

VERBREITUNG UND UMWELT BENTHISCHER FORAMINIFEREN
IN DER NORWEGISCHEN SEE

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Christian-Albrechts-Universität
zu Kiel

Vorgelegt von
ANDREAS MACKENSEN
Kiel
1985

Copyright 1985, Andreas Mackensen
Geologisch-Paläontologisches Institut der
Christian-Albrechts-Universität Kiel
Olshausenstr. 60
D-2300 Kiel

Im Selbstverlag des Autors

Referent: Professor Dr. G.F. Lutze

Korreferent: Professor Dr. J. Thiede

Tag der mündlichen Prüfung: 3. Juli 1985

Zum Druck genehmigt: Kiel, den

Dekan

INHALT

	Seite
1 Vorwort und Dank	1
2 Einleitung	2
3 Methodisches	5
3.1 Probennahme und Aufbereitung	5
3.2 Statistische Aufarbeitung	5
4 Umwelt	13
4.1 Morphologie und Sedimente	13
4.2 Hydrographie	20
5 Taxonomie	25
6 Benthische Foraminiferenfauna	29
6.1 Unterordnungen	29
6.2 Arten - Gruppierungen	30
6.3 Siedlungsdichte, Diversität und Dominanz	34
7 Verbreitung	39
7.1 Island-Schottland Rücken	39
7.1.1 Lebend-Gemeinschaften	39
7.1.2 Gehäuse-Vergesellschaftungen	44
7.1.3 Verbreitungsmuster und Umwelt	49
7.2 Nördliche Nordsee	53
7.2.1 Lebend-Gemeinschaften	53
7.2.2 Gehäuse-Vergesellschaftungen	53
7.2.3 Verbreitungsmuster und Umwelt	55
7.3 Südlicher norwegischer Kontinentalrand	56
7.3.1 Lebend-Gemeinschaften	56
7.3.2 Gehäuse-Vergesellschaftungen	61
7.3.3 Verbreitungsmuster und Umwelt	65
7.4 Nördlicher norwegischer Kontinentalrand	69
7.4.1 Lebend-Gemeinschaften	69
7.4.2 Gehäuse-Vergesellschaftungen	72
7.4.3 Verbreitungsmuster und Umwelt	76
8 Diskussion und Schlußfolgerungen	79
9 Zusammenfassung	87
10 Literatur	89
11 Dokumentation	97 - 126
12 Tafeln	

VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN

	Seite
Abb. 1: Lage der Stationen und Profile	3
Abb. 2: Verbreitung der Artengruppen	9
Abb. 3: Verbreitung der Gehäuse-Vergesellschaftungen	10
Abb. 4: Stationen auf dem Island-Schottland Rücken (Profile A, B)	11
Abb. 5: Stationen auf dem südlichen norwegischen Kontinentalrand (Profil D)	11
Abb. 6: Stationen auf dem nördlichen norwegischen Kontinentalrand (Profile E, F)	12
Abb. 7: Sedimente auf dem Island-Schottland Rücken (A, B)	14 - 15
Abb. 8: Sedimente am südlichen norwegischen Kontinentalrand (D)	17 - 18
Abb. 9: Sedimente am nördlichen norwegischen Kontinentalrand (E, F)	19
Abb. 10: T - S - Diagramm (Island-Schottland Rücken)	21
Abb. 11: Wassermassen am Island-Schottland Rücken	21
Abb. 12: Temperatur und Salinität am Island-Färöer Rücken	22
Abb. 13: Wassermassen am südlichen norwegischen Kontinentalrand	24
Abb. 14: MURRAY'sche Dreiecksdiagramme	29
Abb. 15: Siedlungsdichte	35
Abb. 16: Foraminiferenzahl	37
Abb. 17: Diversität der Lebendfauna	38
Abb. 18: Diversität der Totfauna	38
Abb. 19: Artengruppen am Island-Schottland Rücken (A, B)	40, 42 - 43
Abb. 20: Gehäuse-Vergesellschaftungen am Island-Schottland Rücken (A, B)	46 - 47
Abb. 21: Lage der Stationen in der nördlichen Nordsee (C)	54
Abb. 22: Artengruppen am südlichen norwegischen Kontinentalrand (D)	57, 59 - 60
Abb. 23: Gehäuse-Vergesellschaftungen am südlichen norwegischen Kontinentalrand (D)	62, 64
Abb. 24: Korrelation des Sandgehaltes gegen Faktorladungen	67
Abb. 25: Korrelation des organisch C-Gehaltes gegen Faktorladungen	68
Abb. 26: Artengruppen am nördlichen norwegischen Kontinentalrand (E, F)	70 - 71
Abb. 27: Gehäuse-Vergesellschaftungen am nördlichen norwegischen Kontinentalrand (E, F)	73, 75

VERZEICHNIS DER TABELLEN

	Seite
Tab. 1: Stationsliste	97 - 99
Legende zu den Tabellen 2 - 10	100 - 101
Tab. 2: Rohdaten der Lebendfauna	102 - 107
Tab. 3: Rohdaten der Totfauna	108 - 113
Tab. 4: Wichtige Eckdaten der Zählungen, Diversitäten	114
Tab. 5: Statistische Kenndaten der Arten (Lebendfauna)	115 - 116
Tab. 6: Statistische Kenndaten der Arten (Totfauna)	117 - 118
Tab. 7: Varimax factor value Matrix des Gesamtdatensatzes der Lebendfauna	119 - 120
Tab. 8: Varimax factor score Matrix des Gesamtdatensatzes der Lebendfauna	121 - 122
Tab. 9: Varimax factor value Matrix des Gesamtdatensatzes der Totfauna	123 - 124
Tab. 10: Varimax factor score Matrix des Gesamtdatensatzes der Totfauna	125 - 126

LISTE DER HYDROGRAPHISCHEN ABKÜRZUNGEN

NAW	= North Atlantic Water
NIW	= North Icelandic Winterwater
EIW	= East Icelandic Water
NSDW	= Norwegian Sea Deep Water
NSBW	= Norwegian Sea Bottom Water
NCCW	= Norwegian Coastel Current Water
TL	= Transition Layer
NADW	= North Atlantic Deep Water
IBW	= Indian Bottom Water

1 Vorwort und Dank

Die vorliegende Dissertation faßt die Ergebnisse der Arbeiten über benthische Foraminiferen der Norwegischen See zusammen, die ich im August 1982 an der Universität in Bergen begonnen und seit Januar 1984 in Kiel weitergeführt habe.

Die Untersuchung wurde von Prof. Dr. G.F. Lutze angeregt und betreut. Für seinen Rat und seine Unterstützung danke ich sehr herzlich.

Für die freundliche Aufnahme, kollegiale Hilfe und Betreuung in Norwegen möchte ich Dr. H.P. Sejrup, Prof. Dr. H. Holtedahl, Dr. E. Jansen und allen Mitarbeitern des Geologisk Institutt, Avd. B in Bergen danken.

Für die Hilfe in Bergen und Kiel bin ich Prof. Dr. J. Thiede und Prof. Dr. G. Wefer sehr dankbar. Dr. G. Qvale danke ich für vertrauensvolle Zusammenarbeit.

K. Karlson, M. Stahlberg und M. Baumann halfen bei der Aufbereitung des Probenmaterials im Labor. Dr. U. Pflaumann und P. Weinholz unterstützten und halfen bei den Arbeiten an der zentralen Rechenanlage der Universität Kiel. Dr. J. Rumohr stellte einen Teil seiner unveröffentlichten sedimentologischen Daten zur Verfügung. Dipl.-Geol. J. Pätzold kritisierte das Manuskript konstruktiv. Dr. C. Samtleben, W. Reimann und U. Schuldt berieten und halfen bei der Erstellung der Tafeln. Ihnen allen danke ich.

Weiterhin möchte ich den Besatzungen der Forschungsschiffe "Haakon Mosby", "Poseidon" und "Polarstern" danken, ohne deren bereitwillige Hilfe an Bord ich das umfangreiche Probenmaterial nicht hätte zusammentragen können.

Ein Stipendium des Royal Norwegian Council for Scientific and Industrial Research ermöglichte den Forschungsaufenthalt in Bergen (2861-DEMINEK/NTNF). Die Deutsche Forschungsgemeinschaft übernahm die finanzielle Unterstützung der Arbeit in Kiel im Rahmen der Pilotstudie zur Errichtung eines marinen Sonderforschungsbereiches (Az. Th200/2-1, "Sedimente Norwegen" an J. Thiede). Schließlich danke ich der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel für die Finanzierung dieser Untersuchung bis zum Abschluß im Juli 1985.

2 Einleitung

Benthische Foraminiferen zählen zu den häufigsten und am besten bekannten, fossil erhaltungsfähigen marinen Mikroorganismen. Sie können daher bei der Beschreibung von rezenten Ablagerungsbedingungen und Bodenwassermassen und auch als stratigraphisches Werkzeug, besonders durch die Dokumentation pleistozäner Klimaschwankungen und der damit verknüpften Änderungen der Ozeanographie, eingesetzt werden.

Die Wassertiefe wurde früher oft als der entscheidende Faktor angesehen, der die Verbreitung benthischer Foraminiferen kontrolliert. Neuere Untersuchungen zeigen jedoch einen steuernden Einfluß der Hydrographie der verschiedenen Wassermassen (insbesondere der sich nur langsam verändernden Parameter, wie Salzgehalt und Temperatur) auf die Verbreitung benthischer Foraminiferen der Tiefsee (STREETER, 1973; SCHNITKER, 1974, 1979, 1984; LOHMANN, 1978; LUTZE et al., 1979; CORLISS, 1979, 1983; PETERSON, 1984). Die Hydrographie ändert sich jedoch in Raum und Zeit weitgehend unabhängig von der Tiefe.

Auch in flachen und marginalen Meeren wurden Beziehungen zwischen physikalischen Eigenschaften der Wassermassen und der Verbreitung von Vergesellschaftungen benthischer Foraminiferen nachgewiesen (THIEDE et al., 1981; SEJRUP et al., 1981; CULVER und BUZAS, 1981; VAN WEERING und QVALE, 1983; LUTZE et al., 1983; HALD und VORREN, 1984; WILLIAMSON et al., 1984; QVALE, 1985).

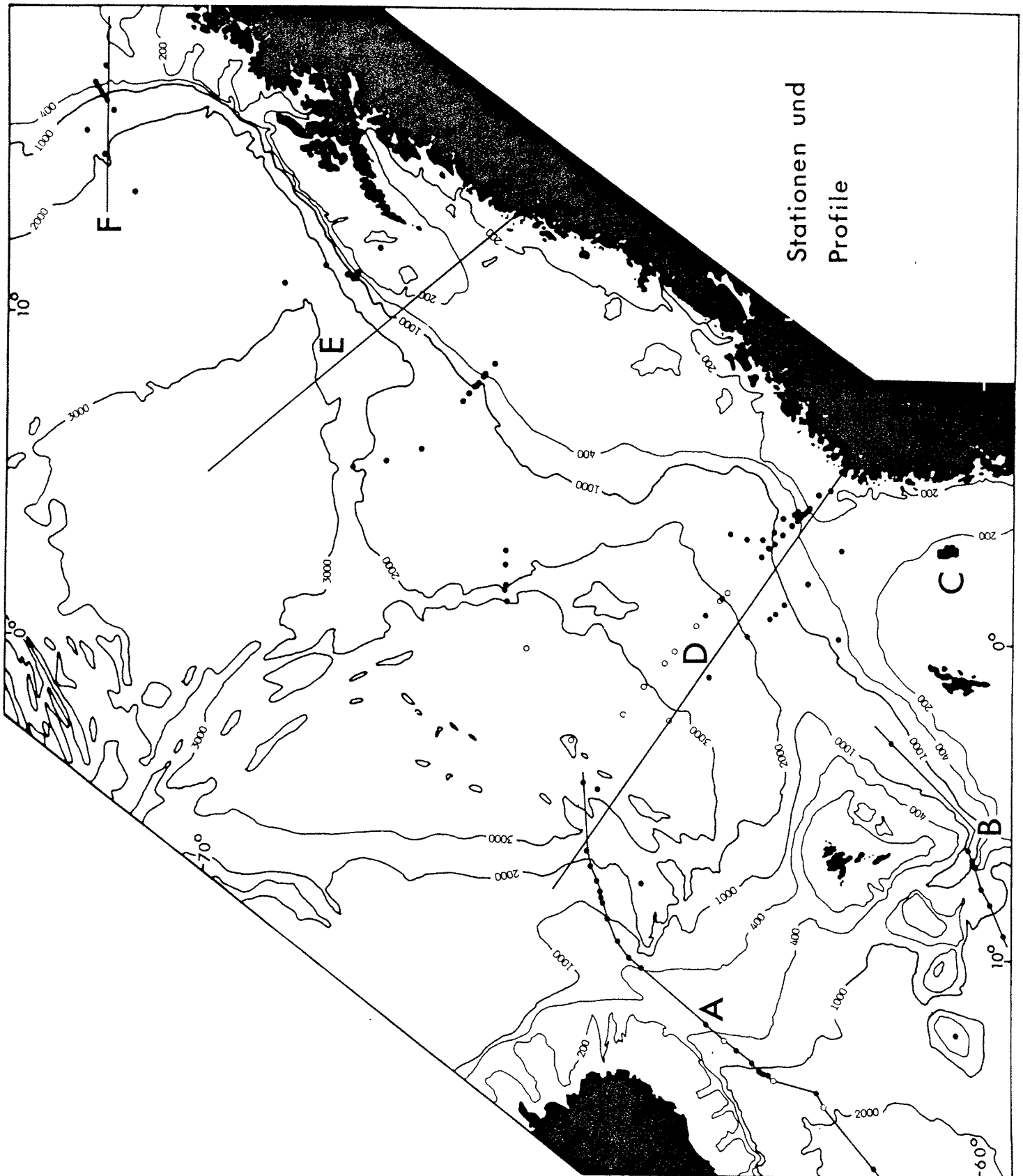
In den letzten Jahren ist aber auch deutlich geworden, daß die Verbreitung einiger häufiger und biostratigraphisch wichtiger Arten weder mit der Bathymetrie noch mit bestimmten Wassermassen korreliert werden kann (BERNSTEIN et al., 1978; LUTZE, 1980; BELANGER und STREETER, 1980; MILLER und LOHMANN, 1982; LUTZE und COULBOURN, 1984).

Die vorliegende Untersuchung soll die Grundlagen für die Interpretation pleistozäner Faunen und für paläozeanographische Rekonstruktionen verfestigen und erweitern helfen. Sie basiert auf 123 Oberflächenproben vom Island-Schottland Rücken und aus der Norwegischen See, einschließlich angrenzender Schelfgebiete (Abb. 1; Tab. 1). Alle Proben wurden mit einheitlicher Zielsetzung entnommen:

1. Die Siedlungsdichte und die Siedlungsstruktur rezenter benthischer Foraminiferen sollte erfaßt und kartiert werden.
2. Die beobachteten Verbreitungsmuster sollten in Beziehung gesetzt werden zu den heutigen Umweltbedingungen, um einzelne Faktoren oder Faktorengruppen, die die Besiedlung durch einzelne Arten oder Artengruppen entscheidend steuern, zu erkennen.
3. Mögliche allochthone Arten, die aus glazialen oder glaziomarinen Ablagerungen aufgearbeitet worden sind, sollten unterschieden werden von der autochthonen Fauna, die die jeweils untersuchten Gebiete heute bewohnt.

Die gut untersuchten hydrographischen Bedingungen in den tiefen Becken der Norwegischen See (Norwegen Becken und Lofoten Becken) ermöglichten eine Bearbeitung solcher benthischer Foraminiferenfaunen, die unter fast gleichbleibenden physikalischen und chemischen Wassermassen-Charakteristika leben. Dagegen boten die sehr unterschiedlichen Wassermassen, die heute den norwegischen Kontinentalrand, sowie die nördliche und die atlantische Flanke des Island-Schottland Rückens prägen, die Chance, das Beziehungsgeflecht zwischen Artengruppen benthischer Foraminiferen und Wassermassen zu entwirren.

Abb. 1: Bathymetrie und Lage der untersuchten Proben und Profile in der Norwegischen See und angrenzenden Gebieten



Die lebende benthische Foraminiferenfauna ist bisher in den hier bearbeiteten Gebieten nicht beschrieben worden. Dagegen sind die Vergesellschaftungen leerer Gehäuse von Teilen des Arbeitsgebietes sehr detailliert bearbeitet worden: JARKE (1958) beschrieb ein Profil über den Island-Färöer Rücken und in späteren Publikationen die benthische Foraminiferenfauna der Nordsee (1961) und der mittleren und westlichen Barents See (1960). NØRVANG (1945) untersuchte die benthische Foraminiferenfauna um Island. Die quartären Foraminiferen der Norwegischen Rinne bearbeiteten NAGY und OFSTAD (1980), VAN WEERING und QVALE (1983), FOYN (1983), LYGREN (1984) und QVALE (1985). Am südlichen norwegischen Kontinentalrand sind die Gehäuse-Vergesellschaftungen benthischer Foraminiferen von SKARBØ (1980) und SEJRUP et al. (1981) erfaßt worden. VORREN et al. (1984) und HALD und VORREN (1984) untersuchten quartäre Faunen auf dem nord-norwegischen Schelf, ØSTBY und NAGY (1982) in der Barents See. Eine zusammenfassende Bearbeitung und Darstellung der benthischen Foraminiferenfauna des norwegischen Schelfes gibt QVALE (1985). BELANGER und STREETER (1980) bearbeiteten Kern-Oberflächen aus dem bathyalen und abyssalen Europäischen Nordmeer.

3 Methodisches

3.1 Probennahme und Aufbereitung

An den in Abbildung 1 gezeigten Stationen (Positionen in Tab. 1) wurden mit Kastengreifern Oberflächenproben entnommen. Es wurden definierte Sedimentoberflächen zwischen 200 und 400 cm² in einer Mächtigkeit zwischen 0.5 und 1.5 cm beprobt. Sofort nach der Probennahme wurden die Proben in mit Bengal Rosa gefärbtem Alkohol konserviert (LUTZE, 1964). Zusätzlich wurden auf den meisten Stationen mit einer CTD-Sonde kontinuierliche Salzgehalts- und Temperaturmessungen vorgenommen. Aufgrund der Gleichförmigkeit der tiefen Wassermassen wurden die Messungen an einigen Stationen in 1000 m Wassertiefe abgebrochen (Tab. 1).

Nach der Bestimmung des Naßvolumens der Probe wurde das Sediment über 2000 µm und 63 µm naß gesiebt. Der Rückstand wurde bei 60 °C getrocknet und eingewogen. Von allen Proben, die südlich 67°N entnommen wurden, wurde zusätzlich der Pelitanteil aufgefangen, getrocknet und gewogen (Abb. 7, 8). Der Feinkornanteil der nördlichen Proben wurde von RUMOHR (unveröffentlichte Daten) bestimmt (Abb. 9a). Der CaCO₃-Gehalt und der organisch C -Gehalt des Oberflächensediments der südlichen Stationen wurde mit einem "Leco carbon-determinator EC 12" ermittelt (Abb. 7, 8). Die Karbonatgehalte der Proben nördlich 67°N sind von RUMOHR (unveröffentlichte Daten) (Abb. 9b).

Nach dem Trocknen des Rückstandes wurde die Fraktion >125 µm abgetrennt und auf ihren Gehalt an benthischen Foraminiferen untersucht. Proben, die hohe Anteile terrigenen Materials enthielten, wurden zweimal in C₂Cl₄ flotiert, um eine Anreicherung der Foraminiferengehäuse zu erzielen. Auch das nicht aufgeschwommene Material wurde Kontrolluntersuchungen unterzogen. Es mußten mehrere Zählungen, die ursprünglich nur auf flotiertem Material beruhten, in Hinblick auf die Anteile an sehr schweren und großen Arten (Cibicides subglobosum, Reophax scorpiurus, Rupertina stabilis, Cibicides refulgens) korrigiert werden.

Lebende (gefärbte) und tote (ungefärbte) Foraminiferengehäuse wurden getrennt in unterschiedlichen Unterproben nach Arten identifiziert und gezählt. Die Unterproben wurden mit einem Mikroprobenteiler, wenn möglich, so dimensioniert, daß ca. 300 benthische Foraminiferen gezählt werden konnten (sowohl lebend als auch tot). Die gezählten und nach Arten registrierten Foraminiferen wurden in den Unterproben als Belegmaterial belassen (LUTZE, 1974). Wenige Proben (offene Kreise in Abb. 1) enthielten nicht genügend lebende benthische Foraminiferen für eine statistisch verwertbare Bearbeitung. In den meisten Fällen ist nachzuweisen, daß die Sedimentoberfläche dieser Proben während des Hievens oder der Bergung des Kastengreifers ausgewaschen oder gestört worden ist. Derart gestörte Sedimentoberflächen werden daher nur in Bezug auf die Vergesellschaftung leerer Foraminiferengehäuse behandelt.

3.2 Statistische Aufarbeitung

Aufbereitung der Rohdaten

Die Häufigkeit der jeweils gezählten und registrierten lebenden und toten Arten wurde als prozentualer Anteil an der jeweiligen lebenden oder toten Gesamtfaua ausgedrückt (Tab. 2, 3). Zwei von einander unabhängige Datenmatrizen entstanden: 110 Proben gegen 182 Arten (lebend) und 123 Proben gegen 179 Arten (tot).

Der Datensatz der Lebendfauna ("Lebend-Datensatz") wurde durch die Herausnahme aller Proben, die weniger als 30 gezählte lebende Exemplare enthielten und durch die Nichtberücksichtigung aller Arten, die in keiner Probe mehr als 1 % der lebenden Gesamtfaua ausmachten, auf eine Matrix von 103 Proben gegen 146 Arten gekürzt. Der Datensatz der Totfauna ("Tot-Datensatz") enthielt nur Proben mit statistisch weiter verarbeitbaren Gesamtzählungen (Tab. 4), so daß die Zahl der Proben nicht reduziert zu werden brauchte. Die Zahl der Arten wurde analog zum 'lebenden' Pendant gekürzt. Dieses führte zu einer Ausgangsmatrix für die weitere statistische Bearbeitung von 123 Proben gegen 97 Arten.

Die nicht von vornherein zu erwartende ungefähr gleiche Anzahl 'lebender' und 'toter' Arten in den Zählungen (vgl. MURRAY, 1973) scheint zu bestätigen, daß die Größe der hier beprobten Sedimentoberflächen für eine adäquate Erfassung der lebenden benthischen Foraminiferenfauna in der Norwegischen See ausreichend ist.

Grundlagen der Hauptkomponentenanalyse

Als Hilfsmittel zur Interpretation und als Werkzeug zur Analyse der Verbreitung benthischer Foraminiferen in der Norwegischen See wurde eine Q-Modus Hauptkomponentenanalyse mit Varimax-Rotation durch das Programm CABFAC gewählt (KLOVAN und IMBRIE, 1971; IMBRIE und KIPP, 1971). Diese Methode ist wohl die am häufigsten angewandte multivariate Analyse in der Mikropaläontologie, insbesondere bei gleichen Fragestellungen wie in dieser Untersuchung (STREETER, 1972, 1973; SCHNITKER, 1974, 1984; BELANGER und STREETER, 1980; THIEDE et al., 1981; VAN WEERING und QVALE, 1983; CORLISS, 1983; PETERSON, 1984; WILLIAMSON et al., 1984; MACKENSEN et al., 1985).

Die hier angewandte Q-Modus Varimax Hauptkomponentenanalyse (früher oft fälschlich: Q-Modus Varimax Faktorenanalyse (MALMGREN und HAQ, 1982)) reduziert die unübersichtliche Zahl der Variablen (Arten) indem sie die Proben zusammenfaßt in Gruppen, die aus gleichen Variablen in ähnlichen Proportionen zusammengesetzt sind. Eine detaillierte Beschreibung der verschiedenen Methoden und eine Erklärung der mathematischen Hintergründe geben JÖRESKOG et al. (1976) und MALMGREN und HAQ (1982). Verkürzt und geometrisch stark vereinfachend läßt sich festhalten:

1. Die Variablen (Arten) werden im n-dimensionalen Raum, der durch die Proben als Koordinatenachsen aufgespannt wird, als Punkte dargestellt, wobei n der Zahl der Proben entspricht.
2. Dieses Koordinatenkreuz mit n Achsen (Proben) wird nun um seinen Ursprung gedreht mit der Maßgabe, daß eine Achse so zu liegen kommt, daß sie ein Maximum der Variation der Daten um sich erfaßt. Die Richtung dieser Achse (1. Hauptkomponente) fällt mit der der Hauptachse der ellipsoiden Punktwolke zusammen, die aus den darstellenden Punkten der Arten gebildet wird. Bei weiterer Drehung ist gefordert, daß die 2. Achse (2. Hauptkomponente) für ein Maximum der Variation in den Daten senkrecht zur 1. Hauptkomponente errichtet wird. Alle weiteren Achsen müssen dann jeweils wieder senkrecht auf allen vorherigen Achsen stehen. (Errechnet werden die Hauptkomponenten durch Berechnung von Eigenvektoren aus einer Similitätsmatrix (hier: Cosinus-Theta-Matrix).)
3. Der so geschaffene niedrig-dimensionale Raum mit den Hauptkomponenten als Achsen kann nun wiederum Rotationen unterzogen werden. Es gibt mehrere sekundäre Rotationen, die bestimmten mathematischen Kriterien genügen müssen. Der Zweck ist eine Vereinfachung der Interpretation. CABFAC rotiert nach dem Varimax Prinzip.

Als Ergebnis dieser Datenbehandlung liefert das Programm zwei Matrizen zur Interpretation:

1. In der varimax factor value Matrix wird ein Maß (Faktorenladung) für die Höhe des Anteils der jeweiligen Hauptkomponente in einer Probe gegeben. Im Lebend-Datensatz entspricht die Hauptkomponente der Artengruppe, im Tot-Datensatz der Gehäuse-Vergesellschaftung. Wie gut die tatsächliche benthische Foraminiferenfauna auf einer Station durch die in dem Modell zur Verfügung stehenden Hauptkomponenten (hier: Artengruppen oder Gehäuse-Vergesellschaftungen) wiedergegeben wird, kann an der Höhe der Kommunalität (Summe der quadrierten Faktorenladungen) abgelesen werden. Die höchst mögliche Kommunalität ist 1.
2. In der varimax factor score Matrix wird ein Maß für die Größe des Anteils einer jeweiligen Art an der Zusammensetzung der Hauptkomponente gegeben. Wie auch in der Natur, in der oft sehr wenige Arten in sehr großer Zahl vorkommen, werden Hauptkomponenten (hier: Artengruppen oder Gehäuse-Vergesellschaftungen) in der Regel von sehr wenigen Arten geprägt. Varimax factor score Werte von > 0.4 werden als statistisch signifikant angesehen (MALMGREN und HAQ, 1982).

Anwendung der Hauptkomponentenanalyse

Die zwei getrennt erstellten Datensätze für die Lebend- und die Totfauna (im Folgenden: Gesamtdatensätze) wurden, nach der ersten Reduzierung, weiterhin getrennt statistisch ausgewertet. Zwei methodische Ansätze wurden gewählt:

1. Das Programm CABFAC wurde auf die Gesamtdatensätze, die die Proben aus allen in dieser Untersuchung bearbeiteten Seegebieten umfassen, angewendet. Der reduzierte Gesamtdatensatz der Lebendfauna wurde durch die Herausnahme von Stationen, die mit einem 8-Komponenten-Modell nicht befriedigend erfaßt werden konnten (durch sehr niedrige Kommunalitäten angezeigt), schließlich auf eine Matrix von 94 Proben gegen 131 Variable (Arten) gekürzt. Das gewählte Modell, das die 131 Arten (Variable) auf 8 Artengruppen (Hauptkomponenten) reduziert, berücksichtigt 87.8 % der Varianz in den reduzierten Daten (Tab. 7). Analog wurde der reduzierte Gesamtdatensatz der Totfauna auf eine Matrix von 121 Proben gegen 93 Arten gekürzt. Das gewählte Modell reduziert die 93 Arten auf 7 Gehäuse-Vergesellschaftungen, wobei 90.1 % der Varianz berücksichtigt wurden (Tab. 9). Die Ergebnisse wurden in zwei Karten dargestellt (Abb. 2, 3).
2. Das Programm CABFAC wurde auf jeweils 4 geographisch begrenzte Teildatensätze aus den 2 Gesamtdatensätzen angewendet. Die Gesamtdatensätze der Lebend- und der Totfauna wurden in jeweils 4 Teildatensätze unterteilt. Bei der Behandlung der Teildatensätze wurde verfahren wie bei der Aufarbeitung der Gesamtdatensätze. Die Zahl der Variablen wurde durch die Herausnahme aller Arten, die nie mehr als 1 % an der Gesamtf fauna erreichen, reduziert. Die Zahl der Proben wurde durch die Nichtberücksichtigung von Proben mit niedrigen Kommunalitäten verringert. Folgende Modelle wurden gewählt:
 - Island-Schottland Rücken (lebend): 21 Proben, 82 Arten; 8 Artengruppen berücksichtigen 89.5 % der Varianz. (tot): 30 Proben, 67 Arten; 6 Gehäuse-Vergesellschaftungen berücksichtigen 87.4 % der Varianz.
 - Nördliche Nordsee (lebend): 18 Proben, 37 Arten; 3 Artengruppen berücksichtigen 99.6 % der Varianz. (tot): 18 Proben, 17 Arten; 2 Gehäuse-Vergesellschaftungen berücksichtigen 99.8 % der Varianz.
 - Südlicher norwegischer Kontinentalrand (lebend): 33 Proben, 85 Arten; 7 Artengruppen berücksichtigen 93.9 % der Varianz. (tot): 44 Proben, 63 Arten; 6 Gehäuse-Vergesellschaftungen berücksichtigen 93.0 % der Varianz.

- Nördlicher norwegischer Kontinentalrand (lebend): 24 Proben, 76 Arten; 5 Artengruppen berücksichtigen 88.9 % der Varianz. (tot): 28 Proben, 58 Arten; 6 Gehäuse-Vergesellschaftungen berücksichtigen 95.0 % der Varianz.

Die Resultate der Berechnungen aus den Teildatensätzen werden in Profilen über den Island-Färöer Rücken (A) und über den Wyville-Thomson Rücken (B) (Abb. 4), sowie in Profilebenen senkrecht zum norwegischen Kontinentalrand (D, E, F) (Abb. 5, 6) gezeigt. In die Profilebenen sind die Stationen parallel zu den Längengraden entsprechend ihrer jeweiligen Wassertiefe projiziert. Dieses Verfahren ermöglicht die Darstellung einer bathymetrisch gegliederten Verteilung, zeigt aber gleichzeitig laterale Faunenunterschiede bei gleichbleibendem Wassertiefenniveau. Dagegen wurden die Ergebnisse aus der nördlichen Nordsee (C) wegen der geringen Tiefenunterschiede als Karte dargestellt (Abb. 21).

Die Ergebnisse aus den Analysen der Teildatensätze wurden bewußt unabhängig voneinander diskutiert (Abschnitte 7.1.3, 7.2.3, 7.3.3, 7.4.3). Erst in der abschließenden Betrachtung (Kapitel 8) sollen die aus den einzelnen Regionen abgeleiteten Beziehungen verglichen und mit den Gesamtanalysen in Einklang gebracht werden.

Abb. 2: Karte der Verbreitung der 8 Artengruppen lebender benthischer Foraminiferen in der Norwegischen See und angrenzenden Gebieten. Dargestellt ist die jeweils höchste Faktorladung (Tabelle 7).

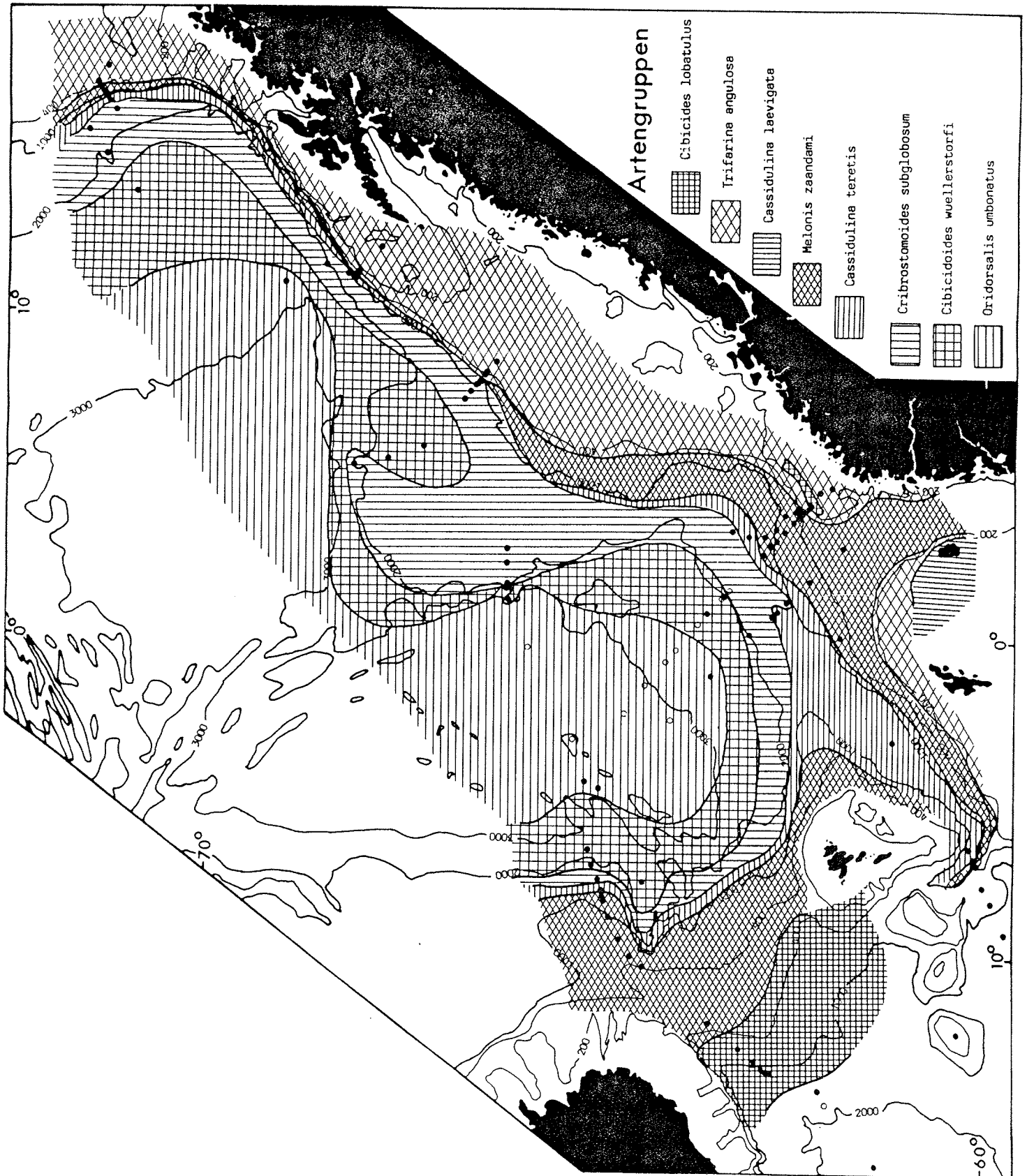
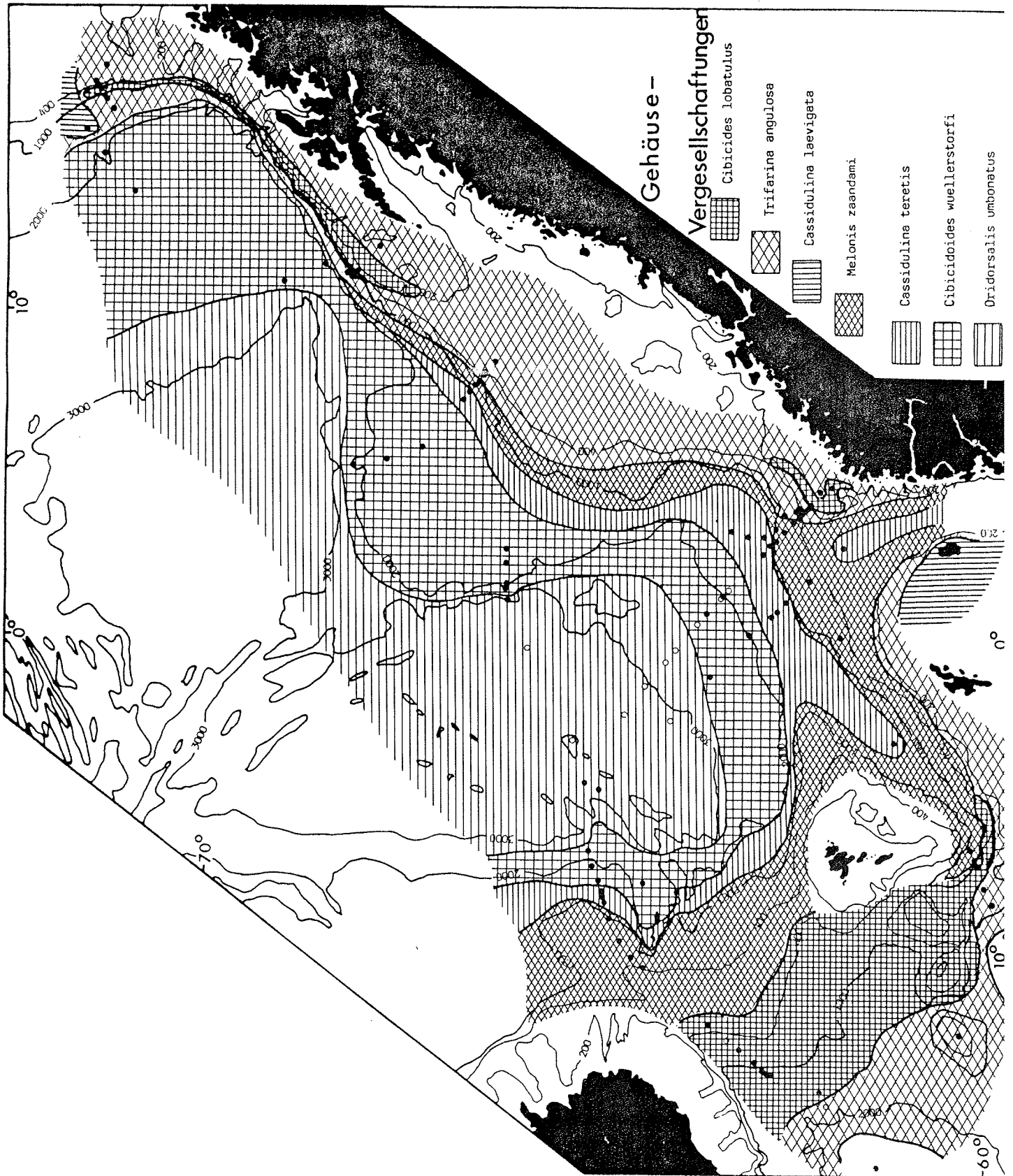


Abb. 3: Karte der Verbreitung der 7 Gehäuse-Vergesellschaftungen toter benthischer Foraminiferen in der Norwegischen See und angrenzenden Gebieten. Dargestellt ist die jeweils höchste Faktorladung (Tabelle 9).



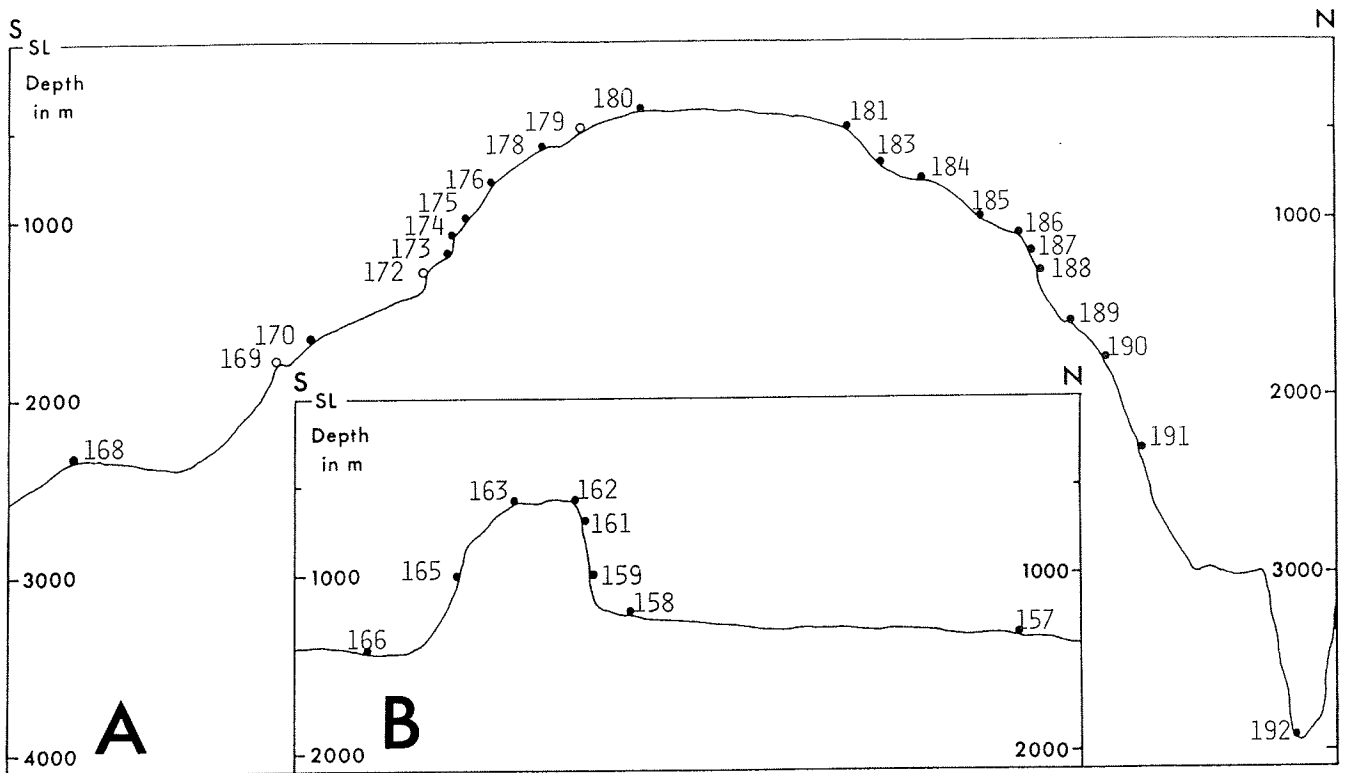


Abb. 4: Lage der Stationen auf dem Profil A über den Island-Färöer Rücken und auf dem Profil B über den Wyville-Thomson Rücken. Die Lage der Profile ist in Abb. 1 gegeben. Die Probennummern sind verkürzt: Lies 16180 statt 180.

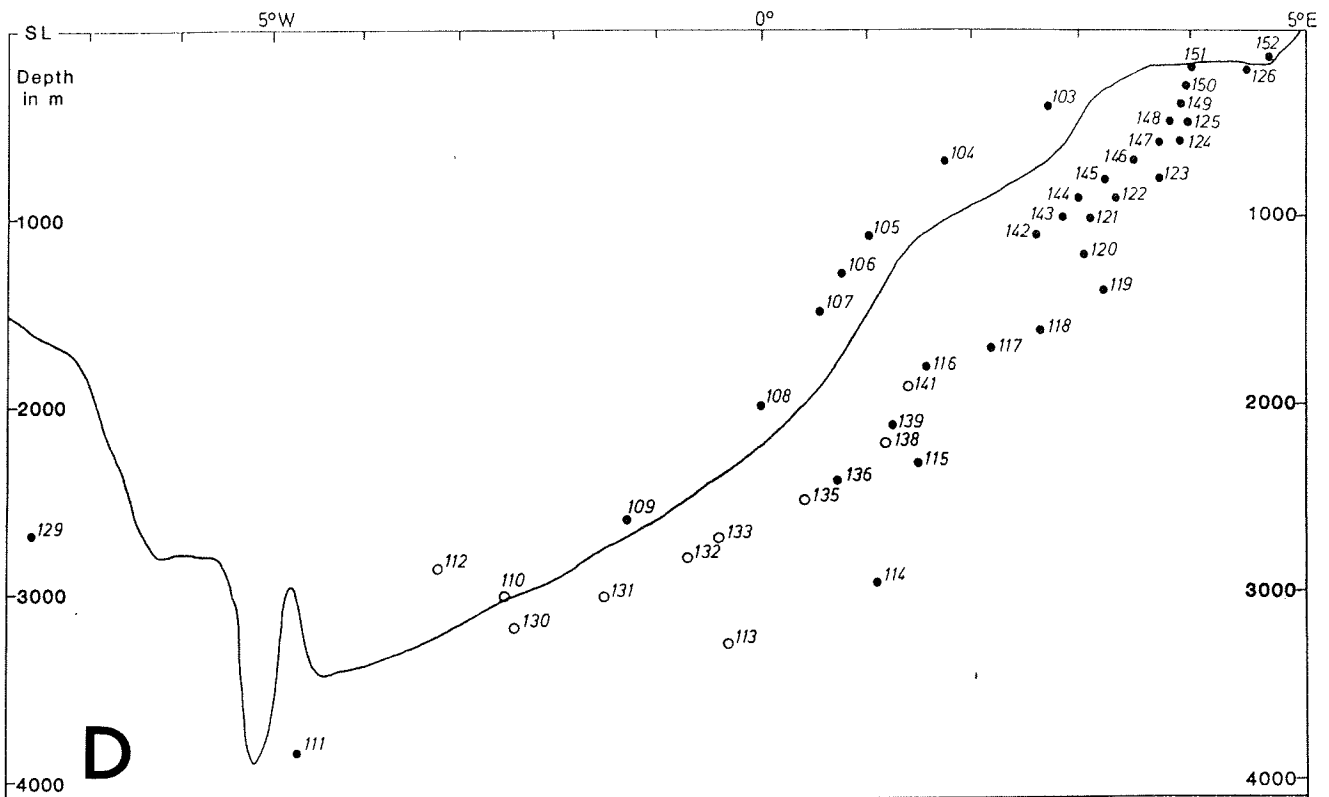


Abb. 5: Lage der Stationen auf dem Profil D senkrecht zum südlichen norwegischen Kontinentalrand. Die Stationen sind parallel zu den Längengraden entsprechend ihrer jeweiligen Tiefe in die in Abb. 1 gezeigte Profilebene projiziert. Die Probennummern sind verkürzt: Lies 16103 statt 103.

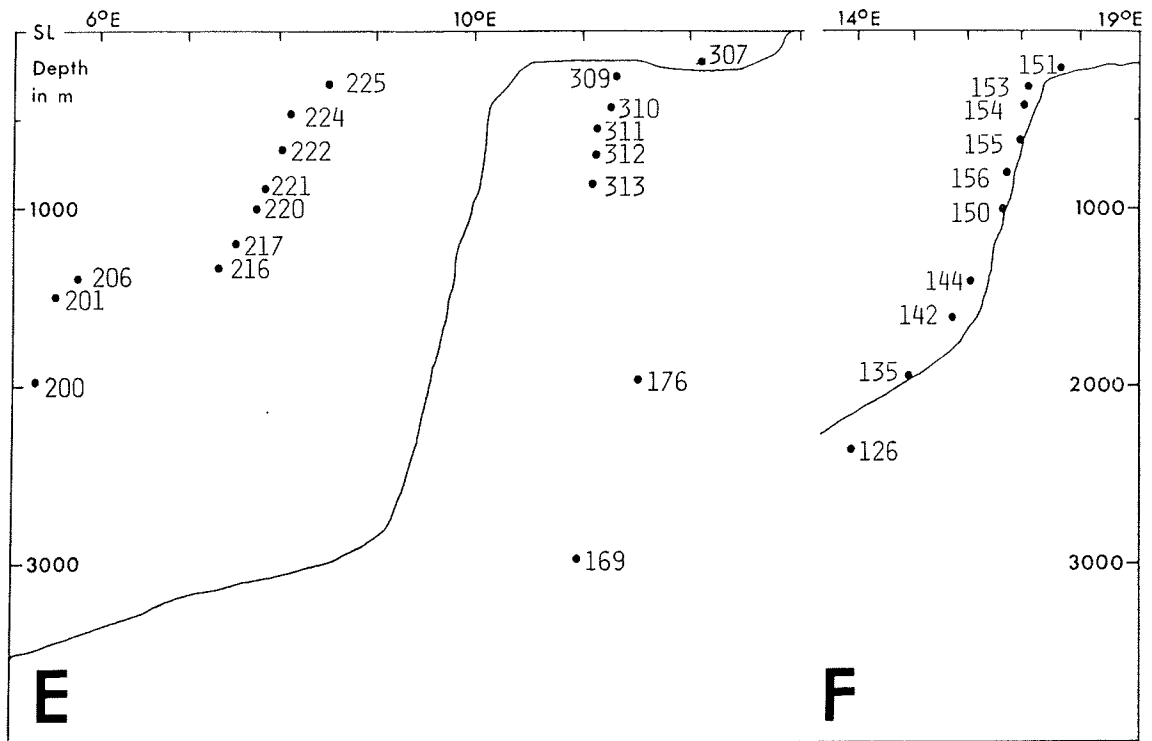


Abb. 6: Lage der Stationen auf den Profilen E und F senkrecht zum nördlichen norwegischen Kontinentalrand. Die Stationen sind parallel zu den Längengraden entsprechend ihrer jeweiligen Tiefe in die in Abb. 1 gezeigte Profilebene projiziert. Die Profilebene selber ist entlang 13°E versetzt, so daß der südöstliche Endpunkt des Profilteils E auf die selbe geographische Länge wie der westliche Anfang des Profilteils F zu liegen kommt. Die Probennummern sind verkürzt: Lies 23126 bis 23225 statt 126 bis 225, aber 16307 bis 16313 statt 307 bis 313.

4. Umwelt

4.1 Morphologie und Sedimente

Morphologie

Das Europäische Nordmeer, zwischen Grönland und Norwegen, Island und Svalbard kann längs des mittelozeanischen Rückens in die Grönland See und die Norwegische See unterteilt werden. In der Norwegischen See wiederum wird, durch die Jan Mayen Fracture Zone getrennt, ein nördliches Becken, das Lofoten Becken (3200 m Wassertiefe) und ein südliches Becken, das Norwegen Becken (3900 m) unterschieden. Zwischen diesen Becken ragt vor der Westküste Norwegens bis in ungefähr 1400m Wassertiefe ein Basalt Plateau, das Vøringplateau, auf. Die Bildung dieses Plateaus und dessen Beziehung zu den thermalen Ereignissen entlang des Grönland-Schottland Rückens und auf Jan Mayen ist unklar (THIEDE, 1983).

Die östliche Begrenzung der Norwegischen See bildet der passive Kontinentalrand vor West-Norwegen. Der norwegische Kontinentalhang weist in seinen tieferen Bereichen gewöhnlich einen Neigungsgradienten von 1:100 auf (SEJRUP et al., 1981). Oberhalb 1000 m Wassertiefe kann der Hang aber sehr viel steiler sein. Zwischen 62°35'N und 64°40'N ist ein großes Gebiet auskartiert worden, das im Spätquartär von mindestens drei großen Rutschungskatastrophen heimgesucht worden ist (BUGGE, 1983). Dort und ebenso zwischen 67°20'N und 67°50'N und westlich und nördlich der Lofoten weisen Teile des oberen Kontinentalhanges Gradienten von bis zu 1:20 auf.

Gegen Süden wird das Norwegen Becken vom Nord-Atlantik durch den Island-Schottland Rücken getrennt. Der Island-Schottland Rücken ist Teil eines Rückensystems zwischen Grönland und den britischen Inseln, das aus vulkanischen Gesteinen oberkretazischen bis rezenten Alters aufgebaut wird. Der westliche Teil des Island-Schottland Rückens, der Island-Färöer Rücken zwischen Island und den Färöern, hat eine Satteltiefe von ca. 400 m. In den östlichen Teil des Island-Schottland Rückens, zwischen den Färöern und den Shetland Inseln, schneidet sich mit ungefähr 800 m Trogtiefe der Färö-Shetland Kanal ein. Der Färö-Shetland Kanal wird gegen Süden von dem bis in 600 m Wassertiefe aufragenden Weyville-Thomson Rücken begrenzt, findet aber seine Fortsetzung, nach Westen umbiegend in dem sich stark verengenden Färöbank Kanal, südlich der Färöer.

Der Teil des Schelfes zwischen den Shetland Inseln und der Westküste Norwegens, der an das südöstliche Norwegen Becken grenzt, ist per definitionem Teil der Nordsee. Parallel zur norwegischen Westküste verläuft die Norwegische Rinne ungefähr 700 km nach Süden, wo sie dann der Südküste Norwegens folgend nach Osten und Nordosten ins Skagerrak umbiegt. Die Norwegische Rinne erreicht in ihren nördlichen Bereichen 350 - 400 m Wassertiefe, wird dann im zentralen Teil flacher und taucht schließlich auf maximale Tiefen von 700 m im Skagerrak ab. Die nördliche Nordsee zwischen der britischen Küste und dem westlichen Rand der Norwegischen Rinne ist südlich der Schelfkante als flaches Plateau zu kennzeichnen, dessen Wassertiefen größtenteils zwischen 100 und 140 m schwanken. Es gibt flachere Bänke (60 m) und Tiefs (160 m).

Sedimente am Island-Schottland Rücken

Die Südflanke des Island-Färöer Rückens und des Weyville-Thomson Rückens, sowie die flacheren Bereiche des Färö-Shetland Kanals und die angrenzende Schelfkante der nördlichen Nordsee sind von in der Hauptsache sandigen Sedimenten bedeckt, die sowohl Kies als auch Bestandteile aus der Grobsiltfraktion enthalten (Abb. 7). Die Korn-

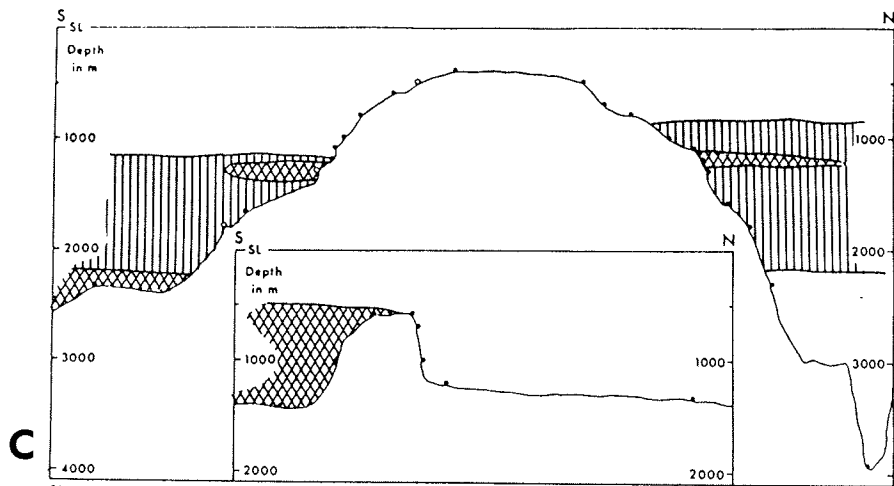
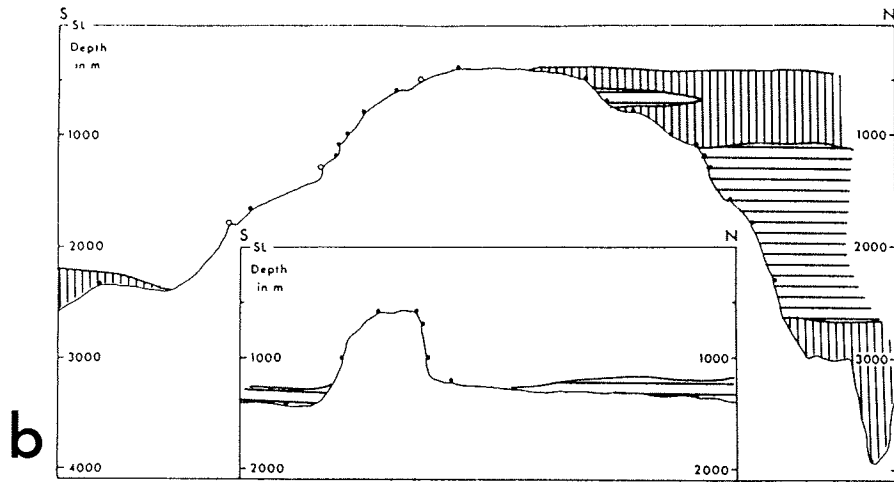
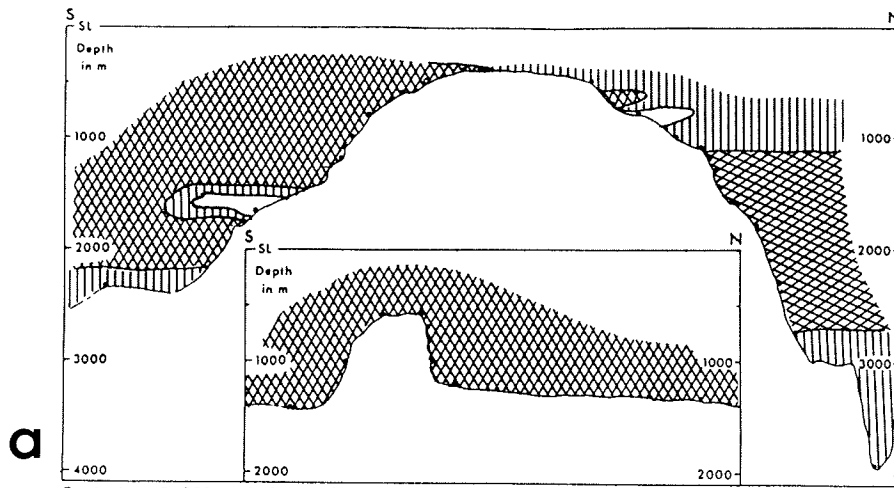


Abb. 7 a-c: Sedimentverteilung auf den in Abb. 4 gegebenen Stationen vom Island-Schottland Rücken (Profile A, B).

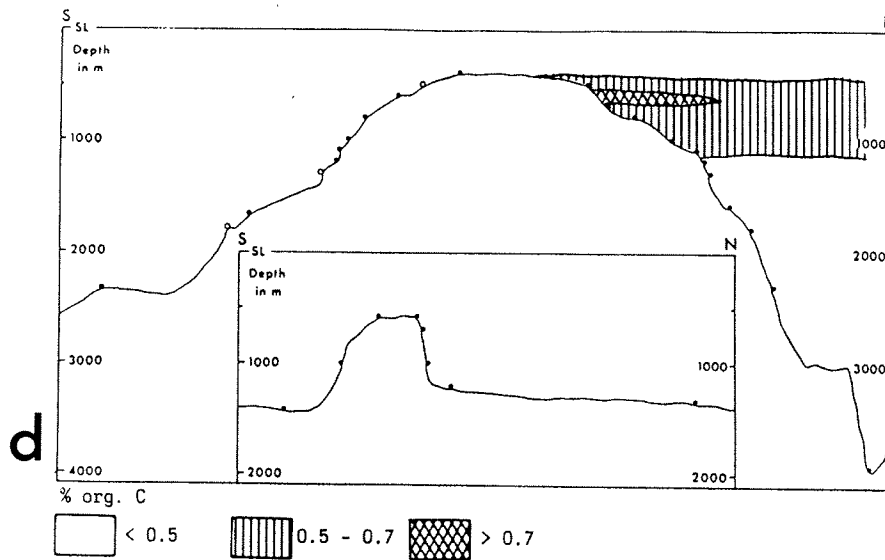


Abb. 7d: Sedimentverteilung (organisch C-Gehalt) auf den in Abb. 4 gegebenen Stationen vom Island-Schottland Rücken (Profile A, B).

größenverteilung ist bimodal oder trimodal (EISMA und VAN DER GRAAF, 1983). Dies läßt auf verschiedene Herkunftsgebiete und/oder auf unterschiedliche Transportmechanismen schließen. Zwei wichtige Sedimentbestandteile sind im gesamten Gebiet des Island-Schottland Rückens zu finden:

1. vulkanische Aschen, Glas und Schlacken (EISMA und VAN DER GRAAF, 1983; diese Untersuchung).
2. eistransportiertes Material, das nicht von Island oder den Färöern stammt (HOROWITZ, 1974).

Der Pelitanteil ist in den hier untersuchten Profilen auf den nördlichen Flanken der Rücken immer sehr viel höher als auf den atlantischen Seiten (Abb. 7b). Auch DIETRICH (1956) und JARKE (1958) beschreiben einen prinzipiellen Unterschied in der Sedimentverteilung nördlich und südlich des Island-Färöer Rückens. Es kann davon ausgegangen werden, daß auf dem Nordhang des Island-Färöer Rückens und in den tiefen Bereichen des Färö-Shetland Kanals Sedimentation andauert, während auf den flacheren Teilen des südlichen Island-Färöer Rückens, des Wyville-Thomson Rückens, des Färö-Shetland Kanals, sowie der angrenzenden Schelfgebiete, aufgrund der dort herrschenden Strömungsverhältnisse, nicht sedimentiert wird (EISMA und VAN DER GRAAF, 1983).

Der CaCO_3 -Gehalt bleibt in den flacheren Gebieten unter 10 % des Gesamtrockengewichts, steigt dann aber nördlich und südlich des Island-Färöer Rückens unterhalb von 1000 m auf über 30 % an (EISMA und VAN DER GRAAF, 1983; Abb. 7c). Auf dem Scheitel des Wyville-Thomson Rückens liegt der Kalkgehalt höher, zwischen 15 und 30 % in Wassertiefen von 600 m (Abb. 7c). Das Kalziumkarbonat ist hauptsächlich organischer Herkunft: Foraminiferen und Coccolithen, in den flacheren Gebieten Pteropoden und andere Gastropoden, Muschelklappen und Schalenbruchstücke und in manchen Proben sehr häufig, fossile Balanus-Bruchstücke.

Einzig auf der Nordflanke des Island-Färöer Rückens, in Wassertiefen zwischen 500 und 1000 m, sind organisch C -Gehalte >0.5 % gemessen worden (Abb. 7d).

Sedimente am südlichen norwegischen Kontinentalrand

Die Oberflächensedimente des südlichen norwegischen Kontinentalrandes können in drei Gruppen zusammengefaßt werden.

Die erste Gruppe umfaßt die pelagischen Sedimente mit einem CaCO_3 -Gehalt $>30\%$. Das Kalziumkarbonat ist organischer Herkunft: Foraminiferen und Coccolithen. Die zwei tiefsten Proben im Untersuchungsgebiet (3940 m) weisen einen CaCO_3 -Gehalt um nur 10% auf. Die Lage dieser Stationen in einer engen Rinne macht jedoch eine Verdünnung durch terrigenes Material wahrscheinlich. Die obere Berggrenzung des kalkreichen Sediments, ist in Wassertiefen zwischen 1500 und 1600 m zu finden (Abb. 8c). Korngrößenanalysen zeigen, daß die Höhe des Sandgehalts sehr variabel sein kann (Abb. 8a). Dieses wird auf den unterschiedlich hohen Anteil planktischer Foraminiferen zurückgeführt. Zwei prinzipielle Interpretationen sind möglich:

1. örtliches Auswaschen oder Verhinderung der Sedimentation des Feinkornanteils $<63\ \mu\text{m}$.
2. unterschiedlich hoher Sandeintrag.

