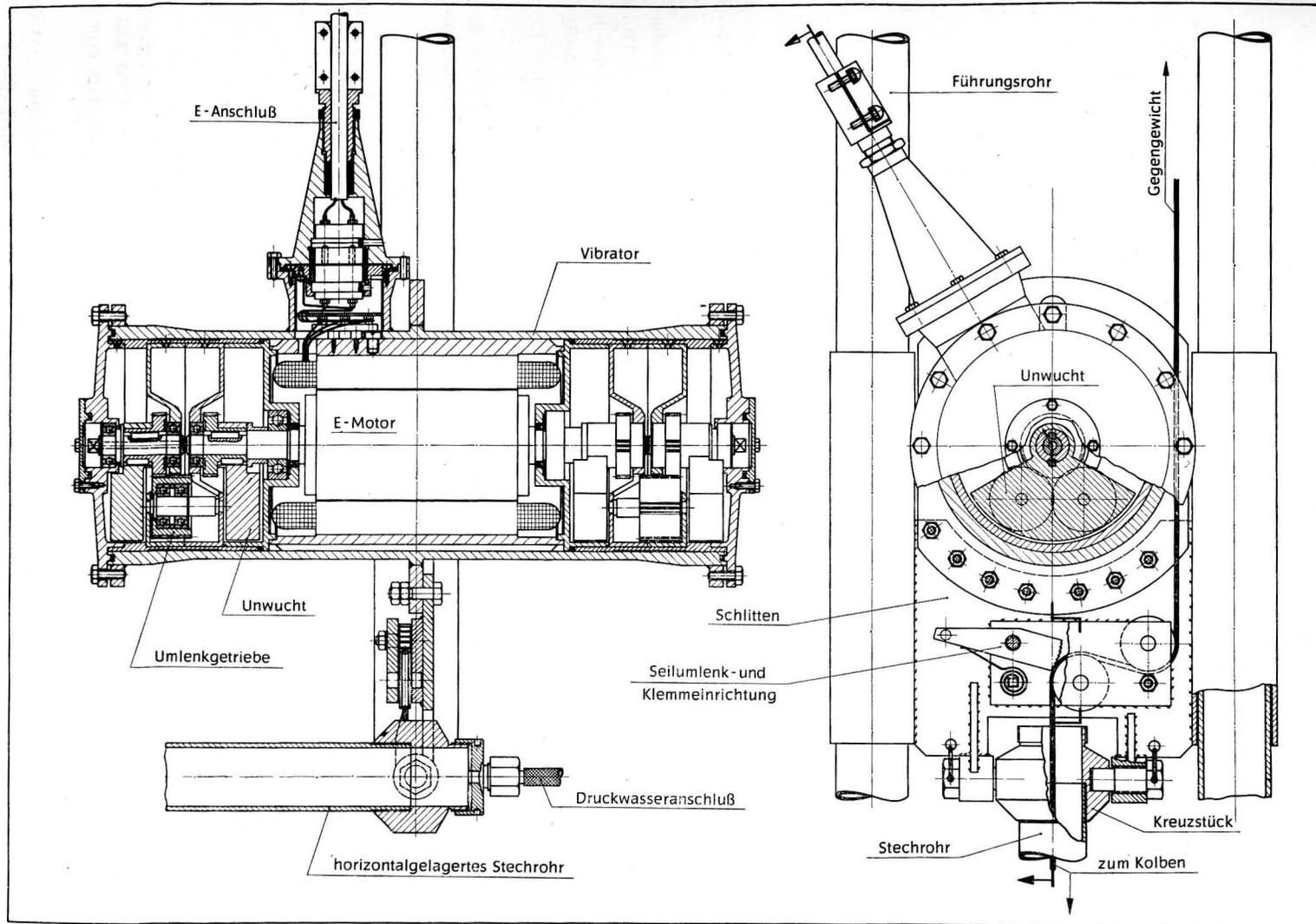


Abb. 8. Vibrator und Vibratorschlitten mit Klemmeinrichtung für das Kolbenseil

Am Vibratorgehäuse befindet sich der wasserdichte Stecker. Ein auf das Vibratorgehäuse geschweißter Ring dient der Befestigung des Vibrators am Vibratorschlitten und der Aufhängung des Geräts am Trageil (Abb. 2, 3).

Ergebnisse der Erprobung

Die Erprobung des Vibrationsstechrohrs erfolgte auf 3 Fahrten mit dem 24-m-Kutter „Professor O. Krümmel“ der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin und dem Logger „Meteor“ des Prüfamtes für technische Schiffsausrüstung Stralsund.

Während der ersten Fahrt sollte an Bord des MS „Professor O. Krümmel“ die Einsatzmöglichkeit des Vibrationsstechrohrs auf einer geringen Arbeitsfläche von nur 10 m² geprüft werden. Es galt ferner, die Leistungsfähigkeit des Vibrators festzustellen sowie die Eignung des Stromaggregats, des Ladegeschirrs und der Winde zu erproben.

Für die zweite Fahrt war der Einsatz des Gerätes nach einem Arbeitsplan vorgesehen, um dabei die letzten Hemmnisse für eine Routinearbeit zu beseitigen. Es sollte täglich eine hohe Anzahl von Stechrohrkernen eingebracht werden.

