

**Struktur und Kohlenstoffbedarf des Makrobenthos
am Kontinentalhang Ostgrönlands**

**Macrobenthic structure and carbon demand at the
continental margin off East Greenland**

Dan Seiler

**Ber. Polarforsch. 307 (1999)
ISSN 0176 - 5027**

Dan Seiler

Institut für Polarökologie
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Wischhofstr. 1-3, Geb. 12
D-24148 Kiel

Druckfassung einer Dissertation für die Mathematisch-Naturwissenschaftliche
Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Printed version of a Ph.D thesis of the Mathematisch-Naturwissenschaftliche
Fakultät of the University of Kiel

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	III
Summary	V
1. Einleitung	1
2. Das Untersuchungsgebiet	4
2.1. Physiographie.....	4
2.2. Hydrographie.....	4
2.3. Eisbedeckung und Partikelfluß.....	7
3. Material und Methoden	9
3.1. Geräte und Probennahme.....	10
3.1.1. Großkastengreifer (GKG).....	10
3.1.2. Multicorer (MUC).....	10
3.1.3. Epibenthoschlitten (EBS).....	12
3.1.4. Probennahme für Makrofaunaparameter.....	12
3.1.5. Probennahme für Sedimentparameter.....	13
3.2. Probenauswertung und Datenanalyse.....	14
3.2.1. Bestimmung des Biovolumens.....	14
3.2.2. Bestimmung der Biomasse.....	16
3.2.3. Zonierung.....	17
3.2.4. Abschätzung von Respiration und Kohlenstoffbedarf.....	18
4. Ergebnisse	20
4.1. Sedimentologische und biogeochemische Parameter.....	20
4.2. Makrobenthos.....	24
4.2.1. Morphometrie und Biomassebestimmung.....	24
4.2.2. Zonierung, Abundanz, Biomasse und Zusammensetzung.....	26
4.2.3. Größenstruktur.....	35
4.2.4. Kohlenstoffbedarf.....	41
4.3. Epibenthos.....	42
4.3.1. Abundanz, Biomasse und Zusammensetzung.....	42
4.3.2. Größenstruktur.....	43

5. Diskussion	45
5.1. Methoden.....	45
5.2. Ergebnisse.....	48
5.2.1. Zonierung, Abundanz, Biomasse und Zusammensetzung.....	48
5.2.2. Größenstruktur.....	52
5.2.3. Kohlenstoffbedarf.....	57
5.2.4. Biomasseverhältnis Makrobenthos zu Mikro- und Meiobenthos.....	60
5.2.5. Sediment und Nahrungsversorgung.....	63
6. Literatur	70
Anhang	82
Danksagung	96

Zusammenfassung

Über die Rolle makrobenthischer Organismen im benthischen Kohlenstofffluß ist generell nur wenig bekannt, da die Gesamtrespiration, und davon abgeleitet, der Kohlenstoffumsatz dieser Gemeinschaftsfraktion mit direkten Messungen des Sediment-Sauerstoffbedarfs nicht quantifiziert werden kann. Die Güte einer indirekten Abschätzung der jeweiligen Umsätze mit Hilfe allometrischer Funktionen ist abhängig von einer guten Kenntnis der Biomasse und Größenverteilung. Deshalb wurde in dieser Arbeit beispielhaft das Makrobenthos des Kontinentalhangs Ostgrönlands unter diesem Aspekt untersucht. Dafür wurden drei hangnormale Transekte, ein nördlicher im Bereich der Framstraße, ein zweiter bei 75°N und ein südlicher im Bereich der Dänemarkstraße, vom Schelf bis zur Tiefsee quantitativ beprobt. Insgesamt wurden 65 Großkastengreiferproben von 26 Stationen während der Expeditionen ARK X/1, ARK XI/2 und ARK XIII/1 des Forschungsschiffes „Polarstern“ und M36/3 des Forschungsschiffes „Meteor“ genommen und im Rahmen des Teilprojektes A3: „Besiedlungsmuster und Stoffeintrag im Benthos“ des Sonderforschungsbereichs 313: „Veränderungen der Umwelt: der nördliche Nordatlantik“ ausgewertet.

Entsprechend der geomorphologischen Einteilung wurden die Stationen in folgende Tiefenstufen unterschieden: Schelf (200 bis 400 m Wassertiefe), oberer (800 bis 900 m) und unterer (1300 bis 1400 m) Kontinentalhang, Kontinentalfuß (2600 bis 2700 m) und Tiefsee (3400 bis 3700 m). Mit Hilfe faunistischer Gemeinschaftsanalysen konnte gezeigt werden, daß diese Tiefenzonierung der makrobenthischen Gemeinschaftsstruktur entspricht.

Aus Gründen der Vergleichbarkeit von Tieren unterschiedlicher Gestalt wurde die Größe der Makrobenthosorganismen als Durchmesser einer Kugel mit demselben Rauminhalt wie das Volumen des Tieres dargestellt (Equivalent Spherical Diameter, ESD). Der in dieser Arbeit quantitativ erfaßte Größenbereich, auf den sich im folgenden *per definitionem* der Terminus „Makrobenthos“ bezieht, reichte von 0,5 bis 16 mm ESD. Alle gesammelten Tiere wurden vermessen. Die Körpervolumina von Tieren aus repräsentativen Unterproben wurden mit Hilfe eines Volumeters bestimmt und taxon-spezifische Formfaktoren ermittelt, die die eindimensionalen Körpermaße mit dem Volumen in Beziehung setzten. Mit diesen Faktoren konnten dann die Körpervolumina aller Tiere berechnet werden. Weiterführend wurden aus diesen Daten die Körper-Biomassen mit Hilfe taxonspezifischer Dichte-Faktoren berechnet. Die Größenverteilung wurde für die makrobenthischen Gemeinschaften in den verschiedenen Regionen und Tiefenstufen mit Hilfe des „Sheldon“-Spektrums dargestellt, in dem für jede der oktaven-skalierten ESD-Klassen die jeweiligen akkumulativen Biomassen aufgetragen wurden. Die gesamte makrobenthische Biomasse ergab sich aus der Aufsummierung aller Größenklassen.

Abundanz und Biomasse des Makrobenthos waren mit der Besiedlung von Kontinentalhängen anderer Meeresgebiete vergleichbar und zeigten eine exponentielle Abnahme mit der Wassertiefe. Die höchste Abundanz wurde auf dem Schelf in der Dänemarkstraße mit 4540 Tieren m⁻² und die niedrigste bei 3400 m Tiefe in der Framstraße mit 188 Tieren m⁻² ermittelt. Die Biomasse schwankte entsprechend zwischen 77 mg C m⁻² in der Tiefsee und 1785 mg C m⁻² auf dem Schelf. Innerhalb der Tiefen-

Zusammenfassung

stufen gab es keine signifikanten Unterschiede in Abundanz oder Biomasse zwischen dem 75°N- und dem Dänemarkstraßen-Schnitt.

Eine Untersuchung der Beziehungen zwischen Sedimentparametern und makrobenthischen Gemeinschaftsstrukturen ergab keinen Zusammenhang zwischen Siltanteil im Sediment und Abundanz bzw. Biomasse, aber zwischen dem Verteilungsmuster der Korngrößenfraktionen und dem faunistischen Verteilungsmuster wurde eine signifikante Korrelation gefunden.

Die Größenstruktur des Makrobenthos am Kontinentalhang Ostgrönlands fügt sich in das aus anderen Meeresgebieten bekannte Muster. Die Abundanz pro Größenklasse nahm in allen Tiefenstufen der drei Untersuchungsgebiete exponentiell mit steigender Größenklasse ab, die Biomasse dagegen exponentiell zu. In der kleinsten Größenklasse (0,5 bis 1 mm ESD) wurden Biomassewerte zwischen $0,3 \text{ mg C m}^{-2}$ und $8,6 \text{ mg C m}^{-2}$ bestimmt, in der größten (8 bis 16 mm ESD) zwischen 442 mg C m^{-2} und 2103 mg C m^{-2} . Die Biomassespektren der verschiedenen Regionen und Tiefenstufen unterschieden sich, ließen aber keinen Trend hinsichtlich Wassertiefe oder geographischer Breite erkennen. Entscheidenden Einfluß auf die Größenstruktur und damit auf die durchschnittliche Körpermasse hatten die seltenen aber großen Schwämme.

Auf den Stationen im Untersuchungsgebiet lag der mit Hilfe allometrischer Beziehungen aus den Biomassen und Größenverteilungen geschätzte Kohlenstoffbedarf des Makrobenthos zwischen $1 \text{ mg C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ und $31 \text{ mg C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ und nahm signifikant mit der Wassertiefe ab. Die Werte in der Framstraße waren mit durchschnittlich $3 \text{ mg C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ geringer als auf den beiden anderen Schnitten ($8,5 \text{ mg C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ und $10 \text{ mg C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$). Um den Anteil der Makrofauna am Kohlenstoffbedarf des Benthos abzuschätzen, wurde der berechnete makrobenthische Kohlenstoffbedarf mit dem gemessenen Sediment-Sauerstoffverbrauch ins Verhältnis gesetzt, wobei sich allerdings keine Korrelation ergab. Die anhand des ATP- und DNA-Gehaltes des Sediments geschätzte Biomasse des Mikro- und Meiobenthos war gleichfalls nicht mit der Makrobenthos-Biomasse korreliert, allerdings auch nicht mit dem Sediment-Sauerstoffverbrauch. Aufgrund der fleckenhaften Verteilung des Benthos und der verschiedenen Methoden führten diese Betrachtungen zu keinem Ergebnis.

Die relativen Unterschiede im Nahrungseintrag, der dem Benthos potentiell zur Verfügung steht, wurden mit Hilfe einer der Literatur entnommenen Funktion geschätzt, die den Partikelfluß am Meeresboden in Abhängigkeit von der Meereisbedeckung und der Wassertiefe modelliert. In zwei Fällen lag der Kohlenstoffbedarf des Makrobenthos um ein Vielfaches über den modellierten Partikelflußwerten. Die Ausnahmen bildeten zwei Stationen mit hoher Schwamm-Biomasse. Berücksichtigte man diese Stationen nicht, so war der makrobenthische Kohlenstoffbedarf signifikant mit dem Partikelfluß korreliert. Dieser Befund weist auf die Bedeutung der pelago-benthischen Kopplung für die makrobenthischen Gemeinschaften hin. An Stationen mit sowohl hoher Schwamm- als auch hoher Gesamtbiomasse scheint der Einfluß lateraler Advektion von Bedeutung zu sein.

Summary

Generally only little is known about the role of macrobenthic organisms in carbon flux because macrobenthic respiration and deducted carbon flux can not be quantified by direct measurement of the sediment oxygen demand. The quality of an indirect evaluation of carbon demands by allometric functions depends on good knowledge of biomass and size distribution. In this study therefore macrobenthos at the continental margin of East Greenland was investigated exemplary under this aspect. For this purpose three down-slope transects were sampled quantitatively from shelf to abyssal plain: a northern transect in the Fram Strait, a second at 75°N and a southern transect in the Denmark Strait. A total of 65 giant box corer samples from 26 stations were taken during RV "Polarstern" expeditions ARK X/1, ARK XI/2 and ARK XIII/1 and RV "Meteor" expedition M36/3. The study was embedded in the Teilprojekt A3: "Benthic processes and community patterns" of the Sonderforschungsbereich 313: "Global Environmental Change: The Northern North Atlantic".

According to geomorphological classification the stations represented five depths: the shelf (200 to 400 m water depth), the upper (800 to 900 m) and lower (1300 to 1400 m) continental slope, the continental feet (2600 to 2700 m) and the abyssal plain (3400 to 3700 m). Faunistic community analysis demonstrated that this zonation reflected the macrobenthic community structure.

For comparability reasons the size of the macrobenthic organisms was expressed as diameter of a sphere of equal volume as the biovolume of the animal (Equivalent Spherical Diameter, ESD). The size classes of this study, to which the term "macrobenthos" refers in the following ranged from 0.5 to 16 mm ESD. The body axes of all sampled animals were measured. With the help of a volumeter, taxon specific factors were determined which converted body lengths and widths into volumes. On the basis of these data, biomass was then calculated with the help of taxon specific density factors. Size distribution of macrobenthic communities of the different regions and at different depths were shown in Sheldon spectra. Total biomass represented the sum of all log₂ size-classes.

Abundance and biomass values of the macrobenthos were comparable to values from other continental slopes and showed an exponential decrease with depth. Abundance maximum was determined at the shelf in Denmark Strait with 4540 Ind m⁻² and the minimum with 188 Ind m⁻² in 3400 m depth in the Fram Strait. Biomass varied accordingly between 77 mg C m⁻² at the abyssal plain and 1785 mg C m⁻² on the shelf. Within a particular depth no significant differences between the 75°N and the Denmark Strait transect were found.

Investigation of the relationship between sediment parameters and macrobenthic community structure revealed no relationship between abundance or biomass and the sediment silt content. Yet, a significant correlation was found between texture and faunistic distribution pattern.

Summary

Macrobenthic size structure at the continental margin off East Greenland corresponded to the pattern of other marine regions. Abundance per size class decreased exponentially in all depth zones of the three study areas, biomass on the other hand increased exponentially. Biomass values between 0.3 mg C m^{-2} and 8.6 mg C m^{-2} were found in the smallest size class (0.5 to 1 mm ESD), values between 442 mg C m^{-2} and 2103 mg C m^{-2} in the biggest (8 to 16 mm ESD). Biomass spectra of the different areas and depths differed but no trend with respect to water depth or geographic latitude was discernible. Rare but large sponges had decisive influence on the size structure and thereby on the mean body mass.

At all stations of the study area macrobenthic carbon demand, as estimated from biomass via allometric functions, ranged between $1 \text{ mg C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ and $31 \text{ mg C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ and decreased significantly with depth. The values in Fram Strait with average $3 \text{ mg C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ were lower than the values from the other transects ($8.5 \text{ mg C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ and $10 \text{ mg C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$). The calculated macrobenthic carbon demand was compared with the sediment oxygen demand to estimate the share of the macrofauna in the carbon demand of the benthos but no correlation was found. Biomass of micro- and meiobenthos, which was estimated by ATP and DNA contents of the sediment, poorly correlated with macrobenthos biomass and sediment oxygen demand. Patchy distribution of the benthos and the different methods these considerations led to no result.

Relative differences in food supply potentially available to the benthos were estimated with the help of an equation taken from literature. The latter models particle flux at the seafloor in relation to sea ice cover and water depth. In two cases the carbon demand of the macrobenthos manifold exceeded the modelled particle flux values. These were two stations with high sponge biomass. Excluding these stations, macrobenthic carbon demand significantly correlated to the particle flux. This finding revealed the importance of the benthic-pelagic coupling for macrobenthic communities. At stations with both high sponge biomass and high total biomass, the influence of lateral advection seemed to be important.

1. Einleitung

Ozean und Atmosphäre tauschen an der Meeresoberfläche ständig Energie, Impuls und Stoffe miteinander aus und beeinflussen dadurch gegenseitig ihren thermodynamischen Zustand sowie ihre chemische Zusammensetzung. Vor dem Hintergrund weltweiter Klimaveränderungen hat das hohe Aufnahmevermögen des Ozeans für Wärme und Gase, vor allem für Kohlendioxid (CO₂), eine große Bedeutung (Hedges, 1992).

Das Europäische Nordmeer, insbesondere die Grönlandsee als Ort der Tiefenwasserbildung, gilt als Antriebszelle des Weltklima-bestimmenden ozeanischen Zirkulationssystems. Mit dem Golfstrom gelangt warmes Oberflächenwasser in die Grönlandsee, wo es so stark abkühlt, daß Meereis gebildet wird. Die Abkühlung und das bei der Eisbildung freigesetzte Salz erhöhen die spezifische Dichte des Oberflächenwassers, so daß es in die Tiefe sinkt. Von dort zieht es als „North Atlantic Deep Water“ (NADW) aus dem nordatlantischen Becken bis in den Indischen Ozean und den Pazifik (Reid & Lynn, 1971), bevor es in Auftriebsgebieten wieder an die Oberfläche steigt und sich erwärmt. Während das Oberflächenwasser in der Grönlandsee abkühlt, werden atmosphärisches CO₂ und Sauerstoff physikalisch entsprechend dem Konzentrationsgradienten zwischen Oberflächenwasser und Atmosphäre im Wasser gelöst und gelangen so bei der Tiefenwasserbildung in die Tiefe. Daneben wird CO₂ aber auch von Primärproduzenten (Phytoplankton) aufgenommen und mittels Photosynthese in organisches Material umgewandelt. Ein Teil dieses organischen Kohlenstoffs sedimentiert zum Meeresboden, wo er den Bodenorganismen (Benthos) als Nahrungsquelle dient oder durch Einschluß in das Sediment dem Kohlenstoffkreislauf langfristig entzogen wird.

Der Sonderforschungsbereich 313 der Universität Kiel „Veränderungen der Umwelt: der nördliche Nordatlantik“, in dessen Rahmen diese Arbeit angefertigt wurde, untersucht, inwieweit biologische Prozesse zu einer CO₂-Anreicherung im Tiefenwasser beitragen oder gar zu einer dauerhaften Kohlenstoffablagerung am Meeresboden führen. Die Berechnung eines Kohlenstoffbudgets für das Europäische Nordmeer ist ein Ziel des SFB 313, der damit thematisch in enger Beziehung zu internationalen Großprojekten wie GLOBAL CHANGE oder „Joint Global Ocean Flux Study“ (JGOFS) steht. Da innerhalb des marinen Kohlenstoffkreislaufs das Benthos als Bindeglied zwischen Remineralisierung und endgültiger Akkumulation von großer Bedeutung ist, erforscht der SFB 313 auch die Wechselbeziehungen zwischen den Mustern der benthischen Gemeinschaft und dem Partikelfluß zwischen Meeresboden, Sediment-Wasser-Grenzfläche und bodennaher Trübungsschicht (Graf, 1992). Die bilanzierenden Ansätze bieten die Möglichkeit, Senken oder Exportgebiete organischen Kohlenstoffs im Europäischen Nordmeer zu identifizieren.

Der benthische Kohlenstoffbedarf wird klassischerweise über den Sediment-Sauerstoffverbrauch (Sediment Oxygen Demand = SOD) ermittelt, wobei ein gasdicht versiegelter Sedimentkern bei *in situ* Temperatur und in völliger Dunkelheit inkubiert und die Sauerstoffabnahme im überstehenden Wasser gemessen wird. Mit dieser integrierenden Messung wird der benthische Kohlenstoffumsatz allerdings deutlich unterschätzt, weil die Respiration makro- und megabenthischer Organismen im

Summenparameter SOD aus methodischen Gründen nicht erfaßt wird (Grant et al., 1991).

Bei Untersuchungen auf dem Schelf des Barentsmeeres stellten Grebmeier & McRoy (1989) fest, daß über 60 % der Sauerstoffaufnahme auf die Makrofauna zurückzuführen sind. Auch Grant et al. (1991) und Piepenburg et al. (1995) weisen auf die Wichtigkeit der Makrofauna im Kohlenstoffkreislauf des Benthos hin. Da im Gegensatz zur Sedimentkerninkubation der Sauerstoffverbrauch der Makrofauna nicht direkt erfaßt werden kann, wurde er durch die Ermittlung individueller Respirationsraten und die anschließende Verknüpfung mit Abundanz- oder Biomassedaten abgeschätzt (Piepenburg & Schmid, 1996, 1997). Eine präzisere Möglichkeit, den benthischen Kohlenstoffbedarf zu schätzen, ist die Berechnung der Gemeinschaftsrespiration über die Größenverteilung (Gerlach et al., 1985; Schwinghamer et al., 1986; Grant & Schwinghamer, 1987; Edgar, 1990).

Frühere Untersuchungen haben gezeigt, daß Größenspektren mariner Weichbodengemeinschaften unabhängig von ihrer faunistischen Zusammensetzung relativ übereinstimmende Muster der Biomasseverteilung aufweisen (Schwinghamer, 1981), die Rückschlüsse auf ökologische Rahmenbedingungen (Schwinghamer, 1983), aber auch auf Produktivität und Stoffumsatz des Benthos (Gerlach et al., 1985) zulassen. Dieses Phänomen beruht darauf, daß die Intensität metabolischer Prozesse (Produktion und Respiration) heterotropher Organismen nicht nur von der taxonomischen Stellung oder Lebensweise, sondern mehr noch von der Körpergröße bestimmt wird. Diese Beziehung kann mit empirischen, allometrischen Funktionen dargestellt werden (Banse, 1982; Mahaut et al., 1995) und erlaubt es, bei bekannter Größenverteilung des Makrobenthos die Respiration und darüber hinaus den Kohlenstoffumsatz der Gemeinschaften abzuschätzen.

Im Vergleich zum Mittelmeer, Nord- oder Ostsee ist der nördliche Nordatlantik relativ unerforscht. Vor allem über die Biologie und Ökologie des Benthos, insbesondere am ostgrönländischen Kontinentalhang, ist derzeit nur wenig bekannt. Thematischer Schwerpunkt bisheriger Untersuchungen dort war der Zusammenhang zwischen der Reaktion des Benthos auf gepulste Nahrungseinträge (Graf, 1992; Graf et al., 1995), den Partikelfläüssen in der bodennahen Trübungsschicht (Ritzrau, 1990, 1994) und den benthischen Besiedlungsmustern (Mayer & Piepenburg, 1996; Piepenburg et al., 1997). Die Reaktion makro- und meiobenthischer Organismen auf Variationen im Partikelfluß wurden am Beispiel ausgewählter Schwamm- (Witte, 1995), Schlangensterne- (Piepenburg & Juterzenka, 1994) und Foraminiferenarten (Linke et al., 1995) im Detail untersucht. Außerdem wurde über die Taxonomie und Besiedlungsmuster peracarider Crustaceen (Brandt & Piepenburg, 1994; Brandt, 1995) und der Polychaetenfauna (Schnack, 1998) gearbeitet.

In dieser Arbeit wird die Größenstruktur des gesamten Makrobenthos am Kontinentalhang Ostgrönlands untersucht, um dessen Biomasse und Kohlenstoffbedarf über die Größenverteilung abzuschätzen. Dazu werden aus quantitativen Proben (Großkastengreifer) aus den Untersuchungsgebieten entlang des ostgrönländischen Kontinentalhangs Größen- und Biomassespektren der Makrobenthos-Gemeinschaften erstellt. Wenn im folgenden von Benthos die Rede ist, handelt es sich ausschließlich um

Zoobenthos, da sämtliche Probennahmen unterhalb der euphotischen Zone stattfanden und somit kein Phytobenthos beprobt wurde. Auf der Basis faunistischer Gemeinschaftsanalysen werden die Spektren aus einer als faunistisch distinkt identifizierten Zone zusammengefaßt, um so stratifizierte Kohlenstoffbilanzen für die benthische Makrofauna zu erhalten.

In dieser Arbeit soll insbesondere folgenden Fragen nachgegangen werden:

1. Welche Größenverteilung hat das Makrobenthos am Kontinentalhang Ostgrönlands? Ändert sich die Größenstruktur des Makrobenthos mit geographischer Breite und/oder Wassertiefe?
2. Welche Faktoren beeinflussen die Zusammensetzung und/oder die Größenstruktur des Makrobenthos am Kontinentalhang Ostgrönlands?
3. Können mit dem erweiterten Probenumfang die Verteilungsmuster der makrobenthischen Gemeinschaften von Mayer & Piepenburg (1996) und Schnack (1998) bestätigt werden?
4. Wie hoch ist die makrobenthische Biomasse und der über allometrische Beziehungen geschätzte makrobenthische Kohlenstoffbedarf für bestimmte Zonen?

2. Das Untersuchungsgebiet

2.1. Physiographie

Der ostgrönländische Kontinentalhang bildet die westliche Grenze des Europäischen Nordmeeres, einem Meeresgebiet, dessen äußere Begrenzung und innere Unterteilung von der plattentektonischen Entwicklung des Nordatlantiks geprägt ist. Wird der äußere Rahmen durch den amerikanischen (Grönland) und europäischen (Skandinavien) Kontinent bestimmt, so untergliedern subaquatische Schwellen das Gebiet in mehrere Tiefseebecken mit unterschiedlicher Tiefenausbildung (Perry, 1986; Weber, 1989). Diese morphologische Aufteilung hat starken Einfluß auf die Zirkulation der Wassermassen und die Lage ozeanischer Fronten (Johannessen, 1986). Der ostgrönländische Kontinentalrand als westliche Begrenzung dieses Beckens erstreckt sich von ca. 81°N (Nordost Rundingen) bis ca. 69°N (Kap Brewster) auf einer Länge von etwa 1350 km. An seinem nördlichen Ende liegt die Framstraße, die als etwa 600 km breite Meerenge zwischen Nordostgrönland und Spitzbergen den Arktischen Ozean mit dem Atlantik verbindet. Der ostgrönländische Schelf ist an dieser Stelle bis zu 300 km breit und durch ein ausgedehntes System von Bänken mit teilweise nur 100 m Tiefe gekennzeichnet. Der Kontinentalhang fällt steil ab. In der Framstraße beträgt die maximale Tiefe 5600 m. In der Mitte des ostgrönländischen Kontinentalhangs bei etwa 75°N ist der Schelf etwa 200 m tief und fast 200 km breit. Innerhalb von 50 km fällt der Kontinentalhang mit 20 bis 65 m pro Kilometer auf 2800 m ab. Im Zentrum der Grönlandsee erreicht die Tiefe im Grönlandseebecken 3700 m und im nördlich gelegenen Boreas Becken 3400 m. Am südlichen Ende des ostgrönländischen Kontinentalrandes wird der grönländische Schelf vom isländischen Schelf durch die etwa 275 km breite und nur 600 m tiefe Dänemarkstraße getrennt. Auch nördlich im Bereich des Scoresby-Beckens, das zwischen dem an dieser Stelle etwa 100 km breiten ostgrönländischen Schelf und dem Kolbeinsey-Rücken liegt, wird nur eine Tiefe von maximal 1600 m gemessen.

2.2. Hydrographie

Das Europäische Nordmeer umfaßt die drei hydrographischen Zonen Grönlandsee, Islandsee und Norwegensee (GIN Seas). Die Grönlandsee stellt die Hauptverbindung der arktischen Wassermassen mit dem Atlantischen Ozean dar. Sie wird im Norden von der Framstraße und im Westen von der grönländischen Küste begrenzt. Teile des Mittelatlantischen Rückens, im Süden der Jan-Mayen- und im Osten der Mohns-Rücken, bilden die anderen Abgrenzungen. Südlich davon erstreckt sich die Islandsee, deren südlicher und westlicher Teil von den Schelfgebieten Islands und Grönlands, unterbrochen durch die Dänemarkstraße, umrandet wird. Nach Osten hin wird sie durch den Jan-Mayen-Rücken begrenzt. Die Norwegensee als östlicher Bestandteil des Europäischen Nordmeeres befand sich außerhalb des Untersuchungsgebietes.

2. Das Untersuchungsgebiet

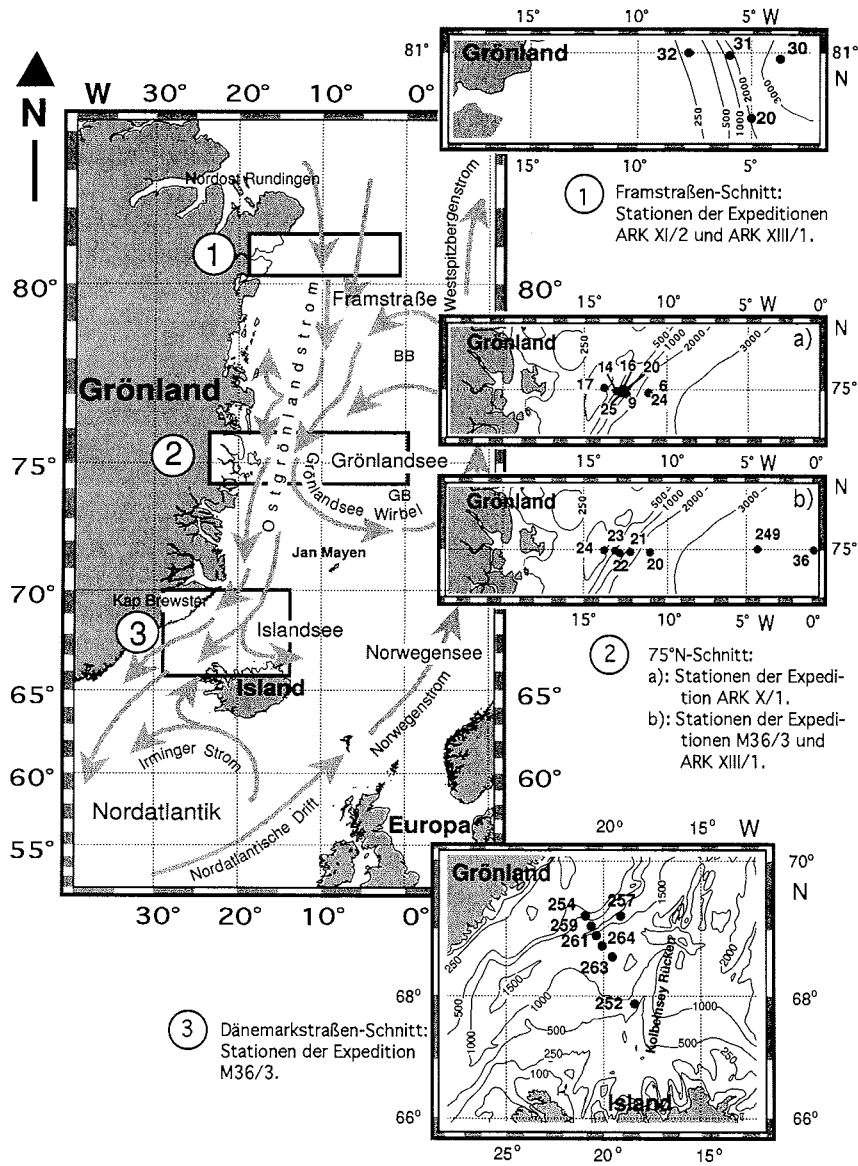


Abb. 2.1.

Das Untersuchungsgebiet am ostgrönländischen Kontinentalhang mit Detailkarten der Lage der Stationen. Tiefenangaben in Metern. Die Pfeile deuten die Oberflächenzirkulation an. BB = Boreas Becken, GB = Grönlandseebecken.

2. Das Untersuchungsgebiet

Im Europäischen Nordmeer entstehen durch Mischungs-, Abkühlungs- und Verdunstungsprozesse verschiedene Wassermassen aus dem warmen, salzreichen Nordatlantik-Wasser, dem kalten, salzarmen Polarwasser und dem arktischen Wasser (Koltermann, 1987; Rudels, 1989; Hopkins, 1991). Von besonderer Bedeutung ist die Bildung der Zwischen- und Tiefenwasser in der Grönland- und Islandsee (Carmack & Aagaard, 1973; Dickson et al., 1990). Diese Wassermassenbildungen basieren auf Vermischungsprozessen, die auf die durch winterliche Abkühlung verursachte, relativ geringe Stabilität der oberen Wasserschicht zurückzuführen sind (Clarke et al., 1990). Das sauerstoffreiche Tiefenwasser fließt über die Dänemarkstraße und die Island-Färöer-Schottland-Kanäle und breitet sich von dort über den gesamten Weltozean als Nordatlantisches Tiefenwasser (NADW) aus (Reid & Lynn, 1971; Swift, 1984; Hopkins, 1991).

Zwischen arktischem Wasser und warmem Atlantik-Wasser bildet sich die arktische Front (van Aken, 1991), die am östlichen Rand des Untersuchungsgebietes dem Mittelatlantischen Rücken (Knipovich-Rücken) folgt und in der Framstraße mit der Polarfront verschmilzt. Die Polarfront, eine Konturströmung, die eng mit dem grönländischen Kontinentalschelf korreliert ist (Perdue, 1982), grenzt das Polarwasser nach Osten hin vom arktischen Wasser ab und kennzeichnet die geringste Ausdehnung des Ostgrönlandstroms (Paquette et al., 1985).