Zu 1.: Schon Bodenströmungen mit Strömungsgeschwindigkeiten von $10\ \text{cm/sec}$ sind in der Lage die Sedimentation von Ton und Siltpartikeln zu verhindern. Zusätzlich können sich die Strömungsgeschwindigkeiten an morphologischen Irregularitäten vervielfachen. Der hohe Sandgehalt der Probe 16112 (Abb. 8a,b), entnommen auf einem sea-mount im Zentrum des Norwegen Beckens, ist durch eine derartig bedingte Abreicherung zu erklären.

Zu 2.: An Grenzflächen zwischen Wasserkörpern, die sich mit unterschiedlicher Geschwindigkeit in vielleicht noch verschiedene Richtungen bewegen, werden oftmals tiefere nährsalzreiche Wassermassen in die produktive Zone transportiert. Dieses sind dann Bereiche hoher Primärproduktion. Im Norwegen Becken wird eine solche Zone hoher Primärproduktion an der Westgrenze des Norwegenstromes (Arktikfront), der als Teil des nordatlantischen Driftsystems atlantisches Wasser nach Norden führt, vermutet (Abb. 8,13). Die hohe Primärproduktion kann zu einer vermehrten Produktion von planktischen Foraminiferengehäusen führen. Diese würden dann eine Anreicherung der Sandfraktion im Sediment verursachen. In den Sedimenten unterhalb der Arktikfront sind im Norwegen Becken in Wassertiefen zwischen 2000 und 3000 m hohe Sandgehalte nachgewiesen worden (MACKENSEN et al., 1985).

Die zweite Gruppe der Oberflächensedimente setzt sich aus hemipelagischen und terrigenen Ablagerungen zusammen, die den unteren und mittleren Kontinentalhang bedecken. Die Untergrenze dieser in der Hauptsache pelitischen Sedimente mit Kalkgehalten zwischen 15 und 30% ist zwischen 1500 und 1600 m Wassertiefe zu finden (Abb. 8b,c). Unterhalb der Norwegischen Rinne ist der Karbonatgehalt etwas höher. HOLTEDAHL (1981) nennt diese Sedimente Storegga Mud. Sie sind Produkt einer Auswaschung glaziomarer Sedimente des oberen Kontinentalhanges und des Schelfes, und somit den holozänen Strömungsverhältnissen zugeordnet (HOLTEDAHL, 1981; HOLTEDAHL und BJERKLI, 1982). Die feinkörnigsten Sedimente (mehr als 90% des Gesamtrockengewichts sind $<63\ \mu\text{m}$) werden zwischen 1100 und 1500 m Wassertiefe abgelagert (Abb. 8b). Bis auf Ausnahmen auf zwei Stationen, in denen das Sedimentationsmilieu von der Norwegischen Rinne beeinflusst wird, sind in den hier untersuchten Proben nur unterhalb von 800 m Wassertiefe organisch C-reiche Oberflächensedimente gefunden worden. Aus diesen Tiefen berichtet JANSEN et al. (1983) von hohen Sedimentationsraten. Zusätzlich scheint eine Beziehung zwischen der Obergrenze der organisch C-reichen Sedimente und der oberen Begrenzung der sehr feinkörnigen Sedimente zu bestehen. Dies kann bedeuten, daß Strömungen oberhalb 800 m noch stark genug sind, die Sedimentation feinen organischen Materials zu behindern.

Der Kontinentalhang oberhalb 600 m Wassertiefe und die Schelfkante wird von einem kiesigen Sand bis sandigen Kies, der oft Steine enthält, bedeckt. Dieses Sediment, von HOLTEDAHL (1981) Aktivneset Sand genannt, bildet eine dünne Decke von meist nicht mehr als 50 cm Mächtigkeit über glaziomarin Ablagerungen. Es wird als Restsediment angesprochen.

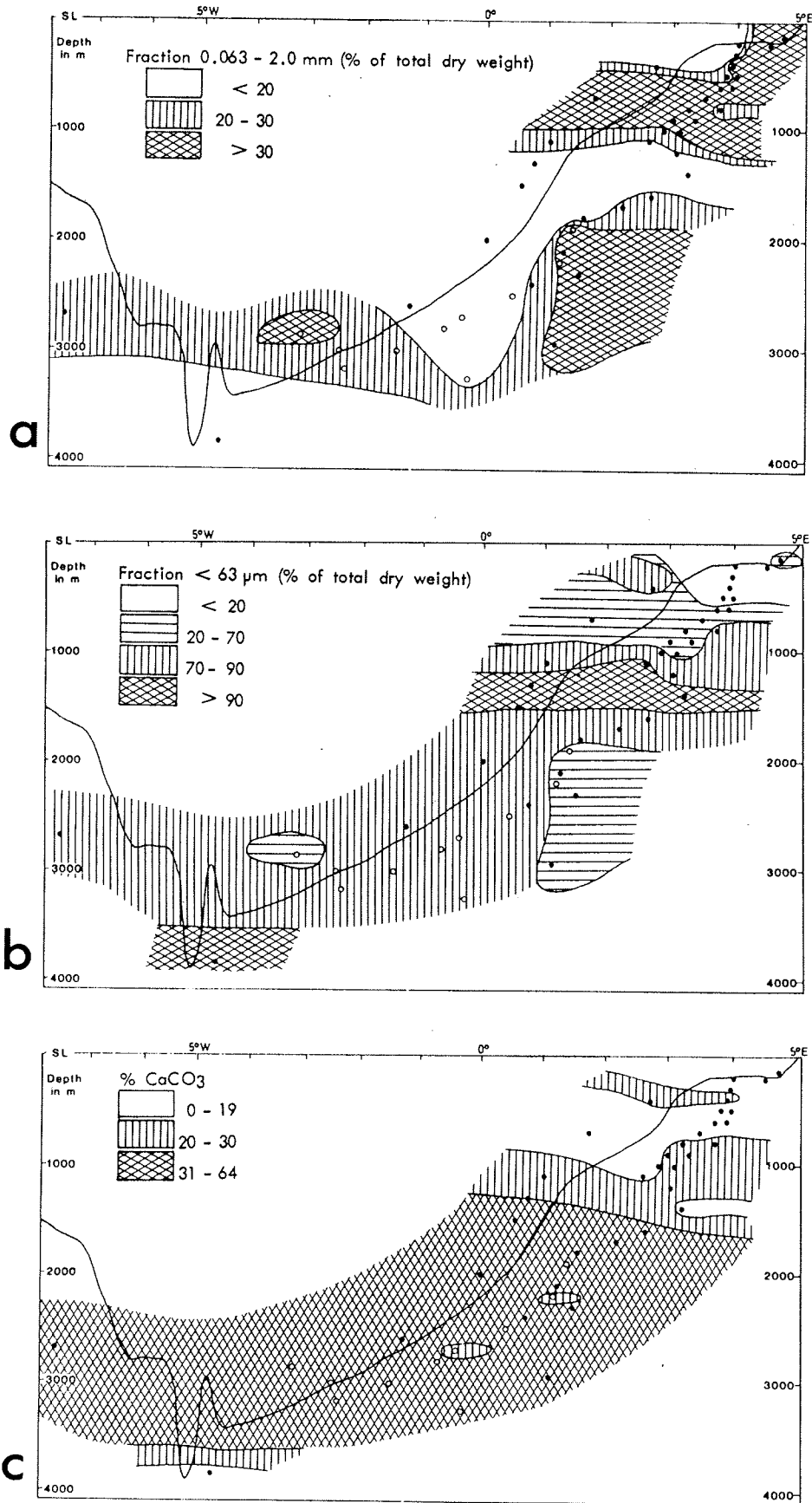


Abb. 8 a-c: Sedimentverteilung auf den in Abb. 5 gegebenen Stationen vom südlichen norwegischen Kontinentalrand (Profil D).

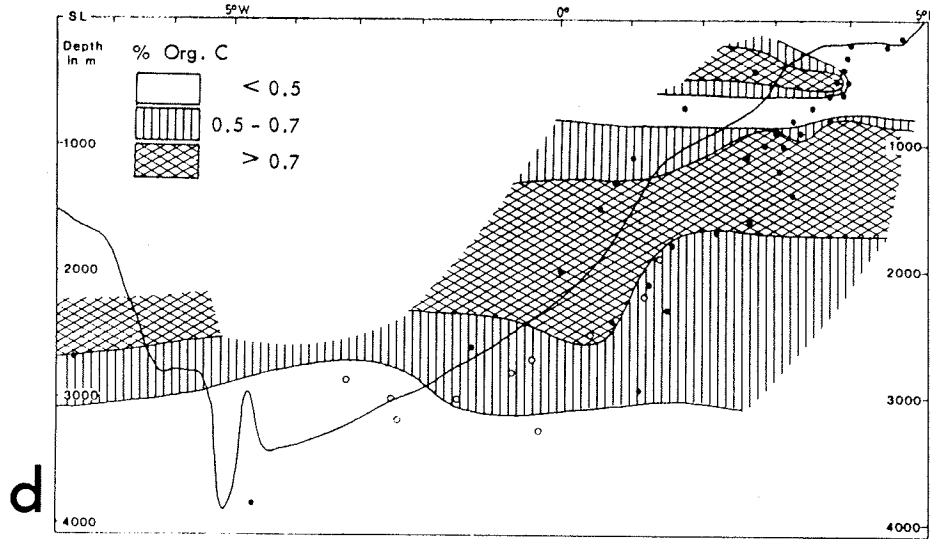


Abb. 8d: Sedimentverteilung (organisch C-Gehalt) auf den in Abb. 5 gegebenen Stationen vom südlichen norwegischen Kontinentalrand (Profil D).

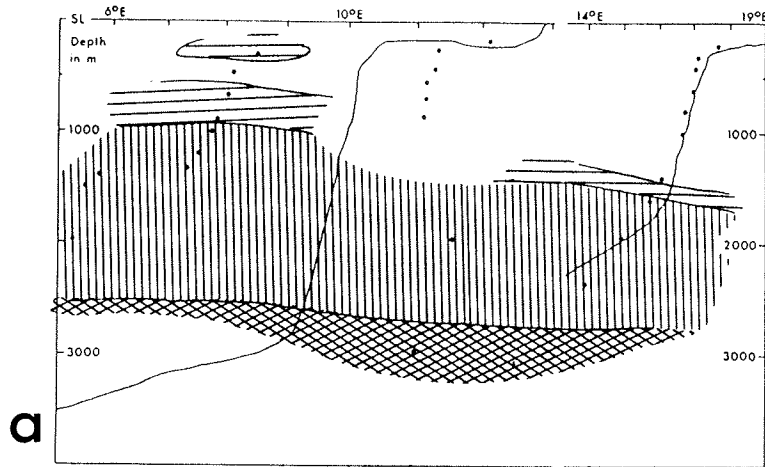
Sedimente am nördlichen norwegischen Kontinentalrand

Die Anwendung der von HOLTEDAHL (1981) und MACKENSEN et al. (1985) für das Norwegen Becken vorgeschlagenen Klassifikation der Oberflächensedimente auf das Lofoten Becken und den nördlichen Kontinentalrand zeigt:

Die 30 % CaCO₃-Isolinie, die als die obere Begrenzung hauptsächlich pelagischer Sedimentation angesehen werden kann, steigt aus dem Norwegen Becken von 1500/1600 m Wassertiefe, der Küste folgend, über das Vøringplateau auf 1300/1400 m an und sinkt dann im Lofoten Becken auf unter 2000 m (Abb. 9b). Hier spiegelt sich der verstärkte, auch heute noch andauernde Sedimenteintrag wider, der vor Nord-Norwegen durch extrem steile Abschnitte des Kontinentalhanges und durch zusätzliche, hydrographisch bedingte Transportmechanismen weiter in die Tiefsee reicht (MACKENSEN und QVALE, 1985; diese Untersuchung).

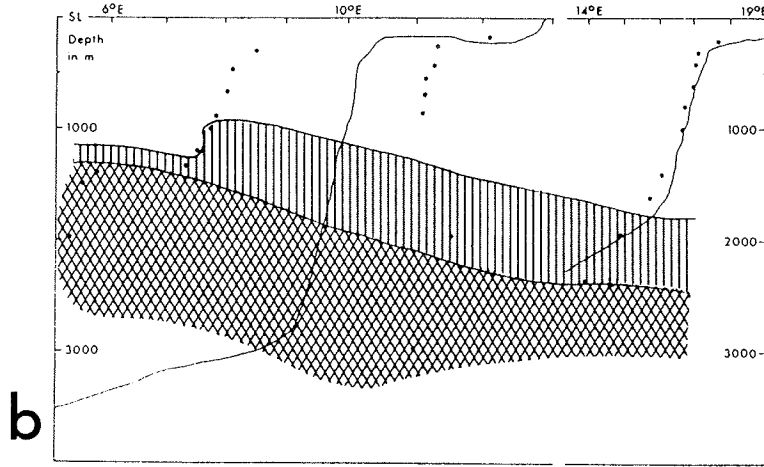
Auch die wenig tiefer als im Süden gelegene Basis des Norwegenstromes führt dazu, daß das feinkörnige Material, das auf dem äußeren Schelf und am oberen Kontinentalhang ausgewaschen wird (VORREN et al., 1984), tiefer als im südlichen Norwegen Becken zur Ruhe kommt und sedimentiert. RUMOHR (1985; pers. Mitteilung) weist unterhalb des Norwegenstroms mit der Tiefe steigende Silt- und Tongehalte des Oberflächensediments, sowie steigende Akkumulationsraten nach (Abb. 9a).

Der oberste Kontinentalhang, die Schelfkante und die Bänke auf dem äußeren Schelf sind von kiesigen Sanden und Steinen bedeckt (HOLTEDAHL und BJERKLI, 1975; HALD und VORREN, 1984). In den Tiefs und Rinnen des nördlichen norwegischen Schelfes herrschen Sande und siltig tonige Sande vor (HALD und VORREN, 1984).



Fraktion < 63 μm (% of total dry weight)

□	< 20	▨	20 - 60	▩	60 - 90	▩	> 90
---	------	---	---------	---	---------	---	------



% CaCO₃

□	0 - 19	▨	20 - 30	▩	31 - 41
---	--------	---	---------	---	---------

Abb. 9 a, b: Sedimentverteilung auf den in Abb. 6 gegebenen Stationen vom nördlichen norwegischen Kontinentalrand (Profile E, F).

4.2 Hydrographie

Wassermassen am Island-Färöer Rücken

Die hydrographischen Bedingungen an der Grenzschwelle zwischen Atlantik und Norwegischer See sind mannigfaltig und kompliziert. Vereinfachend lassen sich folgende Wassermassen unterscheiden:

1. Das Nordatlantische Wasser (NAW) wird von LEE (1967) mit einem Salzgehalt von 35.33 ‰ und einer Temperatur von 9 °C beschrieben. DIETRICH (1957) gibt eine T-S Beziehung von 9.5 °C und 35.35 ‰ an (Abb. 10). Diese Wassermasse strömt in der Hauptsache durch den Färö-Shetland Kanal in die Norwegische See, in der sie als Norwegenstrom und später als Spitzbergenstrom und Nordkapstrom entlang des norwegischen Kontinentalrandes nach Norden fließt.
2. Das Tiefenwasser der Norwegischen See (NSDW) ist homohalin bei einem Salzgehalt von 34.92 ‰ (MOSBY, 1959). Die Temperatur ist mit LEE (1967) auf -0.4 °C definiert worden. Sie entspricht damit der von MOSBY gemessenen Temperatur im Norwegen Becken in 800 m Wassertiefe. 800 m Wassertiefe erreicht auch der tiefste Durchlaß im Färöbank Kanal. Dieses NSDW wird in der Grönland See und wahrscheinlich auch zu einem Teil in der Norwegischen See durch Abkühlung des warmen, relativ salzreichen NAW gebildet. Der Prozeß der Tiefenwasserbildung ist jedoch noch nicht endgültig geklärt. PETERSON und ROTH (1976) nehmen aufgrund von Tritium- und ¹⁴C -Messungen an, daß die Bildung des NSDW getrennt von der Bildung des homohalinen und homothermalen Bodenwassers der Norwegischen See (NSBW) vor sich geht. Der größere Teil des Overflow über den Grönland-Schottland Rücken entstammt demnach dem NSDW über der permanenten Pyknokline in der Norwegischen See.
3. Die zweite wichtige Komponente des Overflow bildet das Nordisländische Winterwasser (NIW), das STEFANSSON (1962) zwischen 2 und 3 °C Temperatur und 34.85 und 34.90 ‰ Salinität beschreibt. LEE (1967) definiert das T-S Verhältnis auf 2.5 °C und 34.88 ‰. Das NIW wird auf dem Schelf nördlich und nordöstlich vor Island im späten Winter durch die vertikale Mischung atlantischen und arktischen Wassers gebildet (STEFANSSON, 1962).
4. LEE (1967) definiert auf dem nördlichen Hang des Island-Färöer Rückens in 300 bis 400 m Wassertiefe eine dritte Wassermasse, die am Overflow beteiligt ist. Er nennt diese Wassermasse "east-icelandic water" (EIW), da sie den unteren Teil des Ostgrönlandstromes bildet und charakterisiert sie durch eine Temperatur von 0 °C und 34.86 ‰ Salinität. Der darstellende Punkt dieser Wassermasse im T-S Diagramm liegt links der gedachten Verbindung zwischen NIW und NSDW (Abb. 10).

Das schwere NSDW, mit geringen Beimengungen von NIW, durchströmt den engen und tiefen Färöbank Kanal südwestlich der Färöer ca. 100 m über dem Meeresboden in 760 m Wassertiefe mit Geschwindigkeiten bis zu 109 cm/sec (CREASE, 1965). Zusätzlich erfolgt ein zeitweises Überströmen des Island-Färöer Rückens durch eine Mischung aus NSDW und NIW, und im nordwestlichen Bereich EIW (TAIT et al., 1967; LEE, 1967). Dauermessungen auf den internationalen Overflow-Expeditionen 1960 (TAIT (Hrsg.), 1967) und 1973 (MEINCKE, 1983) zeigten, daß das Überströmen des Rückens zeitlichen Schwankungen unterliegt. Jedoch ist der Ausstrom durch den Färöbank Kanal kontinuierlich (CREASE, 1965; LEE, 1967; MEINCKE, 1983; SWIFT, 1984). Durch die Coriolis Beschleunigung wird dieser Ausstrom parallel zu den Tiefenkonturen des atlantischen Hanges des Island-Färöer Rückens bis weit nach Nordwesten geleitet (JOSEPH, 1967), so daß die hydrographischen Bedingungen am unteren Hang des Rückens durch diese Wassermassen (90 % NSDW, 10 % NIW (HERMANN, 1967)) bestimmt werden (Abb. 11).

Die T-S Verhältnisse, die parallel zur Probennahme für diese Untersuchung ermittelt worden sind, wurden den aus diesem Seegebiet beschriebenen Wassermassen zugeordnet (Abb. 10) und schematisch in Abbildung 11 dargestellt. Abbildung 12 zeigt

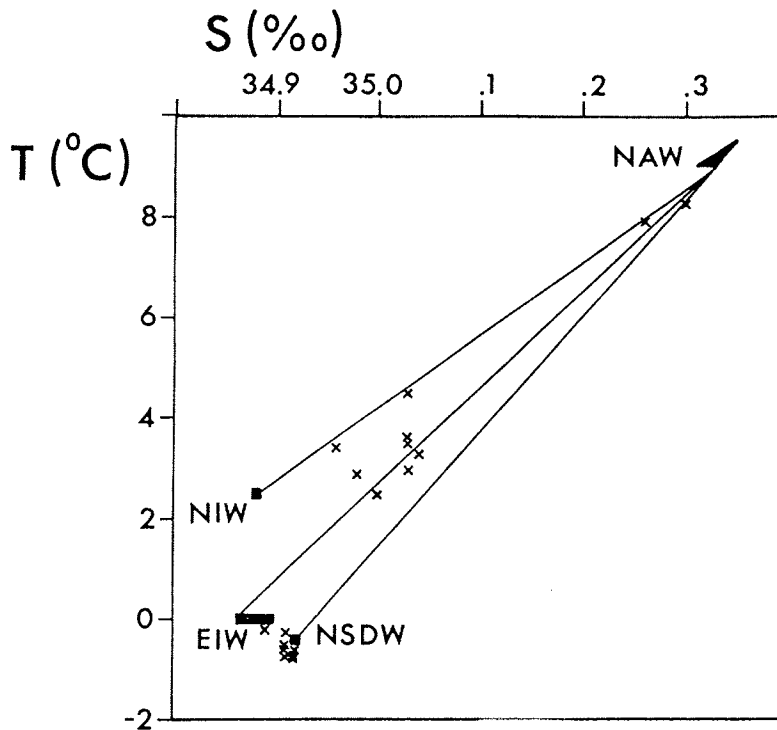


Abb. 10: T - S - Diagramm der Wassermassen im Gebiet des Island-Schottland Rückens. Die für die einzelnen Wassermassen charakteristischen Wertebereiche aus der Literatur sind schwarz gehalten. Die von LEE (1967) gegebenen charakteristischen Wertepaare sind durch Linien verbunden. Die für vorliegende Untersuchung gemessenen Temperaturen und Salzgehalte sind durch x dargestellt. (NAW = Nordatlantisches Wasser; NIW = Nordisländisches Winterwasser; EIW = Ostisländisches Wasser; NSDW = Norwegische See Tiefenwasser)

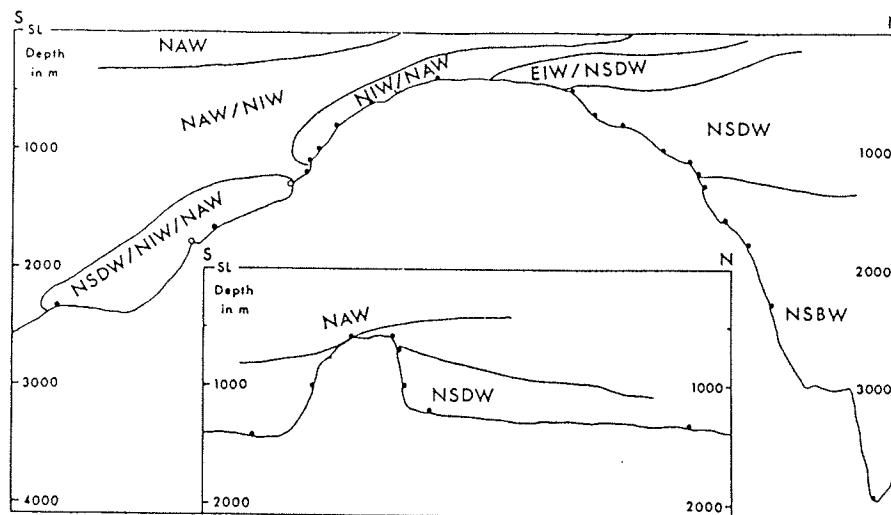


Abb. 11: Schematische Darstellung der Wassermassen in den untersuchten Profilen A und B über den Island-Schottland Rücken (Abb. 1) zur Zeit der Probenahme für diese Untersuchung. (NSBW = Norwegische See Bodenwasser)

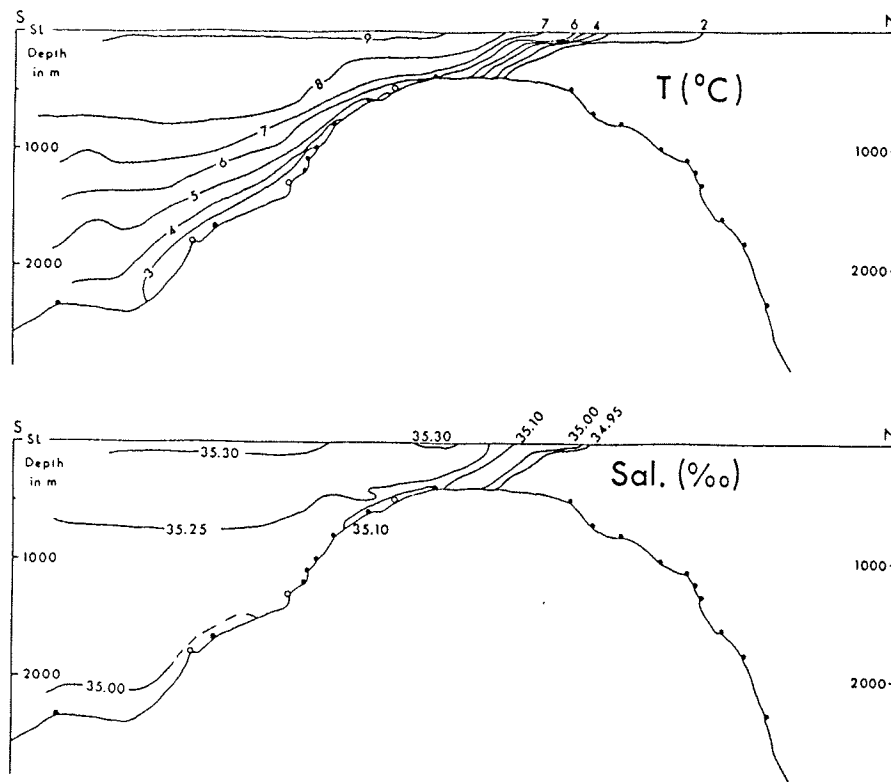


Abb 12: Temperaturen und Salzgehalte der Wassermassen über dem Island-Färöer Rücken in dem in Abb. 1 dargestellten Profil A. Die Daten sind zusammengezeichnet aus TAIT et al. (1967).

die Verteilung des Salzgehaltes und der Temperatur vom 30.5. - 2.6.1960 in dem hier bearbeitetem Profil A (Daten aus TAIT et al., 1967). Wird mit TAIT et al. (1967) angenommen, daß die 2°-Isotherme, beziehungsweise die 34.96 ‰-Isohaline die Begrenzung des relativ unvermischten arktischen Tiefenwassers widerspiegelt, ist die Übereinstimmung mit der hydrographischen Situation, die am 5.6. - 7.6.1983 während der Probennahme für diese Untersuchung in Bodennähe gemessen wurden, sehr gut. In beiden Fällen wird in dem untersuchten Profil der Scheitel des Island-Färöer Rückens nicht von unverdünnten arktischen Wassermassen überströmt.

Wassermassen der nördlichen Nordsee

Drei Wassermassen lassen sich unterscheiden:

1. Ein Teil des zwischen den Shetlands und den Färöern in die Norwegische See einströmenden atlantischen Wassers fließt nach Osten zwischen den Shetlands und Norwegen in die nördliche Nordsee. LEE (1970, 1980) charakterisiert das NAW in der nördlichen Nordsee durch eine Salinität von >35 ‰ und Temperaturen, die im Sommer zwischen 13° und 15° C und im Winter zwischen 5° und 7° C variieren.
2. Das Wasser des Norwegischen Küstenstromes (NCCW) entstammt hauptsächlich der Ostsee und den Entwässerungssystemen der angrenzenden skandinavischen und westeuropäischen Länder. Das NCCW fließt entlang der norwegischen Küste nach Norden. Der Salzgehalt ist in der Regel <34.00 ‰ und die Temperaturen wechseln, je nach Jahreszeit zwischen 2° bis 5° C und 15° bis 17° C (LEE, 1970).
3. Auf dem nördlichen Nordseeplateau läßt sich eine intermediäre Wassermasse (LAEVASTU, 1963; LEE, 1970: secondary water mass) unterscheiden. LEE (1970) gibt 5 bis 6° C beziehungsweise 13 bis 15° C und 34.5 bis 35.0 ‰ an.

Der Norwegische Küstenstrom fließt in der Norwegischen Rinne aufgrund seiner niedrigeren Dichte über den Wassermassen atlantischer Herkunft. Durch Abkühlung und geringere Süßwasserzufuhr im Winter kann die Sohle dieses Stromes von 40 - 50 m im Sommer, auf 200 - 300 m im Winter absinken. Damit werden östliche Bereiche der Norwegischen Rinne zeitweise von NCCW erfüllt. Dagegen ist der Westhang und das hier bearbeitete Osebergfeld immer von Wassermassen atlantischen Ursprungs bedeckt (SÆTRE und MORK, 1981).

Wassermassen am südlichen norwegischen Kontinentalrand

Der größte Teil des NAW (Salinität $>35.0 \text{ ‰}$, Oberflächentemperatur $6 - 14^{\circ} \text{ C}$) fließt als Norwegenstrom entlang des norwegischen Kontinentalrandes nach Norden. Die höchste Geschwindigkeit erreicht der Strom vor West-Norwegen über dem obersten Kontinentalhang (LJØEN und NAKKEN, 1969). Auf dem Schelf unterliegen die Bodenströmungen großen räumlichen und zeitlichen Veränderungen. Im Osten der Halten Bank ($64^{\circ}30' \text{ N}$) sind in Tiefen von 335 und 400 m Durchschnittsgeschwindigkeiten von 4.9 und 6.2 cm/sec und Maximalgeschwindigkeiten von 42.0 und 44.0 cm/sec gemessen worden (HOLTEDAHL und BJERKLI, 1982, S. 208).

In der südlichen Norwegischen See reicht das NAW gewöhnlich nicht tiefer als 500 m, und bedeckt damit die Schelfgebiete und den oberen Kontinentalhang (MOSBY, 1972). Nahe der norwegischen Küste liegt das NCCW als niedrig saliner Keil dem dichteren NAW auf. Unter dem NAW bildet ein Mischwasser (TL = Transition Layer) von variierender Mächtigkeit den Übergang zum homohalinen NSDW (MOSBY, 1959). NSDW und TL zusammen sind in der Nähe des Kontinentalrandes nur 200 m mächtig. Diese Wasserschichten keilen gegen den Kontinentalhang aus, da die permanente Pyknokline, die definitionsgemäß die Grenze zum homohalinen und homothermalen NSBW bildet, in der Nähe des Kontinentalrandes nach oben gebogen ist (MOSBY, 1959, 1970, 1972; SCHOTT und EHRHARDT, 1973; PETERSON und ROUTH, 1976). Abbildung 13A illustriert die Verteilung der Wassermassen in der Norwegischen See 1935 und 1936 in dem Profil D (Abb. 1, 5) (Daten aus MOSBY, 1959, 1972). Abbildung 13B zeigt die Wassermassenverteilung auf dem Kontinentalhang, wie sie im August und November 1982 während der Probennahme für diese Untersuchung gemessen wurde (Tab. 1). Beide Datensätze zeigen deutlich, daß die Schichtung der Bodenwassermassen, in denen die benthischen Organismen leben müssen, in bestimmten Abschnitten auf dem Kontinentalhang nicht mit der Schichtung der Wassermassen im offenen Becken übereinstimmt. Dieses ist in früheren Arbeiten über benthische Foraminiferen in der Norwegischen See nicht berücksichtigt worden (BELANGER und STREETER, 1980; SKARBØ, 1980; SEJRUP et al., 1981; JANSEN et al., 1983).

Wassermassen am nördlichen norwegischen Kontinentalrand

Auf seinem Weg vom Färö-Shetland Kanal ins Lofoten Becken wird das NAW in seinen oberflächennahen Schichten durch Radiation, Evaporation und Niederschläge und in seinen tieferen Schichten durch Mischungsprozesse beeinflusst. Die Folge ist eine graduelle Abnahme von Salzgehalt und Temperatur mit zunehmender geographischer Breite. MOSBY (1970) berechnet eine durchschnittliche Temperaturabnahme von 0.40° C pro 1° Nördlicher Breite und eine Salzgehaltsabnahme von 0.03 ‰ pro 1° Nördlicher Breite. Die Untergrenze des NAW sinkt im Norden auf 700 m Wassertiefe (MOSBY, 1972). Während der Probennahme für diese Untersuchung, im August 1983, wurde die 35 ‰ Isolinie, als NAW Untergrenze, auf 68° N in 460 m Tiefe am Hang angetroffen. Auf Höhe des $66.$ Breitengrades schwanken die Oberflächentemperaturen zwischen einem Maximum von $13 - 14^{\circ} \text{ C}$ im August und einem Minimum von $6 - 7^{\circ} \text{ C}$ im März/April (MOSBY, 1968).

Maximale Strömungsgeschwindigkeiten von 48 cm/sec (im Durchschnitt 10 cm/sec) wurden 5 m über dem Boden auf dem Tromsø vorgelagerten Schelf gemessen (VORREN et al., 1984). In der Nähe der Schelfkante und auf dem Malangsrunden (70° N) wurden Geschwindigkeiten von 50 - 70 cm/sec gemessen (EIDE, 1978; VORREN et al., 1984, S. 231).

Im Norden wird der epikontinentalen Barents See noch warmes und salzreiches NAW durch einen Zweig des Norwegenstromes, den Nordkapstrom, zugeführt. Die Bodenwassertemperaturen können in der Bjørnøy-Rinne 5° C (April) erreichen und die Salinität liegt noch über 35 ‰ (ØSTBY und NAGY, 1982). Die starke Abkühlung im Winter und besonders die Eisbildung erzeugen in den Tiefs der östlichen Barents See schweres, homohalines Bodenwasser. Es wird vermutet, daß dieses Barents See Winterwasser zur Bodenwasserbildung in der Norwegischen See beiträgt (MOSBY, 1968, S. 21).

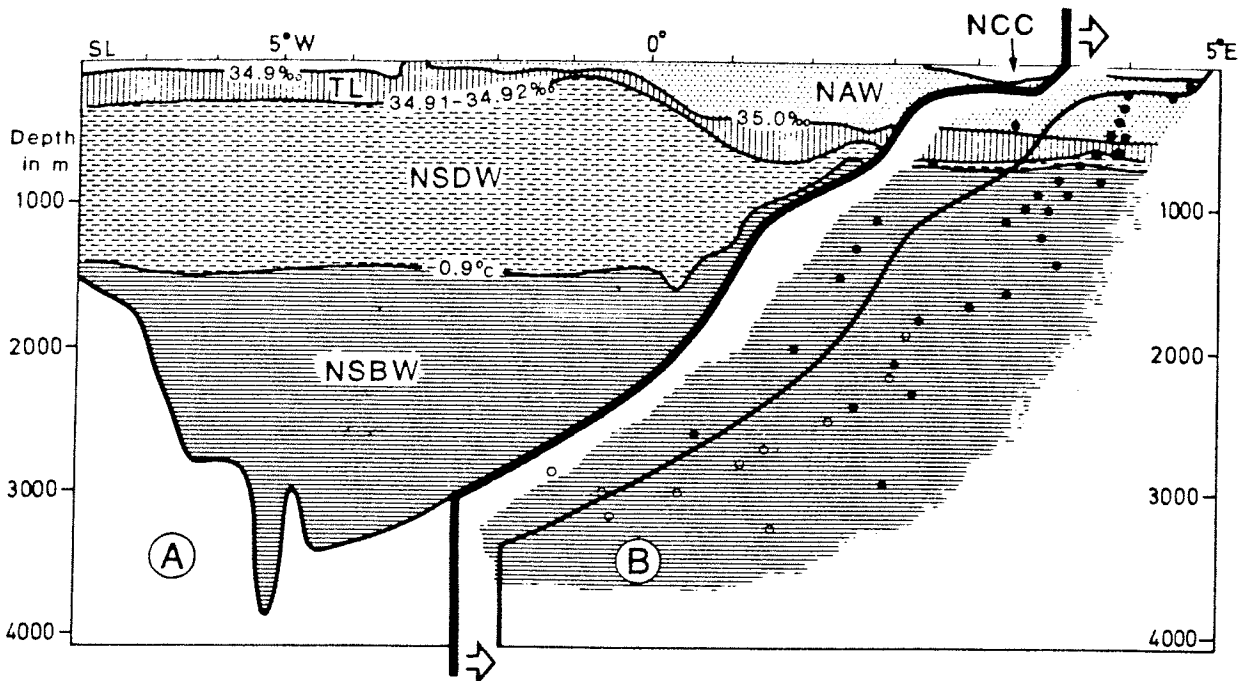


Abb. 13A: Wassermassen am südlichen norwegischen Kontinentalrand (Profil D), zusammengezeichnet nach Daten von MOSBY (1959, 1972). Das homohaline und homothermale NSBW bedeckt den Hang schon unter 800 m Wassertiefe. NCC = Norwegian Coastal Current, NAW = North Atlantic Water, TL = Transition Layer, NSDW = Norwegian Sea Deep Water, NSBW = Norwegian Sea Bottom Water.

Abb. 13B: Wassermassen am südlichen norwegischen Kontinentalrand (Profil D) zur Zeit der Probennahme für diese Untersuchung.

5 Taxonomie

Liste aller wichtigen im Text behandelten Arten mit Verweis auf Tafeln und Figuren in dieser Untersuchung und auf mindestens zwei Zitate mit Abbildungen in der neueren Literatur. (Um das Literaturverzeichnis nicht weiter aufzublähen, wird in den meisten Fällen auf das Originalzitat verzichtet.)

Ammobaculites agglutinans (ORBIGNY 1846) Taf. 3, Fig. 12

1960 A. agglutinans (ORBIGNY) -- BARKER, Taf. 32, Fig. 19-21, 24-26

1971 A. agglutinans (ORBIGNY) -- HERB, Taf. 7, Fig. 4, Taf. 6, Fig. 3

1980 A. agglutinans (ORBIGNY) -- HAAKE, Taf. 1, Fig. 11

Cassidulina laevigata ORBIGNY 1826 Taf. 1, Fig. 6, 7, 10, 11

1945 C. laevigata ORBIGNY -- NØRVANG, Abb. 9

1952 C. laevigata carinata CUSHMAN -- COLOM, Taf. 4, Fig. 25, 26

1953 C. laevigata ORBIGNY -- PHLEGER et al., Taf. 9, Fig. 32, 37

1958 C. laevigata ORBIGNY -- NØRVANG, Taf. 9, Fig. 27-31

1980 C. carinata SILVESTRI -- HAAKE, Taf. 3, Fig. 16

1980 C. carinata SILVESTRI -- RODRIGUES et al., Taf. 5, Fig. 3, 6, 9

1980 C. neocarinata THALMANN -- RODRIGUES et al., Taf. 5, Fig. 2, 5, 8, Taf. 6, Fig. 3, 4

1981 C. laevigata ORBIGNY -- SEJRUP et al., Taf. 1, Fig. 5

Cassidulina obtusa WILLIAMSON 1858 Taf. 1, Fig. 5

1945 C. crassa ORBIGNY -- NØRVANG, Abb. 6a-d

1971 C. obtusa WILLIAMSON -- MURRAY, Taf. 79

1980 C. obtusa WILLIAMSON -- SEJRUP und GUILBAULT, Abb. 2A-E

Cassidulina reniforme NØRVANG 1945 Taf. 2, Fig. 4

1971 C. crassa ORBIGNY -- FEYLING-HANSEN et al., Taf. 7, Fig. 18, 19

1980 C. reniforme NØRVANG -- SEJRUP und GUILBAULT, Abb. 2F-K

1980 C. reniforme NØRVANG -- RODRIGUES et al., Taf. 3, Fig. 3, 6, 9, 11, 12, Taf. 5, Fig. 10-12

Cassidulina teretis TAPPAN 1951 Taf. 2, Fig. 5-6, 11-12

1951 C. teretis TAPPAN -- Taf. 1, Fig. 30a-c

1976 C. teretis TAPPAN -- FEYLING-HANSEN, Taf. 9, Fig. 4, 5

1977 C. teretis TAPPAN -- LAGOE, Taf. 5, Fig. 15, 16

1980 C. teretis TAPPAN -- RODRIGUES et al., Taf. 5, Fig. 1, 4, 7, Taf. 6, Fig. 7, 10

1982 C. laevigata ORBIGNY -- ØSTBY und NAGY, Taf. 3, Fig. 18

Cibicides lobatulus (WALKER und JACOB 1798) Taf. 2, Fig. 1

- 1971 C. lobatulus WALKER und JACOB -- MURRAY, Taf. 73
1971 C. lobatulus WALKER und JACOB -- FEYLING-HANSEN et al., Taf. 9, Fig. 9-14
1971 C. lobatulus WALKER und JACOB -- HERB, Taf. 2, Fig. 11
1981 C. lobatulus WALKER und JACOB -- SEJRUP et al., Taf. 1, Fig. 4

Cibicides refulgens MONTFORT 1808

- 1960 C. refulgens MONTFORT -- BARKER, Taf. 92, Fig. 7-9
1971 C. refulgens MONTFORT -- HERB, Taf. 7, Fig. 9, 15, Taf. 8, Fig. 8, 14

Cibicidoides wuellerstorfi (SCHWAGER 1866) Taf. 3, Fig. 14

- 1951 Planulina wuellerstorfi (SCHWAGER) -- PHLEGER und PARKER, Taf. 18, Fig. 11
1953 P. wuellerstorfi (SCHWAGER) -- PHLEGER et al., Taf. 11, Fig. 1, 2
1960 P. wuellerstorfi (SCHWAGER) -- BARKER, Taf. 93, Fig. 9a-c
1977 P. wuellerstorfi (SCHWAGER) -- LAGOE, Taf. 5, Fig. 1, 2
1978 P. wuellerstorfi (SCHWAGER) -- LOHMANN, Taf. 2, Fig. 1-4
1980 P. wuellerstorfi (SCHWAGER) -- HAAKE, Taf. 3, Fig. 8
1981 Cibicides wuellerstorfi (SCHWAGER) -- SEJRUP et al., Taf. 1, Fig. 9

Cribrostomoides subglobosum (SARS 1871) Taf. 3, Fig. 1, 2

- 1960 Alveolophragmium subglobosum (SARS) -- BARKER, Taf. 34, Fig. 7, 8, 10
1964 C. subglobosum (SARS) -- LOEBLICH und TAPPAN, Taf. 136, Fig. 1
1971 C. subglobosum (SARS) -- HERB, Taf. 11, Fig. 2, 3
1981 A. subglobosum (SARS) -- SEJRUP et al., Taf. 1, Fig. 1

Discanomalina semipunctata (BAILEY 1851) Taf. 1, Fig. 1

- 1960 Paromalina coronata (PARKER und JONES) -- BARKER, Taf. 97, Fig. 1, 2
1978 D. semipunctata (BAILEY) -- MEDIOLI und SCOTT, Taf. 1, Fig. 1-20

Elphidium excavatum (TERQUEM 1876) Taf. 1, Fig. 2

- 1965 Cribrononion excavatum excavatum (TERQUEM) -- LUTZE, Taf. 15, Fig. 39
1965 C. excavatum clavatum (CUSHMAN) -- LUTZE, Taf. 15, Fig. 40, 41
1971 E. excavatum (TERQUEM) -- MURRAY, Taf. 66
1971 E. clavatum CUSHMAN -- FEYLING-HANSEN et al., Taf. 11, Fig. 10-13

Epistominella exigua (BRADY 1884) Taf. 3, Fig. 8, 9

- 1951 Pseudoparella exigua (BRADY) -- PHLEGER und PARKER, Taf. 15, Fig. 7
1953 E. exigua (BRADY) -- PHLEGER et al., Taf. 9, Fig. 35, 36
1960 E. exigua (BRADY) -- BARKER, Taf. 103, Fig. 14

Eponides tumidulus (BRADY 1884) Taf. 3, Fig. 15

1960 E. tumidulus (BRADY) -- BARKER, Taf. 95, Fig. 8

1960 E. tumidulus (BRADY) var. horvathi GREEN -- Taf. 1, Fig. 5a-c

1977 E. tumidulus (BRADY) var. horvathi GREEN -- LAGOE; Taf. 5, Fig. 6, 11, 13

Hanzawaia concentrica (CUSHMAN 1918) Taf. 2, Fig. 7, 8

1951 Cibicides concentricus (CUSHMAN) -- PHLEGER und PARKER, Taf. 15, Fig. 14a-b, 15a-b

1974 H. concentrica (CUSHMAN) -- LUTZE, Taf. 11, Fig. 166-168

1980 H. concentrica (CUSHMAN) -- HAAKE, Taf. 3, Fig. 9

1981 H. concentrica (CUSHMAN) forma typica POAG -- Taf. 39, Fig. 1, Taf. 40, Fig. 1a-b

Melonis zaandami (VAN VOORTHUYSEN 1952) Taf. 2, Fig. 9, 10

1953 Nonion zaandamae (VAN VOORTHUYSEN) -- LOEBLICH und TAPPAN, Taf. 15, Fig. 11, 12

1953 N. barleeanum (WILLIAMSON) -- PHLEGER et al., Taf. 6, Fig. 4

1964 M. zaandami (VAN VOORTHUYSEN) -- LOEBLICH und TAPPAN, Taf. 627, Fig. 2, 3

1971 N. barleeanum (WILLIAMSON) -- FEYLING-HANSEN et al., Taf. 9, Fig. 15-18

1980 M. barleeanum (WILLIAMSON) -- HAAKE, Taf. 3, Fig. 23

1981 N. barleeanum (WILLIAMSON) -- SEJRUP et al., Taf. 1, Fig. 12

1982 N. barleeanum (WILLIAMSON) -- ØSTBY und NAGY, Taf. 3, Fig. 15

Oridorsalis umbonatus (REUSS 1851) Taf. 3, Fig. 6, 7

1951 O. umbonatus (REUSS) -- PHLEGER und PARKER, Taf. 11, Fig. 10, 13, 14

1953 Eponides umbonatus (REUSS) -- PHLEGER et al., Taf. 9, Fig. 9, 10

1960 E. umbonatus (REUSS) -- BARKER, Taf. 105, Fig. 2a-c

1977 E. tener (BRADY) -- LAGOE, Taf. 5, Fig. 3, 7, 14

1978 O. tener (BRADY) -- LOHMANN, Taf. 4, Fig. 5-7

1978 O. umbonatus (REUSS) -- LOHMANN, Taf. 4, Fig. 1-3

1981 E. umbonatus (REUSS) -- SEJRUP et al., Taf. 2, Fig. 2, 3

Pullenia bulloides (ORBIGNY 1826) Taf. 2, Fig. 3

1951 P. bulloides (ORBIGNY) -- PHLEGER und PARKER, Taf. 15, Fig. 11

1953 P. bulloides (ORBIGNY) -- PHLEGER et al., Taf. 10, Fig. 19

1960 P. bulloides (ORBIGNY) -- BARKER, Taf. 84, Fig. 12, 13

1981 P. bulloides (ORBIGNY) -- SEJRUP et al., Taf. 2, Fig. 8

Reophax scorpiurus MONTFORT 1808 Taf. 3, Fig. 4, 5

1892 R. scorpiurus MONTFORT -- GOES, Taf. 5, Fig. 158-160

1947 R. scorpiurus MONTFORT -- HÖGLUND, Taf. 9, Fig. 10

1952 R. scorpiurus MONTFORT -- COLOM, Taf. 4, Fig. 21, 22

1953 R. scorpiurus MONTFORT -- LOEBLICH und TAPPAN, Taf. 2, Fig. 7-10

1960 R. scorpiurus MONTFORT -- BARKER, Taf. 30, Fig. 12, 15

1980 R. scorpiurus MONTFORT -- HAAKE, Taf. 1, Fig. 2

Rupertina stabilis (WALLICH 1877) Taf. 1, Fig. 13, 14

- 1953 Rupertia stabilis WALLICH -- PHLEGER et al., Taf. 11, Fig. 19
1960 Rupertia stabilis WALLICH -- BARKER, Taf. 98, Fig. 1-12
1964 Rupertina stabilis (WALLICH) -- LOEBLICH und TAPPAN, Taf. 499, Fig. 1-3
1971 Rupertia stabilis WALLICH -- HERB, Taf. 15, Fig. 7-9

Textularia sagittula DEFRANCE 1824 Taf. 2, Fig. 2

- 1960 T. sagittula DEFRANCE -- BARKER, Taf. 42, Fig. 17, 18
1971 T. sagittula DEFRANCE -- MURRAY, Taf. 8
1974 T. sagittula DEFRANCE -- LUTZE, Taf. 3, Fig. 48, 49
1980 T. sagittula DEFRANCE -- HAAKE, Taf. 1, Fig. 15

Trifarina angulosa (WILLIAMSON 1858) Taf. 1, Fig. 9

- 1960 Angulogerina angulosa (WILLIAMSON) -- BARKER, Taf. 74, Fig. 15, 16
1960 A. carinata CUSHMAN var. bradyana CUSHMAN -- BARKER, Taf. 74, Fig. 17
1964 T. angulosa (WILLIAMSON) -- LOEBLICH und TAPPAN, Taf. 450, Fig. 1-3
1971 T. angulosa (WILLIAMSON) -- MURRAY, Taf. 51

Triloculina frigida LAGOE 1977 Taf. 3, Fig. 10, 11

- 1977 T. frigida LAGOE -- Taf. 1, Fig. 12, 17, 18, Abb. 6D-E
1981 T. frigida LAGOE -- SEJRUP et al., Taf. 2, Fig. 11

Uvigerina mediterranea HOFKER 1932 Taf. 1, Fig. 12

- 1932 U. mediterranea HOFKER -- Abb. 32a-g
1947 U. peregrina CUSHMAN -- HÖGLUND, Abb. 291-293
1952 U. peregrina finisterrensis COLOM -- Taf. 4, Fig. 1, 2, 13, 14, Abb. 4
1971 U. peregrina CUSHMAN -- FEYLING-HANSEN et al., Taf. 7, Fig. 9-11
1980 U. finisterrensis COLOM -- HAAKE, Taf. 2, Fig. 29
1981 U. peregrina CUSHMAN -- SEJRUP et al., Taf. 2, Fig. 12

6. Benthische Foraminiferenfauna
6.1 Unterordnungen

Um übergeordnete faunistische Trends zu erkennen, werden die drei wichtigen Unterordnungen der rezenten Foraminiferen in Dreiecks-Diagrammen dargestellt (MURRAY, 1973).

Die Foraminiferenfaunen des flacheren norwegischen Kontinentalrandes und des nördlichen Atlantiks (<1000 m) liegen alle in einem darstellenden Feld, daß von MURRAY (1973) als typisch für die meisten Schelfgebiete ausgewiesen wird (Abb. 14). Die lebende Schelffauna der Norwegischen See und der nördlichen Nordsee fällt in das darstellende Feld, das zwischen 11 % Miliolina- und 23 % Textulariina-Anteilen aufgespannt wird. LUTZE (1980) beschreibt vom oberen Kontinentalhang (<1000 m) vor Nordwest-Afrika eine lebende Foraminiferenfauna, deren Textulariinen-Anteil 37 % nicht überschreitet. Dieser Trend scheint sich bis in die Norwegische See fortzusetzen. Nur vor dem nördlichsten Nord-Norwegen lebt in Wassertiefen flacher als 1000 m eine Foraminiferenfauna, die in bezug auf ihren Anteil an agglutinierenden Arten einen deutlichen Tiefsee-Charakter aufweist (Abb. 14).

Die Schelf- und Hangfauna verschiebt sich in ihrer abbildenden Darstellung in der Foraminiferen-Thanatozönose in Richtung Rotaliina-Dominanz, also geringere milioline und textulariine Anteile (Abb. 14). Diese Beobachtung wird nur zum Teil vor Nordwest-Afrika bestätigt (LUTZE, 1980). Dort läßt sich nur in der Hang- und in der mittleren Bathyal-Fauna eine Verschiebung zu geringeren Anteilen agglutinierender Foraminiferen an der Foraminiferen-Thanatozönose feststellen. Trotzdem scheint auch in der Norwegischen See die geringere Erhaltungsfähigkeit von dünnshaligen agglutinierenden Foraminiferen der Hauptgrund für die Verschiebung in der Zusammensetzung der Gehäuse-Vergesellschaftungen zu sein.

Bemerkenswert ist weiterhin, daß die Foraminiferen-Thanatozönosen der Tiefsee (> 1000 m Wassertiefe) im Vergleich zu den Biozönosen zwar auch weniger textulariine Komponenten enthalten, ihr Miliolinen-Gehalt aber gleich bleibt oder sogar steigt. Verursacher dieses Trends sind *Pyrgo murrhina* und *Triloculina frigida*, die lebend in nur geringen Prozentsätzen gezählt wurden, in der Totfauna aber häufig größere Anteile erreichen.

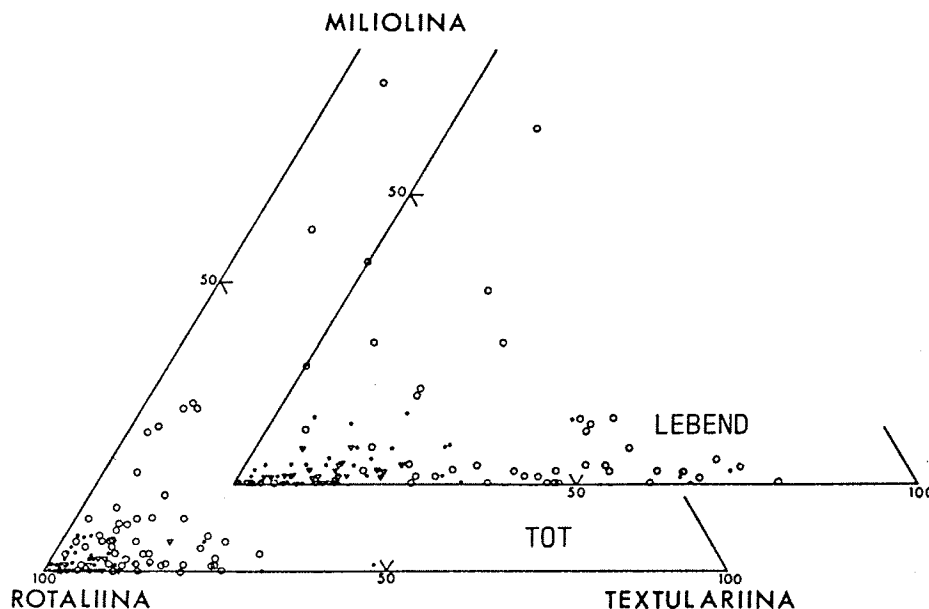


Abb. 14: Dreiecks-Diagramme, die die Zusammensetzung der Faunen aus den Haupt-Unterordnungen der rezenten benthischen Foraminiferen zeigen: Offene Dreiecke kennzeichnen Proben aus dem Schelfbereich bis 400 m Wassertiefe, massive Punkte Proben bis 1000 m Wassertiefe und offene Kreise Proben aus Wassertiefen > 1000 m.

6.2 Arten-Gruppierungen

Cibicides lobatulus Gruppe

Die Cibicides lobatulus Artengruppe faßt 4.2 % der Varianz des reduzierten Lebend-Datensatzes zusammen (Tab. 7). Die Artengruppe wird dominiert von C. lobatulus. Rupertina stabilis spielt als zweite Komponente in der Gesamtanalyse eine untergeordnete Rolle, kann aber lokal dominant werden. Von statistisch geringer Bedeutung, aber mit demselben Milieu korreliert, vervollständigen Textularia sagittula, Cibicides refulgens und Discanomalina semipunctata das Bild dieser Foraminiferenfauna (Tab. 8). Die Hauptverbreitungsgebiete der C. lobatulus Artengruppe liegen auf der atlantischen Seite des Island-Färöer Rückens zwischen 500 und 1200 m Wassertiefe und auf dem Schelf des südnorwegischen Kontinentalrandes (Abb. 2). In den Bereichen des untersuchten Gebietes, in denen starke Bodenströmungen grobkörniges Sediment entstehen lassen oder Sedimentation verhindern, stellt diese Artengruppe einen wechselnd starken Anteil an der benthischen Foraminiferen-Biozönose.

Die Cibicides lobatulus Gehäuse-Vergesellschaftung faßt 11.1 % der Varianz des reduzierten Tot- - Datensatzes zusammen (Tab. 9). Auch diese Vergesellschaftung leerer Gehäuse wird, wie ihre korrespondierende lebende Artengemeinschaft, sehr stark von C. lobatulus geprägt. Quantitativ wenig bedeutende Komponenten bilden die leeren Gehäuse von Elphidium excavatum, R. stabilis und Globocassidulina subglobosa (Tab. 10). Die Hauptverbreitungsgebiete der C. lobatulus Vergesellschaftung sind zwischen 400 und 1700 m auf der atlantischen Flanke des Island-Färöer Rückens, auf dem Kamm des Weyville-Thomson Rückens (600 - 700 m und 1400 m) und auf dem südnorwegischen Schelf zu finden (Abb. 3). Auch auf dem nordnorwegischen Schelf und an der Schelfkante vor den Lofoten, sowie am oberen Kontinentalhang vor Nord-Norwegen wird durch die C. lobatulus Vergesellschaftung der Großteil der Artenkomposition der Stationen beschrieben.

Trifarina angulosa Gruppe

12.5 % der Varianz des reduzierten Lebend- Datensatzes werden von der Trifarina angulosa Artengruppe beschrieben. Diese Gruppe setzt sich überwiegend aus Individuen der Art T. angulosa zusammen (Tab. 8). Das Hauptverbreitungsgebiet erstreckt sich über den gesamten norwegischen Schelf und auf Bereiche der nördlichsten Nordsee. Auch die Foraminiferenfauna des obersten Kontinentalhanges wird im Süden und im Norden bis ca. 500 m Wassertiefe von der T. angulosa Artengruppe dominiert.

Die Trifarina angulosa Gehäuse-Vergesellschaftung faßt 17.7 % der Varianz des reduzierten Tot- Datensatzes zusammen. Wie die entsprechende lebende Artengruppe wird die Totengemeinschaft von T. angulosa dominiert. Jedoch ist ein höherer Anteil von Cassidulina obtusa Gehäusen festzustellen (Tab. 10). Die T. angulosa Gehäuse-Vergesellschaftung stellt einen wechselnden Anteil an der toten Foraminiferenfauna aller Stationen auf dem norwegischen Schelf und auf den atlantischen Flanken des Island-Schottland Rückens. Sie dominiert die Foraminiferen-Thanatozönosen im Süden des Island-Färöer Rückens zwischen 1700 und ca. 2000 m Wassertiefe, auf der Old Bailey Bank (300 m) und auf der Südflanke des Weyville-Thomson Rückens. Weiter zieht sich das Hauptverbreitungsgebiet in einem Streifen entlang der norwegischen Schelfkante bis in die Barents See. Das Hauptvorkommen reicht im Süden vom Schelf hinunter bis in 600 - 800 m Wassertiefe; im Norden bis ca. 1500 m (Abb. 3).

Cassidulina laevigata Gruppe

18.7 % der Varianz des reduzierten Lebend-Datensatzes beschreibt die Cassidulina laevigata Artengruppe. Die Zusammensetzung auch dieser Gruppe wird sehr stark beherrscht von nur einer Art: Cassidulina laevigata (Tab. 8). Das Hauptverbreitungsgebiet der Artengruppe liegt auf dem nördlichen Nordsee-Plateau in Wassertiefen zwischen 100 und 120 m. Zu einem geringen Teil trägt die lebende C. laevigata Artengruppe zur Artenzusammensetzung der Foraminiferenfauna auf dem südlichen norwegischen Schelf bei, hier besonders zu den von T. angulosa dominierten Faunen.

Von der Varianz des reduzierten Tot-Datensatzes faßt die Cassidulina laevigata Gehäuse-Vergesellschaftung 15.5 % zusammen (Tab. 9). Genau wie in der entsprechenden lebenden Artengemeinschaft dominiert C. laevigata die Vergesellschaftung leerer Gehäuse sehr stark. Entsprechend liegt das Hauptverbreitungsgebiet in der nördlichen Nordsee (Abb. 3). Zusätzlich aber konnte ein Bereich am nördlichen norwegischen Kontinentalhang, in 1600 m Wassertiefe, nachgewiesen werden, der einen ungewöhnlich hohen Anteil der C. laevigata Gehäuse-Vergesellschaftung an der Foraminiferen-Thanatozönose aufweist. In kleinen Prozentsätzen sind C. laevigata Gehäuse entlang der gesamten norwegischen Schelfkante Bestandteil der Foraminiferen-Thanatozönosen.

Melonis zaandami Gruppe

Die Melonis zaandami Artengruppe beschreibt 19.0 % der Varianz des reduzierten Lebend-Datensatzes (Tab. 7). Die Artenzusammensetzung wird beherrscht von M. zaandami (Tab. 8). Die M. zaandami Artengruppe dominiert die Foraminiferenfauna in einem Streifen um das Norwegen Becken: im Westen vor Island in Wassertiefen zwischen 400 und 1200 m und im Osten vor Südwest-Norwegen zwischen 600 und 1100 m. Vor dem nördlichen norwegischen Kontinentalrand ist die M. zaandami Artengruppe kein Bestandteil der bathymetrisch angeordneten Abfolge der benthischen Foraminiferenfauna in der Norwegischen See (Abb. 2). Nur im äußersten Norden des Untersuchungsgebietes wird die Foraminiferenfauna einer Station (23156) aus 795 m Wassertiefe von dieser Artengruppe bestimmt (vgl. Abschnitt 7.4.1, S. 69). Die niedrige Kommunalität (0.666) weist aber darauf hin, daß die Zusammensetzung dieser Fauna modifiziert ist gegenüber der mehr südlichen M. zaandami Artengruppe.

Im Gegensatz zur lebenden Fauna faßt die Melonis zaandami Gehäuse-Vergesellschaftung nur 8.3 % der Varianz der reduzierten Daten zusammen (Tab. 9). Weiterhin wird die Vergesellschaftung leerer Gehäuse durch eine zusätzliche Art, Cassidulina reniforme, geprägt. Kleinere Anteile an der Gehäuse-Vergesellschaftung haben Pullenia bulloides, Reophax difflugiformis und Trifarina fluens (Tab. 10). Das Muster der Hauptverbreitung entspricht generell dem der Verbreitung der lebenden Artengruppe (Abb. 2). Jedoch ist das Tiefenintervall, das von der M. zaandami Totengemeinschaft dominiert wird, auf den Bereich zwischen 500 und 1000 m Wassertiefe beschränkt. Außerdem reicht das Hauptverbreitungsgebiet der Gehäuse-Vergesellschaftung geschlossen weiter nach Norden, bis ca. 67°N, und die Foraminiferen-Thanatozönose im äußersten Norden wird nicht mehr von der M. zaandami Vergesellschaftung bestimmt.

Cassidulina teretis Gruppe

6.6 % der Varianz des Lebend-Datensatzes werden von der Cassidulina teretis Artengruppe zusammengefaßt (Tab. 7). Cassidulina teretis charakterisiert diese Gruppe mit P. bulloides als zweit häufigster Komponente. Kleinere Anteile stellen R. difflugiformis und Reophax scorpiurus (Tab. 8). Nur wenige Stationen werden in ihrer Artenkombination von der

C. teretis Artengruppe beherrscht. Diese liegen in Wassertiefen zwischen 700 und 1500 m, immer über dem Verbreitungsgebiet der Cribrostomoides subglobosum Artengruppe und meist unter dem der M. zaandami Artengruppe (Abb. 2).

Die Cassidulina teretis Gehäuse-Vergesellschaftung beschreibt 13.3 % der Varianz der reduzierten Daten (Tab. 9). Diese Vergesellschaftung leerer Gehäuse wird stark dominiert von C. teretis. Cassidulina reniforme Gehäuse stellen einen kleinen Teil der Foraminiferen-Thanatozönose. Das Hauptverbreitungsgebiet umschließt das Norwegen Becken in Wassertiefen zwischen 1000 und 1500 m und endet südlich der Lofoten zwischen 1200 und 1400 m. Zusätzlich wird ein großer Teil der Gehäuse in den tieferen Bereichen der Norwegischen Rinne von dieser Vergesellschaftung gestellt (Abb. 3).