Die dritte Fahrt diente der Erprobung des Geräts in Tiefen über 50 m und bot Gelegenheit zu einem Erfahrungsaustausch zwischen dem polnischen und deutschen Konstrukteur.

Der erste Einsatz des Vibrationsstechrohrs von Bord des MS „Prof. O. Krümmel“ ließ ein einwandfreies Funktionieren des bei der PGH „Stahl“ in Warnemünde gebauten Vibrators erkennen. Die Erprobung in Tiefen bis 40 m bewies, daß alle Deckel und die Kabeleinführung einwandfrei abgedichtet waren.

In weichem Schlick und Schluff wurden Stechrohrkerne der größtmöglichen Länge gewonnen. Dabei betrug die Arbeitsdauer des Vibrators etwa 1 Minute. In weichem Ton war eine Laufzeit des Vibrators von 2 bis 5 Minuten erforderlich. Bei Sanden zunehmender Korngröße wurde die Vibrationsdauer bis auf 35 Minuten ausgedehnt. Es wurden Feinsandkerne von 3 m Länge gezogen, während bei Mittel- und Grobsanden nur bis 1,5 m lange Proben gewonnen werden konnten.

Die Leistung des Stromaggregats von etwa 2,5 kW (220/380) war für den Vibrator gerade ausreichend. Das Ladegeschirr von 1 t erwies sich beim Herausziehen des Stechrohrs aus festerem Grund als zu schwach. Die Windenkraft reichte für ein gleichmäßiges Ziehen des Rohres nicht aus.

Die erste Erprobung ließ folgende Maßnahmen treffen: Umkonstruktion des Kolbens, Anfertigung von Schutzkappen für die Gewinde an den Enden der Ersatzstechrohre, Anfertigung eines konischen Hartfaserrohres zur Erleichterung beim Einsetzen des Kolbens in den vorderen Rohrteil, Herstellung eines schwereren Gewichts zum Einholen des Kolbenseils und Anbringung von Umlenkrollen am Gewicht und an dem einen Führungsrohr, Verbesserung der Anschlüsse des Druckschlauches.

Die zweite Fahrt führte zu einem vollen Erfolg. Es wurden wertvolle Torfproben in ungestörter Schichtfolge aus Tiefen zwischen 30 und 50 m gewonnen. Die Zeit für die Entnahme einer Stechrohrprobe und einer Doublette konnte bei Stationsabständen von 1 m auf eine Stunde herabgedrückt werden. Im 12stündigen Einsatz wurden insgesamt 24 Kerne von etwa 4 m Länge gezogen.

Wenn das Schiff fest auf Strom und Wind lag, genügte ein Anker. Bei bekannter Wassertiefe wird das Stechrohr bis etwa 5 m über Grund hinabgelassen. Dann wird der Vibrator eingeschaltet und weiter gefiert, so daß das Stechrohr vom Moment des Aufsetzens an zügig in den Grund eindringt. Der Vorgang des Wegfrierens und der Probenentnahme kann mit Hilfe eines Echographen verfolgt werden (Abb. 9).

Der Einsatz des Stechrohrs an Bord des Loggers „Meteor“ brachte eine wesentliche Erleichterung der Arbeit mit sich (größere Arbeitsfläche, größere Zugkraft der Winde, stärkeres Ladegeschirr). Es konnte bis Windstärke 4 B. gearbeitet werden. Die Fahrt nahm ein Ende, als bei nur 9 m Wassertiefe eine Probe aus hartem Grund (Geschiebemergel) gezogen wurde. Gestell und Stechrohr wurden derart verbogen, daß sie nur an Land gerichtet werden konnten.

Bei Wassertiefen von weniger als 25 m ist darauf zu achten, daß das Zugseil um nicht mehr als 10° von der Senkrechten abweicht, da sonst beim Ziehen das Stechrohr und das Gestell verbogen werden. Bei größerer Wassertiefe verringert sich die Gefahr. Das Vibrationsstechrohr ist in seiner derzeitigen Gestalt für den Einsatz in Wassertiefen von weniger als 10 m von Bord aus ungeeignet. Bei härteren Bodenarten sollten nur bis 2,5 m lange Rohre verwendet werden.

Die Aussprache der Konstrukteure ergab folgende Einschätzung. Das in Warnemünde gebaute Stechrohr entspricht der Forderung einer absoluten Spielfreiheit der Verbindungsteile (Gelenkbolzen, Kreuzstück, Gewinde), wodurch eine einwandfreie Übertragung der Vibration auf das Stechrohr gewährleistet wird. Der eigene Vibrator (110 kp) wurde im Vergleich zu dem in Gdynia gebauten Vibrator (70 kp) als zu schwer befunden. Eine Erhöhung der Leistung des Vibrators wäre durch den Einbau eines Motors mit höherer Drehzahl zu erzielen. Auf einen Neigungsmesser sollte nicht verzichtet werden. Eine in Gdynia gebaute zweistufige hydraulische Pumpe mit Druckleistungen von 150 und 400 atü erwies sich als nützlich beim Herausdrücken von Sedimentproben verschiedener Festigkeit.