Im Bereich des ostgrönländischen Kontinentalhangs lassen sich folgende Wassermassen unterscheiden: Die oberste Schicht bis 150 m Tiefe wird von „Polar Water“ (Temperatur $T < 0\text{ °C}$, Salzgehalt $S < 34$) aus dem arktischen Ozean gebildet. In dieser Schicht kann sich im Sommer durch Schmelzwassereinfluß eine stabile Halokline ausbilden. Darunter folgen das aus dem Westspitzbergenstrom rezirkulierte wärmere „Return Atlantic Water“ (bis 800 m, $T > 0\text{ °C}$, $S > 34,9$) und als unterste Wassermasse das in der Grönlandsee durch Konvektion gebildete „Greenland Sea Deep Water“ ($T < 0\text{ °C}$, $S = 34,9$). Dazwischen schiebt sich dicht am Kontinentalhang in einer Tiefe von ca. 1500-2000 m Tiefenwasser aus dem Polarbecken, zusammengesetzt aus „Eurasian Basin Deep Water“ und „Canadian Basin Deep Water“ ($T = -0,5\text{ °C}$, $S = 34,94$) (Birgisdottir, 1991; Hopkins, 1991; Budéus et al., 1995).

Die Oberflächenzirkulation im Untersuchungsgebiet (schematisch dargestellt in Abb. 2.1.) wird durch den bis in Tiefen von etwa 150 m reichenden Ostgrönlandstrom bestimmt (Aagaard & Coachman, 1968). Als westlicher Bestandteil eines durch Topographie und Strömungsmuster der nordatlantischen Wassermassen bedingten, windgetriebenen zyklonalen Wirbels (Aagaard, 1970; Smith, 1984) folgt er dem ostgrönländischen Schelfrand. Er führt polares, eisbeladenes Wasser aus dem Arktischen Ozean durch den westlichen Teil der Framstraße in die Islandsee. Dazu kommen wärmere, atlantische Wassermassen, die bei ca. 81°N aus dem Westspitzbergenstrom in den Ostgrönlandstrom rezirkuliert werden (Aagaard et al., 1987). Die Breite des Ostgrönlandstroms beträgt ca. 110 bis 120 km, und bedingt durch die Bodentopographie bildet der Strom Mäander mit Wellenlängen von 20 bis 40 km aus, wobei sich Wirbel abtrennen können. Im Kern beträgt die Strömungsgeschwindigkeit 30 bis 40 cm s^{-1} , mit der Tiefe und zum Schelf hin nimmt die Geschwindigkeit bis auf 5 cm s^{-1} ab. Die höchsten Strömungsgeschwindigkeiten erreicht der Ostgrönlandstrom im Winter mit bis zu 50 cm s^{-1} (Aagaard & Coachman, 1968;

Foldvik et al., 1988). In der Grönlandsee bildet ein rezirkulierender Ausläufer den Jan-Mayen-Strom und nördlich der Dänemarkstraße in der Islandsee ein zweiter den Islandstrom.

2.3. Eisbedeckung und Partikelfluß

Die Ostküste Grönlands und die westliche Seite der Framstraße sind ganzjährig von Meereis bedeckt. Der Grad der Eisbedeckung variiert saisonal und geographisch (Parkinson & Cavalieri, 1989; Parkinson, 1991, 1992) sehr stark, wobei es sich sowohl um einjähriges, im Untersuchungsgebiet entstandenes, als auch um mehrjähriges, mit der Transpolar drift durch die Framstraße herangeführtes Meereis handelt. Die Eissituation im Untersuchungsgebiet wird vom Ostgrönlandstrom geprägt (Parkinson et al., 1987), der die Eisschollen aus der Eisrandzone bis zur Südspitze Grönlands transportiert. Die ostwärtige Ausdehnung der Eisbedeckung reicht etwa bis zur Polarfront, die die Grenze zum wärmeren Oberflächenwasser der Grönlandsee bildet. Maximale Eisbedeckung herrscht zwischen Januar und April und minimale im August. Im langjährigen Mittel ist die Eisdecke im Norden zwischen Grönland und Spitzbergen geschlossen, bei 75°N reicht sie fast bis zum Zentrum der Grönlandsee und in der Dänemarkstraße bis über den ostgrönländischen Schelf.

Im Untersuchungsgebiet ist die hochproduktive Eisrandzone für die pelagischen Lebensgemeinschaften und den Partikelfluß von großer Bedeutung (Hempel, 1985; Smith, 1985; Hebbeln & Wefer, 1991; Bodungen et al., 1995). In ihrem Bereich entwickelt sich im Frühling eine durch Schmelzwasser gebildete stabile Schichtung, die günstige Bedingungen für eine intensive Primärproduktion bietet (Bauerfeind et al., 1994). Die Einstrahlungsstärke und -dauer, die Nährstoffkonzentration und der Einfluß von herbivoren Organismen sind weitere regulierende Größen für die biologische Produktivität. Über das Jahr gesehen wird der Verlust von Nährstoffen, die mit organischem Material exportiert werden, durch den physikalischen Transport von Tiefenwasser in die euphotische Zone kompensiert (Bodungen et al., 1995). Das Muster des saisonalen vertikalen Partikelflusses unterscheidet sich stark von der Saisonalität der Primärproduktion. In der Grönlandsee finden 97 % der jährlichen Primärproduktion vor Mitte Juli statt, wohingegen 40 % des vertikalen Partikelexports aus der euphotischen Zone nach dieser Phase beobachtet wird (Bodungen et al., 1995). Die Zusammensetzung und Saisonalität des Exports von Partikeln ist auch einer biologischen Kontrolle unterworfen (Legendre & Le Fevre, 1989). Die spezifischen Untereis-Lebensgemeinschaften (Bauerfeind et al., 1994; Werner, 1997) und unterschiedliche Zooplankton-Lebensgemeinschaften in der Eisrandzone (Richter, 1994a, 1994b) modifizieren die Partikelzusammensetzung und tragen so zu einem räumlich und zeitlich heterogenen Sedimentationsmuster bei (Bodungen et al., 1995). Der vertikale Partikelfluß, der in erster Linie durch Eisschmelze, vertikale Durchmischung der Wassersäule und Packeisdrift bestimmt ist, wird zusätzlich durch lateralen Transport von Partikeln beeinflusst (Koeve, 1992; Bodungen et al., 1995).

Eine Besonderheit auf dem ostgrönländischen Schelf stellt die „North East Water Polynya“ (NEWP) dar, die sich jedes Jahr zwischen 77°N und 81°N zwischen Mai/Juni und September ausbildet (Budéus & Schneider, 1995; Schneider & Budéus, 1997). Hierbei handelt es sich um eine eisfreie Zone in einer ansonsten eisbedeckten Region. Im Be-

2. Das Untersuchungsgebiet

reich der Eisrandzone der Polynja kommt es zu einer gesteigerten Primärproduktion, deren Variabilität vor allem durch Prozesse an der Eiskante geprägt wird (Bauerfeind et al., 1997; Clough et al., 1997; Ramseier et al., 1997) und die die Besiedlungsmuster der benthischen Gemeinschaft deutlich beeinflußt (Brandt, 1995; Clough et al., 1997; Piepenburg et al., 1997; Rowe et al., 1997). In Form von Eisalgen kann organisches Material aus der Polynja in den Ostgrönlandstrom exportiert werden (Bauerfeind et al., 1997).

3. Material und Methoden

Alle in dieser Arbeit untersuchten Proben wurden im Rahmen des Teilprojekts A3: „Besiedlungsmuster und Stoffeintrag im Benthal“ des Sonderforschungsbereichs 313 auf vier Schiffsexpeditionen (1994, 1995, 1996 und 1997) mit insgesamt 26 Stationen entlang dreier hangnormaler Transekts am ostgrönländischen Kontinentalhang genommen (siehe Abb. 2.1.). Die Proben der Expedition ARK X/1 (1994) und die Probe XI#20 der Expedition ARK XI/2 (1995) wurden mir freundlicherweise von Klaus Schnack, SFB 313, zur Verfügung gestellt. Am nördlichen Kontinentalhang verlief der erste Transekt (1) hangnormal in Ost-West-Richtung (4 Stationen). Der zweite (2 a und b) verlief etwa bei 75°N ebenfalls in Ost-West-Richtung (8 und 7 Stationen). Der dritte Transekt (3) dagegen lag im Scoresby-Becken und verlief vom Kolbeinsey-Rücken im Südosten zum ostgrönländischen Schelf im Nordwesten (7 Stationen, Abb. 2.1.). Obwohl der nördliche und südliche Transekt jeweils nördlich der Fram- bzw. Dänemarkstraße lagen, werden sie in dieser Arbeit vereinfacht als Framstraßen-Schnitt bzw. Dänemarkstraßen-Schnitt bezeichnet. Der Transekt bei 75°N wird entsprechend 75°N-Schnitt genannt.

Das Standardgerät zur quantitativen Benthosbeprobung war der Großkastengreifer (GKG). Mit wenigen Ausnahmen wurden pro Station drei Parallelgreifer genommen (Tab. 3.1.). Wenn aufgrund von Gerätefehleinsetzungen keine GKG-Proben verfügbar waren, wurden, soweit möglich, Makrofaunaparameter aus Multicorer-Kernen bearbeitet. Außerdem wurde an ausgewählten Stationen ein Epibenthoschlitten eingesetzt. Eine Reihe zusätzlicher Umweltparameter wurde aus den allgemein zugänglichen SFB-Datensätzen entnommen.

Nomenklatur: Eine Probenbezeichnung setzt sich aus folgenden Bestandteilen zusammen: als erstes der Expeditionsname (römische Zahlen für die „Polarstern“-Expeditionen ARK X/1, ARK XI/2 und ARK XIII/1; M36 steht für die „Meteor“-Expedition M36/3). Dann folgt die Stationsbezeichnung aus Raute und arabischer Nummer. Die Großkästen einer Station werden mit römischen Ziffern durchnummeriert. So bezeichnet etwa XIII#22 II die zweite Großkastengreiferprobe an der Station 22 der Expedition ARK XIII/1. Multicorerproben werden durch die Abkürzung MUC und Epibenthos-Fänge durch die Abkürzung EBS gekennzeichnet (Tab. 3.1.).

In der Framstraße war der Meeresboden auf den Stationen des Kontinentalhangs und des Schelfs durch sehr kompaktes Sediment mit vielen z.T. sehr großen Steinen gekennzeichnet, was die Probennahme außerordentlich erschwerte. Es konnten auf der Expedition ARK XIII/1 nur fünf Proben gewonnen werden, daher wurden Proben der nördlichsten Station der Expedition ARK XI/2 für die Auswertung hinzugezogen (Tab. 3.1.). Für den Schelf und den unteren Kontinentalhang standen nur je eine Probe zur Verfügung, vom Kontinentalfuß und von der Tiefsee gab es zwei bzw. drei Parallelproben. Vom 75°N-Schnitt wurden 34 Proben ausgewertet, die während der Expeditionen ARK X/1 und ARK XIII/1 genommen wurden. Zusätzlich wurde die Station M36#249 von der Expedition M36/3 zur Auswertung hinzugezogen. Von den Stationen dieses Schnittes gab es drei Parallelproben. Ausnahmen bildeten die Stationen X#14, X#24 und XIII#36, an denen nur je eine und die Stationen X#17 und XIII#20, an denen je zwei

3. Material und Methoden

Proben zur Verfügung standen (Tab 3.1.). Alle Proben aus der Dänemarkstraße wurden während der Expedition M36/3 genommen. Zu jeder der sieben Stationen gab es drei Parallelproben. Die maximale Wassertiefe in dieser Region betrug 1600 m.

3.1. Geräte und Probennahme

3.1.1. Großkastengreifer (GKG)

Die Benthosproben wurden mit einem Großkastengreifer (USNEL Spade Corer, verändert und beschrieben von Fleeger et al., 1988) mit einer Probenfläche von 50 x 50 cm (0,25 m²) genommen. Damit wurden in den überwiegend weichen Sedimenten der Dänemarkstraße und auf dem 75°N-Schnitt Sedimentkerne von 45 bis 50 cm Höhe gewonnen. Auf dem Schelf und Kontinentalhang des Framstraßen-Schnittes waren die Sedimente härter und die Höhe der Sedimentkerne entsprechend geringer (30 bis 40 cm). Jede GKG-Probe wurde vor der eigentlichen Probennahme makroskopisch beschrieben und fotografiert. Die Probennahme und Probenbearbeitung folgte im wesentlichen der Methode von Romero-Wetzel (1989) und Schnack (1998) und wird weitergehend unter 3.1.4. beschrieben.

Durch Verdriftung des Schiffes während der Probennahme können mehrere Kilometer zwischen den GKG-Hols einer Station liegen. Dennoch werden die Hols einer Station als Parallelproben betrachtet, da sich diese hinsichtlich Abundanz, Biomasse und auch Faunenzusammensetzung ähneln (Schnack, 1998).

3.1.2. Multicorer (MUC)

Ein Multicorer mit 8 Röhren von jeweils 10 cm Innendurchmesser wurde an denselben Stationen wie der GKG eingesetzt, um Proben für die Bestimmung von biogeochemischen Parametern zu erhalten. Wo eine GKG -Probennahme nicht möglich war (XIII#20 und XIII#31), wurde das Makrobenthos aus den oberen 6 cm von 4 bzw. 3 Sedimentkernen des MUC durch 500 µm Maschenweite ausgesiebt und weiter wie unter 3.1.4. beschrieben behandelt.

Nächste Seite:

Tab. 3.1. Liste der untersuchten quantitativen Benthosproben aus GKG und MUC.

3. Material und Methoden

Probe	Datum	Position °N	Position °W	Wassertiefe m	Bemerkung
X#6 I	13.07.1994	74°55.70'N	11°07.70'W	2713	siltiger Sand
X#6 II	13.07.1994	74°55.72'N	11°07.73'W	2710	siltiger Sand
X#6 III	13.07.1994	74°56.19'N	11°06.12'W	2747	siltiger Sand
X#9 I	17.07.1994	74°54.85'N	12°26.95'W	1415	Silt
X#9 I	17.07.1994	74°54.77'N	12°26.31'W	1434	Silt
X#9 I	17.07.1994	74°54.62'N	12°26.28'W	1467	Silt
X#14 I	19.07.1994	74°58.08'N	13°04.58'W	328	viel Basalt
X#16 I	20.07.1994	74°59.69'N	12°38.15'W	815	Silt
X#16 II	20.07.1994	74°59.80'N	12°38.05'W	814	sandiger Silt
X#16 III	21.07.1994	75°01.00'N	12°37.32'W	723	sandiger Silt
X#17 I	21.07.1994	75°01.11'N	13°00.94'W	196	siltiger Sand
X#17 IV	21.07.1994	75°01.10'N	13°48.46'W	194	siltiger Sand
X#20 I	23.07.1994	75°00.24'N	12°37.73'W	807	sandiger Silt
X#20 II	23.07.1994	75°00.25'N	12°37.84'W	802	sandiger Silt
X#20 III	23.07.1994	75°00.20'N	12°38.08'W	801	sandiger Silt
X#24 I	26.07.1994	74°56.55'N	11°10.53'W	2664	sandiger Silt
X#25 I	27.07.1994	74°55.82'N	12°48.43'W	770	kiesiger Silt
X#25 II	27.07.1994	74°55.81'N	12°48.20'W	776	sandiger Silt
X#25 III	27.07.1994	74°55.69'N	12°48.07'W	798	kiesiger Silt
XI#20 I	03.10.1995	80°29.12'N	05°03.54'W	1970	sandiger Silt + Steine
XI#20 II	03.10.1995	80°29.03'N	05°04.19'W	1951	siltiger Sand + Steine
M36#249 I	05.08.1996	75°03.50'N	04°35.70'W	3625	sandiger Silt
M36#249 II	05.08.1996	75°03.47'N	04°35.01'W	3624	sandiger Silt
M36#249 III	05.08.1996	75°03.46'N	04°35.78'W	3636	sandiger Silt
M36#252 I	09.08.1996	67°52.51'N	18°43.51'W	900	Silt, Gashydrate
M36#252 II	10.08.1996	67°52.59'N	18°43.73'W	900	Silt, Gashydrate
M36#252 III	10.08.1996	67°52.59'N	18°43.67'W	902	Silt, Gashydrate
M36#254 I	10.08.1996	69°12.63'N	20°43.80'W	384	Schwammnadelfilz
M36#254 II	10.08.1996	69°12.47'N	20°43.92'W	385	Schwammnadelfilz
M36#254 III	10.08.1996	69°12.67'N	20°43.43'W	385	Schwammnadelfilz
M36#254 IV	10.08.1996	69°12.67'N	20°43.43'W	385	Schwammnadelfilz
M36#257 I	11.08.1996	69°32.24'N	18°59.84'W	1268	Silt
M36#257 II	11.08.1996	69°32.09'N	18°59.86'W	1277	Silt
M36#257 III	11.08.1996	69°31.99'N	19°00.24'W	1275	Silt
M36#259 I	12.08.1996	69°03.58'N	20°30.65'W	1253	Silt
M36#259 II	12.08.1996	69°03.60'N	20°30.56'W	1256	Silt
M36#259 III	12.08.1996	69°03.60'N	20°30.85'W	1251	Silt
M36#261 I	13.08.1996	68°55.31'N	20°17.90'W	1573	Silt
M36#261 II	13.08.1996	68°55.40'N	20°18.10'W	1569	Silt
M36#261 III	13.08.1996	68°55.40'N	20°18.06'W	1570	Silt
M36#263 I	14.08.1996	68°29.97'N	19°38.92'W	1186	Silt
M36#263 II	14.08.1996	68°29.98'N	19°39.09'W	1186	Silt
M36#263 III	14.08.1996	68°29.89'N	19°38.97'W	1185	Silt
M36#264 I	14.08.1996	68°45.85'N	20°03.74'W	1362	Silt
M36#264 II	14.08.1996	68°45.90'N	20°03.58'W	1362	Silt
M36#264 III	15.08.1996	68°45.93'N	20°03.45'W	1363	Silt
XII#20 I	30.05.1997	74°51.86'N	11°37.29'W	2572	siltiger Sand
XII#20 MUC	30.05.1997	74°51.01'N	11°39.12'W	2572	4 MUC-Rohre
XII#21 I	31.05.1997	74°41.36'N	12°19.14'W	1260	Steine an der Oberfläche
XII#21 II	31.05.1997	74°40.68'N	12°21.58'W	1291	Steine an der Oberfläche
XII#21 III	31.05.1997	74°40.16'N	12°22.90'W	1315	Steine an der Oberfläche
XII#22 I	01.06.1997	74°53.92'N	12°50.42'W	899	Schwammnadelfilz
XII#22 II	01.06.1997	74°53.38'N	12°51.76'W	894	Schwammnadelfilz
XII#22 III	01.06.1997	74°53.01'N	12°52.65'W	893	Schwammnadelfilz
XII#23 I	02.06.1997	74°55.90'N	13°02.24'W	442	siltiger Sand + Steine
XII#23 II	02.06.1997	74°55.44'N	13°03.39'W	442	siltiger Sand + Steine
XII#23 III	02.06.1997	74°55.23'N	13°04.23'W	442	siltiger Sand + Steine
XII#24 I	02.06.1997	74°58.59'N	13°50.00'W	196	siltiger Sand + Steine
XII#24 II	02.06.1997	74°58.48'N	13°50.19'W	195	sandiger Silt + Steine
XII#24 III	02.06.1997	74°58.23'N	13°50.46'W	193	siltiger Sand + Steine
XII#30 I	10.06.1997	80°53.05'N	03°51.39'W	3400	Silt
XII#30 II	10.06.1997	80°52.93'N	03°49.87'W	3427	Silt
XII#30 III	10.06.1997	80°52.58'N	03°48.25'W	3466	Silt
XII#31 MUC	12.06.1997	80°56.64'N	06°00.02'W	1280	3 MUC-Rohre
XII#32 I	13.06.1997	80°59.27'N	07°46.31'W	353	sandiger Silt
XII#36 I	20.06.1997	74°58.70'N	00°01.40'W	3704	sandiger Silt

3. Material und Methoden

3.1.3. Epibenthoschlitten (EBS)

Neben dem GKG wurde auch ein Epibenthoschlitten (Brandt & Barthel, 1995) eingesetzt (EBS-Station M36/3#265 entspricht GKG-Station M36/3#261), um abschätzen zu können, ob der GKG nicht nur das Endo- sondern auch das Epibenthos quantitativ erfaßt hat, und um zu sehen, ob es Unterschiede im Größenspektrum zwischen Makro-Epi- und -Endobenthos gibt. Vier EBS-Fänge, zwei vom unteren Kontinentallhang in der Dänemarkstraße und jeweils einer vom Schelf bei 75°N und in der Framstraße, wurden quantitativ ausgewertet (Tab. 3.2.). Bei den übrigen Schlitteneinsätzen waren die Netze mit Sediment und Korallen verstopft, oder der Schlitten hatte technische Defekte. Das Epinetz besaß eine Maschenweite von 500 µm, der dazugehörige Netzbecher eine Maschenweite von 300 µm. Als Schleppgeschwindigkeit des Schlittens war 0,5 kn vorgegeben. Anhand des Zuglastschreibers auf dem Windenleitstand des Forschungsschiffes und der Positionsangabe mit dem Global Positioning System (GPS) ließ sich feststellen, welche Strecke der Schlitten mit welcher Geschwindigkeit am Grund zurückgelegt hatte (Tab. 3.2., siehe auch 5.1.). Den EBS-Proben wurden Fische und einige große Schlangensterne und Krebse, nachdem ihr Feuchtgewicht bzw. ihr Scheibendurchmesser ermittelt worden waren, entnommen, um sie zu häutern. Die Makrofauna aus den Schlittenfängen wurde in Sieben mit 500 µm Maschenweite gewaschen, um anhaftendes Sediment zu entfernen. Die weitere Probenbehandlung wird unter 3.1.4. beschrieben.

Tab. 3.2. Liste der EBS-Fänge.

Probe	Datum	Position °N	Position °W	Wassertiefe m	Bemerkung
M36#264 EBS	15.08.1996	68°46,20'N 68°48,50'N	20°03,20'W 20°01,70'W	1400	Schleppstrecke: 955 m Geschwindigkeit: 0,34 kn
M36#265 EBS	16.08.1996	68°54,50'N 68°57,20'N	20°18,20'W 20°16,60'W	1570	Schleppstrecke: 908 m Geschwindigkeit: 0,30 kn
XIII#24 EBS	02.06.1997	74°57,00'N 74°57,10'N	13°50,20'W 13°51,40'W	200	Schleppstrecke: 388 m Geschwindigkeit: 0,05 kn
XIII#32 EBS	13.06.1997	80°59,80'N 80°59,00'N	07°48,90'W 07°48,40'W	350	Schleppstrecke: 411 m Geschwindigkeit: 0,06 kn

3.1.4. Probennahme für Makrofaunaparameter

Beim GKG wurde das nach der Probennahme im Kasten über dem Sediment stehende Wasser ohne die Sedimentoberfläche zu zerstören abgesogen, wobei die darin vorhandenen Organismen von einem 300 µm Sieb aufgefangen wurden. Nachdem das überstehende Wasser abgesogen war, wurde mit einem Stechkasten von 25 x 25 cm (0,0625 m²) die zu beprobende Fläche fixiert. Der obere Zentimeter des Sediments im Stechkasten wurde abgetragen und als Sediment-Wasser-Suspension vorsichtig durch ein Sieb mit 300 µm Maschenweite geschlämmt. Die nächsten 5 cm Sediment innerhalb

des Stechkastens wurden in Siebe von 500 μm Maschenweite, die sich in einer Wertwanne mit Seewasser befanden, überführt. Dort wurde das Sediment vorsichtig mit viel Wasser unter ständiger Zirkulation erst aufsuspendiert und dann durch das Sieb geschlämmt. Die Sedimente wurden nur bis in sechs Zentimeter Tiefe beprobt, da Untersuchungen gezeigt haben, daß so ein Großteil der Makrofauna erfaßt wird (Jumars & Eckman, 1983; Romero-Wetzel, 1989; Blake, 1994; Flach & Heip, 1996).

Alle Siebrückstände der GKG- und EBS-Proben wurden jeweils in Kautex-Flaschen überführt und in einer mit Borax gepufferten 4%igen Formaldehyd-Seewasser-Lösung fixiert. Vor der weiteren Bearbeitung im Labor wurden die GKG-Proben mit Bengalrosa versetzt, um die Tiere anzufärben. Das fixierte Material wurde später im Labor mit Leitungswasser gewaschen und portionsweise unter dem Binokular durchgesehen, wobei alle vom Sieb zurückgehaltenen Tiere herausgesucht, nach Taxa sortiert und vermessen wurden (siehe 3.2.1.). Tiere aus dem überstehenden Wasser im Kasten des GKG wurden bei dieser Untersuchung mit berücksichtigt und wie bei den Proben der beiden Sedimenthorizonte in Ind m^{-2} bzw. in mg C m^{-2} umgerechnet. Für die spätere Auswertung wurden alle Unterproben eines Kastengreifers zusammengefaßt.

3.1.5. Probennahme für Sedimentparameter

Zur Bestimmung des Gehaltes an organischem Kohlenstoff (C_{org}) und des Verhältnisses von organischem Kohlenstoff zu Stickstoff (C:N) im Sediment wurden vom Großkastengreiferkern direkt neben dem Stechkasten ca. 20 cm^3 des Oberflächensediments abgetragen und erst bei $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ eingefroren, dann im Labor gefriergetrocknet und gemörsert. Zur Bestimmung des Gesamtkohlenstoffs und des Gesamtstickstoffs wurden zwei Parallelproben in Zinnkartuschen eingewogen. Um den organischen Kohlenstoff zu bestimmen, wurden zwei Parallelproben in Silberkartuschen eingewogen und mit 0,25 n HCl beträufelt, bis keine Gasentwicklung mehr stattfand. Alle Proben wurden von Anke Bleyer, GEOMAR, in einem C N S - Analyser (Carlo Erba NA 1500) gegen einen Acetanilid- Standard gemessen.

Die ca. 20 cm^3 großen Sedimentproben zur Korngrößenanalyse wurden ebenfalls direkt neben dem Stechkasten von der Oberfläche bis in 6 cm Tiefe genommen und bei $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ eingefroren. Im Labor wurde das aufgetaute Sediment in einer Schüttelsiebanlage aufgeschwämmt und feucht durch einen geologischen Siebsatz von 2000 bis 63 μm Maschenweite (Korngrößen: Phi -1 bis 4) gesiebt. Das Trockengewicht der einzelnen Siebfraktionen wurde dann gravimetrisch bestimmt (Sarnthein, 1971). Die Siebfraktionsanteile der Sedimentproben wurden graphisch als Ternär-Diagramm dargestellt.

Die biogeochemischen Parameter im Sediment wurden von Annette Scheltz, SFB 313, gemessen und freundlicherweise von Dr. Will Ritzrau, SFB 313, zur Verfügung gestellt. Es handelte sich um den Gehalt an Chlorophyll-*a*-Äquivalenten (Chl *a*) als Marker für die Nahrungsverfügbarkeit, den Gehalt an Desoxyribonukleinsäure (DNA) als Biomassemarker und als Aktivitätsparameter den Gehalt an Adenosin-Tri-Phosphat (ATP). Chl *a* wurde photometrisch bei verschiedenen Wellenlängen gemessen, nachdem die Probe erst mit Aceton überschichtet, dann mit Glasperlen homogenisiert und anschließend zentrifugiert worden war. DNA wurde fluorometrisch bestimmt, nachdem die Sediment-

3. Material und Methoden

probe in eiskaltem Phosphatpuffer aufgeschlossen, dann in Trispuffer überführt und mit DAPI angefärbt worden war. ATP wurde mit Trispuffer-Lösung bei 100°C aus den Sedimentproben extrahiert und der Gehalt mit der Luciferin-Luciferase-Methode bestimmt. Der Sediment-Sauerstoffverbrauch (SOD = „Sediment Oxygen Demand“) wurde bestimmt, indem einzelne MUC-Rohre mit Deckeln luftdicht abgeschlossen und 48 h bei *in situ* Temperatur und Dunkelheit gehältert wurden. Der Sauerstoffgehalt der über dem Sediment stehenden Wassersäule wurde bei Inkubationsbeginn und -ende nach der Winklermethode gemessen. Während der Inkubation wurde die Wassersäule über dem Sedimentkern mit einem mittig im Deckel angebrachten Rührpropeller durchmischt.

3.2. Probenauswertung und Datenanalyse

Es wurden zunächst alle Tiere aus den Siebrückständen gezählt und vermessen. Entsprechend Schwinghamer (1981, 1983, 1985) wurde die Größe der Tiere anhand von Biovolumen bestimmt (siehe 3.2.1.). Über das Biovolumen wurde die Biomasse als aschefreies Trockengewicht bestimmt und in Kohlenstoff umgerechnet (siehe 3.2.2.). Für bestimmte Tiefenstufen (siehe 3.2.3.) wurden die Proben mehrerer Stationen zusammengefaßt und Größenspektren erstellt (siehe auch Abb. 3.1.). Mit Hilfe der Größenverteilung wurde weiterhin der Energiebedarf der verschiedenen Gemeinschaften unter Anwendung allometrischer Gleichungen abgeschätzt (siehe 3.2.4.).

3.2.1. Bestimmung des Biovolumens

Sheldon et al. (1972) führten eine graphische Darstellung der Größenverteilung in die Ökologie ein, die von Schwinghamer (1981) auf das Benthos übertragen wurde und als „Sheldon-Spektrum“ in der Literatur bekannt geworden ist. Die Populationsdichte wird dabei unabhängig von der taxonomischen Zusammensetzung als totale Biomassekonzentration (in mg C m⁻²) in oktav-skaligen (logarithmisch zur Basis 2) Größenklassen aufgetragen. Aus Gründen der Vergleichbarkeit bildet der Partikeldurchmesser in mm ESD, d.h. der Durchmesser einer Kugel mit demselben Rauminhalt wie das Biovolumen des Tieres, das Maß der Größe. Schwinghamer (1981, 1983, 1985) zeigte, daß Biomassespektren des Benthos mariner Weichböden sich gleichende Muster aufweisen. Das Makrobenthos läßt sich in dieser Darstellung des Biomasseverlaufs mit einem Biomassepeak zwischen 0,5 und 16 mm ESD als funktionale Gruppe vom übrigen Benthos abgrenzen (Schwinghamer, 1981), ohne daß die taxonomische Zusammensetzung Berücksichtigung finden muß. In dieser Arbeit wurden die Größenspektren von 0,25 bis 32 mm ESD erstellt, betrachtet wird aber nur der Bereich des Makrobenthos von 0,5 bis 16 mm ESD (siehe 5.1.). Um eine bessere Auflösung der Größenstruktur zu erhalten, wurden in Abb. 4.12. bis 4.14. die einzelnen Größenklassen jeweils noch einmal zweigeteilt.