Cribrostomoides subglobosum Gruppe

Die Cribrostomoides subglobosum Artengruppe umfaßt 14.8 % der Varianz der reduzierten Lebend-Daten (Tab. 7). Die agglutinierenden Arten C. subglobosum und R. scorpiurus charakterisieren die Artenzusammensetzung, wobei C. subglobosum stark überwiegt (Tab. 8). Im Westen des untersuchten Gebietes, am Nordost-Hang vor Island, beherrscht die C. subglobosum Artengruppe die Lebendgemeinschaft benthischer Foraminiferen in Wassertiefen zwischen 1300 und 1800 m. Am norwegischen Kontinentalhang jedoch, werden die Faunen zwischen 900 und 2000 m von C. subglobosum geprägt. Eine Ausnahme bildet ein Gebiet auf dem Vøring Plateau, in dem der Einfluß der von Cibicidoides wuellerstorfi dominierten Artengruppe überwiegt (Abb. 2).

Die Stationen, die in ihrer lebenden Artenzusammensetzung von C. subglobosum dominiert werden, charakterisiert als Totengemeinschaft die Cibicidoides wuellerstorfi Gehäuse-Vergesellschaftung.

Cibicidoides wuellerstorfi Gruppe

8.4 % der Varianz des reduzierten Lebend-Datensatzes faßt die Cibicidoides wuellerstorfi Artengruppe zusammen (Tab. 7). Cibicidoides wuellerstorfi dominiert diese Fauna. Epistominella exigua ist eine signifikante zusätzliche Komponente, wohingegen Reophax guttifer einen nur geringen Anteil an der Foraminiferen-Biozönose stellt (Tab. 8). Die C. wuellerstorfi Artengruppe bestimmt die benthische Foraminiferenfauna nordöstlich vor Island zwischen 1800 und ca. 3000 m Wassertiefe, am südlichen norwegischen Kontinentalrand zwischen 2000 und 2600 m, westlich des Vøring Plateaus in 3000 m Tiefe, auf dem nördlichen Vøring Plateau in 1400 m und vor Nord-Norwegen zwischen ca. 2000 und 3000 m (Abb. 2):

Die Cibicidoides wuellerstorfi Gehäuse-Vergesellschaftung beschreibt 17.1 % der Varianz des reduzierten Datensatzes der Totfauna. Der weit höhere Anteil im Vergleich zur lebenden Artengruppe erklärt sich aus dem Fehlen einer toten C. subglobosum Gehäuse-Vergesellschaftung, so daß deren Anteil an der Lebendfauna in der Thanatozönose von der C. wuellerstorfi Vergesellschaftung übernommen wird. Zusätzliche Komponenten von geringem Einfluß sind E. exigua, C. subglobosum und Oridorsalis umbonatus (Tab. 10). Das Verbreitungsbild der Gehäuse-Vergesellschaftung ist, entsprechend des größeren Anteils an der Gesamtf fauna, zusammenhängender als das der lebenden Artengruppe (Abb. 3). Das Tiefenintervall, in dem die Gehäuse dieser Vergesellschaftung den Hauptanteil an den untersuchten Stationen stellen, ist aber unterschiedlich groß: Vor Nordost-Island und im Bereich des Vøring Plateaus zwischen 1400 und 3000 m, am südlichen norwegischen Kontinentalrand und vor Nord-Norwegen zwischen 1900 und 2600, beziehungsweise 2000 und 3000 m.

Oridorsalis umbonatus Gruppe

Mit nur 3.7 % Anteil an der Varianz der reduzierten Daten der lebenden benthischen Foraminiferenfauna in der Norwegischen See bestimmt die Oridorsalis umbonatus Artengruppe den kleinsten Teil der untersuchten Proben (Tab. 7). Oridorsalis umbonatus zusammen mit Triloculina frigida als zweiter wichtiger Komponente, charakterisieren diese Tiefsee-Fauna. Epistominella exigua, C. wuellerstorfi und Eponides tumidulus vervollständigen die Artenzusammensetzung. Diese Artengruppe dominiert die Foraminiferen-Biozönosen meist nur in Tiefen unterhalb 3000 m.

Von der Varianz in der Vergesellschaftung leerer Gehäuse faßt die Oridorsalis umbonatus Gehäuse-Vergesellschaftung 7.1 % zusammen (Tab. 9). Gemeinsam mit T. frigida bestimmen O. umbonatus Gehäuse die Zusammensetzung dieser Vergesellschaftung. Untergeordnet sind E. exigua, C. wuellerstorfi, C. subglobosum und Ammobaculites agglutinans vertreten (Tab. 10). Die Hauptverbreitung der O. umbonatus Vergesellschaftung beschränkt sich auf die tiefsten Bereiche (>2700 m) des Norwegen Beckens und des Lofoten Beckens (Abb. 3).

6.3 Siedlungsdichte, Diversität und Dominanz

Siedlungsdichte

Die Siedlungsdichte benthischer Foraminiferen wird in dieser Untersuchung ausgedrückt als Zahl der Individuen $>125 \mu\text{m}$ und $<2000 \mu\text{m}$ auf einer Sedimentoberfläche von 10 cm^2 . Die Siedlungsdichte in der Norwegischen See schwankt in Proben aus ungestörten Sedimentoberflächen zwischen 2 und 150 Individuen/ 10 cm^2 . Ein von LUTZE (pers. Mitteilung, 1984) aus früheren Untersuchungen in anderen Seegebieten abgeleiteter und in dieser Untersuchung bestätigter, empirischer Umrechnungsfaktor ($\text{SD } >125 \mu\text{m} \times 2.65 = \text{SD } >63 \mu\text{m}$) macht die hier errechneten Werte $>125 \mu\text{m}$ vergleichbar mit z.B. Siedlungsdichten aus dem Nordost-Atlantik (LUTZE, 1980; HAAKE, 1980; LUTZE und COULBOURN, 1984), aus dem Ost-Pazifik (WALTON, 1955) und aus dem Persischen Golf (LUTZE, 1974). Danach ist die Größenordnung der Siedlungsdichte in der Norwegischen See und in den zitierten südlichen Gebieten in entsprechenden Tiefen gleich.

Die Siedlungsdichten in dem dicht beprobten Areal in der nördlichen Nordsee, westlich vor Bergen, in dem die Proben nicht weiter als 3 Seemeilen voneinander entfernt entnommen wurden, schwanken zwischen 10 und 90 Individuen/ 10 cm^2 . Diese große Spannweite ist ein starker Hinweis auf fleckenhafte Besiedlung des Meeresbodens durch benthische Foraminiferen auch in flacheren Meeresgebieten.

Die Siedlungsdichte in der Norwegischen See schwankt im Durchschnitt, über die gesamte Wassersäule bis 3000 m, zwischen 30 und 70 Individuen/ 10 cm^2 (Abb. 15). Erst in den tiefsten Bereichen, in knapp 4000 m, fällt sie stark ab. Trotz dieser, bis in die Tiefsee hinunter gleichmäßig hohen durchschnittlichen Besiedlung durch benthische Foraminiferen, zeichnen sich zwei Maxima deutlich ab (Abb. 15):
1. Zwischen 600 und 800 m Wassertiefe am südlichen Kontinentalrand und 2. zwischen 900 und 1200 m am nördlichen Kontinentalrand.

Die hohen Siedlungsdichten vor Süd-Norwegen fallen mit der Zone des Kontinentalhangs zusammen, die direkt unter dem vom Norwegenstrom beeinflussten obersten Hangabschnitt liegt. Die C_{org} -Gehalte des Oberflächensediments sind dort sehr gering. Melonis zaandami prägt die benthische Foraminiferenfauna. LUTZE et al. (1979) beschreiben M. zaandami als Hochproduktionsanzeiger, der vor NW-Afrika vermutlich die durch upwelling hervorgerufene hohe Zufuhr organischer Substanz ausweist. Im Nordosten vor Island ist M. zaandami korreliert mit organisch C-reichen Sedimenten (vgl. Abschnitt 7.1.3 dieser Untersuchung). Die Zufuhr von partikulärer organischer Substanz unterhalb der nordatlantischen Wassermasse ist am norwegischen Kontinenthang, im Mischungsbereich zwischen NAW und NSDW, sicher hoch. Der gemessene organisch C-Gehalt des Oberflächensediments ist aber niedrig. Die Siedlungsdichten benthischer Foraminiferen sind dagegen wieder hoch. - Wird ein reiches filtrierendes Benthos angenommen, das die organischen Nahrungspartikel aus der Wassersäule herausfiltert, aufbraucht und letztlich M. zaandami die "Krümel" und den "Abfall" zukommen läßt, läßt sich der oben beschriebene, widersprüchliche Zusammenhang erklären. Die Hypothese wird unterstützt durch das gemeinsame Vorkommen von M. zaandami und R. stabilis vor Nord-Norwegen, nachdem R. stabilis als Teil einer Biozönose von Filtrierern erkannt worden ist (LUTZE, Mskr. in Vorbereitung)

Die hohen Siedlungsdichten vor Nord-Norwegen sind lokal auf den Hangabschnitt oberhalb des Vøring Plateaus beschränkt. Die benthische Foraminiferenfauna wird von agglutinierenden Arten geprägt. R. difflugiformis, R. scorpiurus und C. pisum sind dominant.

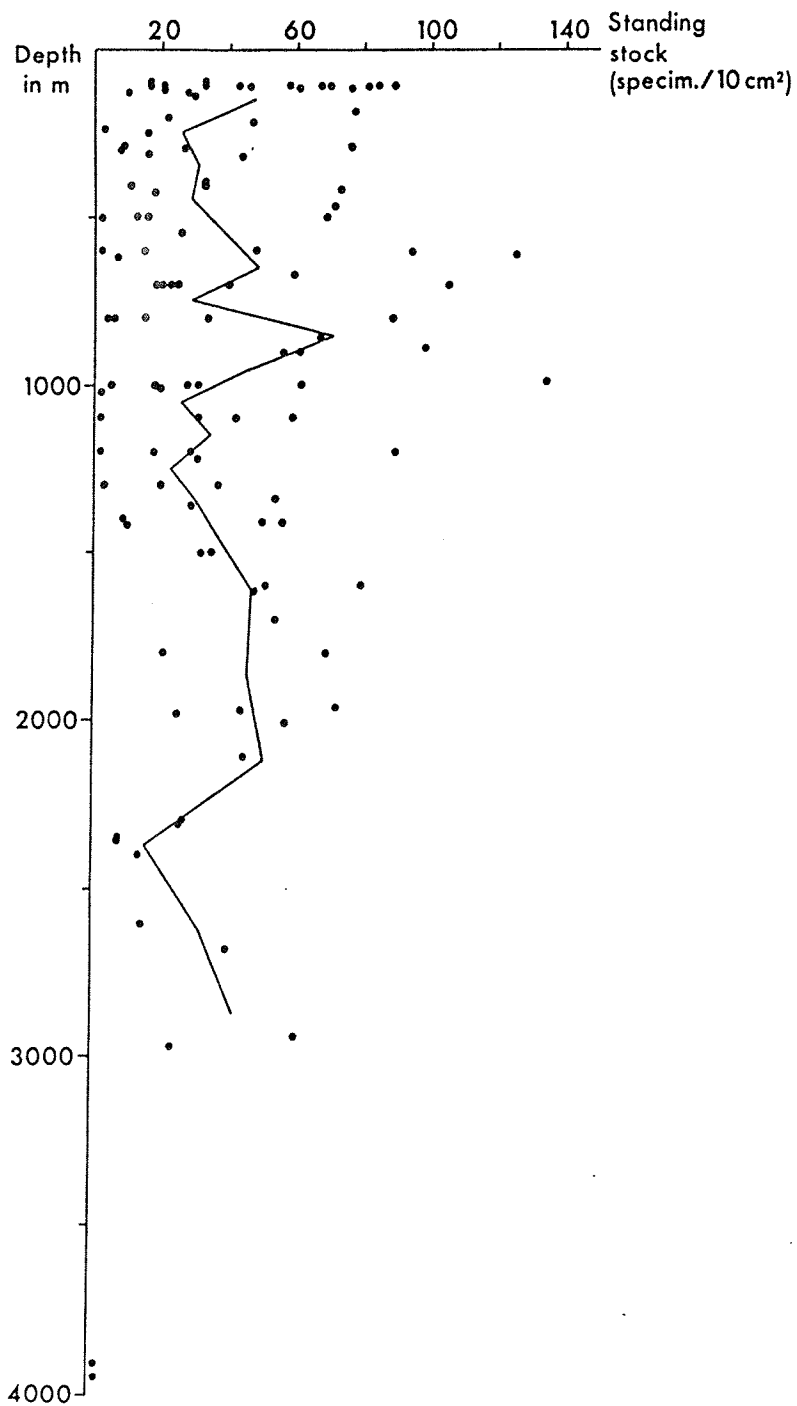


Abb. 15: Siedlungsdichte benthischer Foraminiferen in der Norwegischen See und angrenzenden Gebieten gegen Wassertiefe. Aufgetragen ist die Anzahl gefärbter Individuen $> 125 \mu\text{m}$ auf 10 cm^2 Sedimentoberfläche. Die durchgezogene Linie verbindet die arithmetischen Mittel für 100 m - Tiefenstufen ($> 1500 \text{ m}$ Wassertiefe für 250 m - Tiefenstufen).

Foraminiferenzahl

Die Foraminiferenzahl (hier: ungefärbte Gehäuse/10 cm³ Feucht-Sediment) ist eine Funktion der Sedimentationsrate und der Karbonatlösung (DOUGLAS und WOODRUFF, 1981). Deshalb ist sie als ökologisches Maß für die Häufigkeit benthischer Foraminiferen ungeeignet (WALTON, 1955; BOLTOVSKOY und WRIGHT, 1976). In der Norwegischen See und in den hier bearbeiteten angrenzenden Gebieten schwankt die Zahl der leeren benthischen Foraminiferen-Gehäuse zwischen 60 und 25 000 in 10 cm³ Sediment (Abb. 16). Die durchschnittlichen Werte erreichen auf dem Schelf in 300 - 400 m Wassertiefe ein erstes Maximum. Von einem Minimum in 400 - 600 m Wassertiefe, das am norwegischen Kontinentalhang mit der Zone stärkster Bodenströmungen zusammenfällt, steigt die Foraminiferenzahl im Durchschnitt auf ein zweites Maximum, um 2000 m Wassertiefe, an. Bis auf drei Ausreißer nimmt die Häufigkeit bis in die tiefsten Bereiche der Norwegischen See kaum ab.

Diversität

Das einfachste Maß für die Diversität einer Fauna ist die Artenzahl (S). Vergesellschaftungen benthischer Tiefsee-Foraminiferen setzen sich typischerweise aus wenigen, häufig vorkommenden und vielen, sehr selten vorkommenden Arten zusammen, so daß S stark von der Größe der Probe und der Menge der gezählten Exemplare abhängt. H(S) ist ein Maß für die Artenzahl unter Berücksichtigung der Anteile der einzelnen Arten an der Fauna:

$$H(S) = \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i \quad (\text{BUZAS und GIBSON, 1969}).$$

Arten mit geringer Häufigkeit tragen wenig zu dem Wert von H(S) bei. Die Äquität ist ein Maß für die Ausgeglichenheit einer Fauna, oder umgekehrt für die Dominanz einzelner Arten in einer Fauna. Um diese Untersuchung mit internationalen Arbeiten über die Diversität benthischer Foraminiferen (BUZAS und GIBSON, 1969; GIBSON und BUZAS, 1973; LAGOE, 1976; DOUGLAS und WOODRUFF, 1981; LUTZE und COULBOURN, 1984) vergleichen zu können, wird hier E verwendet:

$E = e^{H(S)/S}$ (BUZAS und GIBSON, 1969). E ist 1, wenn die Arten genau gleich verteilt sind. Je kleiner E ist, um so mehr wird die Fauna von einzelnen Arten dominiert.

Die für die lebende benthische Foraminiferenfauna der Norwegischen See errechneten Werte für S, H(S) und E zeigen große Schwankungsbreiten zwischen Stationen in ähnlichen Tiefen (Abb. 17). So variiert z.B. H(S) in den dicht beieinander entnommenen Proben der nördlichen Nordsee (100 - 130 m Wassertiefe) zwischen 0.5 und 2.3. In 800 m Wassertiefe reicht E von Werten um 0.15 bis fast 0.9. In den Vergesellschaftungen leerer Gehäuse dagegen sind die Schwankungsbreiten stark abgedämpft (Abb. 18).

In der Lebendfauna ist, ohne Berücksichtigung der Proben aus der nördlichen Nordsee (<130 m), ein Trend der Diversitätsabnahme bei zunehmenden Wassertiefen von 150 m abwärts bis in 4000 m festzustellen. Die Foraminiferen-Thanatozönosen weisen dagegen die höchsten H(S)-Werte um 2000 m Wassertiefe aus. Diese hohen Diversitäten (> 2.5 zwischen 1000 und 2500 m Wassertiefe) kommen am nördlichen norwegischen Kontinentalrand und am Island-Schottland Rücken vor. Sie werden durch Hangabtransport und, besonders auf dem südlichen Island-Färöer Rücken, durch Aufarbeitung pleistozäner Faunen erhöht. Bleiben diese hohen Diversitäten unberücksichtigt, bestätigt sich der in der Lebendfauna beobachtete Trend abnehmender Diversität mit zunehmender Wassertiefe auch in der Totfauna.

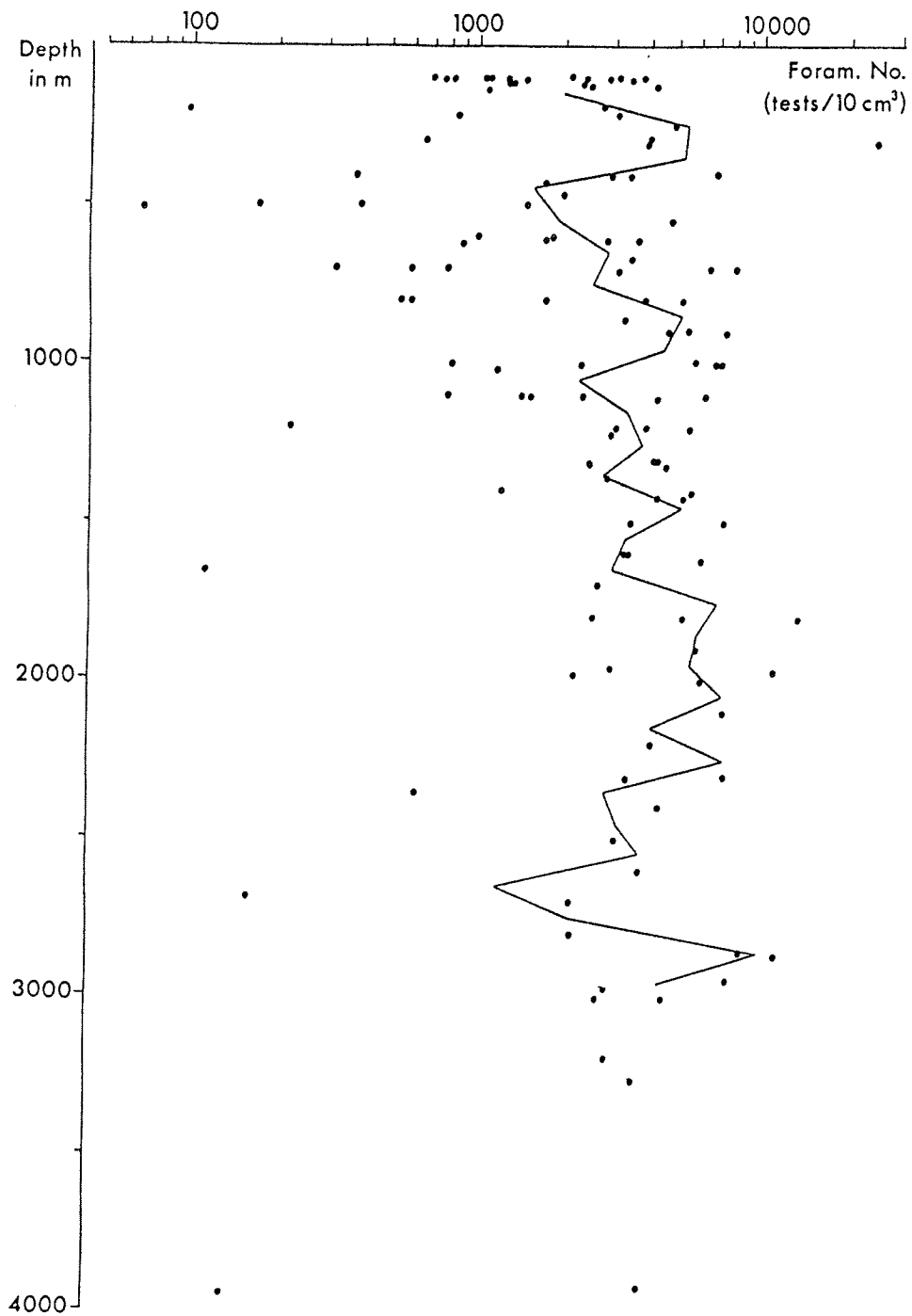


Abb. 16: Foraminiferenzahl benthischer Foraminiferen in der Norwegischen See und angrenzenden Gebieten gegen Wassertiefe. Aufgetragen ist die Anzahl ungefärbter Gehäuse $> 125 \mu\text{m}$ in 10 cm^3 Oberflächensediment. Die durchgezogene Linie verbindet die arithmetischen Mittel für 100 m - Tiefenstufen.

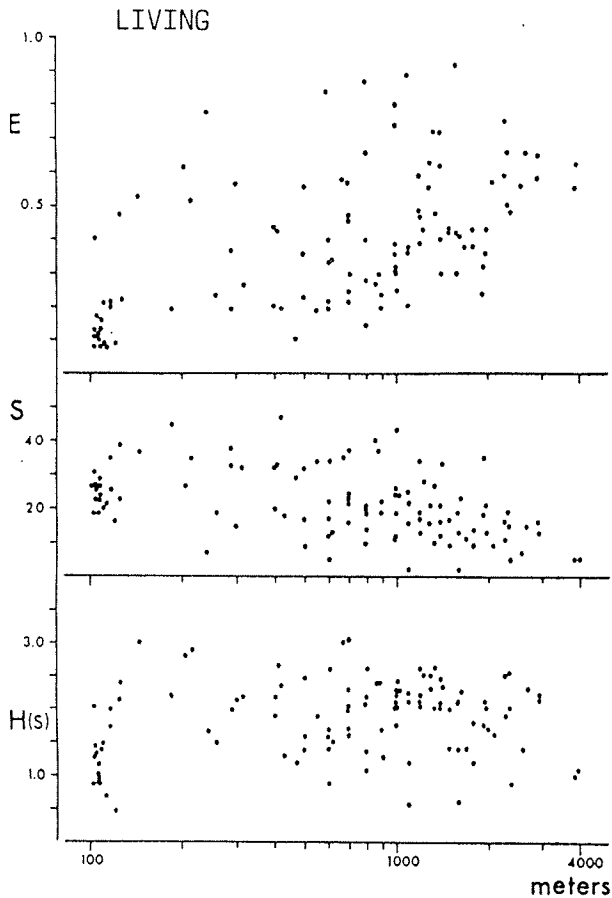


Abb. 17: Äquität E, Zahl der Arten S und Diversität H(S) nach BUZAS und GIBSON (1969) der lebenden benthischen Foraminiferenfauna in der Norwegischen See

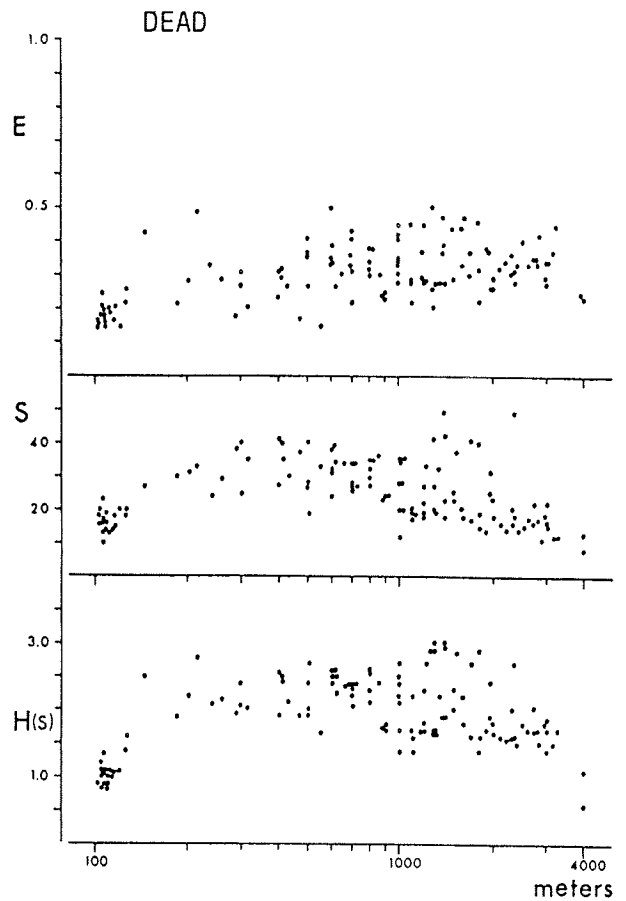


Abb. 18: Äquität E, Zahl der Arten S und Diversität H(S) nach BUZAS und GIBSON (1969) der toten benthischen Foraminiferenfauna in der Norwegischen See

Der Trend der abnehmenden Diversität bei zunehmender Tiefe ist, außer in dieser Untersuchung in der Norwegischen See, auch im Arktischen Ozean (LAGOE, 1976, 1977) und im Golf von Mexiko (GIBSON und BUZAS, 1973; DOUGLAS und WOODRUFF, 1981) festgestellt worden. Sonst wird bisher jedoch davon ausgegangen, daß die Diversität benthischer Foraminiferen nach einer leichten Abnahme am oberen Kontinentalhang generell bis in Wassertiefen von 5000 bis 6000 m zunimmt (DOUGLAS und WOODRUFF, 1981). Die Daten aus dem westlichen Atlantik (BUZAS und GIBSON, 1969) und aus dem Nordost-Atlantik (LUTZE und COULBOURN, 1984) bestätigen diese Annahme.

Das Muster der Diversitäten vom oberen Kontinentalhang hinunter bis in das Norwegen- und das Lofoten Becken scheint die ältere Hypothese von der Zeitstabilität zu unterstützen (HESSLER und SANDERS, 1967). Die hydrographischen Bedingungen haben sich im Pleistozän mehrfach drastisch geändert. Nach der Hypothese von der Zeitstabilität wären in der Norwegischen See niedrigere Diversitäten als in anderen Tiefseeregionen zu erwarten, da die Schwankungen der Umweltbedingungen weit einschneidender als z.B. im Atlantik waren. In der Tat gehen die H(S)-Werte in dieser Untersuchung (>125 µm) nicht über 3.0 hinaus. BUZAS und GIBSON (1969) fanden in der > 160 µm -Fraktion H(S)-Werte von 3.5, LUTZE und COULBOURN (1984) schon in der > 250 µm -Fraktion H(S)-Werte von 3.0, während LAGOE (1976) im Arktischen Ozean Diversitäten in der Fraktion > 62 µm errechnete, die nie H(S)-Werte von 2.5 übersteigen (vgl. auch LAGOE, 1976; DOUGLAS und WOODRUFF, 1981; GRAY, 1984). Ein weltweiter Vergleich der Diversitäten benthischer Foraminiferen wird zusätzlich durch die Unterschiede in den Bearbeitungsmethoden (z.B. "Lebend - Tot" -, "Lebend - Total" - oder nur "Total" - Untersuchungen) erschwert.

7 Verbreitung
7.1 Island-Schottland Rücken

7.1.1 Lebend-Gemeinschaften

Aus dem Gesamtdatensatz der Lebendfauna wurden 21 Stationen ausgewählt, die die Siedlungsstruktur benthischer Foraminiferen auf dem südöstlich von Island gelegenen Teil des Island-Färöer Rückens, auf dem Weyville-Thomson Rücken, im Färöbank Kanal und im Färö-Shetland Kanal repräsentieren (Abb. 4).

Die Cibicides lobatulus Artengruppe umfaßt 11.7 % der Varianz des Teildatensatzes und wird stark geprägt von C. lobatulus. Unbedeutende Komponenten sind Bolivina pseudopunctata, C. refulgens und T. angulosa. Lebende Exemplare von C. lobatulus sind auf der südlichen Flanke des Island-Färöer Rückens bis in 1700 m Wassertiefe nachgewiesen worden. Cibicides refulgens wurde noch in Wassertiefen von 1200 m identifiziert. Die C. lobatulus Artengruppe beherrscht die benthische Foraminiferenfauna auf dem atlantischen Hang des Island-Färöer Rückens zwischen 500 und 1200 m Wassertiefe (Abb. 19a). In diesem Tiefenintervall liegt der Pelitanteil (< 63 µm) am Oberflächen-sediment auf dem beprobten Profil zwischen 0 und 25 %, der Sandanteil (63 - 2000 µm) zwischen 37 und 92 % (Abb. 7b). Der organisch C-Gehalt ist sehr niedrig und schwankt um 0.1 % (Abb. 7d). Der CaCO₃-Gehalt ist ebenfalls niedrig (immer < 16 %). Die Untergrenze der Verbreitung der C. lobatulus Artengruppe fällt mit einem deutlichen Anstieg des CaCO₃-Gehalts im Oberflächensediment zusammen (Abb. 7c). Zur Zeit der Probennahme lagen die Bodenwassertemperaturen zwischen 2.5 und 3.6 °C; Die Salinitätsmessungen ergaben Werte zwischen 35.00 und 35.04 ‰ (Tab. 1). Nach TAIT et al. (1967) sind in diesem Gebiet Temperaturen zwischen 3 und 6 °C gemessen worden.

Die Rupertina stabilis Artengruppe faßt 8.1 % der Varianz des Teildatensatzes zusammen. Rupertina stabilis bestimmt gemeinsam mit C. refulgens als zweitem wichtigen Bestandteil die Zusammensetzung dieser Gruppe. Globocassidulina subglobosa und Quinqueloculina seminula treten als untergeordnete Komponenten hinzu. Auf dem Island-Färöer Rücken ist diese Fauna direkt unterhalb der Verbreitung der C. lobatulus Artengruppe, also tiefer als 1200 m, gefunden worden. Im Bereich des Färöbank Kanals wird die Foraminiferenfauna der Station 16162 durch die R. stabilis Artengruppe geprägt (Abb. 19b). Das Oberflächensediment aller von der R. stabilis Artengruppe bestimmten Stationen ist grobkörnig, teilweise ohne jeden Anteil der Fraktion <63 µm (Abb. 7a, b). Der CaCO₃-Gehalt liegt zwischen 22 und 35 %, der organisch C-Gehalt zwischen 0.12 und 0.33 % (Abb. 7c, d). Auf dem Island-Färöer Rücken sind die Bodenwassertemperaturen unterhalb von 1200 bis 1300 m Wassertiefe im Durchschnitt niedriger als im von der C. lobatulus Gruppe geprägten Tiefenbereich. Der Salzgehalt sinkt unter 35 ‰. Die Analyse der T - S - Beziehungen (Abb. 10) zeigt, daß die von R. stabilis dominierte Tiefenzone von Wassermassen geprägt wird, die einen sehr hohen Anteil ursprünglichen NSDW enthalten und die durch den Färöbank Kanal ausströmen. Auch Station 16162, auf dem obersten Scheitel des Weyville-Thomson Rückens entnommen, liegt zur Zeit der Probennahme im Einflußbereich einer Mischwasserzone aus atlantischem (NAW) und ausströmendem arktischen Wasser (NSDW,NIW).

Die Reophax difflugiformis Artengruppe umfaßt 6.3 % der Varianz der 'Island-Färöer Daten'. Reophax difflugiformis und Reophax dentaliniformis dominieren diese Gruppe. Von geringerer Bedeutung sind Hoeglundina elegans und Pullenia bulloides. Statistisch insignifikante Komponenten sind Melonis pompilioides und Globobulimina minuta. Die

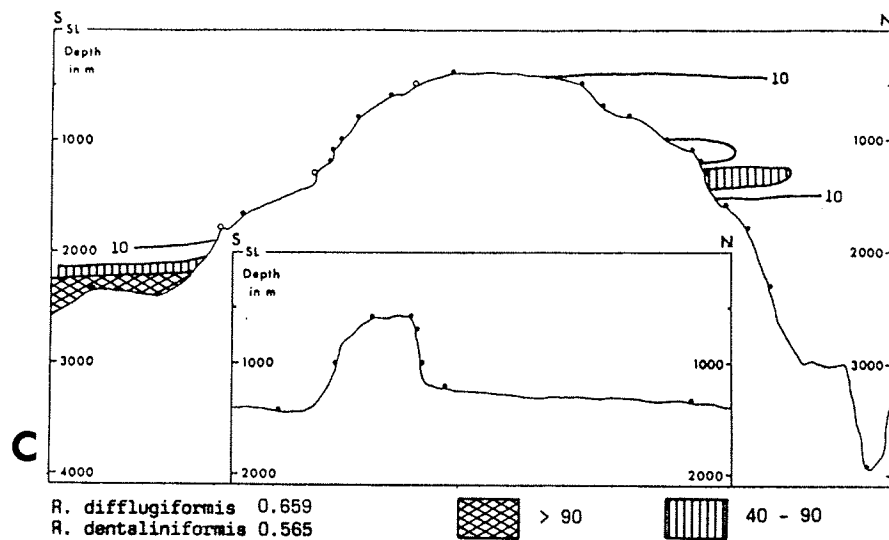
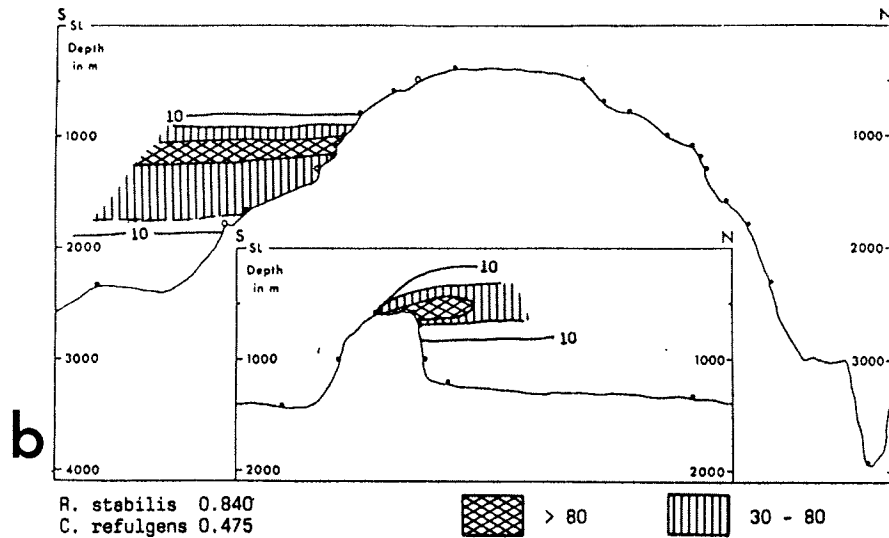
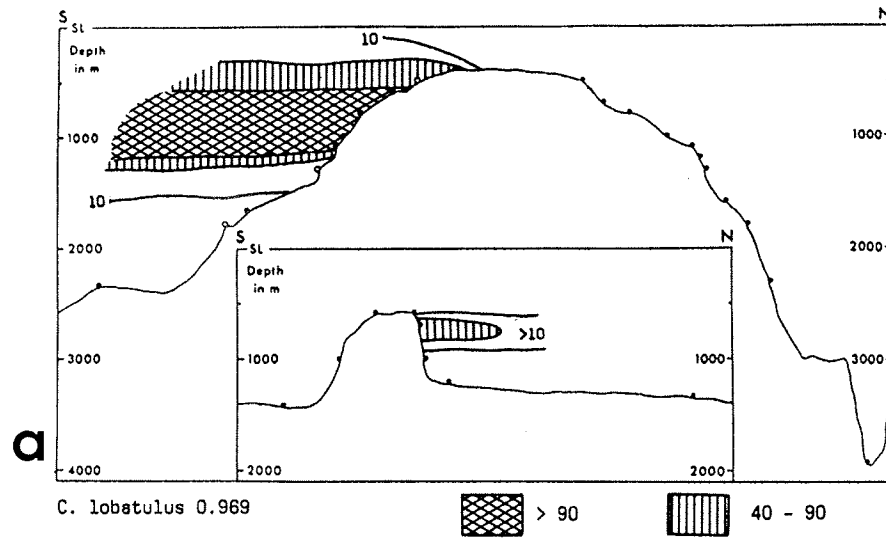


Abb. 19 a-c: Verbreitung der Artengruppen auf dem Island-Schottland Rücken (Profile A, B). Gegeben sind die signifikanten Bestandteile der jeweiligen Artengruppe mit varimax factor score des Teildatensatzes. Dargestellt sind die Gebiete gleicher Faktorladungen (varimax factor value x 100).

im untersuchten Gebiet tiefste Station (2355 m) im Nord-Atlantik wird von der R. difflugiformis Artengruppe bestimmt (Abb. 19c). Bis auf die Arten H. elegans, M. pompiloides und G. minuta kommen alle Komponenten dieser Gruppe auch auf der nördlichen Flanke des Island-Färöer Rückens vor. Deshalb wird in der multivariaten Lösung auch dort in einer Tiefe von 1300 m der R. difflugiformis Artengruppe ein untergeordneter Anteil an der Foraminiferenfauna zugewiesen. Im Hauptverbreitungsgebiet dieser Gruppe ist das Sediment feinkörnig (<63 µm: 78 %; >63 <2000 µm: 22 %). Der CaCO₃-Gehalt beträgt 41 % und der organisch C -Gehalt 0.32 %. Die Bodenwassertemperatur zur Zeit der Probennahme betrug 2.9° C; der Salzgehalt 34.98 ‰. Auch dieses Gebiet wird noch vom Färökanal-Ausstromwasser (NIW, NSDW) geprägt (Abb. 11).

Die Marsipella cylindrica Artengruppe faßt 4.9 % der Varianz des Teil-Datensatzes zusammen. Diese Fauna wird beherrscht von Marsipella cylindrica (vgl. Abschnitt 5 dieser Untersuchung) und als zweiter Komponente Pullenia subcarinata. Untergeordnete Bestandteile sind: Bolivina cf. pseudopunctata, Fissurina semimarginata, Saccorhiza ramosa, Marsipella elongata und Lagena apiopleura. Diese Foraminiferenfauna ist auf der südlichsten Station des Untersuchungsgebietes, im Nord-Atlantik (16166), gefunden worden (Abb. 19d). Das Oberflächensediment ist dort sandig mit einem Pelit-Anteil von 21 %. Das Bodenwasser hatte zur Zeit der Probennahme einen Salzgehalt von 35.03 ‰ und eine Temperatur von 4.5° C. Aufgrund der Sedimentanalyse und der gemessenen hydrographischen Werte muß ein Überströmen dieses Gebietes durch das Färökanal-Ausstromwasser angenommen werden (Abb. 10).

Die Melonis zaandami Artengruppe umfaßt mit 28.5 % der Varianz den größten Teil der 'Island-Färöer Daten'. Melonis zaandami dominiert diese Artengruppe. R. difflugiformis stellt einen statistisch unbedeutenden Anteil. Lebende Individuen von M. zaandami sind im Gebiet zwischen Island und den Shetlands bis in maximale Tiefen von 1600 m gezählt worden. Das Hauptverbreitungsgebiet der Artengruppe liegt auf der Nord-Flanke des Island-Färöer Rückens zwischen Wassertiefen von 400 und 1200 m und an den Flanken des Färökanals in Tiefen zwischen 600 und 1000 m (Abb. 19e). Auf dem Island-Färöer Rücken ist das Hauptverbreitungsgebiet der M. zaandami Artengruppe deckungsgleich mit der Verbreitung des feinkörnigsten und organisch C -reichsten Sediments (<63 µm: 44 - 87 %; organisch C: 0.48 - 0.79 %) (Abb. 7b,d). In den hier untersuchten Proben des Färökanals aber, ist weder ein Gleichgehen der M. zaandami Gruppe mit hohen Pelit-Anteilen noch eine Deckung mit hohen organisch C -gehalten festzustellen. Der CaCO₃-Gehalt ist sehr variabel: 1.5 - 22.3 % des Gesamtrockengewichts des Oberflächensediments. In der gesamten Island-Färöer Region bedeckt das kalte und relativ salzarme NSDW die von der M. zaandami Artengruppe geprägten Meeresbodenoberflächen.

Die Cassidulina teretis Artengruppe repräsentiert 13.1 % der Varianz des Teil-Datensatzes. Cassidulina teretis beherrscht die Zusammensetzung dieser Fauna. Als zweiter Bestandteil ist P. bulloides zu nennen. Untergeordnete Bestandteile der Fauna werden von Reophax distans, T. frigida und R. guttifer gestellt. Individuen von C. teretis sind bis in 1800 m Wassertiefe, Individuen von P. bulloides bis in 2300 m Tiefe gefunden worden. Cassidulina teretis ist jedoch lebend nur nördlich des Island-Schottland Rückens identifiziert worden. Das Hauptverbreitungsgebiet der C. teretis Artengruppe liegt im Färökanal unterhalb 1000 m unter der M. zaandami Zone (Abb. 19f). Dort ist das Sediment sandig mit geringem Feinkorn-Anteil (<63 µm: 8 - 28 %). Die CaCO₃- und organisch C -Gehalte sind sehr gering: CaCO₃,max. = 7.7 %, organisch C max. = 0.12 % (Abb. 7a-d). Auf dem Nordhang des Island-Färöer Rückens ist der Anteil an der Foraminiferen-Biozönose, der von der C. teretis Artengruppe in den einzelnen Proben gestellt wird, unbedeutender. In 1000 m Wassertiefe schiebt sich die C. teretis Gruppe in einen Bereich, der von der M. zaandami Artengruppe "beansprucht" wird. Dies ist rechnerisch durch das hohe Vorkommen von P. bulloides begründet. Zwischen 1100 und 1500 m wird die Foraminiferenfauna aber auch zu einem

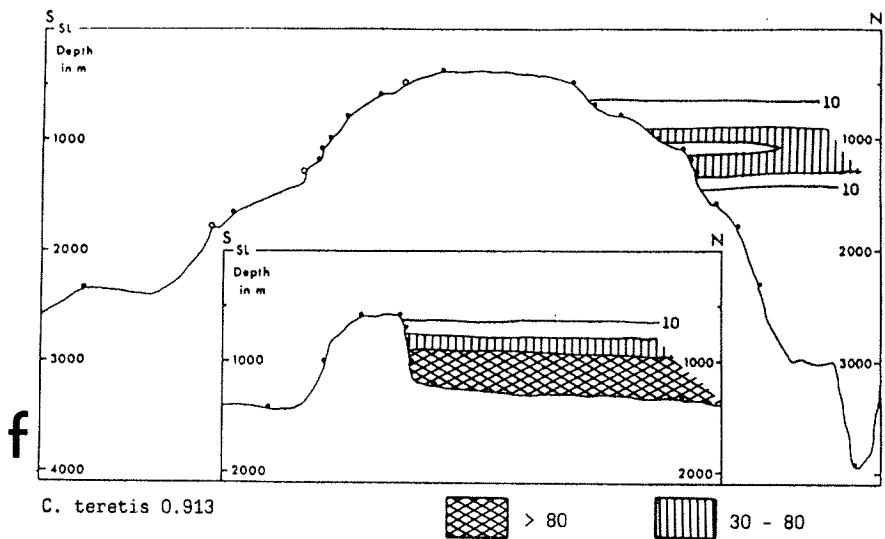
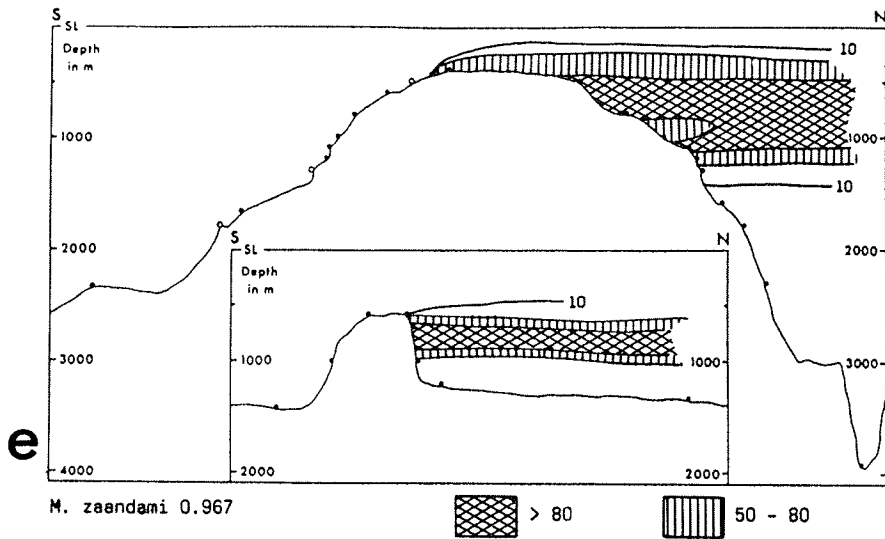
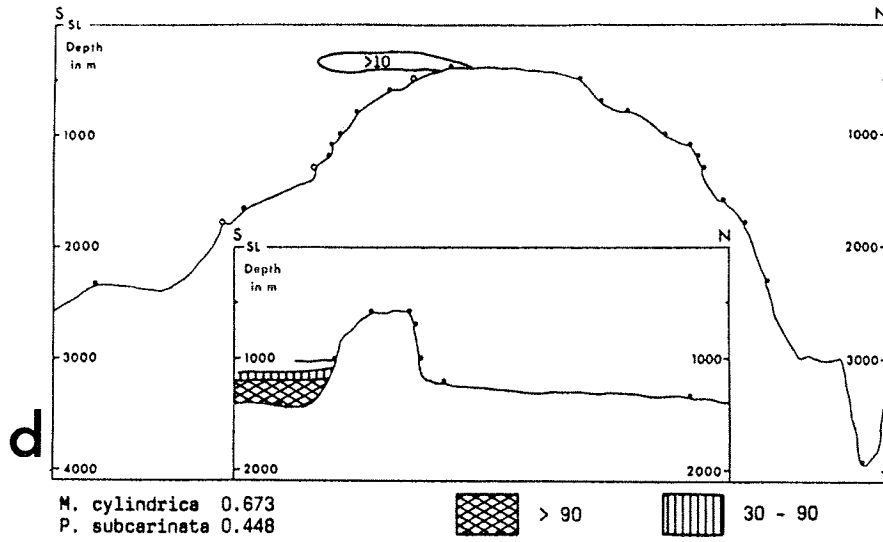


Abb. 19 d-f: Verbreitung der Artengruppen auf dem Island-Schottland Rücken (Profile A, B). Gegeben sind die signifikanten Bestandteile der jeweiligen Artengruppe mit varimax factor score des Teildatensatzes. Dargestellt sind die Gebiete gleicher Faktorladung (varimax factor value $\times 100$).

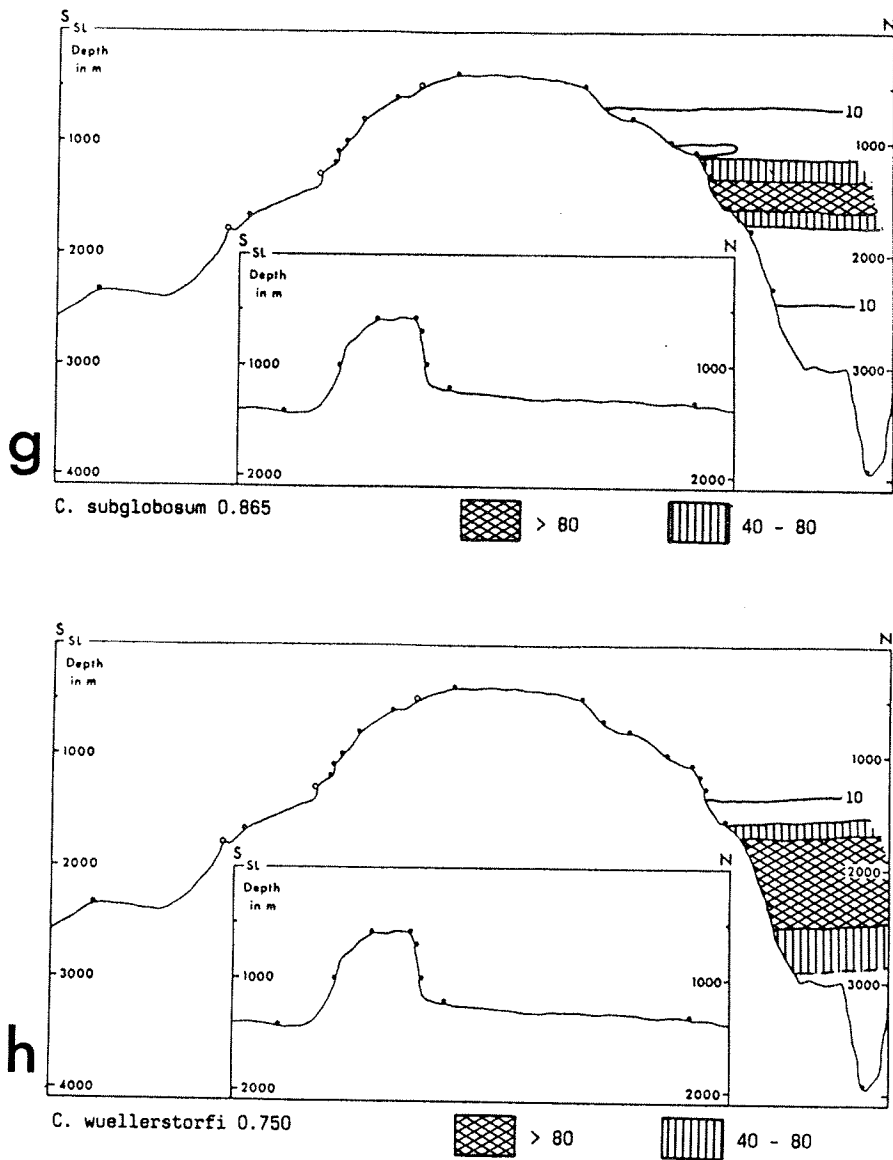


Abb. 19 g-h: Verbreitung der Artengruppen auf dem Island-Schottland Rücken (Profile A, B). Gegeben sind die signifikanten Bestandteile der jeweiligen Artengruppe mit varimax factor score des Teildatensatzes. Dargestellt sind die Gebiete gleicher Faktorladung (varimax factor value x 100).

Teil von der C. teretis Artengruppe geprägt. Die Obergrenze dieser C. teretis Zone fällt zusammen mit dem Einsetzen grobkörnigerer Sedimente (Abb. 19f). Der CaCO₃-Gehalt ist hoch (bis zu 40.2 %) und der organisch C -Gehalt liegt bei 0.4 %. Nach den CTD-Messungen während der Probennahme lag die Wassermassengrenze NSDW/NSBW vermutlich bei 1200/1300 m. Die Sohle des Färökanals wird von NSDW überströmt (vgl. Abschnitt 4.2 dieser Untersuchung).

Die Cribrostomoides subglobosum Artengruppe faßt 9.0 % der Varianz der 'lebenden' Daten zwischen Island und Schottland zusammen. Dominiert wird die Fauna von Cribrostomoides subglobosum. Untergeordnete Bestandteile sind: R. difflugiformis, Trochammina glögigeriniformis, P. bulloides, R. dentaliniformis und Adercotryma glomerata. Lebende Individuen von C. subglobosum sind nur auf der nördlichen Flanke des Island-Färöer Rückens und vereinzelt in den tiefsten Bereichen des Norwegen Beckens bis in 3900 m Wassertiefe gefunden worden. Das Hauptverbreitungsgebiet der C. subglobosum Artengruppe liegt in Wassertiefen zwischen 1300 und 1700 m (Abb. 19g). Die Foraminiferenfauna zwischen unterhalb 1100 m und 1300 m östlich vor Island, die zu einem Teil von der C. teretis Artengruppe charakterisiert wird, wird zum größeren Teil durch die C. subglobosum Artengruppe beschrieben. Das Sediment ist pelitisch mit hohem Sandgehalt (>63 µm <2000 µm: 40 %) und relativ CaCO₃-reich (um 24 % CaCO₃).

Die Cibicidoides wuellerstorfi Artengruppe umfaßt 7.9 % der Varianz. Cibicidoides wuellerstorfi beherrscht diese Artengemeinschaft benthischer Foraminiferen, jedoch sind R. guttifer, O. umbonatus und E. exigua zusätzliche, wichtige Komponenten. Adercotryma glomerata und C. subglobosum sind weniger bedeutende Bestandteile. Statistisch insignifikant ist der Einfluß von Eponides tumidulus, R. distans, Pyrgo murrhina und R. difflugiformis. Auf der Nord-Flanke des Island-Färöer Rückens sind lebende Individuen von C. wuellerstorfi zwischen ca. 1500 und 3000 m Wassertiefe gezählt worden. Auf der atlantischen Seite dagegen sind vereinzelte Individuen erst in 2355 m Wassertiefe gefunden worden. Das Hauptverbreitungsgebiet der C. wuellerstorfi Artengruppe liegt unterhalb der C. subglobosum Artengruppe zwischen 1700 und vermutlich maximal 3000 m (Abb. 19h). Dieser Bereich ist auf dem nördlichen Island-Färöer Rücken deckungsgleich mit dem Tiefenintervall, das durch den höchsten Anteil der Sandfraktion im Oberflächensediment gekennzeichnet ist (46 - 61 % des Gesamt-trockengewichts) (Abb. 7a). In 1800 m Wassertiefe erreicht der CaCO₃ -Gehalt des Oberflächensediments 23.7 % und der organisch C -Anteil 0.32 %. Das NSBW ist in diesen Tiefen homohalin und homothermal.

7.1.2 Gehäuse-Vergesellschaftungen

Aus dem Gesamtdatensatz der Totfauna wurden 30 Stationen ausgewählt, die Verbreitung leerer Foraminiferen-Gehäuse auf dem Island-Färöer Rücken sowie im Färökanal darzustellen (vgl. Abschnitt 3.2 dieser Untersuchung).

Die Cibicides lobatulus Gehäuse-Vergesellschaftung umfaßt 29.2 % der Varianz der "Island-Färöer Daten". Cibicides lobatulus dominiert diese Vergesellschaftung leerer Gehäuse. Untergeordnete Komponenten sind R. stabilis und Elphidium excavatum. Cibicides lobatulus Gehäuse sind auf der atlantischen Flanke des Island-Färöer Rückens häufig bis ca. 2000 m und vereinzelt bis 2300 m Wassertiefe gefunden worden, im Färökanal bis in 1200 m. Gehäuse von R. stabilis und E. excavatum sind im atlantischen Teil des Island-Färöer Rückens zwischen 600 und 1700 m, beziehungsweise

500 und 1700 m, und im Bereich des Färökanals zwischen 600 und 700 m, beziehungsweise 600 und 1200 m, gezählt worden. Die Hauptverbreitungsgebiete der Gehäuse der C. lobatulus Vergesellschaftung liegen auf dem südlichen Hang des Island-Färöer Rückens zwischen 400 und 1200 m und auf der Nord-Flanke des Weyville-Thomson Rückens in Wassertiefen um 700 m (Abb. 20a). Hohe Anteile an der Zusammensetzung der Foraminiferen-Thanatozönose stellt die C. lobatulus Vergesellschaftung aber auch in den tiefer gelegenen atlantischen Bereichen des Island-Färöer Rückens bis 1800 m. Auch die Fauna der südlichsten Station 16166 in 1415 m Wassertiefe wird zu einem Teil von dieser Gehäuse-Vergesellschaftung geprägt. Die Verbreitung der korrespondierenden lebenden C. lobatulus Artengruppe ist dagegen auf die flacheren, atlantischen Bereiche des Island-Färöer Rückens beschränkt (Abb. 19a).

Die Trifarina angulosa Gehäuse-Vergesellschaftung faßt 15.6 % der Varianz des Teildatensatzes der Totfauna zusammen. Diese Vergesellschaftung leerer Gehäuse wird dominiert von T. angulosa. Globocassidulina subglobosa und M. zaandami sind assoziiert. Cassidulina obtusa, R. difflugiformis, Bolivina cf. robusta und Gyroldina orbicularis sind weit untergeordnete Bestandteile dieser Vergesellschaftung. Leere T. angulosa Gehäuse sind in wechselnder Anzahl in allen untersuchten Proben aus dem Färökanal, vom Weyville-Thomson Rücken und von der atlantischen Flanke des Island-Färöer Rückens gefunden worden, sowie auf der nördlichen Seite des Rückens bis in eine Wassertiefe von 800 m. Globocassidulina subglobosa Gehäuse sind auf dem nördlichen Island-Färöer Rücken nicht nachgewiesen worden; für die übrigen bearbeiteten Gebiete gilt jedoch die gleiche Verbreitung wie für T. angulosa. Das Hauptvorkommen der T. angulosa Gehäuse-Vergesellschaftung ist auf den südlichen Hang des Weyville-Thomson Rückens, der den Hauptteil des Tiefenwasserausstroms aus der Norwegischen See durch den Färökanal nach Westen umlenkt, beschränkt (Abb. 20b). Die auf diesem Rücken untersuchten Oberflächenproben weisen eine sehr geringe Siedlungsdichte benthischer Foraminiferen von 2 Individuen/10 cm² Oberfläche aus, so daß die Zahl der identifizierten lebenden Foraminiferen für eine statistische Bearbeitung zu klein wurde (vgl. Abschnitt 3.2 dieser Untersuchung). Der prozentuale Anteil lebender T. angulosa und auch M. zaandami ist in diesen Proben aber hoch (Tab. 2). Es kann daher davon ausgegangen werden, daß der nachgewiesenen Hauptverbreitung der T. angulosa Gehäuse-Vergesellschaftung ein Vorkommen einer lebenden benthischen Foraminiferenfauna mit in etwa gleicher Artenzusammensetzung und Ausbreitung entspricht.

Zusätzlich zu den Hauptverbreitungsarealen stellen die Gehäuse der T. angulosa Vergesellschaftung einen großen Teil der Foraminiferen-Thanatozönosen auf dem südlichen Island-Färöer Rücken, dem Weyville-Thomson Rücken und im Färökanal. Diese Gebiete werden in der Lebendfauna von der R. stabilis Artengruppe, der M. cylindrica Artengruppe und der C. teretis Artengruppe geprägt (Abb. 20b). Die Kompliziertheit des Verbreitungsmusters hängt mit dem extremen Strömungs- und Sedimentationsverhalten im Bereich des südlichen Island-Färöer Rückens und im Färökanal zusammen.

Die Melonis zaandami Gehäuse-Vergesellschaftung umfaßt 11.1 % der "Island-Färöer Daten". Melonis zaandami und R. difflugiformis Gehäuse beherrschen die Zusammensetzung dieser Vergesellschaftung. Pullenia bulloides, Trifarina fluens und Islandiella norcrossi stellen geringere Anteile. Statistisch unbedeutend sind G. subglobosa und R. guttifer Gehäuse. Einzelne Gehäuse von M. zaandami und R. difflugiformis sind auf dem nördlichen Island-Färöer Rücken bis in 1600 m und von P. bulloides bis in 1300 m Wassertiefe gefunden worden. Das Hauptverbreitungsgebiet der M. zaandami Vergesellschaftung befindet sich auf dem nördlichen Hang des Island-Färöer Rückens in Wassertiefen zwischen 500 und 1000 m (Abb. 20c). Im Vergleich zur lebenden M. zaandami Artengruppe ist die Gehäuse-Vergesellschaftung auf ein kleineres Tiefenintervall beschränkt.

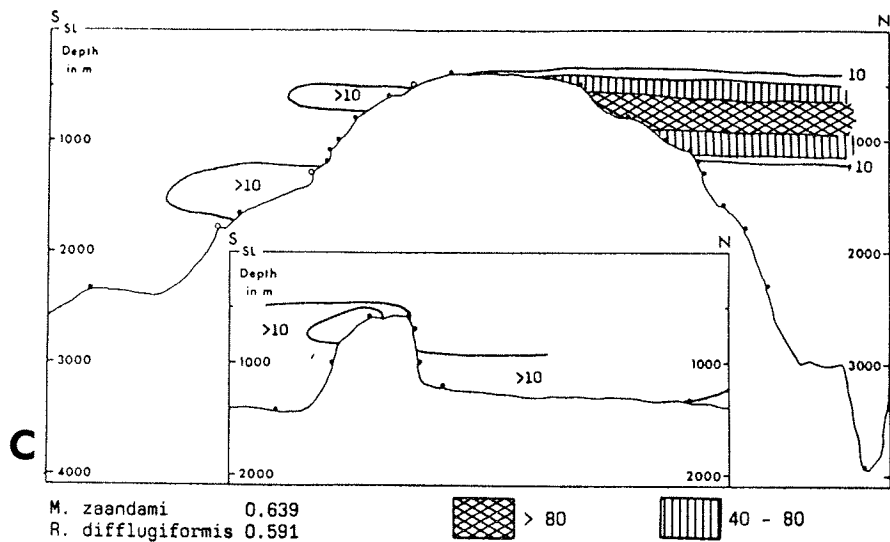
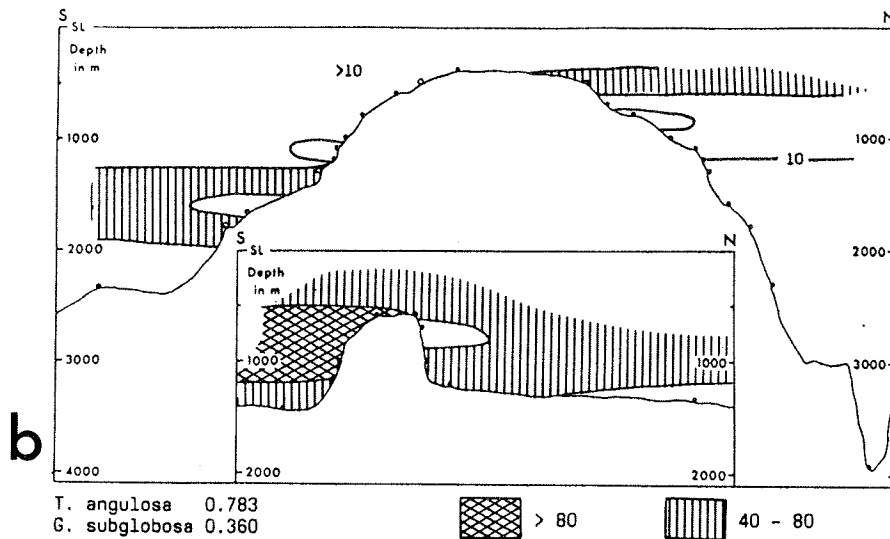
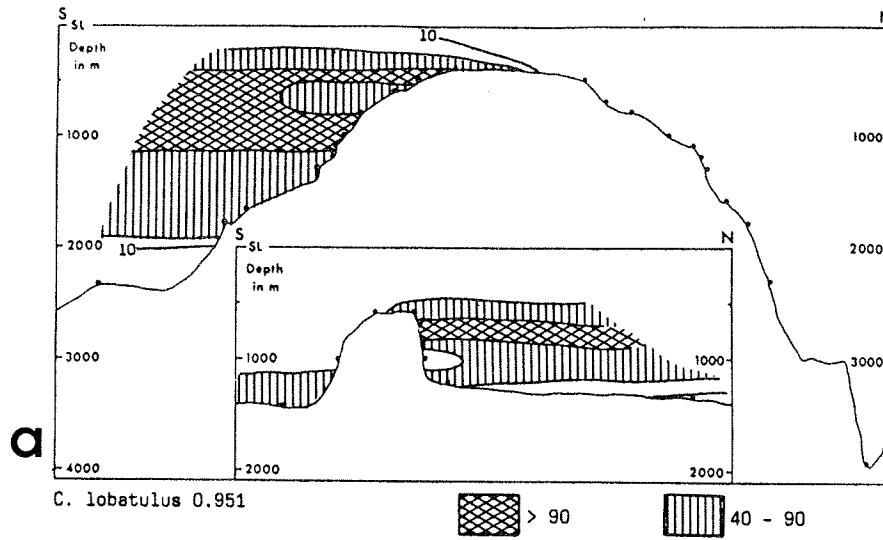


Abb. 20 a-c: Verbreitung der Gehäuse-Vergesellschaftungen auf dem Island-Schottland Rücken (Profile A, B). Gegeben sind die signifikanten Bestandteile der jeweiligen Gehäuse-Vergesellschaftung mit varimax factor score. Dargestellt sind die Gebiete gleicher Faktorladung (varimax factor value x 100).