Kompression der Stechrohrkerne und Deformation der Textur beim Herausdrücken der Probe

Das Vibrationsstechrohr läßt fast unkomprimierte und ungestörte Sedimentkerne ziehen. Der hohe Wert des Geräts besteht darin, daß mehrfach weiche und feste Sedimente durchteuft werden, ohne daß eine nennenswerte Störung der Schichtfolge eintritt. Zahlreiche Vergleiche von Kernlänge und Eindringtiefe des Stechrohrs auf Grund von Taucherbeobachtungen ließen erkennen, daß bei einer Kernlänge von 4 m eine Kompression von höchstens 2 cm eintrat. Schluffe und Sande mit eingeschalteten Torflamellen sowie Bändertone wiesen nach Abschälen einer 3 bis 4 mm starken äußeren Schleppungsschicht die ursprüngliche Feinschichtung auf (s. Tafel 1 zum Aufsatz von KOLP in diesem Heft). Bei festeren Bändertonen ließ sich eine Beanspruchung beim Eindringen des Rohres in das Sediment an der Deformation der Jahreswarven erkennen. Die innerhalb der Jahreswarven durch Tageswarven hervorgerufene Mikrostruktur blieb jedoch erhalten.

Bei der Untersuchung ursprünglich weicher Sedimentkerne ist Vorsicht geboten, da beim Herausdrücken der Probe aus dem Stechrohr mit Druckleistungen von 100 bis 150 atü eine Deformation der Textur innerhalb des Stechrohrkernes eintreten kann, wie sie in den Abbildungen 10 und 11 zum Ausdruck kommt.

Falls die Sondierung in festem Sediment endete, sollte die Probe stets von der Mündung des Stechrohrs her ausgedrückt werden, so daß der Druck auf den festeren Teil der Probe ausgeübt wird. Es bietet sich dabei der weitere Vorteil, daß sich zwischen Kolben und Stechrohrprobe kein Wasser befinden kann.

Beim Ausdrücken von gänzlich weichen Proben kann der Vorgang durch Klopfen am Stechrohr bei niedrigerem Druck unterstützt werden. Die in den Abbildungen 10 und 11 vor Augen geführten Deformationen können sich bei Kornanalysen und mikropaläontologischen Untersuchungen störend auswirken. Zumindest ist mit ihnen zu rechnen.

Die in Abb. 11 wiedergegebenen Querschnitte des Stechrohrkerns DS 2a (1962) ließen für die wechselnd helleren und dunkleren Sedimentringe folgende Korngrößen feststellen:

Ergebnisse der Kornanalysen von je 3 Proben dunklen und hellen Sediments
des Stechrohrkernes Ka 2 b mit schaliger Textur

	0,1—0,06	0,06—0,02	0,02—0,006	0,006—0,002	0,002—0,0006	< 0,0006 mm
helle Probe	33,3	58,0	6,5	0,9	0,5	0,8%
helle Probe	46,9	43,5	5,4	2,4	1,3	0,5%
helle Probe	58,1	30,4	6,5	3,9	0,5	0,6%
dunkle Probe	10,7	36,3	30,8	17,4	1,4	3,4%
dunkle Probe	1,3	71,1	20,3	5,9	0,7	0,7%
dunkle Probe	12,2	30,4	39,2	13,4	2,2	2,6%

Literatur

- [1] KUDINOV, J. I., Das Vibrationskolbenrohr. Trudy instituta okeanologii AN SSSR **25** (1957) 143—152.
 [2] NEVESSKIJ, J. N., Untersuchung der ufernahen Ablagerungsschichten mit Hilfe des Vibrationskolbenrohres. Doklady AN SSSR **112** (1957) 418—421.
 [3] NEVESSKIJ, J. N., Etude des sédiments marins littoraux à l'aide du tube à piston vibreux. Bull. d'Inform. E.O.E.C. **10** (1958) 309—323.

Bemerkungen zur Funktion des Vibrationsstechrohrs 4700/1

VON FRIEDRICH MÖCKEL

Zusammenfassung: Theoretische Ausführungen zur Funktion des in Warnemünde gebauten Vibrationsstechrohrs 4700/1 enthalten Hinweise zur Erhöhung der Vibratorleistung und für eine zweckmäßige Abstimmung des Gewichts der schwingenden Einzelteile im gesamten System.

Das Vibrationsstechrohr enthält als elektromechanischen Wandler ein motorgetriebenes System von 4 gleichen Unwuchten. Davon läuft ein Paar gleichsinnig mit der Ankerwelle des Motors, je ein Stück an jedem Wellenende. Das zweite Paar läuft über Getriebe gegensinnig mit gleicher Drehzahl. Die vier Unwuchten sind winkelmäßig so angeordnet, daß sie gleichzeitig ihren obersten und untersten Punkt durchlaufen. Damit heben sich die Horizontalkomponenten der Zentrifugalkräfte auf, die Vertikalkomponenten addieren sich, Kipp-schwingungen werden durch die symmetrische Anordnung beiderseits der Motorwelle vermieden. Über die Achslager und das Gehäuse werden die Vertikalkomponenten der Zentrifugalkraft des Unwuchtsystems auf das Stechrohr übertragen. Der Vibrator und das Rohr sollen als starres Gebilde arbeiten. Zusätzlich greift an dem System die aus Gesamtmasse und Schwerebeschleunigung gebildete zeitunabhängige Kraft an.