Drei verschiedene Verfahren zur Bestimmung des Biovolumens wurden angewandt. Zum einen wurde das Volumen mit einem taxonspezifischen „Form-Faktor“ über Längen- und Breitenmessung ermittelt, zum anderen über geometrische Formeln berechnet, oder die Längen bzw. der Scheibendurchmesser wurden als Maß für das Volumen genommen. Grundlage des ersten Verfahrens war ein einfaches Volumenmeßge-

rät für kleine Wirbellose (Persoone, 1971), das auf dem Prinzip der Verdrängung einer Wassersäule basiert und gestattet, Volumina bis minimal 0,005 cm³ zu messen. Da die Volumenmessung ein sehr zeitaufwendiges Verfahren ist, konnte sie nicht für jedes Tier durchgeführt werden, zumal Tiere mit weniger als 0,005 cm³ Volumen auch nicht mit diesem Gerät gemessen werden können. Stattdessen wurde das Volumeter genutzt, um für Crustacea und wurmförmige Taxa wie Polychaeta, Nematoda, Sipunculida, Priapulida, Nemertina, Aplacophora und Holothuroidea einen Volumen-Korrekturfaktor zu ermitteln, der es erlaubt, aus Länge und Durchmesser, bzw. Breite, des jeweiligen Tieres auf dessen Volumen zu schließen. Dieser taxonspezifische Korrekturfaktor *c* wurde durch Messungen an einzelnen größeren Tieren (> 0,25 cm³) sowie in Größenklassen zusammengefaßten kleineren Tieren (< 0,25 cm³) ermittelt.

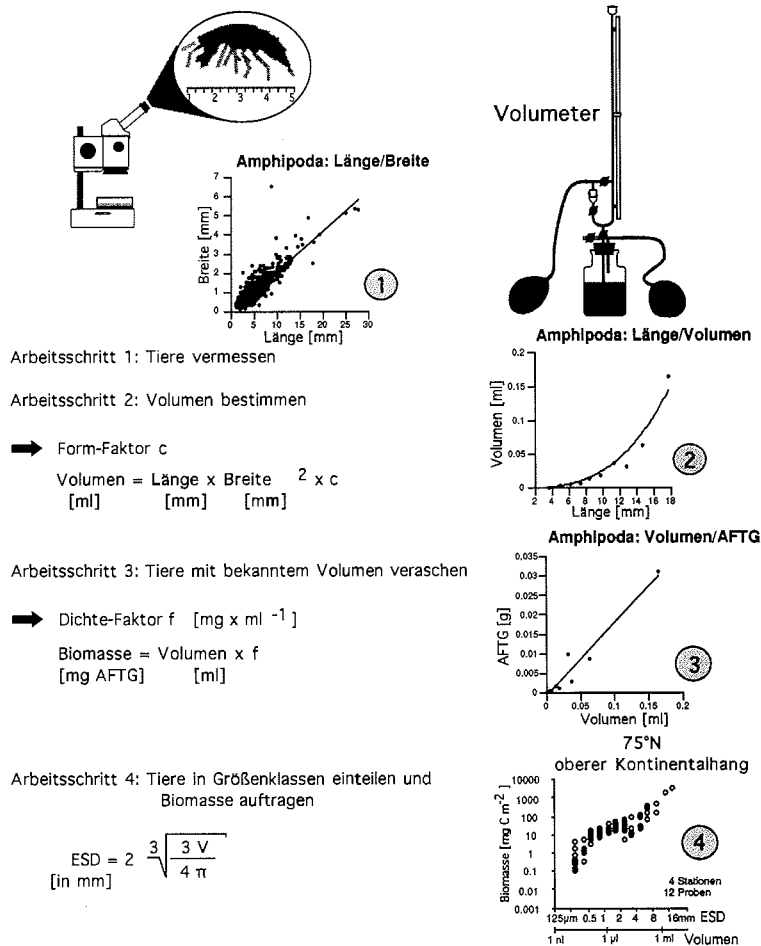


Abb. 3.1. Arbeitsschritte zur Erstellung eines Größenspektrums

3. Material und Methoden

Alle Tiere wurden unter einem mit Okularmikrometer ausgerüsteten WILD M3B-Binokular vermessen. Mit Hilfe dieser morphometrischen Messungen wurde unter anderem ebenfalls überprüft, ob die Körperproportionen innerhalb der dominanten Taxa konstant waren. War das der Fall, konnten eventuell beschädigte Tiere durch Interpolieren der Körpermaße rekonstruiert werden. Mit einer taxonspezifischen allometrischen Funktion aus den relativ einfach und schnell zu ermittelnden eindimensionalen Körpermaßen Länge und Breite bzw. Durchmesser wurde das Biovolumen, das später in individuelle Biomasse umgerechnet wurde, bestimmt. Bei Crustacea (Ausnahme: Ostracoda), Polychaeta, Nematoda, Sipunculida, Priapulida, Nemertina, Aplacophora und Holothuroidea wurde das Volumen nach folgender Formel ermittelt, bei der c der taxonspezifische „Form-Faktor“ ist:

$$\text{Volumen } [\mu\text{l}] = \text{Länge } [\text{mm}] \times \text{Breite}^2 [\text{mm}] \times c$$

Die meisten Tiere hatten die Probennahme, das Aussieben und Aussortieren unbeschadet überstanden. Lediglich die Polychaeta, die einen hohen Anteil an der Gesamtf fauna bildeten und somit auch einen großen Teil der gesamten Biomasse stellten, waren oft beschädigt. So mußte auf deren Länge über ein konstantes taxonspezifisches Breiten-Längen-Verhältnis nach Schnack (1998) geschlossen werden. Die Volumina der Polychaeta aus den Proben der Expeditionen ARK X/1 und ARK XI/2 stammen ebenfalls von Klaus Schnack (pers. Mittl.).

Bei Tieren mit Schalen oder festen Gehäusen sowie bei den Porifera wurde das Volumen nach folgenden geometrischen Formeln berechnet, bei denen x, y, und z für die Länge der Körperachsen, d für den Durchmesser, r für die Radien und h für die Höhe steht:

Porifera / Echinoidea	$V = \frac{4}{3} \pi \left(\frac{d}{2}\right)^3$	Kugel
Bivalvia / Brachiopoda / Ostracoda	$V = \frac{4}{3} \pi \frac{xyz}{2}$	Ellipsoid
Scaphopoda	$V = \frac{\pi h}{3} (r_1^2 + r_1 r_2 + r_2^2)$	Kegelstumpf
Gastropoda	$V = \frac{\pi}{3} r^2 h$	Kegel

Da bei den Ophiuroidea das Volumen aufgrund der langen Arme, die zudem oft abgebrochen waren, schlecht bestimmt werden konnte, wurde der Durchmesser der Körperscheibe (gemessen vom Radius zum Interradius) dem ESD gleichgesetzt. Bei den harpacticiden Copepoden wurde das Volumen als lineare Funktion der Körperlänge berechnet (Goodman, 1980).

3.2.2. Bestimmung der Biomasse

Nachdem von einzelnen oder mehreren in einer Größenklasse zusammengefaßten Tieren das Volumen bestimmt worden war, wurden diese in einem Trockenschrank (Heraeus T 5042) 24 h lang bei 60°C getrocknet und anschließend gewogen. Danach wurden die Proben in einem Veraschungssofen (Heraeus MR 170 E) 12 h lang bei 500°C

verascht und anschließend abermals gewogen. Die Differenz aus Trockengewicht und Aschegewicht ergibt das aschefreie Trockengewicht (AFTG), also den Anteil der organischen Körpersubstanz. Dieser wurde in Kohlenstoff umgerechnet: 1 mg AFTG \approx 0,5 mg C (Salonen et al., 1976; Wacasey & Atkinson, 1987; Brey et al., 1988). Für jedes Taxon wurde ein taxonspezifischer „Dichte-Faktor“ f ermittelt, der Volumen in Biomasse als mg AFTG konvertiert.

$$\text{Biomasse [mg AFTG]} = \text{Volumen } [\mu\text{l}] \times f$$

Bei Ophiuroidea wurde direkt vom Scheibendurchmesser und bei den Echinoidea vom Körperdurchmesser auf die Biomasse geschlossen (Piepenburg & Jüterzenka, 1994; Piepenburg & Schmid, 1996; Bluhm, 1997). Der Dichte-Faktor f mußte bei den mit Schalen oder Gehäusen versehenen Mollusken, Ostracoden und Brachiopoden, deren Volumen nach geometrischen Formeln berechnet wurde, geschätzt werden. Nach Gerlach et al. (1985) wurde angenommen, daß von dem ermittelten Volumen nur 50 % auf den Weichkörper entfällt und daß dessen Feuchtgewicht 1,13 g cm⁻³ beträgt. Mit taxonspezifischen Umrechnungsfaktoren nach Lie (1968) und Rumohr et al. (1987) wurde auf das aschefreie Trockengewicht geschlossen. Bei den Porifera, hauptsächlich Tiere der Gattung *Geodia*, wurde wie bei den übrigen Taxa das Volumen einzelner Tiere bzw. bei kleinen Schwämmen das Volumen mehrerer Schwämme einer Größenklasse bestimmt. Anschließend wurden diese Proben verascht. Befanden sich in einer Großkastengreifprobe sehr große Tiere (> 5 g Frischgewicht), wurden Volumen und Biomasse direkt bestimmt.

Es wurde keine Korrektur für den Gewichtsverlust durch Formolkonservierung vorgenommen, da nach Mills et al. (1982) bei benthischen Invertebraten das aschefreie Trockengewicht im Gegensatz zum Feuchtgewicht durch die Konservierung mit Formaldehyd nicht signifikant beeinflusst wird. Eine Ausnahme bilden die Bivalvia (Mills et al., 1982; Brey, 1986), bei denen Gewichtsverluste bis zu 20 % auftreten können. Da ihr Anteil an der Gesamtbioasse aber unter 1 % lag, wurde deren Biomasse ebenfalls nicht korrigiert.

3.2.3. Zonierung

Die Proben vom ostgrönländischen Kontinentalhang stammten aus bestimmten, auf den drei Schnitten übereinstimmenden Tiefenstufen (siehe Tab. 3.1.). Entsprechend der geomorphologischen Einteilung sowie der Verteilungsmuster der megaepibenthischen Gemeinschaften (Mayer & Piepenburg, 1996) und der Polychaetenfauna (Schnack, 1998) wurden die Stationen wie folgt zusammengefaßt: Schelf (bis 400 m Tiefe), Kontinentalhang, wobei zwischen oberem (800 bis 900 m Tiefe) und unterem Kontinentalhang (1300 bis 1400 m Tiefe) unterschieden wurde, Kontinentalfuß (2000 bis 2700 m Tiefe) und Tiefsee (> 3000 m Tiefe). Ob diese Zonierung auch das faunistische Verteilungsmuster des Makrobenthos widerspiegelt, wurde mit dem im Computerprogramm PRIMER v3.1b (Clarke & Warwick, 1994) enthaltenen Programm-Modul ANOSIM überprüft. Grundlage der Analysen ist eine zweidimensionale Taxa-Stations-Tabelle mit den Abundanzen der in Tab. 4.2. aufgelisteten Taxa, wobei Taxa mit einer Gesamtabundanz von weniger als 5 % nicht berücksichtigt wurden. Um den Einfluß extrem dominanter

3. Material und Methoden

Taxa abzuschwächen, wurde eine „4th root transformation“ durchgeführt (Field et al., 1982). Aus der so reduzierten und transformierten Tabelle wurde eine Similaritätsmatrix errechnet, wobei der Bray-Curtis-Koeffizient (Bray & Curtis, 1957), der sich bei meeresökologischen Untersuchungen als besonders geeignet erwiesen hat (Field et al., 1982), als Ähnlichkeitsmaß diente. Er berücksichtigt sowohl die Häufigkeit als auch die Abundanz der Taxa und gibt somit die „faunistischen Distanzen“ zwischen den Stationen an. Auf der Grundlage dieser Similaritätsmatrix wurde mit einem ANOSIM-Permutationstest überprüft, ob sich die Makrobenthosfaunen in den oben aufgeführten Tiefenhorizonten signifikant in ihrer faunistischen Zusammensetzung unterscheiden.

Um die Ähnlichkeitsstrukturen des Makrobenthos am ostgrönländischen Kontinentalhang graphisch darzustellen, wurde zusätzlich basierend auf der Similaritätsmatrix eine Klassifikation und Ordination durchgeführt. Bei der Klassifikation mit Hilfe des „complete-linkage“-Verfahrens (Lance & Williams, 1967) werden die Stationen durch eine hierarchische Cluster-Analyse so geordnet, daß die Ähnlichkeiten innerhalb der Gruppen (Cluster) möglichst groß und zwischen den Gruppen möglichst gering sind. Für die Ordination wurde das Verfahren der nicht-metrischen multidimensionalen Skalierung (MDS) nach Kruskal (1977) angewandt. Dabei werden die Stationen so auf eine Ebene projiziert, daß die Entfernungen der Stationen zueinander möglichst gut die faunistischen Ähnlichkeiten zwischen ihnen widerspiegeln. Ein niedriger MDS-Streßkoeffizient ($<0,2$) zeigt an, daß das multivariate Ähnlichkeitsmuster in der zweidimensionalen Darstellungsweise ohne große Verzerrung wiedergegeben wird (Clarke, 1993).

Um zu überprüfen, ob die faunistischen Zonen mit der Sedimentkorngrößen-Verteilung korrespondieren, wurde außerdem eine multivariate statistische Analyse mit einer Korngrößenfraktionen-Stations-Tabelle durchgeführt. Dabei wurde die Verteilung der Sedimentkorngrößenfraktionen als Gewichtsprozent der totalen Masse standardisiert und eine „square root transformation“ der Daten durchgeführt. Ansonsten gilt das oben beschriebene Verfahren. Anschließend wurden die Similaritätsmatrizen beider Klassifikationen mit dem in PRIMER v3.1b enthaltenen Computerprogramm RELATE korreliert.

3.2.4. Abschätzung von Respiration und Kohlenstoffbedarf

Der Sauerstoffverbrauch des Makrobenthos wurde nicht direkt gemessen, sondern aus den Größenspektren abgeleitet. Dieser Ansatz beruht auf der Tatsache, daß die Intensität metabolischer Prozesse heterotropher Organismen hauptsächlich von deren Körpergröße bestimmt wird (Hemmingsen, 1960; Banse, 1982; Peters, 1983). Diese Beziehung kann mit einer empirischen, allometrischen Funktion ($a \cdot \text{Körpermasse}^b$), in der sich die physiologische Eigenschaft eines Organismus relativ zu seiner Größe ändert, dargestellt werden. In dieser Arbeit wurde zur Berechnung der größenabhängigen Respiration (umgerechnet in mg C d^{-1}) die Funktion von Mahaut et al. (1995) ausgewählt, da diese speziell für Tiefseeorganismen, die bei niedrigen Temperaturen leben (2 bis 4 °C), aufgestellt wurde.

Der makrobenthische Kohlenstoffbedarf wurde wie folgt ermittelt. Die Respiration wurde über die allometrische Beziehung von Mahaut et al. (1995) für jedes Individuum einzeln berechnet ($R = 0,0074 M^{-0,24}$, $r^2 = 0,884$, wobei R in mg C d^{-1} und M in mg C angegeben werden). Der Exponent dieser allometrischen Beziehung entspricht dem einer Reihe

anderer Untersuchungen zu größenabhängigen Respirationsraten (Hemmingsen, 1960; Ivleva, 1980; Banse, 1982; Robinson et al., 1983). Respirationsmessungen an makrobenthischen Organismen aus Polarregionen zeigten, daß die allometrische Beziehung von Mahaut et al. (1995) brauchbare Abschätzungen liefert (pers. Mittl. Piepenburg, IPÖ). Die somatische Produktion (in mg C) wurde direkt aus der Respiration ermittelt (Wieser, 1986; McLusky & McIntyre, 1988), indem eine größenunabhängige Netto-Wachstumseffizienz von 30 % angenommen wurde (Net Growth Efficiency $K_2 = 0,3$; $\Rightarrow P/R = 3/7$). Der durch Addition von Respiration und Produktion ermittelte Kohlenstoffwert pro Tag entspricht nicht vollständig dem Nahrungsbedarf, weil nur 80 % der aufgenommenen Nahrung in physiologisch verwertbare Energie umgewandelt werden (Winberg, 1956), der Rest geht den Organismen in Form von Faeces oder Urin verloren. Für jedes Tier wurde die Respiration pro Tag einzeln berechnet und die erhaltenen Werte kumulativ als $\text{mg C m}^{-2} \text{d}^{-1}$ auf die jeweiligen Größenklassen aufgetragen (siehe Anhang).

Die oben genannten Beziehungen haben sich als gute Richtwerte zur Abschätzung des makrobenthischen Kohlenstoffbedarfs in der Literatur etabliert und ihre Verwendung scheint gerechtfertigt, auch wenn sie nicht speziell für das Untersuchungsgebiet aufgestellt worden sind.

4. Ergebnisse

4.1. Sedimentologische und biogeochemische Parameter

Die Sedimente wurden anhand ihres Gehaltes an Silt, Sand und Kies charakterisiert und ihre Zusammensetzung in Form eines Ternär-Diagramms dargestellt (Abb. 4.1.). Die Auswertung zeigte, daß das Sediment in der Dänemarkstraße in allen Tiefen fast ausschließlich aus Silt bestand. Nur die Schelfstation M36#254 und die Station M36#252 am Kolbeinsey-Rücken hatten geringfügig höhere Sandanteile als die Stationen vom unteren Kontinentalrand. Die Stationen des Framstraßen- und des 75°N-Schnittes ließen sich bezüglich ihrer Sedimentzusammensetzung grob in zwei Gruppen einteilen (Abb. 4.2.). Schelf und Kontinentalfuß wurden durch siltigen Sand gekennzeichnet, Silt bis sandiger Silt wurde am Kontinentalhang sowie in der Tiefsee gefunden. Dabei zeigten die Proben vom oberen Kontinentalhang die größten Unterschiede in der Sedimentzusammensetzung, zwei Proben dieser Tiefenstufe vom 75°N-Schnitt hatten einen relativ höheren Kiesanteil. Eine Ausnahme bildete die Station XIII#22, die sich in ihrer Sedimentzusammensetzung von den Stationen dieser Gruppen deutlich unterschied (Abb. 4.2.) und die sehr hohe Anteile an Schwammnadeln aufwies.

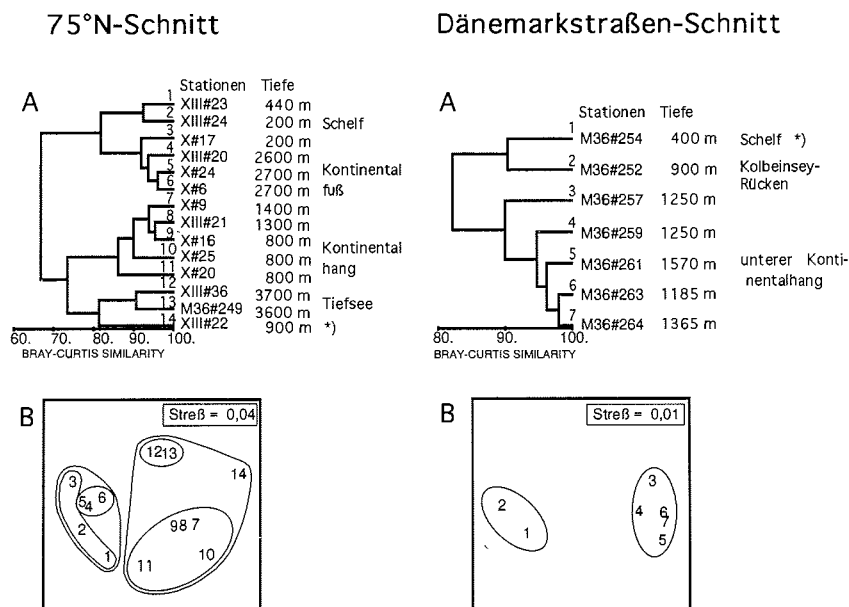
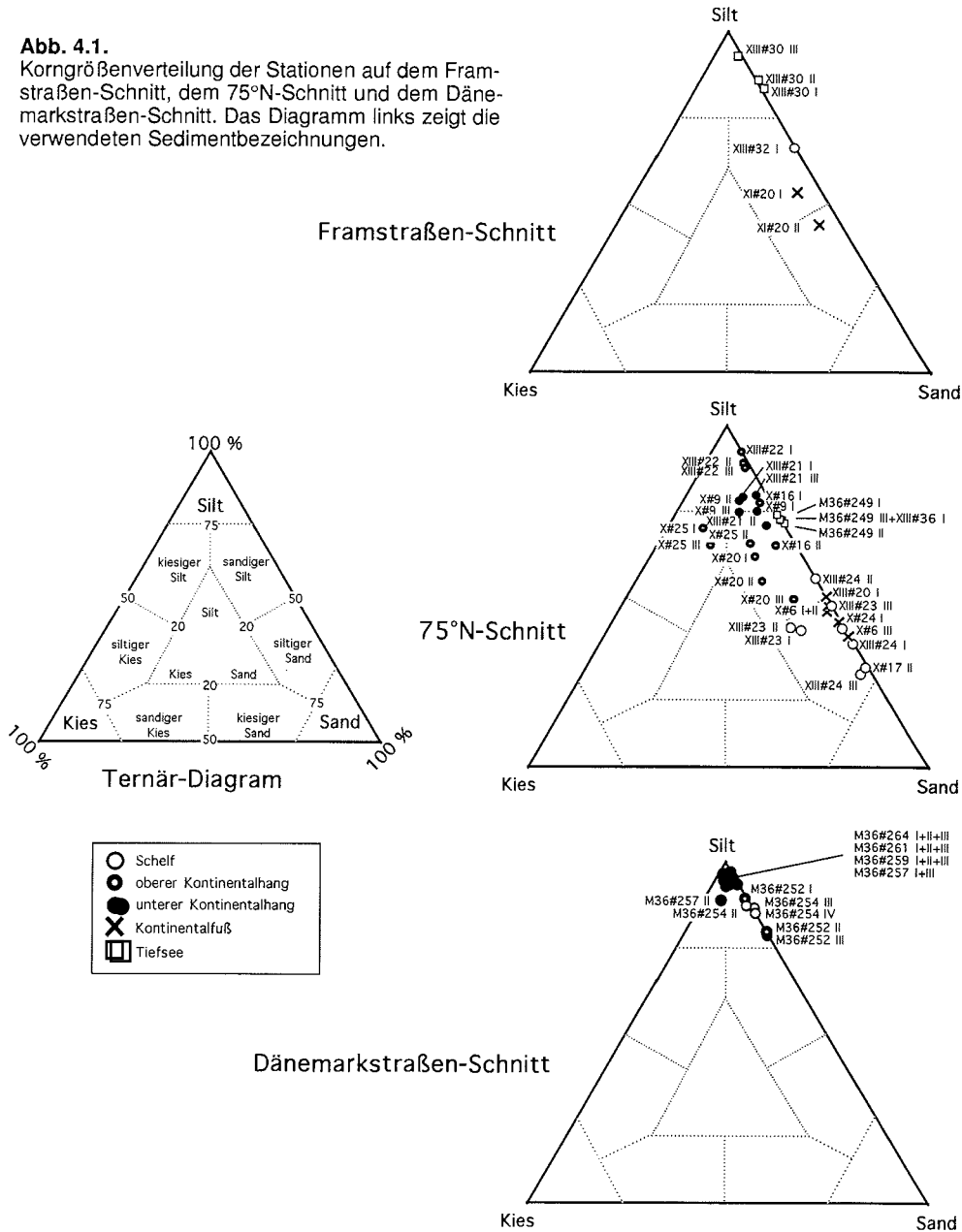


Abb. 4.2. Verteilungsmuster der Korngrößenfraktionen auf dem 75°N-Schnitt und dem Dänemarkstraßen-Schnitt. A: Dendrogramm, B: MDS-Plot. Im MDS-Plot markieren Kreise die Stationsgruppen aus der Clusteranalyse. *) = Stationen mit hohem Anteil an Schwammnadeln im Sediment.

Abb. 4.1. Korngrößenverteilung der Stationen auf dem Framstraßen-Schnitt, dem 75°N-Schnitt und dem Dänemarkstraßen-Schnitt. Das Diagramm links zeigt die verwendeten Sedimentbezeichnungen.



Der Chl *a* -Gehalt in den oberen 6 cm des Sediments stieg signifikant von der Framstraße mit Werten zwischen 0,59 mg m⁻² und 2,07 mg m⁻² (Mittelwert 1,32 mg m⁻²) über 75°N mit Werten zwischen 4,16 mg m⁻² und 24,48 mg m⁻² (Mittelwert 11,44 mg m⁻²) zur Dänemarkstraße mit Werten zwischen 6,94 mg m⁻² und 18,91 mg m⁻² (Mittelwert

4. Ergebnisse

12,54 mg m⁻²) an (Kruskal-Wallis Test, H: 10,2; p < 0,01). Der Chl a -Gehalt des Sediments war negativ mit der Wassertiefe korreliert (Spearman's Rho: -0,464; p < 0,005; n = 25).

Der ATP-Gehalt des Sediments integriert über die oberen 6 cm stieg von der Framstraße, wo die Werte zwischen 42 ng ccm⁻¹ und 176 ng ccm⁻¹ (Mittelwert 106 ng ccm⁻¹) lagen, zum 75°N-Schnitt mit Werten zwischen 87 ng ccm⁻¹ und 489 ng ccm⁻¹ (Mittelwert 228 ng ccm⁻¹) an. In der Dänemarkstraße waren die Werte mit 127 ng 6 ccm⁻¹ bis 560 ng ccm⁻¹ (Mittelwert 222 ng ccm⁻¹) ähnlich denen vom 75°N-Schnitt. Der ATP-Gehalt war ebenfalls negativ mit der Wassertiefe korreliert (Spearman's Rho: -0,490; p < 0,05; n = 24).

Nicht mit der Wassertiefe korreliert war der über die oberen 6 cm integrierte DNA-Gehalt des Sediments (Spearman's Rho: 0,058; p = 0,78; n = 24). Dieser lag in der Framstraße bei Werten zwischen 1,83 µg ccm⁻¹ und 14,71 µg ccm⁻¹ (Mittelwert 7,48 µg ccm⁻¹). Auf dem 75°N-Schnitt lagen die Werte zwischen 8,12 µg ccm⁻¹ und 36,65 µg ccm⁻¹ (Mittelwert 25,53 µg cc m⁻¹) und in der Dänemarkstraße von 20,89 µg ccm⁻¹ bis 82,01 µg ccm⁻¹ (Mittelwert 50,43 µg ccm⁻¹) und stiegen somit signifikant nach Süden an (Kruskal-Wallis Test, H: 13,2; p < 0,01).

Die mittels Sedimentkern-Inkubation ermittelten SOD-Werte lagen zwischen 0 mg C m⁻² d⁻¹ und 44 mg C m⁻² d⁻¹. Der Sediment-Sauerstoffverbrauch war nicht signifikant mit der Wassertiefe korreliert (Spearman's Rho: -0,088; p = 0,71; n = 19), und aufgrund der großen Variation der Werte war auch die Zunahme der SOD-Werte von der Framstraße (Mittelwert 1 mg C m⁻² d⁻¹, relativer Variationskoeffizient V_r = 99 %) über den 75°N-Schnitt (Mittelwert 11 mg C m⁻² d⁻¹, V_r = 36 %) zur Dänemarkstraße (Mittelwert 19 mg C m⁻² d⁻¹, V_r = 30 %) nicht signifikant (Kruskal-Wallis Test, H: 5,56; p = 0,06).

Der C_{org}-Gehalt des Sediments war stets gering und lag zwischen 0,20 % und 0,92 %. Die Werte, die in der Framstraße gemessen wurden, betragen 0,20 % bis 0,52 % (Mittelwert 0,32 %). Der C_{org}-Gehalt lag auf dem 75°N-Schnitt zwischen 0,23 % und 0,92 % (Mittelwert 0,54 %) und in der Dänemarkstraße bei 0,61 % bis 0,86 % (Mittelwert 0,75 %). Der Unterschied zwischen den Schnitten war signifikant (Kruskal-Wallis Test, H: 8,7; p < 0,05). Eine Korrelation mit der Wassertiefe gab es nicht (Spearman's Rho: 0,296; p = 0,16; n = 24). Der stark erhöhte C_{org}-Gehalt auf der Station X#24 mit 1,65 % ist wahrscheinlich ein Artefakt.

Mit dem C_{org}-Gehalt des Sediments war das C:N-Verhältnis korreliert (Spearman's Rho: 0,557, p < 0,001, n = 23). Auch hier wurden im Mittel die höchsten Werte in der Dänemarkstraße (9,44 bis 11,44; Mittelwert 10,02) und die niedrigsten in der Framstraße (5,22 bis 9,98; Mittelwert 8,17) gemessen. Die Werte vom 75°N-Schnitt (6,93 bis 12,01; Mittelwert 9,28) waren sehr variabel. An Station X#24 wurde das C:N-Verhältnis von 33,8 ebenso wie der C_{org}-Gehalt dieser Station als Artefakt betrachtet. Eine Korrelation mit der Wassertiefe (Spearman's Rho: 0,218; p = 0,30; n = 24) war wie die Unterschiede zwischen den Schnitten (Kruskal-Wallis Test, H: 1,6; p = 0,43) nicht signifikant.

Tab. 4.1. Liste der gemessenen Parameter. Bei Temperatur und Salzgehalt handelt es sich um Werte, die in Meeresbodennähe gemessen wurden. Bei den Sedimentparametern Chl *a* = Chlorophyll *a*-Äquivalente, ATP = Adenosin-Tri-Phosphat und DNA = Desoxyribonukleinsäure wurden die Werte über die oberen 6 cm Sediment (wie die Makrofauna) integriert. SOD = Sediment-Sauerstoffverbrauch. Von der Sedimentoberfläche wurde der Gehalt an organischem Kohlenstoff (C_{org}) und das Verhältnis von organischem Kohlenstoff zu Stickstoff (C:N) bestimmt.

Region	Station	Wassertiefe in m	Temperatur in °C	Salzgehalt	Siltanteil in %	Chl <i>a</i> mg m ⁻² cm ⁻¹ über 6 cm	ATP ng cm ⁻³ über 6 cm	DNA µg cm ⁻³ über 6 cm	SOD mg C m ⁻² d ⁻¹	Corg % Oberfläche	C:N Oberfläche
81°N	XIII#32	353	-	-	63.80	0.59	151.24	14.71	-	0.25	9.98
81°N	XIII#31	1280	-0.35	34.85	-	2.07	176.43	10.13	1.40	-	-
81°N	XI#20	1970	-0.55	34.92	48.76	2.04	54.19	1.83	-	0.20	5.22
81°N	XIII#30	3400	-0.72	34.87	86.12	0.59	42.02	3.24	0.25	0.52	9.31
75°N	XIII#24	196	-	-	39.51	7.44	228.26	31.20	-	0.31	8.05
75°N	X#17	196	1.02	34.79	36.36	24.48	-	-	-	0.23	6.93
75°N	XIII#23	442	0.79	34.88	42.47	8.69	231.20	15.97	-	0.44	10.41
75°N	X#14	344	1.32	34.93	-	15.53	375.00	8.12	14.37	-	-
75°N	XIII#22	899	-0.04	34.86	89.98	9.96	87.42	24.49	1.27	0.92	9.83
75°N	X#25	770	0.17	34.89	66.20	12.99	223.00	30.82	4.46	0.57	7.77
75°N	X#16	815	0.06	34.89	70.40	14.73	381.00	17.15	4.11	0.37	9.08
75°N	X#20	807	-0.16	34.89	55.88	19.27	489.00	36.65	7.73	0.49	8.04
75°N	XIII#21	1260	-0.98	34.87	76.06	6.31	164.79	25.10	5.94	0.61	8.82
75°N	X#9	1415	-0.78	34.91	75.89	7.02	118.00	29.80	44.08	0.51	7.81
75°N	XIII#20	2572	-0.93	34.86	49.79	9.11	101.62	24.92	0.00	0.67	11.22
75°N	X#24	2664	-0.98	34.90	43.42	13.55	260.00	26.50	7.95	1.65	33.79
75°N	X#6	2713	-1.01	34.90	45.31	6.87	188.00	24.59	14.19	0.65	12.01
75°N	M36#249	3625	-0.98	35.09	72.18	4.16	119.82	36.63	12.34	0.74	11.40
75°N	XIII#36	3704	-	-	70.41	-	-	-	-	0.39	7.50
69°N	M36#254	382	1.12	35.06	87.82	10.08	127.64	20.89	19.54	0.86	9.83
69°N	M36#252	900	-0.65	35.06	82.48	18.91	560.02	64.97	9.64	0.61	11.44
69°N	M36#257	1268	-0.63	35.05	92.44	9.40	159.49	34.13	41.13	0.69	9.95
69°N	M36#259	1253	-0.60	35.05	95.56	15.64	187.15	82.01	5.42	0.69	9.89
69°N	M36#261	1573	-0.75	35.06	96.29	9.10	141.15	35.70	8.86	0.81	9.89
69°N	M36#264	1362	-0.73	35.07	96.81	6.94	127.18	58.94	-	0.79	9.44
69°N	M36#263	1186	-0.68	35.06	97.18	17.68	253.10	56.37	32.00	0.79	9.68

23

4. Ergebnisse

4.2. Makrobenthos

4.2.1. Morphometrie und Biomassebestimmung

Alle Taxa, bei denen das Volumen mit dem Form-Faktor c bestimmt wurde (Tab. 4.2.), zeigten eine signifikante Längen-Breiten-Beziehung ($p < 0,001$). Bei den Isopoda wurden die Familien Arcturidae, Anthuridae und Ischnomesidae aufgrund ihrer vom „Asselhabitus“ abweichenden, eher wurmförmigen Körperform getrennt behandelt. Bei den Cumacea fielen Tiere aus der Familie Campylaspiidae durch einen extrem großen Carapax auf. Da aber das Längenverhältnis von Carapax zu Abdomen für alle Cumacea konstant war und der Anteil der Campylaspiidae unter 1 % lag, wurden diese nicht getrennt behandelt. Bei den Polychaeta wurden für die Ampharotidae, Lumbrineridae, Oweniidae und Spionidae jeweils eigene Längen-Durchmesser-Beziehungen aufgestellt (Tab. 4.2.).