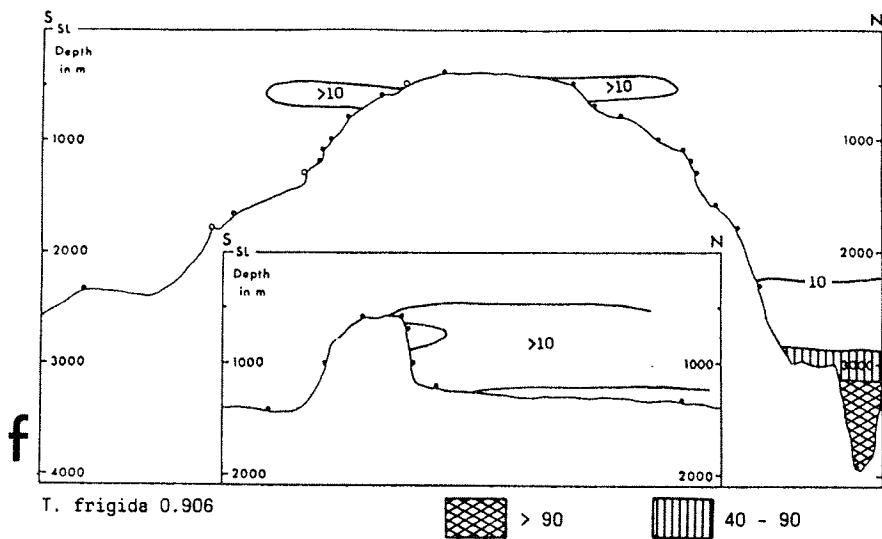
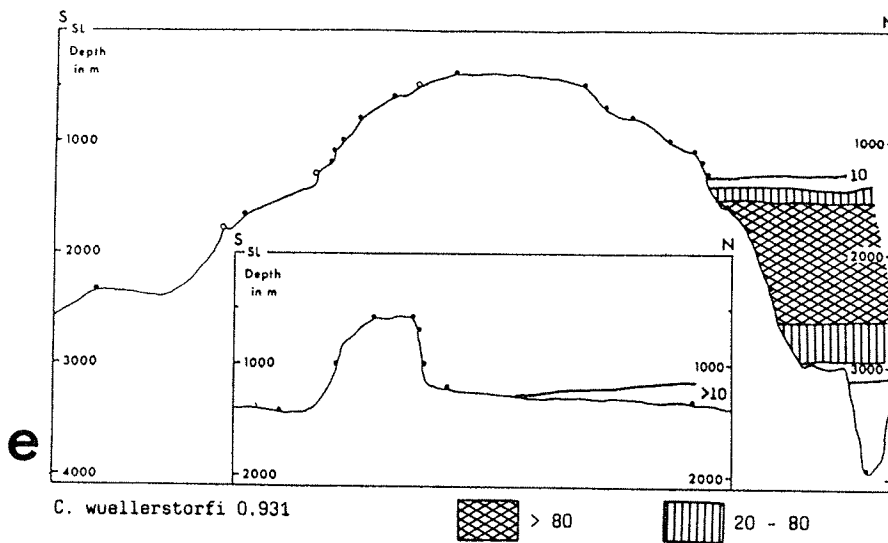
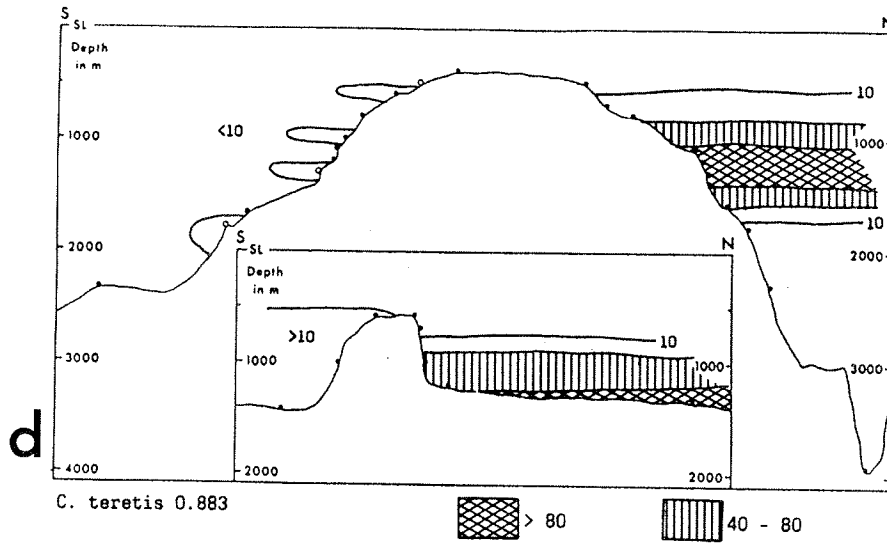


Abb. 20 d-f: Verbreitung der Gehäuse-Vergesellschaftungen auf dem Island-Schottland Rücken (Profile A, B). Gegeben sind die signifikanten Bestandteile der jeweiligen Gehäuse-Vergesellschaftung mit varimax factor score. Dargestellt sind die Gebiete gleicher Faktorladung (varimax factor value \times 100).

Die Cassidulina teretis Gehäuse-Vergesellschaftung faßt 18.6 % der Varianz der Island-Färöer Daten zusammen. Cassidulina teretis Gehäuse dominieren diese Gruppe. Ein starker Einfluß auf die Zusammensetzung der Vergesellschaftung geht aber auch von Cassidulina reniforme aus. Cassidulina teretis Gehäuse sind in geringen Prozentsätzen über die gesamte untersuchte Flanke des Island-Färöer Rückens gezählt worden. Auf der Süd-Flanke des Wyville-Thomson Rückens sind C. teretis Gehäuse bis in 1000 m Wassertiefe nachgewiesen worden. Bis in 1800 m Wassertiefe sind auf der Nord-Flanke des Island-Färöer Rückens C. teretis Gehäuse identifiziert worden. Das Hauptverbreitungsgebiet der C. teretis Gehäuse-Vergesellschaftung liegt auf dem nördlichen Teil des Island-Färöer Rückens zwischen 1000 und 1500 m, im Färökanal unter 1200 m Wassertiefe (Abb. 20d). Die C. teretis Vergesellschaftung ist auf dem Island-Färöer Rücken deutlich besser und einheitlicher definiert als die ihr entsprechende lebende C. teretis Artengruppe. Im Färökanal liegt die Verbreitungsobergrenze der Totfauna ca. 300 m tiefer als die obere Begrenzung der dazugehörigen lebenden Artengruppe.

Die Cibicidoides wuellerstorfi Gehäuse-Vergesellschaftung erfaßt 9.1 % der Varianz des Teildatensatzes. Diese Vergesellschaftung leerer Gehäuse wird beherrschend geprägt von C. wuellerstorfi. Untergeordnete Bestandteile sind: E. exigua, R. guttifer, O. umbonatus und C. subglobosum. Während C. wuellerstorfi Gehäuse auf der Nord-Flanke des Island-Färöer Rückens in großen Mengen zwischen 1500 und 2500 m gefunden wurden, sind auf der südlichen, atlantischen Seite nur ganz vereinzelt wenige Exemplare gezählt worden. Das Hauptverbreitungsgebiet der C. wuellerstorfi Gehäuse-Vergesellschaftung reicht hier im Südwesten des Norwegen Beckens von 1600 m bis ca. 3000 m Wassertiefe (Abb. 20e). Damit wird das Tiefenintervall, das in der Lebendfauna durch eine C. subglobosum Dominanz charakterisiert ist, in der Gehäuse-Vergesellschaftung von der C. wuellerstorfi Gruppe mitbeschrieben.

Die Triloculina frigida Gehäuse-Vergesellschaftung faßt nur 3.9 % der Varianz des Island-Färöer Datensatzes zusammen. Geprägt wird diese Fauna von T. frigida Gehäusen. Weit untergeordnete und statistisch insignifikante Komponenten sind: E. excavatum, G. subglobosa, M. zaandami und R. difflugiformis. Es ist zweifelhaft, ob die Interpretation dieses Faktors als Vergesellschaftung gerechtfertigt ist. In der multivariaten Lösung wird dieser Faktor hauptsächlich durch Station 16192 in 3905 m Wassertiefe erzeugt (Abb. 20f). Dort wird die Totfauna von T. frigida bestimmt (83.5 % der Totfauna). Die von der Faktorenanalyse genannten insignifikanten Komponenten sind jedoch keine Bestandteile dieser Fauna. Auf dem nördlichen Wyville-Thomson Rücken in 1000 und 1300 m und auf dem nördlichen Island-Färöer Rücken in 600 m Wassertiefe sind triloculine benthische Foraminiferengehäuse als T. frigida in geringen Prozentsätzen identifiziert worden. Diese sind aber mit einer, im Vergleich zur Tiefsee-Fauna von Station 16192, gänzlich verschiedenen Fauna assoziiert. Deshalb erscheinen umgekehrt, bei der rechnerischen Zusammenstellung der Faktoren, diese aus der 'Flachwasser-Fauna' stammenden Arten in einer Gruppe, die eine Fauna charakterisieren soll, die so nicht gezählt worden ist (vgl. Abschnitt 3.2 dieser Untersuchung). Es bleibt jedoch die Beobachtung, daß T. frigida als Bestandteil von zwei verschiedenen Foraminiferenfaunen beschrieben worden ist.

7.1.3 Verbreitungsmuster und Umwelt

Nord-Hang des Island-Färöer Rückens

Die Analysen der Lebend- und Totfaunen der Oberflächenproben, die auf Stationen vom Scheitel des Island-Färöer Rückens hinab bis in das Norwegen Becken entnommen wurden, ergaben Artzusammensetzungen und eine Faunenzone, die der auf dem gegenüberliegenden norwegischen Kontinentalrand beschriebenen sehr ähnlich ist (MACKENSEN et al., 1985). Dieses Ergebnis macht eine reagierende Abhängigkeit der benthischen Foraminiferenfauna von den physikalischen Eigenschaften der Oberflächenwassermasse und der Höhe der Primärproduktion unwahrscheinlich: Im Westen führt der Ostislandstrom kaltes, salzarmes Oberflächenwasser in das hier untersuchte Gebiet (Während der "Kleinen Eiszeit" ist die Meer-Eisgrenze bis auf die Höhe des Island-Färöer Rückens vorgedrungen (EISMA und VAN DER GRAAF, 1983)). Im Osten dagegen führt der Norwegenstrom warmes, salzreiches Wasser an den norwegischen Kontinentalrand (vgl. Abschnitt 4.2 dieser Untersuchung).

Der nördliche Hang des Island-Färöer Rückens wird von ca. 500 m Wassertiefe ab bis in 1100 m von der M. zaandami Artengruppe besiedelt. Die dazugehörige Gehäuse-Vergesellschaftung prägt ungefähr das gleiche Gebiet, setzt sich aber in anderen Prozentsätzen aus den einzelnen Komponenten zusammen. Die flachste Station (16181) weist einen Anteil leerer T. angulosa Gehäuse auf, der entweder vom Scheitel des Rückens oder von flacheren Meeresgebieten vor Island herrührt. Diese Station ist in zusätzlicher Hinsicht interessant: Die zweithäufigste Komponente (24.4 % der Lebendfauna) nach M. zaandami ist Nonionella digitata NØRVANG, die meines Wissens bisher nur als Einzelexemplar von NØRVANG (1945) als Nonionella turgida (WILLIAMSON) var. digitata NØRVANG beschrieben worden ist (vgl. Tafel 1, Fig. 3, 4). Diese Art ist in der vorliegenden Untersuchung an keiner zusätzlichen Lokalität identifiziert worden. Das Bodenwasser auf der Station 16181 wird nach der während der Probennahme ermittelten T-S Beziehung stark von EIW beeinflusst (Abb.10,11). Dieses mag eine Ursache für das Vorkommen von N. digitata sein. Danach würde N. digitata sehr kaltes (0° C) und sehr salzarmes (34.86 ‰) Wasser bevorzugen.

Die Verbreitung der M. zaandami Gruppe korreliert auf dem Island-Färöer Rücken mit der Tiefenzone feinkörnigster, terrigener Sedimente und mit den höchsten organisch C -Gehalten der Sedimentoberfläche (Abb.19e,7d). Ein großer Teil der Sandfraktion besteht aus vulkanischem Glas. Es gibt in den hier untersuchten Proben keine Anzeichen eines Hangabtransportes oder des Wirkens von Bodenströmungen. Nach den parallel zur Probenahme vorgenommenen hydrographischen Messungen sind die Salzgehalts- und Temperaturbedingungen zwischen 500 und 1200 m Wassertiefe stabil (Abb. 11; Tab. 1). Das Verbreitungsgebiet liegt nach MEINCKE (1983) im Bereich des NSDW.

Ab 1200 m Wassertiefe, aber auch in 1000 m, wird ein größerer Teil der Foraminiferen-Biozönose auf dem Nord-Hang des Island-Färöer Rückens durch die C. teretis Artengruppe gebildet. Diese Gruppe ist dort jedoch nicht dominant. Dagegen wird die Foraminiferen-Thanatozönose von 1100 m bis mindestens 1300 m Wassertiefe klar von der C. teretis Vergesellschaftung dominiert. Die C. teretis Artengruppe kann am nördlichen Island-Färöer Rücken als Übergangsauna zwischen der flacheren M. zaandami und der tieferen C. subglobosum Fauna gedeutet werden, die in Zeiten optimaler Lebensbedingungen für die konkurrierenden M. zaandami und C. subglobosum Artengruppen, weniger durchsetzungsfähig ist (vgl. Abschnitt 8 dieser Untersuchung).

Von 1200 m Wassertiefe bis zu einem Maximum in 1600 m nimmt der Einfluß der C. subglobosum Artengruppe in der Foraminiferen-Biozönose zu. Unter 1300 m dominiert diese Gruppe bereits. Dieser Faunenwechsel in 1200/1300 m fällt auf dem Nordhang des Island-Färöer Rückens mit einem signifikanten Anstieg der Sandfraktion, des CaCO₃-Gehalts und

einem Abfall des organisch C -Gehalts im Oberflächensediment, sowie der Lage der permanenten Pyknokline zusammen (Abb. 19f, 7, 11). Der hohe Kalkgehalt in Verbindung mit einem hohen Anteil der Sandfraktion (planktische Foraminiferen) deutet auf eine höhere Primärproduktion in den oberflächennahen Wasserschichten oder auf eine verringerte terrigene Zufuhr als in den küstennahen, flacheren Gebieten.

Wie auch in der übrigen Norwegischen See existiert zur C. subglobosum Artengruppe keine entsprechende Gehäuse-Vergesellschaftung, die von C. subglobosum Gehäusen dominiert wird. HAAKE (pers. Mitteilung, 1984) fand C. subglobosum in Kernmaterial aus der Norwegischen See noch in mehreren Metern Tiefe in hohen Häufigkeiten. Die Vermutung, daß bakterielle Zersetzung des Gehäusezements (LUTZE, 1974; MACKENSEN et al., 1985) oder Lösung durch Porenwässer (STREETER et al., 1982) verantwortlich für die geringe prozentuale Häufigkeit leerer Gehäuse sei, wirkt angesichts dieser Beobachtung unbefriedigend. Eine zusätzliche Begründung könnte in den weitgehend unbekanntem Reproduktionsmechanismen komplizierter gebauter, agglutinierender Foraminiferen liegen. Falls die turnover-rate von C. subglobosum geringer als die der übrigen Arten der Foraminiferen-Biozönose ist, wäre der Anteil der Gehäuse an der Totfauna kleiner.

Das Tiefenintervall von 1200 bis 1700 m, das auf dem nördlichen Island-Färöer Rücken in seiner lebenden benthischen Foraminiferenfauna durch die C. subglobosum Artengruppe geprägt wird, wird in seinem flacheren Teil in der Totfauna durch die C. teretis Gehäuse-Vergesellschaftung gekennzeichnet. Ab 1600 m dominiert die C. wuellerstorfi Vergesellschaftung die Foraminiferen-Thanatozönose.

Unterhalb von 1700 m beherrscht die C. wuellerstorfi Artengruppe das Bild der lebenden Foraminiferen. Diese Faunengrenze fällt hier mit dem Anstieg der Sandfraktion auf über 60 % des Gesamtrockengewichts zusammen (Abb. 19h, 7a). Die von MACKENSEN et al. (1985) vor Südwest-Norwegen nachgewiesene Korrelation zwischen zunehmender Dominanz der C. wuellerstorfi Gruppe und zunehmender Grobkörnigkeit des Oberflächensediments wird bestätigt. Häufige Funde von lebenden C. wuellerstorfi auf leeren C. subglobosum Gehäusen und großen Pyrgo Halbschalen in dieser Untersuchung und neue in situ Beobachtungen von LUTZE (AUGSTEIN et al., 1984, S. 125), bestärken den Eindruck, daß C. wuellerstorfi zur angeheftet lebenden Epifauna gezählt werden muß.

Aus der Probenserie nördlich des Island-Färöer Rückens stehen nur zwei Proben aus einer Wassertiefe tiefer als 2000 m zur Verfügung. Deshalb ist die untere Besiedlungsgrenze der C. wuellerstorfi Artengruppe nicht genau festzulegen. Die tiefste Probe 16192 zeigt aber eine deutlich andere Foraminiferenfauna (Tab. 2, 3): Triloculina frigida dominiert die lebende Foraminiferenfauna und die Gehäuse-Vergesellschaftung. Oridorsalis umbonatus stellt den zweiten wichtigen Bestandteil. Diese Fauna weicht in ihrer prozentualen Zusammensetzung leicht ab von der lebenden Fauna früherer Probenserien aus unmittelbar benachbarten Gebieten, in denen O. umbonatus dominiert und T. frigida als sekundärer Bestandteil auftritt (MACKENSEN et al., 1985). Die geringe Siedlungsdichte (3 Individuen/10 cm²), der geringe CaCO₃-Gehalt (13.2 %) und der geringe organisch C-Gehalt (0.12 %) bestätigen aber die auf der tiefsten Station (16111: 3940 m) ermittelten Werte.

Atlantischer Hang des Island-Färöer Rückens

Die zur Zeit der Probennahme auf der atlantischen Flanke des Island-Färöer Rückens und auf dem Weyville-Thomson Rücken lebende benthische Foraminiferenfauna unterscheidet sich von der jeweiligen, am gleichen Ort vorgefundenen Vergesellschaftung leerer Gehäuse. Durch die multivariate Lösung wird diese Beobachtung, die für Extrembiotopie typisch ist (MURRAY, 1976), wiedergegeben.

Die Foraminiferen-Biozönose wird vom Scheitel des Island-Färöer Rückens bis ca. 1200 m Wassertiefe von der C. lobatulus Artengruppe und ab 1200 m bis max. 1800 m von einer Artengruppe, die durch R. stabilis geprägt wird, dominiert, während die Vergesellschaftung leerer Gehäuse in dem gesamten Bereich durch die C. lobatulus Gehäuse-Vergesellschaftung beschrieben werden kann. Unter 1800 m prägt I. angulosa die Foraminiferen-Thanatozönose.

Nur Proben, die aus Wassertiefen unter 1200 m entnommen worden sind, weisen in der Korngrößenanalyse keinen Feinanteil <63 µm aus. Der Kiesanteil (>2 mm) erreicht in den flachsten Proben über 50 % des Gesamtrockengewichts. Der Kalkgehalt des Oberflächensediments steigt unterhalb von 1200 m stark an, der organisch C -Gehalt ist immer noch niedrig, aber deutlich höher als im flacheren Teil des Island-Färöer Rückens. Folgende Erklärung für die offensichtliche Korrelation der Änderungen dieser Sedimentkenngrößen mit der Faunengrenze zwischen der C. lobatulus und der R. stabilis Artengruppe wird vorgeschlagen: Die C. lobatulus Artengruppe ist auf dem Island-Färöer Rücken an ein Milieu extremer Strömungsverhältnisse gebunden, das verursacht wird durch ein zeitweises Überströmen des Rückens durch eine Mischung aus NIW/NAW (Abb. 11). Nur C. lobatulus und C. refulgens sind in der Lage, geschützt angeheftet in Vertiefungen und Zwickeln zwischen Steinen und Grobkies, solchen Ereignissen in großer Zahl zu widerstehen. Die R. stabilis Artengruppe dominiert in den tieferen Bereichen unter 1200 m, in denen die Bodenwassermasse aus einer Mischung aus NIW und hauptsächlich NSDW zusammengesetzt ist und in einem kontinuierlichen Strom aus dem Färöerbank Kanal kommend, der Morphologie folgend nach Westen fließt (MEINCKE, 1983) (Abb. 11). Eine solche andauernde Strömung bildet eine günstige Lebensvoraussetzung für filtrierendes Benthos: R. stabilis ist mit einer Fußscheibe auf dem Substrat festgeheftet und breitet mit Hilfe von im Mündungsbereich agglutinierten Schwammnadeln ein Protoplasmanetz aus (Taf. 1, Fig. 13, 14; vgl. LIPPS, 1983, S. 342). In vorliegender Untersuchung ist R. stabilis häufig an Hydrozoen festgeheftet beobachtet worden. Die Hydrozoen ihrerseits benutzten einen größeren Stein als Basis und als "Anker".

Lebende Trifarina angulosa kommen in geringer Anzahl als untergeordnete Bestandteile der C. lobatulus Artengruppe vor. Nach dem Tode dieser Tiere werden die leeren Gehäuse den Hang hinab transportiert, wo diese dann einen großen Anteil an der Foraminiferen-Thanatozönose stellen, obwohl lebende I. angulosa in den Tiefen, die von R. stabilis dominiert werden, nicht gefunden worden sind. Der hohe Anteil von E. excavatum Gehäusen in der Totfauna des gesamten atlantischen Hangs des Island-Färöer Rückens weist deutlich auf den Restsediment-Charakter der Ablagerungen hin. Lebende E. excavatum wurden nicht gezählt. So ist die Dominanz der C. lobatulus Gehäuse-Vergesellschaftung über den gesamten Südhang auch durch ein Auswaschen und eine Anreicherung pleistozäner Gehäuse zu erklären.

Die hier R. difflugiformis genannte Artengruppe in über 2000 m Wassertiefe weist schon atlantische Arten wie H. elegans, M. pompilioides und G. minuta auf, die in der Norwegischen See nicht vorkommen. Der Einfluß des NSDW ist noch deutlich spürbar.

Färö-Shetland Kanal und Wyville-Thomson Rücken

Die klare Tiefenzonierung der Besiedlung des norwegischen Kontinentalrandes und des Norwegen Beckens durch benthische Foraminiferen setzt sich in den Färö-Shetland Kanal hinein fort und teilt diesen in zwei Besiedlungsareale: Unter 600 m und über 1000 m Wassertiefe dominiert die M. zaandami Artengruppe die Foraminiferen-Biozönose. Ab 1000 m übernimmt die C. teretis Artengruppe die Vorherrschaft. Die korrespondierenden Gehäuse-Vergesellschaftungen prägen das Bild der Totfauna etwa 200 m tiefer. Dieses wird hauptsächlich durch eine große Anzahl C. lobatulus Gehäuse verursacht, die zusätzlich zu M. zaandami und C. teretis von den flacheren "Ufern" des Kanals und vom Nordhang des Wyville-Thomson Rückens hinab in den Kanal transportiert werden oder aus pleistozänen Sedimenten ausgewaschen werden und in den tieferen Teilen des Kanals einen großen Anteil an der Foraminiferen-Thanatozönose stellen. Nach den parallel zur Probennahme durchgeführten ozeanographischen Messungen unterliegen die Siedlungsgebiete der M. zaandami und der C. teretis Artengruppen dem Einfluß des NSDW.

Im Gegensatz aber zum Nordhang des Island-Färöer Rückens und zum südlichen norwegischen Kontinentalrand ist die Verbreitung der M. zaandami und der C. teretis Artengruppen nicht mit hohen Pelitanteilen und hohen organisch C -Gehalten des Oberflächensediments zu korrelieren (MACKENSEN et al., 1985). Es muß angenommen werden, daß der Feinanteil des Sediments und jegliche organische Substanz, die nicht sofort verwertet wird, durch die südwärts gerichteten Strömungen forttransportiert wird. EISMA und VAN DER GAAST (1983) unterstellen in den tieferen Bereichen des Färö-Shetland Kanals andauernde Sedimentation.

Der nördliche Scheitelbereich des Wyville-Thomson Rückens wird von der R. stabilis Artengruppe dominiert. Die korrespondierende Vergesellschaftung leerer Gehäuse beherrscht C. lobatulus. Wie auf dem tieferen, südlichen Island-Färöer Rücken liegt das Siedlungsgebiet der R. stabilis Gruppe im Bereich der Mischzone zwischen Färökanal-Ausstromwasser (NSDW/NIW) und NAW. Die Strömungsverhältnisse über dem Wyville-Thomson Rücken, zwischen südwestwärts ausströmendem NSDW/NIW und darüber nordwärts einströmendem NAW, müssen im Detail sehr kompliziert sein. Die CTD-Messungen zeigen aber, daß auf dem südlichen Teil des Wyville-Thomson Rückens atlantische hydrographische Bedingungen herrschen (Tab. 1). Die lebende benthische Foraminiferenfauna wird dort bis in ca. 1000 m Wassertiefe von T. angulosa geprägt. Die äußerst niedrige Siedlungsdichte ließ eine Eingliederung dieser Stationen in die statistische Auswertung nicht zu. Die Totfauna zeigt jedoch das von der lebenden Fauna angedeutete Bild und bestätigt das Ergebnis.

Mit der hydrographischen Grenze auf dem Scheitel des Wyville-Thomson Rückens fällt die Faunengrenze R. stabilis/T. angulosa und der Anstieg des CaCO₃-Gehaltes auf über 30 % südlich des Rückens zusammen (Abb. 7c). Die Korngrößenanalysen und die organisch C -Analysen zeigen dagegen südlich und nördlich des Rückens die gleiche Abfolge (Abb. 7a, b, d).

In 1415 m Wassertiefe, im atlantischen Teil des Wyville-Thomson Rückens, steigt der Pelitgehalt auf 21 % des Gesamtrockengewichts. Die Siedlungsdichte ist auch hier mit 10 Individuen/10 cm² noch gering. Die Fauna setzt sich aber hauptsächlich aus verzweigten und astförmigen agglutinierenden Formen zusammen, die oft größer als 2 mm werden. Diese Gruppe benthischer Foraminiferen ist hier wegen der Dominanz von Marsipella cylindrica und M. elongata, M. cylindrica Artengruppe genannt worden. Diese Foraminiferenfauna ist aufgrund ihrer peripheren Lage im Untersuchungsgebiet einmalig.

7.2 Nördliche Nordsee

Aus dem Gesamtdatensatz wurden die Ergebnisse von 18 Stationen, die alle aus einem begrenzten Areal, dem Osebergfeld stammen, getrennt und in eigenen Analysen (lebend und tot) statistisch ausgewertet. Keine der Stationen ist weiter als 3 Seemeilen von einer nächsten entfernt. Dieser Teil der Untersuchung soll kleinmaßstäbliche Veränderungen der Artenzusammensetzung benthischer Foraminiferen unter im allgemeinen gleichbleibenden, oder nur sehr geringen Änderungen unterworfenen, äußeren Bedingungen aufzeigen.

7.2.1 Lebend-Gemeinschaften

Cassidulina laevigata dominiert auf jeder Station die Foraminiferen-Biozönose. Die multivariate Lösung enthüllt jedoch deutlich eine Proportionen-Verschiebung innerhalb der Artenkombination auf zwei Stationen.

Die C. laevigata Artengruppe faßt 56.4 % der Varianz der "Oseberg-Daten" zusammen. C. laevigata dominiert diese Gruppe. T. angulosa ist die zweithäufigste Komponente. Weitere Bestandteile sind Cassidulina obtusa und Cribrostomoides jeffreysii. Bis auf zwei Stationen prägt diese lebende Artengruppe überwiegend das Bild der Fauna im gesamten hier untersuchten Gebiet.

Die T. angulosa Artengruppe erfaßt 23.3 % der Varianz in den Oseberg-Daten. T. angulosa prägt diese Gruppe zusammen mit C. obtusa und C. laevigata als untergeordneten Komponenten. Statistisch insignifikante Bestandteile sind Cancris auriculus, C. jeffreysii, Verneuilina media und Trochammina nana. Die T. angulosa Artengruppe ist ein untergeordneter Bestandteil der Foraminiferen-Biozönose auf jeder hier untersuchten Station. Diese Artengruppe bestimmt aber das Faunenbild der Station 16193-11.

Die Cancris auriculus Artengruppe faßt 19.9 % der Varianz des Teildatensatzes zusammen. Cancris auriculus prägt diese Gruppe gemeinsam mit C. laevigata. Patellina corrugata, Uvigerina mediterranea und Discorbinella bertheloti sind weit untergeordnete Bestandteile. Station 16193-2 im Nordosten, an der Peripherie des Untersuchungsgebietes, wird von dieser Fauna geprägt. Dort beginnt das Nordsee-Plateau gegen den tiefen Graben der Norwegischen Rinne abzusinken. Leere Gehäuse von C. auriculus sind nur in sehr geringer Zahl gefunden worden.

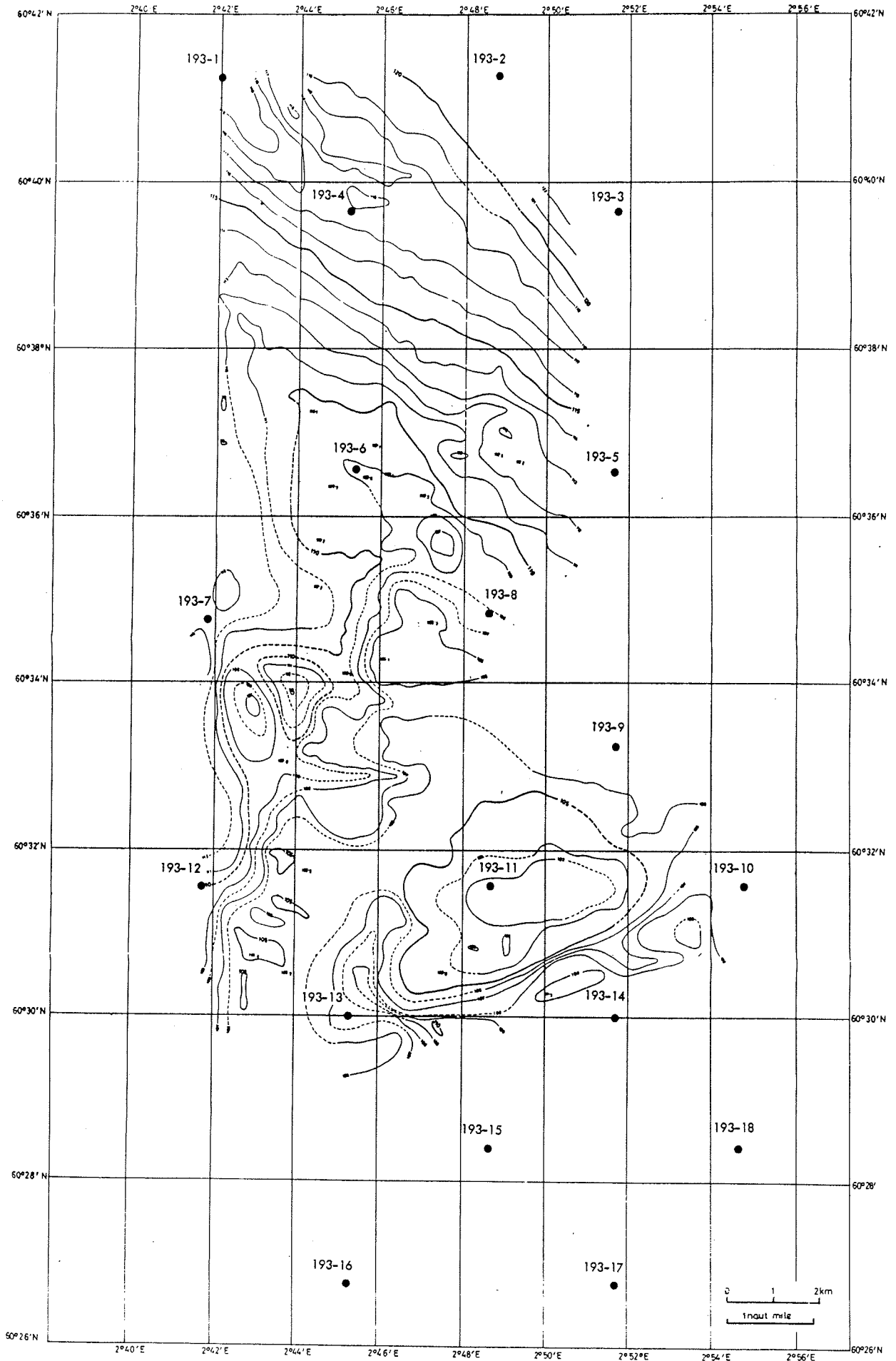
7.2.2 Gehäuse-Vergesellschaftungen

Auch die Vergesellschaftung leerer Gehäuse wird auf allen Stationen des Osebergfeldes von Cassidulina laevigata dominiert.

Die C. laevigata Gehäuse-Vergesellschaftung faßt 60.8 % der Varianz der Oseberg-Daten zusammen. Die Vergesellschaftung wird von C. laevigata Gehäusen beherrscht. Trifarina angulosa stellt einen untergeordneten Anteil.

Die Stationen 16193-2 und 16193-3 werden von der T. angulosa Gehäuse-Vergesellschaftung geprägt. Diese Vergesellschaftung faßt 39.1 % der Varianz der Daten zusammen. Neben T. angulosa als Hauptkomponente treten C. laevigata und Cibicides lobatulus Gehäuse auf.

Abb. 21: Bathymetrie und Lage der Stationen des Untersuchungsgebietes C (Abb. 1) in der nördlichen Nordsee (Osebergfeld). Die Probenummern sind verkürzt: Lies 16193-1 statt 193-1.



7.2.3 Verbreitungsmuster und Umwelt

Das Oberflächensediment besteht in dem untersuchten Gebiet aus einem gut sortierten Sand (FOYN, 1983; LYGREN, 1984). Der Pelitanteil übersteigt nie 1 % des Gesamtrockengewichts. Der Kiesanteil > 2 mm ist ausschließlich biogener Herkunft (Klappen von Arctica islandica und anderen Mollusken). Dieser Anteil der Molluskenbruchstücke steigt im Norden des Arbeitsgebietes an. Der organisch C -Gehalt ist über das gesamte Gebiet sehr niedrig (0.08 - 0.18 %). Der CaCO₃-Gehalt liegt bis auf drei Ausnahmen unter 2 %. Die Ausnahmen werden vermutlich durch Molluskenfragmente verursacht. Temperatur und Salzgehalt der atlantischen Wassermasse sind in dem kleinen, hier bearbeiteten Gebiet ebenfalls homogen.

Entsprechend dieser eintönigen und gleichmäßigen Umweltverhältnisse wird die Foraminiferen-Biozönose überall im Gebiet von der C. laevigata Artengruppe dominiert, mit folgenden Ausnahmen:

1. Die Foraminiferenfauna der flachsten Station (16193-11) in 103 m Wassertiefe wird von der T. angulosa Artengruppe beherrscht. Diese Probe ist auf dem Top einer ca. 5 m hohen untermeerischen Erhebung entnommen worden (Abb. 21). Sie enthält keinen Feinkornanteil (< 63 µm). Die Topographie des Meeresbodens scheint hier über die Strömungsverhältnisse direkt Einfluß auf die Besiedlung durch benthische Foraminiferen zu nehmen. In stärkeren Bodenströmungen und auf sandigem Substrat, das zeitweise umgelagert werden kann (LYGREN, 1984), scheint T. angulosa gegenüber C. laevigata konkurrenzfähiger zu sein.
2. Station 16193-2, die durch die hier Cancris auriculus Artengruppe genannte Fauna geprägt wird, zeichnet sich durch einen sehr hohen Schillgehalt (45 % des Gesamtrockengewichts sind organogen und >2 mm) und durch die innerhalb der Oseberg-Probenserie niedrigste Siedlungsdichte benthischer Foraminiferen (10 Individuen/10 cm²) aus (Abb. 21). Es ist wahrscheinlich, daß die großen schweren Muschelklappen die Besiedlung von C. laevigata und besonders T. angulosa behindern, da der Anteil sandigen Sediments, das von diesen Arten bevorzugt wird, verringert ist.

Bis auf die zwei nordöstlichsten Stationen im Untersuchungsgebiet wird auch die Foraminiferen-Thanatozönose durch die C. laevigata Gehäuse-Vergesellschaftung geprägt. Die Totfauna der Stationen 16193-2 und 16193-3 wird jedoch durch die T. angulosa Gehäuse-Vergesellschaftung charakterisiert (Abb. 21). Diese Stationen sind mit 125 und 126 m Wassertiefe die am tiefsten gelegenen im Oseberg-Arbeitsgebiet. Gleichzeitig weisen sie den höchsten Schillgehalt im Oberflächensediment auf. Auch hier, auf ganz engem Raum, bestätigt sich das am norwegischen Kontinentalrand und auf dem Island-Färöer Rücken beobachtete Bild: Die Gehäuse von Trifarina angulosa werden oft unterhalb des eigentlichen Siedlungsgebietes der Art angereichert (MACKENSEN et al., 1985; MACKENSEN und QVALE, 1985).

7.3 Südlicher norwegischer Kontinentalrand

7.3.1 Lebend-Gemeinschaften

Aus dem Gesamtdatensatz der Lebendfauna wurden 33 Stationen ausgewählt, die Siedlungsstruktur benthischer Foraminiferen am norwegischen Kontinentalrand zwischen 62° und 67°N zu repräsentieren (Abb. 5).

Die Cibicides lobatulus Artengruppe umfaßt 5.9 % der Varianz der "Süd-Norwegen Daten". Sie setzt sich zusammen aus den statistisch signifikanten Arten C. lobatulus und Textularia sagittula. Von minderer Bedeutung sind Cassidulina obtusa, Cibicides refulgens und Discanomalina semipunctata. Jeweils sehr geringe Anteile zu der Gesamtf fauna tragen folgende Arten bei: Discorbinella bertheloti, Uvigerina mediterranea, Astrononion gallowayi, Hanzawaia concentrica, Cassidulina laevigata und Cribrostomoides jeffreysii. Lebende Exemplare von C. lobatulus und C. refulgens sind am südlichen norwegischen Kontinentalhang bis 700 m Wassertiefe gefunden worden. Nicht tiefer als 500 m leben T. sagittula, C. obtusa, U. mediterranea und C. laevigata (Abb. 22a). Die Verbreitung dieser Artengruppe beschränkt sich hier, vor Südwest-Norwegen, auf den Schelfbereich bis in maximale Wassertiefen von 250 m. Es sind dies Gebiete, die von starken Bodenströmungen beeinflußt werden und in denen Restsedimentbildung vorherrscht (HOLTEDAHL und BJERKLI, 1982). Das nach Norden entlang des norwegischen Kontinentalrandes fließende, relativ warme und salzhaltige Wasser des Norwegenstromes (NAW), erreicht seine höchsten Fließgeschwindigkeiten oftmals an der Schelfkante (LJØEN und NAKKEN, 1969; VORREN et al., 1984, S. 231). Die Probe 16151 ist am äußersten Westrand des Schelfes entnommen worden (Abb. 5, 22a). 93.4 % der getrockneten Gesamtprobe besteht aus Korngrößen >2 mm. Die C. lobatulus Artengruppe bestimmt die Zusammensetzung der Fauna dieser Probe.

Probe 16103, die aus dem nördlichsten Teil der Norwegischen Rinne entnommen wurde, mußte bei der statistischen Bearbeitung des Teil-Datensatzes "Süd-Norwegen" unberücksichtigt bleiben, da sie, durch weit zu niedrige Kommunalitäten angezeigt, mit Hilfe der gewählten sieben Faktoren nicht befriedigend zu definieren war (Abb. 5). Die dort vorgefundene Lebendfauna wird dominiert von U. mediterranea. Das Substrat ist feinkörnig, mit einem Pelitanteil >80 % und einem organisch C -Gehalt von 0.9 %. Diese Probe repräsentiert eine benthische Foraminiferenfauna, die die Norwegische Rinne vor West-Norwegen bewohnt (FOYN, 1983; QVALE, 1985; MACKENSEN, unveröffentlichte Daten).

Die Trifarina angulosa Artengruppe faßt 10.6 % der Varianz zusammen. Die zu dieser Artengruppen gehörenden Faunen werden stark dominiert von T. angulosa. Lebende Individuen von T. angulosa sind bis in 700 m Wassertiefe gefunden worden. Das Hauptverbreitungsgebiet dieser Artengruppe liegt am obersten Kontinentalhang zwischen 200 und 600 m Wassertiefe (Abb. 22b). Dieser Hangabschnitt ist vom Aktivneset Sand bedeckt und wird stark vom Norwegenstrom geprägt. Die Bodenwassertemperaturen schwanken am südlichen norwegischen Kontinentalhang meist zwischen 5 und 9 °C, der Salzgehalt ist immer höher als 35 ‰ (MOSBY, 1959, 1970; LJØEN und NAKKEN, 1969).

Die Melonis zaandami Artengruppe beschreibt 32.3 % der Varianz des "Süd-Norwegen" Datensatzes (Abb. 22c). Die Zusammensetzung dieser Artengruppe wird von M. zaandami dominiert. Cassidulina teretis kommt als sehr untergeordnete Komponente vor. Lebende Individuen von M. zaandami sind bis in 1500 m Wassertiefe gefunden worden. Das Hauptverbreitungsgebiet der Gruppe liegt zwischen 600/700 und 1200 m Wassertiefe

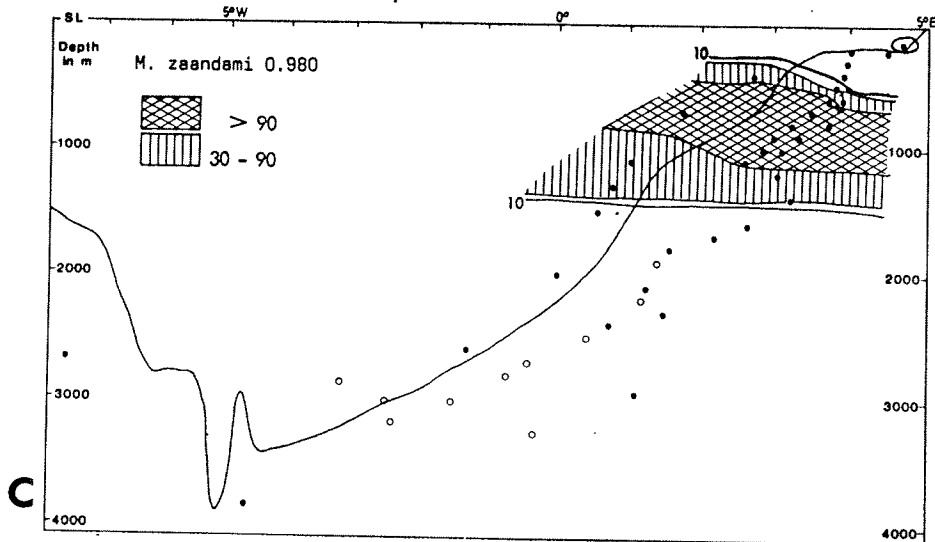
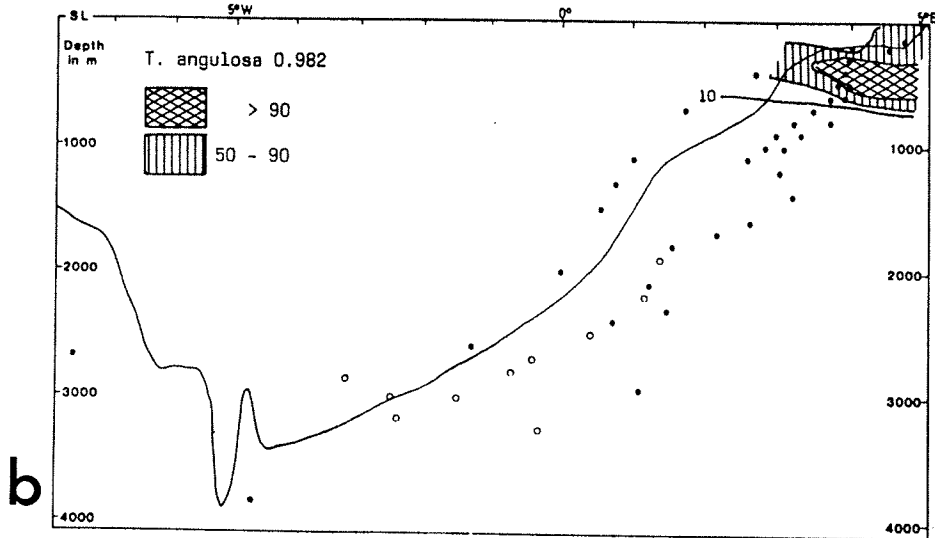
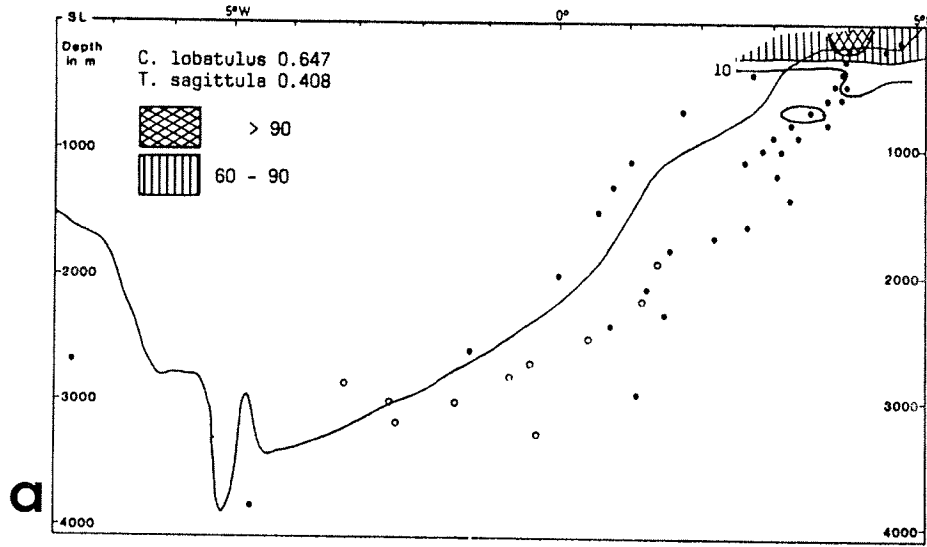


Abb. 22 a - c: Verbreitung der Artengruppen am südlichen norwegischen Kontinentalrand (Profil D). Gegeben sind die signifikanten Bestandteile der jeweiligen Artengruppen mit Varimax Factor Score des Teildatensatzes. Dargestellt sind Gebiete gleicher Faktorladung (Varimax Factor Value $\times 100$).

am mittleren Kontinentalhang. Das Vorkommen ist in einer Wassertiefe von 1400 m scharf begrenzt (Abb. 22c). Offensichtlich korrespondiert das Verbreitungsmuster der M. zaandami Artengruppe mit dem pelitischen Oberflächensediment, das HOLTEDAHL (1981) Storegga Mud nannte (Abb. 8a,b). Die Pyknokline, die definierte Grenze zwischen Tiefenwasser (NSDW) und Bodenwasser (NSBW), ist am norwegischen Kontinentalrand nach oben gebogen. Kaltes (-0.9 bis -1 °C) und relativ salzarmes (<34.91 ‰) Bodenwasser bedeckt den Hang bis ca. 800 m Tiefe hinauf (Abb. 13).

Der Faktor, der die Cassidulina teretis Artengruppe definiert, faßt nur 5.1 % der Varianz des Teildatensatzes der Lebendfauna zusammen. Die Artenkomposition der Gruppe wird durch C. teretis und Pullenia bulloides bestimmt. Reophax fusiformis, M. zaandami und Epistominella exigua sind untergeordnete Bestandteile. Lebende Individuen von C. teretis und P. bulloides sind bis in Wassertiefen von 1700 m, beziehungsweise 1500 m beobachtet worden. Reophax fusiformis lebt am südlichen Kontinentalhang bis 1400 m Wassertiefe, während E. exigua erst unter 1000 m ein Bestandteil der lebenden benthischen Foraminiferenfauna wird. Das Hauptverbreitungsgebiet der C. teretis Artengruppe beschränkt sich auf einen schmalen Streifen am Kontinentalhang, der von sehr feinkörnigem, terrigenem Sediment (>90 % Pelitanteil) bedeckt ist (Abb. 22d). Es sind dies die tiefsten Bereiche des Storegga Mud an der Grenze zu hauptsächlich pelagischer Sedimentation, welche durch die 30 % CaCO₃-Isolinie angedeutet wird (Abb. 8c). Das von der C. teretis Artengruppe geprägte Tiefenintervall zwischen 1000 und 1400 m wird auf dem Hang von einer, in flachere Tiefen reichenden Zunge des NSBW bestrichen; somit sind die hydrographischen Bedingungen wohl stabil (Abb. 13).

Wie in MACKENSEN et al. (1985) vorgeschlagen, wurde in dieser Untersuchung der Versuch unternommen, bei der Auswertung C. teretis von C. laevigata zu trennen. Es zeigt sich, daß das Hauptverbreitungsgebiet der C. teretis Artengruppe im Vergleich zur C. teretis - P. bulloides Assemblage von MACKENSEN et al. (1984) nicht verändert wird. Aber die Differenz zwischen dem tiefsten beobachteten Vorkommen der untergeordneten Komponenten T. angulosa, C. lobatulus, T. sagittula und U. finisterrensis (= U. mediterranea) in Bezug zur C. teretis - P. bulloides Assemblage tritt hier nicht auf, da diese Arten in der 'neuen' C. teretis Artengruppe nicht als Bestandteile erfaßt werden. Somit können Widersprüche in der multivariaten Lösung, die in MACKENSEN et al. (1985, S. 294) beschrieben sind, auf eine nicht eindeutige Taxonomie zurückgeführt werden. (vgl. BELANGER und STREETER, 1980: In figure 4 wird T. angulosa mit einer maximalen Tiefenreichweite bis ca. 1000 m gezeigt. In figure 5 wird das Tiefenintervall, das der C. teretis core-top factor dominiert, mit 950 bis 1500 m angegeben. Bestandteil dieses Faktors ist aber auch T. angulosa.)

Die Cribrostomoides subglobosum Artengruppe umfaßt 19.1 % der Varianz des Teildatensatzes "Süd-Norwegen". Die agglutinierende Art C. subglobosum beherrscht diese Fauna. Cibicidoides wuellerstorfi ist eine zusätzliche, jedoch weit untergeordnete Komponente. Lebende Exemplare von C. subglobosum wurden in Wassertiefen bis zu 2400 m gefunden. Die obere Begrenzung der Hauptverbreitung der C. subglobosum Artengruppe fällt mit dem Einsetzen hauptsächlich pelagischer Sedimentation zusammen. Zwischen 1000 und 1400 m Wassertiefe ist ein Überlappen mit der C. teretis Artengruppe festzustellen (Abb. 22e). In diesen Tiefen wird die Foraminiferen-Biozönose zu einem Teil auch aus der C. subglobosum Artengruppe zusammengesetzt. Die untere Verbreitungsgrenze ist scharf; bei 2000 m Wassertiefe. Die C. subglobosum Artengruppe ist die einzige lebende Gruppe benthischer Foraminiferen in der Norwegischen See, die keine entsprechende tote Gehäuse-Vergesellschaftung aufweist. Cribrostomoides subglobosum ist lebend in relativen Häufigkeiten bis zu 68 % gefunden worden. Im Vergleich dazu ist das Vorkommen leerer Gehäuse selten. Gleiche Beobachtungen sind auch von LUTZE (1974, 1980) von bestimmten agglutinierenden Arten im Persischen Golf und vor Nordwest-Afrika beschrieben worden.

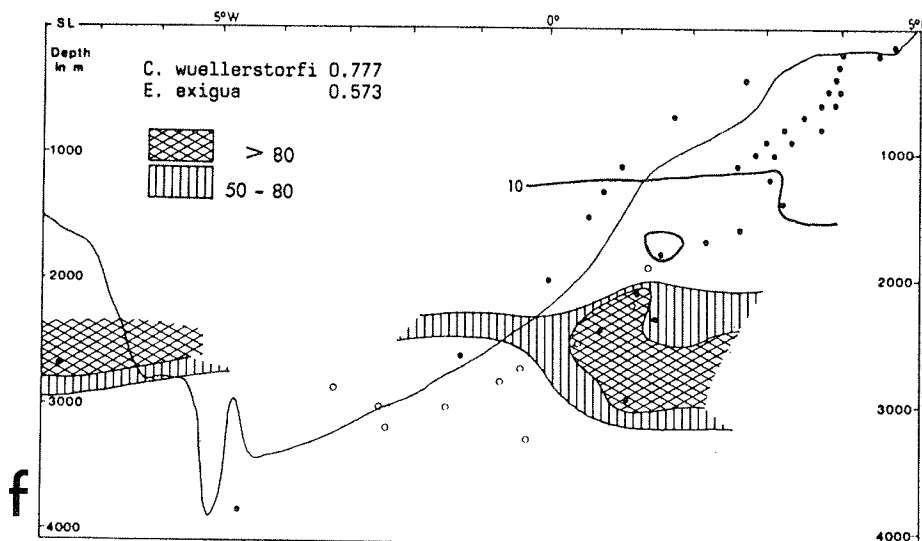
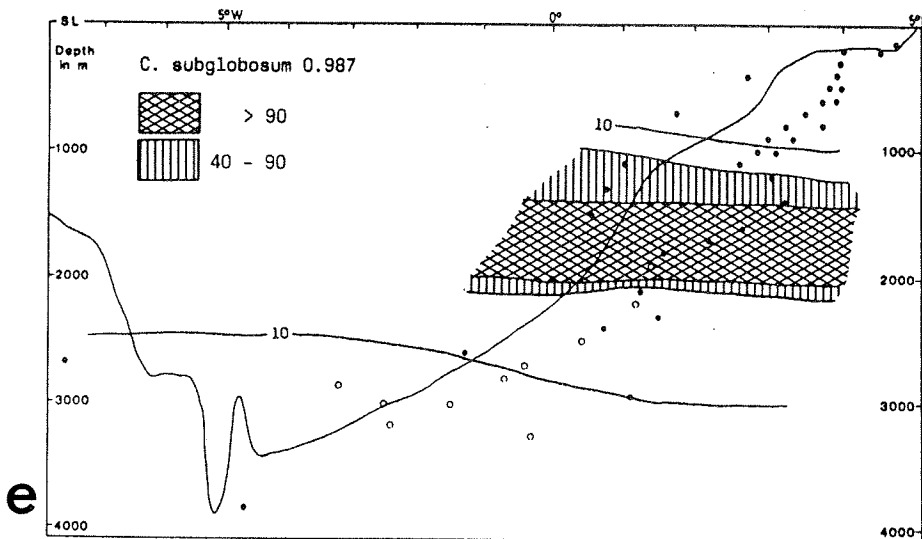
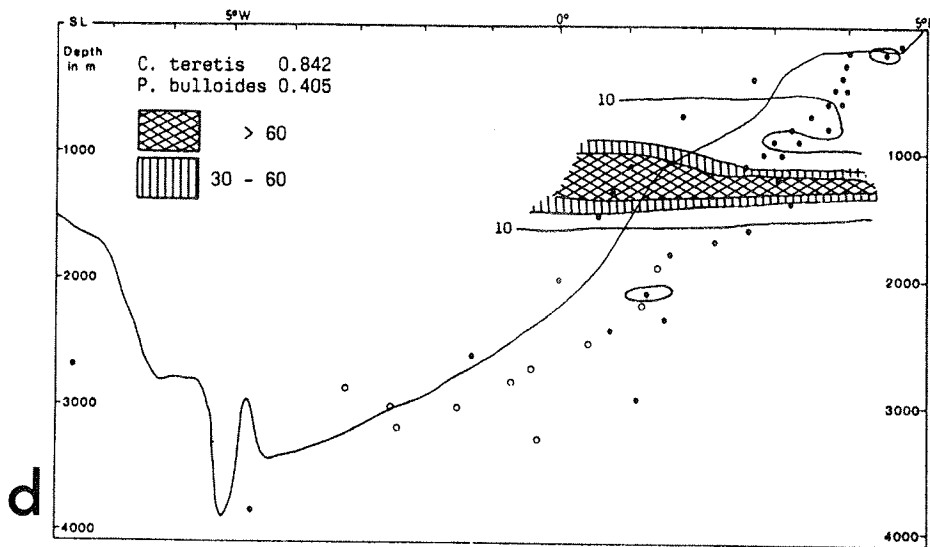


Abb. 22 d - f: Verbreitung der Artengruppen am südlichen norwegischen Kontinentalrand (Profil D). Gegeben sind die signifikanten Bestandteile der jeweiligen Artengruppe mit Varimax Factor Score des Teildatensatzes. Dargestellt sind Gebiete gleicher Faktorladung (Varimax Factor Value \times 100).

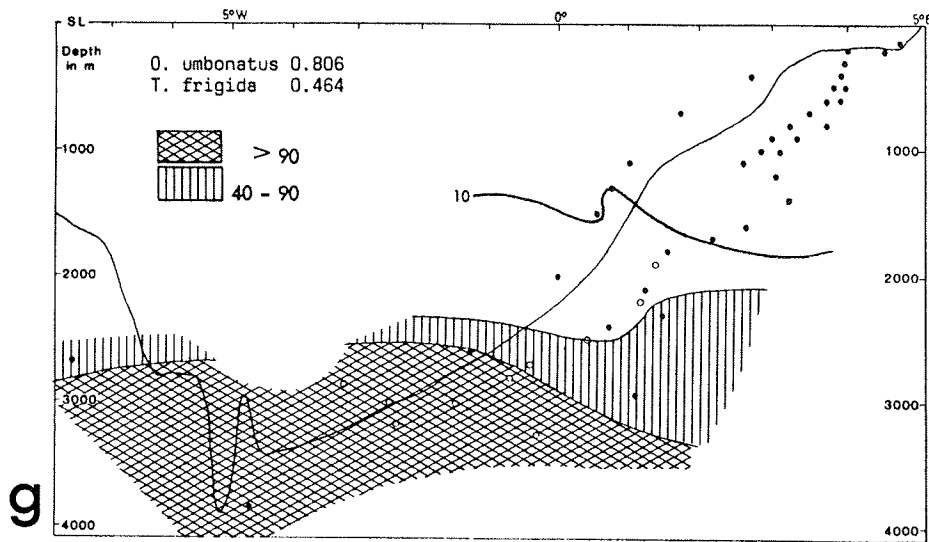


Abb. 22 g: Verbreitung der *Oridorsalis umbonatus* Artengruppe am südlichen norwegischen Kontinentalrand (Profil D). Gegeben sind die signifikanten Bestandteile der Artengruppe mit varimax factor score des Teildatensatzes. Dargestellt sind Gebiete gleicher Faktorladung (varimax factor value x 100).

Die *Cibicidoides wuellerstorfi* Artengruppe faßt 11.1 % des Teildatensatzes zusammen. *Cibicidoides wuellerstorfi* und *Epistominella exigua* charakterisieren diese Faunengruppe gemeinsam. Als untergeordnete Komponenten treten *Triloculina frigida* und *C. subglobosum* hinzu. Lebende *C. wuellerstorfi* und *E. exigua* sind in stark wechselnden Häufigkeiten in Wassertiefen zwischen 2000 und 3000 m gefunden worden. Auch das Hauptverbreitungsgebiet der *C. wuellerstorfi* Artengruppe liegt zwischen 2000 und 3000 m, unterhalb der Tiefenzone, die von *C. subglobosum* beherrscht wird (Abb. 22f). Die Abgrenzungen zu dieser flacheren, aber auch zur tieferen *O. umbonatus* Artengruppe sind nicht scharf. Eine gute Korrelation zwischen Tiefseeproben aus dem Norwegen Becken mit einer von *C. wuellerstorfi* und *E. exigua* dominierten Fauna und einem hohen Sandgehalt, der zwischen 23 und 47 % des Gesamtrockengewichts einer Probe erreichen kann, ist festzustellen (MACKENSEN et al., 1985).

Die *Oridorsalis umbonatus* Artengruppe repräsentiert 8 % der Varianz des südnorwegischen Teil-Datensatzes (Abb. 22g). *Oridorsalis umbonatus* prägt diese Fauna zusammen mit *Triloculina frigida* als zweitem wichtigen Bestandteil. Komponenten mit untergeordnetem Einfluß sind *C. wuellerstorfi*, *E. exigua* und *Eponides tumidulus*. Lebende Exemplare von *O. umbonatus* sind nur unterhalb 1000 m Wassertiefe, meist in geringer Anzahl, gefunden worden. Individuen von *T. frigida* hingegen sind vereinzelt in Tiefen von 600/700 und 1000 m identifiziert worden, in signifikanter Anzahl aber nur tiefer als 1700 m. Das Hauptverbreitungsgebiet der *O. umbonatus* Artengruppe erstreckt sich über die tiefsten Bereiche des Norwegen Beckens. Es können großflächige Überlappungen mit den flacheren Artengruppen festgestellt werden (Abb. 22f, g). Das Besiedlungsmuster des Norwegen Beckens scheint nicht eine bathymetrischen Zonierung sondern eher geographische Unterschiede widerzuspiegeln. Jedoch korrespondiert die obere Begrenzung der Hauptverbreitung der *O. umbonatus* Artengruppe bei 3000 m Wassertiefe mit der Isolinie, die einen organisch C -Gehalt des Oberflächensediments von unter 0.5 % anzeigt.

Die tiefste bearbeitete Probe aus der Norwegischen See (16111: 3940 m) zeichnet sich durch einen niedrigen Karbonatgehalt (8 %), niedrigen organisch C -Gehalt (0.26 %) und eine niedrige Siedlungsdichte benthischer Foraminiferen (3 Individuen/10 cm²) aus. Unterwasseraufnahmen und eine Schlitten-Probe zeigen eine dichte Besiedlung durch Kieselchwämme.