Die am System auftretende Kraft (nach unten positiv gerechnet) beträgt somit:

$$K = K_{st} + K_d = m \cdot g + m_u r_u \omega^2 \cdot \cos \omega t \quad (1)$$

mit

m = Masse des ganzen Systems (Gehäuse, Getriebe, Motor, Unwuchten, Stechrohr),

g = Schwerebeschleunigung,

m_u = Summe der Massen der 4 gleichen Unwuchten,

r_u = Schwerpunktsabstand der Unwuchten von der Rotationsachse,

ω = Winkelgeschwindigkeit,

t = Zeit,

Index st = aperiodisch,

Index d = periodisch.

Für das ungedämpfte System gilt dann:

$$b = g + \frac{m_u}{m} \cdot r_u \cdot \omega^2 \cdot \cos \omega t, \quad (2)$$

$$v = \int b dt = g t + \frac{m_u}{m} \cdot r_u \cdot \omega \cdot \sin \omega t + v_0, \quad (3)$$

$$s = \int v dt = \frac{g}{2} \cdot t^2 - \frac{m_u}{m} \cdot r_u \cdot \cos \omega t + v_0 \cdot t + s_0. \quad (4)$$

Nach Gleichung (2) tritt Vibration (Auf- und Abwärtsbewegung) ein, wenn der Betrag der periodischen Beschleunigung b_d größer als die Schwerkraft g ist:

$$\frac{m_u}{m} \cdot r_u \cdot \omega^2 > g. \quad (5)$$

Setzt man in den Gleichungen (3) und (4) die Integrationskonstante gleich Null und sieht bei der Betrachtung des Vibrationsvorganges vom Einfluß der Schwerkraft ab, so betragen die

$$\text{maximale Auslenkung } s_d^{\max} = \pm \frac{m_u}{m} \cdot r_u, \quad (6)$$

$$\text{maximale Geschwindigkeit } v_d^{\max} = \pm \frac{m_u}{m} \cdot r_u \cdot \omega = s_d^{\max} \cdot \omega, \quad (7)$$

$$\text{maximale Kraft auf das Rohr } m \cdot b_d^{\max} = \pm m_u \cdot r_u \cdot \omega^2, \quad (8)$$

$$\text{maximale Beschleunigung } b_d^{\max} = \pm \frac{m_u}{m} \cdot r_s \cdot \omega^2 \quad (9)$$

und der

$$\text{maximale Impuls am Rohr } m v_d^{\max} = m_u r_u \omega = m \cdot s_d^{\max} \cdot \omega. \quad (10)$$

Für das in Warnemünde gebaute Stechrohr 4700/1 beträgt die

$$\text{Gesamtmasse aller schwingenden Teile } m \approx 130 \text{ kg,}$$

$$\text{Unwuchtmasse } r_u \approx 7 \text{ kg,}$$

$$\text{Winkelgeschwindigkeit } \omega \approx 146 \text{ s}^{-1} \text{ sowie der}$$

$$\text{Schwerpunktradius der Unwuchten } m_u \approx 0,0475 \text{ m.}$$

Mit diesen Daten ergeben sich für das starre, ungedämpfte, schwerkraftfreie System mit Vibrator und Rohr als Bedingung für Vibration nach Gleichung (5) mit $g \approx 10 \text{ ms}^{-2}$

$$\frac{m_u}{m} \cdot r_s \omega^2 > g$$

$$55 > 10$$

sowie als

maximale Auslenkung nach Gleichung (6)

$$s_d^{\max} = \pm 0,0026 \text{ m} = \pm 2,6 \text{ mm},$$

maximale Geschwindigkeit nach Gleichung (7)

$$v_d^{\max} = \pm 0,38 \text{ ms}^{-1},$$

maximale Kraft auf das Rohr nach Gleichung (8)

$$m \cdot b_d^{\max} = \pm 7000 \text{ N} \approx \pm 700 \text{ kp}$$

und als

maximaler Impuls nach Gleichung (10)

$$m_u \cdot v_d^{\max} = \pm 5 \text{ kg ms}^{-1},$$

Schlußfolgerungen

Eine Weiterentwicklung des Geräts für den Einsatz in Wassertiefen über 100 m und die Entnahme längerer Kerne ist ohne Erhöhung des Gesamtgewichts möglich, so daß das Gerät weiterhin von Bord kleinerer Fahrzeuge aus eingesetzt werden kann. Anstelle des Trageils und des zusätzlichen Kabels könnte ein Seilkabel verwendet werden.

Bei einer Verdopplung der Vibratorfrequenz durch Verwendung eines Motors mit doppelter Drehzahl ($n = 2800$ U/min) würde bei gleichem Massenverhältnis m_u/m der Impuls verdoppelt und die Kraft am Rohr vervierfacht werden.

Die Gesamtmasse m sollte so klein wie möglich gehalten werden. Auf Grund von Erprobungen in verschiedenen Sedimenten könnten notwendige Zusatzgewichte ermittelt werden, die sich leicht anbringen ließen.

Um bei erhöhter Vibratorleistung die Abmessungen des Stromversorgungs-Aggregats klein zu halten, ist eine Anlaßschaltung vorzusehen.

Der Seegang als stochastischer Prozeß¹⁾

Von KLAUS STRIGGOW

Zusammenfassung: Die Gruppe *Küstenforschung* des Institutes für Meereskunde, Warnemünde, befaßt sich wegen der Bedeutung des Seeganges für küstendynamische Prozesse unter anderem mit Fragen der Seegangsforschung. Hier wird über die mathematisch-physikalische Beschreibung des Seegangs berichtet.