Die Anzahl und Größe der in den Proben gefundenen Tanaidacea, „wurmformigen“ Isopoda, Aplacophora, Sipunculida und Priapulida war zu gering, als daß man sie zur Volumenmessung in mehrere Unterproben hätte aufteilen können. Bei Decapoda, Mysidacea, Amphipoda, „asselförmigen“ Isopoda und Porifera gab es Tiere mit einem Volumen über 0,25 ml, das dann individuell bestimmt wurde. Des Weiteren wurden kleinere Tiere dieser Crustaceentaxa sowie die Copepoda zur Volumenmessung in Längenklassen mit jeweils 10 bis 30 Tieren eingeteilt. Für alle Crustaceentaxa, die zur Volumenmessung in Längenklassen eingeteilt wurden, konnten signifikante Längen-Volumen-Beziehungen aufgestellt werden.

Der Form-Faktor c , der jeweils für alle Taxa bestimmt wurde, bei denen das Volumen nicht über geometrische Formeln oder über Beziehungen zwischen bestimmten Körpermaßen und Volumen ermittelt wurde, lag zwischen 0,140 und 0,793. Dabei waren die Werte bei Taxa, die eine eher zylindrische Körperform aufwiesen (Aplacophora, Polychaeta, Priapulida, Copepoda), in der Regel höher als bei Taxa, bei denen Thorax (bzw. Carapax) und Abdomen unterschiedlich (Cumacea, Decapoda) oder die einseitig abgeflacht („asselförmige“ Isopoda) waren (Tab. 4.2.).

Mit dem taxonspezifischen Dichte-Faktor f wurde das Volumen der Tiere in ihre aschefreie Trockenmasse konvertiert. Bei den Decapoda, Mysidacea, Amphipoda, „asselförmigen“ Isopoda sowie Porifera konnte eine signifikante lineare Beziehung zwischen Volumen und aschefreiem Trockengewicht bestimmt werden. Bei den übrigen Taxa wurde von einem festen Volumen-Biomasse-Verhältnis ausgegangen. Die Standardabweichung der gemessenen Werte lag bei jedem Taxon unter 25 %. Beschaltete Mollusca sowie Brachiopoda und Ostracoda, deren Volumen errechnet und deren Biomasse geschätzt wurde, hatten die geringsten Volumen-Biomasse-Verhältnisse mit Konversionsfaktoren zwischen 0,048 und 0,071. Ein ähnlicher Wert wurde für die Porifera (0,074) bestimmt. Bei den übrigen Taxa wies der Faktor f Werte zwischen 0,126 und 0,186 auf, wobei die Dichte bei den Crustacea (zwischen 0,132 und 0,186) und Aplacophora (0,146) höher war als bei den Polychaeta (0,133), Sipunculida (1,26) und Priapulida (0,129).

4. Ergebnisse

Tab. 4.2. Morphometrie der im Volumeter vermessenen Tiere und der daraus resultierende Form-Faktor c und Dichte-Faktor f.

n1 = Anzahl der einzeln im Volumeter gemessenen Tiere mit einem Volumen > 0,25 ml

n2 = Anzahl der Größenklassen von 10 bis 30 Tieren < 0,25 ml

n3 = Anzahl der Proben mit zusammengefaßten Tieren

SD_c = Standardabweichung des Form-Faktors c

SD_f = Standardabweichung des über Veraschung der Proben n1, n2 und n3 ermittelten Dichte-Faktors f.

Bei Taxa, deren Volumen über geometrische Formeln errechnet wurde, wurde der Dichte-Faktor f nach Gerlach et al. (1985) sowie Lie (1968) und Rumohr (1987) geschätzt (siehe 3.2.2.).

Taxa	Länge/Breite	n1		C	SD _c	f	SD _f
		n2	n3				
Porifera	nur Durchmesser n = 93	4	5	0.524	±0.09	0.074	±0.01
Nematoda	Faktoren der Polychaeta						
Priapulida	0.545+0.048x n = 67 r ² = 0.308	3		0.500	±0.11	0.129	±0.09
Brachiopoda	Volumen wurde über geometrische Formeln bestimmt					0.06	nach Literatur
Mollusca							
Aplacophora	0.310+0.043x n = 37 r ² = 0.856	1		0.793	-	0.142	-
Gastropoda	Volumen wurde über geometrische Formeln bestimmt					0.058	nach Literatur
Scaphopoda	Volumen wurde über geometrische Formeln bestimmt					0.050	nach Literatur
Bivalvia	Volumen wurde über geometrische Formeln bestimmt					0.048	nach Literatur
Sipunculida	0.165+0.038x n = 87 r ² = 0.793	3		0.351	±0.07	0.126	±0.05
Echiurida	Volumen und Biomasse wurden individuell bestimmt						
Polychaeta							
Ampharetidae	0.049+0.053x n = 22 r ² = 0.771						
Lumbrineridae	0.403+0.010x n = 15 r ² = 0.845						
Oweniidae	-0.043+0.041x n = 11 r ² = 0.955						
Spionidae	0.847+0.044x n = 10 r ² = 0.815						
gesamt	verschiedene n = 1469	15		0.539	±0.07	0.133	±0.06
Crustacea							
Ostracoda	Volumen wurde über geometrische Formeln bestimmt					0.071	nach Literatur
Copepoda	-0.042+0.314x n = 296 r ² = 0.892	6	3	0.500	±0.06	0.152	±0.07
Cumacea	-0.005+0.242x n = 856 r ² = 0.638	5		0.140	±0.04	0.152	±0.11
Tanaidacea	0.075+0.158x n = 102 r ² = 0.800	1		0.396	-	0.146	-
Isopoda "asselförmig"	0.112+0.382x n = 1331 r ² = 0.927	16	4	0.268	±0.03	0.132	±0.04
Isopoda "wurmförmig"	0.118+0.117x n = 155 r ² = 0.335		3	0.341	±0.07	0.133	±0.11
Amphipoda	-0.043+0.216x n = 852 r ² = 0.786	12	9	0.377	±0.04	0.186	±0.06
Mysidacea	0.038+0.150x n = 349 r ² = 0.840	7	4	0.406	±0.02	0.173	±0.03
Decapoda	0.170+0.196x n = 12 r ² = 0.935	4	2	0.264	±0.02	0.152	±0.02
Echinodermata							
Holothuroidea	Faktoren der Polychaeta						
Ophiuroidea	Volumen wurde über geometrische Formeln bestimmt, Biomasse nach Piepenburg & Juterzenka, 1994						
Asteroidea	Volumen und Biomasse wurden individuell bestimmt						
Echinoidea	Volumen wurde über geometrische Formeln bestimmt, Biomasse nach Bluhm, 1997						
Pisces	Volumen und Biomasse wurden individuell bestimmt						

4. Ergebnisse

4.2.2. Zonierung, Abundanz, Biomasse und Zusammensetzung

Framstraße

Aufgrund des geringen Probenumfangs auf dem Framstraßen-Schnitt konnte keine Similaritätsmatrix berechnet werden, mit der überprüft werden konnte, ob die Einteilung der Stationen in Tiefenstufen das faunistische Verteilungsmuster des Makrobenthos widerspiegelt.

Die Abundanzwerte des Makrobenthos (Tiere unter 16 mm ESD) in den einzelnen Proben unterschieden sich deutlich voneinander (Abb. 4.3.). Der niedrigste Wert mit 424 Tieren m^{-2} wurde in der Probe XIII#31 MUC ermittelt. (Allerdings handelte es sich hierbei um Ergebnisse der Auswertung von drei MUC Röhren, die vollständig bei 500 μm Maschenweite gesiebt wurden siehe auch Kap. 5.1.). Die höchste Abundanz wurde mit 2752 Tieren m^{-2} bei 2000 m Wassertiefe in der Probe XI#20 I gefunden. Im Mittel betrug die Abundanz auf dem Schelf 1444 Tiere m^{-2} , am unteren Kontinentalhang 424 Tiere m^{-2} , am Kontinentalfuß 2624 Tiere m^{-2} , (relativer Variationskoeffizient $V_r = 5\%$) und in der Tiefsee 1460 Tiere m^{-2} ($V_r = 33\%$). Eine Abnahme der Abundanz mit zunehmender Tiefe konnte nicht festgestellt werden (Spearman's Rho: $-0,732$; $p = 0,08$; $n = 7$). Betrachtete man allerdings nur die Tiere der Größenklassen 0,5 bis 16 mm ESD, so fanden sich die meisten Tiere auf der Schelf-Station XIII#32 und die wenigsten auf der Tiefsee-Station XIII#30 (Abb. 4.11.).

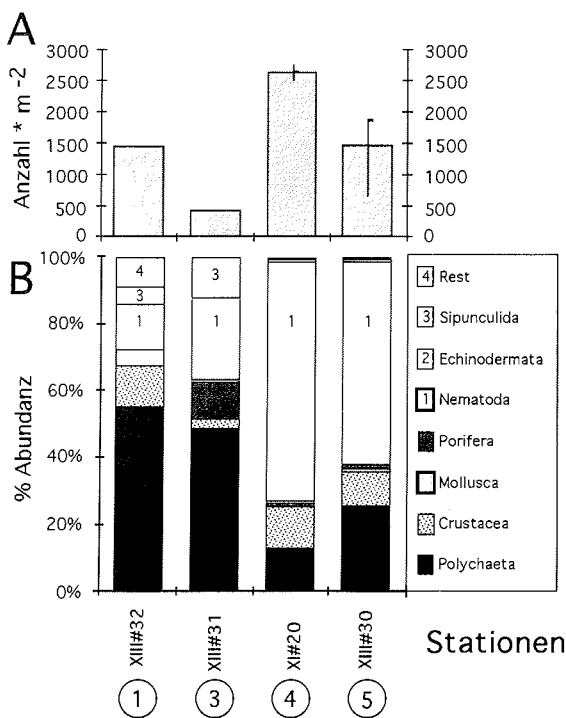


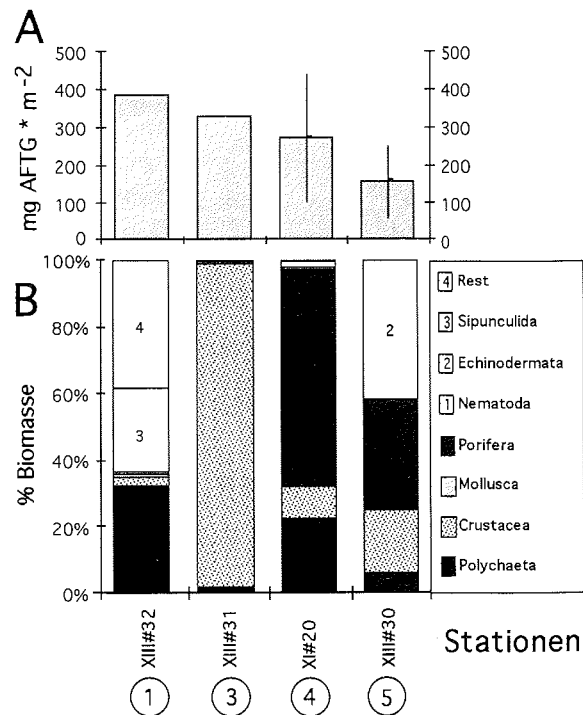
Abb. 4.3.

Abundanz auf dem Framstraßen-Schnitt: Die Stationen sind von links gesehen in West-Ost-Richtung vom Schelf 1) über den unteren Kontinentalhang 3) und den Kontinentalfuß 4) zur Tiefsee 5) angeordnet. Die oberen Säulen A) stellen die Mittelwerte dar, der Fehlerbalken den Maximal- und Minimalwert sowie den Median. Die unteren Säulen B) geben die prozentuale Verteilung der verschiedenen Taxa an der Gesamtabundanz einer Station wieder.

Nematoda stellten mit der Hälfte aller gefundenen Tiere die zahlenmäßig häufigste Gruppe, gefolgt von den Polychaeta mit 23 % (Abb. 4.3.). Bei allen anderen Taxa lag der Anteil an der Gesamtabundanz unter 10 %. Die beiden tiefen Stationen zeigten ein einheitliches Bild der Taxonzusammensetzung mit einer Dominanz der Nematoda, die auf Station XI#20 einen Anteil von 73 % und auf Station XIII#30 einen von 61 % erreichten. Ansonsten kamen noch Polychaeta und Crustacea zu etwa gleichen Teilen vor. Auf der 1300 m tiefen Station XIII#31 und der Schelfstation XIII#32 dominierten die Polychaeta mit über 50 %. Neben Nematoda sind auf der Station XIII#32 noch Nemeritina, Crustacea, Mollusca und Sipunculida und auf Station XIII#31 noch Sipunculida und Porifera von einiger Bedeutung.

Die Werte der makrobenthischen Biomasse lagen zwischen 436 mg AFTG m⁻² (XI#20 II) und 60 mg AFTG m⁻² (XIII#30 II). Die Biomasse nahm im Mittel mit zunehmender Tiefe von 383 mg AFTG m⁻² auf dem Schelf über 328 mg AFTG m⁻² am unteren Kontinentalhang und 268 mg AFTG m⁻² (V_r = 2 %) am Kontinentalfuß auf 154 mg AFTG m⁻² (V_r = 43 %) in der Tiefsee ab (Abb. 4.4.).

Abb. 4.4. Biomasse auf dem Framstraßen-Schnitt: Die Stationen sind von links gesehen in West-Ost-Richtung vom Schelf 1) über den unteren Kontinentalhang 3) und den Kontinentalfuß 4) zur Tiefsee 5) angeordnet. Die oberen Säulen A) stellen die Mittelwerte dar, der Fehlerbalken den Maximal- und Minimalwert sowie den Median. Die unteren Säulen B) geben die prozentuale Verteilung der verschiedenen Taxa an der Gesamtbio­masse einer Station wieder.



Insgesamt stellten Crustacea 34 %, Porifera 20 % und Polychaeta 17 % der Gesamtbio­masse dieses Schnittes. Die Stationen unterschieden sich stark hinsichtlich der prozentualen Verteilung der Biomasse auf die einzelnen Taxa (Abb. 4.4.). Auf Station XIII#31 bei 1300 m Wassertiefe dominierten Crustacea mit 97,6 %, wobei die Biomasse

4. Ergebnisse

fast ausschließlich von einem großen Amphipoden gestellt wurde. Auf Station XI#20 dominierten Porifera mit 66 % über Polychaeta mit 22 % und Crustacea mit 10 %. Auch auf Station XIII#30 stellten die Porifera einen Großteil der Biomasse (33 %), dominiert wurde die Biomasse dieser Station allerdings von den ebenfalls seltenen Echinodermata (42 %). Die übrige Biomasse dieser Station machten Crustacea (19 %) und Polychaeta (5 %) aus. Auf dem Schelf verteilte sich die Biomasse auf Polychaeta (32 %), Sipunculida (25 %) und Anthozoa (36 %). Die Biomasse der Nematoda, die die Abundanzen der tiefen Stationen dominierten, war nur gering (1,6 bzw 0,4 %). Tiere, die größer als 8 mm ESD waren, wurden nicht gefunden.

75°N

Die Gemeinschaftsstruktur des Makrobenthos folgte der Einteilung in die fünf vorgegebenen Tiefenstufen (ANOSIM-Test: Global R = 0,672; $p < 0,001$). Die deutlichen faunistischen Unterschiede sind auch bei der Klassifikation (Abb. 4.5.A) und Ordination (Abb. 4.5.B) feststellbar, wobei sich allerdings keine lineare Verschiebung der makrobenthischen Zusammensetzung vom Schelf zur Tiefsee erkennen ließ. Die Stationen auf dem Schelf waren faunistisch den Kontinentalfuß-Stationen ähnlicher als denen vom Kontinentalhang. Die Station XIII#22, die bei 900 m Tiefe in den Bereich der Suspensionsfresserzone fiel, war faunistisch auffällig und ließ sich keinem Cluster zuordnen.

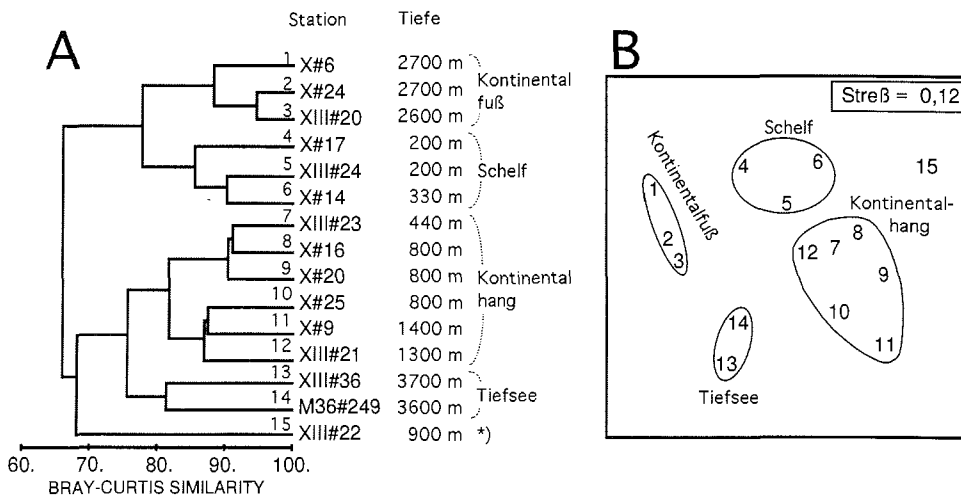


Abb. 4.5. Gemeinschaftsstruktur der makrobenthischen Taxa auf dem 75°N-Schnitt. A: Dendrogramm, B: MDS-Plot. Im MDS-Plot markieren Kreise die Stationsgruppen aus der Clusteranalyse. *) Station aus dem Suspensionsfresser-Gürtel mit dichtem Schwammnadelnfilz im Sediment.

Die makrobenthische Abundanz (Tiere unter 16 mm ESD) schwankte auf dem 75°N-Schnitt zwischen 14144 Tieren m⁻² (XIII#22 II) und 1024 Tieren m⁻² (XIII20 MUC). Im Schnitt wurden 2772 Tiere m⁻² ermittelt, wobei die Werte auf dem Schelf (3736 Tiere m⁻², V_r = 12 %) und dem oberen Kontinentalhang (4655 Tiere m⁻², V_r = 25 %) höher und die Werte vom unteren Kontinentalhang (1837 Tiere m⁻², V_r = 10 %) sowie des Kontinentalfußes (1692 Tiere m⁻², V_r = 14 %) und der Tiefsee (1559 Tiere m⁻², V_r = 12 %) niedriger waren (Abb. 4.6.). Auffällig war Station XIII#22 am oberen Kontinentalhang mit den höchsten Abundanzzahlen (siehe auch 5.2.5.). Trotz der hohen Werte in mittlerer Tiefe ergab sich für den 75°N-Schnitt eine klare Abnahme der Abundanz mit zunehmender Wassertiefe (Spearman's Rho: -0,402; p < 0,05; n = 37).

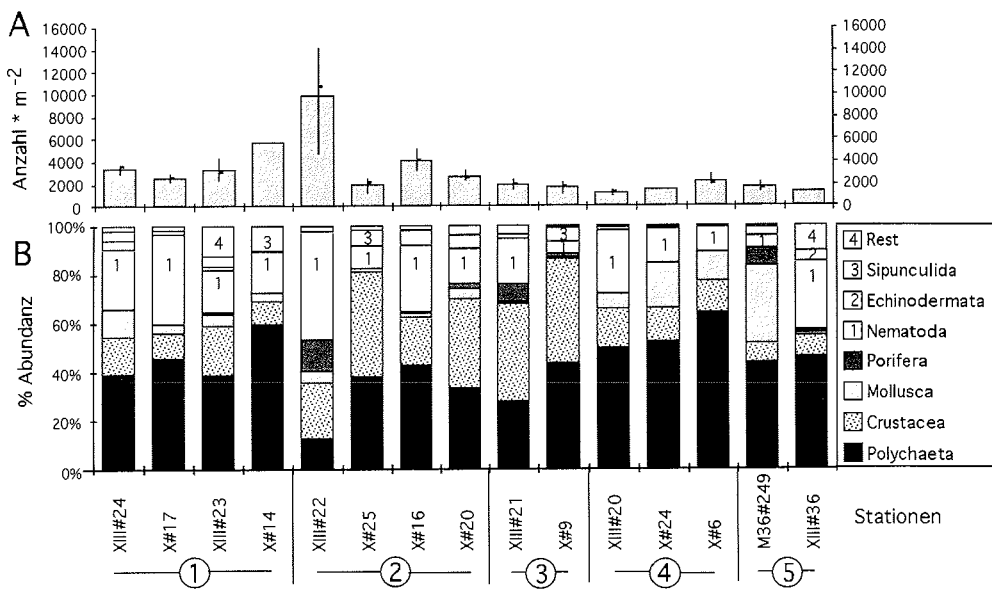


Abb. 4.6. Abundanz auf dem 75°N-Schnitt: Die Stationen sind von links gesehen in West-Ost-Richtung vom Schelf 1) über den oberen 2) und unteren 3) Kontinentalhang und den Kontinentalfuß 4) zur Tiefsee 5) angeordnet. Die oberen Säulen A) stellen die Mittelwerte dar, der Fehlerbalken den Maximal- und Minimalwert sowie den Median. Die unteren Säulen B) geben die prozentuale Verteilung der verschiedenen Taxa an der Gesamtabundanz einer Station wieder.

Häufigstes Taxon insgesamt waren die Polychaeta mit einem Anteil von 38 % an der Gesamtabundanz. Es folgten die Nematoda, die auf der individuenreichsten Station XIII#22 dominierten, mit 24 %. Crustacea stellten 21 % und Mollusca 6 % der Gesamtabundanz. Auf dem Schelf dominierten die Polychaeta mit 48 %, gefolgt von den Nematoda mit 22 % und den Crustacea mit 13 % (Abb. 4.6.). Mollusca und Sipunculida stellten jeweils 6 %. Betrachtet man Station XIII#22 aufgrund ihrer enormen Abundanz, die hauptsächlich auf die hohen Zahlen an Nematoda (44 %), Crustacea (23 %), Porifera (13 %) und Polychaeta (12 %) zurückzuführen ist, gesondert, dann dominieren auch am oberen Kontinentalhang die Polychaeta (38 %). Es folgen Crustacea (30 %),

4. Ergebnisse

Nematoda (19 %) und Sipunculida (6 %). Am unteren Kontinentalhang stellten Crustacea das häufigste Taxon (42 %), gefolgt von Polychaeta (35 %) und Nematoda (13 %). Der Kontinentalfuß wird wiederum durch einen hohen Anteil an Polychaeta (57 %) geprägt. Der Rest verteilt sich gleichmäßig auf Nematoda (15 %), Crustacea (14 %) und Mollusca (13 %). Auch in der Tiefsee waren Polychaeta das dominierende Taxon (44 %), Crustacea (8 %) waren vergleichsweise selten. Auf Station M36#249 brachten viele Bivalvia den Anteil der Mollusken auf 32 %, dagegen hatten auf Station XIII#36 Nematoda einen hohen Anteil (28 %) an der Abundanz. Während die meisten Taxa in allen Tiefenstufen zu finden waren, war das Vorkommen der Sipunculida auf den Schelf und Kontinentalhang begrenzt. Porifera kamen unregelmäßig in geringer Abundanz vor, Echinodermata dagegen waren äußerst selten.

Die Biomasse in den einzelnen Proben variierte deutlich und reichte von 38 mg AFTG m⁻² (XIII#20 I) bis 6090 mg AFTG m⁻² (XIII#22 II). Insgesamt wiesen 5 Proben eine Biomasse von 2000 mg AFTG m⁻² oder mehr auf. Betrachtet man die einzelnen Tiefenstufen, so nahm die Biomasse im Schnitt mit der Tiefe von 1543 mg AFTG m⁻² (V_r = 32 %) auf dem Schelf über 898 mg AFTG m⁻² (V_r = 56 %) am oberen und 441 mg AFTG m⁻² (V_r = 17 %) am unteren Kontinentalhang auf 179 mg AFTG m⁻² (V_r = 29 %) am Kontinentalfuß ab (Abb. 4.7.). In der Tiefsee allerdings wurde mit 1029 mg AFTG m⁻² (V_r = 71 %) eine vergleichsweise hohe Biomasse ermittelt.

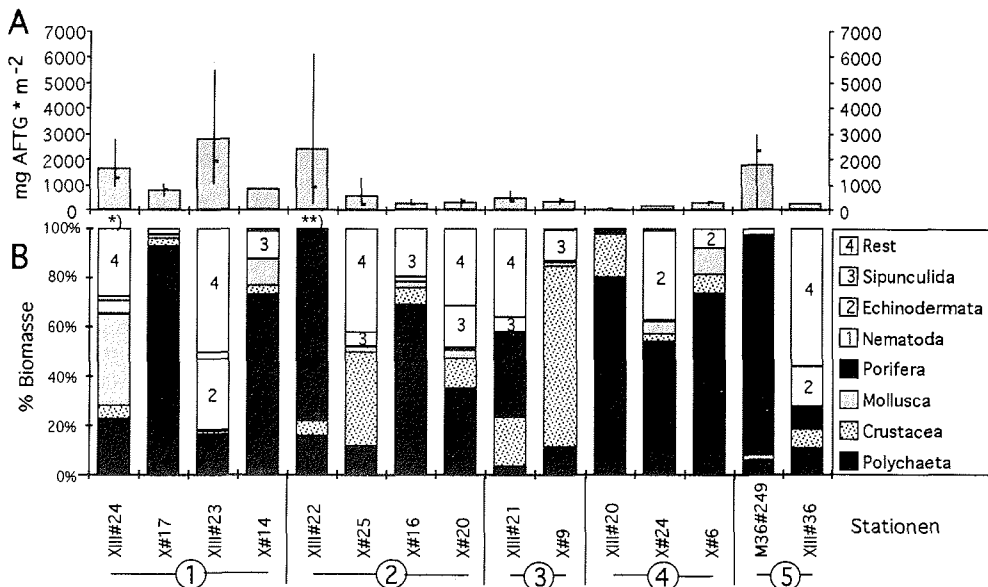


Abb. 4.7.

Biomasse auf dem 75°N-Schnitt: Die Stationen sind von links gesehen in West-Ost-Richtung vom Schelf 1) über den oberen 2) und unteren 3) Kontinentalhang und den Kontinentalfuß 4) zur Tiefsee 5) angeordnet. Die oberen Säulen A) stellen die Mittelwerte dar, der Fehlerbalken den Maximal- und Minimalwert sowie den Median. Die unteren Säulen B) geben die prozentuale Verteilung der verschiedenen Taxa an der Gesamtbioasse einer Station wieder.

*) ohne zwei Echinoidea > 16 mm ESD; **) ohne vier Porifera > 16 mm ESD.

Sowohl Polychaeta als auch Porifera hatten je einen Anteil von 27 % an der Gesamtbiomasse. Es folgten Echinodermata und Crustacea mit jeweils 8 % und Mollusca mit 7 %. Betrachtet man die Tiefenstufen getrennt, so verteilte sich die Biomasse jedoch völlig anders (Abb. 4.7.), und zudem gab es innerhalb der Tiefenstufen große Unterschiede zwischen den Stationen. Auf dem Schelf und dem Kontinentalfuß dominierten Polychaeta die Biomasse (36 % bzw. 68 %) über Echinodermata (15 % bzw. 16 %) und Mollusca (12 % bzw. 8 %). Sieht man von Station XIII#22 ab, deren Biomasse eindeutig von Porifera beherrscht wurde (88 %), dann stellten wiederum die Polychaeta am oberen Kontinentalhang den höchsten Biomasseanteil (32 %). Es folgten Crustacea (23 %) und Sipunculida (12 %). Den Stationen vom unteren Kontinentalhang und der Tiefsee war nur der geringe Anteil der Polychaeta (< 12 %) an der Biomasse gemeinsam. Die auffallend hohe Biomasse der Stationen XIII#22 am oberen Kontinentalhang und M36#249 aus der Tiefsee wurde hauptsächlich von Porifera (88 bzw. 90 %) ausgemacht. Die Dominanz der Crustacea auf Station X#9 war auf einen Amphipoden zurückzuführen. Brachiopoda hatten lokal einen bedeutenden Anteil an der Biomasse (bis 49 %) und dominierten auf der Tiefseestation XIII#36 mit 54 % die Biomasse. Sipunculida hatten insgesamt nur geringe Bedeutung, und der Anteil der Nematoda an der Biomasse lag an fast allen Stationen deutlich unter 1 %.

Dänemarkstraße

Der ANOSIM-Test belegte, daß sich die Makrobenthosgemeinschaften in den drei Tiefenstufen der Dänemarkstraße in ihrer faunistischen Zusammensetzung signifikant unterscheiden (ANOSIM-Test: Global R = 0,927; $p < 0,05$). Die Tiefenzonierung des Makrobenthos ist auch im Cluster-Dendrogramm und im MDS-Plot deutlich erkennbar (Abb. 4.8.). Die Schelfstation M36#254 und die Station M36#252 am Kolbeinsey-Rücken unterscheiden sich in ihrer Zusammensetzung deutlich von den Stationen am unteren Kontinentalrand.

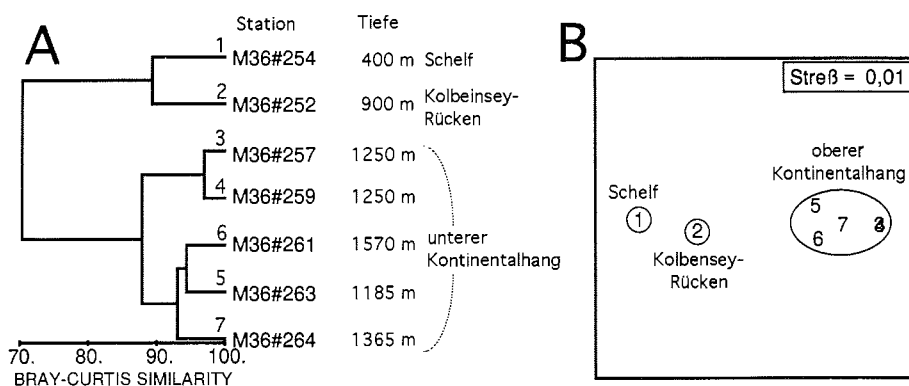


Abb. 4.8.