7.3.2 Gehäuse-Vergesellschaftungen

Aus dem Gesamtdatensatz der Totfauna wurden 44 Stationen ausgewählt, die Verbreitung leerer Foraminiferengehäuse am norwegischen Kontinentalrand zwischen 62° und 67°N darzustellen.

Die Cibicides lobatulus Gehäuse-Vergesellschaftung faßt 3.4 % der Varianz des 'toten' Datensatzes "Süd-Norwegen" zusammen (Abb. 23a). Gehäuse von C. lobatulus dominieren. Untergeordnete Komponenten sind C. obtusa, D. semipunctata, T. sagittula und T. angulosa. Die Hauptverbreitung dieser Vergesellschaftung ist, wie bei ihrem lebenden Pendant, auf den Schelfbereich mit Wassertiefen bis 250 m beschränkt. Der höhere prozentuale Anteil von C. lobatulus und die damit stärkere Gewichtung innerhalb der Gehäuse-Vergesellschaftung im Vergleich zur Lebend-Gemeinschaft mag auf die angeheftete Lebensweise dieser Art zurückzuführen sein: Lebende Exemplare, die an groben Kieskörnern und großen Steinen festgeheftet sind, werden bei der Untersuchung im Korngrößenbereich zwischen 63 und 2000 µm nicht erfaßt. Die leeren Gehäuse dagegen werden durch Erosion und Umlagerung zu Bestandteilen der Sandfraktion, in der sie dann als wichtige Komponenten der benthischen Foraminiferenfauna gezählt und statistisch ausgewertet werden.

Die Trifarina angulosa Gehäuse-Vergesellschaftung steht stellvertretend für 16.6 % der Varianz des Teildatensatzes der Totfauna. Die Vergesellschaftung setzt sich zusammen aus T. angulosa als beherrschender Komponente und C. obtusa, C. laevigata, U. mediterranea, C. refulgens und Elphidium excavatum als zusätzlichen, untergeordneten Bestandteilen. Die Thanatozönose benthischer Foraminiferen wird am südlichen norwegischen Kontinentalrand zwischen 200 und 800 m Wassertiefe von der T. angulosa Gehäuse-Vergesellschaftung dominiert (Abb. 23b). Die um mindestens 200 m hangabwärts ausgeweitete Verbreitung der Gehäuse-Vergesellschaftung im Vergleich zur entsprechenden lebenden Artengruppe und das durchgehend tiefere Vorkommen der einzelnen toten Komponenten kann als Hinweis auf einen rezenten Hangabtransport gedeutet werden.

Lebende, d.h. gefärbte Gehäuse von E. excavatum sind nicht gefunden worden. Die in meist sehr geringer Anzahl auftretenden leeren Elphidieng Gehäuse sollten daher als aus glaziomarinen Sedimenten stammende, umgearbeitete Fossilien angesehen werden (vgl. Abschnitt 7.1.2 dieser Untersuchung). Die weit größere Zahl von E. excavatum, die SKARBØ (1980) und SEJRUP et al. (1981) auf dem Schelf und dem oberen Kontinentalhang vor Südwest-Norwegen gefunden haben, ist vermutlich auf die weniger gut erhaltenen Sedimentoberflächen der untersuchten Kolbenlotkerne zurückzuführen. Der Anteil pleistozäner Reliktfaunen ist bei diesen Proben möglicherweise hoch; besonders in Gebieten, die während des Holozäns in der Hauptsache erodierenden Kräften unterworfen waren.

Die Melonis zaandami Gehäuse-Vergesellschaftung faßt 9.3 % der Varianz des Datensatzes vor Süd-Norwegen zusammen. Melonis zaandami und Cassidulina reniforme bestimmen zu fast gleichen Teilen die Zusammensetzung dieser Vergesellschaftung leerer Gehäuse. Reophax distans, P. bulloides und C. teretis sind untergeordnete Bestandteile. Leere Gehäuse von M. zaandami und P. bulloides sind bis in 1500 m Wassertiefe, von C. teretis bis 2000 m und von C. reniforme bis 2300 m gefunden worden (Abb. 23c). Das Hauptverbreitungsgebiet der M. zaandami Gehäuse-Vergesellschaftung liegt in Wassertiefen zwischen 700 und 1000 m und ist somit auf ein 300 bis 400 m umfassendes Tiefenintervall beschränkt. Die entsprechende lebende Artengruppe dominiert jedoch die benthische Foraminiferenfauna zwischen 600 und 1200 m Wassertiefe.

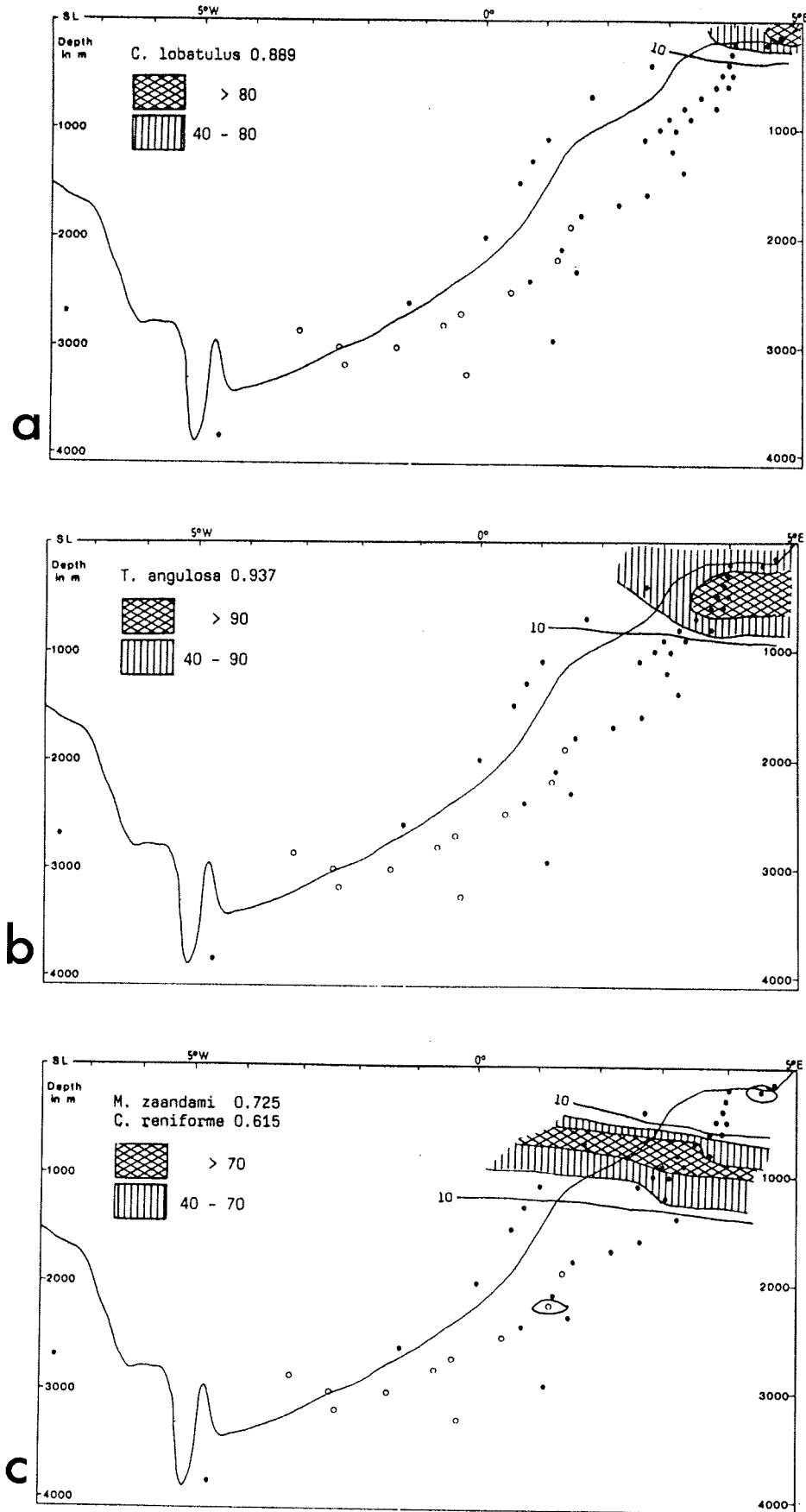


Abb. 23 a-c: Verbreitung der Gehäuse-Vergesellschaftungen am südlichen norwegischen Kontinentalrand (Profil D). Gegeben sind die signifikanten Bestandteile der jeweiligen Gehäuse-Vergesellschaftung mit varimax factor score des Teildatensatzes. Dargestellt sind Gebiete gleicher Faktorladung (varimax factor value x 100).

Die nächst tiefere Vergesellschaftung leerer benthischer Foraminiferengehäuse, die Cassidulina teretis Gehäuse-Vergesellschaftung, umfaßt 18.8 % der Varianz des Teil-Datensatzes "Süd-Norwegen" (Abb. 23a). Cassidulina teretis dominiert diese Vergesellschaftung. Ein weit untergeordneter Bestandteil setzt sich aus C. reniforme Gehäusen zusammen. Die Hauptverbreitung dieser Vergesellschaftung deckt sich mit dem Besiedlungsareal der entsprechenden lebenden Artengruppe. Nur wird ein großer Teil der Proben, die in ihrer Lebendfauna von M. zaandami dominiert werden, in ihrer Gehäuse-Vergesellschaftung durch einen hohen Anteil von C. teretis gekennzeichnet. Die proportionalen Anteile von M. zaandami in der Lebendfauna und von C. teretis und C. reniforme in der Totfauna sind gleichläufig.

Die Station 16103, aus der 'Mündung' der Norwegischen Rinne, wird in ihrer lebenden Zusammensetzung durch eine von U. mediterranea dominierte Fauna charakterisiert. Die Vergesellschaftung leerer Gehäuse wird dagegen gut (Kommunalität: 0.798) mit Hilfe der C. teretis Vergesellschaftung erfaßt.

Die Cibicidoides wuellerstorfi Gehäuse-Vergesellschaftung faßt über ein Viertel der Varianz (26.1 %) in dem Teildatensatz der Totfauna von Süd-Norwegen zusammen. Die Vergesellschaftung wird bestimmt von C. wuellerstorfi. Epistominella exigua, C. subglobosum und O. umbonatus tragen wenig zum Faunenbild bei. Gehäuse von C. wuellerstorfi wurden bis in Wassertiefen von 3300 m nachgewiesen. Die C. wuellerstorfi Gehäuse-Vergesellschaftung bestimmt das Bild der Vergesellschaftung leerer Foraminiferengehäuse zwischen 1600 und 2700 m Wassertiefe (Abb. 23e). Damit werden zu einem großen Teil auch die Gebiete eingeschlossen, die in der Lebendfauna von der C. subglobosum Artengruppe beherrscht werden. Der offensichtliche Unterschied zwischen der lebenden Foraminiferenfauna (C. subglobosum Artengruppe und C. wuellerstorfi Artengruppe) und der dazugehörigen Vergesellschaftung leerer Gehäuse (C. wuellerstorfi Gehäuse-Vergesellschaftung) unter 1600 m Wassertiefe erschwert Abschätzungen und Berechnungen von Diversität, Paläoproduktivität und Sedimentationsrate in pleistozänem Kernmaterial. Die obere Begrenzung der C. wuellerstorfi Gehäuse-Vergesellschaftung korrespondiert mit dem Einsetzen hauptsächlich pelagischer Sedimentation. Die untere Bergrenzung zeigt einen allmählichen Übergang zur tiefsten Gehäuse-Vergesellschaftung. Ein kontinuierlich mit der Tiefe abnehmender Anteil an der Foraminiferen-Thanatozönose ist festzustellen.

Die Oridorsalis umbonatus Gehäuse-Vergesellschaftung repräsentiert 18.0 % der Varianz des Teil-Datensatzes "Süd-Norwegen" (Abb. 23f). Oridorsalis umbonatus charakterisiert zusammen mit T. frigida diese Vergesellschaftung. Ammobaculites agglutinans und C. wuellerstorfi sind untergeordnete Komponenten. Die Verbreitung dieser Gehäuse-Vergesellschaftung deckt sich mit der der entsprechenden Lebend-Gemeinschaft. Es zeigt sich eine einheitliche Verbreitung unterhalb 3000 m Wassertiefe.

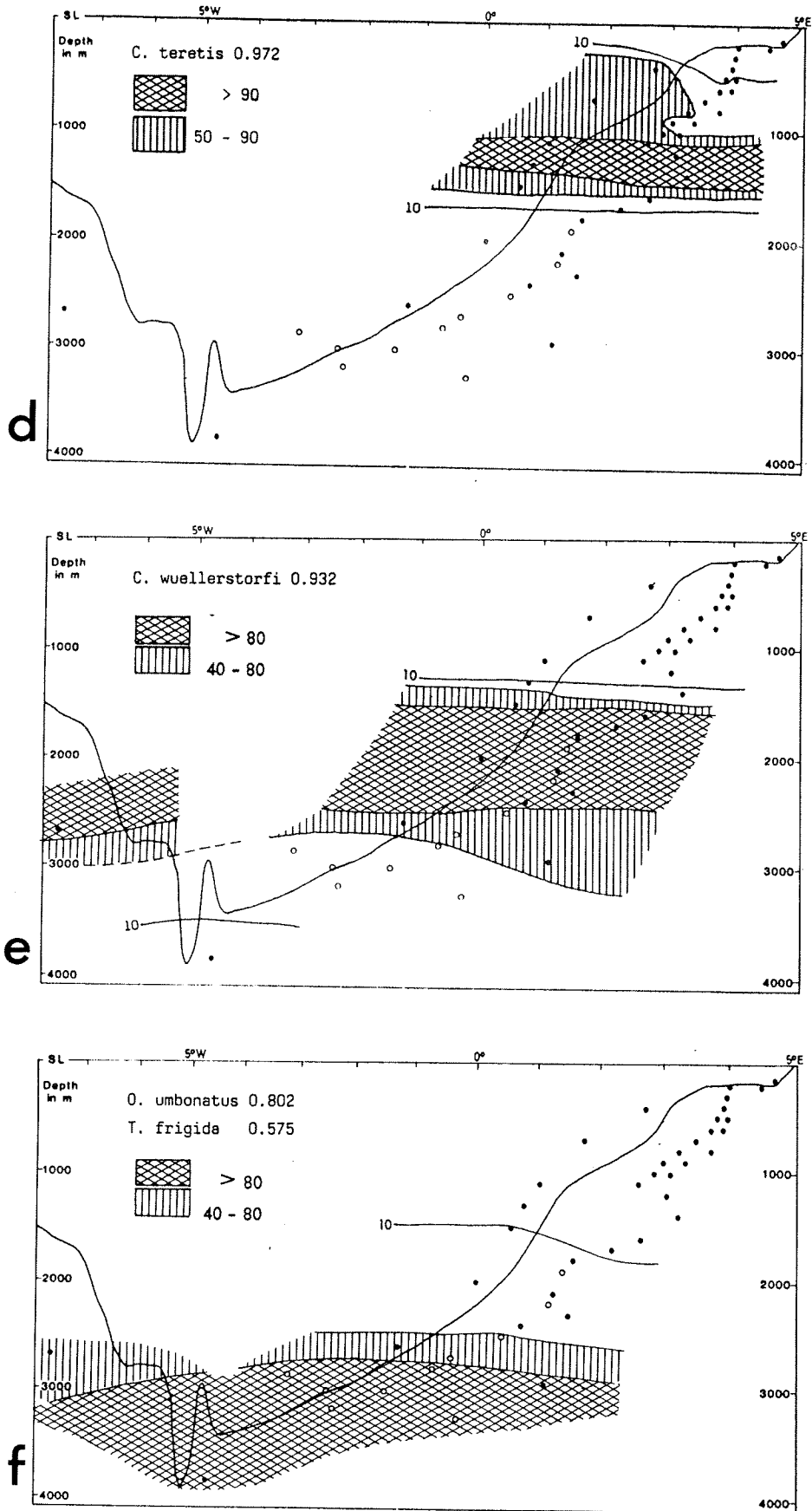


Abb. 23 d-f: Verbreitung der Gehäuse-Vergesellschaftungen am südlichen norwegischen Kontinentalrand (Profil D). Gegeben sind die signifikanten Bestandteile der jeweiligen Gehäuse-Vergesellschaftung mit varimax factor score des Teildatensatzes. Dargestellt sind Gebiete gleicher Faktorladung (varimax factor value x 100).

7.3.3 Verbreitungsmuster und Umwelt

Der Vergleich der zur Zeit der Probennahme lebenden benthischen Foraminiferenfauna mit einer Mischfauna der letzten 2000 bis 4000 Jahre (bei Annahme einer durchschnittlichen Sedimentationsrate von ca 2 cm/1000 Jahre (KELLOGG, 1976; THIEDE et al., im Druck) und einer durch Bioturbation durchmischten Tiefe von ca. 7 cm (PENG et al., 1979; WETZEL, 1979)) zeigt zunächst einen hohen Grad an Übereinstimmung. Dieses gilt für die unabhängig von einander, mit Hilfe multivariater Gruppenbildungstechniken erzeugten Gruppen gefärbter (lebender) und leerer (toter) Foraminiferengehäuse. Die einzige Ausnahme bildet die C. subglobosum Artengruppe, deren prägende Art wahrscheinlich im Laufe diagenetischer Prozesse größerer Zerstörung anheim fällt. Aus dem Gesagten folgt, daß großflächige und tiefgreifende Rutschungen, Gleitungen und Turbiditströme während der letzten 2000 bis 4000 Jahre ausgeschlossen werden können. Jedoch weist die Hangmorphologie deutliche Abrißkanten auf, die aber nach BUGGE (1983) schon in der späten Weichselzeit und im frühen Holozän entstanden sind.

Ein undramatisch verlaufender, rezenter Hangabtransport scheint zwischen 500 und 800 m Wassertiefe vor sich zu gehen. Dieses böte eine Erklärung für die um 200 m tiefer als die lebende Fauna vorkommenden Gehäuse der Trifarina angulosa Vergesellschaftung. Der Hauptbestandteil dieser Gehäuse-Vergesellschaftung, Trifarina angulosa, erreicht im Mittel Gehäusegrößen um 200 µm, was einem hydraulischen Quarzkornäquivalent von um 100 µm gleichkommen mag (WANG und MURRAY, 1983). Interne Wellen, entstanden an der Wassermassengrenze zwischen NAW und NSDW, können die nötigen Strömungsgeschwindigkeiten für einen grain by grain Transport erzeugen.

Die C. lobatulus Artengruppe besiedelt vor Südwest-Norwegen die Gebiete auf dem Schelf und dem obersten Kontinentalhang, die starken Bodenströmungen ausgesetzt sind (max. 44 cm/sec). Grober Kies und Steine bilden das Substrat. Der Karbonatgehalt liegt bei 10 % und der organisch C -Gehalt ist vernachlässigbar gering. Das Bodenwasser hat einen Salzgehalt um 35.20 ‰ und die Temperaturen schwanken um 9 °C (Tab. 1).

Die I. angulosa Artengruppe besiedelt auch Schelfgebiete, hauptsächlich aber den obersten Kontinentalhang bis in die Tiefe, die vom atlantischen Wasser des Norwegensstromes erreicht wird. Die untere Verbreitungsgrenze zeigt, daß diese Artengruppe vor Süd-Norwegen, zumindest zeitweise, Salzgehalte um 43.9 ‰ und um 0 °C schwankende Bodenwassertemperaturen toleriert. Das Substrat, ein kiesiger Sand oder sandiger Kies, oft Steine enthaltend, ist mit HOLTEDAHL (1981) als Restsediment anzusprechen. Die CaCO₃-Gehalte und die organisch C -Gehalte wechseln, sind aber in der Regel niedrig (Tab. 1).

Die I. angulosa Gruppe wird im Süden, in der Norwegischen Rinne, zu einem zweit-rangigen Bestandteil der benthischen Foraminiferenfauna. Hohe Pelitanteile, hohe organisch C -Gehalte und relativ hohe Karbonatgehalte kennzeichnen dort das Oberflächensediment (Tab.1 ; FOYN, 1983; QVALE, 1985). Auch hier ist das Bodenwasser atlantischen Ursprungs mit Salzgehalten >35.0 ‰ und Temperaturen um 5 °C (Tab. 1 ; LEE, 1980); aber die Gemeinschaft benthischer Foraminiferen wird von einer durch Uvigerina mediterranea (= U. peregrina in FOYN (1983) und QVALE (1985)) charakterisierten Fauna bestimmt (Tab. 2,3). Dies läßt darauf schließen, daß die I. angulosa Artengruppe, als wichtigste Voraussetzung für eine optimale Entfaltung, sandiges bis kiesiges Substrat und/oder Bodenströmungen, die pelitische Sedimentation verhindern, zu verlangen scheint.

Die Melonis zaandami Artengruppe lebt in einer Tiefenzone, die vor Süd-Norwegen von mindestens zwei Wassermassen geprägt wird, und somit in einer Zone starker Schwankungen der hydrographischen Bedingungen. Unterhalb von 800 m jedoch sind die Bodenwassertemperaturen und -salinitäten stabil (-1 °C; 43.91 ‰). Zusätzlich sind lebende M. zaandami in signifikanter Menge auf dem Schelf und in der Norwegischen Rinne gefunden worden - Gebiete, die von NAW bedeckt sind (5 - 9 °C; >35.0 ‰). Das Gemeinsame dieser

verschiedenen Verbreitungsareale ist das Substrat: Pelit, sandig, aber gewöhnlich ohne Kies. Da die Hauptverbreitung der M. zaandami Artengruppe mit der Ausdehnung des Storegga Muds zusammenfällt, ist eine Abhängigkeit von der Sedimentation feinen terrigen Materials zu vermuten. Die hohen Sedimentationsraten in Wassertiefen unter 800 - 1000 m (JANSEN et al., 1983) und hohe organisch C -Gehalte des Sediments deuten auf hohen Flux partikulärer organischer Substanz. Auch in den Tiefs auf dem Schelf und in den tieferen Bereichen der Norwegischen Rinne sind diese günstigen Nahrungsverhältnisse zu beobachten.

Die während aller Jahreszeiten festgestellte, im Vergleich zur Gehäuse-Vergesellschaftung ungleich stärkere Dominanz der lebenden M. zaandami, unterstützt die Hypothese, daß M. zaandami unter wechselnden Umweltbedingungen, bei guter Nahrungszufuhr als Opportunist die benthische Foraminiferenfauna dominiert.

Cassidulina reniforme Gehäuse sind ein Hauptbestandteil der M. zaandami Gehäuse-Vergesellschaftung. In der lebenden Artengruppe ist ihr prozentualer Anteil jedoch gering (Abb. 23c). Dieses ist zum Teil durch die Übermächtige Häufigkeit der lebenden M. zaandami bedingt, wird aber zusätzlich auch durch das Fehlen von lebenden C. reniforme in den Tiefs auf dem Schelf und in der Norwegischen Rinne begründet. Daraus läßt sich folgern: Cassidulina reniforme verlangt nicht nur niedrige Wassertemperaturen (SEJRUP und GUILBAULT, 1980; SEJRUP et al., 1981), sondern auch pelitisches Substrat, oder die hier mit diesem Sedimenttyp verknüpften Umweltbedingungen wie ruhige Strömungsverhältnisse mit hoher Sedimentation organischen Materials. Beide Faktoren, kaltes Bodenwasser (<0 °C) und pelitisches Substrat zusammen betrachtet, erklären das beobachtete Siedlungsmuster von C. reniforme und das Vorkommen leerer Gehäuse auf dem Kontinentalhang und dem Schelf. Die durchgehende Verbreitung von C. reniforme Gehäusen bis in Wassertiefen von 2300 m bleibt zunächst unklar.

Die Cassidulina teretis Artengruppe besiedelt die tiefsten Bereiche des Storegga Mud. Der Kontinentalhang wird in diesen Tiefen vom NSBW (-1 °C; 34.91 ‰) überlagert. Die Oberflächensedimente sind äußerst feinkörnig (<63 µm: bis 97 % des Gesamtrockengewichts) mit sehr hohen organisch C -Gehalten (bis 1.17 %). An der Grenze zu hauptsächlich pelagischer Sedimentation endet die Besiedlung durch die C. teretis Artengruppe. Hohe Anteile der C. teretis Gehäuse-Vergesellschaftung an der Foraminiferen-Thanatozönose flacherer Stationen (besonders im Süden und in der Norwegischen Rinne) deuten auf eine Verlagerung der 'C. teretis Zone' in größere Wassertiefen während des Holozäns. Bessere Nahrungszufuhr und stabilere Umweltbedingungen können eine Erklärung für eine steigende Konkurrenzfähigkeit von C. teretis und P. bulloides gegen den anpassungsfähigeren M. zaandami sein.

Die Cribrostomoides subglobosum Artengruppe ist die flachste der drei Tiefseefaunen, die die Bereiche hemipelagischer und pelagischer Sedimentation bewohnen. Die obere Verbreitungsgrenze dieser Artengruppe scheint in einem Zusammenhang zum Einsetzen hauptsächlich pelagischer Sedimentation zu stehen. Eine Korrelation zwischen Sediment (Korngrößenverteilung, Karbonatgehalt, organisch C -Gehalt) oder überlagernden Wassermassen (Temperatur, Salinität, Sauerstoff, Nährsalze) und der scharfen unteren Begrenzung des Vorkommens dieser Artengruppe in ca. 2000 m Wassertiefe ist bisher nicht nachzuweisen.

Zwischen 2000 und 3000 m Wassertiefe beherrscht die Cibicidoides wuellerstorfi Artengruppe die benthische Foraminiferenfauna. Ein Vergleich der Faktorenladungen der C. wuellerstorfi Gruppe mit dem Sandgehalt und dem organisch C -Gehalt des Oberflächensediments auf den jeweiligen Stationen zeigt zwei Trends (Abb. 24 , 25):

1. Der Einfluß der C. wuellerstorfi Gruppe steigt mit zunehmendem Sandgehalt (Abb. 24).

Die Sandfraktion setzt sich hauptsächlich aus Gehäusen planktischer Foraminiferen zusammen. Deren Anzahl wiederum hängt auch von der Höhe der Primärproduktion ab.

Zwei Schlußfolgerungen sind möglich:

- C. wuellerstorfi benötigt relativ grobes Substrat, da er ähnlich wie Cibiciden festgeheftet, zur Epifauna gehörend lebt. Beobachtungen, die trotz Schlämmens und anschließender Trocknung noch 'festgeklebte' lebende C. wuellerstorfi an leeren C. subglobosum Gehäusen und leeren planktischen Foraminiferengehäusen zeigten, unterstützen diese These.

- C. wuellerstorfi ist abhängig von der Art und Höhe der Nahrungszufuhr und dominiert die benthische Foraminiferenfauna in Gebieten hoher Primärproduktion (MACKENSEN et al., 1985).

2. Der zweite Trend: Die Abnahme des organisch C -Gehaltes unter 3000 m Wassertiefe auf unter 0.5 % ist korreliert mit der Abnahme der Faktorenladungen der C. wuellerstorfi Gruppe und einem Steigen der Ladungen der O. umbonatus Gruppe (Abb. 25). Diese Beobachtung bestätigt die oben beschriebenen Folgerungen, obwohl die Abnahme des organischen Kohlenstoffs im Oberflächensediment nicht mit einer geringeren Primärproduktion gekoppelt sein muß, sondern auch eine zunehmende Oxydation organischen Materials mit zunehmender Tiefe widerspiegeln kann.

Unterhalb von 3000 m Wassertiefe wird die Foraminiferenfauna von Oridorsalis umbonatus und Triloculina frigida charakterisiert. Die obere Begrenzung dieser Artengruppe liegt im Bereich der 0.5 % -Isolinie des organisch C -Gehalts im Oberflächensediment (Abb. 8d). Ein hoher Gehalt an organischem Kohlenstoff im Oberflächensediment zieht meist zugleich einen niedrigen Gehalt an gelöstem Sauerstoff im Porenwasser des Sediments und der Grenzfläche Meer - Meeresboden nach sich. Deshalb kann die Korrelation von niedrigem organisch C -Gehalt und damit relativ hohem O₂ -Gehalt im Porenwasser der obersten Sedimentschicht mit der Dominanz der O. umbonatus Artengruppe bedeuten, daß diese Gruppe weniger auf kontinuierliche Nahrungszufuhr aus der darüber liegenden Wassersäule als auf ein relativ gut 'durchlüftetes' Oberflächensediment angewiesen ist (MACKENSEN et al., 1985). Dieses wiederum deutet stark auf eine Lebensweise der charakterisierenden Arten dieser Gruppe im Sediment, als Bestandteil der Infauna.

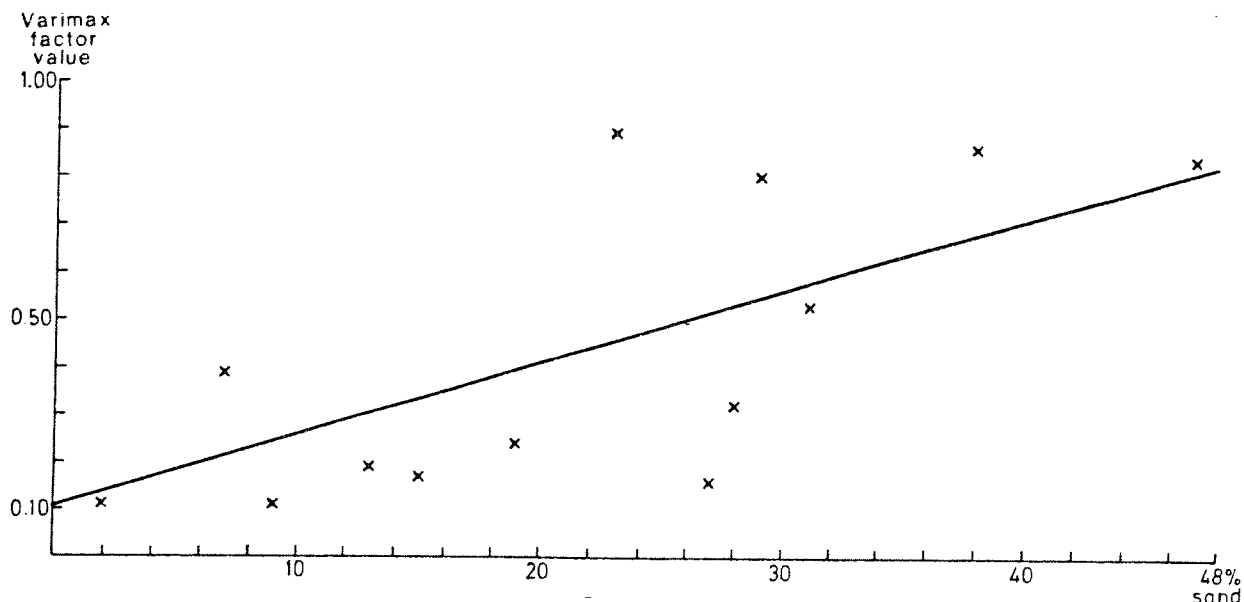


Abb. 24: Die Regressionsgerade ($y = 0.015x + 0.10$; $R = 0.68$) zeigt den steigenden Einfluß der Cibicidoides wuellerstorfi - Epistominella exigua Artengruppe mit zunehmenden Sandgehalt (63 - 2000 μm) vor Süd-Norwegen (aus: MACKENSEN et al., 1985).

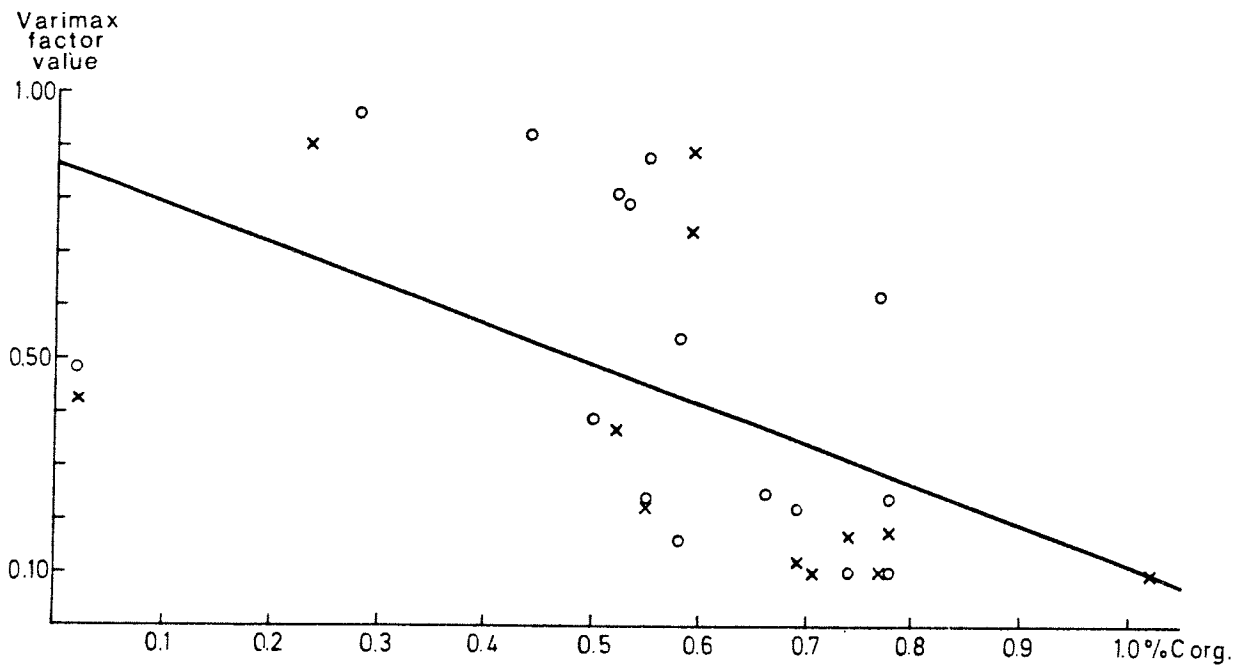


Abb. 25: Die Regressionsgerade ($y = -0.74x + 0.86$; $R = -0.53$) zeigt den abnehmenden Einfluß der Oridorsalis umbonatus - Triloculina frigida Gruppe (Lebendfauna: Kreuze; Totfauna: offene Kreise) mit steigendem organisch C-Gehalt des Oberflächensediments vor Süd-Norwegen (aus: MACKENSEN et al., 1985).

7.4 Nördlicher norwegischer Kontinentalrand

7.4.1 Lebend-Gemeinschaften

Aus dem Gesamtdatensatz der Lebendfauna wurden 24 Stationen ausgewählt, die die Siedlungsstruktur benthischer Foraminiferen auf dem nördlichen Vøringplateau, auf dem Kontinentalrand vor den Lofoten und vor der südlichen Barents See repräsentieren.

Die Trifarina angulosa Artengruppe faßt 29.4 % der Varianz der "Nord-Norwegen" Daten zusammen. Diese Artengruppe benthischer Foraminiferen setzt sich fast ausschließlich aus Individuen von T. angulosa zusammen (Abb. 26a). Lebende Individuen von T. angulosa sind am Barents See Hang bis in 1400 m Wassertiefe gefunden worden. Das Hauptverbreitungsgebiet der Artengruppe liegt oberhalb 600 m Wassertiefe und ist damit nicht tiefer als am südlichen norwegischen Kontinentalrand gelegen (Abb. 22b). Dieser Hangabschnitt ist sandig, teilweise kiesig. Zur Zeit der Probennahme betrug die Bodentemperatur in 300 m Wassertiefe 6.5 °C, der Salzgehalt 35.15 ‰. Das gesamte Siedlungsgebiet der T. angulosa Artengruppe wird durch nordwärts strömendes NAW geprägt.

Die Melonis zaandami Artengruppe beschreibt 9.0 % der Varianz des Teildatensatzes. Diese Artengruppe wird gemeinsam von M. zaandami und Rupertina stabilis dominiert. Zusätzliche Komponenten sind P. bulloides, T. globigeriniformis, C. lobatulus, C. jeffreysii, R. difflugiformis und weit untergeordnet Trifarina fluens. Lebende Individuen von M. zaandami sind noch in 1400 m Wassertiefe, von R. stabilis in 1000 m gefunden worden. Das Hauptvorkommen der Artengruppe liegt vor der Barents See um 800 m Wassertiefe, jedoch beeinflusst diese Gruppe die benthische Foraminiferenfauna in einem schmalen Streifen zwischen 700 und 900 m Wassertiefe längs des gesamten nordnorwegischen Kontinentalhanges (Abb. 26b). Zwischen 8°E und 17°E taucht dieser Streifen sacht ab.

Die Kombination von M. zaandami und R. stabilis ist bemerkenswert, dominiert doch M. zaandami in den südlichen Teilen der Norwegischen See die Foraminiferen-Biozönose so stark, daß assoziierte Arten kaum ins Gewicht fallen. Auf der anderen Seite ist dort R. stabilis an ein Hoch-Energie Milieu angepaßt, das M. zaandami wiederum meidet.

Die Cassidulina teretis Artengruppe umfaßt vor Nord-Norwegen 9.3 % der Varianz. Cassidulina teretis bestimmt das Faunenbild dieser Artengruppe. Weit untergeordnete Bestandteile sind Crithionina pisum, R. scoriurus, M. zaandami und R. guttifer. Lebende C. teretis sind bis in knapp 2000 m Wassertiefe gezählt worden. Das Hauptverbreitungsgebiet dieser Gruppe befindet sich im Norden am Barents See Hang unterhalb 1000 m Wassertiefe bis maximal 1400 m (Abb. 26c). Einen charakterisierenden Anteil an der benthischen Foraminiferenfauna stellt die C. teretis Artengruppe vor den Lofoten und am Hang oberhalb des Vøringplateaus zwischen ca. 700 und 1400 m Wassertiefe; vor der Barents See erst ab 1000 m. Zur Zeit der Probennahme wurden im Hauptverbreitungsgebiet vor der Barents See -0.8 °C Bodentemperatur und 34.91 ‰ Salzgehalt gemessen. Der Pelitanteil liegt bei 12 %; er ist damit ähnlich niedrig wie im südlichsten Hauptverbreitungsgebiet der C. teretis Artengruppe, im Färö-Shetland Kanal.

Die Reophax difflugiformis/Cribrostomoides subglobosum Artengruppe faßt 12.4 % der Varianz in den ausgewählten Proben vor Nord-Norwegen zusammen. Die Gruppe wird ausschließlich von agglutinierenden benthischen Foraminiferen geprägt. Reophax difflugiformis, C. pisum, C. subglobosum und R. scoriurus bestimmen die Fauna entscheidend. Weit untergeordnete Bestandteile werden von C. wuellerstorfi, M. zaandami und P. bulloides gestellt. Das Hauptverbreitungsgebiet dieser Fauna liegt zwischen 800 und 1200 m am Kontinentalhang oberhalb des Vøringplateaus (Abb. 26d). Der Pelitanteil im Oberflächensediment ist dort in 1000 m Wassertiefe sehr hoch (86 % des Gesamt-

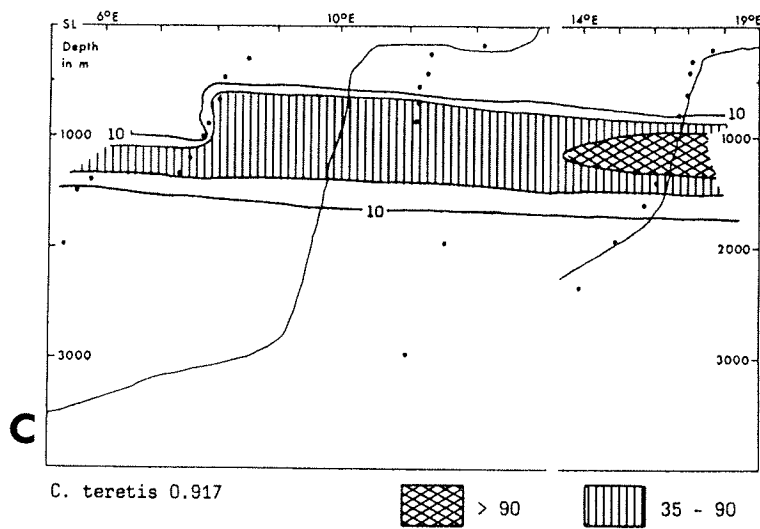
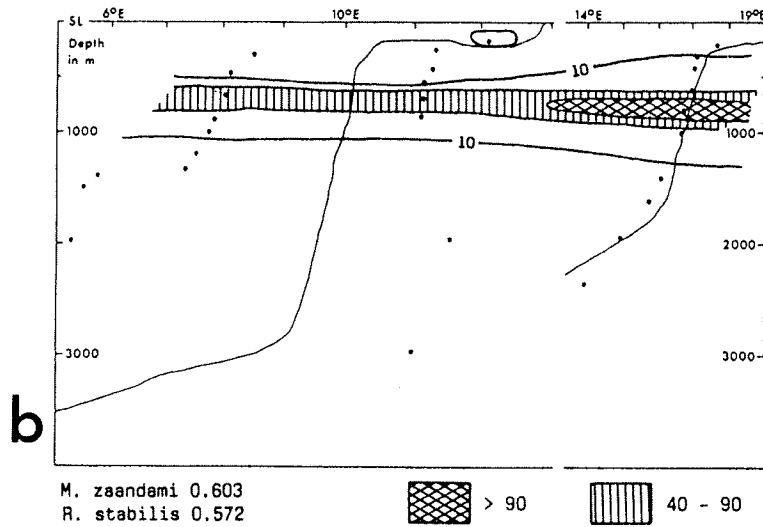
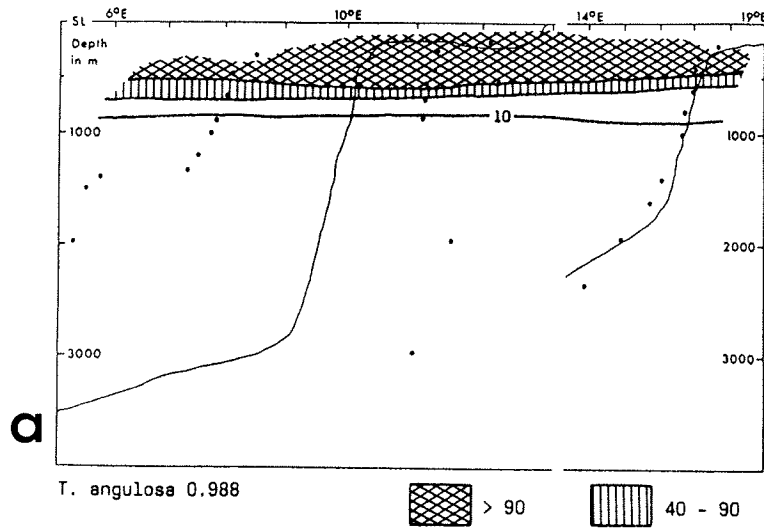
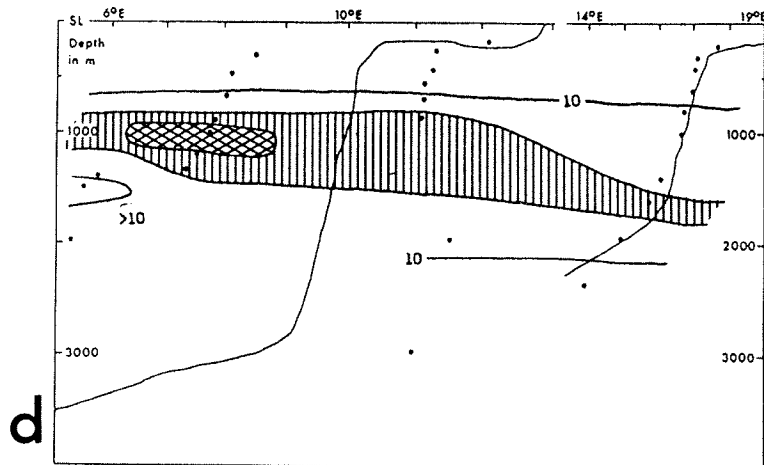
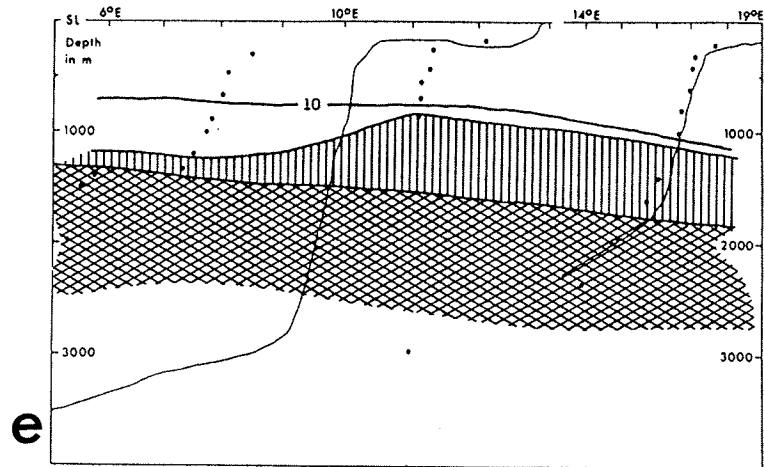


Abb. 26 a-c: Verbreitung der Artengruppen am nördlichen norwegischen Kontinentalrand (Profile E, F). Gegeben sind die signifikanten Bestandteile der jeweiligen Artengruppe mit varimax factor score des Teildatensatzes. Dargestellt sind Gebiete gleicher Faktorladung (varimax factor value $\times 100$).



R. difflugiformis 0.583
 C. pisum 0.475
 C. subglobosum 0.446

 > 90  40 - 90



C. wuellerstorfi 0.661
 C. subglobosum 0.610
 E. exigua 0.398

 > 90  40 - 90

Abb. 26 d, e: Verbreitung der Artengruppen am nördlichen norwegischen Kontinentalrand (Profile E, F). Gegeben sind die signifikanten Bestandteile der jeweiligen Artengruppen mit varimax factor score des Teildatensatzes. Dargestellt sind Gebiete gleicher Faktorladung (varimax factor value $\times 100$).

trockengewichts); der CaCO₃-Gehalt schwankt um 20 % (Abb. 9). Die Vorherrschaft der R. difflugiformis/C. subglobosum Artengruppe oberhalb des Vøringplateaus ist von lokaler Bedeutung (Abb. 26d). Die nur lokal wichtigen Bestandteile der Fauna sind C. pisum und R. difflugiformis.

Eine auf ein bestimmtes Tiefenintervall oder einen beschränkten geographischen Raum zuzuordnende C. subglobosum Artengruppe läßt sich aus dem hier bearbeiteten Teil-Datensatz, im Gegensatz zur übrigen Norwegischen See, nicht zusammenstellen. Dieses hat zunächst statistisch-technische Gründe, die durch eine verhältnismäßig geringe Probenzahl im für C. subglobosum kritischen Tiefenintervall (1100 - 1900 m) erklärt werden können. Die multivariate Lösung gibt aber auch angemessen wieder, daß C. subglobosum im Norden der Norwegischen See in zwar hohen Prozentsätzen (ca. 40 %), aber nicht extrem hohen Anteilen (80 %), wie im südlicheren Verbreitungsgebiet, gezählt worden ist.

Die Cibicidoides wuellerstorfi/Cribrostomoides subglobosum Artengruppe faßt 28.8 % der Varianz im reduzierten Teil-Datensatz "Nord-Norwegen" zusammen. Cibicidoides wuellerstorfi und C. subglobosum bestimmen zu fast gleichen Teilen das Bild dieser benthischen Foraminiferenfauna; E. exigua ist beigeordnet. Lebende Exemplare von C. wuellerstorfi sind zwischen 800 und 3000 m Wassertiefe, von C. subglobosum zwischen 700 und 3000 m gezählt worden. Das Hauptverbreitungsgebiet der C. wuellerstorfi/C. subglobosum Artengruppe liegt im Süden, auf dem Vøringplateau, unterhalb von 1400 m und sinkt im Norden auf unter 1700/1800 m Wassertiefe (Abb. 26e). Das Oberflächen-sediment auf dem Vøringplateau hat einen CaCO₃-Gehalt von über 30 %, der aber vor den Lofoten und am Barents See Hang im Verbreitungsgebiet der C. wuellerstorfi/C. subglobosum Artengruppe auf 23 - 29 % sinkt; der Pelitanteil schwankt zwischen 63 und 89 % des Gesamttrockengewichts.

7.4.2 Gehäuse-Vergesellschaftungen

Aus dem Gesamtdatensatz der Totfauna wurden 28 Stationen ausgewählt, die die Verbreitung leerer Foraminiferengehäuse am nördlichen norwegischen Kontinentalrand zwischen 67°N und 71°N repräsentieren sollen.

Die I. angulosa Gehäuse-Vergesellschaftung faßt 39.4 % der Varianz des Teildatensatzes "Nord-Norwegen" zusammen. Diese Vergesellschaftung wird von I. angulosa dominiert. Einzelne, leere I. angulosa Gehäuse wurden bis in Wassertiefen von knapp 3000 m gezählt. Die I. angulosa Gehäuse-Vergesellschaftung beherrscht die Foraminiferen-Thanatozönose im Süden, oberhalb des Vøringplateaus zwischen 300 und 700 m Wassertiefe, am Kontinentalhang westlich vor den Lofoten zwischen 500 und 800 m und im Norden, unterhalb der Barents See, bis in 500 m Wassertiefe (Abb. 27b). Zusätzlich werden große Areale auf dem nordnorwegischen Schelf und in der südlichen Barents See von der I. angulosa Vergesellschaftung geprägt. Im Süden des hier untersuchten Gebietes ist das Vorkommen sehr scharf in 700 m Wassertiefe begrenzt. Westlich der Lofoten und in noch stärkerem Maße am Barents See Hang jedoch, wird ein großer Teil der Foraminiferen-Thanatozönose bis in über 1400 m Wassertiefe aus Gehäusen der Trifarina angulosa Vergesellschaftung aufgebaut (Abb. 27b). Dieser, nach Norden an Einfluß und Tiefe zunehmende "I. angulosa Fächer" geht weit über das Besiedlungsgebiet der I. angulosa Artengruppe (bis max. 600/700 m) hinaus. Gleichzeitig zeigt sich, daß im eigentlichen Siedlungsgebiet der I. angulosa Artengruppe, westlich vor den Lofoten an der Schelfkante, in 200 bis 500 m Wassertiefe, nicht die I. angulosa Gehäuse-Vergesellschaftung in der Foraminiferen-Thanatozönose überwiegt, sondern die C. lobatulus Gehäuse-Vergesellschaftung (Abb. 26a, 27a).

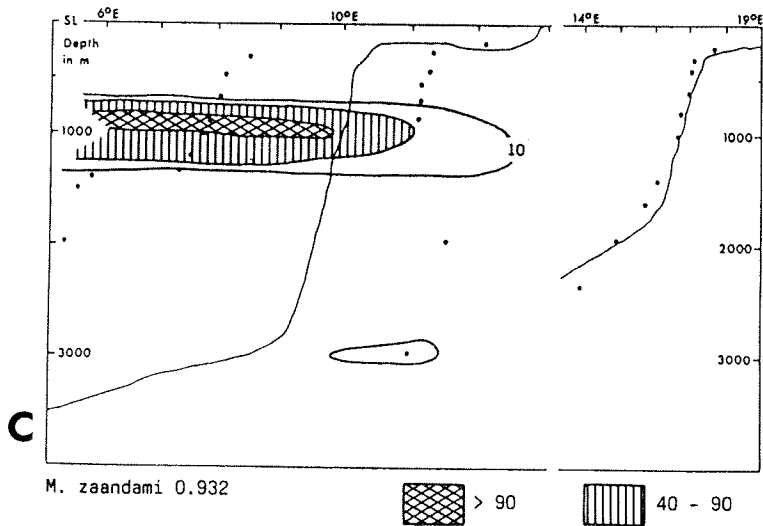
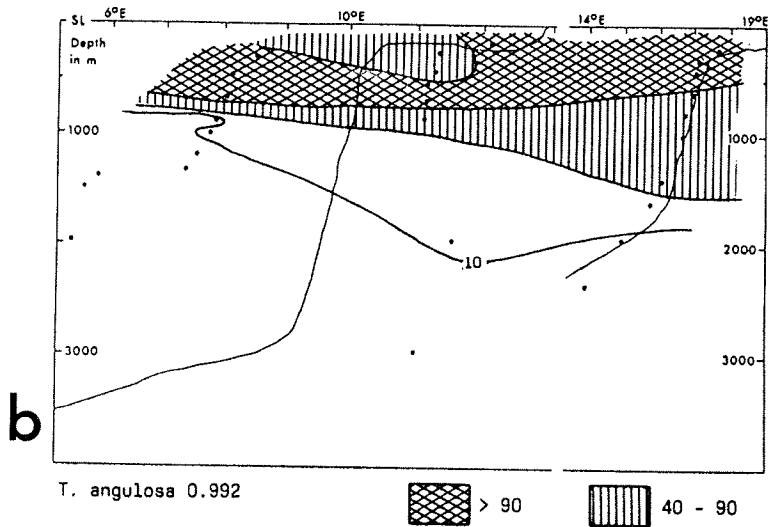
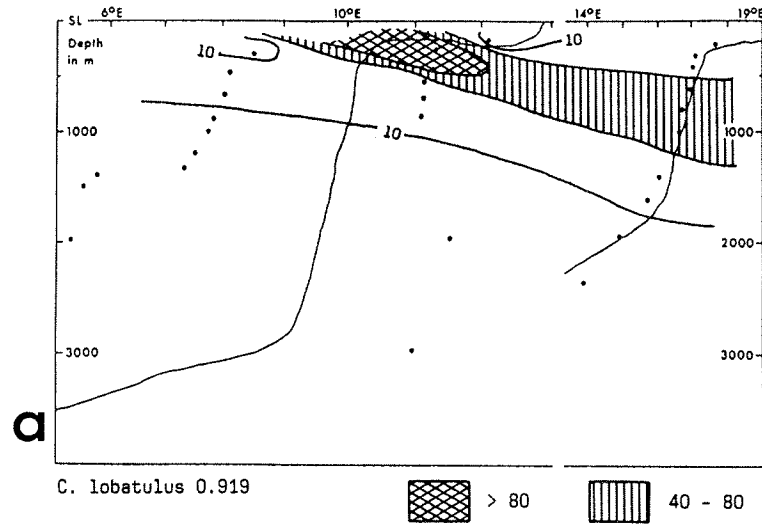


Abb. 27 a-c: Verbreitung der Gehäuse-Vergesellschaftungen am nördlichen norwegischen Kontinentalrand (Profile E, F). Gegeben sind die signifikanten Bestandteile der jeweiligen Gehäuse-Vergesellschaftung mit varimax factor score des Teildatensatzes. Dargestellt sind Gebiete gleicher Faktorladung (varimax factor value x 100).

Die C. lobatulus Gehäuse-Vergesellschaftung umfaßt 10.7 % der Varianz des Teil-Datensatzes. Cibicides lobatulus prägt diese Vergesellschaftung leerer Gehäuse. Textularia sagittula ist beigeordnet. Gehäuse von C. lobatulus sind bis in 1600 m Wassertiefe gezählt worden. Die Verbreitung der C. lobatulus Vergesellschaftung hat ihr Zentrum an der Schelfkante westlich vor den Lofoten in 200 bis 500 m Tiefe. Von dort ausgehend beeinflußt diese Totfauna nach Norden abtauchend die Foraminiferen-Thanatozönose am Kontinentalhang unterhalb der Barents See stark in Tiefen zwischen 600 und 1000 m (Abb. 27a). Eine von C. lobatulus geprägte lebende Artengruppe ist vor Nord-Norwegen nicht beobachtet worden.

Die M. zaandami Gehäuse-Vergesellschaftung faßt 5.5 % der Varianz der nordnorwegischen Zählungen zusammen. Melonis zaandami beherrscht diese Vergesellschaftung. Weit untergeordnete Bestandteile sind O. umbonatus und C. reniforme Gehäuse. Vereinzelte M. zaandami Gehäuse sind vor den Lofoten bis in 1900 m Wassertiefe gefunden worden. Das Verbreitungsgebiet der M. zaandami Vergesellschaftung endet aus dem Norwegen Becken herüberziehend oberhalb des Vøringplateaus. Dort wird die Foraminiferen-Thanatozönose noch zwischen 800 und 1000 m von dieser Gehäuse-Vergesellschaftung dominiert (Abb. 27c). Das Siedlungsgebiet der M. zaandami Artengruppe liegt oberhalb des Vøringplateaus etwas flacher als die Hauptverbreitung der M. zaandami Gehäuse-Vergesellschaftung. Auf dem Barents See Hang und westlich der Lofoten konnte eine zur lebenden M. zaandami Artengruppe korrespondierende Gehäuse-Vergesellschaftung nicht nachgewiesen werden.

Die C. teretis Gehäuse-Vergesellschaftung repräsentiert 12.8 % der Varianz der Daten des Teil-Datensatzes "Nord-Norwegen". Cassidulina teretis als dominierende Art und O. umbonatus sowie C. subglobosum als untergeordnete Bestandteile, prägen die Zusammensetzung dieser Gehäuse-Vergesellschaftung. Vereinzelt vorkommende C. teretis Gehäuse sind am nordnorwegischen Kontinentalhang bis in 2000 m Wassertiefe gezählt worden. Das Hauptverbreitungsgebiet der C. teretis Vergesellschaftung liegt direkt oberhalb des Vøringplateaus oberhalb 1400 m und unter dem Vorkommen von M. zaandami Gehäusen, tiefer als 1000 m (Abb. 27d). Auch das Vorkommen leerer C. teretis Gehäuse dünnt nach Norden aus und steht damit, ähnlich wie schon bei der M. zaandami Vergesellschaftung beobachtet, im Widerspruch zum Siedlungsgebiet der entsprechenden C. teretis Artengruppe.

Die C. laevigata Gehäuse-Vergesellschaftung umfaßt 5.3 % der Varianz der Zählungen von Nord-Norwegen. Cassidulina laevigata und C. obtusa prägen gemeinsam diese Vergesellschaftung. Weit untergeordnete, statistisch insignifikante Komponenten sind die Gehäuse folgender Arten: E. exigua, O. umbonatus, Astrononion gallowayi, C. wullerstorfi, I. sagittula, C. teretis, I. frigida und Discorbinella bertheloti. Das Hauptverbreitungsgebiet dieser Gehäuse-Vergesellschaftung ist im Norden auf Teile des Barents See Hanges in einer Wassertiefe um 1600 m beschränkt. Zusätzlich wird dort die Foraminiferen-Thanatozönose in einem Tiefenintervall zwischen 1000 und 1600 m stark von der C. laevigata Gehäuse-Vergesellschaftung beeinflußt (Abb. 27e). Am gesamten norwegischen Kontinentalhang ist keine vergleichbare Gehäuse-Vergesellschaftung gefunden worden. Eine entsprechende lebende Artengruppe ist in den untersuchten Wassertiefen nicht nachgewiesen worden. Eine vergleichbare, von C. laevigata dominierte Fauna (lebend und tot) ist nur auf dem Nordsee-Plateau in Wassertiefen zwischen 103 und 126 m erfaßt worden (vgl. Abschnitt 7.2).

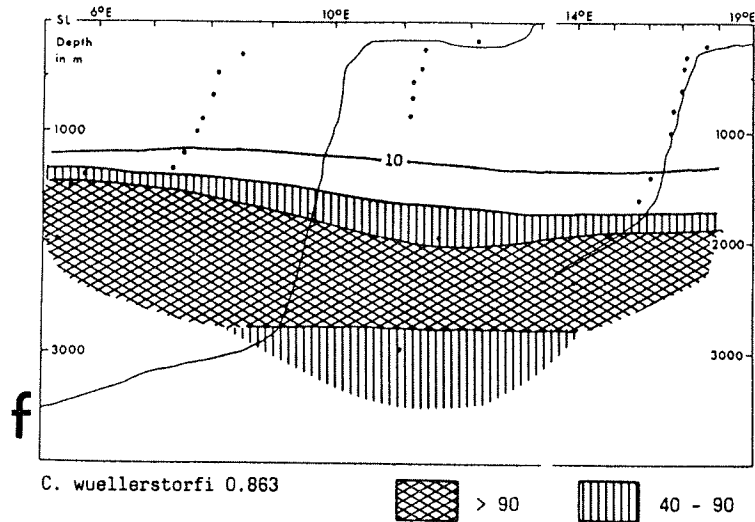
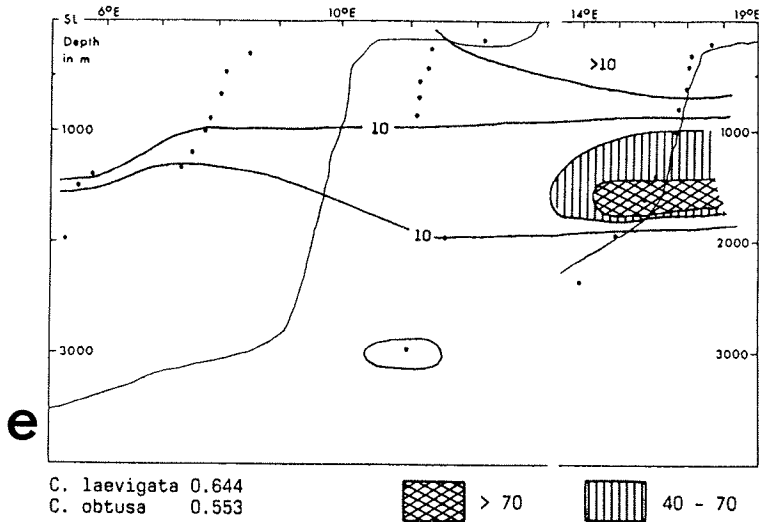
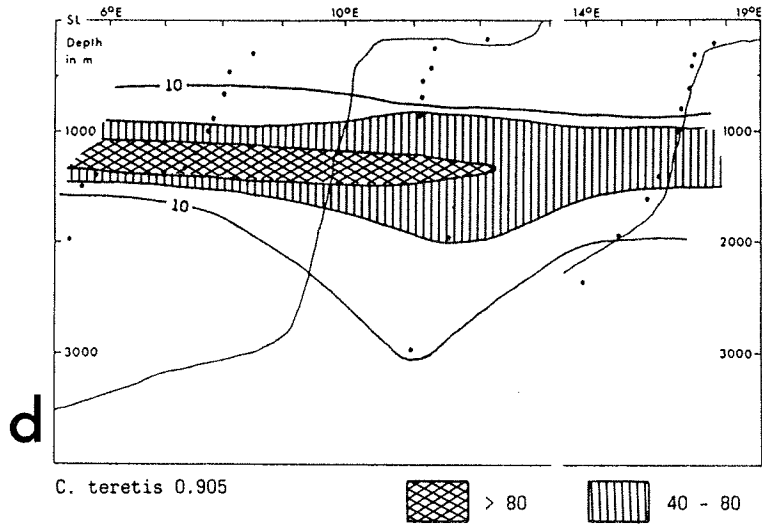


Abb. 27 d-f: Verbreitung der Gehäuse-Vergesellschaftungen am nördlichen norwegischen Kontinentalrand (Profile E, F). Gegeben sind die signifikanten Bestandteile der jeweiligen Gehäuse-Vergesellschaftung mit varimax factor score des Teildatensatzes. Dargestellt sind Gebiete gleicher Faktorladung (varimax factor value x 100).