Die historische Entwicklung der Seegangsforschung läßt sich bezüglich der Bewertung der Unregelmäßigkeit des natürlichen Seegangs in drei Etappen unterteilen. Die erste Etappe ist dadurch gekennzeichnet, daß die Unregelmäßigkeit ignoriert wird und rigorose Vereinfachungen wie die Annahme der Periodizität oder der Formbeständigkeit einzelner Wellenkämme getroffen werden. Die zweite Etappe zeichnet sich dadurch aus, daß die Unregelmäßigkeit nicht mehr ignoriert wird, aber auch noch nicht befriedigend quantitativ erfaßt wird. Die Beschreibung des Seegangs durch die sogenannten charakteristischen Parameter besitzt grundsätzliche Mängel. Die dritte Etappe sieht den Seegang als stochastischen Prozeß an. Diese Auffassung entspricht dem physikalischen Sachverhalt und ermöglicht eine theoretische einwandfreie quantitative Beschreibung durch die Verteilungsfunktionen. Die erste Verteilungsfunktion ist in guter Näherung normal. Die aus der zweiten Verteilungsfunktion abgeleitete wichtige Korrelationsfunktion und die dieser äquivalente Spektralfunktion sind noch nicht genau bekannt.

Die Gruppe *Küstenforschung* des Institutes für Meereskunde, welcher der Verfasser angehört, befaßt sich wegen der Bedeutung des Seegangs als Energielieferant für küstendynamische Prozesse unter anderem mit Fragen der Seegangsforschung. Im folgenden wird in aller Kürze über die als theoretische Grundlage für die Auswertung von Wellenmessungen und die Entwicklung neuer Meßgeräte benötigte mathematisch-physikalische Beschreibung des Seegangs [5] berichtet.

Die historische Entwicklung der Seegangsforschung läßt sich rückblickend in drei Etappen unterteilen, die sich bezüglich der qualitativen und quantitativen Bewertung der offenkundigen und schon lange bekannten *Unregelmäßigkeit* des natürlichen Seegangs — Lord RAYLEIGH charakterisierte sie mit den Worten “The basic law of the seaway is the apparent lack of any law”²⁾ — grundsätzlich unterscheiden.

Die *erste* Etappe, die zeitmäßig etwa mit dem vorigen Jahrhundert begann und in der Mitte dieses Jahrhunderts endete, ist gekennzeichnet durch die *Ignorierung der Unregelmäßigkeit* und die *Postulierung einer Regelmäßigkeit* des Seegangs. Die Ursache dieser rigorosen Vereinfachung lag in dem Fehlen eines geeigneten mathematischen Werkzeuges zur quantitativen Behandlung derartiger unregelmäßiger Vorgänge. Die geforderte Regelmäßigkeit sollte nach einigen Theorien in der *Periodizität*, nach anderen Theorien auch nur in der *Formbeständigkeit jedes Wellenkammes* liegen. Im ersten Fall wurden als Wellenprofil eine Sinuskurve (klassische Theorie), eine Trochoide (GERSTNERSche Theorie) oder von STOKES oder SCHULEJKIN [7] angegebene Kurven angenommen, die im wesentlichen durch die Parameter *Wellenhöhe*, *Wellenperiode* und *Wellenlänge* bestimmt sind. Der zweite Fall führte auf die sogenannte *Einzelwelle* (solitary wave).

¹⁾ Vortrag auf dem Küstenschutz-Kolloquium vom 5. — 7. Juli 1964 in Bad Doberan.

²⁾ Zitiert nach W. J. PIERSON JR. [4].

Es sei bemerkt, daß die genannten Theorien noch weitere Vereinfachungen enthalten, wie z. B. die Wirbelfreiheit der Bewegung, die Linearisierung der hydrodynamischen Gleichungen, die Vernachlässigung der inneren Reibung, die Konstanz des Luftdruckes an der Oberfläche und die Starrheit und Undurchlässigkeit des Meeresbodens. Die Versuche, die eine oder andere dieser zusätzlichen Voraussetzungen zu eliminieren (vgl. STOKER [9]), ändern nichts an der Tatsache, daß der natürliche Seegang durch ein stark idealisiertes theoretisches Bild ersetzt wurde.

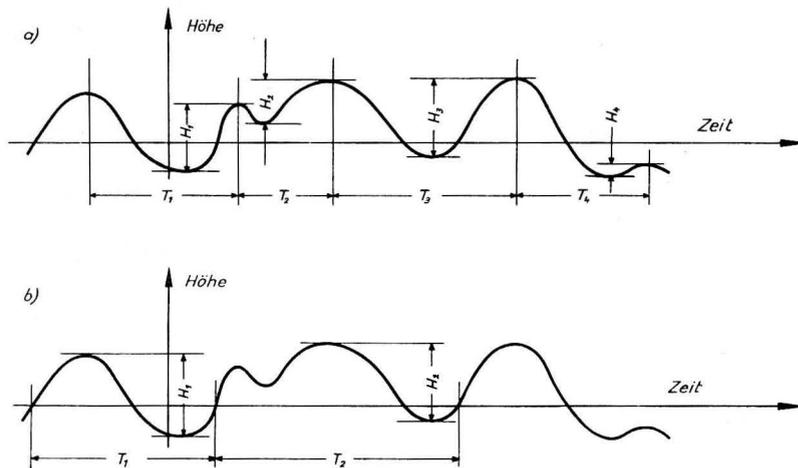


Abb. 1. Zerlegung einer Wellenregistrierung in „scheinbare Wellen“ und Bestimmung der scheinbaren Höhen H und der scheinbaren Perioden T