Gemeinschaftsstruktur der makrobenthischen Taxa auf dem Dänemarkstraßen-Schnitt.

A: Dendrogramm, B: MDS-Plot. Im MDS-Plot markieren Kreise die Stationsgruppen der Clusteranalyse.

4. Ergebnisse

Die Zahl der in den Proben gefundenen Tiere unter 16 mm ESD schwankte sowohl zwischen als auch innerhalb der einzelnen Stationen stark (Abb. 4.9.). Dennoch ließ sich klar erkennen, daß die Abundanz (ebenso wie deren Variabilität innerhalb einer Station) mit der Tiefe abnahm (Spearmans Rho: $-0,567$; $p < 0,05$; $n = 21$). Dieses Ergebnis ist noch deutlicher ausgeprägt, wenn man nur Tiere der Größenklasse 0,5 bis 16 mm ESD in Betracht zieht (Abb. 4.11.). Der höchste Wert wurde in einer Probe vom Schelf mit 22036 Tieren m^{-2} ermittelt. Allerdings sind die Unterschiede zwischen den drei Parallelproben dieser Station groß, im Schnitt wurden 10336 Tiere m^{-2} ($V_r = 71\%$) gefunden. An der nächst tieferen Station, die bei 900 m Tiefe am Kolbeinsey-Rücken lag, wurden maximal 6792 Tiere m^{-2} gezählt. Das Mittel lag bei 5448 Tieren m^{-2} ($V_r = 23\%$). Die Stationen im Bereich des unteren Kontinentalhangs wiesen eine mittlere Abundanz von 1460 Tieren m^{-2} auf, wobei die Variation in den Parallelproben vergleichsweise gering war ($V_r = 5\%$).

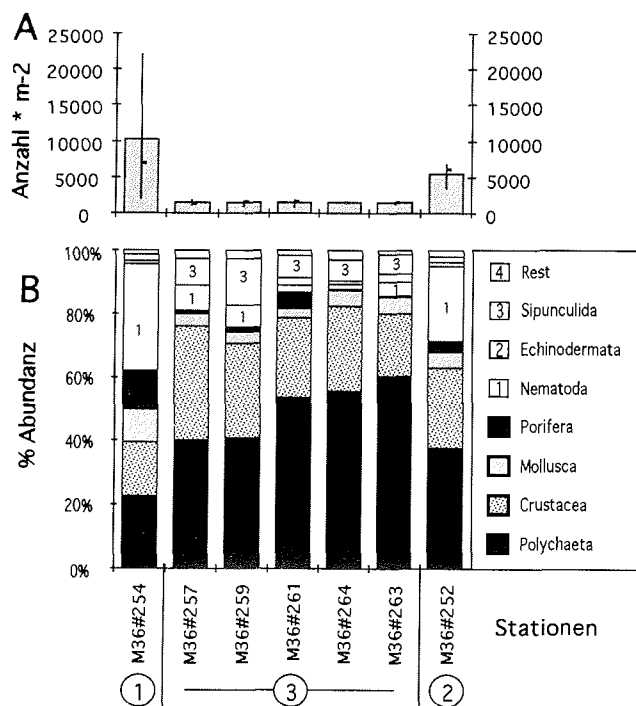


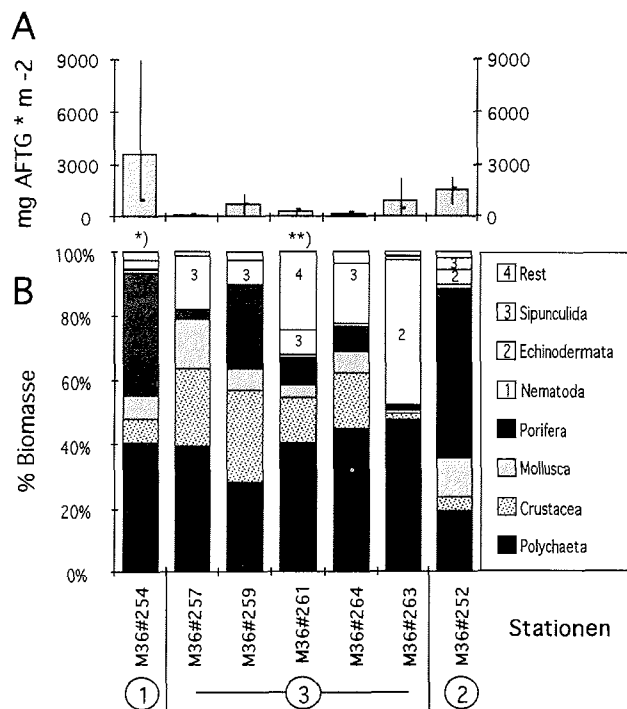
Abb. 4.9. Abundanz auf dem Dänemarkstraßen-Schnitt: Die Stationen sind von links gesehen vom ostgrönländischen Schelf 1) im Nordwesten über den oberen Kontinentalhang 3) nach Südosten zum Kolbeinsey-Rücken 2) angeordnet. Die oberen Säulen A) stellen die Mittelwerte der jeweils drei Parallelproben dar, der Fehlerbalken den Maximal- und Minimalwert sowie den Median. Die unteren Säulen B) geben den prozentualen Anteil der verschiedenen Taxa an der Gesamtabundanz einer Station wieder.

Häufigstes Taxon insgesamt waren mit 38 % die Polychaeta, gefolgt von den Crustacea und Nematoda mit je 22 % und Sipunculida und Porifera mit je 7 %. Auf dem Schelf stellten Nematoda 34 %, Polychaeta 23 % und Crustacea 17 % der Abundanz. Am Kolbeinsey-Rücken waren Polychaeta mit 38 % das häufigste Taxon, daneben waren Crustacea mit 25 % und Nematoda mit 24 % bedeutend. Am unteren Kontinentalhang dominierten die Polychaeta mit 50 % über die Crustacea mit 27 %. Während der Anteil der Mollusca und Porifera auf dem Schelf noch knapp über 10 % lag, hatten sie ansonsten wie die Echinodermata und Sipunculida nur geringen Anteil an der Gesamtabundanz einer Station oder Tiefenstufe (Abb. 4.9.).

Die Biomasse auf den Stationen des Dänemarkstraßen-Schnittes zeigte eine ähnliche Verteilung wie die Abundanz und nahm mit der Tiefe ab (Spearman's Rho: -0,679; $p < 0,01$; $n = 21$). Entsprechend wurde der höchste Wert in einer Probe der Schelf-Station mit 8937 mg AFTG m^{-2} gefunden (Abb. 4.10.). Wiederum waren die Unterschiede zwischen den drei Parallelproben dieser Station sehr groß, im Schnitt wurden 3589 mg AFTG m^{-2} ($V_r = 91\%$) ermittelt. An der nächst tieferen Station am Kolbeinsey-Rücken wurden maximal 2215 mg AFTG m^{-2} und im Mittel 1523 mg AFTG m^{-2} ($V_r = 34\%$) gefunden. Die übrigen Stationen wiesen eine mittlere Biomasse von 476 mg AFTG m^{-2} auf, wobei die Variation der Biomasse in den Parallelproben verglichen mit der der Abundanz höher war ($V_r = 31\%$).

Abb. 4.10.
Biomasse auf dem Dänemarkstraßen-Schnitt:
Die Stationen sind von links gesehen vom ostgrönländischen Schelf 1) im Nordwesten über den oberen Kontinentalhang 3) nach Südosten zum Kolbeinsey-Rücken 2) angeordnet.
Die oberen Säulen A) stellen die Mittelwerte der jeweils drei Parallelproben dar, der Fehlerbalken den Maximal- und Minimalwert sowie den Median.
Die unteren Säulen B) geben den prozentualen Anteil der verschiedenen Taxa an der Gesamtbio­masse einer Station wieder.

*) ohne zwei Porifera > 16 mm ESD
**) ohne ein Echiurida > 16 mm ESD



Polychaeta hatten mit 36 % den größten Anteil an der Gesamtbio­masse, gefolgt von den Porifera mit 32 %. Nicht so bedeutend waren die Crustacea (9 %), Mollusca (8 %) und Echinodermata (7 %). Auf dem Schelf stellten Polychaeta mit 40 % und Porifera mit 38 % nahezu gleich viel Biomasse (Abb. 4.10.). Während Mollusca und Crustacea noch einen Biomasseanteil von 8 % bzw. 7 % erreichten, lag der Anteil aller übrigen Taxa jeweils unter 3 %. Am Kolbeinsey-Rücken dominierten Porifera die Biomasse mit 53 %. Der Anteil der Polychaeta lag hier bei 20 %, der der Mollusca bei 12 %. Am unteren Kontinentalhang entfielen 40 % der Biomasse auf die Polychaeta, 18 % auf die Echinodermata, 15 % auf die Crustacea und 10 % auf die Porifera. Auf Station M36#263 wiesen die Echinodermata mit 46 % ihren höchsten Biomasseanteil auf, was hauptsächlich auf einen großen Kammseestern (*Pontaster tenuispinus*) zurückzuführen war. Lokal waren an einigen Stationen auch Sipunculida mit Biomasseanteilen bis 19 % von Be-

4. Ergebnisse

deutung, sowie auf Station M36#261 die Priapulida und Echiurida mit zusammen 24 %. Die Biomasse der Nematoda, die auf dem Schelf die Abundanz dominierten und auf dem Kolbeinsey-Rücken das dritthäufigste Taxon stellten, war stets sehr gering (< 1,2 %).

Synopse

Sowohl Abundanz als auch Biomasse des Makrobenthos mit Größen zwischen 0,5 bis 16 mm ESD (Abb. 4.11.) nahm signifikant mit zunehmender Tiefe ab (Spearman's Rho: -0,550 bzw. -0,531; p jeweils < 0,05, $n = 65$). Obwohl die durchschnittlichen Abundanz- und Biomassewerte der Dänemarkstraße über den entsprechenden des 75°N-Schnittes lagen, konnte statistisch innerhalb der Tiefenstufen Schelf, oberer und unterer Kontinentalhang kein signifikanter Unterschied (Mann-Whitney U-Tests, $p > 0,05$) festgestellt werden. Die Werte von der Framstraße waren zwar deutlich geringer als die der beiden anderen Schnitte, aber aufgrund der wenigen Proben konnte keine statistische Analyse durchgeführt werden.

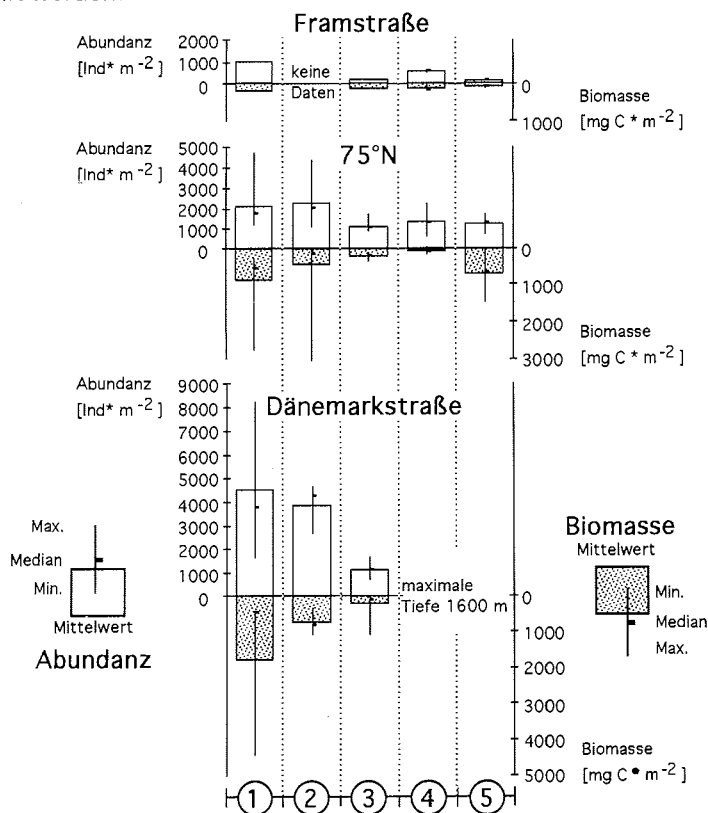


Abb. 4.11. Verteilung von Abundanz und Biomasse auf die Tiefenstufen Schelf 1), oberer 2) und unterer 3) Kontinentalhang, Kontinentalfuß 4) und Tiefsee 5) der drei Regionen.

4.2.3. Größenstruktur

Framstraße

Tendenziell nahm in allen Tiefenstufen des Framstraßen-Schnittes die Anzahl der Tiere mit steigender Größe um bis zu 3 Größenordnungen ab (Abb. 4.12.). In der Größenklasse von 8 bis 16 mm ESD konnte kein Abundanz- bzw. Biomassewert bestimmt werden. Während in der Größenklasse 0,5 bis 1 mm ESD noch 127 Tiere m^{-2} (unterer Kontinentalhang) bis 560 Tiere m^{-2} (Schelf) gezählt wurden, waren es in der Größenklasse von 4 bis 8 mm ESD 8 Tiere m^{-2} (Kontinentalfuß) bis 48 Tiere m^{-2} (Schelf). Auf dem unteren Kontinentalhang wurde in der Größenklasse 2 bis 4 mm ESD kein Tier gefunden. Insgesamt war in dieser Tiefenstufe die Abundanz pro Größenklasse vergleichsweise gering. Auf dem Kontinentalfuß und in der Tiefsee war die Abundanz in der Klasse 1 bis 2 mm ESD gegenüber der vorangegangenen Größenklasse 0,5 bis 1 mm ESD leicht erhöht.

Die Gesamtbiomasse pro Größenklasse nahm in allen Tiefenstufen mit steigender Größe exponentiell zu (Abb. 4.12.). Während in der Klasse von 0,5 bis 1 mm ESD im Schnitt 0,4 mg C m^{-2} ermittelt wurden, waren es in der Klasse von 4 bis 8 mm ESD 69 mg C m^{-2} (Schelf) bis 155 mg C m^{-2} (Kontinentalfuß). Innerhalb einer Größenklasse unterschieden sich die Werte der Parallelproben bis zu einem Faktor von 9.

75°N

Die Anzahl der Tiere pro Größenklasse nahm in allen Tiefenstufen, auf jeder Station und in jeder Probe mit steigender Größenklasse um bis zu 3 Größenordnungen ab (Abb. 4.13.). Ausnahme bildeten die Werte des Kontinentalfußes in der Größenklasse 1 bis 2 mm ESD, bei der geringfügig mehr Tiere (< 1 %) gezählt wurden als in der vorangegangenen Größenklasse 0,5 bis 1 mm ESD. In dieser Klasse wurden ansonsten die höchsten Werte bestimmt, wobei auf dem Schelf (1437 Tiere m^{-2}) und dem oberen Kontinentalhang (1313 Tiere m^{-2}) die Zahlen deutlich höher waren als auf dem unteren Kontinentalhang (667 Tiere m^{-2}) und dem Kontinentalfuß (606 Tiere m^{-2}). Die Werte der Tiefsee (749 Tiere m^{-2}) lagen über denjenigen des unteren Kontinentalhangs und des Kontinentalfußes. In der Klasse von 8 bis 16 mm ESD wurden in der Tiefsee bzw. auf dem Schelf nur noch 2 bis 20 Tiere m^{-2} gezählt, und am unteren Kontinentalhang und dem Kontinentalfuß wurden überhaupt keine Tiere dieser Größe gefunden.

Die Biomasse pro Größenklasse nahm mit steigender Größenklasse von minimal 0,6 mg C m^{-2} in der Größenklasse 0,5 bis 1 mm ESD bis zu maximal 1991 mg C m^{-2} in der Größenklasse 8 bis 16 mm ESD zu (Abb. 4.13.). Ausnahme bildete wiederum der Kontinentalfuß, wo in der Größenklasse 1 bis 2 mm ESD ein Biomassemaximum auftrat. In den jeweiligen Größenklassen glichen sich die mittleren Biomassekonzentrationen der einzelnen Tiefenstufen, nur in der Größenklasse von 1 bis 2 mm ESD waren die Mittelwerte der Tiefsee und in der Größenklasse 4 bis 8 mm ESD die Mittelwerte des Kontinentalfußes etwas geringer als bei den anderen Tiefenstufen. Auf dem Schelf nahm die Variation der Biomassewerte mit steigender Größenklasse von einem Faktor

4. Ergebnisse

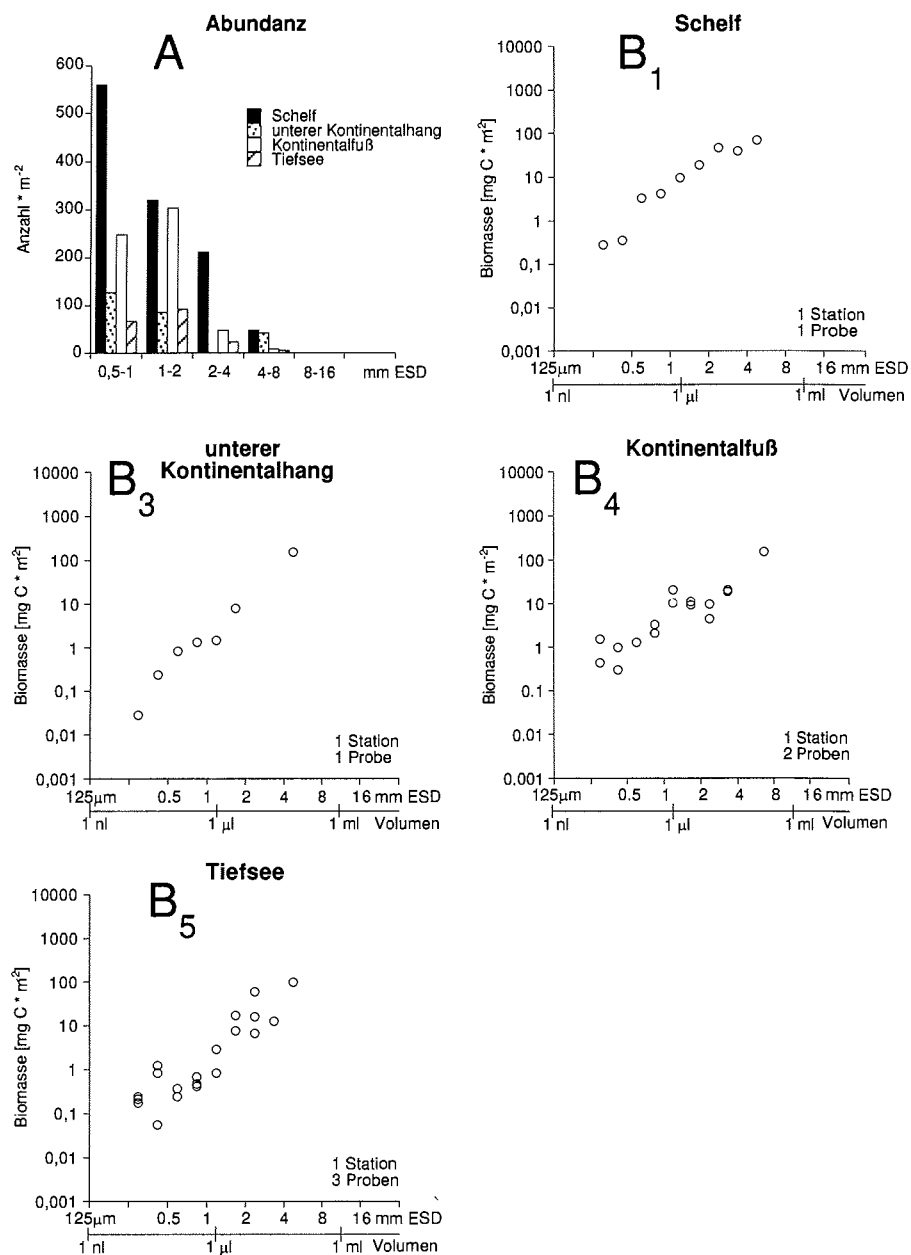


Abb. 4.12. Größenstruktur des Makrobenthos auf dem Framstraßen-Schnitt. A: Größenverteilung, B: Biomasse-spektren der Tiefenstufen Schelf 1), unterer Kontinentalhang 3), Kontinentalfuß 4) und Tiefsee 5). ESD = Equivalent Spherical Diameter.

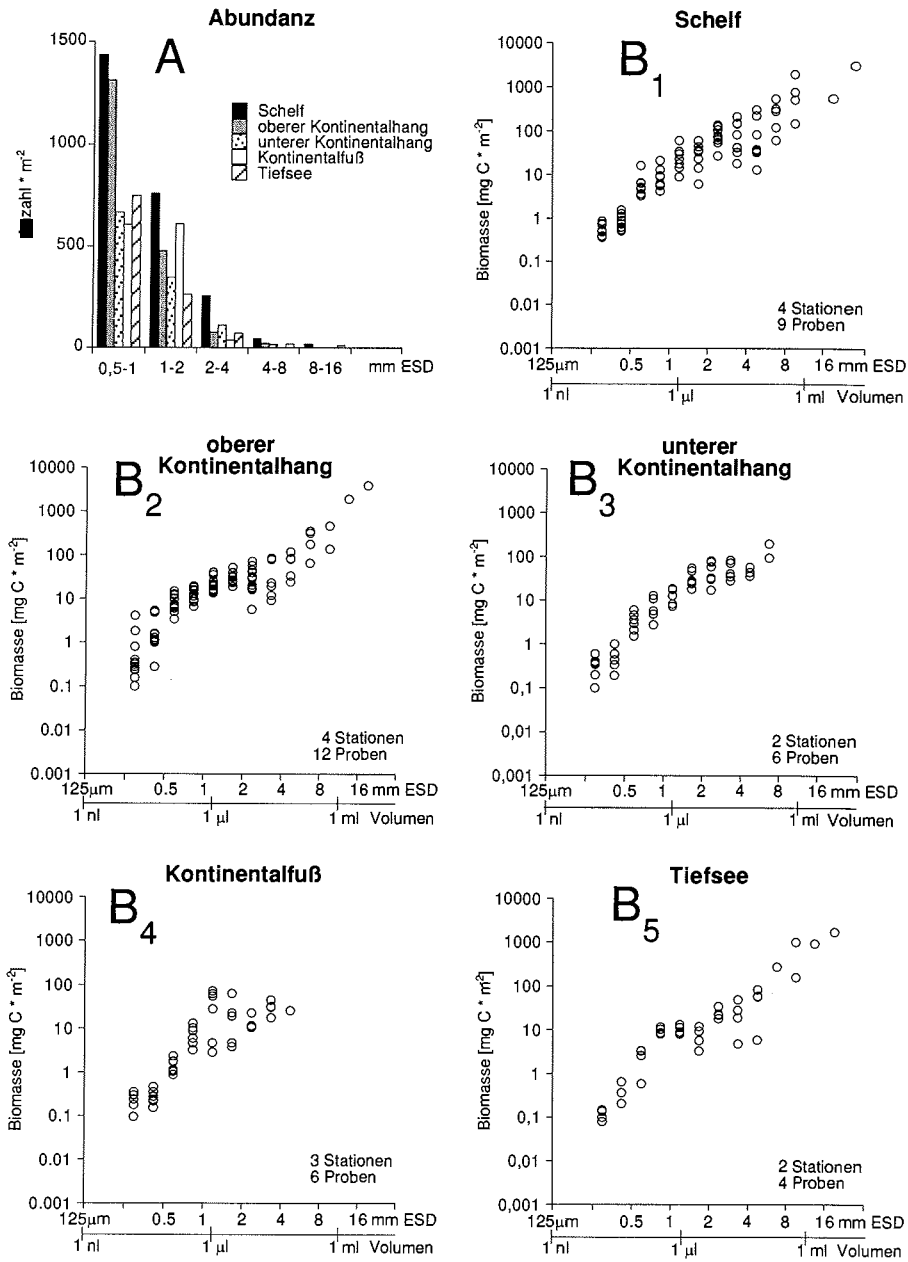


Abb. 4.13. Größenstruktur des Makrobenthos auf dem 75°N-Schnitt. A: Größenverteilung, B: Biomassespektren der Tiefenstufen Schelf 1), oberer 2) und unterer 3) Kontinentalhang, Kontinentalfuß 4) und Tiefsee 5). ESD = Equivalent Spherical Diameter.

4. Ergebnisse

von 5 in der Größenklasse 0,5 bis 1 mm ESD bis zu einem Faktor von 16 in der Größenklasse 8 bis 16 mm ESD zu. Am oberen Kontinentalhang lag die Streuung der Werte bei einem Faktor von weniger als 5, nur in der Größenklasse 2 bis 4 mm ESD variierten die Werte um einen Faktor von 12. Am unteren Kontinentalhang dagegen lag die Varianz konstant bei einem Faktor von unter 5. Am Kontinentalfuß streuten die einzelnen Werte im Bereich des Biomassemaximums am meisten (Faktor bis 25), in der Tiefsee zwischen 2 und 8 mm ESD (Faktor bis 26).

Dänemarkstraße

In jeder Tiefenstufe, auf jeder Station und in jeder Probe nahm die Anzahl der Tiere pro Größenklasse mit steigender Größenklasse monoton um bis zu 2 Größenordnungen ab (Abb. 4.14.). Auf dem Schelf wurden in der Klasse von 0,5 bis 1 mm ESD 2224 Tiere m^{-2} gezählt, in der Klasse von 8 bis 16 mm ESD dagegen nur noch 37 Tiere m^{-2} . Ebenso verringerte sich die Zahl der Tiere pro Größenklasse vom Kolbeinsey-Rücken von 2349 Tieren m^{-2} auf 16 Tiere m^{-2} und am unteren Kontinentalhang von 607 Tieren m^{-2} auf 2 Tiere m^{-2} .

Genauso eindeutig wie die Abundanz abnahm stieg die Biomasse pro Größenklasse mit steigender Größenklasse um bis zu 3 Größenordnungen an (Abb. 4.14). Im Mittel übertrafen in den jeweiligen Größenklassen die Biomassewerte vom Schelf jene vom oberen Kontinentalhang, die wiederum über denen des unteren Kontinentalhangs lagen. Auf dem Schelf stieg die Biomasse im Schnitt von 8,6 mg C m^{-2} in der Klasse von 0,5 bis 1 mm ESD auf 2102,7 mg C m^{-2} in der Klasse von 8 bis 16 mm ESD. Auf dem Kolbeinsey-Rücken und am unteren Kontinentalhang nahmen die Biomassewerte von 3 mg C m^{-2} auf 482,9 mg C m^{-2} bzw. von 0,7 mg C m^{-2} auf 441,6 mg C m^{-2} zu. Innerhalb der Größenklasse streuten die Werte erheblich, besonders auf dem Schelf (in der Größenklasse 2 bis 4 mm ESD mit einem Faktor von 20), obwohl hier alle Proben von einer Station stammten. Bei der Größenstruktur der Makrobenthosgemeinschaft am oberen und unteren Kontinentalhang wiesen einige Proben in den Größenklassen zwischen 2 und 8 mm ESD deutlich geringere Biomassewerte auf, so daß die Werte innerhalb dieser beiden Größenklassen um bis zu zwei Größenordnungen streuten. Dieses Phänomen hatte zwei Ursachen. Zum einen handelte es sich bei Tieren dieser Größenklassen zum Teil um Porifera und Ophiuroidea, die ein deutlich geringeres Biomasse-Volumen-Verhältnis als der Großteil der untersuchten Taxa hatten. Zum anderen waren die Abundanzen in diesen Größenklassen so gering, daß es entscheidend war, aus welcher Unterprobe die Tiere stammten. Die Biomasse von Tieren aus der Oberflächenwasserprobe (0,25 m^{-2}), die mit dem Faktor 4 multipliziert wurde, um auf Biomasse m^{-2} zu kommen, hatte einen deutlich geringeren Einfluß auf die Gesamtbiomasse einer Größenklasse als die Biomasse gleich großer Tiere aus den übrigen Unterproben (0,0625 m^{-2}), deren Masse mit dem Faktor 16 multipliziert wurde.

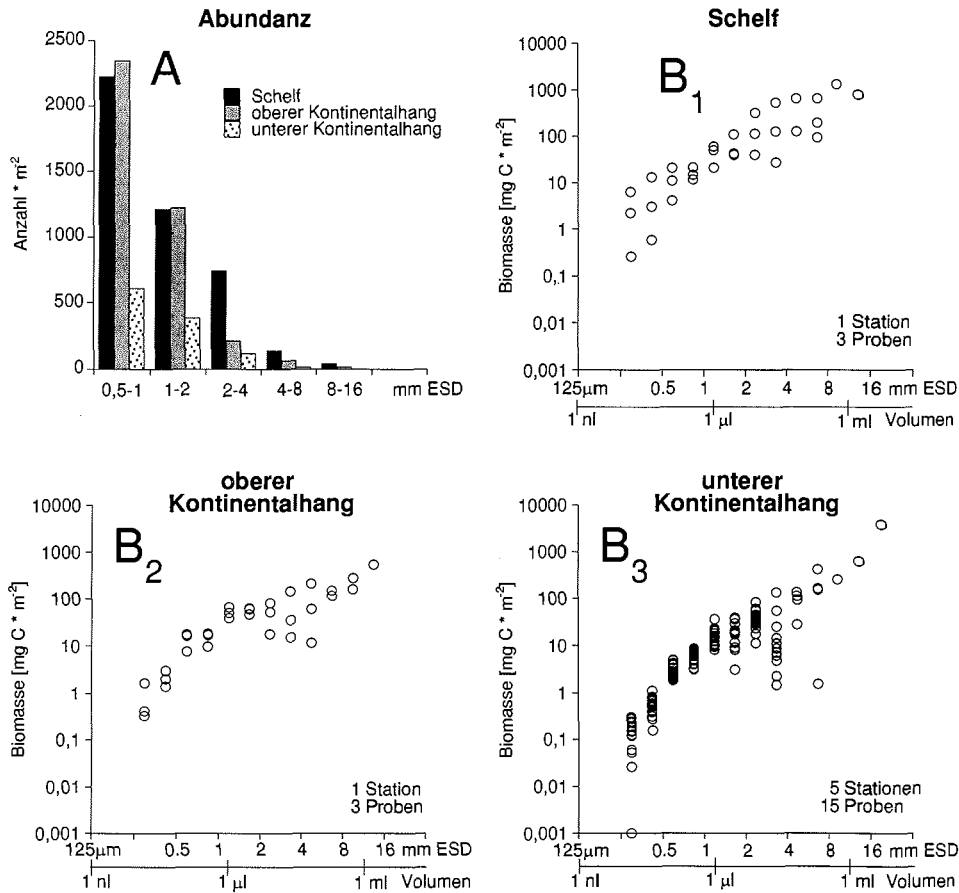


Abb. 4.14.

Größenstruktur des Makrobenthos auf dem Dänemarkstraßen-Schnitt. A: Größenverteilung, B: Biomassenspektren der Tiefenstufen Schelf 1), oberer 2) und unterer 3) Kontinentalhang. ESD = Equivalent Spherical Diameter.