Die C. wuellerstorfi Gehäuse-Vergesellschaftung repräsentiert 21.1 % der Varianz des Teil-Datensatzes. Cibicidoides wuellerstorfi prägt diese Vergesellschaftung. Beigeordnete Bestandteile sind E. exigua, O. umbonatus, C. subglobosum und I. frigida Gehäuse. Das Hauptverbreitungsgebiet taucht vom Vøringplateau im Süden von unter 1400 m Wassertiefe auf unter 1900 m im Norden auf dem Barents See Hang ab (Abb. 27f). Die tiefste Probe aus dem Lofoten Becken (23169: 2967 m) wird in ihrer Gehäusezusammensetzung nicht mehr angemessen von der C. wuellerstorfi Gehäuse-Vergesellschaftung beschrieben (Kommunalität: 0.710). Da aus diesen Tiefen kein weiteres Probenmaterial vorliegt, konnte im Zuge der statistischen Analyse dieses Teil-Datensatzes die Vergesellschaftung dieser Station nicht durch die Einrichtung einer O. umbonatus Gehäuse-Vergesellschaftung erfaßt werden. Die Untergrenze der Verbreitung der C. wuellerstorfi Gehäuse-Vergesellschaftung ist aber auf 3000 m angedeutet. Das Hauptsiedlungsgebiet der lebenden C. wuellerstorfi/C. subglobosum Artengruppe ist fast deckungsgleich mit der Hauptverbreitung der C. wuellerstorfi Gehäuse-Vergesellschaftung.

7.4.3 Verbreitungsmuster und Umwelt

Der Vergleich der zur Zeit der Probennahme lebenden benthischen Foraminiferenfauna mit der Foraminiferen-Thanatozönose zeigt, im Gegensatz zum südlichen norwegischen Kontinentalrand, vor Nord-Norwegen einen minderen Grad an Übereinstimmung.

Der Einfluß der I. angulosa Gehäuse-Vergesellschaftung wird auf dem Barents See Hang bis in ca. 1500 m Wassertiefe nachgewiesen, während umgekehrt im Siedlungsgebiet der I. angulosa Artengruppe, auf dem Schelf und dem obersten Kontinentalhang, die C. lobatulus Gehäuse-Vergesellschaftung dominiert. Es müssen daher zusätzlich zu den starken Strömungen an der Schelfkante und auf dem äußeren Schelf (VORREN et al., 1984), starke hangabwärts gerichtete transportierende Kräfte wirken. Am südlichen norwegischen Kontinentalrand konnten interne Wellen, erzeugt an der Wassermassengrenze NAW/NSDW, als Verursacher eines leichten rezenten Hangabtransportes wahrscheinlich gemacht werden (MACKENSEN et al., 1985). Da die Hangneigung im Untersuchungsgebiet unterhalb der Barents See nicht wesentlich von der im südlichen Arbeitsgebiet abweicht, und die Strömungsgeschwindigkeit des Norwegenstromes, sowie dessen Temperatur und Salzgehalt nach Norden abnehmen, die physikalischen Eigenschaften der darunterliegenden Wassermasse aber nahezu gleich bleiben, ist eher mit einer Abnahme der erodierenden Wirkung interner Wellen als mit der hier beobachteten Zunahme der Transportleistung zu rechnen.

Das Barents See Winterwasser trägt nach MOSBY (1968) wahrscheinlich zur Bodenwasserbildung in der Norwegischen See bei (vgl. ØSTBY und NAGY, 1982, Abb. 9B). Auf seinem Weg, den Hang hinabstürzend, kann dieses Wasser Sediment aufnehmen und hangab verfrachten. Tatsächlich sind nördlich 66°30'N Bewegungen der obersten Sedimentschichten beschrieben worden (BUGGE, 1983). Der sedimentgeladene Wasserstrom kann dann wiederum obere Sedimentschichten erodieren und auch größere Massenbewegungen initiieren. BUGGE (1983) beschreibt zwischen 71°N und 71°30'N Gullies mit Tiefen bis zu 150 m, die an der Schelfkante in 400 bis 500 m Wassertiefe zu beginnen scheinen und bis hinunter in 1000 m reichen. Mit Hilfe des Winterwassers ist der Fächer der leeren I. angulosa Gehäuse am nördlichen norwegischen Kontinentalhang im Zusammenhang mit der Dominanz leerer C. lobatulus Gehäuse am obersten Kontinentalhang im Siedlungsgebiet der I. angulosa Artengruppe zu erklären: Die schweren Cibicides Gehäuse werden an der Schelfkante durch die sich hangab bewegenden kalten Wässer nicht in dem Maße erfaßt wie die leicht transportierbaren I. angulosa Gehäuse und werden somit angereichert. Die lebende Fauna wird von diesem Prozeß nicht erfaßt, da sie nicht 'lose herumliegt'.

Die untere Verbreitungsgrenze der T. angulosa Artengruppe ist am nördlichen norwegischen Kontinentalhang in ca. 500 m Wassertiefe beobachtet worden. Diese Begrenzung fällt mit der parallel zur Probennahme ermittelten NAW-Untergrenze zusammen. Das NAW soll entlang der norwegischen Küste aufgrund zunehmender Dichte bei zunehmender Abkühlung nach Norden abtauchen (MOSBY, 1972; SKARBØ, 1980). Die Verbreitungsgrenze der T. angulosa Artengruppe bleibt jedoch entlang des gesamten Kontinentalhanges in ungefähr gleicher Tiefenlage.

Direkt unterhalb des von der T. angulosa Artengruppe besiedelten Hangabschnittes prägt die M. zaandami Artengruppe in einem schmalen Streifen die Foraminiferen-Biozönose. Dieser Streifen scheint deckungsgleich mit der Transition Layer (TL) zwischen NAW und NSDW zu sein. Die M. zaandami Artengruppe ist in ihrer Artenzusammensetzung im Vergleich zum südlichen Untersuchungsgebiet vor Nord-Norwegen geringfügig verändert. Rupertina stabilis, die vor Süd-Norwegen nicht beobachtet wurde, stellt einen bedeutenden Anteil an der Zusammensetzung der Artengruppe. Oberhalb des Vøringplateaus ist diese auf dem Substrat oder an Hydrozoen festgeheftet lebende Art dominant. Ihr Einfluß nimmt jedoch nach Norden zu Gunsten von M. zaandami stark ab. Die holozäne Sedimentationsrate nimmt in vergleichbarer Tiefenlage vom südlichen der bearbeiteten Profile vor Nord-Norwegen zum nördlichen Profil am Barents See Hang, im Einflußbereich der Bjørnøy Rinne, stark zu (THIEDE et al., im Druck).

Wird davon ausgegangen, daß sich in der Übergangszone zwischen NAW und NSDW (in der TL) hohe Anteile partikulärer organischer Substanz in Suspension befinden, die bei entsprechend ruhigem Milieu sedimentieren, so kann über die Lebensweise von M. zaandami und R. stabilis deren Vorkommen am nordnorwegischen Kontinentalrand erklärt werden: R. stabilis lebt als Filtrierer in den Bereichen des Kontinentalhanges oberhalb des Vøringplateaus und westlich der Lofoten, in denen reichlich anfallende partikuläre organische Substanz wegen der Steilheit des Hanges und der in Bodennähe herrschenden Strömungsgeschwindigkeiten nicht sedimentiert wird. Melonis zaandami übernimmt die Vorherrschaft in derselben Wassermasse unterhalb der Barents See. Dort zeigen hohe Sedimentationsraten ruhigeres Milieu an, in dem organisches Material sedimentiert werden kann.

Die C. teretis Artengruppe dominiert am Barents See Hang die Foraminiferen-Biozönose unterhalb der M. zaandami Artengruppe zwischen 1000 und 1300 m Wassertiefe. Am südnorwegischen Kontinentalhang ist diese Fauna im gleichen Tiefenintervall beschrieben worden (MACKENSEN et al., 1985). Jedoch ist ein dort vermuteter Zusammenhang mit starker, hauptsächlich pelitischer Sedimentation hier nicht zu bestätigen. Der Pelitanteil vor Nord-Norwegen beträgt nur 12 - 17 % (RUMOHR, unveröffentlichte Daten). Die holozäne Sedimentationsrate ist aber auf dem oberen Kontinentalhang vor Südwest-Norwegen und vor der südlichen Barents See in beiden Fällen hoch (bis 40cm/1000 Jahre und bis 10 cm/1000 Jahre)(JANSEN et al., 1983; THIEDE et al., im Druck).

Bemerkenswert ist, daß das Vorkommen der M. zaandami Gehäuse-Vergesellschaftung nördlich des Vøringplateaus endet und der Einfluß der C. teretis Gehäuse-Vergesellschaftung nach Norden ebenfalls stark abnimmt. Dieses Muster wird durch den gleichen Trend in der Analyse der Gesamtdatensätze bestätigt (Abb. 3). Auch die prozentualen Anteile von M. zaandami und C. teretis Gehäusen zeigen, im Gegensatz zu den Anteilen dieser Arten an der lebenden Foraminiferen-Population, dieses Bild. Das Fehlen oder das vergleichsweise sehr geringe Vorkommen von M. zaandami und C. teretis Gehäusen im Norden des Arbeitsgebietes kann drei Ursachen haben:

1. Hangabtransport der leeren Gehäuse nach dem Tode oder der Reproduktion der Tiere.
2. Hohe Sedimentationsraten, die die Thanatozönose 'verdünnen'.

3. Niedrige Sedimentationsraten, die zulassen, daß durch Bioturbation eine Verwühlung des Oberflächensediments mit sehr alten holozänen Sedimenten oder den jüngsten Weichselablagerungen erfolgt. Eine Vertiefung des durch Bioturbation durchmischten Sedimentpakets würde bei relativ hoher Sedimentationsrate den selben Effekt zeigen: eine Verdünnung der ursprünglich C. teretis- und M. zaandami-reichen obersten Sedimentschichten mit spätpleistozänen und frühholozänen Sedimenten, die wenig Gehäuse dieser beiden Arten enthalten.

Ein selektiver Hangabtransport ist unwahrscheinlich, da keine Anreicherungen von C. teretis und M. zaandami Gehäusen auf den tieferen Hangabschnitten gezählt wurden. THIEDE et al. (im Druck) errechnen vor der südlichen Barents See relativ hohe durchschnittliche holozäne Sedimentationsraten von 3.5 cm/1000 Jahre. In Kernen aus der südlichen Norwegischen See erscheint C. teretis zeitlich sehr viel früher als M. zaandami. Die Einwanderung beider Arten in die Norwegische See ist aber gekoppelt an die beginnende Erwärmung des Oberflächenwassers durch das NAW und das beginnende Überströmen des Grönland-Schottland Rückens (JANSEN et al., 1983; SEJRUP et al., 1984). Das atlantische Wasser rückte zeittransgressiv nach Norden vor. Deshalb sind möglicherweise in einem durchwühlten Sediment im Norden weniger M. zaandami Gehäuse als C. teretis Gehäuse und beide wiederum weniger als im Süden zu finden.

Die C. laevigata Gehäuse-Vergesellschaftung dominiert die Foraminiferen-Thanatozönose auf Station 23142 in 1622 m Wassertiefe, beinflusst aber auch die Vergesellschaftung leerer Gehäuse in den flacheren Proben bis 1000 m. Eine entsprechende lebende Fauna ist in dieser Untersuchung vor Nord-Norwegen nicht identifiziert worden. ØSTBY und NAGY (1982) beschreiben eine Foraminiferen-Vergesellschaftung (Cassidulina-Cassidulina assemblage) aus der Storfjord Rinne, die zwischen Svalbard und den Bjørnøya parallel zur Bjørnøy Rinne verläuft. Diese Vergesellschaftung ähnelt der hier aus 1600 m Tiefe beschriebenen Gehäuse-Vergesellschaftung sehr. JARKE (1960) beschreibt von zwei Stationen aus der Bjørnøy Rinne C. laevigata und sehr ähnliche Cassidulina Arten. Wird unterstellt, daß die zur C. laevigata Gehäuse-Vergesellschaftung korrespondierende lebende Artengruppe im Bereich der Bjørnøy Rinne siedelt oder gesiedelt hat, so sind die leeren Gehäuse von C. laevigata und C. obtusa über 1000 m den Hang hinab verfrachtet worden.

KRISTOFFERSEN et al. (1978) beschreiben zwischen 72°10' N und 72°30' N eine 35 bis 40 km breite Rutschung zwischen 400 und 1000 m Wassertiefe, die BUGGE (1983) bis in 2600 m ins Lofoten Becken verfolgen kann. Die Probe 23142 ist am südlichen Rand des von der Massenbewegung beeinflussten Bereiches entnommen worden (BUGGE, 1983, Fig. 30). Das auf 200 000 Jahre geschätzte Alter des Rutschungsereignisses macht es unwahrscheinlich, daß die C. laevigata Gehäuse-Vergesellschaftung im Zuge dieser Katastrophe verfrachtet worden ist. BUGGE (1983) identifiziert jedoch in dem hier untersuchten Gebiet um 71°20' N drei flache Rutschungen, die nur die obersten Sedimentschichten in Mitleidenschaft gezogen haben. Eine dieser Rutschungen oder eine Kombination mehrerer ist mit großer Wahrscheinlichkeit für die in diesem Gebiet beobachtete Diskrepanz zwischen lebender Artengruppe und toter Gehäuse-Vergesellschaftung verantwortlich.

Das Abtauchen der C. wuellerstorfi/C. subglobosum Artengruppe und ihrer zugehörigen C. wuellerstorfi Gehäuse-Vergesellschaftung vom Vøringplateau nach Norden, wird vermutlich von einer im Norden stärker terrigen beeinflussten Sedimentation in größeren Tiefen kontrolliert werden. Kalkgehalte des Oberflächensediments von >30 %, die hier als Anzeiger für hauptsächlich pelagische Sedimentation dienen können, zeigen denselben Trend; ein Abtauchen der 30 % -Isolinie gegen Norden.

Diskussion und Schlußfolgerungen

Die Verbreitung der 8 Artengruppen, die aus dem Gesamtdatensatz der Lebendfauna zusammengestellt wurden, ist überraschend zusammenhängend und in der Norwegischen See eindeutig tiefenzoniert (Abb. 2). Allerdings zeigt der Blick über den Island-Schottland Rücken in den Nord-Atlantik bereits, daß die Tiefe per se (hydrostatischer Druck) kein begrenzender Faktor für die Verbreitung vieler Artengruppen sein kann. Die C. lobatulus Artengruppe zum Beispiel, siedelt auf dem atlantischen Hang des Island-Färöer Rückens in Wassertiefen zwischen 500 und 1200 m, während diese Gruppe vor Norwegen nur auf dem Schelf oder an der Schelfkante in 200 - 500 m Tiefe anzutreffen ist (Abb. 2).

In den von der Gesamtanalyse vorgegebenen Rahmen lassen sich die Ergebnisse der Analysen der Teil-Datensätze mit zusätzlichen regionalen Bezügen einfügen. Die aus dem Gesamtdatensatz abgeleiteten Artengruppen sind prinzipiell in den Analysen aus den Teil-Datensätzen wiederzuerkennen. Dieses ist eine wesentliche Voraussetzung für die Deutung, die zeigt, daß die Gruppenbildung mit Hilfe einer Hauptkomponentenanalyse, obwohl von der Auswahl der Proben beeinflusst, keine künstliche ist.

Die Verbreitung der 7 Gehäuse-Vergesellschaftungen (Ergebnis der Analyse des Gesamtdatensatzes der Totfauna) wird durch eine ebenso zusammenhängende Zonierung wie die der Artengruppen charakterisiert. Diese verläuft aber oft nicht parallel zu den Tiefenlinien, sondern schneidet sie in mehr oder weniger spitzen Winkeln (MACKENSEN und QVALE, 1985). Das führt dann im Norden bis zu vertikalen Faunengrenzen (Abb. 3).

Im Folgenden sollen die Beziehungen verglichen werden, die zwischen der Verbreitung der Gruppen benthischer Foraminiferen und den gemessenen Umweltparametern in den einzelnen Arbeitsgebieten unabhängig von einander abgeleitet wurden. Es soll so versucht werden, aus dem Beziehungsgeflecht, das die Verbreitung benthischer Foraminiferen regelt, einzelne Faktoren sichtbar zu machen, die in verschiedenen Gebieten in unterschiedlicher Kombination unterschiedlich auf verschiedene Arten oder Artengruppen einwirken.

Die Cibicides lobatulus Gehäuse-Vergesellschaftung prägt den atlantischen Teil des Island-Schottland Rückens, sowie die Bänke des norwegischen Schelfes und Teile der Schelfkante (Abb. 3). SKARBØ (1980), SEJRUP et al. (1981), FOYN (1983) und LYGREN (1984) beschreiben vor Südwest-Norwegen benthische Foraminiferenfaunen, die von C. lobatulus dominiert werden. JARKE (1960), ØSTBY und NAGY (1982), HALD und VORREN (1984) und QVALE (1985) finden ähnliche Foraminiferenfaunen vor Nord-Norwegen und in der südlichen Barents See. JARKE (1958) zählt hohe Anteile von C. lobatulus an der Gehäuse-Vergesellschaftung der südlichen Flanke des Island-Färöer Rückens. In allen diesen Untersuchungen wird eine offensichtliche Beziehung zwischen grobem Substrat und C. lobatulus beschrieben. Untersuchungen vom britischen und kanadischen Schelf beschreiben C. lobatulus als besonders angepaßt an ein Milieu mit starken Bodenströmungen und Erosion, und gleichzeitig als äußerst tolerant gegenüber Salzerhalts- und Temperaturschwankungen (MURRAY, 1971; WILLIAMSON et al., 1984).

Die in dieser Untersuchung gefundene Verbreitung der C. lobatulus Gehäuse-Vergesellschaftung bestätigt die zitierten Ableitungen früherer Untersuchungen. Die Verbreitung der lebenden C. lobatulus Artengruppe gibt zusätzliche Erkenntnisse: Der tiefere Bereich des südlichen Island-Färöer Rückens und der nördliche Scheitel des Wyville-Thomson

Rückens werden in ihrer lebenden benthischen Foraminiferenfauna von R. stabilis geprägt (Abb. 19b). Auch hier deuten sandige und kiesige Sedimente auf starke Bodenströmungen (Abb. 7a), aber die hydrographischen Bedingungen sind konstanter als in den von C. lobatulus dominierten Bereichen (Abb. 11). Ein kontinuierlicher Strom aus dem Färöbank Kanal sorgt für gleichbleibende Temperaturen um 3 °C und Salzgehalte um 35.0 ‰. Gleichzeitig scheint diese Wassermasse für eine gleichmäßige Zufuhr von Nahrungspartikeln (partikuläre organische Substanz) zu sorgen und so R. stabilis, festsetzend wie C. lobatulus, aber filtrierend mit Hilfe von im Mündungsbereich agglutinierten Schwammnadeln, gegenüber C. lobatulus und C. refulgens konkurrenzfähig zu machen.

Die weit größere Verbreitung und die tiefere bathymetrische Reichweite der C. lobatulus Gehäuse-Vergesellschaftung im Vergleich zur lebenden Artengruppe kann durch mehrere zusammenhängende Prozesse verursacht sein. Cibicides lobatulus, C. refulgens, R. stabilis und D. semipunctata leben in Bereichen starker Bodenströmungen entweder festgeheftet an Steinen und Hartgründen oder an Hydrozoen und Pflanzen. Sie sind daher im Zuge der Probennahme und Probenaufbereitung als lebende Exemplare oft nicht erfaßt und so in der Lebend-Gemeinschaft unterrepräsentiert. Die leeren Gehäuse jedoch können aufgrund der starken Bodenströmung hangab transportiert werden und so das Vorkommen ausdehnen. Ist die Strömung weniger stark und sind die Gehäuse zu schwer, werden möglicherweise leichtere Gehäuse begleitender Arten (z.B. I. angulosa) wegtransportiert. Cibicides lobatulus wird angereichert und so in der Gehäuse-Vergesellschaftung überrepräsentiert. In den stark überströmten Gebieten herrscht Erosion vor, so daß auch pleistozäne Faunen aufgearbeitet und resedimentiert werden. Als Indiz für Restsedimentbildung kann das Vorkommen von E. excavatum Gehäusen gewertet werden.

Im gesamten Untersuchungsgebiet konnten keine lebenden Elphidium excavatum nachgewiesen werden. Es wird daher mit SEJRUP et al. (1981) und MACKENSEN et al. (1985) angenommen, daß die relativ häufig vorkommenden leeren Gehäuse aus pleistozänen und früh-holozänen Ablagerungen aufgearbeitet worden sind. In den hier untersuchten Gebieten ist E. excavatum ein wichtiger Bestandteil glazialer und glaziomariner Sedimente (FEYLING-HANSEN, 1982; JANSEN et al., 1983; SEJRUP et al., 1984). Vom Nova Scotia Schelf beschreibt WILLIAMSON et al. (1984) eine Vergesellschaftung benthischer Foraminiferengehäuse, die von E. excavatum dominiert wird. Die Autoren deuten diese Fauna als Reliktf fauna; Resultat einer Aufarbeitung glazialer Sedimente während der späten Weichselzeit und des frühen Holozäns.

Die Trifarina angulosa Gehäuse-Vergesellschaftung zeigt die zusammenhängendste Verbreitung der hier beschriebenen Vergesellschaftungen, vom Nord-Atlantik bis in die südliche Barents See, gleichzeitig aber auch die größten Wassertiefenunterschiede (Abb. 3). Die I. angulosa Gehäuse-Vergesellschaftung dominiert die Foraminiferen-Thanatozönose in 1800 m am atlantischen Fuß des Island-Färöer Rückens ebenso wie zwischen 600 und max. 800 m am südlichen norwegischen Kontinentallhang, oder in 120 m auf dem Nordseeplateau oder wieder bis in 1500 m Wassertiefe vor Nord-Norwegen.

In früheren Untersuchungen sind I. angulosa Gehäuse als wesentlicher Bestandteil der Vergesellschaftung benthischer Foraminiferen entlang der gesamten norwegischen Westküste, auf dem Schelf und an der Schelfkante nachgewiesen worden (JARKE, 1960; SKARBØ, 1980; QVALE, 1981; SEJRUP et al., 1981; ØSTBY und NAGY, 1982; MACKENSEN et al., 1985; HALD und VORREN, 1984). JARKE (1961), FOYN (1983), LYGREN (1984) und QVALE (1985) beschreiben I. angulosa als wichtige Komponente der nordöstlichen Nordseefauna. Das Ergebnis vorliegender Untersuchung - die Deckungsgleichheit von sandigen Sedimenten und der Verbreitung der I. angulosa Gehäuse-Vergesellschaftung - steht in Einklang mit früheren Arbeiten (HALD und VORREN, 1984; WILLIAMSON et al., 1984; Qvale, 1985). Sogar in der kleinräumigen Analyse der Verbreitungsmuster in der nördlichen Nordsee konnte die Präferenz von I. angulosa für sandiges Substrat sehr wahrscheinlich gemacht werden (Abschnitt 7.2.3).

Die Verbreitung der lebenden T. angulosa Artengruppe zeigt ein modifiziertes Bild und gibt zusätzliche Informationen: Nur Teile des Schelfes und der oberste Kontinentalhang werden bis zu einer Wassertiefe von 500/600 m von dieser Artengruppe beherrscht (Abb. 2). Außerdem wird deutlich, daß bei zunehmender Grobkörnigkeit des Substrats die C. lobatulus Artengruppe die Dominanz in der Foraminiferenfauna übernimmt (Abb. 2, 19a). Die Verbreitung der lebenden T. angulosa Artengruppe ist in der Norwegischen See auf Gebiete beschränkt, die von Bodenwassermassen atlantischen Ursprungs geprägt werden.

Auch in Kernen vom südlichen norwegischen Kontinentalrand ist T. angulosa nur im Aktivneset Sand beschrieben worden (JANSEN et al., 1983). Dessen Entstehung und Bildung ist an das Eindringen von NAW in die Norwegische See geknüpft (HOLTEDAHL und BJERKLI, 1982). VORREN et al. (1984) und HALD und VORREN (1984) finden T. angulosa in Kernen vom nordnorwegischen Schelf nur in holozänen Ablagerungen.

Zusammenfassend kann abgeleitet werden, daß T. angulosa sandiges Substrat mit moderaten Bodenströmungen und Wassertemperaturen und relativ hohen Salzgehalten bevorzugt. Vermutlich muß T. angulosa zur "Infauna" des obersten Sediment-Zentimeters gerechnet werden.

Die von Süden nach Norden stark zunehmenden Unterschiede zwischen der tiefsten Verbreitung lebender und toter T. angulosa wird als Resultat eines rezenten Hangabtransportes gedeutet, der am südlichen norwegischen Kontinentalhang 200 m nicht übersteigt (MACKENSEN et al., 1985), der aber am nördlichen Kontinentalrand 1000 m erreichen kann (MACKENSEN und QVALE, 1985) (Abb. 2,3). Für diesen zusätzlichen Hangabtransport im Norden wird schweres, im Winter in der östlichen Barents See durch Abkühlung von NAW gebildetes Bodenwasser verantwortlich gemacht, das zur Tiefenwasserbildung im Lofoten Becken beiträgt (MOSBY, 1968; vgl. Abschnitt 6.5.3). Auch BELANGER und STREETER (1980) zählen westlich der Lofoten in 1011 m Wassertiefe (Kern V23-71) eine von T. angulosa dominierte benthische Foraminiferenfauna, die entsprechend der Ergebnisse vorliegender Untersuchung, sehr wahrscheinlich durch hangab transportierte T. angulosa Gehäuse stark verfälscht ist. Würde diese Zählung korrigiert werden, könnte die von MACKENSEN et al. (1984, S. 294) aufgezeigte Unstimmigkeit in der multivariaten Lösung vermieden werden.

Der westliche norwegische Schelf wird von drei Artengruppen benthischer Foraminiferen besiedelt:

1. auf den Bänken und in anderen, von starken Bodenströmungen geprägten Gebieten, von der C. lobatulus Artengruppe;
2. auf den Hängen von Tiefs und in geschützten, hauptsächlich sandigen Gebieten, von der T. angulosa Artengruppe;
3. in der nördlichen Norwegischen Rinne und in den Tiefs bis südlich der Lofoten, von einer durch Uvigerina mediterranea geprägten lebenden benthischen Foraminiferenfauna.

Obwohl die U. mediterranea Fauna nur an der Peripherie des Untersuchungsgebietes erfaßt worden ist, läßt sich festhalten: In dieser Untersuchung ist U. mediterranea weder lebend noch tot nördlich der Lofoten gezählt worden. ØSTBY und NAGY (1982), VORREN et al. (1984) und HALD und VORREN (1984) beschreiben ebenfalls keine Uvigerinen-Arten aus diesen nördlichen Gebieten. Das Vorkommen von lebenden U. mediterranea in hohen Häufigkeiten im Kvalnes Tief westlich der Lofoten (MACKENSEN, unveröffentl. Daten) und in der nördlichen Norwegischen Rinne (bei FOYN (1983) als U. peregrina; bei MACKENSEN et al. (1985) als U. finisterrensis) läßt vermuten, daß die Verbreitung dieser Uvigerinen-Art, die LUTZE (im Druck) von einer U. peregrina Gruppe trennt, ähnlich wie U. peregrina, hauptsächlich von der Höhe der Nahrungszufuhr (partikuläre organische Substanz) kontrolliert wird (vgl. LUTZE, im Druck). Aus den Tiefs auf dem norwegischen Schelf und aus der Norwegischen Rinne sind hohe Pelitanteile und

organisch C-Gehalte dokumentiert (Abb. 8b,d; VORREN et al., 1984; WERNER, 1983; QVALE, 1985). Ein Zusammenhang zwischen organisch C-Gehalten des Oberflächensediments und der Verbreitung von U. peregrina ist von LUTZE (1980), MILLER und LOHMANN (1982) und LUTZE und COULBOURN (1984) nachgewiesen worden. Eine detaillierte Untersuchung im Grenzbereich des atlantischen Vorkommens von Uvigerina ssp. westlich der Lofoten könnte viel zu grundsätzlichen Erkenntnissen über die für paläoökologische Interpretationen wichtige Gattung Uvigerina beitragen.

Die Cassidulina laevigata Artengruppe dominiert die Foraminiferenfauna auf dem nördlichen Nordseeplateau (Abb. 2). Dieses Ergebnis stimmt gut überein mit dem vorheriger Untersuchungen (FOYN, 1983; LYGREN, 1984; QVALE, 1985). Ein Vergleich mit JARKE (1961) wird erschwert durch Fortschritte in der taxonomischen Behandlung der Gattungen Cassidulina und Islandiella (TAPPAN, 1951; FEYLING-HANSEN, 1976; RODRIGUES et al., 1980; MACKENSEN et al., 1985). In der nördlichen Nordsee sind in dieser Untersuchung die prozentualen Anteile von C. laevigata ähnlich hoch wie an der Vergesellschaftung leerer Gehäuse, während MURRAY (1979) in der Keltischen See und LUTZE (1980) am Kontinentalhang von Nordwest-Afrika signifikante Unterschiede zwischen Lebend- und Totfaunen fand.

Das Vorkommen der C. laevigata Gehäuse-Vergesellschaftung zwischen 1000 und 1600 m Wassertiefe am Hang unterhalb der Barents See wird hier als Ergebnis von Massenbewegungen gedeutet, die eine von C. laevigata geprägte Fauna aus der südlichen Barents See mit in die Tiefe rissen (vg. Abschnitt 7.4.3). ØSTBY und NAGY (1982) sehen einen Zusammenhang zwischen warmem NAW und dem Vorkommen von C. laevigata in den Rinnen der südwestlichen Barents See als wahrscheinlich an. Da es sich bei dem auf Tafel 3, Fig. 18 abgebildeten Exemplar nach meiner Überzeugung um C. teretis handelt, und eine Lebendfauna nicht bearbeitet wurde, mag vielleicht die von den Autoren abgeleitete Temperaturkontrolle der C. laevigata relativiert werden.

Die Melonis zaandami Artengruppe und die korrespondierende Gehäuse-Vergesellschaftung zeigen eine zusammenhängende geographische Verbreitung in Gebieten, die im Hinblick auf die Konstellation der Wassermassen, im Hinblick auf Zusammensetzung, organisch C-Gehalt und CaCO₃-Gehalt des Oberflächensediments, sowie im Hinblick auf die Sedimentationsrate sehr unterschiedlicher Natur sind:

1. Auf dem Nordhang des Island-Färöer Rückens korreliert die Verbreitung der M. zaandami Artengruppe mit dem Tiefenintervall feinkörniger, terrigener Sedimentation und hohen organisch C-Gehalten (Abb. 7b,d, 19e). Unter dem kalten Ost-Islandstrom wird dort die Bodenwassermasse vom NSDW gestellt (Abb. 11).
2. Gegenüber, am südlichen norwegischen Kontinentalrand, dominiert die M. zaandami Artengruppe in ungefähr gleichen Wassertiefen die benthische Foraminiferenfauna (Abb. 22c). Auch hier ist das Oberflächensediment pelitisch, aber mit wechselnd hohen Sandanteilen (Abb. 8a,b). Der organisch C-Gehalt ist nur in den tieferen von M. zaandami geprägten Proben (>800 m) höher als 0.5 % (Abb. 8d). Unter 800 m überdeckt ebenfalls das NSDW den Meeresboden, jedoch überlagert von warmem NAW (Abb. 13). MACKENSEN et al. (1985) vermuten einen Zusammenhang zwischen der hier sehr hohen terrigenen Sedimentation, hoher Zufuhr partikulärer organischer Substanz und M. zaandami.
3. Auf der Nordflanke des Wyville-Thomson Rückens und am nördlichen norwegischen Kontinentalrand ist M. zaandami mit R. stabilis assoziiert. Das Sediment ist sandig mit geringen Pelitanteilen und geringen organisch C-Gehalten (Abb. 19e, 26b). Das Bodenwasser ist als Mischwasser aus NAW und NSDW (im Norden: im Sinne von MOSBY's TL) anzusprechen.
4. Schließlich sind in dieser Untersuchung noch lebende M. zaandami auf dem norwegischen Schelf und vor allem in der Norwegischen Rinne identifiziert worden. Dort wieder in Gebieten mit hauptsächlich pelitischem Sedimenteintrag und hohen organisch C-Werten. Auch ØSTBY und NAGY (1982) beschreiben Nonion barleeaanum in hohen Prozentsätzen aus den Rinnen der südwestlichen Barents See. VAN WEERING und QVALE (1983),

FOYN (1983), LYGREN (1984) und QVALE (1985) sehen in der Norwegischen Rinne und im Skagerrak Zusammenhänge zwischen pelitischer Sedimentation, organischem C-Gehalten des Oberflächensediments und dem Vorkommen von M. barleeaanum (hier: M. zaandami).

Danach findet M. zaandami beste Entfaltungsbedingungen vor, wenn dem beanspruchten Lebensraum aus Küsternähe kontinuierlich große Mengen organischer Substanz zugeführt wird. Dieses kann sich abbilden in hohen Sedimentationsraten mit hohem organischem C-Gehalten des hauptsächlich pelitischen Oberflächensediments, oder in dem gemeinsamen Vorkommen von M. zaandami mit filtrierendem Benthos, das aus einer, an partikulärer organischer Substanz reichen Wassermasse seine Nahrung filtert, und, indem es für eine kontinuierliche Zufuhr organischen Materials in die Grenzschicht Meer- Meeresboden sorgt, M. zaandami und andere Organismen miternährt.

STREETER und SHACKLETON (1979) zeigen ein Ansteigen der Häufigkeit von M. barleeaanum (hier: M. zaandami) im O-Isotopenstadium 2 östlich des mittelatlantischen Rückens auf 44°N. LUTZE et al. (1979) beschreiben eine starke Zunahme von M. zaandami im O-Isotopenstadium 3 vor Nordwest-Afrika auf 26°50'N. Auf dem Rockall Plateau westlich vor Irland (56°02'N) ist M. barleeaanum in den älteren Interglazialen häufig (SCHNITKER, 1984). In Kernen aus dem Norwegen Becken taucht Nonion barleeaanum (hier: M. zaandami) erst mit der Termination Ia auf (SEJRUP et al., 1984), die nach JANSEN und ERLKENKUSER (1985) in der Norwegischen See erst bei 13000 BP liegt. Wenn M. zaandami auf hohe Zufuhr organischen Materials und terrigen Detritus reagierte, kann der Befund in den Kernen in einem großmaßstäblichen Zusammenhang gedeutet werden: Gebiete hoher Produktion, die in den Warmzeiten in der Norwegischen See zu finden sind, verlagern sich in den kalten Perioden des Pleistozäns in den südlichen Nordost-Atlantik.

Die Cassidulina teretis Artengruppe beeinflusst die Foraminiferen-Biozönose schon in den tieferen, noch von M. zaandami beherrschten Bereichen, prägt aber die Fauna entscheidend unterhalb des Verbreitungsareals der M. zaandami Artengruppe. In der Norwegischen See lebt eine von C. teretis dominierte benthische Foraminiferenfauna nur in den Bereichen, die von sehr kalten, tiefen Wassermassen bestimmt werden (NSDW und NSBW). SCHNITKER (1984) findet im Nordost-Atlantik C. teretis Maxima nur in den glazialen Perioden des Pleistozäns. STREETER und SHACKLETON (1979, S. 169) weisen darauf hin, daß das glaziale Bodenwasser des Nord-Atlantiks kälter als heute gewesen sein muß. In vorliegender Untersuchung sind auf dem Südhang des Island-Färöer Rückens keine lebenden C. teretis gefunden worden, wohl aber aufgearbeitete leere Gehäuse.

Diese Beobachtungen legen die Vermutung nahe, daß C. teretis an sehr niedrige Wassertemperaturen adaptiert ist und deshalb dem anpassungsfähigen Opportunisten M. zaandami unter stabilen, kalten hydrographischen Bedingungen überlegen ist. Ähnlich wie bei der 'Warm-Wasser-Form' Cassidulina obtusa und der 'kalten' Form C. reniforme (SEJRUP et al., 1980; SEJRUP und GUILBAULT, 1980; MACKENSEN et al., 1985), scheint es ein Beschränken von C. laevigata auf temperierte Bodenwassermassen, sowie ein Bevorzugen von sehr kalten Bedingungen durch C. teretis zu geben.

Im Nordosten vor Island fällt der Beginn des von der Cribrostomoides subglobosum Artengruppe geprägten Tiefenintervalls mit dem Einsetzen CaCO₃-reicher und sandiger Sedimente zusammen (Abb. 7a, c, 19g). Ein Zusammenhang zwischen einem zunehmenden Grad an pelagischer Sedimentation und C. subglobosum wird deutlich. Am südlichen norwegischen Kontinentalrand korreliert die Obergrenze der Hauptverbreitung der C. subglobosum Artengruppe mit dem Einsetzen hauptsächlich pelagischer Sedimentation (Abb. 8, 22e). Wird die Grenze, unterhalb der pelagische Sedimentation vorherrscht,

an der 30 % CaCO₃-Isolinie festgemacht, so ist ein Abtauchen dieser Grenze nördlich des Vøringplateaus festzustellen. Der Einfluß terrigener Sedimentation reicht nördlich des Vøringplateaus in weit größere Tiefen als am südlichen norwegischen Kontinentalrand. Das Ergebnis der Analyse des nördlichen Teil-Datensatzes deutet an, daß der Einfluß von C. subglobosum im Norden im Vergleich zum südlichen Kontinentalrand zurückgeht (Abb. 26d,e), da die benthische Foraminiferenfauna, vermutlich nur lokal, von anderen agglutinierenden Arten (C. pisum, R. difflugiformis) stark beeinflusst wird. Die Analyse des Gesamtdatensatzes, die von örtlichen Gegebenheiten stärker abstrahiert, zeigt aber ein Durchhalten des von der C. subglobosum Artengruppe geprägten Tiefenintervalls entlang des gesamten norwegischen Kontinentalrandes.

BELANGER und STREETER (1980) berücksichtigen bei ihrer Analyse der benthischen Foraminiferenfauna der Norwegischen See keine agglutinierenden Arten. Sie berichten jedoch von lokal häufig vorkommenden Recurvoides turbinatus (hier: C. subglobosum) vor der norwegischen Küste und vor der Barents See. HERB (1971) beschreibt eine von C. subglobosum geprägte benthische Foraminiferenfauna aus der Drake Passage zwischen 2700 und über 4000 m Wassertiefe. Das Antarktische Bodenwasser (AABW) bestimmt dort die hydrographischen Verhältnisse am Meeresboden.

Das Hauptverbreitungsgebiet der C. subglobosum Artengruppe deutet auf zwei, für das Vorkommen dieser Arten wichtige Umweltbedingungen:

1. Das Nahrungsangebot aus dem Pelagial.
2. Die Zufuhr siltigen terrigen Materials.

Zu 1.: Verschiedene benthische Foraminiferenarten scheinen organische Substanz unterschiedlicher Herkunft zu bevorzugen (SCHNITKER, persönl. Mitteilung). So könnte C. subglobosum partikuläre organische Substanz, die direkt aus der pelagischen Produktion stammt, solchem organischen Material vorziehen, das aus küstennahen Schelfgebieten stammt.

Zu 2.: Cribrostomoides subglobosum und zum Teil auch R. scorpiurus verwenden Quarzkörner beim Gehäusebau. Es muß daher für eine gewisse Zufuhr an 'Baumaterial' gesorgt sein.

Danach würde die Verbreitung der C. subglobosum Artengruppe von zwei widerstreitenden Faktoren gesteuert werden; organische Substanz pelagischen Ursprungs und Sedimente terrigener Herkunft. Die Synthese aus diesen Bedingungen ist in der Norwegischen See in den Bereichen hauptsächlich pelagischer Sedimentation mit einem gewissen terrigen Sedimenteintrag am untersten Kontinentalhang zu finden (HOLTEDAHL, 1981). Diese Gebiete werden von der C. subglobosum Artengruppe besiedelt. Auf dem Vøringplateau verringert sich die terrigene Komponente in gleichbleibender Wassertiefe bei zunehmender Entfernung vom Kontinentalhang. Der Einfluß der C. subglobosum Artengruppe geht zurück (Abb. 2). Am Fuße des Vøringplateaus kann durch Massenbewegungen eine Zufuhr siltigen und sandigen Materials gewährleistet sein. Der Einfluß der C. subglobosum Artengruppe nimmt trotz großer Entfernung vom eigentlichen Kontinentalhang wieder zu.

Die Cibicidoides wuellerstorfi Artengruppe ist die zweite der drei Artengruppen benthischer Foraminiferen in der Norwegischen See, die in Tiefseegebieten mit hauptsächlich pelagischer Sedimentation dominieren. Die C. wuellerstorfi Artengruppe beherrscht das Faunenbild immer unterhalb der C. subglobosum Artengruppe. Die Gebiete, die in der Lebendfauna von der C. subglobosum Artengruppe bestimmt werden, werden in der Foraminiferen-Thanatozönose von der C. wuellerstorfi Gehäuse-Vergesellschaftung geprägt.

Vor Nordost-Island wird das Tiefenintervall, in dem der größte Anteil der Sandfraktion am Oberflächensediment festgestellt wurde, von der C. wuellerstorfi Fauna geprägt (Abb. 7a, 19h). Am südlichen norwegischen Kontinentalrand konnten MACKENSEN et al. (1985)

eine mäßig gute Korrelation ($R = 0.68$) zwischen Sandgehalt des Oberflächensediments und Varimax Faktorladung der C. wuellerstorfi - E. exigua Assemblage nachweisen (Abb. 24). Dort wird der Sandgehalt hauptsächlich durch die Gehäuse planktischer Foraminiferen erhöht, angezeigt durch einen hohen CaCO_3 -Gehalt des Oberflächensediments. Vor Nordost-Island aber übersteigt der Karbonatgehalt in dieser Wassertiefe nie 30 %. Der hohe Sandgehalt wird hier durch hohe Anteile vulkanischer Klastika verursacht.

Aus der Analyse des Teil-Datensatzes vom südlichen norwegischen Kontinentalrand konnte über die Beziehungskette hoher Sandgehalt und hoher CaCO_3 -Gehalt / viel planktische Foraminiferen / hohe Primärproduktion, ein Zusammenhang zwischen der Höhe der Primärproduktion und der Dominanz der C. wuellerstorfi Artengruppe abgeleitet werden (vgl. Abschnitt 7.3.3; MACKENSEN et al., 1985). Die Analyse des Gesamtdatensatzes und der anderen Teil-Datensätze kann diese Hypothese nicht bekräftigen; zum Teil aufgrund unzureichender begleitender Umweltdaten zu den in Kiel bearbeiteten Proben vom nördlichen norwegischen Kontinentalrand. Jedoch beschreiben STREETER et al. (1982), BELANGER (1982), JANSEN et al. (1983) und SEJRUP et al. (1984) in pleistozänem Kernmaterial aus dem Europäischen Nordmeer hohe Häufigkeiten von C. wuellerstorfi in Perioden ohne ganzjährig geschlossene Eiskecke, in denen substantielle Primärproduktion möglich war; und umgekehrt.

Die zugrunde liegende Beobachtung eines Zusammenhanges zwischen relativ grobkörnigem Tiefsee-Sediment und einer C. wuellerstorfi Dominanz wird durch die Auswertung der Gesamtheit der Daten bestätigt. In situ Beobachtungen von LUTZE (AUGSTEIN et al., 1984, S. 125) im Nordost-Atlantik und vor Ost-Grönland, sowie in vorliegender Untersuchung häufig getätigte Funde von C. wuellerstorfi, die nach der Aufbereitung der Proben noch angeheftet an grobem Material vorgefunden wurden, lassen vermuten, daß C. wuellerstorfi unter pelagischen Sedimentationsverhältnissen angeheftet an einzelnen groben Partikeln oder aufgeheftet auf mehreren 'zusammengeklauten' sandigen bis siltigen Sedimentpartikeln oder aufliegend auf siltigem Sediment lebt. Danach ist C. wuellerstorfi Bestandteil der Epifauna der Tiefsee.

STREETER (1973) und SCHNITKER (1974) beschreiben im Nord-Atlantik eine benthische Foraminiferenfauna, die von C. wuellerstorfi und E. exigua geprägt wird und mit jungen sauerstoffreichen Wassermassen (NADW) assoziiert ist. LUTZE und COULBOURN (1984) zeigen vor Nordwest-Afrika, daß jede Probe unter dem Einflußbereich des NADW über 5 % C. wuellerstorfi enthält. LOHMANN (1978) korreliert eine ähnliche von C. wuellerstorfi dominierte Fauna im westlichen Süd-Atlantik mit sauerstoffreichem Bodenwasser. Epistominella exigua wird aufgrund der von LUTZE und COULBOURN sowie von LOHMANN gewählten Fraktion $> 250 \mu\text{m}$ nicht erfaßt. Im Indischen Ozean weist PETERSON (1984) einen Zusammenhang zwischen E. exigua und sauerstoffreichen jungen Wassermassen (IBW) nach.

Dem entsprechend korrelieren STREETER und SHACKLETON (1979) und SCHNITKER (1984) C. wuellerstorfi und E. exigua Maxima in pleistozänem Kernmaterial aus dem Nordost-Atlantik mit interglazialen Perioden.

MACKENSEN et al. (1985) konnten zeigen, daß die von C. wuellerstorfi und E. exigua dominierten Gebiete in der südlichen norwegischen See höhere organisch C-Gehalte im Oberflächensediment als die tiefen von O. umbonatus geprägten Meeresgebiete aufweisen. Oft geht mit einem hohen organisch C-Gehalt des Oberflächensediments ein niedriger Sauerstoffgehalt des Porenwassers einher. Falls C. wuellerstorfi und E. exigua möglichst sauerstoffreiches Milieu bevorzügen, müßten sie in der Norwegischen See auf dem Substrat, in möglichst exponierten Positionen leben, da die Bodenwassermasse der Norwegischen See (NSBW) sauerstoffreich ist.

Als Versuch einer zusammenfassenden Deutung wird vorgeschlagen: Eine von C. wuellerstorfi und E. exigua geprägte Artengruppe dominiert die benthische Foraminiferenfauna der tiefen Norwegischen See in Gebieten hoher Primärproduktion, d.h. besonders unterhalb von Wassermassenfronten (Arktikfront, Polarfront), wenn gleichzeitig der Meeresboden grobkörnig genug ist, eine epibenthische Lebensweise zuzulassen, die vor sauerstoffarmem Porenwasser schützt; oder umgekehrt: Eine von C. wuellerstorfi und E. exigua geprägte Artengruppe dominiert die benthische Foraminiferenfauna der tiefen Norwegischen See in Gebieten relativ grobkörnigen Oberflächensediments, wenn eine ausreichende Nahrungszufuhr aus den überlagernden Wassermassen gewährleistet ist.

Die Oridorsalis umbonatus Gruppe dominiert die tiefsten Bereiche des Norwegen Beckens und des Lofoten Beckens (Abb. 2, 3). Die Zahl erfaßter lebender Individuen von O. umbonatus und T. frigida ist jedoch meist gering. BELANGER und STREETER (1980) beschreiben einen Faunenwechsel im gesamten Europäischen Nordmeer in 2900 m Wassertiefe von einer von C. wuellerstorfi geprägten Fauna zu einer O. tener (hier: O. umbonatus) dominierten Vergesellschaftung. MACKENSEN et al. (1985) korrelieren im Norwegen Becken abnehmende organisch C-Gehalte des Oberflächensediments mit steigenden Varimax Faktorladungen der O. umbonatus/T. frigida Assemblage (Abb. 25). STREETER et al. (1982), BELANGER (1982) und SEJRUP et al. (1984) finden in Kernmaterial aus dem Europäischen Nordmeer ausgeprägte Wechsel in den relativen Häufigkeiten von C. wuellerstorfi und O. umbonatus. Oridorsalis umbonatus dominiert die benthische Foraminiferen-Vergesellschaftung während kalter klimatischer Perioden, in denen die Norwegische See vermutlich ganzjährig mit Eis bedeckt war, und so die Produktivität stark herabgesetzt war. SCHNITKER (1984) beschreibt O. tener und T. frigida Maxima in der DSDP-Bohrung 552 im Nordost-Atlantik aus glazialen Perioden der jüngsten Erdgeschichte.

Als Versuch einer Deutung wird hier vorgeschlagen: Oridorsalis umbonatus und T. frigida leben und ernähren sich im Sediment. Deshalb bevorzugen sie möglichst sauerstoffreiches Porenwasser. Dieses wird begünstigt durch möglichst niedrige organisch C-Gehalte und relativ geringe Primärproduktion. Die geringe Zahl der in dieser Untersuchung erfaßten lebenden Individuen von O. umbonatus und T. frigida in den Oberflächensedimenten unterstützt die These: Diese Arten leben vermutlich gewöhnlich tiefer als 1 bis 1.5 cm im Sediment und werden bei der hier gewählten Probenentnahmetechnik nicht erbeutet. LIPPS (in: DOUGLAS und WOODRUFF, 1981, S. 1283) berichtet von durch das Sediment pflügenden Pyrgo ssp..

9 Zusammenfassung

Sedimentoberflächen, die auf 123 Stationen in der Norwegischen See mit Kastengreifern entnommen wurden, wurden auf ihren Gehalt an benthischen Foraminiferen untersucht. Die lebende benthische Foraminiferenfauna (durch Bengal Rosa gefärbt) wurde unabhängig von der Vergesellschaftung leerer Gehäuse (ungefärbt) bearbeitet. Mit Hilfe von multivariaten Verfahren (Hauptkomponentenanalyse mit Varimax-Rotation) konnten in der Norwegischen See und angrenzenden Gebieten 8 Artengruppen lebender benthischer Foraminiferen und 7 korrespondierende Gehäuse-Vergesellschaftungen unterschieden werden. Durch die getrennte statistische Bearbeitung einzelner geographischer Bereiche, den deduktiven Vergleich und die Eingliederung lokal geprägter Faunen in den von der Gesamtanalyse vorgegebenen Rahmen, konnte gezeigt werden, daß die rechnerisch zusammengefaßten Artengruppen natürlichen Lebensgemeinschaften sehr nahe kommen.

Die Besiedlung der Norwegischen See durch verschiedene Artengruppen benthischer Foraminiferen wird über den Salzgehalt und die Temperatur der Bodenwassermassen nicht entscheidend gesteuert. Dagegen scheinen die Art und die Menge der zugeführten Nahrung, sowie die Beschaffenheit des Substrats ausschlaggebend zu sein.

Die Siedlungsdichte benthischer Foraminiferen ist in der Norwegischen See bis in Wassertiefen von 3000 m hoch, fällt dann aber zum Tiefsten der Becken stark ab. Überdurchschnittlich hohe Siedlungsdichten sind am südlichen norwegischen Kontinentalhang zwischen 600 und 800 m Wassertiefe und am nördlichen Kontinentalrand zwischen 900 und 1200 m nachgewiesen.

In der Norwegischen See nimmt die Diversität der lebenden benthischen Foraminiferenfauna mit zunehmender Tiefe ab. Dieser Trend wird von der Vergesellschaftung leerer Gehäuse bestätigt.

Ein Vergleich der Siedlungsgebiete der 5 Artengruppen benthischer Foraminiferen, die auf dem oberen norwegischen Kontinentalhang und auf dem Island-Schottland Rücken leben, mit den jeweils gemessenen Salzgehalts- und Temperaturwerten der Bodenwassermasse, mit der Konfiguration der überlagernden Wassermassen, den Strömungsbedingungen und dem Substrat (Korngrößenspektrum, CaCO₃- und organisch C-Gehalt) zeigt:

Die Cibicides lobatulus Artengruppe lebt auf dem norwegischen Schelf und auf der atlantischen Flanke des Island-Färöer Rückens zwischen 500 und 1200 m Wassertiefe in Gebieten, die durch starke und unregelmäßige Bodenströmungen geprägt sind. Dort wird nicht sedimentiert und sandig-kiesiges bis steiniges Substrat herrscht vor.

Die Cassidulina laevigata Artengruppe lebt auf dem nördlichen Nordsee-Plateau in 120 m Wassertiefe in/auf gut sortierten Sanden unter atlantisch geprägten hydrographischen Bedingungen.

Die Trifarina angulosa Artengruppe besiedelt die Schelfkante und den oberen Kontinentalhang bis in ca. 500 m Wassertiefe. Im Untersuchungsgebiet ist diese Artengruppe an warme, salzreiche Wassermassen atlantischen Ursprungs geknüpft. Ein die Verbreitung steuernder Einfluß des sandigen, gut 'durchlüfteten' Substrats wird zusätzlich deutlich.

Die Melonis zaandami Artengruppe prägt die lebende Foraminiferenfauna um das Norwegen Becken zwischen ca. 500 und 1200 m Wassertiefe. Der Einfluß nimmt nach Norden stark ab. Die Höhe der Zufuhr partikulärer organischer Substanz küstennaher Herkunft scheint die Verbreitung weitgehend unabhängig von Wassermassen und Substrat zu beeinflussen.

Die Cassidulina teretis Artengruppe stellt ab ca. 700 m Wassertiefe sukzessiv größere Anteile an der benthischen Foraminiferenfauna und dominiert unter ca. 1200 m

bis in ca. 1500 m. Die Anforderungen dieser Artengruppe an ihre Umwelt sind denen der M. zaandami Artengruppe sehr ähnlich, nur scheint C. teretis besonders adaptiert zu sein an sehr kalte Bodenwassermassen und damit, unterhalb von 1200 m, M. zaandami überlegen zu sein.

Ein Vergleich der 3 Tiefsee-Artengruppen, die die unteren bathyalen und abyssalen Biotope unter den gleichen, Überlagernden Wassermassen bewohnen, mit den organisch C-Gehalten und der Korngrößenzusammensetzung des Oberflächensediments zeigt:

Die Cribrostomoides subglobosum Artengruppe besiedelt in der Norwegischen See Gebiete am unteren Kontinentalhang, die durch hauptsächlich pelagische Sedimentation mit jedoch wechselndem terrigenen Eintrag gekennzeichnet sind. Die Zufuhr von Nahrung aus dem Pelagial und die Verfügbarkeit von siltigem terrigenen Baumaterial sind für die Verbreitung dieser agglutinierenden Artengruppe wichtig.

Die Verbreitung der Cibicidoides wuellerstorfi Artengruppe korreliert in der Norwegischen See mit sandigem Oberflächensediment. Eine Dominanz der C. wuellerstorfi Artengruppe wird wahrscheinlich von der Höhe der Primärproduktion und der Verfügbarkeit relativ groben Substrats mit unruhigem Mikrorelief gesteuert. Cibicidoides wuellerstorfi und Epistominella exigua leben vermutlich epibenthisch.

Die Oridorsalis umbonatus Artengruppe besiedelt die tiefsten Becken der Norwegischen See unter 3000 m. Eine Lebensweise von Oridorsalis umbonatus und Triloculina frigida als Bestandteil der Infauna ist wahrscheinlich.

Ein Vergleich der zur Zeit der Probennahme lebenden benthischen Foraminiferenfauna mit der Vergesellschaftung leerer Gehäuse zeigt:

Am oberen Kontinentalhang der südlichen Barents See, nördlich 71°N, deuten starke Unterschiede in der Zusammensetzung der Lebend- und Totfauna auf Massenbewegungen in den letzten 2000 bis 4000 Jahren vor heute.

Am südlichen norwegischen Kontinentalhang konnte ein rezenter stetiger Hangabtransport zwischen 600 und 800 m Wassertiefe nachgewiesen werden, initiiert durch interne Wellen unterhalb des Norwegenstroms.

Am nördlichen norwegischen Kontinentalrand ist Hangabtransport zwischen 700 und 2000 m Wassertiefe feststellbar. Den Hang hinab stürzendes, schweres und kaltes Winterwasser aus der Barents See und vom nördlichen norwegischen Schelf kann eine Verfrachtung des Oberflächensediments bis in große Tiefen bewirken.

Die für die Interpretation pleistozänen Kernmaterials aus arktischen Gebieten wichtige Elphidium excavatum lebt heute in den untersuchten Gebieten nicht. Zusätzlich wurde gezeigt, daß Cassidulina reniforme nur unterhalb der atlantischen Wassermasse unter sehr kalten Bedingungen siedelt. Auf dem Schelf vorkommende Gehäuse sind einer Reliktf fauna zuzurechnen, oder sie sind resedimentiert.

In der Norwegischen See ist selektive Lösung benthischer Foraminiferengehäuse nicht nachgewiesen worden.

10 Literatur

- AUGSTEIN, E., HEMPEL, G., SCHWARZ, J., THIEDE, J., WEIGEL, W. und EXPEDITIONSTEILNEHMER, 1984. Die Expedition ARKTIS II des FS "Polarstern" 1984 mit den Beiträgen des FS "Valdivia" und des Forschungsflugzeuges "Falcon 20" zum Marginal Ice Zone Experiment 1984 (MIZEX). Berichte zur Polarforschung, 20: 1-192.
- BARKER, R.W., 1960. Taxonomic notes on the species figured by H.B. Brady in his report on the foraminifera dredged by H.M.S. Challenger during the years 1873-1876. Soc. Econ. Paleontol. Miner., Spec. Publ., 9: 238 pp.
- BELANGER, P.E., 1982. Paleo-oceanography in the Norwegian Sea during the past 130,000 yr: Coccolithophorid and foraminiferal data. Boreas, 11: 29-36.
- BELANGER, P.E. und STREETER, S.S., 1980. Distribution and ecology of benthic foraminifera in the Norwegian-Greenland Sea. Mar. Micropaleontol., 5: 401-428.
- BERNSTEIN, B.B., HESSLER, R., SMITH, R. und JUMARS, P., 1978. Spatial dispersion of benthic Foraminifera in the abyssal central North Pacific. Limnol. Oceanogr., 23: 401-416.
- BOLTOVSKOY, E. und WRIGHT, R., 1976. Recent Foraminifera. Dr.W. Junk b.v., The Hague, 515 pp.
- BUGGE, T., 1983. Submarine slides on the Norwegian continental margin, with special emphasis on the Storegga area. Continental Shelf Institute publication, 110: 152 pp.
- BUZAS, M.A. und GIBSON, T.G., 1969. Species diversity: Benthic foraminifera in Western North America. Science, 163: 72-75.
- COLOM, G., 1952. Foraminiferos de las costas de Galicia. Bol. Inst. espanol. Oceanogr., 51: 1-58.
- CORLISS, B.H., 1979. Recent deep-sea benthonic foraminiferal distributions in the southeast Indian Ocean: inferred bottom-water routes and ecological implications. Mar. Geol., 31: 115-138.
- CORLISS, B.H., 1983. Distribution of Holocene deep-sea benthonic foraminifera in the southwest Indian Ocean. Deep-Sea Res., 30(2A): 95-117.
- CREASE, J., 1965. The flow of the Norwegian Sea Water through the Faroe Bank Channel. Deep-Sea Res., 12: 143-150.
- CULVER, S.J. und BUZAS, M.A., 1981. Recent benthic foraminiferal provinces on the Atlantic continental margin of North America. J. Foraminiferal Res., 11: 217-240.
- DIETRICH, G., 1956. Überströmung des Island-Färöer Rückens in Bodennähe nach Beobachtungen mit dem Forschungsschiff "Anton Dohrn" 1955/56. D. Hydr. Zeitschr., 9: 78-89.
- DIETRICH, G., 1957. Schichtung und Zirkulation der Irminger-See im Juni 1955. Ber. dtsh. wiss. Komm. Meeresforsch., 14: 255-312.
- DOUGLAS, R.G. und WOODRUFF, F., 1981. Deep-Sea Benthic Foraminifera. In: C. EMILIANI (Hrsg.), The Oceanic Lithosphere. The Sea, 7., Wiley-Interscience, New York, N.Y., 1233-1327.

- EIDE, L.I., 1978. Ocean currents on the Halten and Malangsrunden banks. Continental Shelf Institute publication, 97: 302 pp.
- EISMA, D. und VAN DER GAAST, S.J., 1983. Terrigenous Late Quaternary sediment components north and south of the Scotland-Greenland Ridge and in the Norwegian Sea. In: M.H.P. BOTT, S. SAXOV, M. TALWANI und J. THIEDE (Hrsg.). Structure and development of the Greenland-Scotland Ridge. Plenum Press, New York, London, 607-650.
- FEYLING-HANSEN, R.W., 1976. The stratigraphy of the Quaternary Clyde Foreland Formation, Baffin Island, illustrated by the distribution of benthonic foraminifera. *Boreas*, 5: 77-94.
- FEYLING-HANSEN, R.W., 1982. Foraminiferal zonation of a boring in Quaternary deposits of the northern North Sea. *Bull. Geol. Soc. Denmark*, 31: 29-47.
- FEYLING-HANSEN, R.W., JØRGENSEN, J.A., KNUDSEN, K.L. und ANDERSEN, A.-L.L., 1971. Late Quaternary foraminifera from Vendsyssel, Denmark and Sandnes, Norway. *Bull. Geol. Soc. Denmark*, 21: 67-314.
- FOYN, R., 1983. Resent bentonisk foraminifer- og sedimentutbredelse i Nordsjøen, vest for Hordaland og Sogn. Unveröffentlichte cand.real. thesis, Universität Bergen, Bergen, 188 pp.
- GIBSON, T.G. und BUZAS, M.A., 1973. Species diversity: patterns in Modern and Miocene Foraminifera of the eastern margin of North America. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 84: 217-238.
- GOES, A., 1892. A Synopsis of the Arctic and Scandinavian Recent Marine Foraminifera Hitherto Discovered. *Kong. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar*. Bandet 25, No. 9. Kungl. Boktryckeriet. P.A. Norstedt & Söner, Stockholm.
- GRAY, J.S., 1984. *Ökologie mariner Sedimente. Eine Einführung*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokio, 193 pp.
- GREEN, K.E., 1960. Ecology of some arctic Foraminifera. *Micropaleontology*, 6: 57-78.
- HAAKE, F.W., 1980. Benthische Foraminiferen in Oberflächen-Sedimenten und Kernen des Ostatlantiks vor Senegal/Gambia (Westafrika). "Meteor" *Forsch.-Ergeb.*, Reihe C, 32: 1-29.
- HALD, M. und VORREN, T.O., 1984. Modern and Holocene foraminifera and sediments on the continental shelf off Troms, North Norway. *Boreas*, 13: 133-154.
- HERB, R., 1971. Distribution of recent benthonic foraminifera in the Drake Passage. In: G.A. LLANO und I.E. WALLEN (Hrsg.). *Biology of the Antarctic Seas IV*. Antarctic Res. Ser., 17: 251-300.
- HERMANN; F., 1967. The T-S diagram analysis of the water masses over the Iceland-Faroe Ridge and in the Faroe Bank Channel. In: J.B. TAIT (Hrsg.). *The Iceland-Faroe Ridge International (ICES) "Overflow" Expedition, May-June, 1960*. *Rapports et Procès-Verbaux des Réunions*, Vol. 157, Andr. Fred. Høst & Fils, Copenhagen, 139-149.