a) nach der Wellenkamm-Methode und b) nach der Nullstellen-Methode

Die zweite Etappe begann etwa mit der Intensivierung der Seegangsforschung im zweiten Weltkrieg und erstreckt sich bis in die Gegenwart. Sie ist gekennzeichnet durch den Versuch, die Unregelmäßigkeit des Seegangs quantitativ zu beschreiben, wobei eigens zu diesem Zweck die Begriffe *scheinbare Welle*, *scheinbare Wellenhöhe* und *scheinbare Wellenperiode* und die aus scheinbaren Wellenhöhen und -perioden gebildeten Mittelwerte eingeführt werden. Die Definition dieser Begriffe ist nicht einheitlich; die beiden gebräuchlichen Methoden, nämlich die Wellenkamm-Methode und die Nullstellen-Methode, lassen sich am einfachsten an Hand des Beispiels einer Wellenregistrierung erläutern (vgl. Abb. 1). Nach der Wellenkamm-Methode bzw. der Nullstellen-Methode ist (a) eine scheinbare Welle ein zwischen zwei Wellenbergen bzw. zwei Nullstellen mit positivem Anstieg liegendes Stück einer Wellenregistrierung, (b) die scheinbare Höhe einer scheinbaren Welle der (vertikale) Abstand zwischen Wellental und nachfolgendem Wellenberg bzw. ihrem tiefsten Wellental und höchstem Wellenberg und (c) die scheinbare Periode einer scheinbaren Welle ihre (zeitliche) Länge. Aus den nach der einen oder anderen Methode ermittelten scheinbaren Höhen und Perioden einer Wellenregistrierung werden dann die Mittelwerte $H_{1/n}$ bzw. $T_{1/n}$ (beispielsweise für $n = 1, 3$ oder/und 10) gemäß folgender Vorschrift berechnet:

- Man ordne alle scheinbaren Wellen der Registrierung nach ihrer scheinbaren Höhe,
- greife die Teilmenge der höchsten Wellen, die insgesamt den Bruchteil $1/n$ aller Wellen enthält, heraus und
- bilde von dieser Teilmenge den arithmetischen Mittelwert der scheinbaren Höhen bzw. Perioden.

Beispielsweise ist $H_{1/n}$ bzw. $T_{1/n}$ der Mittelwert aller scheinbaren Wellenhöhen bzw. -perioden und wird deshalb einfach als mittlere (scheinbare) Höhe bzw. Periode bezeichnet. $H_{1/3}$ bzw. $T_{1/3}$ ist die mittlere Höhe bzw. Periode des höchsten Drittels aller Wellen und heißt *charakteristische Wellenhöhe* (significant wave height) bzw. *charakteristische Wellenperiode* (signifi-

cant wave period). Das Adjektiv charakteristisch wurde deswegen gewählt, weil erfahrungsgemäß die Abschätzung der mittleren Höhe bei *visueller Wellenbeobachtung* etwa auf den Wert $H_{1/3}$ führt [8].

Die Vor- und Nachteile der beiden Definitionen der charakteristischen Parameter sollen hier nicht gegeneinander abgewogen werden. Dafür muß aber nachdrücklich auf ihre von der speziellen Definition unabhängigen *prinzipiellen Mängel* aufmerksam gemacht werden. Im einzelnen sind zu nennen:

- a) Die Definition der charakteristischen Parameter wurde in Hinblick auf den *subjektiven* Eindruck bei der Wellenbeobachtung vorgenommen. Daher ist ihre Zweckmäßigkeit für die Beschreibung *objektiver* Probleme — wie z. B. der Wellenrefraktion — zumindest in vielen Fällen zweifelhaft.
- b) Die genaue numerische Bestimmung der charakteristischen Parameter aus einer Wellenregistrierung ist problematisch. Das Ergebnis hängt im allgemeinen in starkem Maße von der Qualität der Wellenregistrierung, insbesondere von der Filterung im Meß- und Registriergerät (objektive Filterung), und von den willkürlichen Festlegungen des Bearbeiters, welche Höcker der Registrierung als Wellenkamm zu werten sind und welche nicht (subjektive Filterung), ab. Daher sind auch Ergebnisse von verschiedenen Geräten oder Bearbeitern nur bedingt vergleichbar.

Obgleich in der Literatur verschiedentlich auf diese Umstände hingewiesen wurde [1,6], werden sie teilweise noch heute übersehen.

Die *dritte* Etappe begann 1950 mit einer Entdeckung RUDNICKS. Sie ist dadurch gekennzeichnet, daß der Seegang als *stochastischer Prozeß* angesehen wird [3,4]. Diese Auffassung entspricht dem physikalischen Sachverhalt und verschafft der Seegangsforschung einen bereits in anderen angewandten Wissenschaften — z. B. der Nachrichtentechnik — bewährten mathematischen Apparat. Unter Verzicht auf Allgemeinheit und mathematische Strenge kann ein stochastischer Prozeß — oder Zufallsprozeß — definiert werden als ein Vorgang, dessen Ablauf ganz oder teilweise dem Zufall unterliegt. Speziell im Beispiel des Seegangs ist der zufällige Ablauf auf die zufälligen — d. h. bestenfalls statistisch bekannten — Kräfte, welche die turbulente Atmosphäre auf die Meeresoberfläche ausübt, zurückzuführen.