Synopse

Abb. 4.15. zeigt synoptisch die Größenspektren der verschiedenen Tiefenstufen und Regionen (dargestellt sind jeweils die Mittelwerte pro Größenklasse). Die niedrigsten Biomassewerte einer Tiefenstufe fanden sich jeweils in der kleinsten Größenklasse, die höchsten Werte in der größten. Nur bei 75°N am unteren Kontinentalhang und am Kontinentalfuß sowie in der Framstraße am Schelf und in der Tiefsee war dies nicht der Fall. Allein in dem Größenspektrum vom Kontinentalfuß bei 75°N fand sich das Biomassemaximum nicht in der größten Größenklasse, sondern in der Größenklasse 1 bis 2 mm ESD. Statistisch gesehen gab es keine signifikante Übereinstimmung der Größenspektren einer Tiefenstufe oder einer Region (Chi-Quadrat-Tests; $p > 0,05$).

4. Ergebnisse

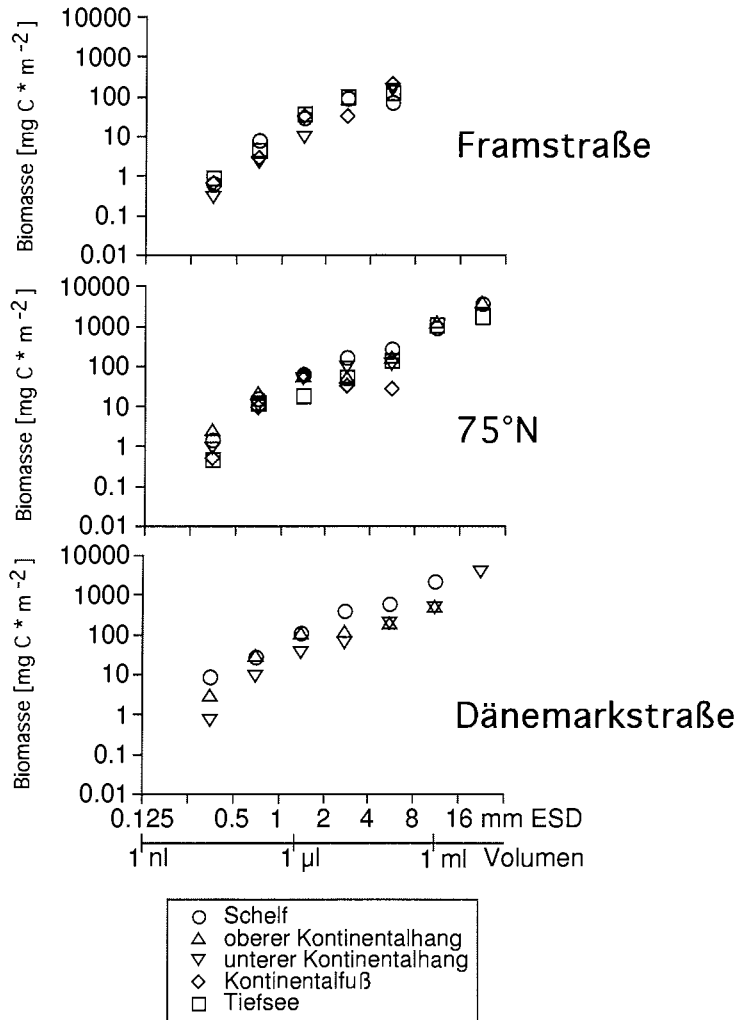


Abb. 4.15. Mittlere Biomasse pro Quadratmeter und Größenklasse für die fünf Tiefenstufen und drei Regionen. ESD = Equivalent Spherical Diameter.

Die durchschnittliche Biomasse eines makrobenthischen Tieres stieg exponentiell von 0,01 mg C ($V_r = 28\%$) in der Größenklasse 0,5 bis 1 mm ESD über 0,11 mg C ($V_r = 11\%$), 0,61 mg C ($V_r = 8\%$) und 5,58 mg C ($V_r = 21\%$) auf 49,83 mg C ($V_r = 17\%$) in der Größenklasse 8 bis 16 mm ESD (Abb. 4.16.). Je nach Tiefenstufe und Region ist die durchschnittliche Biomasse eines makrobenthischen Tieres innerhalb einer Größenklasse auch Ausdruck der faunistischen Zusammensetzung, da das Verhältnis von Volumen zu Biomasse von Taxon zu Taxon variiert (siehe 4.1.). So beeinflussen besonders Porifera in den Größenklassen von 4 bis 16 mm ESD die durchschnittliche Biomasse.

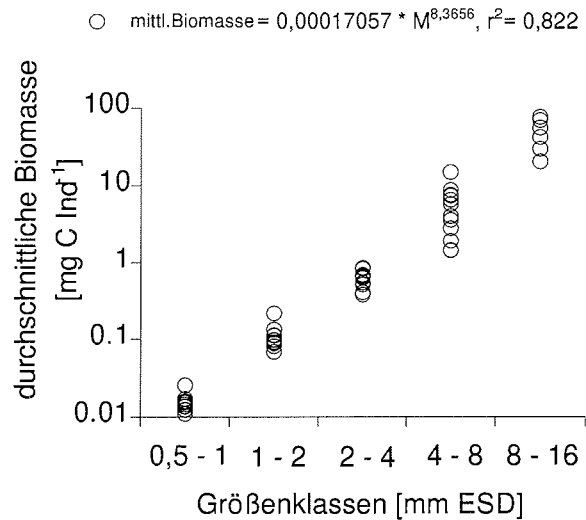


Abb. 4.16. Durchschnittliche Biomasse eines makrobenthischen Tieres innerhalb der einzelnen Größenklassen. ESD = Equivalent Spherical Diameter.

4.2.4. Kohlenstoffbedarf

Auf den Stationen im Untersuchungsgebiet lag der aus den Größenspektren und allometrischen Beziehungen berechnete Kohlenstoffbedarf des Makrobenthos zwischen $1 \text{ mg C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ und $72 \text{ mg C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ und nahm signifikant mit zunehmender Wassertiefe ab (Spearman's Rho: $-0,536$; $p < 0,001$; $n = 65$). Die Werte in der Framstraße lagen zwischen $4,6 \text{ mg C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ auf dem Schelf und $1,5 \text{ mg C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ in der Tiefsee und waren somit geringer als auf den beiden anderen Schnitten (Abb. 4.18.). Aufgrund des geringen Probenumfangs konnte nicht geprüft werden, ob dieser Unterschied statistisch signifikant war. Auch auf dem 75°N -Schnitt und in der Dänemarkstraße war der Kohlenstoffbedarf auf dem Schelf am höchsten (Mittelwert von 31 ($V_r = 81\%$) bzw. 15 ($V_r = 20\%$) $\text{mg C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$) und nahm im Schnitt mit jeder Tiefenstufe ab. Nur die Tiefseestation M36#249 bei 75°N hatte aufgrund ihrer relativ hohen Biomasse auch einen erhöhten Kohlenstoffbedarf (Mittelwert von $11 \text{ mg C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$). Es gab keinen signifikanten Unterschied im makrobenthischen Kohlenstoffbedarf zwischen dem 75°N -Schnitt und dem Dänemarkstraßen-Schnitt (Mann-Whitney U-Tests, $p > 0,05$).

4. Ergebnisse

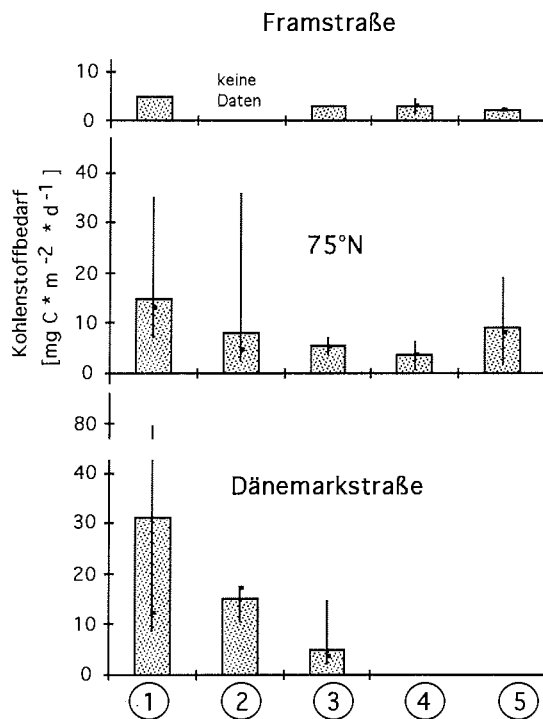


Abb. 4.17. Verteilung des Kohlenstoffbedarfs auf die Tiefenstufen Schelf 1), oberer 2) und unterer 3) Kontinentalhang, Kontinentalfuß 4) und Tiefsee 5) der drei Regionen. Die Säulen stellen die Mittelwerte dar, der Fehlerbalken den Maximal- und Minimalwert sowie den Median.

4.3. Epibenthos

4.3.1. Abundanz, Biomasse und Zusammensetzung

Innerhalb einer Tiefenstufe war die Abundanz des Epibenthos in den EBS-Fängen ähnlich. Während am unteren Kontinentalhang in der Dänemarkstraße 4 Tiere m⁻² bzw. 3 Tiere m⁻² gesammelt wurden, so waren die Zahlen auf dem Schelf sowohl bei 75°N als auch in der Framstraße mit 12 Tieren m⁻² bzw. 10 Tieren m⁻² deutlich höher (Tab. 4.3.). Innerhalb des betrachteten Größenspektrums waren Crustacea immer das dominierende Taxon (Abb. 4.19.A). Die Abundanz wurde von ihnen je nach Station mit 53 % bis 81 % beherrscht, wobei es sich fast ausschließlich um Peracarida handelte. Das nächsthäufigste Taxon waren Polychaeta, die 11 % bis 29 % der Abundanz einer Station ausmachten. Mollusca erreichten an Station XIII#24 17 %, waren aber ansonsten wie alle übrigen Taxa selten.

Tab. 4.3. Auf Quadratmeter standardisierte Fangergebnisse der Epibenthoschlitten-Einsätze.

Probe	Wassertiefe m	Ind m ⁻² (0.5 - 16 mm ESD)	mg AFTG m ⁻² (0.5 - 16 mm ESD)
M36#264 EBS	1400	3.76	2.34
M36#265 EBS	1570	3.42	3.13
XIII#24 EBS	200	11.86	11.04
XIII#32 EBS	350	10.15	4.72

Die Biomasse auf der Station XIII#24 war mit 11 mg AFTG m⁻² deutlich höher als die der übrigen Stationen, die zwischen 2,3 mg AFTG m⁻² und 4,7 mg AFTG m⁻² lag (Tab.4.3.). Tiere über 16 mm ESD wurden nicht berücksichtigt. An Station M36#265 waren dies Porifera und auf der Station XIII#32 sechs *Pandalus borealis* und zwei *Sclerocrangon ferox*. Innerhalb des betrachteten Größenspektrums dominierten wiederum die Crustacea die Biomasse einer Station mit 45 % bis 93 %, wobei die seltenen Decapoda aufgrund ihrer Größe bis zu 43 % der Crustacea-Biomasse stellten (Abb. 4.19.A). Ausnahme bildete die Station M36#265, an der Porifera die Biomasse mit 70 % dominierten und auch die Echinodermata mit 22 % einen höheren Biomasseanteil als die Crustacea aufwiesen. Kleine Fische stellten auf Station XIII#24 ein Drittel der Biomasse.

4.3.2. Größenstruktur

In drei der vier Fänge nahm die Anzahl der Tiere pro Größenklasse mit steigender Größenklasse monoton um ca. eine Größenordnung ab (Abb. 4.19.B). Nur auf Station M36#264 am unteren Kontinentalhang der Dänemarkstraße nahm die Zahl der Tiere bis zur Größenklasse 2 bis 4 mm ESD zu und dann erst mit steigender Größenklasse ab. Die Anzahl der Tiere m⁻² auf dem Schelf bei 75°N und in der Framstraße in den Klassen von 0,5 bis 2 mm ESD war deutlich höher als am unteren Kontinentalhang der Dänemarkstraße. Der Unterschied zwischen den Stationen in der Abundanz pro Größenklasse nahm mit wachsender Größenklasse ab. In der Klasse von 8 bis 16 mm ESD wurden auf keiner Station mehr als 0,1 Tiere m⁻² gezählt.

Die Biomasse pro Größenklasse nahm mit steigender Größenklasse um mehr als 4 Potenzen zu und näherte sich asymptotisch einem Wert, der bei 1 mg C m⁻² lag. Dabei lagen die Werte der Schelfstationen XIII#24 und XIII#32 dicht beieinander und deutlich über denen vom unteren Kontinentalhang. Auffällig war ein kleines Biomassemaximum bei den Schelfstationen im Bereich 1 bis 2 mm ESD.

4. Ergebnisse

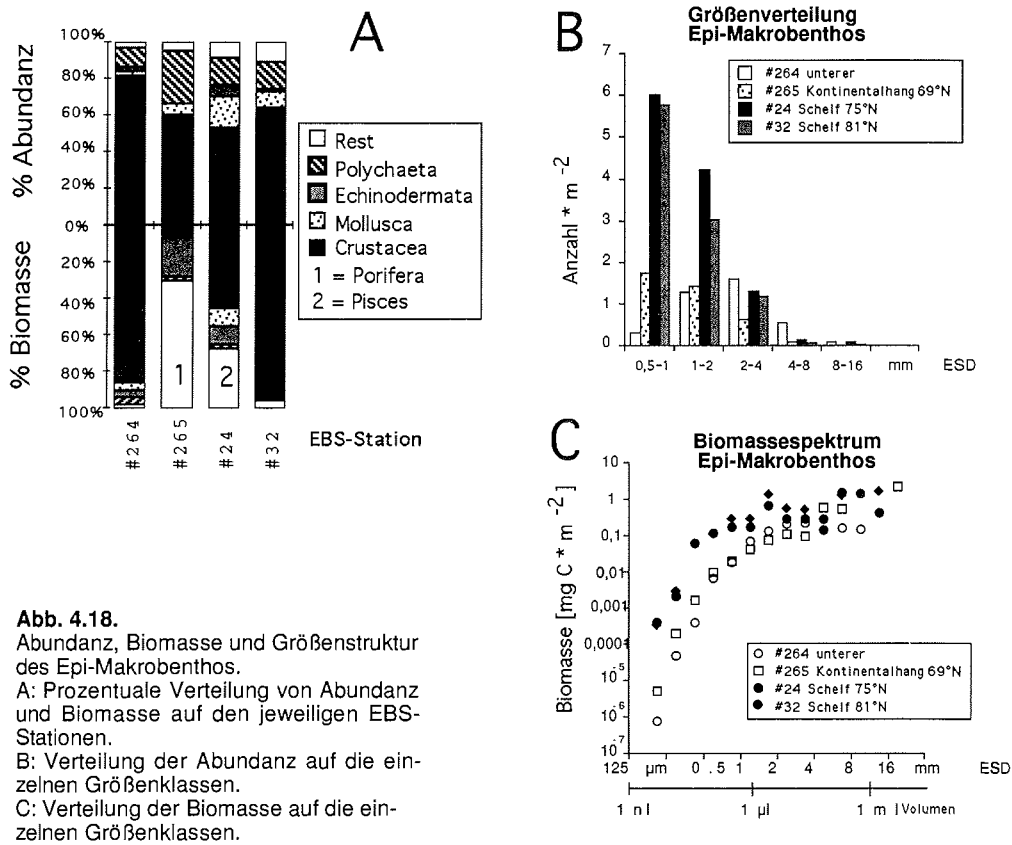


Abb. 4.18.

Abundanz, Biomasse und Größenstruktur des Epi-Makrobenthos.

A: Prozentuale Verteilung von Abundanz und Biomasse auf den jeweiligen EBS-Stationen.

B: Verteilung der Abundanz auf die einzelnen Größenklassen.

C: Verteilung der Biomasse auf die einzelnen Größenklassen.

5. Diskussion

Zunächst wird die Zweckmäßigkeit der benutzten Methoden diskutiert. Anschließend wird erörtert, inwieweit die Ergebnisse hinsichtlich Abundanz, Biomasse und Verteilungsmuster des Makrobenthos am ostgrönländischen Kontinentalhang zu bisherigen Erkenntnissen passen. Die Größenstruktur wird mit aus der Literatur bekannten Größenspektren anderer Regionen und Lebensräume verglichen. In einem anschließenden Kapitel wird der Kohlenstoffbedarf der Makrofauna in den jeweiligen Tiefenstufen der drei Regionen abgeschätzt und mit den SOD-Werten der entsprechenden Stationen verglichen. Um den Stellenwert der Makrofauna im Benthos des ostgrönländischen Kontinentalhangs zu erfassen, wird die Biomasse des Mikro- und Meiobenthos geschätzt. Nahrungsversorgung und Sedimentbeschaffenheit als die für das Benthos wichtigsten Faktoren werden besprochen.

5.1. Methoden

Probennahmezeitraum

Die Beprobung der Makrobenthosgemeinschaften fand in den Jahren 1994 bis 1997 während des arktischen Sommers (Ende Mai bis Mitte August) statt und spiegelt deshalb nur eine Momentaufnahme des Makrobenthos am ostgrönländischen Kontinentalhang wider. Wegen der Unzugänglichkeit nordpolarer Untersuchungsgebiete im Winter fand die Mehrzahl aller bisherigen Untersuchungen ebenfalls im Sommer statt, so daß die Vergleichbarkeit der Daten gewährleistet ist. Zeitpunkt und Zeitraum der Probenahme sind außerdem von untergeordneter Bedeutung, wenn man von relativ geringen saisonalen und interannuellen Fluktuationen in polaren Makrobenthosgemeinschaften ausgeht (Thorson, 1957; Ellis, 1960).

Anzahl der Proben

Wie grundsätzlich bei allen Feldforschungen ist man bei Arbeiten in polaren Breiten und in der Tiefsee gezwungen, repräsentative Stichproben zu entnehmen. Inwieweit sich die aus diesen Proben gewonnenen Befunde auf die Grundgesamtheit übertragen lassen, ist angesichts der fleckenhaften Verteilung des Makrobenthos unsicher. In sandigen Sedimenten von 5 bis 15 m Wassertiefe in der Kieler Bucht benötigt man mindestens 5 Proben von 0,1 m², um 80 % der vorhandenen Makrofaunaarten zu sammeln (Brey, 1984). In der 35 m tiefen, siltig sandigen Region um Helgoland werden 8 Proben von je 0,1 m² benötigt, um 90 % der anwesenden Makrofaunaarten zu erfassen (Gerlach, 1972). Sibuet et al. (1989) gehen davon aus, daß zwischen 5 und 9 Kastengreiferproben von 0,25 m² nötig sind, um in der Tiefsee die Abundanz der Makrofauna signifikant berechnen zu können. Das Ziel dieser Arbeit war aber nicht die Inventur des makrobenthischen Artenbestandes. Ein Größenspektrum wird eher von den abundanten Arten geprägt und gerade die werden am ehesten erfaßt. Selbst wenn die dieser Arbeit zugrunde

5. Diskussion

liegende Probennahme aus logistischen Gründen nicht den theoretischen Anforderungen entsprechen sollte, stellen die Ergebnisse zur Abundanz, Biomasse und Größenverteilung doch einen einzigartigen Datensatz des Makrobenthos am eisbedeckten ostgrönländischen Kontinentalhang dar.

Großkastengreifer (GKG)

Der in dieser Arbeit verwendete Großkastengreifer ist das Standardgerät zur Beprobung von Makrobenthos (Gage & Tyler, 1991), da er im Gegensatz zu anderen Greifern (z.B. van Veen-, Okean-, Campbell- oder Petersen-Greifern,) bei vorsichtiger Probennahme exzellente quantitative Proben der kleinen im Sediment grabenden Organismen liefert (Hessler & Jumars, 1974). Fehler können durch die Druckwelle verursacht werden, die entsteht, wenn das Gerät auf den Meeresboden trifft und betreffen den oberen Sedimentzentimeter, in dem die meisten Tiere, insbesondere kleine epibenthische Arten, vorkommen. Da der Großkastengreifer langsam gefiert wurde und die Sedimentoberflächen bei allen untersuchten Proben ungestört waren, wird jedoch davon ausgegangen, daß die durch die Druckwelle verursachte Verfälschung gering ist. Ein Vergleich der Größenstrukturen aus GKG- und EBS-Proben bestärkt diese Annahme (5.2.2.), da der relative Anteil kleiner Tiere sich gleicht.

Aussieben

Die Makrofauna umfaßt kleine und dazu extrem unterschiedliche Formen, die auf Meeresbodenfotografien praktisch nicht zu erkennen sind, da sie hauptsächlich innerhalb des Sediments abundant sind (Gage & Tyler, 1991). Das Makrobenthos muß daher zur Untersuchung aus dem Sediment extrahiert werden. Untersuchungen haben gezeigt, daß höchste Abundanzen an Makrofauna im oberen Sedimentzentimeter gefunden werden (Jumars & Eckman, 1983; Romero-Wetzel, 1989; Blake, 1994; Flach & Heip, 1996). Durch die Verwendung eines Siebes mit 300 µm Maschenweite für diesen Sedimenthorizont wurde die Makrofauna > 500 µm ESD quantitativ erfaßt. Die unteren fünf Zentimeter Sediment wurden durch Siebe mit 500 µm Maschenweite gesiebt, da die Sedimente weitaus zäher und nur schwer zu resuspendieren waren. Es wird davon ausgegangen, daß das Makrobenthos aus dieser Schicht ebenfalls quantitativ erfaßt wurde, da die Tiere in der Regel größer als im oberen Sedimentzentimeter sind (Jumars & Eckman, 1983; Romero-Wetzel, 1989; Flach & Heip, 1996). Auch bei noch so vorsichtiger Probennahme und anschließendem Sieben kann eine Beschädigung der Tiere, insbesondere der fragilen Polychaeten, nicht ausgeschlossen werden. Der Prozentsatz an beschädigten Tieren war jedoch gering (3 bis 5 %), und oftmals ließen sich Teile einander zuordnen, so daß eine direkte Rekonstruktion möglich war.

Epibenthos-Schlitten (EBS)

Mit geschleppten Geräten wie dem EBS lassen sich Abundanzen nicht adäquat bestimmen, da die Geräte mit unbekannter Effizienz und häufig inkonsistent fangen und die befischte Strecke nicht genau zu bestimmen ist. Bestenfalls kann der EBS als „semi-

quantitativ“ gelten (Eleftheriou & Holme, 1984; Brattegard & Fosså, 1991; Brandt & Barthel, 1995). Die in dieser Arbeit gezeigten Ergebnisse der Abundanz, dargestellt als Tiere m^{-2} , und Biomasse, dargestellt als $mg\ AFTG\ m^{-2}$, des Epi-Makrobenthos dürfen deshalb nicht als absolute Werte betrachtet werden. Die Fangeffizienz eines EBS hängt außerdem von der Beschaffenheit des Bodens, vom Design und Gewicht des EBS, von der Länge der gesteckten Schleppleine sowie von der Schleppgeschwindigkeit ab (Eleftheriou & Holme, 1984). Da letztere deutlich variierte, lassen sich nur jeweils die EBS-Proben der Schelfstationen und der beiden Stationen aus der Dänemarkstraße miteinander vergleichen. Die aus den EBS-Proben errechneten Abundanzwerte pro Quadratmeter sind trotz aller Einschränkungen so gering, daß man davon ausgehen kann, daß mit dem GKG auch das Epibenthos in dem betrachteten Größenbereich von 0,5 bis 16 mm ESD quantitativ erfaßt wurde.

Bestimmung des Volumens

Morphometrische Messungen und direkte Bestimmung des Volumens makrobenthischer Tiere wurden bisher nur vereinzelt und für ausgewählte Taxa vorgenommen, da sie sehr schwierig und besonders zeitraubend sind. Für eine Bestimmung sind immer mehrere Messungen nötig, und mit abnehmender Größe der Tiere werden diese Messungen ungenauer. In dieser Arbeit betrifft dies vor allem die „wurmformigen“ Isopoda, Cumacea, Tanaidacea und Aplacophora, für die ein Form-Faktor c schwierig zu bestimmen war. Die Variationskoeffizienten der einzelnen Volumenmessungen lagen allerdings immer unter 25 %, so daß eine hinreichend genaue Bestimmung des Volumens gewährleistet war. Bei den in Längenklassen eingeteilten Crustacea sowie bei den Porifera war die Längen- bzw. Durchmesser-Volumen-Beziehung signifikant, und es kann davon ausgegangen werden, daß deren Volumen genau bestimmt wurde.

Die Form-Faktoren für die Polychaeta, Isopoda und Tanaidacea stimmen sehr gut mit den Werten von Warwick (1980) überein. Für andere Taxa konnten in der Literatur keine Vergleichsdaten gefunden werden. Bei der Bestimmung des Volumens über geometrische Formeln kann der Fehler nur geschätzt werden, es wird aber angenommen, daß er deutlich unter 20 % liegt. In anderen Untersuchungen wird das Volumen aus der Körpermasse unter der Annahme einer generellen spezifischen Dichte makrobenthischer Organismen berechnet (Lampitt et al., 1986; Schwinghamer, 1988).

Sicher wäre es mit bildverarbeitenden Computerprogrammen möglich gewesen, die Körperdimensionen der Tiere genauer zu bestimmen, als dies mit einem Okularmikrometer machbar ist. Der Aufwand, der hierfür nötig gewesen wäre, hätte aber in keinem Verhältnis zum Nutzen gestanden, da die Tiere in Größenklassen eingeteilt wurden, die insgesamt einen Bereich von mehreren Größenordnungen abdeckten.

Bestimmung der Biomasse

Die in dieser Arbeit benutzten Methoden der Biomassebestimmung sollten möglichst einfach und nicht destruktiv sein. Daher wurden nur die Tiere, deren Volumen im Volumeter bestimmt wurde, verascht. Bei allen anderen Tieren wurde die Biomasse auf der

5. Diskussion

Basis von Volumen-Gewichtsbeziehungen ermittelt, damit das Probenmaterial erhalten blieb. Trotz der möglichen Fehlerquellen der Modellierung der Makrobenthosbiomasse hat sich gezeigt, daß der Unterschied zwischen der Modellierung und der Bestimmung der Biomasse über Feuchtgewichtsbestimmung mit anschließender Umrechnung in AFTG bzw. mg C unter 5 % lag. Es wird daher davon ausgegangen, daß die in dieser Arbeit ermittelten Biomassewerte realistisch sind.

Für Tanaidacea und Aplacophora konnten aufgrund des geringen Probenmaterials nur je eine Biomassenmessung durchgeführt werden. Die ermittelten Dichte-Faktoren ähneln aber denen anderer Taxa. Alle Dichte-Faktoren wurden unter der Annahme, daß 1 ml Volumen 1,13 g Feuchtgewicht entspricht (Gerlach et al., 1985), mit Feuchtgewicht-AFTG-Beziehungen aus der Literatur verglichen (Lie, 1968; Rumohr et al., 1987). Dabei stellte sich heraus, daß die Konversionsfaktoren zutreffen. Zusätzlich wurde bestätigt, daß die spezifische Dichte der Crustacea etwas höher als die der Polychaeta und anderer wurmartiger Makrobenthosorganismen (siehe 4.2.) ist.

Größenspektren

Wert und Nutzen der graphischen Darstellung der Biomasseverteilung nach Sheldon et al. (1972) sind vielfach diskutiert worden (Schwinghamer, 1981, 1983, 1985; Boudreau et al., 1991; Vidondo et al., 1997; siehe auch 5.2.2.). Grundlage der Größeneinteilung ist das Körpervolumen der Organismen. Während bei Mikroorganismen die Biomassebestimmung hauptsächlich über Vermessung und somit über Volumenbestimmung erfolgt, ist dies für Makrofauna unüblich. Daher lassen sich in der Literatur keine Arbeiten mit vergleichbarer Methodik über Makrobenthos finden. In anderen Untersuchungen wurde das Volumen makrobenthischer Tiere unter der Annahme eines allgemeinen Feuchtgewicht-Volumen-Verhältnisses (1,13 g Feuchtgewicht pro ml Volumen, Gerlach et al., 1985) über die Biomasse berechnet (Lampitt et al., 1986; Schwinghamer, 1988), wobei allerdings nicht berücksichtigt wird, daß verschiedene Taxa auch unterschiedliche spezifische Dichten haben. Ein Vorteil der in dieser Arbeit angewandten Methodik liegt darin, daß dieser Umstand mit taxonspezifischen Dichte-Faktoren berücksichtigt wurde.

5.2. Ergebnisse

5.2.1. Zonierung, Abundanz, Biomasse und Zusammensetzung

Zonierung

Mit dem geringen Probenvolumen konnten nicht alle Elemente der Benthosgemeinschaft erfaßt werden (siehe 5.1.). Deshalb wurde in dieser Arbeit ein pragmatischer Gemeinschaftsbegriff benutzt, wonach eine Gemeinschaft dadurch gekennzeichnet ist,

daß sie sich als distinkte, faunistisch ähnliche Gruppe von Proben in feldökologischen Datensätzen unterscheiden läßt (Mills, 1969; Lamshead et al., 1983). Gemeinschaftsanalysen können auf verschiedenen taxonomischen Niveaus erstellt werden. Während Schnack (1998) die Gemeinschaftsstruktur auf dem ostgrönländischen Kontinentalschelf anhand von Polychaeten-Arten beschreibt, wurden in dieser Arbeit die Analysen auf Klassenniveau durchgeführt, da sich bei makrobenthischen Untersuchungen bestimmte Fragestellungen in Hinblick auf Gradienten mit einer niedrigeren taxonomischen Auflösung befriedigend beantworten lassen (Warwick, 1988).

Die unter 3.2.3. vorgenommene tiefenabhängige Einteilung der Stationen in Schelf-, untere und obere Kontinentalhang-, Kontinentalfuß- und Tiefseestationen entspricht dem faunistischen Verteilungsmuster. Der Wechsel in der makrobenthischen Taxazusammensetzung mit der Tiefe stimmt mit den Beobachtungen von Schnack (1998) über die Polychaetenfauna und Mayer & Piepenburg (1996) über das Megaepibenthos am ostgrönländischen Kontinentalhang überein. In der Dänemarkstraße waren sich die Schelfstation und die Station vom oberen Kontinentalhang in ihrer faunistischen Zusammensetzung allerdings genauso ähnlich wie die Stationen vom unteren Kontinentalhang, was damit zusammenhängen könnte, daß das Sediment auf allen Stationen des Dänemarkstraßen-Schnittes nahezu gleich war (siehe 5.2.5.). Auf dem 75°N-Schnitt war die Station XIII#22 besonders auffällig, die sich faunistisch von allen anderen Stationen deutlich unterscheidet und die höchsten Abundanz- und Biomassewerte dieses Schnittes aufwies. Auf diese Station wird noch gesondert eingegangen (siehe 5.2.5.).

Haedrich et al. (1980) zeigten, daß sich mit zunehmender Wassertiefe die Faunenzusammensetzung verändert. Eine Vielzahl von Untersuchungen aus unterschiedlichsten Gebieten bestätigten diesen Befund, ohne daß aber eine universal gültige Einteilung von Tiefenstufen in benthische Zonen identifiziert wurde. Im allgemeinen wird von einer distinkten Zone auf dem Schelf, verschiedenen Zonen am Kontinentalhang und einer abyssalen Fauna ausgegangen (Haedrich et al., 1980; Gage & Tyler, 1991). Der deutlichste Faunenwechsel wird an der Schelfkante, die durch intensivere physikalische Störung charakterisiert ist, beobachtet. Anders dagegen am ostgrönländische Kontinentalhang, wo auf dem 75°N-Schnitt die Station XIII#23 trotz ihrer 440 m Wassertiefe mit dem Kontinentalhang bei der faunistischen Gemeinschaftsanalyse ein gemeinsames Cluster bildet und wo in der Dänemarkstraße die Schelfstation und die Station vom Kolbeinsey-Rücken sich faunistisch sehr ähnlich sind. Die Lage der Grenzen bei einer Zonierung unterscheidet sich je nachdem, welche Faunengruppe untersucht wurde (Haedrich et al., 1980). Ob es sich bei einer Zonierung um kontinuierliche Übergänge entlang eines Gradienten oder aber um eine scharf abgrenzbare Veränderung der Fauna handelt, ist sowohl von der Anordnung der Proben als auch von der Probengröße abhängig. Im Falle dieser Arbeit konnten keine Faunengrenzen gefunden werden, die Ergebnisse spiegeln eher eine Diskontinuität in der Probennahme wider. Zwar erstrecken sich die vertikalen faunistischen Zonen an Kontinentalhängen nicht als Bänder mit einer homogenen Faunengemeinschaft, sondern es kommt auch zu einem horizontalen Faunenwechsel (Haedrich et al., 1980), doch der ist sehr viel schwächer ausgeprägt als der vertikale (Grassle & Maciolek, 1992) und mit der relativ groben taxonomischen Auflösung in dieser Arbeit nicht zu erfassen. Auf weiten Teilen des ostgrönländischen Kontinentalschelfs kann man aber von einer gemeinsamen Flachwasserfauna ausgehen, und während für tiefe Stationen keine gemeinsame horizontale Zone nachgewiesen

5. Diskussion

werden konnte, wird sie jedoch für den oberen und unteren Kontinentalhang vermutet (Schnack, 1998).