- HESSLER, R.R. und SANDERS, H.L., 1967. Faunal diversity in the deep sea. *Deep-Sea Res.*, 14: 65-78.
- HÖGLUND, H., 1947. Foraminifera in the Gullmar Fjord and the Skagerrak. *Zoologiska bidrag från Uppsala*, 26: 1-328.
- HOFKER, J., 1932. Notizen über die Foraminiferen des Golfes von Neapel; III - Die Foraminiferenfauna der Ammontatura. *Staz. Zool. Napoli, Pubbl., Napoli, Italia*, 1932, Vol. 12.
- HOLTEDAHL, H., 1981. Distribution and origin of surface sediments on the Norwegian continental margin between 62°N and 65°N, with some remarks on the Late Quaternary litho- and biostratigraphy. In: R. SÆTRE und M. MORK (Hrsg.). *The Norwegian Coastal Current. Universität Bergen, Bergen*, 768-792.
- HOLTEDAHL, H. und BJERKLI, K., 1975. Pleistocene and Recent Sediments of the Norwegian Continental shelf (62°N - 71°N), and the Norwegian Channel Area. *Nor. Geol. Unders.*, 316: 241-252.
- HOLTEDAHL, H. und BJERKLI, K., 1982. Late Quaternary sediments and stratigraphy on the continental shelf off Møre-Trøndelag, W. Norway. *Mar. Geol.*, 45: 179-226.
- HOROWITZ, A., 1974. The geochemistry of sediments from the northern Reykjanes Ridge and the Iceland-Faroes Ridge. *Mar. Geol.*, 17: 103-122.
- IMBRIE, J. und KIPP, N., 1971. A new micropaleontological method for quantitative paleoclimatology: application to a Late Pleistocene Caribbean Core. In: K.K. TUREKIAN (Hrsg.). *Late Cenozoic Glacial Ages. Yale University Press, New Haven, Conn.*, 71-181.
- JANSEN, E. und ERLÉNKEUSER, H., 1985. Ocean circulation in the Norwegian Sea during the last deglaciation: isotopic evidence. *Palaeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 49: 189-206.
- JANSEN, E., SEJRUP, H.P., FJÆRAN, T., HALD, M., HOLTEDAHL, H. und SKARBØ, O., 1983. Late Weichselian paleoceanography of the southeastern Norwegian Sea. *Nor. Geol. Tidsskr.*, 63: 117-146.
- JARKE, J., 1958. Sedimente und Mikrofaunen im Bereich der Grenzschwelle zweier ozeanischer Räume, dargestellt an einem Schnitt über den Island-Faröer-Rücken (Nordatlantischer Ozean - Rosengarten - Europäisches Nordmeer). *Geol. Rundschau*, 47: 234-248.
- JARKE, J., 1960. Beitrag zur Kenntnis der Foraminiferenfauna der mittleren und westlichen Barents See. *Int. Rev. Ges. Hydrobiol.*, 45: 581-654.
- JARKE, J., 1961. Die Beziehungen zwischen hydrographischen Verhältnissen, Faziesentwicklung und Foraminiferenverbreitung in der heutigen Nordsee als Vorbild für die Verhältnisse während der Miocän-Zeit. *Meyniana*, 10: 21-36.
- JÖRESKOG, K.G., KLOVAN, J.E. und REYMENT, R.A., 1976. *Methods in Geomathematics, I: Geological Factor Analysis. Elsevier, Amsterdam*, 178 pp.
- JOSEPH, J., 1967. Current measurements during the International Iceland-Faroe Ridge Expedition, 30. May to 18. June, 1960. In: J.B. TAIT (Hrsg.). *The Iceland-Faroe Ridge International (ICES) "Overflow" Expedition, May-June, 1960. Rapports et Procès-Verbaux des Réunions, Vol. 157, Andr. Fred. Høst & Fils, Copenhagen*, 157-172.

- KELLOGG, T.B., 1976. Late Quaternary climatic changes: Evidence from deep-sea cores of Norwegian and Greenland Seas. *Geol. Soc. Am. Mem.*, 145: 77-110.
- KLOVAN, J.E. und IMBRIE, J., 1971. An algorithm and Fortran-IV program for large scale Q-mode factor analysis and calculation of factor scores. *Int. Assoc. Math. Geol.*, 3: 61-77.
- KRISTOFFERSEN, Y., ELVERHØI, A. und VINJE, T., 1978. Barentshavprosjektet. Marin geofysikk, geologi og havis. Unveröffentlicher Report Norw. Polar Institut, Oslo, 81 pp. Zitiert nach: T. BUGGE (1983). Submarine slides on the Norwegian continental margin, with special emphasis on the Storegga area. *Continental Shelf Institute publication*, 110: 152 pp.
- LAGOE, M.B., 1976. Species diversity of deep-sea benthic foraminifera from the Central Arctic Ocean. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 87: 1678-1683.
- LAGOE, M.B., 1977. Recent benthic foraminifera from the central Arctic Ocean. *J. Foraminiferal Res.*, 7: 106-130.
- LEE, A.J., 1967. Temperature and Salinity Distributions as Shown by Sections Normal to the Iceland-Faroe Ridge. In: J.B. TAIT (Hrsg.). *The Iceland-Faroe Ridge International (ICES) "Overflow" Expedition, May-June, 1960. Rapports et Procès-Verbaux des Réunions*, Vol. 157, Andr. Fred. Høst & Fils, Copenhagen, 100-134.
- LEE, A.J., 1970. The currents and water masses of the North Sea. *Oceanogr. Mar. Biol.*, Annu.-Rev., 8: 33-71.
- LEE, A.J., 1980. North Sea: Physical Oceanography. In: F.T. BANNER, M.B. COLLINS und K.S. MASSIE (Hrsg.). *The North-West European Shelf Areas: the Sea Bed and the Sea in Motion. II. Physical and Chemical Oceanography, and Physical Resources. Elsevier Oceanography Series*, 467-493.
- LEINEBØ, R., 1973. Water masses and current in a section across the Norwegian shelf off Stadt. "Meteor" *Forsch.-Ergeb.*, Reihe A, 12: 11-23.
- LIPPS, J.H., 1983. Biotic Interactions in Benthic Foraminifera. In: M.J.S. TEVESZ und McCALL (Hrsg.). *Biotic Interactions in Recent and Fossil Benthic Communities. Plenum Press, New York and London*, 331-376.
- LJØEN, R. und NAKKEN, O., 1969. On the hydrography of the shelf waters off Møre and Helgeland. *Fiskeridirektoratets Skrifter, Serie Havundersøkelser*, 15: 285-294.
- LOEBLICH, A.R. und TAPPAN, H., 1953. Studies of Arctic foraminifera. *Smithson. Misc. Collect.*, 121: 150 pp.
- LOEBLICH, A.R. und TAPPAN, H., 1964. Sarcodina chiefly "Thecamoebians" and Foraminiferida. In: R.C. MOORE (Hrsg.). *Treatise on Invertebrate Paleontology. Protista 2. University of Kansas Press*.
- LOHMANN, G.P., 1978. Abyssal benthonic foraminifera as hydrographic indicators in the western South Atlantic Ocean. *J. Foraminiferal Res.*, 8: 6-34.
- LUTZE, G.F., 1964. Zum Färben rezenter Foraminiferen. *Meyniana*, 14: 43-47.
- LUTZE, G.F., 1965. Zur Foraminiferen-Fauna der Ostsee. *Meyniana*, 15: 75-142.

- LUTZE, G.F., 1974. Benthische Foraminiferen in Oberflächen-Sedimenten des Persischen Golfes. Teil 1: Arten. "Meteor" Forsch.-Ergeb., Reihe C, 17: 1-66.
- LUTZE, G.F., 1980. Depth distribution of benthic foraminifera on the continental margin off NW Africa. "Meteor" Forsch.-Ergeb., Reihe C, 32: 31-80.
- LUTZE, G.F., (im Druck). Uvigerina species of the eastern North Atlantic. In: G.J. VAN DER ZWAAN, et al. (Hrsg.). Atlas of Uvigerina.
- LUTZE, G.F. und COULBOURN, W.T., 1984. Recent benthic foraminifera from the continental margin of northwest Africa: community structure and distribution. Marine Micropaleontol., 8: 361-401.
- LUTZE, G.F., MACKENSEN, A. und WEFER, G., 1983. Foraminiferen der Kieler Bucht: 2. Salinitätsansprüche von Eggerella scabra (WILLIAMSON). Meyniana, 35: 55-65.
- LUTZE, G.F., SARNTHEIN, M., KOOPMANN, B., PFLAUMANN, U., ERLLENKEUSER, H. und THIEDE, J., 1979. Meteor Cores 12309: Late Pleistocene reference section for interpretation of the Neogene of site 397. Init. Rep. DSDP, 47: 727-739.
- LYGREN, T.H., 1984. Bentoniske foraminiferer og sedimentologi i overflateprøver fra nordøstlige Nordsjøen. Unveröffentlichte cand.real. thesis, Universität Bergen, Bergen, 122 pp.
- MACKENSEN, A., SEJRUP, H.P. und JANSEN, E., 1985. The distribution of living benthic foraminifera on the continental slope and rise off southwest Norway. Mar. Micropaleontol., 9: 275-306.
- MACKENSEN, A. und QVALE, G., 1985. Differences between the depth distribution of living and dead benthic foraminifera along the Norwegian continental slope. Abstract in: Terra cognita, 5(1): 73.
- MALMGREN, B.A. und HAQ, B.U., 1982. Assesment of quantitative techniques in paleobiography. Mar. Micropaleontol., 7: 213-236.
- MEDIOLI, F.S. und SCOTT, D.B., 1978. Emandation of the genus Discanomalina Asano and its implications on the taxonomy of some of the attached foraminiferal forms. Micropaleontology, 24(3): 291-302.
- MEINCKE, J., 1983. The modern current regime across the Greeland-Scotland Ridge. In: M.H.P. BOTT, S. SAXOV, M. TALWANI und J. THIEDE (Hrsg.). Structure and development of the Greenland-Scotland Ridge. Plenum Press. New York, London, 637-650.
- MILLER, K.G. und LOHMANN, G.P., 1982. Environmental distribution of Recent benthic foraminifera on the northeast United States continental slope. Geol. Soc. Am. Bull., 93: 200-206.
- MOSBY, H., 1959. Deep water in the Norwegian Sea. Geofys. Publ., 11: 1-62.
- MOSBY, H., 1968. Surrounding Seas. In: A. SØMME (Hrsg.). A Geography of Norden. Cappelen, Oslo, 18-26.
- MOSBY, H., 1970. Atlantic water in the Norwegian Sea. Geofys. Publ., 28: 3-60.

- MOSBY, H., 1972. Basic problems in the Norwegian Sea. *Ambio Spec. Rep.*, 2: 2-10.
- MURRAY, J.W., 1971. *An Atlas of British Recent Foraminiferids*. Heinemann Educational Books, London, 244 pp.
- MURRAY, J.W., 1973. *Distribution and Ecology of Living Benthonic Foraminiferids*. Heinemann Educational Books, London, 274 pp.
- MURRAY, J.W., 1979. Recent benthonic foraminiferids of the Celtic Sea. *J. Foraminiferal Res.*, 9: 193-209.
- NAGY, J. und OFSTAD, K., 1980. Quaternary foraminifera and sediments in the Norwegian Channel. *Boreas*, 9: 39-52.
- NØRVANG, A., 1945. *The Zoology of Iceland, Foraminifera*. Vol. 2, pt. 2. Ejnar Munksgaard, Copenhagen und Reykjavik, 79 pp.
- NØRVANG, A., 1958. *Islandiella* n.g. and *Cassidulina* d'Orbigny. *Vidensk. Medd. Dan. Naturh. Foren.*, 120: 25-41.
- PENG, T.-H., BROECKER, W.S. und BERGER, W.H., 1979. Rates of benthic mixing in deep-sea sediments as determined by radioactive tracers. *Quat. Res.*, 11: 141-149.
- PETERSON, L.C., 1984. Recent abyssal benthic foraminiferal biofacies of the eastern equatorial Indian Ocean. *Mar. Micropaleontol.*, 8: 479-519.
- PETERSON, W.H. und ROTH, C.G.H., 1976. Formation and exchange of deep water in the Greenland and Norwegian Seas. *Deep-Sea Res.*, 23: 273-283.
- PHLEGER, F.B. und PARKER, F.L., 1951. Ecology of foraminifera, Northwest Gulf of Mexico, part II. Foraminifera species. *Geol. Soc. Am. Mem.*, 46: 1-64.
- PHLEGER, F.B., PARKER, F.L. und PEIRSON, J.F., 1953. North Atlantic Foraminifera. In: H. PETERSON (Hrsg.). *Reports of the Swedish Deep-Sea Expedition 1947-1948. VII Sediment cores from the North Atlantic Ocean*. Elanders Boktryckeri AB, Göteborg.
- POAG, C.W., 1981. *Ecologic Atlas of Benthic Foraminifera of the Gulf of Mexico*. Academic Press, Woods Hole, Mass., 174 pp.
- QVALE, G., 1981. Distribution of foraminifers along the Norwegian continental margin - surface sediment assemblages. In: J.W. NEAL und M.D. BRASIER (Hrsg.). *Microfossils from Recent and fossil shelf seas*. Ellis Horwood Limited, Chichester, 323-335.
- QVALE, G., 1985. Distribution of benthic foraminifers along the Norwegian continental margin. Unveröffentlichte Dr.scient. thesis, Universität Oslo, Oslo, 154 pp.
- RODRIGUES, C.G., HOOPER, K. und JONES, P.C., 1980. The apertural structures of *Islandiella* and *Cassidulina*. *J. Foraminiferal Res.*, 10: 48-60.
- RUMOHR, J., 1985. Holocene sediment dispersal on the Norwegian continental slope (67°-71°N). Abstract in: *Terra cognita*, 5(1): 81.
- SCHNITKER, D., 1974. West Atlantic abyssal circulation during the past 120,000 years. *Nature*, 248: 385-387.

- SCHNITKER, D., 1979. The deep waters of the western North Atlantic during the past 24,000 years, and the reinitiation of the Western Boundary Undercurrent. *Mar. Micropaleontol.*, 4: 265-280.
- SCHNITKER, D., 1984. High resolution records of benthic foraminifers in the Late Neogene of the northeastern Atlantic. In: D.G. ROBERTS, D. SCHNITKER, et al. (Hrsg.). *Initial Reports of the DSDP*, 81: 611-622.
- SCHOTT, F. und EHRHARDT, M., 1973. Eine hydrographisch orientierte Diskussion chemischer Messungen während der Expedition 'Norwegische See 1969'. *"Meteor" Forsch.-Ergeb.*, Reihe A, 12: 37-52.
- SEJRUP, H.P. und GUILBAULT, J.P., 1980. Cassidulina reniforme and C. obtusa (Foraminifera), taxonomy, distribution, and ecology. *Sarsia*, 65: 79-85.
- SEJRUP, H.P., HOLTEDAHL, H., NORVIK, O. und MILJETEIG, I., 1980. Benthonic Foraminifera as indicators of the paleoposition of the Subarctic Convergence in the Norwegian-Greenland Sea. *Boreas*, 9: 203-207.
- SEJRUP, H.P., JANSEN, E., ERLKENKEUSER, H. und HOLTEDAHL, H., 1984. New Faunal and Isotopic Evidence on the Late Weichselian - Holocene Oceanographic Changes in the Norwegian Sea. *Quat. Res.*, 21: 74-84.
- SEJRUP, H.P., FJÆRAN, T., HALD, M., BECK, L., HAGEN, J., MILJETEIG, I., MORVIK, I. und NORVIK, O., 1981. Benthonic foraminifera in surface samples from the Norwegian continental margin between 62°N and 65°N. *J. Foraminiferal Res.*, 11: 277-295.
- SKARBØ, O., 1980. Benthiske foraminiferer som indikatorer på glacial/postglacial responsen i bunnvann-massene i syd-østre del av Norske Havet. Unveröffentlichte cand.real. thesis, Universität Oslo, Oslo, 81 pp.
- STEFANSSON, U., 1962. North Icelandic waters. *Rit Fiskideildar*, 3: 121-125. Zitiert nach: A.J. LEE (1967). Temperature and Salinity Distributions as Shown by Sections Normal to the Iceland-Faroe Ridge. In: J.B. TAIT (Hrsg.). *The Iceland-Faroe Ridge International (ICES) "Overflow" Expedition, May-June, 1960. Rapports et Procès-Verbaux des Réunions*, Vol. 157, Andr. Fred. Høst & Fils, Copenhagen, 100-134.
- STREETER, S.S., 1972. Living benthonic foraminifera of the Gulf of California, a factor analysis of Phleger's (1964) data. *Micropaleontology*, 18: 64-73.
- STREETER, S.S., 1973. Bottom water and benthonic foraminifera in the North Atlantic glacial-interglacial contrasts. *Quat. Res.*, 3: 131-141.
- STREETER, S.S. und SHACKLETON, N.J., 1979. Paleocirculation of the deep North Atlantic: 150,000 yr record of benthic foraminifera and oxygen - 18. *Science*, 203: 168-171.
- STREETER, S.S., BELANGER, P.E., KELLOGG, T.B. und DUPLESSY, J.C., 1982. Late Pleistocene paleo-oceanography of the Norwegian-Greenland Sea: benthic foraminiferal evidence. *Quat. Res.*, 18: 72-90.
- SWIFT, J.H., 1984. The circulation of the Denmark Strait and Iceland-Scotland overflow waters in the North Atlantic. *Deep-Sea Res.*, 31: 1339-1355.
- SÆTRE, R. und MORK, M., 1981, (Hrsg.). *The Norwegian Coastal Current*. Universität Bergen, Bergen.

- TAIT, J.B., 1967, (Hrsg.). The Iceland-Faroe Ridge International (ICES) "Overflow" Expedition, May - June, 1960. An investigation of cold, deep water overspill into the North-eastern Atlantic Ocean. Rappports et Procès-Verbaux des Réunions, Vol. 157, Andr. Fred. Høst & Fils, Copenhagen.
- TAIT, J.B., LEE, A.J., STEFANSSON, U. und HERMANN, F., 1967. Temperature and Salinity Distributions and Water-Masses of the Region. In: J.B. TAIT (Hrsg.). The Iceland-Faroe Ridge International (ICES) "Overflow" Expedition, May - June, 1960. Rappports et Procès-Verbaux des Réunions, Vol. 157, Andr. Fred. Høst & Fils, Copenhagen, 38-139.
- TAPPAN, H., 1951. Northern Alaska index foraminifera. Contributions from the Cushman Foundation for Foraminiferal Research, 2: 1-8.
- THIEDE, J., 1983. Outstanding geological problems of the Greenland-Scotland Ridge: an introduction. In: M.H.P. BOTT, S. SAXOV, M. TALWANI und J. THIEDE (Hrsg.). Structure and development of the Greenland-Scotland Ridge. Plenum Press, New York, London, 313-317.
- THIEDE, J., QVALE, G., SKARBØ, O. und STRAND, J.E., 1981. Benthonic foraminiferal distributions in a southern fjord system: a re-evaluation of Oslo Fjord data. Spec. Publ. Int. Assoc. Sediment., 5: 469-495.
- THIEDE, J., DIESEN, G.W., KNUDSEN, B.-E. und SNÅRE, T., (im Druck). Patterns of Cenozoic Sedimentation in the Norwegian-Greenland Sea.
- VAN WEERING, Tj.C.E. und QVALE, G., 1983. Recent sediments and foraminiferal distribution in the Skagerrak, northeastern North Sea. Mar. Geol., 52: 75-99.
- VORREN, T.O., HALD, M. und THOMSEN, E., 1984. Quaternary sediments and environments on the continental shelf off northern Norway. Mar. Geol., 57: 229-257.
- WALTON, W.R., 1955. Ecology of living benthonic Foraminifera, Todos Santos Bay, Baja California. J. Paleont., 29: 952-1018.
- WALTON, W.R., 1964. Recent foraminiferal ecology and paleoecology. In: J. IMBRIE und N.D. NEWELL (Hrsg.). Approaches to Paleoecology. Wiley, New York, N.Y., 151-237.
- WANG, P. und MURRAY, J.W., 1983. The use of foraminifera as indicators of tidal effects in estuarine deposits. Mar. Geol., 51: 239-250.
- WERNER, F., 1983. Report on cruise no. 100b of R.V. "Poseidon", May 7-20, 1983 - sediments on the Norwegian continental margin near the Lofoten islands. Geol.-Paläont. Institut u. Museum der Universität Kiel, Reports No. 1, 32 pp.
- WETZEL, A., 1979. Bioturbation in spätquartären Tiefwasser-Sedimenten vor NW-Afrika. Unveröffentlichte Dissertation, Universität Kiel, Kiel, 111 pp.
- WILLIAMSON, M.A., KEEN, C.E. und MUDIE, P.J., 1984. Foraminiferal distribution on the continental margin off Nova Scotia. Mar. Micropaleontol., 9: 219-239.
- ØSTBY, K.L. und NAGY, J., 1982. Foraminiferal distributions in Quaternary sediments in the Western Barents Sea. Polar Res., 1: 53-96.

DTS ✓
14.2.94

TABELLE 1

Stationsliste mit Position, Wassertiefe, Salinität und Temperatur des Bodenwassers, Karbonat- und organisch C-Gehalt des Oberflächensediments

Probe	Breite	Länge	Tiefe (m)	Salinität (‰)	Temperatur (°C)	Karbonat (%)	org. C (%)
91K 16103 -1	62° 7.4' N	2°43.2' E	410	35.11	5.70	22.49	0.88
16104	62°36.9' N	1°43.4' E	702	34.91	-0.96	11.66	0.34
16105	62°56.6' N	1° 2' E	1100			24.74	0.64
16106	63° 3.6' N	0°47.6' E	1304		-0.96	30.24	0.71
16107	63° 9.8' N	0°34.3' E	1497			38.57	0.78
16108	63°26.5' N	0° 1' W	2005			33.15	0.74
16109	63°59.3' N	1°17' W	2605			44.90	0.54
16110	64°30.2' N	2°33.9' W	3001				
16111	65°25.3' N	4°44.5' W	3940	34.84	-0.81	8.08	0.26
16112	65°45.1' N	3°13.6' W	2863			63.24	0.28
16113	66°20.2' N	0°21.3' W	3260			52.48	0.44
16114	66°36.5' N	1° 7.9' E	2940			45.48	0.52
16115	66°36.9' N	1°28.5' E	2298			50.06	0.58
16116	66°36.4' N	1°33.2' E	1796			45.15	0.69
16117	66°36.4' N	2°10.5' E	1702			36.90	0.61
16118	66°36.4' N	2°39.3' E	1600	34.91	-0.94	34.49	0.77
16119	63°43.1' N	3°12.9' E	1403			12.00	1.02
16120	63°27.5' N	3° 2.1' E	1205			27.16	0.96
16121	63°12.4' N	3° 4.9' E	1003		-0.95	21.32	0.74
16122	63° 4.3' N	3°20.3' E	900			20.16	0.63
16123	62°52.9' N	3°42.7' E	801	34.92	-0.94	26.74	0.92
16124	62°46.8' N	3°53.7' E	605	34.93	1.47	15.99	0.11
16125	62°45.1' N	3°56.9' E	496	35.09	5.23	15.91	0.07
16126	62°28.3' N	4°27.3' E	216		7.30		
16129	64°50.9' N	7°42.5' W	2683	34.89	-0.93	44.82	0.02
16130	65° 6.2' N	2°24.9' W	3182	34.90*	-0.64*	58.98	0.40
16131	64°50.7' N	1°31.4' W	3004	34.90*	-0.89*	56.64	0.64
16132	64°33.9' N	0°43.4' W	2798	34.90*	-0.61*	49.31	0.55
16133	64°26.4' N	0°23.7' W	2702			22.57	0.53
16135	64° 8.5' N	0°23.4' E	2500			39.40	0.77
16136	64° 0.7' N	0°43.5' E	2403			46.90	0.78
16138	63°50.2' N	1°10.6' E	2200	34.90*	-0.72*	19.91	0.50
16139	63°47.9' N	1°16.2' E	2105			33.49	0.55
16141	63°45.3' N	1°23.2' E	1900	34.90*	-0.76*	38.82	0.66
16142	63°15.2' N	2°36.2' E	1100	34.90	-0.97	10.50	1.26
16143	63° 9.3' N	2°49.6' E	1002	34.90	-0.96	21.16	0.88
16144	63° 4.9' N	2°59.2' E	900	34.89	-0.97	21.49	0.85
16145	62°59' N	3°14.1' E	803	34.90	-0.97	22.49	0.06
16146	62°51.6' N	3°30' E	693	34.90	-0.94	10.41	0.32
16147	62°46.2' N	3°43.1' E	607	34.89	-0.42	7.50	0.21
16148	62°43.1' N	3°48.9' E	499	35.17	7.07	10.66	1.07
16149	62°41' N	3°53.6' E	401	35.19	8.03	24.24	0.15
16150	62°39' N	3°59.1' E	293	35.25	8.71		
16151	62°38' N	4° 0.2' E	205	35.23	8.80		
16152	62°18.3' N	4°39.6' E	144	35.20	9.03	8.50	0.03

* Messungen in 1000 m Wassertiefe

TABELLE 1 (Fortsetzung)

Probe	Breite	Länge	Tiefe (m)	Salinität (‰)	Temperatur (°C)	Karbonat (%)	org. C (%)
16156	62°12' N	0°	705	34.91	-0.25	4.50	0.33
16157	61°21.4' N	3°12.4' W	1356	34.91	-0.72		0.36
16158	60°12' N	6°34.9' W	1224	34.92	-0.78	7.41	0.12
16159	60° 7.6' N	6°58.6' W	997	34.92**	-0.63**	7.66	0.10
16161	60° 6.2' N	7° 5.1' W	695			12.58	0.10
16162	60° 5.7' N	7° 8.1' W	605	35.03	2.99	16.91	0.18
16163	59°58.7' N	7°45.3' W	601	35.30	8.29	31.24	0.17
16165	59°51.9' N	8°19.6' W	1004				
16166	59°39.9' N	9°18.2' W	1415	35.03	4.49		
16167	60°24' N	12°25.4' W	300	35.26	7.93	42.32	0.17
16168	61°37.9' N	16°29.9' W	2355	34.98	2.87	41.40	0.32
16169	62°20.2' N	14°37' W	1800			26.49	0.22
16170	62°27.2' N	14°13.8' W	1672	34.96	3.39	21.82**	0.33**
16172	63° 2.8' N	13°50.4' W	1307	35.00	2.48	34.57	0.12
16173	63° 9.5' N	13°39.8' W	1199				
16174	63°11.6' N	13°36' W	1102	35.03*	3.46*	6.08	0.12
16175	63°14.3' N	13°31.4' W	1000			15.33	0.09
16176	63°21' N	13°18.8' W	804	35.03	3.64		
16178	63°35.4' N	12°51.6' W	596				
16179	63°44.9' N	12°33.8' W	506			3.25	0.10
16180	63°59.7' N	12° 5.7' W	406	35.04**	3.30**	4.17	0.15
16181	64°51.2' N	10°19.5' W	500	34.89**	-0.23**	1.50	0.59
16183	65° 0.1' N	10° 0.1' W	699	34.91**	-0.48**	3.00	0.48
16184	65° 9.2' N	9°32.0' W	792	34.91	-0.56	7.33	0.62
16185	65°16' N	8°48.8' W	1002			22.32	0.58
16186	65°20.9' N	8°17.1' W	1101	34.91*	-0.66*	22.32	0.53
16187	65°21.9' N	8° 9.9' W	1202			40.15	0.42
16188	65°23.2' N	8° 1.5' W	1304			23.74	0.39
16189	65°26.7' N	7°38.8' W	1601	34.92	-0.67		
16190	65°30.5' N	7°10.9' W	1798			23.66	0.32
16191	65°33.9' N	6°47.4' W	2305				
16192	65°36.9' N	4°37.5' W	3905	34.92*	-0.71*	13.16	0.25
16193-1	60°41.2' N	2°42' E	120			11.00	0.11
16193-2	60°41.2' N	2°48.8' E	125				
16193-3	60°39.6' N	2°51.7' E	126				
16193-4	60°39.6' N	2°45.2' E	117				
16193-5	60°36.5' N	2°51.7' E	115				
16193-6	60°36.6' N	2°45.4' E	109				
16193-7	60°34.7' N	2°41.9' E	113			0.67	0.17
16193-8	60°34.8' N	2°48.6' E	107			0.92	0.11
16193-9	60°33.2' N	2°51.7' E	106			0.83	0.10
16193-10	60°31.7' N	2°54.8' E	104			34.24	0.08
16193-11	60°31.7' N	2°48.7' E	103			0.67	0.11
16193-12	60°31.7' N	2°41.8' E	110			2.00	0.18
16193-13	60°30' N	2°45.3' E	106			34.40	0.14
16193-14	60°30' N	2°51.7' E	109			0.75	0.11
16193-15	60°28.4' N	2°48.7' E	108			2.00	0.12
16193-16	60°26.7' N	2°45.3' E	105			1.67	0.16

HK 82/83



* Messungen in 1000 m Wassertiefe
 ** Messungen im Umfeld der Station

TABELLE 1 (Fortsetzung)

Probe	Breite	Länge	Tiefe (m)	Salinität (‰)	Temperatur (°C)	Karbonat (%)	org. C (%)
16193-17	60°26.7' N	2°51.7' E	105			2.00	0.16
16193-18	60°28.4' N	2°54.7' E	105			0.58	0.12
16307-1	68° 7' N	12° 7' E	183			3.9***	
16309-1	68°24' N	11°18.9' E	263				
16310-1	68°24.2' N	11°14' E	432				
16311-1	68°26.2' N	11° 7.1' E	551				
16312-1	68°22.2' N	11° 7' E	695				
16313-2	68°28.5' N	11° 5.5' E	856				
23126-1 1090	70°46.5' N	13°48.1' E	2351	34.9	-0.8	29.4***	
23135 1057	71° 4' N	14°55.6' E	1968	34.91	-1.0	22.9***	
23142 1064	71°13.5' N	15°43.4' E	1622			18.3***	
23144 1065	70°59.5' N	16° 4.1' E	1414			8.4***	
23150 1071	71° 3.9' N	16°39.3' E	1013	34.9	-0.8	5.2***	
23151 1072	71° 3.5' N	17°37.2' E	243				
23153 1074	71° 7.5' N	17° 8.3' E	314	35.15	6.5		
23154 1075	71° 7.1' N	17° 1.7' E	419				
23155 1076	71° 6.1' N	16°53.3' E	624				
23156 1077	71° 2.5' N	16°45.4' E	795				
23169 1087	69° 9.8' N	10°58.5' E	2967	34.9	-0.9	38.4***	
23176 1093	68°42.7' N	11°32.4' E	1961	34.9	-0.9	24.0***	
23200 1117	68°22.7' N	5°14.4' E	1978	34.9	-1.0	41.4***	
23201 1118	68° 1' N	5°28.5' E	1499				
23206 1120	67°36.5' N	5°45.6' E	1407	34.9	-1.0	31.7***	
23216 1127	67° 8.1' N	7°19.6' E	1336	34.9 **	-1.0 **	23.7***	
23217 1128	67° 4.3' N	7°31.3' E	1204			32.7***	
23220 1130	66°59.9' N	7°44.2' E	991			20.8***	
23221 1131	66°57.6' N	7°51.2' E	886			13.0***	
23222 1132	66°53.9' N	8° 2' E	666			9.4***	
23224 1133	66°52.8' N	8° 6.4' E	470			19.2***	
23225 1134	66°45' N	8°30.2' E	293	35.16	6.8	14.7***	

* Messungen in 1000 m Wassertiefe
 ** Messungen im Umfeld der Station
 *** unveröffentl. Daten J. Rumohr

PS-III
 PSM34-1

Platten
 ohne
 23



Legende zu den Tabellen 2 - 10

Tab. 2:

Liste der prozentualen Anteile der einzelnen Arten an der Lebendfauna benthischer Foraminiferen in den untersuchten Proben (X = Vorkommen <0.5 %). Die Arten sind als Kürzel auf der Abzisse über allen Proben aufgetragen. Die dokumentierten Arten sind in der Reihenfolge der Kürzel in der rechten oberen Hälfte der Tabelle aufgelistet. Die laufende Nummer hinter den Artnamen verweist auf Tab. 5 und kennzeichnet Arten mit Vorkommen ≥ 1 %. Die Proben sind in Profilen senkrecht zum norwegischen Kontinentalrand von Norden nach Süden geordnet.

Tab. 3:

Liste der prozentualen Anteile der einzelnen Arten an der Vergesellschaftung leerer Gehäuse benthischer Foraminiferen in den untersuchten Proben. Die laufende Nummer hinter den Artnamen verweist auf Tab. 6 und kennzeichnet Arten mit Vorkommen ≥ 1 %.

Tab. 4:

Wichtige Eckdaten der untersuchten Proben, aufgelistet jeweils für die Untersuchung der lebenden Fauna und der Gehäuse-Vergesellschaftung in folgender Reihenfolge: Probenbezeichnung, laufende Bearbeitungsnummer, Zahl der identifizierten Arten, Zahl der gezählten Individuen, Diversität und equitability.

Tab. 5:

Allgemeine statistische Daten der bei der Hauptkomponentenanalyse des Gesamtdatensatzes der Lebendfauna berücksichtigten Arten (Vorkommen ≥ 1 %). Die laufende Nummer der Artenkürzel entspricht der in Tab. 2 gegebenen Artenliste.

Tab. 6:

Allgemeine statistische Daten der bei der Hauptkomponentenanalyse des Gesamtdatensatzes der Totfauna berücksichtigten Arten (Vorkommen ≥ 1 %). Die laufende Nummer der Artenkürzel entspricht der in Tab. 3 gegebenen Artenliste.

Tab. 7:

Varimax factor Matrix des Gesamtdatensatzes der Lebendfauna . Aufgetragen sind die Ladungen der 8 Hauptkomponenten (Spalte 4 - 11) und die Kommunalitäten (Spalte 3) auf jeder untersuchten Station (Spalte 2). Station 193-1 (lfd. Nr. 77) bis Station 19318 (lfd. Nr. 94) ist vereinfacht geschrieben: Lies 16193-1 bis 16193-18.

Tab. 8:

Varimax factor score Matrix des Gesamtdatensatzes der Lebendfauna. Aufgetragen ist die 'Wichtigkeit' der einzelnen Arten (Spalte 1) in den 8 Hauptkomponenten (Spalte 2 - 9). Die Reihenfolge der Artenkürzel entspricht Tab. 5 und damit der in Tab. 2 gegebenen Artenliste.

Tab. 9:

Varimax factor Matrix des Gesamtdatensatzes der Totfauna. Aufgetragen sind die Ladungen der 7 Hauptkomponenten (Spalte 4 - 10) und die Kommunalitäten (Spalte 3) auf jeder untersuchten Station (Spalte 2). Station 193-1 (lfd. Nr. 104) bis Station 19318 (lfd. Nr. 121) ist vereinfacht geschrieben: Lies 16193-1 bis 16193-18.

Tab. 10:

Varimax factor score Matrix des Gesamtdatensatzes der Totfauna. Aufgetragen ist die 'Wichtigkeit' der einzelnen Arten (Spalte 1) in den 7 Hauptkomponenten (Spalten 2 - 8). Die Reihenfolge der Artenkürzel entspricht Tab. 6 und damit der in Tab. 3 gegebenen Artenliste.

Tabelle 2
1. Teil

	N.L.A. T.P.S. M.ZA C.RE H.CO C.LA G.TU C.SU B.DI P.CO C.RE T.FU F.OU P.AR G.CR M.SU																	
	A.GA	T.SA	C.LO	D.BE	C.OB	T.AN	L.AP	F.LU	R.NO	B.MA	D.SE	P.WI	F.ISS	R.PJ	C.JE		G.PR	
23126						1					21					Nonion labradoricum	1	
23135											39					Astrononion gallowayi	2	
23142											27					Textularia pseudogramen	3	
23144	X					1					25				X	Textularia sagittula	4	
23150	1					X					5				X	Melonis zaandami	5	
23156		1		19	10						5				X	Cibicides lobatulus	6	
23155											28				X	Cibicides refulgens	7	
23154	X	X		3	X	X	X	3	X	3	X	53		X	X	Discorbinella bertheloti	8	
23153	X			X	7	X	3	X	12	X	46			X	X	Hanzawaia concentrica	9	
23151				36							8					Cassidulina obtusa	10	
23200											33					Cassidulina laevigata	11	
23201											25					Trifarina angulosa	12	
23206				3							19					Globobulimina turgida	13	
23216											19					Lagena aplopleura	14	
23217											21					Cribrostomoides subglobosum	15	
23220				X							12					Fissurina lucida	16	
23221	X			12							25					Brizalina difformis	17	
23222				12							3					Robertinoides normani	18	
23224				4							1					Patellina corrugata	19	
23225				1	X	1	X	1	X	X	35					Bulimina marginata	20	
23269											2					Cassidulina reniforme	21	
23276											33					Discanomalina semipunctata	22	
16313	X			10	2						28					Tritaxis fusca	23	
16312				11	4						9					Pyrgo williamsoni	24	
16311				11	7						61					Fissurina quadricostulata	25	
16310				8	6						27					Planulina ariminensis	27	
16309				9	7						33					Robertinoides pumilum	28	
16307	X			3	9						50					Gyroidina orbicularis	29	
16152	7	10		2	2						3					Cribrostomoides jeffreysii	29	
16151				2	2						3					Miliolinella subrotunda	30	
16126				12	12						1					Gavellinopsis praegeri	31	
16150				1	1						3							
16149				1	1						3							
16103				1	1						3							
16125				1	1						3							
16148				4	4						4							
16124	X	X		25	5						17							
16147				54	1						15							
16146				35	13						2							
16104				4	1						5							
16123				78	5						1							
16145				56	1						1							
16122				58	5						5							
16144				71	4						4							
16143				46	X						4							
16121				44							6							
16142				42							7							
16105				8							26							
16120	X			12							13							
16106				16							8							
16119				12							47							
16107				2							53							
16118											58							
16117											58							
16116											49							
16108											5							
16139					6						3							
16115											3							
16136											3							
16109											5							
16129											5							
16114											5							
16111											1							
16156				47							1							
16157				12							1							
16158				8							1							
16159				14							1							
16161				35	17						18							
16162				1	6	38					1							
16163				21			X				1							
16165				27	5						3							
16166				3							5							
16167				10	5			1	7	2	5							
16168											2							
16170				30							2							
16173				17	3						3							
16174				74							3							
16175				10	16						6							
16176				22	11						3							
16178				81	6						17							
16190	X	X		20	19						10							
16181	X	X		55							10							
16183				51	X						10							
16184				32							1							
16185				27							1							
16186				67							1							
16187				23							1							
16188				3							1							
16189				1							1							
16190											1							
16191											1							
16192											4							
16193-1	X										2							
16193-2											2							
16193-3											2							
16193-4	X	X		1							4							
16193-5	X	X									1							
16193-6	X	X									1							
16193-7	X	X									1							
16193-8	X	X									1							
16193-9	X	X									1							
16193-10	X	X									1							
16193-11											1							
16193-12											1							
16193-13											1							
16193-14	X	X									1							
16193-15											1							
16193-16	X										1							
16193-17	X										1							
16193-18	X										1							

Tabelle 3
1. Teil

N.LA T.PS M.ZA C.RE H.CO C.LA L.AP F.LU B.MA ELPH F.LA P.WI G.OR U.FI P.SU H.BA
A.GA T.SA C.LO D.BE C.OB T.AM C.SU B.OI E.EX C.RE D.SE FISS N.SU T.GL B.NO LENT

Sample No.	N.LA	T.PS	M.ZA	C.RE	H.CO	C.LA	L.AP	F.LU	B.MA	ELPH	F.LA	P.WI	G.OR	U.FI	P.SU	H.BA
23126		1														
23135		2														
23142	X	4														
23144	X	3														
23150	X	3														
23156	X	3														
23155	X	3														
23154	X	2														
23153	X	2														
23151	X	2														
23200																
23201																
23206																
23216																
23217																
23220																
23221																
23222																
23224																
23225																
23169																
16313																
16312																
16311																
16310																
16309																
16307																
16152																
16151																
16150																
16149																
16103																
16125																
16148																
16124																
16147																
16146																
16104																
16123																
16145																
16122																
16144																
16143																
16121																
16142																
16105																
16120																
16106																
16119																
16107																
16118																
16117																
16116																
16141																
16108																
16139																
16138																
16115																
16136																
16135																
16109																
16129																
16133																
16132																
16112																
16114																
16110																
16131																
16130																
16113																
16111																
16156																
16157																
16158																
16159																
16161																
16162																
16163																
16165																
16166																
16167																
16168																
16169																
16170																
16172																
16173																
16174																
16175																
16176																
16178																
16179																
16180																
16181																
16183																
16184																
16185																
16186																
16187																
16188																
16189																
16190																
16191																
16192																
16193-1																
16193-2																
16193-3																
16193-4																
16193-5																
16193-6																
16193-7																
16193-8																
16193-9																
16193-10																
16193-11																
16193-12																
16193-13																
16193-14																
16193-15																
16193-16																
16193-17																
16193-18																

Nonion labradoricum 1
Astrononion gallowayi 2
Textularia pseudogramen 3
Textularia sagittula 4
Melonis zaandani 5
Cibicides lobatulus 6
Cibicides refulgens 7
Discorbinaella bertheloti 8
Hanzawaia concentrica 9
Cassidulina obtusa 10
Cassidulina laevigata 11
Trifarina angulosa 12
Lagena apioleura 13
Cribrostomoides subglobosum 14
Fissurina lucida 15
Brizalina difformis 16
Bulimina marginata 17
Elphidium excavatum 18
Elphidium ssp. 19
Cassidulina reniforme 20
Fissurina laevigata 21
Discaenomalina semipunctata 22
Pyrgo williamsoni 23
Fissurina ssp. 24
Cyroidina orbicularis 25
Miliolinella subrotunda 26
Uvigerina mediterranea 27
Trochammina globigeriniformis 28
Pullenia subcarinata 29
Bigenerina nodosaria 30
Hyalinea balthica 31
Lenticulina ssp. 32

Tabelle 4

TOT	Probe	lfd.Nr.	Arten	Total	H(S)	E	LEBEND	Probe	lfd.Nr.	Arten	Total	H(S)	E
23126	1	18	308.0	1.83	0.28	23126	1	15	164.0	2.01	0.50		
23135	2	25	300.0	1.90	0.27	23135	2	18	194.0	1.74	0.32		
23142	3	37	316.0	2.96	0.47	23142	3	23	241.0	2.24	0.41		
23144	4	49	430.0	2.96	0.39	23144	4	33	502.0	2.33	0.31		
23150	5	34	359.0	2.50	0.36	23150	5	43	395.0	2.38	0.25		
23156	6	35	300.0	2.48	0.34	23156	6	20	80.0	2.58	0.65		
23154	7	34	319.0	2.25	0.28	23155	7	13	69.0	1.49	0.34		
23153	8	40	299.0	2.47	0.30	23154	8	47	733.0	2.26	0.20		
23151	9	35	308.0	2.00	0.21	23153	9	32	244.0	2.17	0.27		
23200	10	24	230.0	2.08	0.33	23151	10	7	13.0	1.69	0.78		
23200	11	23	306.0	1.79	0.26	23200	11	21	251.0	2.02	0.36		
23201	12	25	336.0	2.01	0.30	23201	12	9	87.0	1.36	0.43		
23206	13	18	312.0	1.92	0.38	23206	13	12	70.0	2.01	0.62		
23216	14	19	312.0	1.59	0.29	23216	14	10	67.0	1.98	0.72		
23217	15	27	277.0	2.32	0.38	23217	15	19	223.0	2.19	0.47		
23221	16	26	264.0	2.24	0.33	23220	16	24	235.0	2.16	0.36		
23222	17	23	331.0	1.72	0.24	23221	17	37	491.0	2.42	0.30		
23224	18	34	274.0	2.35	0.31	23222	18	35	147.0	3.00	0.58		
23225	19	37	357.0	1.87	0.18	23224	19	29	355.0	1.18	0.11		
23169	20	39	345.0	1.96	0.19	23225	20	38	477.0	2.02	0.20		
23176	21	22	293.0	1.86	0.29	23269	21	16	147.0	2.23	0.58		
16313	22	31	305.0	2.45	0.37	23276	22	35	723.0	2.13	0.24		
16312	23	36	345.0	2.39	0.30	16313	23	40	666.0	2.39	0.27		
16311	24	34	303.0	2.05	0.23	16312	24	37	227.0	3.05	0.57		
16310	25	33	343.0	1.64	0.16	16311	25	34	256.0	1.66	0.15		
16309	26	30	340.0	2.10	0.27	16310	26	18	175.0	1.33	0.21		
16307	27	29	304.0	1.51	0.25	16309	27	19	160.0	1.52	0.24		
16152	28	30	319.0	1.61	0.23	16307	28	45	769.0	2.22	0.20		
16151	29	27	452.0	2.47	0.44	16307	29	36	294.0	2.99	0.53		
16126	30	31	420.0	2.23	0.30	16126	30	27	110.0	2.82	0.62		
16130	31	33	344.0	2.79	0.49	16151	31	35	234.0	2.30	0.52		
16149	32	40	380.0	2.40	0.28	16126	32	33	229.0	2.50	0.37		
16103	33	41	373.0	2.55	0.31	16103	33	32	205.0	1.91	0.21		
16125	34	35	503.0	2.44	0.33	16125	34	33	246.0	2.65	0.43		
16148	35	40	294.0	2.71	0.38	16148	35	32	207.0	2.48	0.37		
16148	36	28	276.0	2.04	0.27	16124	36	9	26.0	1.61	0.56		
16124	37	38	281.0	2.59	0.35	16146	37	34	294.0	2.60	0.40		
16147	38	39	309.0	2.61	0.35	16146	38	17	156.0	1.71	0.33		
16146	39	27	398.0	2.30	0.37	16104	39	22	99.0	2.32	0.46		
16104	40	28	277.0	2.19	0.32	16123	40	23	394.0	1.63	0.22		
16123	41	32	303.0	2.52	0.39	16104	41	19	275.0	1.08	0.15		
16145	42	27	285.0	2.10	0.30	16123	42	14	211.0	1.37	0.28		
16122	43	24	448.0	1.79	0.25	16145	43	22	307.0	1.67	0.24		
16144	44	24	405.0	1.70	0.23	16122	44	19	210.0	1.93	0.20		
16143	45	12	277.0	1.41	0.34	16144	45	19	210.0	1.77	0.31		
16121	46	20	279.0	1.71	0.28	16143	46	24	304.0	2.01	0.31		
16105	47	17	324.0	1.59	0.29	16142	47	22	310.0	2.11	0.37		
16120	48	19	368.0	1.69	0.28	16105	48	25	365.0	2.24	0.38		
16106	49	22	358.0	1.82	0.28	16120	49	34	578.0	2.58	0.39		
16106	50	27	338.0	1.71	0.21	16106	50	16	198.0	2.32	0.63		
16119	51	23	355.0	1.86	0.28	16119	51	21	211.0	2.13	0.40		
16107	52	23	301.0	2.32	0.44	16107	52	17	120.0	1.96	0.42		
16118	53	18	320.0	1.80	0.33	16118	53	13	117.0	1.36	0.30		
16117	54	17	308.0	1.61	0.30	16117	54	11	67.0	1.44	0.38		
16116	55	15	350.0	1.57	0.32	16116	55	9	51.0	1.23	0.38		
16141	56	14	321.0	1.67	0.38	16108	56	13	85.0	1.73	0.43		
16108	57	19	335.0	1.65	0.29	16139	57	9	35.0	1.64	0.57		
16139	58	16	307.0	1.64	0.32	16115	58	11	63.0	1.88	0.59		
16138	59	14	313.0	1.56	0.34	16136	59	5	43.0	0.87	0.48		
16115	60	15	400.0	1.57	0.30	16109	60	7	55.0	1.36	0.56		
16136	61	14	311.0	1.52	0.33	16129	61	15	62.0	2.29	0.66		
16135	62	15	316.0	1.79	0.40	16114	62	13	75.0	2.13	0.65		
16109	63	17	343.0	1.71	0.33	16111	63	5	66.0	1.13	0.62		
16129	64	22	258.0	2.04	0.35	16156	64	24	220.0	1.96	0.30		
16133	65	16	306.0	1.73	0.35	16157	65	27	179.0	2.57	0.48		
16132	66	17	354.0	1.71	0.33	16158	66	28	192.0	2.49	0.43		
16112	67	11	203.0	1.52	0.42	16159	67	24	213.0	2.03	0.32		
16114	68	19	270.0	1.82	0.34	16161	68	16	95.0	2.02	0.47		
16110	69	15	376.0	1.38	0.27	16162	69	22	716.0	1.59	0.22		
16131	70	19	349.0	1.70	0.34	16163	70	5	14.0	1.43	0.84		
16130	71	12	311.0	1.49	0.37	16165	71	12	22.0	2.26	0.80		
16113	72	12	345.0	1.67	0.44	16166	72	16	38.0	2.45	0.72		
16111	73	13	324.0	1.09	0.23	16167	73	15	83.0	2.15	0.57		
16156	74	26	280.0	2.42	0.43	16168	74	19	47.0	2.54	0.66		
16157	75	32	423.0	2.18	0.28	16170	75	2	10.0	0.61	0.92		
16158	76	33	269.0	2.71	0.46	16173	76	13	35.0	2.04	0.55		
16159	77	29	281.0	2.54	0.45	16174	77	2	31.0	0.57	0.89		
16161	78	34	308.0	2.42	0.33	16175	78	11	31.0	2.10	0.74		
16162	79	32	353.0	2.36	0.33	16176	79	10	18.0	2.17	0.87		
16163	80	31	268.0	2.50	0.39	16178	80	12	91.0	0.89	0.20		
16165	81	36	326.0	2.73	0.47	16180	81	20	266.0	2.17	0.44		
16166	82	42	291.0	2.98	0.47	16181	82	17	316.0	1.38	0.23		
16167	83	25	373.0	2.06	0.31	16183	83	22	316.0	1.69	0.25		
16168	84	49	287.0	2.92	0.31	16184	84	21	189.0	2.12	0.40		
16169	85	40	379.0	2.91	0.46	16185	85	26	387.0	2.31	0.39		
16170	86	41	380.0	2.72	0.37	16186	86	16	157.0	1.21	0.21		
16172	87	41	308.0	3.03	0.50	16187	87	17	197.0	2.12	0.48		
16173	88	19	288.0	1.69	0.29	16188	88	21	229.0	2.47	0.56		
16174	89	19	260.0	1.41	0.22	16190	89	19	158.0	2.07	0.42		
16175	90	36	256.0	2.39	0.30	16191	90	14	106.0	1.79	0.43		
16176	91	35	297.0	2.60	0.38	16192	91	16	55.0	2.48	0.75		
16178	92	24	249.0	2.49	0.50	16193	92	5	29.0	1.02	0.55		
16179	93	19	135.0	1.93	0.36	16193-1	93	17	610.0	0.50	0.10		
16180	94	27	323.0	1.89	0.25	16193-2	94	22	77.0	2.41	0.48		
16181	95	27	224.0	2.40	0.41	16193-3	95	29	277.0	2.15	0.22		
16183	96	27	285.0	2.42	0.41	16193-4	96	26	306.0	1.75	0.22		
16184	97	30	393.0	2.27	0.32	16193-5	97	35	334.0	2.00	0.21		
16185	98	20	267.0	2.09	0.41	16193-6	98	24	429.0	1.39	0.17		
16186	99	20	329.0	2.19	0.45	16193-7	99	22	812.0	1.73	0.09		
16187	100	19	294.0	1.70	0.29	16193-8	100	29	653.0	0.90	0.09		
16188	101	20	310.0	1.66	0.26	16193-9	101	27	671.0	1.02	0.10		
16189	102	20	287.0	2.16	0.43	16193-10	102	31	660.0	1.32	0.12		
16190	103	19	306.0	1.41	0.22	16193-11	103	19	250.0	2.05	0.41		
16191	104	20	310.0	1.99	0.36	16193-12	104	21	273.0	1.52	0.27		
16192	105	9	357.0	0.84	0.24	16193-13	105	19	322.0	0.84	0.15		
16193-1	106	20	381.0	1.09	0.15	16193-14	106	23	420.0	1.18	0.14		
16193-2	107	18	356.0	1.37	0.22	16193-15	107	27	584.0	1.07	0.11		
16193-3	108	20	339.0	1.65	0.26	16193-16	108	23	427.0	1.44	0.18		
16193-4	109	15	325.0	1.14	0.21	16193-17	109	26	248.0	1.30	0.14		
16193-5	110	18	327.0	1.12	0.17	16193-18	110	27	714.0	0.92	0.09		
16193-6	111	15	403.0	1.06	0.18								
16193-7	112	14	296.0	1.00	0.19								

TABELLE 5

VARIABLE	MEAN	STANDARD DEVIATION	MINIMUM VALUE	MAXIMUM VALUE	RANGE
1 N.LABRAD	0.0830	0.7375	0.0000	7.1429	7.1429
2 A.GALLOW	0.3605	1.1701	0.0000	9.8639	9.8639
3 T.PSEUDO	0.0958	0.3549	0.0000	2.3810	2.3810
4 T.SAGITT	0.5034	1.8158	0.0000	11.5385	11.5385
5 M.ZAANDA	11.4840	19.9500	0.0000	78.1818	78.1818
6 C.LOBATU	3.6889	11.8680	0.0000	81.3187	81.3187
7 C.REFULG	0.4110	1.2949	0.0000	10.0000	10.0000
8 D.BERTHE	0.6448	1.2793	0.0000	5.7143	5.7143
9 H.CONCEN	0.2612	0.8929	0.0000	5.0715	5.0715
10 C.OBTUSA	1.2454	2.6501	0.0000	12.2951	12.2951
11 C.LAEVIG	13.4368	27.9855	0.0000	91.3115	91.3115
12 T.ANGULO	9.1916	17.7065	0.0000	78.3099	78.3099
13 G.TURGID	0.1419	1.0673	0.0000	9.8101	9.8101
14 L.APIOPL	0.0640	0.2479	0.0000	1.7007	1.7007
15 C.SUBGLO	9.0733	15.4661	0.0000	68.6275	68.6275
16 F.LUCIDA	0.1094	0.4685	0.0000	2.8571	2.8571
17 B.DIFFOR	0.0273	0.1683	0.0000	1.3605	1.3605
18 R.NORMAN	0.0632	0.2713	0.0000	1.4493	1.4493
19 P.CORRUG	0.2425	0.7863	0.0000	5.4945	5.4945
20 B.MARGIN	0.1384	0.4176	0.0000	2.5974	2.5974
21 C.RENIFO	0.9650	1.8486	0.0000	7.5829	7.5829
22 D.SEMIPU	0.3901	1.6564	0.0000	12.7273	12.7273
23 T.FUSCA	0.1040	0.4260	0.0000	3.6364	3.6364
24 P.WILLIA	0.2320	0.4989	0.0000	2.5000	2.5000
25 F.GUADRI	0.0497	0.3048	0.0000	2.7273	2.7273
26 FISS.SSP	0.1362	0.4129	0.0000	2.8571	2.8571
27 P.ARIMIN	0.0612	0.3061	0.0000	2.7273	2.7273
28 R.PUMILU	0.2592	0.5294	0.0000	2.6201	2.6201
29 C.JEFFRE	0.9249	1.7076	0.0000	10.0000	10.0000
30 M.SUBROT	0.2558	0.5360	0.0000	2.5000	2.5000
31 G.PRAEGE	0.0985	0.3110	0.0000	1.8182	1.8182
32 U.FINIST	0.4617	1.6650	0.0000	13.2479	13.2479
33 T.GLOBIG	0.9475	2.0354	0.0000	11.3924	11.3924
34 T.ADVENA	0.1355	0.5682	0.0000	3.8647	3.8647
35 P.SUBCAR	0.0555	0.1848	0.0000	1.2295	1.2295
36 H.CONCEN	0.0564	0.3363	0.0000	3.0568	3.0568
37 P.BULLOI	2.9169	4.5569	0.0000	19.3038	19.3038
38 B.PSEUDO	0.4769	2.8347	0.0000	27.0677	27.0677
39 S.RAMOSA	0.2898	0.8122	0.0000	4.2763	4.2763
40 R.DIFFLU	2.1101	5.0173	0.0000	27.5109	27.5109
41 H.BRADYI	0.0619	0.3543	0.0000	3.1008	3.1008
42 B.CF.ROB	0.0326	0.2825	0.0000	2.7211	2.7211
43 A.GLOMER	0.8473	1.7468	0.0000	11.3924	11.3924
44 C.INVOLV	0.4963	3.5815	0.0000	34.5912	34.5912
45 T.FLUENS	0.5229	1.8893	0.0000	14.2857	14.2857
46 R.GUTTIF	1.1579	2.6376	0.0000	18.1818	18.1818
47 T.FRIGID	1.6089	5.0929	0.0000	37.8788	37.8788
48 F.SCHREI	0.0791	0.3199	0.0000	2.5641	2.5641
49 T.NANA	0.5781	0.9641	0.0000	4.2484	4.2484
50 P.LATERA	0.2007	0.5068	0.0000	2.8571	2.8571
51 F.SEMIMA	0.1568	0.3908	0.0000	2.2346	2.2346
52 R.FUSIFO	0.8097	1.5559	0.0000	7.3973	7.3973
53 R.SORPIU	1.4202	4.0223	0.0000	25.3112	25.3112
54 C.HUELLE	5.3625	11.9981	0.0000	72.0930	72.0930
55 P.TECTUL	0.3810	0.9514	0.0000	5.8824	5.8824
56 O.UMBONA	2.6361	8.5541	0.0000	56.3636	56.3636
57 MILIO.SP	0.2975	1.3983	0.0000	12.7962	12.7962
58 E.EXIGUA	4.5718	8.6568	0.0000	45.7143	45.7143
59 T.NITIDA	0.2184	0.5571	0.0000	2.5000	2.5000
60 A.AGGLUT	0.2845	1.6139	0.0000	13.3333	13.3333
61 E.TUMIDU	0.8759	1.7739	0.0000	10.6061	10.6061
62 G.LAMARC	0.5480	1.4508	0.0000	9.0909	9.0909
63 N.AURICO	0.1234	0.4295	0.0000	3.1746	3.1746
64 P.MURRHI	0.5315	1.6955	0.0000	9.2784	9.2784
65 T.TRICAR	0.1175	0.4912	0.0000	3.5242	3.5242
66 R.DISTAN	0.4465	1.4522	0.0000	7.2727	7.2727
67 C.PAUCIL	0.0784	0.4641	0.0000	4.0000	4.0000
68 T.PAPILL	0.1096	0.3159	0.0000	1.7937	1.7937
69 AMMO.SSP	0.1182	0.2270	0.0000	1.3100	1.3100
70 C.TERETI	5.4825	9.3626	0.0000	47.4178	47.4178
71 LAGE.SSP	0.0748	0.3913	0.0000	3.1818	3.1818
72 T.PUSILL	0.2737	0.7449	0.0000	4.1916	4.1916
73 L.HISPID	0.0146	0.1180	0.0000	1.1173	1.1173
74 AGG.SSP.	0.1347	0.3455	0.0000	1.8182	1.8182
75 H.SUBNOD	0.0208	0.1445	0.0000	1.3029	1.3029
76 S.SPHAER	0.0847	0.2797	0.0000	1.6667	1.6667
77 O.MELO	0.0416	0.3001	0.0000	2.8571	2.8571
78 L.SUBSTR	0.0169	0.1122	0.0000	1.0101	1.0101
79 T.MARGIN	0.2076	0.6309	0.0000	3.5242	3.5242
80 ORBYGN	0.0477	0.2548	0.0000	2.2026	2.2026

TABELLE 5 (Fortsetzung)

VARIABLE	MEAN	STANDARD DEVIATION	MINIMUM VALUE	MAXIMUM VALUE	RANGE
81 EPIST.SP	0.0987	0.2296	0.0000	1.2987	1.2987
82 G.SUBGLO	0.1971	0.8425	0.0000	7.3684	7.3684
83 O.HEXAGO	0.0734	0.2506	0.0000	1.2987	1.2987
84 F.APICUL	0.0209	0.1609	0.0000	1.4925	1.4925
85 R.STABIL	1.2405	5.2127	0.0000	37.1429	37.1429
86 E.BRADYI	0.0408	0.1905	0.0000	1.3605	1.3605
87 N.TURGID	0.2105	0.6644	0.0000	3.7471	3.7471
88 R.DENTAL	0.0122	0.1186	0.0000	1.1494	1.1494
89 M.CYLIND	0.0597	0.3017	0.0000	2.2107	2.2107
90 K.BRADYI	0.0492	0.2074	0.0000	1.4970	1.4970
91 A.SPHAER	0.0595	0.2863	0.0000	2.5000	2.5000
92 H.ELEGAN	0.0180	0.1250	0.0000	1.0101	1.0101
93 AGG.SP.A	0.0138	0.1340	0.0000	1.2987	1.2987
94 P.DISCRE	0.0457	0.2834	0.0000	2.0408	2.0408
95 P.FORNAS	0.0912	0.8841	0.0000	8.5714	8.5714
96 G.SEMINU	0.3802	1.3496	0.0000	11.4286	11.4286
97 G.NEOSOL	0.0901	0.3851	0.0000	2.8571	2.8571
98 C.NITIDU	0.0795	0.3632	0.0000	2.5157	2.5157
99 N.GRATEL	0.0387	0.2812	0.0000	2.6316	2.6316
100 E.NIPPON	0.0414	0.1705	0.0000	1.1278	1.1278
101 N.DIGITA	0.2592	2.5133	0.0000	24.3671	24.3671
102 RO.ARCTI	0.0202	0.1453	0.0000	1.2658	1.2658
103 I.NORCRO	0.0791	0.4116	0.0000	3.1646	3.1646
104 R.TROCHA	0.1002	0.2946	0.0000	1.4652	1.4652
105 F.FUSIFO	0.0855	0.4120	0.0000	3.5928	3.5928
106 G.PYGMAE	0.1268	0.3285	0.0000	2.2989	2.2989
107 R.NODULO	0.2248	0.9379	0.0000	6.0976	6.0976
108 H.BALTHI	0.0678	0.2436	0.0000	1.5152	1.5152
109 V.MEDIA	0.4216	1.2353	0.0000	7.0258	7.0258
110 G.AUSTRI	0.1253	0.3466	0.0000	1.8735	1.8735
111 C.AURICO	0.3038	1.9183	0.0000	18.1818	18.1818
112 NODOS.SP	0.0227	0.1584	0.0000	1.2987	1.2987
113 R.GLOBUL	0.0177	0.1386	0.0000	1.2987	1.2987
114 DENTA.SP	0.0316	0.1571	0.0000	1.1765	1.1765
115 P.FUSCA	0.0278	0.1344	0.0000	1.0101	1.0101
116 HIPPO.SP	0.1009	0.2820	0.0000	2.0747	2.0747
117 P.SPHAER	0.0684	0.4652	0.0000	4.4053	4.4053
118 R.OCHRAC	0.0926	0.7673	0.0000	7.4236	7.4236
119 T.BULLAT	0.0718	0.3661	0.0000	3.0014	3.0014
120 R.WILLIA	0.0336	0.2618	0.0000	2.5000	2.5000
121 L.NEBULO	0.0394	0.1513	0.0000	1.1494	1.1494
122 S.VIVIPA	0.1257	0.5837	0.0000	4.5082	4.5082
123 R.ABYSSO	0.0533	0.3867	0.0000	3.4014	3.4014
124 C.CRASSI	0.1119	0.4932	0.0000	3.2742	3.2742
125 P.SIMPLE	0.0436	0.2004	0.0000	1.2500	1.2500
126 C.PISUM	0.3835	2.5602	0.0000	22.8106	22.8106
127 ROSAL.SP	0.0186	0.1802	0.0000	1.7467	1.7467
128 P.BUCCUL	0.1116	0.9929	0.0000	9.6096	9.6096
129 SP.INDET	0.0934	0.3087	0.0000	1.5152	1.5152
130 P.GROENL	0.0708	0.4117	0.0000	3.0303	3.0303
131 OTHERS	0.5684	0.7361	0.0000	3.2491	3.2491