Die Grundbegriffe der Theorie der stochastischen Prozesse, die von der modernen Seegangsforschung ungeändert übernommen werden, sind *Verteilungsfunktion*, *Mittelwert* und *Korrelationsfunktion* oder *Spektralfunktion* [2].

(ξt) sei ein stochastischer Prozeß, worin ξ beispielsweise der Augenblickswert der Wasserspiegelhöhe über einem festen Punkt und t die Zeit ist. Die n -te Verteilungsfunktion gibt

$$F_{t_1, t_2, \dots, t_n}(x_1, x_2, \dots, x_n) = P \{ \xi(t_1) < x_1, \xi(t_2) < x_2, \dots, \xi(t_n) < x_n \}$$

die Wahrscheinlichkeit an, mit der $\xi(t_1) < x_1$, $\xi(t_2) < x_2$, ... und $\xi(t_n) < x_n$ ist. Es sei noch bemerkt, daß die Theorie einen stochastischen Prozeß als vollständig durch die Folge der Wahrscheinlichkeitsverteilungen

$$\begin{aligned} &F_t(x), \\ &F_{t_1, t_2}(x_1, x_2) \\ &\text{usw.} \end{aligned}$$

beschrieben ansieht. Hieraus folgt insbesondere, daß die Theorie grundsätzlich nur Wahrscheinlichkeitsaussagen machen kann.

Von besonders praktischer Bedeutung sind neben der ersten Verteilungsfunktion

$$F_t(x) = P \{ \xi(t) < x \}$$

der hieraus abgeleitete Mittelwert

$$m_t = \int_{-\infty}^{+\infty} x dF_t(x)$$

sowie die aus der zweiten Verteilungsfunktion abgeleitete Korrelationsfunktion, die im Falle $m_t = 0$ gemäß

$$B(t_1, t_2) = \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} x_1 x_2 d^2_{x_1, x_2} F_{t_1, t_2}(x_1, x_2)$$

berechnet wird. Der Korrelationsfunktion mathematisch äquivalent ist die Spektralfunktion, welche in vielen *physikalischen* Beispielen als *Energiespektrum* bezeichnet werden darf.

Wichtige Sonderfälle der stochastischen Prozesse sind a) die stationären, b) die normalen und c) die ergodischen Prozesse, welche a) durch die Invarianz aller Verteilungsfunktionen gegen Zeitverschiebungen, b) durch normale Verteilungsfunktionen und c) durch die Gleichheit von statistischen und zeitlichen Mittelwerten ausgezeichnet sind. Daß der Seegang — mit gewissen Einschränkungen freilich — ein stationärer normaler (und ergodischer) Zufallsprozeß ist, ist im wesentlichen der Inhalt der erwähnten RUDNICKSchen Entdeckung.

Die Normalverteilung des Seegangs soll hier noch an Hand einiger Meßwerte demonstriert werden. Abbildung 2 zeigt drei Häufigkeitsverteilungen der Wasserspiegelhöhe, die eine

Wellenmessung 18. 10. 1963

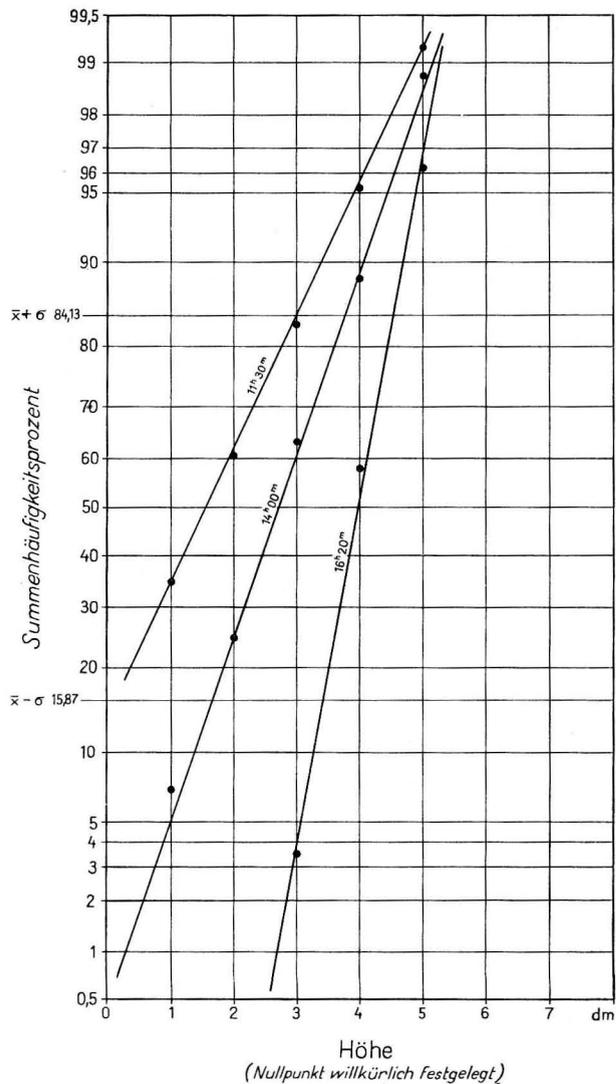


Abb. 2. Empirische Häufigkeitsverteilungen der Wasserspiegelhöhe, dargestellt in einem Wahrscheinlichkeitsnetz (Abszissenachse gleichmäßig, Ordinatenachse nach dem GAUSSSchen Integral geteilt)