Bei den Untersuchungen dieser Arbeit stellte sich heraus, daß nicht nur das faunistische Verteilungsmuster sondern auch die Abundanz, die Biomasse sowie der über die Größenstruktur berechnete Kohlenstoffbedarf eine starke Abhängigkeit von der Wassertiefe aufwiesen. Auch Schnack (1998) ermittelte als wichtigsten Steuerfaktor für die Gemeinschaftsstruktur der Polychaetenfauna die Wassertiefe, wobei diese allerdings eher als indirekt wirkender Parameter für eine Vielzahl von Faktoren gesehen werden muß, die sich mit der Wassertiefe ändern. In dieser Arbeit war als einer der Faktoren die Wassertemperatur hochsignifikant mit der Wassertiefe korreliert, aber insgesamt waren die Temperaturunterschiede so gering ($< 2,3$ °C), daß sie ebenso wie die sehr geringen Salinitätsunterschiede ($< 0,28$) wohl keinen direkten Einfluß auf die Gemeinschaftsstruktur haben (Clarke, 1983), sondern eher Indikatoren für unterschiedliche Wassermassen darstellen. Auch der Druckanstieg mit der Tiefe ist für Benthosorganismen in dem erfaßten Bereich von 200 bis 3700 m von geringer Bedeutung (Somero, 1990). Es ist anzunehmen, daß neben den unterschiedlichen hydrographischen Bedingungen die Sedimentbeschaffenheit und die unterschiedlichen Nahrungseinträge den entscheidenden Einfluß auf die Struktur der makrobenthischen Gemeinschaft ausüben (siehe 5.2.5.).

Abundanz

Eine ausführliche Zusammenstellung der Abundanz und Biomasse der Makrofauna verschiedener Gebiete findet sich bei Schnack (1998). Allerdings gilt es zu beachten, daß Abundanz- und Biomassewerte verschiedener Untersuchungen nur bedingt vergleichbar sind, da zum einen unterschiedliche Siebmaschenweiten verwendet wurden und zum anderen bestimmte Taxa bei der Definition von „Makrofauna“ von vornherein ausgeschlossen werden (Gage & Tyler, 1991). Beides wirkt sich hauptsächlich auf die Abundanz aus.

Die in dieser Arbeit ermittelte Abundanz der makrobenthischen Fauna am ostgrönländischen Kontinentalhang ist mit Besiedlungsdichten polarer Gebiete entsprechender Tiefe vergleichbar (Dahl et al., 1976; Brinkhurst, 1991; Ambrose & Renaud, 1995; Kendall, 1996), auch wenn für die flacheren Bereiche der Bering- und Chukchi-See (Grebmeier et al., 1989) eine höhere und auf dem Vøring-Plateau in der Norwegensee (Romero-Wetzel, 1989) eine niedrigere Besiedlungsdichte festgestellt wurde. Bei 75°N gleichen die Werte mit Ausnahme der Station XIII#22 der von Schnack (1998) ermittelten Abundanz. Daß in mittleren Tiefen teilweise erhöhte Werte gefunden werden, ist von den Kontinentalhängen im Nordatlantik bekannt (Flach & Heip, 1996). Auf dem Framstraßen-Schnitt sind die Abundanzwerte niedriger als die von Schnack (1998) bei 79°N, der somit von einer gleichmäßigen Besiedlungsdichte am ostgrönländischen Kontinentalhang ausgeht. Ursache für die geringeren Abundanzwerte auf dem Framstraßen-Schnitt könnte der aufgrund permanenter Eisbedeckung niedrigere Nahrungseintrag sein, während die Stationen bei 79°N noch im Einflußbereich der hochproduktiven Polynja-Region liegen (siehe 2.3. und 5.2.5.). Die Abundanz in den drei Tiefenstufen der

Dänemarkstraße ist gegenüber den entsprechenden bei 75°N nicht signifikant erhöht, was die Annahme von Schnack (1998) wiederum bestärkt.

Wie in den meisten benthologischen Feldstudien ist auch in den Daten dieser Arbeit erkennbar, daß die Abundanz mit der Wassertiefe abnimmt. Dieser generelle Trend wurde sowohl für die Meiofauna als auch für die Makro- und Megafauna beobachtet (Thiel, 1975; Gage & Tyler, 1991). Die Abnahme verläuft dabei im allgemeinen exponentiell. Der genaue Verlauf ist von den untersuchten Taxa abhängig und unterscheidet sich auch von Untersuchungsgebiet zu Untersuchungsgebiet (Gage & Tyler, 1991). Allerdings kann in dieser Arbeit aufgrund der großen Variabilität der Werte nicht von einer exponentiellen Abnahme gesprochen werden, auch nicht von einer monotonen Verringerung der Abundanz.

In vielen Untersuchungen über die vertikale Verteilung der Makrofauna wurde die Bedeutung der oberen Sedimentschicht hervorgehoben (Jumars & Eckman, 1983; Romero-Wetzel, 1989; Blake, 1994; Flach & Heip, 1996). Auch in dieser Arbeit hat sich gezeigt, daß die Makrofauna am ostgrönländischen Kontinentalhang stark auf den oberen Sedimentzentimeter konzentriert war. 69 % aller ausgesiebten Tiere befanden sich auf oder innerhalb des oberen Sedimentzentimeters, 31 % wurden in den darunter liegenden fünf Zentimetern Sediment gefunden. Wie bei Romero-Wetzel (1989) und Schnack (1998) konnte auch in dieser Arbeit kein allgemeingültiges Muster der vertikalen Verteilung auf den drei Schnitten gefunden werden. Gegenüber den Werten von Schnack (1998) war in dieser Arbeit die Abundanz im oberen Sedimentzentimeter leicht erhöht, was darauf zurückzuführen ist, daß neben den Nematoda auch epibenthische Taxa wie Porifera und Ophiuroidea berücksichtigt wurden.

Häufigstes Taxon insgesamt war, wenn man die nicht quantitativ erfaßten Nematoda außer acht läßt, die Polychaeta (38 %), gefolgt von den Crustacea (22 %). Während die Dominanz der Polychaeta ein global verbreitetes Muster benthischer Besiedlung darstellt (Gage & Tyler, 1991), können hinsichtlich der Abundanz anderer Taxa keine generellen Aussagen gemacht werden.

Biomasse

Wie die Abundanz ist auch die in dieser Arbeit ermittelte Biomasse mit Werten anderer Gebiete entsprechender Tiefe vergleichbar (Grebmeier et al., 1989; Romero-Wetzel, 1989; Flach & Heip, 1996; Schnack, 1998). Die Biomasse, die Schnack (1998) am ostgrönländischen Kontinentalhang ermittelte, war geringer, aber epibenthische Taxa wie Porifera und Brachiopoda, die stellenweise die Biomasse dominierten, wurden von ihm nicht berücksichtigt. Ähnlich wie in dieser Arbeit fand auch Schnack (1998) nur geringe Unterschiede in der Biomasse auf den Transekts bei 75°N und 79°N.

Eine Biomassenabnahme mit zunehmender Tiefe ist als genereller Trend sowohl für die Meio- als auch für die Makro- und Megafauna gut belegt (Thiel, 1975; Gage & Tyler, 1991). Die Abnahme verläuft dabei im allgemeinen exponentiell. Wie bei der Abundanz ist der genaue Verlauf der Abnahme von den untersuchten Taxa und dem jeweiligen Untersuchungsgebiet abhängig (Gage & Tyler, 1991). Am ostgrönländischen Konti-

5. Diskussion

entalhang nimmt die Biomasse des Makrobenthos deutlich mit zunehmender Tiefe ab, selbst wenn man die hohen Biomassewerte in der Tiefsee bei 75°N berücksichtigt, die mit einer fleckenhaften Verteilung des Makrobenthos erklärt werden können.

Die vertikale Verteilung der Biomasse im Sediment unterschied sich im allgemeinen deutlich von der vertikalen Verteilung der Abundanz. Aufgrund des Vorkommens seltener, aber größerer endobenthischer Organismen konzentrierte sich die Biomasse hauptsächlich auf die unteren Sedimentschichten. Dies deckt sich mit Ergebnissen anderer Untersuchungen (Romero-Wetzel, 1989; Schnack, 1998). Wurden allerdings große epibenthische Porifera oder Brachiopoda in den Proben gefunden, so bestimmten diese die vertikale Verteilung der Biomasse. Unterhalb von 6 cm Tiefe wurde das Sediment nicht beprobt. Zufällig wurden in jeweils etwa 10 cm Tiefe auf Station XIII#22 in einer Höhle ein Brutpflege-betreibender Fisch und auf Station M36#261 mehrere Echiurida gefunden. Zwar lagen die Größen dieser Tiere bei deutlich mehr als 16 mm ESD und somit außerhalb der untersuchten Größenspektren, aber ihr Vorkommen bestätigt, daß lokal auch unterhalb des beprobten Sediments mit hohen Biomassen bzw. mit seltenen, aber großen Tieren zu rechnen ist.

Auf dem in der Norwegensee gelegenen Vøring-Plateau (67°-68°N; 03°-08°W; 1200 m bis 1500 m Wassertiefe) wurde für das Makrobenthos eine geringere Besiedlungsdichte festgestellt als am ostgrönländischen Kontinentalhang bei 69°N und 75°N (Romero-Wetzel, 1989). Gleichzeitig war die Biomasse auf dem Vøring-Plateau mit 10 g Feuchtwertgewicht m⁻² höher als in den vergleichbaren Tiefenstufen der Untersuchungsgebiete dieser Arbeit. Dies ist vor allem auf die hohe Abundanz der Sipunculida und das Vorkommen von Enteropneusta und Echiurida zurückzuführen. Die Größenstruktur des Makrobenthos vom Vøring Plateau dürfte somit deutlich anders sein. Ein Vergleich der durchschnittlichen Biomassen pro Tier verschiedener Gebiete kann erste Hinweise über die Ähnlichkeit der entsprechenden Größenstrukturen geben. Unter der Annahme, daß 1 g Feuchtwertgewicht 0,034 g C entspricht (Rowe, 1983), läßt sich für das Vøring-Plateau eine durchschnittliche Biomasse pro Tier mit 0,554 mg C berechnen. Auf dem ostgrönländischen Kontinentalhang war die durchschnittliche Biomasse pro Tier deutlich geringer und betrug 0,259 mg C, wobei die durchschnittliche Masse in der Tiefsee bei 75°N höher und am Kontinentalfuß bei 75°N geringer war. Die Größenstrukturen dieser beiden Tiefenstufen unterscheiden sich deutlich. Ersteres ist durch die vergleichbar hohen Biomassen in den Größenklassen von 2 bis 16 mm ESD und ein insgesamt exponentielles Anwachsen der Biomasse mit steigender Größenklasse gekennzeichnet, während am Kontinentalfuß bereits in der Größenklasse 1 bis 2 mm ESD das Biomassemaximum beobachtet wurde (siehe 5.2.2.). Auf dem Vøring-Plateau kann man davon ausgehen, daß der exponentielle Anstieg der Biomasse mit steigender Größenklasse größer ist als am ostgrönländischen Kontinentalhang, weil relativ mehr Tiere in den Größenklassen von 2 bis 16 mm ESD gefunden werden.

5.2.2. Größenstruktur

Sheldon et al. (1972) erkannten, daß sich marine pelagische Ökosysteme nicht nur über die taxonomische Zusammensetzung, sondern auch über die Größenstruktur ihrer Or-

ganismen beschreiben lassen, wenn man eine bestimmte Form der Darstellung wählt. Ein informativer und ökologisch geeigneter Ausdruck des Größenspektrums ergibt sich, wenn man totale Biomasse in oktav-skaligen (logarithmisch zur Basis 2) Größenklassen aufträgt. Für eine Vielzahl von Lebensräumen konnte gezeigt werden, daß sich die Größenzusammensetzung aquatischer Lebensgemeinschaften in übereinstimmende und charakteristische Muster fügen (Sheldon et al., 1972; Thiel, 1975; Schwinghamer, 1981, 1983, 1985). Schwinghamer (1981) zeigte, daß das Biomasse- (auch „Sheldon“-) Spektrum als Muster der Biomasseverteilung über die gesamte Breite von unterschiedlich großen Organismen auch ein konservatives Merkmal mariner Weichbodengemeinschaften, unabhängig von deren taxonomischer Zusammensetzung, ist. Im Gegensatz zum Pelagial, wo die Biomasse gleichförmig verteilt ist (Sheldon et al., 1972), zeigt das Biomassespektrum des Benthos als trimodale Kurve drei Biomassemaxima und zwei Biomasseminima (Schwinghamer, 1981). Es gibt einen direkten Zusammenhang zwischen den beobachteten Größenklassen der benthischen Biomassemaxima und den drei vorherrschenden, durch das Substrat bedingten Lebensformen: Bakterien mit einem Biomassemaximum bei $1\ \mu\text{m}$ ESD, interstitielle Meiofauna mit einem Biomassemaximum bei 125 bis $250\ \mu\text{m}$ ESD und Makrofauna mit einem Biomassemaximum bei 2 bis 8 mm ESD. Sowohl Schwinghamer (1985) als auch Lampitt et al. (1986) zeigten, daß auch das Megabenthos eine eigene funktionale Gruppe bildet und im Biomassespektrum durch ein Minimum in der Größenklasse 16 bis 32 mm ESD vom Makrobenthos getrennt wird. Diese Trennung ist allerdings nicht so deutlich, da das Megabenthos nicht quantitativ beprobt werden kann (Schwinghamer, 1985) und die Biomassenbestimmung der Größenklassen $> 8\ \text{mm}$ ESD ungenau ist.

SCHWINGHAMER: SIZE DISTRIBUTIONS OF INTEGRAL BENTHIC COMMUNITIES

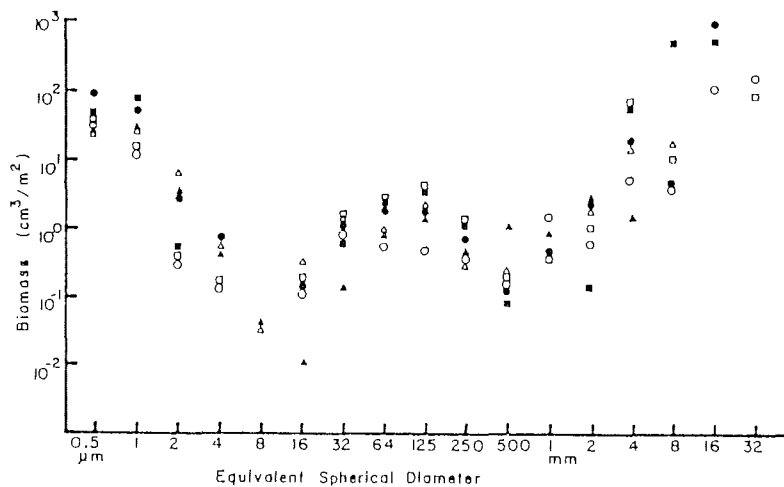


FIG. 2. Sheldon spectra of the six intertidal sampling locations. Peck's Cove station A, Δ ; station B, \square . Petpeswick 29/12, \square ; 30/12, \blacksquare ; 26/1, \circ ; 27/1, \bullet .

Abb. 5.1. Sheldon-Spektrum aus Schwinghamer (1981).

Aufgrund der erwiesenen Vorteile des Sheldon-Spektrums (Schwinghamer, 1981) wurde diese Art der graphischen Darstellung in der vorliegenden Arbeit gewählt. Ein Vergleich der Ergebnisse dieser Arbeit mit aus der Literatur bekannten Größenverteilungen ist allerdings nicht unproblematisch, da die Beschreibung der Größenstruktur benthischer Gemeinschaften mit unterschiedlicher Auflösung bzw. unterschiedlicher Größenklasseneinteilung erfolgte. Thiel (1975, 1979) unterschied bei der Beschreibung der Struktur des Tiefseebenthos nur zwischen den Lebensformen Mikro-, Meio-, Makro-, und Megabenthos. Andere Autoren nahmen nicht wie Sheldon et al. (1972) und Schwinghamer (1981, 1983 und 1985) das Volumen, sondern das Feuchtgewicht als Größenmaß. Romero-Wetzel & Gerlach (1991) unterteilten bei ihren Untersuchungen auf dem Vøring-Plateau die Meiofauna in kleine ($< 1 \mu\text{g}$) und große ($< 100 \mu\text{g}$) Organismen und die Makrofauna in kleine ($< 10 \text{ mg}$), große ($< 1 \text{ g}$) und sehr große ($< 100 \text{ g}$) Tiere. Warwick (1984) bevorzugte eine Einteilung in logarithmierte Gewichtsklassen. Die generellen Aussagen von Schwinghamer (1981, 1983 und 1985) werden allerdings von den anderen Autoren bestätigt und von Warwick (1984) um einige ökologische Folgerungen bezüglich Tier-Sediment-Beziehungen und größenbedingten Lebensformen ergänzt.

Fast alle Biomassespektren vom ostgrönländischen Kontinentalhang zeigten einen Anstieg in der Biomasse mit steigender Größenklasse. Dieses Bild entspricht dem von Schwinghamer (1981) im Flachwasser aufgestellten Sheldon-Spektrum, nur sind die Biomassewerte dieser Arbeit geringer. Lediglich am Kontinentalfuß bei 75°N und in der Framstraße zeigte sich ein Biomassemaximum in der Größenklasse 1 bis 2 mm ESD, und verglichen mit anderen Tiefenstufen sind die Werte in den größeren Größenklassen deutlich geringer. Aufgrund des geringen Probenumfangs dieser Tiefenstufe ist es aber fraglich, ob es sich hierbei um ein allgemeines Phänomen handelt. Ob das Vorkommen größerer Organismen am Kontinentalfuß durch abiotische Faktoren begrenzt war, konnte nicht festgestellt werden. Zwar war das Sediment am Kontinentalfuß im Vergleich zum Kontinentalhang und zur Tiefsee sandiger (Abb. 4.13.), unterschied sich aber nicht vom Sediment des Schelfs. Auch hinsichtlich der gemessenen Gehalte an Chl *a*, ATP, DNA und C_{org} unterschieden sich die Stationen vom Kontinentalfuß nicht signifikant von anderen. Es wurden jedoch sehr hohe C:N-Verhältnisse gemessen, die auf eine schlechtere Nahrungsqualität im Sediment dieser Tiefenstufe hindeuten. Mayer & Piepenburg (1996) fanden bei der Auswertung von Meeresbodenfotografien keine abiotischen Faktoren, die die Stationen dieser Tiefenstufe von anderen unterschieden und somit als Erklärung für das abweichende Biomassespektrum dienen könnten.

Es wird vermutet, daß evolutionäre Mechanismen (Warwick, 1984) und der physikalische Charakter des Sediments (Schwinghamer, 1981, 1983) das Größenspektrum des Benthos beeinflussen. Als Trend wurde eine Abnahme des mittleren Gewichts des Makro- und Meibenthos mit der Tiefe (Thiel, 1975, 1979) beobachtet, was mit einer tiefenabhängigen Nahrungsversorgung erklärt wurde. Kleine Organismen benötigen weniger Nahrung und sind so besser an einen grundsätzlich geringen und fleckenhaften Nahrungseintrag angepaßt (Thiel, 1975; Gage & Tyler, 1991). Das unvorteilhaftere Verhältnis zwischen Metabolismus und Biomasse bei kleineren Organismen wird dadurch ausgeglichen, daß ein höherer Anteil ihres Energieumsatzes für Reproduktion und Wachstum verwendet wird (Thiel, 1975). Als gegenläufiger Trend wurde in der Tiefsee beobachtet, daß einige Arten, hauptsächlich opportunistische, megabenthische Weidgänger, aber auch Deposit- und Suspensionsfresser, besonders große Formen ausbil-

den (Gigantismus) (Gage & Tyler, 1991). Am ostgrönländischen Kontinentalhang gibt es für die Polychaetenfauna einen Zusammenhang zwischen abnehmender Körpergröße und zunehmender Wassertiefe, der aber nicht mit einer Änderung des Nahrungseintrags erklärt werden kann (Schnack, 1998). Betrachtet man dagegen das gesamte Makrobenthos des ostgrönländischen Kontinentalhangs, dann nahm das durchschnittliche Gewicht nicht mit der Tiefe ab (Spearman's Rho: $-0,153$; $p = 0,22$; $n = 65$). Dies steht in Einklang mit Schwinghamers (1985) Behauptung, daß es keine Tendenz zu durchschnittlich geringeren Größen mit zunehmender Wassertiefe gibt, die nicht durch Sedimentgranulometrie oder Nahrungsversorgung (siehe 5.2.5.) erklärt werden kann.

Für die Größenklasse 0,25 bis 0,5 mm ESD wurden Biomassekonzentrationen ermittelt, die unter denjenigen der Klasse 0,5 bis 1 mm ESD liegen. Im Sheldon-Spektrum (Schwinghamer, 1981) liegen die Werte dieser Größenklasse dagegen darüber und bilden den rechten Schenkel des Biomassemaximums der Meiofauna bei 0,125 bis 0,25 mm ESD. Ein Grund für die geringere Biomassekonzentration in der Größenklasse 0,25 bis 0,5 mm ESD in den Proben dieser Arbeit liegt sicherlich darin, daß Tiere dieser Größe nicht quantitativ erfaßt wurden. Meiobenthos in Weichböden ist in der Sedimentoberfläche konzentriert und weist häufig einen epibenthischen Lebensstil auf (Giere, 1993). Obwohl der obere Sedimentzentimeter durch 300 μm Maschenweite gesiebt wurde und deshalb eigentlich eine hohe Zahl meiobenthischer Tiere in den Proben zu erwarten gewesen wäre, übertraf die Abundanz meiobenthischer Organismen in den Proben nie die des Makrobenthos, und die Meiobenthosbiomasse war vergleichsweise gering ($< 1\%$). Zwar waren an einigen Stationen Nematoda das häufigste Taxon, aber vielleicht deutet das Ergebnis auch an, daß das Meiobenthos im Untersuchungsgebiet weit weniger Biomasse stellt als das Makrobenthos.

In der Größenklasse 16 bis 32 mm ESD, die laut Schwinghamer (1985) mit einem relativen Biomasseminimum den Unterschied zwischen Makrobenthos und Megabenthos anzeigt, wurden in einigen Proben vom 75°N- und dem Dänemarkstraßen-Schnitt die höchsten Biomassewerte bestimmt. Das war auf das Vorkommen von einzelnen Porifera zurückzuführen, die sicher nicht quantitativ erfaßt wurden und daher als Zufallsfund gelten müssen. Die geringe Zahl der Tiere in der Größenklasse 8 bis 16 mm ESD könnte andeuten, daß es eventuell nur wenig Tiere dieser Größe gab oder daß nur Tiere von 0,5 bis 8 mm ESD quantitativ erfaßt wurden, so daß, bezogen auf die gesamte beprobte Fläche, das Biomassemaximum in der Größenklasse 4 bis 8 mm ESD auftrat. Dieses Ergebnis gleicht dem von Schwinghamer (1985), der feststellte, daß maximale Biomassewerte in den Größenklassen 2 bis 8 mm ESD auftreten und daß in Größenklassen ab 8 mm ESD die Variabilität so groß ist, daß kein klares Muster erkennbar wird.

Die ökologischen Folgerungen, die aus der Analyse von Größenspektren resultieren, sind nicht sofort klar, und es bedarf noch vieler Untersuchungen, um ihre Allgemeingültigkeit zu beurteilen. Es scheint aber, daß etliche grundlegende Prozesse, die die Struktur aquatischer Gemeinschaften bestimmen, vor allem von der Größenverteilung und weniger von der taxonomischen Zusammensetzung beeinflusst werden (Schwinghamer, 1985). Basierend auf den bekannten Größenspektren von Sheldon et al. (1972), Schwinghamer (1981, 1983 und 1985) und anderen beschäftigen sich theoretische Überlegungen hauptsächlich mit dem Energiefluß durch Ökosysteme (Kerr,

1974; Dickie et al., 1987; Boudreau et al., 1991). Die Struktur einer Faunengemeinschaft und der Energiefluß durch selbige wird durch die Biomasse, ökologische Potenz und die Produktionseffizienz ihrer Organismen bestimmt. Dabei spielt der Einfluß zweier grundlegender Faktoren eine Rolle: In physiologischer Hinsicht ist es die Größenabhängigkeit des Metabolismus und in ökologischer Hinsicht die Verteilung der Körpergrößen innerhalb der Tiergruppen einer Gemeinschaft als Spiegelbild der Räuber-Beute-Beziehungen (Dickie et al., 1987). Boudreau et al. (1991) sehen sowohl Produktion pro Biomasseeinheit als auch Biomasse pro Flächeneinheit als Funktionen der individuellen Körpergröße der Organismen. Größenspektren wurden dabei in energetischer Hinsicht als Spiegelung dreier zugrundeliegender Mechanismen betrachtet: Der metabolische Energiebedarf des einzelnen Individuums, der Nahrungsbedarf der Gemeinschaft und, davon abgeleitet, die Abhängigkeit der Organismenzahl von ihrer Körpergröße. Die mittlere Biomasse, betrachtet über das ganze Größenspektrum, spiegelt dabei den Energielevel des jeweiligen Ökosystems wider, während die Abfolge von Minima und Maxima innerhalb des Biomassespektrums die trophische Organisation darstellt. Die unterschiedliche Ausprägung dieser Muster in unterschiedlichen Ökosystemen könnte den spezifischen Charakter von Räuber-Beute-Interaktionen widerspiegeln (Boudreau et al., 1991). In einigen Untersuchungen über Größenstrukturen wurde auch über die Existenz sekundärer ökologischer Einteilungen spekuliert. Die Organismen innerhalb funktionaler Gruppen (Phytoplankton, Zooplankton, Fische) zeigten einen deutlich steileren Gradienten im Biomasseverlauf innerhalb des Biomassespektrums (Dickie et al., 1987; Boudreau et al., 1991). In einigen neueren Arbeiten wurde der Versuch unternommen, die Größenverteilung aquatischer Systeme (hauptsächlich pelagischer) mathematisch zu modellieren (Blanco et al., 1994; Vidondo et al., 1997).

All diesen Arbeiten ist gemein, daß sie sich auf die gesamte Breite des (hauptsächlich pelagischen) Größenspektrums (Bakterien bis Wale) beziehen. Da in dieser Arbeit aber nur ein sehr begrenzter Größenbereich des Benthos betrachtet wird und nur beschränkte Aussagen zum Mikro- und Meiobenthos gemacht werden können (siehe 5.2.4.), lassen sich die theoretischen Überlegungen zum Energiefluß und zu Räuber-Beute-Beziehungen nicht übertragen. Im übrigen ist es fraglich, ob im Benthos die Verteilung der Biomasse wirklich die trophische Organisation widerspiegelt (Kennedy, 1993). Auch wenn die bisherigen Untersuchungen zur Größenstruktur des Benthos ein recht einheitliches Bild mit drei Biomassemaxima lieferten, so wurde noch nicht bewiesen, daß dies auch in polaren Breiten zutrifft. Frühere Überlegungen gingen davon aus, daß dort die Makrofauna hauptsächlich holobenthische Larvalstadien bildet, deren Biomassekonzentration im Sheldon-Spektrum das Minimum zwischen Makro- und Meiobenthos ausfüllen könnte (Warwick, 1984; Warwick et al., 1986; Giere, 1993). Das Benthos aus der oberen Sedimentschicht wurde durch 300 µm Maschenweite gesiebt, so daß Makrobenthoslarven theoretisch hätten gefunden werden können, auch wenn sie nicht quantitativ erfaßt worden sind. Jedoch wurden nur fünf Crustaceen-Nauplien gezählt, was die Vermutung nahelegt, daß die meisten Makrobenthosorganismen pelagische Larvalstadien bilden. Über die Entwicklungsbiologie von polarem Benthos ist nur wenig bekannt, aber Shreeve & Peck (1995) bezweifelten die Annahme, daß der Anteil benthischer Arten mit pelagischen Larven in hohen Breiten und in der Tiefsee gering seien („Thorsons Gesetz“, Thorson, 1950). Vielmehr hat sich gezeigt, daß sich auch in polaren Gebieten ein hoher Anteil des Makrobenthos über pelagische Larven verbreitet (Clough et al., 1997). Mit einiger Vorsicht kann davon ausgegangen werden, daß das

Biomassenspektrum des Benthos am ostgrönländischen Kontinentalhangs ebenfalls einen W-förmigen Verlauf aufweist, wobei das Biomassemaximum des Meiobenthos wohl nicht das der Mikro- oder Makrofauna übertrifft.

5.2.3. Kohlenstoffbedarf

Der Verbleib des in der euphotischen Zone über Photosynthese gebildeten organischen Kohlenstoffs am Meeresgrund ist eine zentrale Frage bei der Berechnung von Kohlenstoffbudgets. Kontinentalhänge wurden als wichtige Orte der benthischen Remineralisation erkannt (Jahnke et al., 1990). Sie machen zwar nur ca. 20 % der Fläche des Weltozeans aus, aber aufgrund des erhöhten Partikelflusses in ihrem Bereich sind sie im marinen Kohlenstoffkreislauf ebenso bedeutend wie die gesamte Tiefsee (Walsh, 1991; Lampitt et al., 1995). Daher gilt es, das Ausmaß zu bestimmen, in dem der Kohlenstoff an Kontinentalhängen remineralisiert oder durch laterale Advektion exportiert wird. Die Kenntnisse darüber, welcher Anteil der Primärproduktion vom Benthos veratmet wird, sind derzeit unzureichend (Grant et al., 1991). Bei der regional begrenzten Bilanzierung der Kohlenstoffdynamik in Sedimenten des norwegischen Kontinentalhangs wurden zwar Sauerstoffzehrung des Sediments, Mischungskoeffizienten und Kohlenstoffakkumulationsraten verknüpft, der Bedarf der benthischen Makrofaunagemeinschaften wurde jedoch außer acht gelassen (Graf et al., 1995). Der Sediment-Sauerstoffverbrauch (SOD) wird oft als Maß für den Energiefluß durch benthische Gemeinschaften genommen (Patching & Raine, 1983). Diese Messung des Gemeinschaftsmetabolismus integriert die aerobe Respiration einer Reihe von Organismen, ohne daß aber der Anteil der verschiedenen trophischen oder funktionalen Gruppen bestimmt werden kann. Versuche, die Gemeinschaftsrespiration aufzugliedern und somit eine bessere Einsicht in die Energieflüsse durch das Benthos zu erlangen, wurden selten unternommen (Gerlach et al., 1985; Schwinghamer et al., 1986; Grant & Schwinghamer, 1987; Piepenburg et al., 1995).