TABELLE 6

VARIABLE	MEAN	STANDARD DEVIATION	MINIMUM VALUE	MAXIMUM VALUE	RANGE
1 N.LABRAD	0.1926	0.6284	0.0000	4.9107	4.9107
2 A.GALLOW	0.6477	1.1309	0.0000	6.4257	6.4257
3 T.PSEUDO	0.1037	0.2967	0.0000	1.5487	1.5487
4 T.SAGITT	0.7394	2.6189	0.0000	20.2941	20.2941
5 M.ZAANDA	5.4477	9.3974	0.0000	57.5448	57.5448
6 C.LOBATU	7.3638	12.7532	0.0000	62.6923	62.6923
7 C.REFULG	0.7513	1.6628	0.0000	8.8968	8.8968
8 D.BERTHE	0.7388	1.0592	0.0000	6.5217	6.5217
9 H.CONCEN	0.1215	0.3714	0.0000	2.3188	2.3188
10 C.OBTUSA	2.2051	4.4921	0.0000	36.7292	36.7292
11 C.LAEVIG	11.8105	24.3448	0.0000	76.6055	76.6055
12 T.ANGULO	12.3210	15.3233	0.0000	62.6622	62.6622
13 L.APIOPL	0.0802	0.2075	0.0000	1.3605	1.3605
14 C.SUBGLO	2.1951	4.6729	0.0000	26.5625	26.5625
15 F.LUCIDA	0.0564	0.1900	0.0000	1.6086	1.6086
16 B.DIFFOR	0.1195	0.3437	0.0000	2.3747	2.3747
17 B.MARGIN	0.6073	1.2267	0.0000	5.0179	5.0179
18 E.EXCAVA	1.4780	3.1238	0.0000	22.8916	22.8916
19 ELPH.SSP	0.5390	1.4469	0.0000	11.4551	11.4551
20 C.RENIFO	4.5974	6.8662	0.0000	30.1235	30.1235
21 F.LAEVIG	0.0582	0.2286	0.0000	1.3274	1.3274
22 D.SEMIPU	0.3703	1.9256	0.0000	18.0952	18.0952
23 P.WILLIA	0.0235	0.1321	0.0000	1.1905	1.1905
24 FISS.SSP	0.2486	0.3646	0.0000	1.8237	1.8237
25 G.DRBICU	0.2979	1.0747	0.0000	8.8957	8.8957
26 M.SUBROT	0.4378	1.4129	0.0000	11.8421	11.8421
27 U.FINIST	0.4967	1.9584	0.0000	18.6879	18.6879
28 T.GLOBIG	0.3047	0.6049	0.0000	3.0395	3.0395
29 P.SUBCAR	0.0939	0.2275	0.0000	1.1628	1.1628
30 B.NGDOSA	0.0387	0.2216	0.0000	2.0349	2.0349
31 H.BALTHI	0.2995	0.6939	0.0000	3.4783	3.4783
32 LENT.SSP	0.0568	0.1659	0.0000	1.0526	1.0526
33 P.BULLLOI	1.8561	2.8867	0.0000	13.5770	13.5770
34 S.RAMOSA	0.0426	0.2122	0.0000	1.6997	1.6997
35 R.DIFFLU	0.9286	4.0427	0.0000	35.7702	35.7702
36 B.CF.ROB	0.3054	1.5620	0.0000	12.8834	12.8834
37 A.GLOMER	0.4224	0.7102	0.0000	4.5161	4.5161
38 PROTE.SP	0.0566	0.2061	0.0000	1.3605	1.3605
39 E.ALBIMU	0.0738	0.2490	0.0000	1.8797	1.8797
40 G.SUBGLO	0.8746	3.4333	0.0000	30.3116	30.3116
41 T.FLUENS	0.4518	1.7199	0.0000	12.9464	12.9464
42 R.GUTTIF	0.8435	2.0563	0.0000	10.8614	10.8614
43 T.FRIGID	3.5114	10.4537	0.0000	83.4734	83.4734
44 G.NEOSOL	0.2635	0.7338	0.0000	4.0752	4.0752
45 F.SCHREI	0.0757	0.2065	0.0000	1.2945	1.2945
46 T.NANA	0.0885	0.2437	0.0000	1.2945	1.2945
47 P.LATERA	0.1409	0.2344	0.0000	1.3289	1.3289
49 F.SEMIMA	0.1042	0.2247	0.0000	1.0830	1.0830
49 R.FUSIFO	0.1648	0.4880	0.0000	2.7174	2.7174
50 I.HELENA	0.1106	0.3224	0.0000	1.8277	1.8277
51 I.NORCRO	0.3270	1.4582	0.0000	12.5000	12.5000
52 R.SCORPI	0.2648	0.7862	0.0000	5.1282	5.1282
53 C.WUELLE	9.0385	16.8739	0.0000	66.9935	66.9935
54 D.UMBONA	5.9861	11.8191	0.0000	53.9894	53.9894
55 E.EXIGUA	4.1475	7.4952	0.0000	34.0974	34.0974
56 A.AGGLUT	0.5617	1.5696	0.0000	8.1492	8.1492
57 E.TUMIDU	0.3084	0.6033	0.0000	2.9900	2.9900
58 G.LAMARC	0.2190	0.5459	0.0000	2.9900	2.9900
59 N.AURICO	0.1163	0.2712	0.0000	1.6340	1.6340
60 P.MURRHI	0.1975	0.6240	0.0000	5.4187	5.4187
61 R.DISTAN	0.3425	3.1466	0.0000	34.5679	34.5679
62 C.TERETI	9.1171	15.0438	0.0000	62.4260	62.4260
63 F.QUADRI	0.0247	0.1310	0.0000	1.0526	1.0526
64 MILI.SSP	0.0469	0.2335	0.0000	2.0588	2.0588
65 F.DRBYGN	0.0552	0.1608	0.0000	1.2048	1.2048
66 F.MARGIN	0.4824	1.0909	0.0000	5.2174	5.2174
67 F.FUSIFO	0.0335	0.1556	0.0000	1.1662	1.1662
68 O.MELO	0.0933	0.2262	0.0000	1.5244	1.5244
69 O.HEXAGO	0.0873	0.2303	0.0000	1.1594	1.1594
70 G.PRAEGE	0.1114	0.3699	0.0000	2.9491	2.9491
71 F.DANICA	0.0348	0.1551	0.0000	1.2987	1.2987
72 R.STABIL	0.6022	3.4174	0.0000	31.9444	31.9444
73 L.STRIAT	0.0200	0.1300	0.0000	1.2270	1.2270
74 B.TENERR	0.1766	0.6359	0.0000	4.8193	4.8193
75 O.GEMINU	0.1113	0.4244	0.0000	3.7037	3.7037
76 K.BRADI	0.1337	0.4368	0.0000	3.4211	3.4211
77 LAGE.SSP	0.0887	0.2167	0.0000	1.2384	1.2384
78 C.JEFFRE	0.2018	0.4114	0.0000	2.7582	2.7582
79 B.PSEUPL	0.0420	0.1532	0.0000	1.1628	1.1628
80 U.PYGMAE	0.0279	0.2168	0.0000	1.8405	1.8405

TABELLE 6 (Fortsetzung)

VARIABLE	MEAN	STANDARD DEVIATION	MINIMUM VALUE	MAXIMUM VALUE	RANGE
81 P.FORNAS	0.0375	0.2157	0.0000	1.8421	1.8421
82 B.COSTAT	0.0148	0.1412	0.0000	1.5326	1.5326
83 ROSAL.SP	0.0368	0.1633	0.0000	1.0526	1.0526
84 GUING.SP	0.0434	0.2566	0.0000	2.0906	2.0906
85 M.POMPIL	0.0218	0.2164	0.0000	2.3684	2.3684
86 S.SCHLUM	0.0263	0.2117	0.0000	2.2321	2.2321
87 ROBER.SP	0.0134	0.1476	0.0000	1.6234	1.6234
88 R.PUMILU	0.0605	0.2102	0.0000	1.3937	1.3937
89 AMMO.SP	0.0791	0.1900	0.0000	1.0239	1.0239
90 I.ISLAND	0.0218	0.2137	0.0000	2.3333	2.3333
91 T.BULLAT	0.0380	0.2418	0.0000	2.3499	2.3499
92 V.MEDIA	0.1403	0.4144	0.0000	2.4476	2.4476
93 OTHERS	1.1987	1.0611	0.0000	6.0870	6.0870

TABELLE 7

VARIMAX FACTOR MATRIX

		COMM.	1	2	3	4	5	6	7	9
1	23126	0.890	-0.002	0.001	0.569	-0.002	0.739	-0.002	-0.005	0.144
2	23135	0.843	0.011	0.006	0.794	-0.001	0.543	-0.056	-0.007	-0.121
3	23142	0.718	0.015	0.001	0.798	-0.003	0.164	0.215	0.001	0.085
4	23144	0.912	0.059	0.001	0.688	0.013	0.231	0.616	0.000	-0.042
5	23150	0.912	0.107	-0.001	0.064	0.039	0.033	0.946	0.005	-0.012
6	23156	0.666	0.650	0.011	0.016	0.193	-0.008	0.071	0.448	-0.006
7	23154	0.878	0.029	0.068	0.011	0.985	-0.005	0.039	0.000	0.003
8	23153	0.949	0.031	0.067	0.007	0.966	-0.003	0.001	0.103	0.005
9	23200	0.937	0.006	0.002	0.805	-0.003	0.531	-0.045	-0.006	0.077
10	23201	0.954	0.014	0.004	0.510	0.001	0.811	-0.019	-0.003	-0.190
11	23206	0.914	0.089	0.002	0.549	-0.002	0.768	0.110	-0.004	-0.057
12	23216	0.690	0.025	-0.003	0.630	-0.006	0.333	0.366	0.000	0.179
13	23217	0.650	0.082	0.000	0.656	-0.012	0.050	0.457	-0.024	0.034
14	23221	0.641	0.353	0.009	0.670	-0.001	-0.038	0.255	0.004	-0.007
15	23222	0.575	0.285	0.021	0.196	0.447	-0.038	0.434	0.253	-0.019
16	23224	0.979	0.022	0.058	0.007	0.987	-0.005	0.013	-0.028	0.005
17	23225	0.560	0.026	0.049	0.006	0.741	-0.003	0.071	-0.047	0.002
18	23169	0.916	-0.003	-0.008	0.131	-0.002	0.608	0.038	0.000	0.726
19	23176	0.970	0.007	0.002	0.800	-0.003	0.570	-0.008	-0.007	0.068
20	16313	0.859	0.311	0.004	0.806	0.080	-0.078	0.268	0.131	-0.020
21	16312	0.813	0.539	0.015	0.042	0.314	-0.012	0.507	0.227	-0.031
22	16311	0.973	0.028	0.056	0.009	0.983	-0.004	0.019	0.057	0.004
23	16310	0.982	0.021	0.083	0.007	0.987	-0.005	0.004	0.015	0.005
24	16309	0.986	0.022	0.080	0.009	0.989	-0.005	0.005	0.039	0.005
25	16307	0.972	0.178	0.154	0.007	0.957	-0.004	0.002	0.017	0.006
26	16152	0.554	0.256	0.126	0.040	0.532	0.002	-0.046	0.432	0.006
27	16151	0.629	0.049	0.013	0.004	0.191	0.008	-0.018	0.768	0.002
28	16126	0.549	0.037	0.356	0.011	0.492	0.001	0.110	0.420	0.001
29	16150	0.885	0.051	0.074	0.007	0.930	-0.003	-0.001	0.107	0.005
30	16149	0.983	0.039	0.116	0.007	0.984	-0.004	0.012	-0.011	0.005
31	16125	0.955	0.037	0.066	0.012	0.940	-0.003	0.097	0.234	0.000
32	16124	0.854	0.781	0.027	-0.001	0.466	0.010	0.157	0.002	0.011
33	16147	0.980	0.956	0.017	-0.009	0.251	0.003	-0.052	-0.025	0.009
34	16146	0.828	0.900	0.000	0.003	0.052	0.004	0.205	0.271	0.021
35	16104	0.962	0.962	0.001	0.000	-0.021	-0.002	0.188	-0.023	-0.004
36	16123	0.983	0.990	0.003	0.005	-0.007	0.010	-0.057	-0.025	-0.001
37	16145	0.953	0.934	0.000	0.007	-0.024	-0.006	0.279	-0.029	-0.010
38	16122	0.983	0.981	0.001	0.083	-0.022	0.065	0.107	-0.028	-0.010
39	16144	0.988	0.982	0.002	0.043	-0.022	-0.001	-0.029	-0.029	0.003
40	16143	0.975	0.897	0.002	0.388	-0.023	-0.034	0.130	-0.024	-0.012
41	16121	0.970	0.945	0.000	0.121	-0.020	0.016	0.247	-0.025	-0.005
42	16142	0.984	0.939	0.001	0.166	-0.022	0.091	0.255	-0.029	-0.015
43	16105	0.903	0.271	0.002	0.693	-0.013	0.050	0.588	-0.012	-0.025
44	16120	0.937	0.449	0.000	0.470	-0.008	0.194	0.669	-0.017	0.037
45	16106	0.908	0.510	-0.003	0.341	-0.015	0.402	0.590	-0.011	0.148
46	16119	0.881	0.301	0.003	0.886	-0.011	-0.052	0.053	-0.013	0.025
47	16107	0.956	0.063	0.002	0.950	-0.008	0.176	0.133	-0.009	0.037
48	16118	0.955	0.012	0.005	0.883	-0.003	0.401	-0.042	-0.007	-0.113
49	16117	0.977	0.007	0.003	0.962	-0.006	0.217	-0.052	-0.007	0.048
50	16116	0.957	0.009	0.002	0.971	-0.007	-0.016	-0.079	-0.009	0.127
51	16108	0.948	0.006	0.001	0.932	-0.006	0.185	-0.057	-0.007	0.207
52	16139	0.758	-0.010	-0.002	0.159	0.003	0.784	0.046	0.010	0.341
53	16115	0.920	-0.002	-0.009	0.167	-0.004	0.458	0.051	0.000	0.824
54	16136	0.942	0.003	0.003	0.108	0.003	0.948	-0.010	0.000	-0.178
55	16109	0.800	0.004	-0.010	0.112	-0.003	0.194	0.005	0.002	0.866
56	16129	0.805	0.008	-0.005	0.060	-0.001	0.767	0.089	-0.003	0.453
57	16114	0.870	0.005	-0.003	0.064	0.001	0.835	0.031	0.004	0.410
58	16111	0.720	0.011	-0.010	-0.015	-0.003	0.100	0.019	0.003	0.842
59	16156	0.944	0.938	0.003	0.016	0.003	-0.006	0.252	-0.033	0.015
60	16157	0.862	0.438	-0.005	0.060	-0.004	0.104	0.809	-0.007	0.048
61	16159	0.834	0.345	0.001	0.037	0.043	-0.007	0.843	-0.006	0.043
62	16161	0.941	0.809	0.021	-0.001	0.407	-0.002	0.002	0.347	0.000
63	16173	0.471	0.012	-0.010	0.016	0.024	-0.020	0.057	0.653	-0.005
64	16174	0.907	0.027	-0.012	0.008	0.047	-0.003	0.000	0.951	-0.002
65	16178	0.810	0.029	-0.009	0.003	0.055	0.006	-0.022	0.897	0.000
66	16180	0.565	0.541	0.013	0.001	0.269	0.006	-0.014	0.446	0.001
67	16181	0.833	0.906	0.002	-0.014	-0.014	0.003	-0.101	-0.023	0.004
68	16183	0.915	0.950	0.000	0.021	-0.011	-0.009	0.108	-0.020	-0.004
69	16184	0.789	0.820	0.001	0.294	-0.004	-0.032	0.168	-0.031	-0.004
70	16185	0.948	0.695	-0.002	0.197	-0.017	0.001	0.652	-0.021	-0.024
71	16186	0.935	0.965	0.001	0.032	-0.024	-0.001	-0.022	-0.036	0.015
72	16187	0.930	0.642	0.000	0.639	-0.018	-0.045	0.328	-0.025	-0.009
73	16188	0.438	0.199	-0.001	0.403	-0.013	-0.003	0.484	-0.029	0.039
74	16189	0.875	0.037	0.004	0.920	0.000	0.157	-0.004	0.003	0.043
75	16190	0.619	0.019	0.000	0.282	0.003	0.717	-0.007	0.004	0.159
76	16191	0.613	0.016	0.002	0.225	-0.001	0.731	0.094	-0.006	0.136
77	193-1	0.995	-0.002	0.997	-0.004	-0.038	-0.001	0.005	0.008	0.012
78	193-2	0.782	0.004	0.869	-0.002	0.159	0.001	0.007	0.029	0.012
79	193-3	0.991	0.005	0.990	-0.001	0.176	0.000	0.014	0.019	0.012
80	193-4	0.995	0.003	0.988	-0.002	0.133	-0.002	0.007	0.012	0.012

TABELLE 7 (Fortsetzung)

	COMM.	1	2	3	4	5	6	7	8	
81	193-5	0.987	0.004	0.982	-0.002	0.145	-0.001	0.007	0.020	0.013
82	193-6	0.998	0.002	0.993	-0.001	0.099	-0.001	0.008	0.004	0.013
83	193-7	0.995	-0.001	0.997	-0.003	-0.012	-0.001	0.006	0.005	0.012
84	193-8	0.996	0.000	0.998	-0.003	0.019	-0.001	0.006	0.008	0.012
85	193-9	0.996	0.000	0.996	-0.003	0.056	-0.002	0.006	0.004	0.012
86	19310	0.994	0.000	0.996	-0.003	0.032	-0.001	0.006	0.012	0.012
87	19311	0.949	0.009	0.881	0.002	0.416	-0.003	0.008	0.004	0.012
88	19312	0.988	0.003	0.990	-0.001	0.091	-0.001	0.010	-0.001	0.012
89	19313	0.994	0.000	0.996	-0.003	0.046	-0.001	0.007	0.001	0.012
90	19314	0.998	-0.001	0.999	-0.003	0.000	-0.001	0.007	0.008	0.012
91	19315	0.997	-0.001	0.998	-0.003	-0.018	-0.001	0.007	0.010	0.012
92	19316	0.991	0.000	0.994	-0.003	0.037	-0.002	0.006	0.005	0.012
93	19317	0.997	0.000	0.998	-0.003	-0.024	-0.001	0.007	0.011	0.012
94	19318	0.997	0.000	0.998	-0.003	0.005	-0.001	0.006	0.007	0.012
	VARIANCE	18.964	18.681	14.777	12.452	8.402	6.656	4.210	3.694	
	CUM. VAR	18.964	37.645	52.422	64.874	73.276	79.931	84.141	87.835	

TABELLE 8

VARIMAX FACTOR SCORE MATRIX

VAR.	1	2	3	4	5	6	7	8
N.LABRAD	0.004	0.000	0.001	0.009	0.000	-0.008	0.025	0.001
A.GALLOW	0.014	0.005	0.000	0.012	0.001	-0.006	0.058	0.001
T.PSEUDO	0.003	0.001	0.000	0.003	0.000	-0.004	0.024	0.000
T.SAGITT	-0.005	0.005	0.002	0.044	0.001	-0.004	0.117	0.000
M.ZAANDA	0.986	0.001	-0.016	-0.022	0.003	-0.104	-0.027	0.004
C.LOBATU	0.028	-0.010	0.003	0.052	0.005	-0.024	0.887	0.000
C.REFULG	0.000	-0.001	0.000	0.022	0.000	0.002	0.108	0.000
D.BERTHE	0.000	0.014	-0.003	0.034	0.018	0.001	0.081	0.006
H.CONCEN	0.001	0.003	0.001	0.029	0.001	-0.003	0.039	0.000
C.OBTUSA	-0.003	0.043	0.004	0.094	0.001	-0.011	0.077	0.001
C.LAEVIG	-0.002	0.994	-0.004	-0.063	-0.001	0.005	0.007	0.012
T.ANGULO	0.019	0.057	0.006	0.983	-0.005	0.005	-0.079	0.005
G.TURGID	0.013	0.000	0.000	0.003	0.001	-0.014	0.009	0.001
L.APIOPL	0.002	0.000	0.001	0.003	0.000	0.000	0.012	0.000
C.SUBGLQ	0.009	0.003	0.975	-0.007	-0.078	-0.089	-0.009	-0.010
F.LUCIDA	0.001	0.000	-0.001	0.004	0.006	-0.001	0.026	0.002
B.DIFFOR	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	-0.002	0.005	0.000
R.NORMAN	0.003	0.000	-0.001	0.005	0.000	-0.001	0.008	0.000
P.CORRUG	-0.003	0.005	0.001	0.004	0.000	0.006	0.038	0.000
B.MARGIN	0.000	0.010	0.000	0.004	0.000	0.000	0.012	0.000
C.RENIFO	0.041	0.000	0.004	-0.010	0.010	0.085	-0.015	-0.005
D.SEMIPU	-0.006	-0.004	0.002	0.028	0.000	0.003	0.103	0.000
T.FUSCA	-0.002	0.001	0.000	0.005	0.000	0.000	0.027	0.000
P.WILLIA	0.011	0.000	0.003	0.005	-0.003	0.002	0.013	0.002
F.GUADRI	-0.001	0.000	0.000	0.000	0.002	0.001	0.021	0.000
FISS.SSP	0.000	0.001	0.004	0.001	-0.002	0.003	0.029	0.001
P.ARIMIN	-0.001	0.000	0.000	0.004	0.000	-0.001	0.019	0.000
R.PUMILU	-0.001	0.009	-0.003	0.011	0.001	0.014	0.014	0.000
C.JEFFRE	0.012	0.025	-0.001	0.045	0.002	-0.006	0.082	0.000
M.SUBROT	-0.001	0.001	0.005	0.015	0.000	0.011	0.024	0.000
G.PRAEGE	-0.001	0.003	0.000	0.005	0.000	0.002	0.021	0.000
U.FINIST	-0.006	0.016	-0.001	0.037	0.001	0.010	0.047	-0.001
T.GLOBIG	0.028	-0.002	0.018	0.027	-0.005	0.053	0.045	0.000
T.ADVENA	-0.002	0.000	-0.003	0.013	0.001	0.013	0.007	-0.001
P.SUBCAR	0.000	0.000	-0.001	0.006	0.001	0.003	0.003	0.000
M.CONCEN	-0.001	0.000	0.000	0.008	0.000	-0.001	0.005	0.000
P.BULLDI	0.099	-0.004	0.041	0.010	-0.004	0.320	0.015	-0.024
B.PSEUDO	0.034	0.001	-0.002	0.013	0.005	-0.029	0.068	0.001
S.RAMOSA	0.016	-0.001	0.000	0.008	-0.003	0.020	0.001	-0.001
R.DIFFLU	0.048	0.001	0.084	-0.014	-0.043	0.182	-0.039	0.016
H.BRADYI	-0.001	0.000	0.000	0.009	0.000	0.000	-0.002	0.000
B.CF.ROB	0.004	0.000	-0.001	0.003	0.001	-0.001	-0.001	0.000
A.GLOMER	0.017	0.008	0.020	0.003	0.031	0.029	0.011	0.000
C.INVOLV	-0.004	-0.005	-0.004	0.054	0.003	0.025	-0.025	0.001
T.FLUENS	0.048	-0.002	-0.013	0.018	0.004	0.013	0.008	0.000
R.GUTTIF	0.011	-0.001	-0.016	0.000	0.115	0.106	-0.008	0.018
T.FRIGID	0.011	-0.005	-0.024	-0.002	0.054	0.033	0.001	0.426
F.SCHREI	0.005	0.002	-0.001	0.000	0.001	0.000	-0.002	0.000
T.NANA	0.007	0.030	-0.004	0.009	-0.001	0.023	0.008	-0.001
P.LATERA	-0.001	-0.001	0.000	0.003	0.008	0.021	0.008	0.011
F.SEMIMA	0.001	0.000	0.001	0.001	-0.002	0.027	0.001	0.000
R.FUSIFO	0.023	0.013	0.021	0.002	-0.002	0.044	-0.005	-0.006
R.SORPIU	-0.022	-0.001	0.134	0.003	-0.022	0.113	0.015	0.002
C.WUELLE	0.006	0.005	0.055	0.004	0.866	-0.023	0.000	-0.315
P.TECTUL	0.006	0.000	0.028	-0.001	0.000	-0.002	-0.004	0.019
O.UMBONA	0.006	-0.009	-0.003	-0.002	0.073	-0.009	0.003	0.729
MILIO.SP	0.007	0.000	0.023	0.003	-0.018	0.009	0.002	0.007
E.EXIGUA	-0.017	-0.004	0.095	-0.002	0.444	0.061	0.000	0.397
T.NITIDA	0.004	-0.001	0.000	0.017	0.001	0.005	0.004	-0.001
A.AGGLUT	0.002	-0.001	-0.023	0.000	0.067	0.002	0.001	0.058
E.TUMIDU	-0.002	-0.001	0.008	-0.002	0.067	0.029	-0.002	0.116
G.LAMARC	0.002	-0.001	0.027	0.000	0.015	-0.007	-0.001	0.071
N.AURICO	0.001	0.000	0.006	-0.001	-0.005	0.007	-0.002	0.019
P.MURRHI	0.001	0.000	0.006	0.001	0.076	-0.015	0.001	0.054
T.TRICAR	0.000	0.000	0.004	0.004	0.003	0.010	0.009	-0.005
R.DISTAN	0.001	0.000	-0.010	-0.004	0.047	0.064	-0.005	0.002
C.PAUCIL	0.001	0.000	-0.007	0.000	0.019	0.001	0.000	0.016
T.PAPILL	0.001	0.000	0.001	0.000	0.002	0.013	0.007	0.004
AMMO.SSP	0.000	0.003	0.001	0.006	0.000	0.005	-0.001	0.000
C.TERETI	0.068	-0.004	0.040	-0.011	-0.021	0.896	-0.006	-0.043
LAGE.SSP	0.003	0.000	0.004	0.000	-0.002	-0.002	-0.002	0.001
T.PUSILL	0.000	0.023	0.001	0.001	-0.001	0.000	-0.001	0.000
L.HISPID	0.000	0.000	-0.001	0.000	0.001	0.006	0.000	0.000
AGG.SSP.	0.001	0.000	0.000	0.002	0.003	0.005	0.013	0.004
H.SUBNOD	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	-0.001	0.000	-0.001
S.SPHAER	0.001	0.000	0.008	0.000	-0.005	0.004	0.000	0.001
O.MELO	-0.001	0.000	0.001	-0.001	0.000	0.001	0.013	0.000
L.SUBSTR	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000
F.MARGIN	0.003	-0.001	-0.002	0.006	0.001	0.018	0.030	-0.004
F.ORBYGN	-0.001	0.000	-0.003	0.002	0.000	0.014	0.003	-0.001

TABELLE 8 (Fortsetzung)

	1	2	3	4	5	6	7	8
EPIST.SP	0.000	0.003	0.000	0.002	0.002	0.001	-0.001	-0.001
G.SUBGLO	0.008	0.000	-0.001	0.008	0.000	-0.002	0.023	0.000
D.HEXAGO	0.000	0.001	-0.001	0.005	0.000	0.008	0.004	0.000
F.APICUL	0.000	0.000	0.002	0.000	-0.001	0.000	0.000	0.000
R.STABIL	0.002	-0.007	0.017	-0.008	-0.025	0.071	0.345	-0.005
E.BRADYI	0.001	0.000	0.000	0.004	-0.001	0.003	0.003	0.000
N.TURGID	0.000	0.016	0.000	-0.002	0.000	0.000	-0.001	0.000
R.DENTAL	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	-0.003
M.CYLIND	0.000	0.000	0.001	0.008	0.003	-0.001	-0.002	0.000
K.BRADYI	0.000	0.001	-0.001	0.004	0.000	0.003	0.002	0.000
A.SPHAER	0.003	0.000	0.001	0.000	0.000	0.003	0.010	-0.001
H.ELEGAN	0.002	0.000	-0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000
AGG.SP.A	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
P.DISCRE	0.000	0.000	-0.003	0.000	0.009	0.002	0.001	0.008
P.FORNAS	-0.002	0.000	0.000	-0.004	-0.001	0.002	0.026	0.000
G.SEMINU	-0.004	-0.002	-0.001	0.023	-0.002	0.017	0.059	-0.002
G.NEOSOL	-0.001	-0.001	0.001	0.005	-0.001	0.002	0.009	0.000
C.NITIDU	0.000	0.003	0.000	0.005	0.000	0.000	-0.003	0.000
N.GRATEL	0.003	0.000	0.000	0.001	0.000	-0.003	0.009	0.000
E.NIPPON	0.001	0.002	0.000	0.000	0.000	-0.001	0.008	0.000
N.DIGITA	0.028	0.001	-0.002	-0.003	0.003	-0.027	-0.007	0.001
RO.ARCTI	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.002	-0.001	0.000
I.NORCRO	0.008	0.000	0.000	-0.001	0.000	-0.003	-0.002	0.000
R.TROCHA	0.001	0.007	0.000	0.000	0.000	-0.001	-0.001	0.000
F.FUSIFO	0.000	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
G.PYGMAE	-0.001	0.006	0.000	0.002	0.001	0.008	0.001	-0.001
R.NODULO	0.000	0.000	0.011	0.002	0.026	-0.003	-0.001	0.001
H.BALTHI	0.000	0.004	0.000	0.003	0.000	-0.001	0.002	0.000
V.MEDIA	0.000	0.033	0.001	0.000	-0.001	0.000	-0.002	0.001
G.AUSTRI	0.000	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.001	0.000
C.AURICO	0.000	0.031	0.000	0.002	0.000	0.000	0.001	0.000
NODOS.SP	0.000	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
R.GLOBUL	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
DENTA.SP	0.000	0.000	0.004	0.000	-0.002	-0.001	0.000	0.002
P.FUSCA	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000
HIPPO.SP	-0.001	0.002	0.005	0.000	-0.001	0.008	0.000	0.003
P.SPHAER	0.000	0.000	-0.002	0.002	0.002	0.017	0.008	-0.004
R.OCHRAC	-0.001	-0.001	0.001	0.016	0.000	0.000	-0.001	0.000
T.BULLAT	-0.001	-0.001	-0.001	0.009	0.000	0.005	-0.003	0.000
R.WILLIA	0.003	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.008	0.000
L.NEBULO	0.001	0.000	0.001	0.000	0.002	0.001	0.000	-0.003
S.VIVIPA	0.002	-0.001	0.001	0.016	0.000	-0.002	0.006	0.000
R.ABYSSO	-0.001	-0.001	-0.001	0.004	0.003	0.010	0.006	0.003
C.CRASSI	-0.001	-0.001	0.000	0.017	0.000	-0.001	-0.006	0.000
P.SIMPLE	0.000	0.000	-0.001	0.005	0.000	0.003	0.000	0.000
C.PISUM	0.004	0.000	0.048	-0.001	-0.017	-0.004	-0.001	0.018
ROSAL.SP	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000
P.BUCCUL	-0.001	0.000	0.020	0.001	-0.017	0.005	0.008	0.002
SP.INDET	0.000	0.000	0.002	0.005	-0.003	0.004	0.012	0.007
P.GROENL	-0.001	0.000	0.006	0.000	-0.005	-0.001	0.000	0.013
OTHERS	0.007	0.010	0.008	0.031	0.000	0.019	0.008	-0.006

TABELLE 9

VARIMAX FACTOR MATRIX

	COMM.	1	2	3	4	5	6	7	
1	23126	0.971	0.012	0.982	-0.015	0.060	-0.016	0.040	0.017
2	23135	0.932	0.042	0.963	0.010	0.047	-0.007	-0.001	0.003
3	23142	0.826	0.645	0.339	0.383	0.294	0.242	0.061	0.006
4	23144	0.849	0.398	0.203	0.498	0.582	0.244	-0.045	0.028
5	23150	0.961	0.300	0.019	0.478	0.625	0.497	-0.028	0.060
6	23156	0.933	0.090	0.005	-0.017	0.780	0.558	-0.010	0.061
7	23155	0.959	0.117	0.011	-0.013	0.569	0.788	-0.013	0.023
8	23154	0.964	0.188	0.004	-0.044	0.907	0.323	-0.007	0.022
9	23153	0.982	0.113	0.001	-0.055	0.937	0.297	-0.008	0.008
10	23151	0.933	0.227	0.006	-0.026	0.874	0.341	-0.007	0.007
11	23200	0.987	-0.009	0.959	0.008	0.010	-0.007	0.260	0.003
12	23201	0.929	-0.008	0.904	0.259	0.022	-0.004	0.212	-0.003
13	23206	0.913	0.003	0.882	0.336	0.025	-0.004	-0.127	0.070
14	23216	0.945	-0.030	0.314	0.913	0.058	0.010	-0.088	0.006
15	23217	0.872	0.128	0.236	0.805	0.046	0.046	-0.010	0.384
16	23220	0.975	0.091	0.035	0.595	0.124	0.068	-0.023	0.680
17	23221	0.770	0.015	0.026	0.143	0.051	0.072	-0.024	0.851
18	23222	0.968	0.110	-0.001	0.141	0.951	0.117	-0.009	0.131
19	23224	0.969	0.095	-0.002	-0.052	0.954	0.214	-0.006	0.019
20	23225	0.967	0.160	-0.005	-0.043	0.967	0.003	-0.003	0.073
21	23169	0.963	-0.005	0.584	0.026	0.015	0.002	0.788	-0.007
22	23176	0.945	0.003	0.814	0.429	0.287	-0.016	0.119	0.034
23	16313	0.961	0.058	0.022	0.537	0.788	0.133	-0.022	0.171
24	16312	0.967	0.101	-0.003	0.008	0.965	0.149	-0.001	0.062
25	16311	0.971	0.106	-0.003	-0.053	0.966	0.147	-0.005	0.037
26	16310	0.820	0.077	0.009	-0.046	0.516	0.738	-0.013	-0.033
27	16309	0.857	0.068	0.009	-0.035	0.570	0.725	-0.014	-0.031
28	16307	0.981	0.304	-0.002	-0.049	0.938	0.064	-0.004	0.054
29	16152	0.930	0.269	0.016	-0.008	0.392	0.839	-0.011	0.008
30	16151	0.799	0.071	0.009	-0.043	0.534	0.712	-0.014	-0.009
31	16126	0.768	0.252	0.004	0.053	0.703	0.427	-0.013	0.158
32	16150	0.975	0.208	0.001	-0.011	0.952	0.154	-0.005	0.045
33	16149	0.968	0.270	0.002	0.044	0.934	0.135	-0.007	0.044
34	16103	0.731	0.156	-0.003	0.654	0.512	0.059	-0.033	0.113
35	16125	0.926	0.242	0.000	0.138	0.901	0.176	-0.009	0.072
36	16124	0.935	0.141	-0.003	0.128	0.936	0.098	0.004	0.112
37	16147	0.967	0.160	0.000	0.197	0.935	0.125	0.012	0.102
38	16146	0.962	0.154	-0.001	0.185	0.464	0.109	-0.002	0.823
39	16104	0.931	0.012	0.007	0.540	0.119	0.076	0.006	0.787
40	16123	0.964	0.242	0.001	0.396	0.746	0.055	0.029	0.442
41	16145	0.942	0.015	0.008	0.590	0.097	0.091	0.003	0.759
42	16122	0.955	-0.020	0.006	0.450	0.028	0.080	0.001	0.863
43	16144	0.425	-0.005	0.014	0.085	-0.001	0.050	0.027	0.644
44	16143	0.960	-0.030	0.016	0.847	0.036	0.052	-0.001	0.498
45	16121	0.556	-0.029	0.019	0.839	0.045	0.060	-0.013	0.496
46	16142	0.987	-0.032	0.032	0.949	0.051	0.036	0.005	0.264
47	16105	0.990	-0.032	0.048	0.968	0.053	0.031	-0.023	0.213
48	16120	0.989	-0.031	0.038	0.892	0.043	0.053	0.017	0.430
49	16106	0.964	-0.030	0.106	0.973	0.069	0.024	0.016	0.020
50	16119	0.946	-0.029	0.182	0.948	0.060	0.016	0.089	-0.009
51	16107	0.971	-0.026	0.688	0.699	0.048	0.003	0.072	0.016
52	16118	0.842	-0.010	0.897	0.191	0.017	-0.012	0.030	-0.015
53	16117	0.988	-0.010	0.992	0.068	0.012	-0.008	0.000	0.000
54	16116	0.983	-0.008	0.977	0.016	0.007	-0.012	0.168	0.004
55	16141	0.993	-0.009	0.976	0.021	0.006	-0.009	0.199	0.025
56	16108	0.991	-0.010	0.994	0.000	0.008	-0.002	0.052	0.021
57	16139	0.976	-0.010	0.966	0.007	0.008	-0.009	0.209	0.016
58	16138	0.929	-0.011	0.912	0.021	0.004	-0.003	0.301	0.079
59	16115	0.980	-0.010	0.993	-0.009	0.009	-0.011	0.118	0.011
60	16136	0.959	-0.010	0.963	-0.008	0.007	-0.009	0.177	0.033
61	16135	0.976	-0.008	0.811	0.023	0.007	-0.002	0.563	0.026
62	16109	0.924	-0.010	0.826	0.003	0.005	-0.005	0.491	0.029
63	16129	0.974	-0.009	0.894	0.012	0.016	-0.005	0.416	0.036
64	16133	0.885	-0.006	0.601	0.036	0.005	0.002	0.723	0.009
65	16132	0.877	-0.005	0.452	0.041	0.005	0.005	0.819	0.002
66	16112	0.899	-0.004	0.257	0.029	0.005	0.010	0.912	0.018
67	16114	0.937	-0.006	0.592	0.035	0.008	0.003	0.765	-0.002
68	16110	0.870	-0.005	0.330	0.025	0.005	0.009	0.872	0.028
69	16131	0.746	-0.001	0.333	0.059	0.009	0.011	0.794	-0.002
70	16130	0.880	-0.002	0.298	0.054	0.009	0.011	0.888	-0.015
71	16113	0.983	-0.003	0.315	0.035	0.010	0.010	0.940	0.000
72	16111	0.686	-0.001	0.032	0.027	0.011	0.016	0.827	0.016
73	16156	0.927	0.003	0.005	0.490	0.329	0.230	0.057	0.723
74	16157	0.972	-0.026	0.107	0.940	0.117	0.041	0.029	0.243
75	16158	0.886	0.035	0.043	0.528	0.303	0.467	0.059	0.539
76	16159	0.849	0.040	0.009	0.454	0.486	0.225	0.015	0.594
77	16161	0.967	0.000	0.021	0.089	0.256	0.943	-0.016	0.066
78	16162	0.532	0.036	0.009	0.134	0.240	0.574	-0.012	0.020
79	16163	0.856	0.058	-0.001	0.133	0.822	0.300	-0.009	0.253
80	16155	0.652	0.061	-0.002	0.167	0.596	0.299	-0.020	0.419

	COMM.	1	2	3	4	5	6	7	
81	16166	0.890	0.066	0.022	0.251	0.578	0.624	-0.014	0.299
82	16167	0.459	0.161	0.008	-0.003	0.500	0.425	-0.010	-0.046
83	16169	0.907	0.287	0.011	0.328	0.599	0.528	0.012	0.281
84	16170	0.653	0.023	0.041	0.023	0.131	0.774	-0.017	0.182
85	16172	0.848	0.231	0.010	0.141	0.543	0.622	-0.009	0.303
86	16173	0.691	-0.008	0.013	-0.017	0.034	0.830	-0.016	-0.022
87	16174	0.954	-0.012	0.014	-0.019	0.048	0.978	-0.015	-0.059
88	16175	0.961	-0.004	0.014	0.120	0.132	0.963	-0.021	0.047
89	16176	0.884	-0.005	0.014	0.067	0.189	0.914	-0.016	0.090
90	16178	0.536	-0.011	0.004	0.226	0.064	0.542	0.051	0.429
91	16179	0.936	-0.013	0.013	-0.005	0.068	0.958	-0.014	0.116
92	16180	0.904	0.011	0.012	0.042	0.357	0.879	-0.016	0.046
93	16181	0.721	0.012	-0.004	-0.041	0.225	0.066	-0.006	0.815
94	16183	0.570	-0.005	0.007	0.228	0.049	0.059	-0.021	0.715
95	16184	0.344	-0.001	0.018	0.097	0.005	0.023	0.012	0.578
96	16185	0.856	-0.020	0.040	0.520	0.009	0.059	0.041	0.767
97	16186	0.864	-0.025	0.062	0.693	0.026	0.051	0.070	0.609
98	16187	0.974	-0.031	0.036	0.958	0.050	0.032	0.027	0.221
99	16188	0.978	-0.031	0.057	0.981	0.056	0.021	0.033	0.060
100	16189	0.901	-0.020	0.847	0.398	0.022	0.004	0.073	0.141
101	16190	0.942	-0.010	0.966	-0.011	0.007	-0.012	-0.086	0.038
102	16191	0.937	-0.009	0.929	0.014	0.014	0.022	0.259	0.028
103	16192	0.401	0.000	-0.022	0.022	0.011	0.016	0.632	0.020
104	193-1	0.999	0.984	0.008	0.019	0.173	0.012	-0.001	0.011
105	193-2	0.999	0.999	0.005	-0.001	0.425	-0.011	-0.001	0.020
106	193-3	0.995	0.853	0.006	-0.007	0.508	0.097	-0.003	0.016
107	193-4	0.996	0.957	0.007	0.010	0.282	0.021	-0.002	0.013
108	193-5	0.998	0.990	0.008	0.022	0.130	0.027	-0.001	0.009
109	193-6	0.997	0.977	0.007	0.015	0.205	0.003	-0.001	0.015
110	193-7	0.998	0.989	0.008	0.020	0.136	0.007	-0.001	0.012
111	193-8	0.999	0.979	0.008	0.017	0.196	0.012	-0.001	0.012
112	193-9	0.999	0.978	0.008	0.017	0.203	0.022	-0.001	0.011
113	19310	0.997	0.981	0.008	0.018	0.183	0.021	-0.001	0.014
114	19311	0.999	0.994	0.008	0.022	0.099	0.017	-0.001	0.011
115	19312	0.998	0.996	0.009	0.025	0.073	0.027	-0.001	0.007
116	19313	0.998	0.993	0.008	0.022	0.109	0.010	-0.001	0.013
117	19314	0.998	0.984	0.008	0.018	0.172	0.012	-0.001	0.011
118	19315	0.997	0.990	0.008	0.026	0.128	0.026	-0.001	0.010
119	19316	0.999	0.994	0.008	0.022	0.104	0.014	-0.001	0.010
120	19317	0.999	0.992	0.009	0.022	0.118	0.021	-0.001	0.012
121	19318	0.998	0.991	0.008	0.021	0.122	0.009	-0.001	0.012
VARIANCE		15.475	17.075	13.299	17.647	11.127	7.143	8.321	
CUM. VAR		15.475	32.550	45.849	63.496	74.623	81.767	90.088	

TABELLE 10

VARIMAX FACTOR SCORE MATRIX

VAR.	1	2	3	4	5	6	7
N.LABRAD	-0.001	0.001	-0.010	0.006	0.009	0.000	0.023
A.GALLOW	0.005	0.003	0.004	0.008	0.049	-0.001	0.036
T.PSEUDO	0.006	0.000	0.000	0.003	0.002	0.000	-0.002
T.SAGITT	-0.009	0.001	-0.012	0.048	0.059	-0.001	-0.024
M.ZAANDA	-0.007	-0.008	-0.019	-0.016	0.065	-0.012	0.847
C.LOBATU	-0.014	0.014	-0.020	0.049	0.955	-0.016	-0.080
C.REFULG	-0.002	0.000	-0.006	0.036	0.055	-0.001	-0.003
D.BERTHE	0.002	0.013	0.009	0.046	0.008	0.008	-0.009
H.CONCEN	-0.001	0.000	-0.002	0.013	0.000	0.000	-0.002
C.OBTUSA	0.023	0.005	0.031	0.147	0.073	-0.004	-0.044
C.LAEVIG	0.934	0.010	0.034	-0.083	0.018	0.000	0.004
T.ANGULO	0.085	-0.007	-0.061	0.973	-0.064	-0.002	0.033
L.APIDPL	-0.001	0.001	0.001	0.004	0.004	0.000	-0.001
C.SUBGLO	0.003	0.207	0.080	0.003	-0.009	-0.116	-0.025
F.LUCIDA	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000
B.DIFFOR	0.002	-0.001	0.003	0.006	0.005	0.001	0.001
B.MARGIN	0.038	-0.001	0.000	0.011	-0.001	0.000	0.000
E.EXCAVA	0.003	-0.002	-0.015	0.018	0.141	0.005	0.067
ELPH.SSP	-0.002	-0.001	-0.004	0.007	0.056	0.001	0.025
C.RENIFO	-0.006	0.023	0.173	-0.012	0.039	0.035	0.392
F.LAEVIG	0.000	0.001	-0.001	0.004	0.000	0.001	0.005
D.SEMIPU	-0.004	0.001	-0.008	0.018	0.043	-0.001	-0.007
P.WILLIA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000
FISS.SSP	-0.001	0.005	0.008	0.007	0.004	0.002	0.005
G.ORBICU	-0.004	0.000	-0.005	0.014	0.028	-0.002	0.018
M.SUBROT	0.000	0.003	-0.002	-0.007	0.056	-0.002	0.000
U.FINIST	-0.007	-0.006	0.022	0.059	-0.018	0.000	-0.015
T.GLOBIG	-0.002	0.004	0.010	0.009	-0.004	0.005	0.012
P.SUBCAR	-0.001	0.000	0.001	0.008	0.002	0.000	-0.001
B.NEIOSA	0.001	0.000	-0.001	0.003	0.001	0.000	0.000
H.BALTHI	0.014	-0.001	0.002	0.012	-0.003	0.000	-0.002
LENT.SSP	-0.001	0.000	0.000	0.005	0.001	0.000	0.001
P.BULLOI	-0.007	-0.005	0.045	0.015	0.002	-0.002	0.203
S.RAMOSA	0.000	0.000	0.001	0.000	0.002	0.000	0.002
R.DIFFLU	0.007	0.004	-0.027	-0.023	-0.004	-0.002	0.190
B.CF.ROB	-0.005	0.000	0.000	0.014	0.009	-0.002	0.025
A.GLOMER	-0.003	0.008	0.017	0.013	-0.003	0.001	0.012
PROTE.SP	0.000	0.000	0.000	0.001	0.006	0.000	0.000
E.ALBUM	0.000	0.000	0.000	0.000	0.009	0.000	-0.001
G.SUBGLO	-0.003	-0.001	0.004	0.008	0.108	-0.002	0.008
T.FLUENS	-0.002	0.003	-0.037	0.009	-0.008	-0.003	0.109
R.GUTTIF	0.001	0.043	0.041	-0.004	-0.004	-0.011	0.050
T.FRIGID	0.000	-0.040	0.019	0.011	0.015	0.543	0.020
G.NEOSOL	-0.006	0.000	-0.003	0.025	0.006	0.001	-0.005
F.SCHREI	-0.001	0.000	0.003	0.002	-0.001	0.000	0.004
T.NANA	0.000	0.000	0.002	0.006	-0.002	0.001	0.003
P.LATERA	-0.001	0.004	0.004	0.003	0.002	0.004	0.001
F.SEMIMA	0.000	0.001	0.002	0.002	0.002	0.000	0.006
R.FUSIFO	0.002	0.000	0.011	-0.001	0.002	-0.001	0.006
I.HELENA	0.000	0.000	-0.001	0.000	0.001	0.000	0.018
I.NORCRO	0.000	0.003	-0.033	-0.004	0.003	-0.003	0.089
R.SCORPI	0.002	0.012	0.024	0.000	-0.001	-0.011	-0.005
C.WUELLE	-0.010	0.926	-0.043	0.005	-0.015	-0.150	0.019
D.UMBONA	-0.003	0.157	0.020	0.000	0.004	0.772	-0.005
E.EXIGUA	0.002	0.264	0.051	0.004	0.001	0.238	-0.052
A.AGGLUT	0.000	-0.005	0.000	0.001	0.001	0.109	-0.002
E.TUMIDU	0.000	0.009	0.010	0.000	0.000	0.029	-0.004
G.LAMARC	-0.001	0.019	0.008	0.000	0.000	-0.002	-0.005
N.AURICO	0.001	0.007	0.004	0.001	0.001	-0.003	-0.001
P.MURRHI	0.000	0.011	-0.002	0.000	0.002	0.013	0.001
R.DISTAN	0.002	0.005	-0.025	-0.008	-0.002	0.005	0.066
C.TERETI	-0.030	0.001	0.970	0.059	0.012	-0.043	-0.043
F.GUADRI	0.000	0.001	-0.001	-0.001	0.003	0.000	0.001
MILI.SSP	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.001	0.000
F.DRBYGN	0.000	0.000	0.001	0.002	0.003	0.000	0.002
F.MARGIN	-0.003	0.002	0.005	0.019	0.044	-0.002	-0.006
F.FUSIFO	0.003	0.000	0.000	-0.001	0.000	0.000	0.000
O.MELO	0.002	0.000	0.000	0.001	0.005	0.000	0.001
D.HEXAGO	-0.001	0.000	0.000	0.005	0.004	0.000	0.005
G.PRAEGE	0.001	0.000	0.001	0.008	0.004	0.000	-0.002
F.DANICA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.001
R.STABIL	0.005	0.004	-0.009	-0.038	0.124	-0.004	0.002
L.STRIAT	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000
B.TENERR	0.000	0.000	-0.002	-0.006	0.028	0.000	0.010
O.SEMINU	0.000	0.001	-0.001	-0.003	0.017	-0.001	0.000
K.BRADYI	-0.001	0.001	-0.003	0.003	0.016	-0.001	0.003
LAGE.SSP	0.001	0.002	0.000	0.000	0.006	-0.001	0.003
C.JEFFRE	0.002	0.002	0.000	0.015	0.000	-0.001	0.002
B.PSEUPL	0.001	0.000	0.002	0.004	0.000	0.000	-0.002
U.PYGMAE	-0.001	0.000	-0.001	0.002	0.002	0.000	0.003

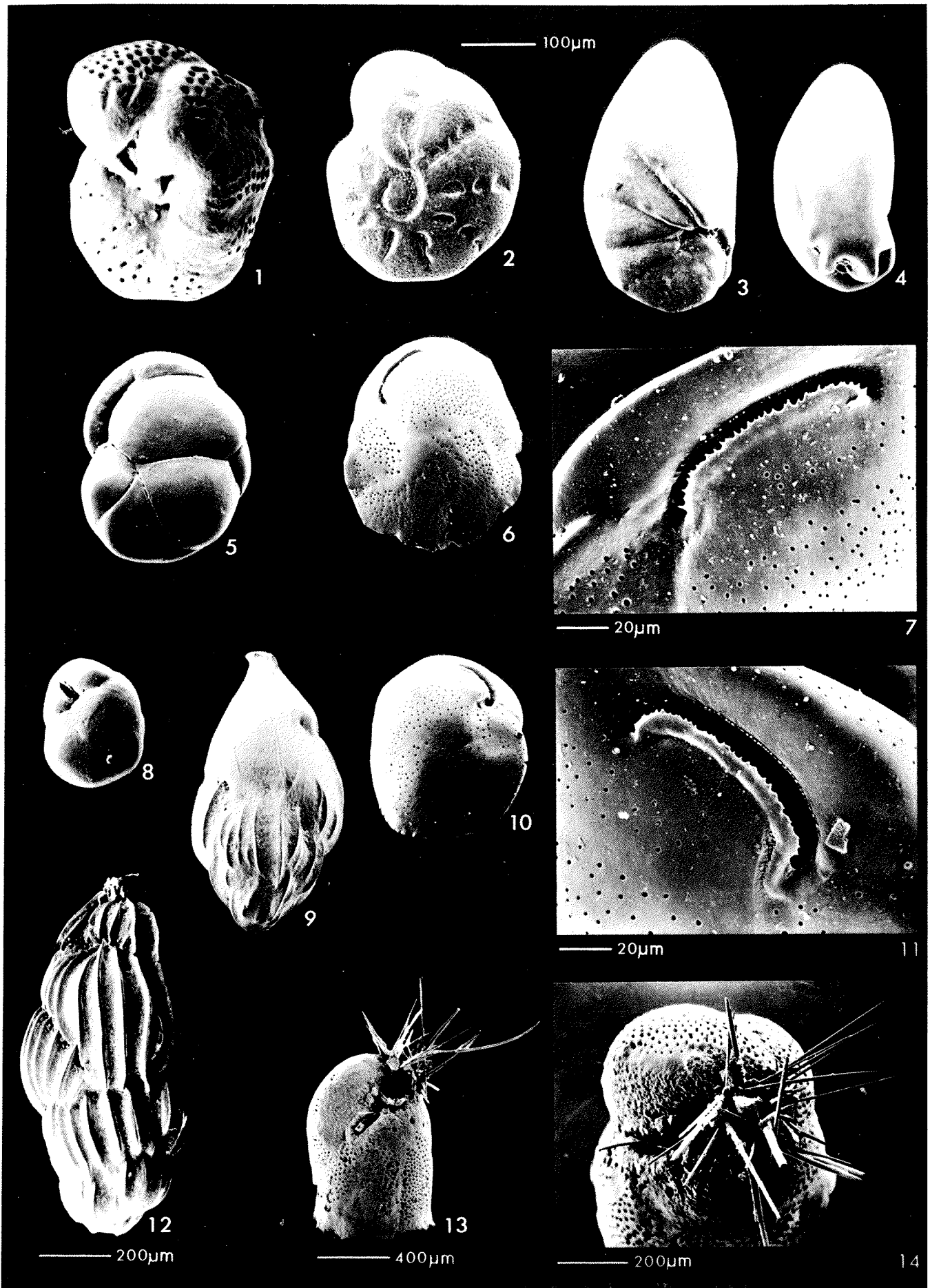
TABELLE 10 (Fortsetzung)

	1	2	3	4	5	6	7
P.FORNAS	0.000	0.000	-0.001	-0.003	0.009	0.000	0.001
B.COSTAT	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.001
ROSAL.SP	0.000	0.001	0.000	0.001	0.003	-0.001	0.000
QUING.SP	0.000	0.000	-0.001	-0.001	0.008	0.000	0.001
M.POMPIL	0.000	0.000	-0.001	-0.002	0.006	0.000	0.001
S.SCHLUM	0.000	0.000	-0.003	0.001	-0.001	0.000	0.008
ROBER.SP	0.000	0.000	-0.001	0.000	0.002	0.000	0.001
R.PUMILU	0.000	0.000	0.000	0.003	0.005	0.000	-0.002
AMMO.SP	0.000	0.003	0.002	0.002	0.001	0.001	0.000
I.ISLAND	-0.001	0.000	-0.001	0.002	0.002	0.000	0.000
T.SULLAT	0.001	0.001	-0.002	0.000	0.000	0.000	0.007
V.MEDIA	0.012	0.000	0.001	-0.001	-0.001	0.000	0.000
OTHERS	0.001	0.018	0.008	0.051	0.022	0.007	0.020

Erläuterungen zu TAFEL 1

Falls nicht gesondert angegeben, werden alle Vergrößerungen durch den 100 µm Balken am oberen Tafelrand gegeben.

- Fig. 1: Discanomalina semipunctata (BAILEY), St. 16124
- Fig. 2: Elphidium excavatum (TERQUEM), St. 16148
- Fig. 3, 4: Nonionella digitata NØRVANG, St. 16181
Fig. 3: Spiralseite
Fig. 4: Nabelseite, letzte Kammer fingerförmig über den Nabel gezogen
- Fig. 5: Cassidulina obtusa WILLIAMSON, St. 16307
- Fig. 6, 7, 10, 11: Cassidulina laevigata ORBIGNY
Fig. 6: St. 16307,
Fig. 7: Mündungsbereich desselben Exemplars stärker vergrößert
Fig. 10: St. 16193-1,
Fig. 11: Mündungsbereich desselben Exemplars stärker vergrößert
- Fig. 8: Globocassidulina subglobosa (BRADY), St. 16176
- Fig. 9: Trifarina angulosa (WILLIAMSON), St. 16124
- Fig. 12: Uvigerina mediterranea HOFKER, St. 23222
- Fig. 13, 14: Rupertina stabilis (WALLICH), St. 23156
Fig. 13: Seitenansicht mit im Mündungsbereich agglutinierten Schwammnadeln
Fig. 14: Mündung desselben Exemplars in Aufsicht



Erläuterungen zu TAFEL 2

Falls nicht gesondert angegeben, werden alle Vergrößerungen durch den 100 µm Balken am oberen Tafelrand gegeben.

Fig. 1: Cibicides lobatulus (WALKER und JACOB), St. 16125, (Über Kreuz gelegte Schwammnadeln dienen als Substrat?)

Fig 2: Textularia sagittula DEFRANCE, St. 16307, Seitenansicht, leicht gekippt

Fig. 3: Pullenia bulloides (ORBIGNY), St. 16105

Fig. 4: Cassidulina reniforme NØRVANG, St. 16185

Fig. 5, 6, 11, 12: Cassidulina teretis TAPPAN, St. 16185

Fig. 6: Mündungsbereich von Fig. 5 in stärkerer Vergrößerung

Fig. 12: Mündungsbereich von Fig. 11 in stärkerer Vergrößerung

Fig. 7, 8: Hanzawaia concentrica (CUSHMAN), St. 16126

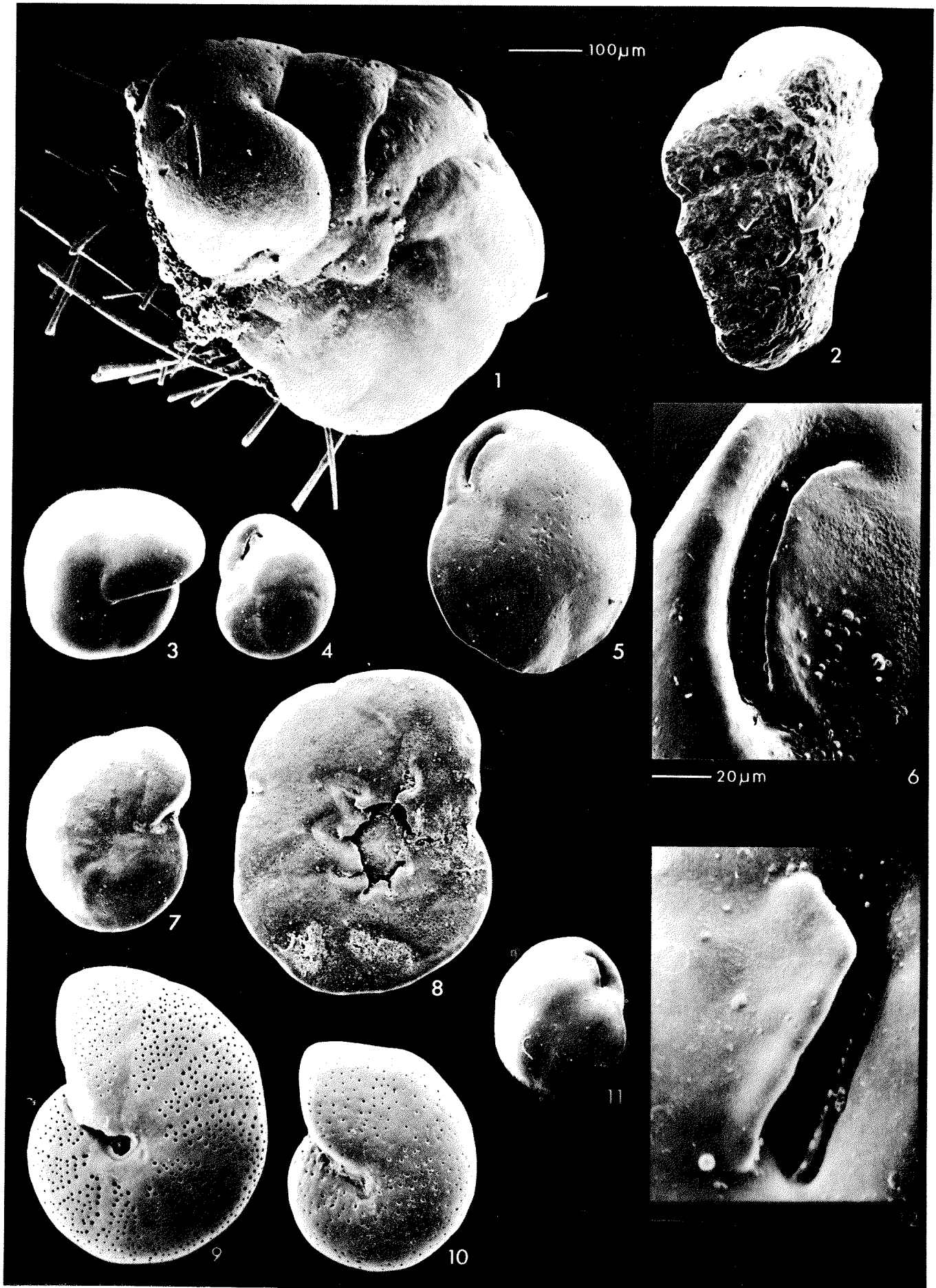
Fig. 7: Nabelseite

Fig. 8: Spiralseite

Fig. 9, 10: Melonis zaandami (VAN VOORTHUYSEN)

Fig. 9: St. 16307 aus 183 m Wassertiefe

Fig. 10: St. 16105 aus 1100 m Wassertiefe



Erläuterungen zu TAFEL 3

Die Vergrößerungen der Figuren 1 - 5 werden durch den 400 µm Balken in der oberen Tafelhälfte gegeben.

Fig. 1, 2: Cribrostomoides subglobosum (SARS)

Fig. 1: St. 16106, leicht gekippt

Fig. 2: St. 23210

Fig. 3: Crithionina pisum GOES var. hispidula FLINT, St. 23200, aufgebrochenes Exemplar, das das organische Material des Tieres zeigt

Fig. 4, 5: Reophax scorpiurus MONTFORT, St. 23210

Fig. 5: typisches Exemplar, das C. subglobosum agglutiniert

Die Vergrößerungen der Figuren 6 - 15 werden durch den 100 µm Balken in der unteren Tafelhälfte gegeben.

Fig. 6, 7: Oridorsalis umbonatus (REUSS), St. 16111

Fig. 6: Spiralseite

Fig. 7: Nabelseite

Fig. 8, 9: Epistominella exigua (BRADY), St. 16105

Fig. 8: Spiralseite

Fig. 9: Nabelseite

Fig. 10, 11: Triloculina frigida LAGOE, St. 16111

Fig. 11: Seitenansicht

Fig. 10: dasselbe Exemplar, das den kaum ausgebildeten bifiden Zahn zeigt

Fig. 12: Ammobaculites agglutinans (ORBIGNY), St. 16129

Fig. 13: Reophax diffluqiformis BRADY, St. 16106

Fig. 14: Cibicidoides wuellerstorfi (SCHWAGER), St. 16118

Fig. 15: Eponides tumidulus (BRADY), St. 16111