Die Messungen wurden mittels einer Stufensonde mit dem Stufenabstand 1 dm durchgeführt, wobei die Höhe des Wasserspiegels in konstanten Zeitabständen (0,1 oder 1,0 s) abgegriffen wurde

Approximation der ersten Verteilungsfunktion sind. Infolge der Teilung der Abszissenachse nach dem GAUSSSchen Integral, wodurch eine Normalverteilung durch eine Gerade dargestellt wird, tritt der GAUSSSche Charakter der empirisch ermittelten Verteilungen unverkennbar in Erscheinung.

Die Korrelationsfunktion und die Spektralfunktion des Seegangs sind gegenwärtig noch unzureichend bekannt [10]. Die Lage ist hier ähnlich wie in der Physik kurz vor der Entdeckung des PLANCKSchen Strahlungsgesetzes: Es gab schon verschiedene Näherungsformeln, seine genaue Form war jedoch unbekannt. Wenn auch die heutige Problematik vor großen Schwierigkeiten steht — es fehlt ein umfangreiches zuverlässiges Beobachtungsmaterial, es fehlt die genaue Kenntnis der Wechselwirkung zwischen der turbulenten Atmosphäre und der Wasseroberfläche, und es fehlt auch wegen der Nichtlinearität der hydrodynamischen Grundgleichungen die genaue Kenntnis der Dynamik der Wasserbewegung —, so berechtigt doch die intensive Forschung in allen Teilen der Welt zu der Hoffnung auf eine baldige Lösung.

Literatur

- [1] GERHARDT, J. R., JEHN, K. H., and KATZ, J., A Comparison of Step-, Pressure-, and Continuous-Wire-Gage Wave Recordings in the Golden Gate. *Trans. Amer. Geophys. Un.* **36** (1955) S. 235–250.
- [2] JAGLOM, A. M., Einführung in die Theorie stationärer Zufallsfunktionen. Berlin 1959.
- [3] LONGUET-HIGGINS, M. S., The Statistical Analysis of a Random, Moving Surface. *Phil. Trans. Roy. Soc. Lond., Ser. A*, **249** (1957) No. 966, S. 321–387.
- [4] PIERSON JR., W. J., Wind Generated Gravity Waves. *Advances in Geophysics* Vol. **2** (1955) S. 93–178.
- [5] ROLL, H. U., Oberflächen-Wellen des Meeres, in: *Handbuch der Physik*, hrsg. von S. FLÜGGE, Band 48 Geophysik II, S. 671–723.
- [6] SCHELLENBERGER, G., Untersuchungen über Windwellen auf einem Binnensee. *Acta Hydrophysica* VII (1962) H. 1, S. 65–91.
- [7] SCHULEJKIN, W. W., Theorie der Meereswellen. Berlin 1960.
- [8] SNODGRASS, F. E. and PUTZ, R. R., A Wave Height and Frequency Meter. *Proc. VI. Conf. on Coastal Engineering* (1958) S. 209–224.
- [9] STOKER, J. J., *Water Waves. The Mathematical Theory with Applications*. New York 1957.
- [10] — *Ocean Wave Spectra*. New York 1963.

In Vorbereitung

HANS-JÜRGEN BROSIN

Hydrographie und Wasserhaushalt der Boddenkette südlich des Darß und Zingst

(Veröffentlichungen des Geophysikalischen Instituts der Karl-Marx-Universität Leipzig,
Zweite Serie, Band XVIII, Heft 3)

Etwa 112 Seiten — 20 Abbildungen — 13 Tabellen — 8° — etwa MDN 19,40

Die Boddengewässer südlich des Darß und des Zingst wurden von Juli 1960 bis Dezember 1963 im Rahmen eines Forschungsauftrages vom Maritimen Observatorium Zingst näher erkundet und wissenschaftlich untersucht.

In dieser Arbeit werden nach einer Übersicht über morphologische Besonderheiten und die Entstehung der untersuchten Boddengebiete die einzelnen hydrographischen Elemente diskutiert (Salz-, Sauerstoff- und Spurenstoffgehalt, Temperatur, Sicht, Trübung, Fluoreszenz, Seegang, Strömungs- und Eisverhältnisse). Anschließend wird die Gliederung des Wasserhaushalts und das Zusammenwirken der verschiedenen Faktoren beim Wasseraustausch zwischen Bodden und Ostsee erklärt. Die Bestimmung des Wasseraustausches erfolgt quantitativ, außerdem werden die anderen Wasserhaushaltskomponenten berechnet, so daß für mittlere Verhältnisse und für den Untersuchungszeitraum die Aufstellung von Wasserhaushaltsgleichungen möglich ist.

Bestellungen durch eine Buchhandlung erbeten



A K A D E M I E - V E R L A G . B E R L I N