Bei der Erstellung von Kohlenstoffbudgets auf Gemeinschaftsebene hat sich die Kombination mehrerer unabhängiger Methoden bewährt (Piepenburg et al., 1995). In einer Gesamtbilanzierung aller verfügbaren Benthoskompartimente für den zentralen Bereich der Barents-See wurde gezeigt, daß die Makrofauna bis zu 30 % zum täglichen benthischen Kohlenstoffbedarf pro Quadratmeter beteiligt sein kann (Piepenburg et al., 1995). Auf dem ostkanadischen Schelf beträgt der makrobenthische Kohlenstoffbedarf 47 %, was 49 mg C d^{-1} entspricht (Grant et al., 1991). Die makrobenthischen Kohlenstoffbedarfswerte auf dem ostgrönländischen Schelf lagen bei 31 mg C d^{-1} in der Dänemarkstraße und 15 mg C d^{-1} bei 75°N und somit deutlich darunter, was auf eine geringere Biomasse ($3,6 \text{ mg C m}^{-2}$ bzw. $1,5 \text{ mg C m}^{-2}$ gegenüber $7,7 \text{ mg C m}^{-2}$ auf dem ostkanadischen Schelf) zurückzuführen ist. Bei einer Gegenüberstellung der berechneten Werte des makrobenthischen Kohlenstoffbedarfs und der gemessenen SOD-Werte (Tab. 5.1.), die den Kohlenstoffbedarf des Mikro- und Meiobenthos und darüber hinaus eines unbekanntem Anteils kleiner Makrofauna repräsentieren, konnte kein generelles Verhältnis zwischen den Benthoskomponenten gefunden werden. Die SOD-Werte waren nicht mit den Kohlenstoffbedarfswerten der Makrofauna (Spearman's Rho: 0,366; $p = 0,12$; $n = 19$) korreliert und lagen teilweise bis um ein 16-faches über dem makrobenthischen

5. Diskussion

Kohlenstoffbedarf, teilweise machten sie nur 7,5 % davon aus. Auf dem Schelf und in der Tiefsee könnte das Verhältnis ausgeglichen sein, während auf den tieferen Stationen der makrobenthische Kohlenstoffbedarf im Schnitt immer deutlich höher ist. Die Wassertiefe hatte im Gegensatz zu anderen Untersuchungen (Piepenburg et al., 1995) keinen Einfluß auf die SOD-Werte. Der an zehn Stationen dieser Arbeit über Sedimentsauerstoffprofile berechnete Kohlenstofffluß (Sauter, 1997) zeigte dagegen eine klare Tiefenabhängigkeit (Spearmans Rho: $-0,768$; $p < 0,05$; $n = 10$). Literaturwerte für den Sediment-Sauerstoffverbrauch aus vergleichbaren Tiefen liegen im Schnitt (abgesehen von Station X#9, M36#263 und XIII#24) um etwa das Doppelte, teilweise aber auch ein Vielfaches, über den SOD-Werten (Pfannkuche, 1992a, 1992b; Lampitt et al., 1995; Piepenburg et al., 1995), wobei es allerdings zu beachten gilt, daß Sedimenteigenschaften (siehe 5.2.5.) einen erheblichen Einfluß auf die gemessenen Werte haben (Grant et al., 1991; Piepenburg et al., 1995).

Tab. 5.1. Makrobenthischer Kohlenstoffbedarf gegenüber Sediment-Sauerstoffverbrauch.

Region	Station	Tiefe m	SOD mg C m ⁻² d ⁻¹	Kohlenstoffbedarf Makrobenthos mg C m ⁻² d ⁻¹
81°N	XIII#32	350	-	4.56
81°N	XIII#31	1300	1.40	2.91
81°N	XI#20	2000	-	2.86
81°N	XIII#30	3400	0.25	1.53
75°N	XIII#24	200	-	13.93
75°N	X#17	200	-	9.30
75°N	XIII#23	330	-	19.58
75°N	X#14	440	14.37	13.01
75°N	XIII#22	900	1.27	16.86
75°N	X#25	800	4.46	5.88
75°N	X#16	800	4.11	4.55
75°N	X#20	800	7.73	4.80
75°N	XIII#21	1300	5.94	5.22
75°N	X#9	1400	44.08	5.46
75°N	XIII#20	2600	0.00	1.19
75°N	X#24	2700	7.95	2.83
75°N	X#6	2700	14.19	5.46
75°N	M36#249	3600	12.34	11.14
75°N	XIII#36	3700	-	3.20
69°N	M36#254	400	19.54	31.01
69°N	M36#252	900	9.64	15.05
69°N	M36#257	1300	41.13	2.64
69°N	M36#259	1250	5.42	6.51
69°N	M36#261	1570	8.86	4.29
69°N	M36#264	1360	-	3.50
69°N	M36#263	1200	32.00	7.65

Allerdings kann man die SOD-Werte nicht direkt mit dem über die Größenverteilung berechneten makrobenthischen Kohlenstoffbedarf vergleichen, da die Proben mit verschiedenen Geräten genommen wurden und die fleckenhafte Verteilung der Organismen kein Muster erkennen läßt. Zudem gibt es zwischen der Sauerstoffzehrung in Se-

dimentkernen und *in situ* Messungen signifikante Unterschiede, die unter anderem mit der Anwesenheit von Makrofauna korreliert sind (Glud et al., 1994) und von der angewandten Methodik abhängen (Hüttel & Gust, 1992). Schwinghämmer et al. (1986) haben die Gemeinschaftsrespiration des gesamten Benthos (Bakterien bis Makrofauna) über allometrische Beziehung errechnet und mit SOD-Werten verglichen. Sie stellten fest, daß die beiden Methoden nicht vergleichbare Ergebnisse liefern und daß die berechneten Werte höher lagen als die gemessenen.

Bei fast allen Untersuchungen über Makrobenthos werden lediglich die Abundanz und Biomasse festgestellt, die Größenstruktur bleibt hingegen unbekannt. Zwar kann man versuchen, über die aus Abundanz und Biomasse errechnete mittlere Masse der makrobenthischen Organismen auf deren Kohlenstoffbedarf zu schließen, aber dieses Verfahren führt zwangsläufig zu einer Überschätzung, weil statt der mittleren Masse eigentlich der (unbekannte) Median der makrobenthischen Körpermassen verwendet werden müßte. Abbildung 5.2. zeigt eine Gegenüberstellung der Kohlenstoffbedarfs-Schätzung über mittlere Massen und über die Größenverteilung für alle Proben vom ostgrönländischen Kontinentalhang. Beiden Schätzverfahren liegen die unter 3.2.4. gemachten Annahmen zugrunde. Es zeigt sich deutlich, daß mit zunehmender Biomasse pro Quadratmeter auch die Diskrepanz zwischen den beiden Kohlenstoffbedarf-Schätzverfahren konstant zunimmt. Im Mittel liegen die Werte, die über die mittlere Masse berechnet wurden, 38 % ($V_r = 2,8$ %) über den Werten, die über die Größenstruktur berechnet wurden.

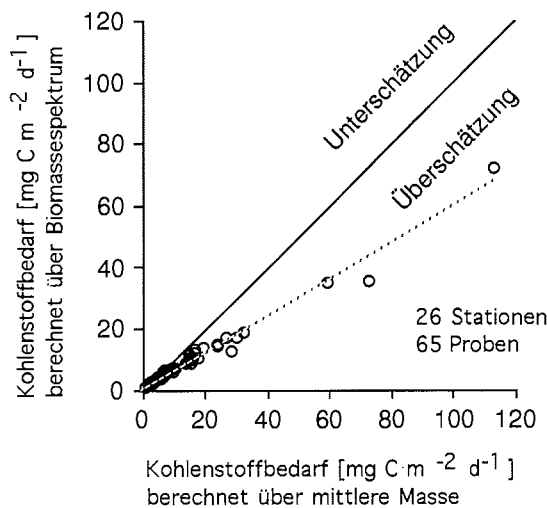


Abb. 5.2.
Diskrepanz der Kohlenstoffbedarf-Schätzverfahren.

5.2.4. Biomasseverhältnis Makrobenthos zu Mikro- und Meiobenthos

Um die Bedeutung des Makrobenthos für den benthischen Kohlenstoffbedarf ermessen zu können, ist es wichtig abzuschätzen, welchen Biomasseanteil die Makrofauna am Benthos besitzt. Vergleiche mit anderen Untersuchungen sind generell schwer, da die Unterscheidung von Mikro-, Meio- und Makrobenthos nicht einheitlich definiert ist. Meist wird eine Trennung zwischen Mikro- und Meiobenthos bei 30 bis 64 μm Maschenweite und zwischen Meio- und Makrobenthos bei 500 bis 1000 μm Maschenweite bzw. 45 μg Feuchtgewicht gezogen (Schwinghamer, 1981; Warwick, 1984). Üblicherweise werden Bakterien und Protisten dem Mikrobenthos, Nematoden, harpacticide Copepoden und kleinere bis gleich große mehrzellige Organismen sowie die Foraminiferen dem Meiobenthos zugerechnet. Nach Warwick (1984) lassen sich Meio- und Makrobenthos auch biologisch voneinander unterscheiden. Während beim Meiobenthos die Entwicklung direkt und somit die Verbreitung der Tiere hauptsächlich im Erwachsenenstadium erfolgt, treten beim Makrobenthos planktonische Entwicklungsstadien auf, die für die Verbreitung der Makrofauna verantwortlich sind. Die Lebensdauer des Meiobenthos beträgt weniger als ein Jahr, es findet nur einmal eine Reproduktion statt, und die Tiere erreichen eine finale Größe. Makrobenthos ist langlebiger, reproduziert mehrmals und hat ein lebenslang andauerndes Wachstum. Alle Meiobenthosorganismen bewegen sich frei und sind überwiegend selektive Partikelfresser, wohingegen beim Makrobenthos, das meist nichtselektiv Partikel frißt, auch sessile Formen vorkommen (Warwick, 1984).

Um die mikro- und meiobenthische Biomasse in Sedimenten ohne arbeitsintensive mikroskopische Auswertung bestimmen zu können, benötigt man einen einfach und schnell zu messenden biochemischen Parameter, der ausschließlich in allen lebenden Zellen vorkommt, nicht mit Detritus assoziiert sein darf und sich während der Probenahme und Extraktion nicht wesentlich verändert. Die Konzentration des Parameters in lebenden Zellen sollte möglichst während aller Lebensphasen und Umweltbedingungen gleich sein. Als ein Biomasseparameter, der diese Bedingungen weitgehend erfüllt, hat sich ATP, das als zentrale Substanz des Energieumsatzes in allen Organismen vorkommt, erwiesen (Ernst, 1970; Teucher, 1986). Allerdings wird der ATP-Gehalt in Organismen durch physiologische Faktoren stark beeinflusst, und eine Berechnung eines generellen C:ATP-Verhältnisses scheint nur sinnvoll vor dem Hintergrund eines Variationskoeffizienten unter einer definierten Spanne äußerer Einflüsse und physiologischer Bedingungen (Linke, 1989). Karl (1993) berechnete die Biomasse mikro- und meiobenthischer Organismen, indem er von einem generellen C:ATP-Verhältnis von 2500:1 für natürlich durchmischte Ansammlungen von meio- und mikrobenthischen Organismen ausging. Dieser Faktor hängt stark von der Zusammensetzung der Probe ab, hat sich jedoch als Näherung als brauchbar erwiesen (Boetius & Damm, 1998).

Die mit diesem Faktor aus den vorliegenden Werten des ATP-Gehalts im Sediment geschätzten Biomassen des Meio- und Mikrobenthos im Untersuchungsgebiet lagen zwischen 1 g C m^{-2} und 14 g C m^{-2} (Tab. 5.2.) und waren signifikant negativ mit der Tiefe korreliert (Spearman's Rho: -0,49; $p < 0,05$; $n = 24$). Vergleicht man sie mit Literaturwerten (Zusammenstellungen in Deming & Yager, 1992; Tietjen, 1992), so stellt man fest, daß sie ungewöhnlich hoch sind. Für Bakterien liegt die maximale Biomasse generell unterhalb 5 g C m^{-2} , im Grönlandsee-Becken sogar unter 1 g m^{-2} (Deming & Yager, 1992; Lochte, 1992; Pfannkuche, 1992a, 1992b), für die Meiofaunabiomasse werden Werte zwischen 10 und 400 mg m^{-2} angegeben (Tietjen, 1992; Pfannkuche, 1992a,

1992b). Demnach scheint ein C:ATP-Verhältnis von 2500:1 nicht für den ostgrönländischen Kontinentalhang zur Zeit der Probennahme zuzutreffen. Es ist allerdings auch bekannt, daß C:ATP-Verhältnisse bei aktiver Meiofauna mit 40:1 (Teucher, 1986) und bei Bakterien mit 250:1 (Ernst, 1970) deutlich niedriger sein können. Wahrscheinlich hat das Mikro- und Meiobenthos auf den im Sommer erhöhten Nahrungseintrag (siehe 5.2.5.) mit einer Erhöhung des ATP-Gehaltes reagiert (Pfannkuche, 1992b).

Tab 5.2. Biomasse des Makrobenthos gegenüber der aus ATP- und DNA-Werten geschätzten Biomasse des Mikro- und Meiobenthos.

Region	Station	Tiefe m	Biomasse Makrobenthos mg C m ⁻²	Biomasse Mikro- und Meiobenthos mg C m ⁻² über ATP	Biomasse Mikro- und Meiobenthos mg C m ⁻² über DNA
81°N	XIII#32	350	193	3781	734
81°N	XIII#31	1300	164	4411	506
81°N	XI#20	2000	136	1355	91
81°N	XIII#30	3400	78	1051	162
75°N	XIII#24	200	827	5707	1557
75°N	X#17	200	412	-	-
75°N	XIII#23	330	1415	5780	797
75°N	X#14	440	433	9375	405
75°N	XIII#22	900	1214	2186	1222
75°N	X#25	800	284	5575	1538
75°N	X#16	800	141	9525	856
75°N	X#20	800	159	12225	1829
75°N	XIII#21	1300	244	4120	1253
75°N	X#9	1400	188	2950	1487
75°N	XIII#20	2600	27	2541	1244
75°N	X#24	2700	86	6500	1323
75°N	X#6	2700	157	4700	1227
75°N	M36#249	3600	898	2996	1828
75°N	XIII#36	3700	130	-	-
69°N	M36#254	400	1794	3191	1043
69°N	M36#252	900	762	14001	3242
69°N	M36#257	1300	78	3987	1703
69°N	M36#259	1250	369	4679	4093
69°N	M36#261	1570	166	3529	1782
69°N	M36#264	1360	113	3180	2942
69°N	M36#263	1200	465	6328	2813

Da über den physiologischen Zustand des Benthos im Untersuchungsgebiet keinerlei Aussagen gemacht werden konnten, wurde die meio- und mikrobenthische Biomasse zusätzlich aus den DNA-Gehalt des Sediments berechnet. DNA als Träger der genetischen Information ist eine sehr konservative Substanz, die in allen eukaryotischen sowie auch prokaryotischen Zellen vorkommt, sich nur kurz vor der Zellteilung verdoppelt und erst nach dem Absterben der Zelle abgebaut wird. Sie ist ein sehr stabiler Bestandteil der Zellen, der fast keinen äußeren Einflüssen unterworfen ist und damit einen für die Tiefsee geeigneten Biomasseparameter darstellt (Teucher, 1986). Allerdings ist die fau-

5. Diskussion

nistische Zusammensetzung der Probe von Bedeutung, da sich das C:DNA-Verhältnis der verschiedenen Taxa unterscheidet. Aus bekannten C:DNA-Verhältnissen verschiedener Taxa (Teucher, 1986; Bakken & Olsen, 1989; Ritzrau, pers. Mittl) wurde ein durchschnittliches C:DNA-Verhältnis von 50:1 für die Biomasse des Meio- und Mikrobenthos geschätzt. Die generelle Wiederfundrate, die den DNA-Werten in Tab. 4.1. zugrunde liegt, wurde nicht berücksichtigt, da der Siltanteil in den Sedimenten der einzelnen Stationen und damit der Anteil an DNA, der inert an Tonpartikel gebunden vorkommt, verschieden war. Bei den Biomassewerten in Tab. 5.2. handelt es sich somit um Minimalabschätzungen.

Die aus den DNA-Werten geschätzte mikro- und meiobenthische Biomasse lag zwischen $0,1 \text{ g C m}^{-2}$ und $4,1 \text{ g C m}^{-2}$ und somit deutlich über den Biomassewerten der Makrofauna (Tab. 5.2.). Die Werte sind aber im Gegensatz zu den über ATP berechneten Biomassen mit Literaturwerten vergleichbar (Deming & Yager, 1992; Tietjen, 1992). Lediglich auf dem Schelf bei 75°N (XIII#23 und X#14) und in der Dänemarkstraße (M36#254) übertrafen die Makrobenthosbiomassen die des Mikro- und Meiobenthos. Im Gegensatz zum Makrobenthos war die Biomasse des Mikro- und Meiobenthos nicht signifikant mit der Tiefe korreliert (Spearman's Rho: 0,062; $p = 0,77$; $n = 24$), nahm aber im Schnitt von der Framstraße über 75°N zur Dänemarkstraße zu.

Da die Biomassen des Makro- bzw. des Mikro- und Meiobenthos mit unterschiedlichen methodischen Ansätzen ermittelt wurden und die Abschätzung der mikro- und meiobenthischen Biomasse zudem nur recht grob ist, müssen alle Aussagen zum Anteil der Makrofauna am Benthos des ostgrönländischen Kontinentalhangs vorsichtig interpretiert werden. Es scheint aber, daß der Makrofaunaanteil am Benthos mit zunehmender Tiefe und von der Framstraße nach Süden zur Dänemarkstraße abnimmt und daß er auf dem Schelf gleich oder höher als der Anteil des Mikro- und Meiobenthos ist (Tab. 5.2.).

Besonders aus der Tiefsee und aus polaren Gebieten gibt es nur sehr wenige Untersuchungen, die die Abundanzen und Biomassen aller Größenfraktionen des Benthos berücksichtigen (Tietjen, 1992). Am Kontinentalhang im nordwestlichen Atlantik macht die Meiobenthosbiomasse 2,4 bis 57% der Biomasse des Makrobenthos aus (Gerlach, 1971; Romero-Wetzel & Gerlach, 1991; Tietjen, 1992). In den Becken des Atlantiks bei 4000 m Tiefe ist sie halb so groß wie die der Makrofauna (Sibuet et al., 1989), und im Tiefseeboden polarer Regionen kann sie bei guter Versorgung mit Phytodetritus von der Meeresoberfläche sogar noch höher sein (Pfannkuche, 1992a, 1992b). Das Verhältnis zwischen Mikro- und Meiofauna am Kontinentalhang im nordwestlichen Atlantik ist sehr variabel, wobei die Meiofauna grundsätzlich einen erheblich geringeren Biomasseanteil (1,4 bis 13 % der Mikrofauna) aufweist (Tietjen, 1992). Das Biomasseverhältnis zwischen Mikro- und Makrofauna variiert um eine Größenordnung (Tietjen, 1992). Hinzu kommt, daß die Biomasse der Bakterien in Tiefseesedimenten des Nordatlantiks saisonal aufgrund von Wachstum als Reaktion auf die Sedimentation organischen Materials ansteigt (Lochte, 1992; Pfannkuche, 1992b). Generelle Aussagen zu einem Verhältnis Mikrobenthos:Meiobenthos:Makrobenthos, die auf den ostgrönländischen Kontinentalhang übertragen werden können, lassen sich nicht machen.

5.2.5. Sediment und Nahrungsversorgung

Das Sediment bildet für das Benthos, insbesondere für die Infauna, gleichzeitig Lebensraum und Nahrungsgrundlage. Die Sediment- und Habitatheterogenität sowie die physikalische Stabilität des Habitats werden neben der Nahrungsverfügbarkeit und den biologischen Interaktionen wie Fraßdruck und Konkurrenz zu den Faktoren gezählt, die die Struktur des Makrobenthos prägen können. Sanders (1958) fand bei seinen Untersuchungen über Tier-Sediment-Beziehungen heraus, daß die Sedimentcharakteristik Einfluß auf die vorherrschende Fauna, Ernährungstypen und Populationsgrößen hat. Besonders für makrobenthische Substratfresser wurde die Bedeutung der Partikelgröße nachgewiesen (Self & Jumars, 1978). Seither haben verschiedene Benthologen auch in polaren Gebieten Zusammenhänge zwischen Besiedlungsparametern der Fauna und spezifischen Sedimenttypen nachgewiesen (Dale et al., 1989; Grebmeier et al., 1989).

Ein Zusammenhang zwischen Abundanz und/oder Biomasse des Makrobenthos mit dem Siltanteil des Sediments konnte nicht nachgewiesen werden (Spearman's Rho: -0,168 bzw. -0,138; $p = 0,19$ bzw. $0,28$; $n = 61$). Auch Schnack (1998) fand bei seinen Untersuchungen am ostgrönländischen Kontinentalhang keinen Zusammenhang zwischen der Abundanz bzw. Biomasse der Polychaeta und den einzelnen Korngrößenfraktionen sowie den daraus resultierenden Siltanteilen und Medianen der Korngröße. In wieweit überhaupt ein kausaler Zusammenhang zwischen Granulometrie und Besiedlungsstruktur besteht, bleibt fraglich. In jüngster Zeit wird die Beziehung zwischen Korngrößenparametern und Abundanz, Biomasse und Verteilungsmuster der Benthosfauna kontrovers diskutiert, da sich herausgestellt hat, daß diese sehr viel variabler ist, als lange Zeit angenommen (Snelgrove & Butman, 1994). Die Tatsache, daß Sedimentkorngrößen relativ einfach zu bestimmen sind, führte zu der vereinfachenden Annahme, daß die granulometrische Charakteristik eines Sedimentes synonym mit der physikalischen Umwelt ist und daß Korrelationen zwischen Fauna und Granulometrie der Schlüssel zu benthischer Ökologie seien. Wahrscheinlich aber hat die Korngrößenzusammensetzung nur eine geringe ökologische Relevanz für die Makrofauna, da andere Sedimenteigenschaften wahrscheinlich von größerer Bedeutung sind (Snelgrove & Butman, 1994). Strukturierende Elemente wie z.B. natürliche Aggregate können durch die Korngrößenanalyse nicht erfaßt werden (Buchanan, 1984). Neben dem Gehalt an organischem Material im Sediment sind auch physikalische Eigenschaften wie Porosität, Permeabilität, Wassergehalt und pH-Wert wichtige Parameter, die ein Sediment charakterisieren (Buchanan, 1984) und somit das Benthos beeinflussen können. Diese wurden bei den Untersuchungen dieser Arbeit nicht bestimmt, können aber bei Sauter (1997) nachgelesen werden.

Etter & Grassle (1992) zeigten signifikante Korrelationen zwischen Sediment-Heterogenität und Artenreichtum der Weichbodenfauna. Auch Schnack (1998) vermutet in Hinblick auf Ergebnisse von Mayer & Piepenburg (1996), daß die hohen Diversitäten der Polychaetenfauna auf eine hohe Habitatheterogenität zurückzuführen sind. Eine Korrelationsanalyse zwischen den Similaritätsmatrizen der Korngrößenanalyse (Abb. 4.2.) und dem faunistischen Verteilungsmuster (Abb. 4.5. und 4.8.) ergab, daß die Korngrößenverteilungen signifikant mit den faunistischen Verteilungsmustern korreliert waren (Global Rho: 0,470 bzw. 0,712; $p < 0.001$ bzw. $p < 0.05$). Das Korngrößenverteilungsmuster liefert somit vielleicht einen Hinweis für die Strukturierung der benthischen Ge-

meinschaft, wobei nicht die Korngrößen an sich, sondern die Substratheterogenität entscheidend ist. Das Ergebnis muß allerdings relativiert werden, weil die Analyse der Gemeinschaftsstruktur mit niedriger taxonomischer Auflösung durchgeführt wurde und weil nicht klar ist, inwieweit das Korngrößenverteilungsmuster eine Substratheterogenität widerspiegelt.

Das Makrobenthos hat durch seine mechanische Wirkung auf das Sediment (Bioturbation) einen entscheidenden Einfluß auf dessen physikalische Eigenschaften (Rhoads, 1974; Richardson & Young, 1980; Richardson et al., 1983; Kitlar, 1991). Die Schichtung des Sediments kann durch einfache physische Störungen beim Graben oder durch Transport von Partikeln durch die Sedimentoberfläche nach unten beeinflußt werden (Jumars & Nowell, 1984). Letzteres kann zu einer Anreicherung organischen Materials im Sediment führen, die über die rein vertikalen Sedimentationsraten hinausgeht (Jumars & Nowell, 1984; Sauter, 1997). Die Bioturbation hat auch einen bedeutenden Einfluß auf die biogeochemische Qualität der verbleibenden abgelagerten Feststoffe und stellt somit ein wichtiges Element bei der Abbildung pelagischer Prozesse im Sediment dar (Christensen, 1982). In der Tiefsee ist die Bioturbationsrate proportional zu der benthischen Biomasse (DeMaster et al., 1985; Richardson et al., 1985). Gleichzeitig ist das Ausmaß der Einwirkung auf die Stratigrafie der Sedimente von der Sedimentationsrate abhängig. Bei einer Sedimentationsrate von weniger als 2 cm / 1000 Jahren erschwert die Bioturbation die Interpretation der geologischen Schichtung (Pisias, 1983; Schiffelbein, 1984).

Schon mehrfach wurden Dichte und Diversität epibenthischer rezenter Spuren in verschiedenen Tiefseegebieten anhand von Fotografien untersucht (Young et al., 1985), aber bei den meisten der rezent auf und im Sediment beobachteten Spuren sind das Alter und die Verursacher unbekannt. Spuren von Grabtätigkeiten konnten in dieser Arbeit in dem sehr weichen wasserhaltigen Oberflächensediment nicht erkannt werden. Wie auch auf dem Vøring-Plateau in der Norwegensee (Romero-Wetzel, 1989) war die überwiegende Mehrheit der makrobenthischen Organismen des ostgrönländischen Kontinentalhangs klein und hauptsächlich in der oberflächennahen Sedimentschicht zu finden. Auf dem Vøring-Plateau wurden die höchste Grabtätigkeit den Enteropneusten, Sipunculiden und Echiuriden zugeschrieben, wobei die beiden letzteren bis in die "historische Sedimentschicht", d.h. unter die bioturbierte Schicht, vordrangen und deren Grabbauten wahrscheinlich somit fossil erhalten bleiben (Romero-Wetzel, 1989). Bei den Untersuchungen dieser Arbeit wurden Enteropneusten nicht gefunden. Echiuriden stellten eine große Ausnahme dar, waren dann aber die größten endobenthischen Tiere (siehe Station M36#261). Sipunculiden kamen regelmäßig in den Proben vom Schelf und Kontinentalhang vor. Sie machten bis 19 % der Individuen einer Station aus und stellten teilweise bis zu ein Drittel der Biomasse. Da ihre Größe deutlich über dem Durchschnitt der anderen endobenthischen Taxa lag ist ihr Beitrag zur Bioturbation am ostgrönländischen Kontinentalhang vermutlich bedeutend. Daneben werden die dominierenden Polychaeten für eine Durchwühlung des Sediments sorgen (Dold, 1980; Grant, 1983; Van der Loeff & Lavaleye 1986). Die Bioturbationsleistung der zahlreichen peracariden Crustaceen oder anderer Taxa kann nur schwer abgeschätzt werden. Die Größenverteilung makrobenthischer Tiere gibt wenig Aufschluß über die Bioturbation, da weder zwischen Epi- und Endobenthos noch zwischen sessilen und vagilen Organismen unterschieden wird. Zudem ist die Grabtätigkeit verschiedener Taxa recht unter-

schiedlich, so daß ein größenabhängiger genereller Bioturbationsfaktor nur schwerlich zu bestimmen sein wird.

Berg (SFB 313, lfd. Dissertation) untersucht die Verteilung und das Ausmaß von Bioturbation im Europäischen Nordmeer anhand der Verteilung biogeochemischer Parameter, hauptsächlich Chlorophyll *a*. Seine Arbeit soll die Grundlage zur Modellierung von Partikeltransportprozessen im Sediment bieten. Die von ihm ermittelten Chlorophyll-Fluß- und Bioturbationskoeffizient-Werte wurden nach Modellen von Soetaert et al (1996) unter der Annahme einer mittleren Abbaurates berechnet. Im Endergebnis spielt, nach den Modellergebnissen, die Bioturbation an den in dieser Arbeit untersuchten Stationen keine große Rolle. Dem von Berg ermittelten Bioturbationskoeffizienten wurde ein Koeffizient gegenübergestellt, der aus dem Produkt von Abundanz und durchschnittlicher Körpermasse von den hauptsächlich für Bioturbation in Frage kommenden Polychaeten und Sipunculiden gebildet wurde. Eine Korrelationsanalyse ergab einen signifikanten Zusammenhang (Spearman's Rho: 0,497; $p = 0,026$; $n = 21$).

Neben den Substrateigenschaften und hydrodynamischen Prozessen gilt die Nahrungsverfügbarkeit als wichtigster Faktor für die Struktur des Makrobenthos (Rosenberg, 1995). Dagegen sind niedrige Temperaturen an sich kein limitierender Faktor benthischer Fauna in polaren Regionen (Dayton, 1990, 1994). Niedrige Wachstumsraten reflektieren eher die starke saisonale Nahrungslimitation als biologische Limitationen aufgrund von niedriger Temperaturen (Clarke, 1991). Die meisten polaren Invertebraten beschränken ihr Wachstum und die Reproduktion auf Zeiten mit ausreichender Nahrungsverfügbarkeit (Brey & Clarke, 1993). Die in dieser Arbeit untersuchten benthischen Gemeinschaften werden mit Nahrung in Form von absinkenden Partikeln aus der euphotischen Zone versorgt, da eine auf Photosynthese basierende Primärproduktion in den beprobten Tiefen nicht stattfindet (Graf, 1989, 1992). Abundanz und Biomasse benthischer Organismen sind somit vor allem von der Menge des organischen Materials, das den Meeresboden erreicht, abhängig (Gooday & Turley, 1990; Gage & Tyler, 1991; Deming & Yager, 1992). Prägende Faktoren sind vor allem die Zusammensetzung, die Rate und das Muster des Partikelflusses. Als Indikatoren dafür wurden in dieser Arbeit der Gehalt der Sedimente an C_{org} , Chl *a* sowie das C:N-Verhältnis verwendet. Bei letzterem geht man davon aus, daß ein C:N-Verhältnis von 6 bis 7 leicht abbaubares organisches Material mit hohem Nährstoffwert wie Kotballen und Phytoplankton charakterisiert, wohingegen ein C:N-Verhältnis von über 10 auf refraktäres Detritusmaterial mit geringem Nährwert hinweist (Parsons et al., 1977).

Die Zusammensetzung des organischen Materials variierte sowohl innerhalb der einzelnen Schnitte als auch innerhalb einzelner Tiefenstufen. Frisches Material konnte nicht festgestellt werden, aber auch refraktäres organisches Material trat nur vereinzelt auf und führte keineswegs zu niedrigen Makrobenthosbiomassen. Der Anteil an organischem Material im Sediment (C_{org}) war, wie es für Tiefseeböden typisch ist, gering und lag unter 1 %. Der C_{org} -Gehalt des Sediments erlaubt aber keine exakte Beurteilung der Qualität der Nahrungsversorgung, weil unklar bleibt, welcher Anteil des organischen Materials refraktär und welcher für die Benthosfauna nutzbar ist (Cammen, 1989; Mayer, 1989). Außerdem bilden die aus der euphotischen Schicht sedimentierten Partikel nicht die direkte Nahrungsgrundlage der depositfressenden Organismen, sondern gelangen erst nach einer mikrobiellen Umsetzung in die Nahrungskette (Gage & Tyler,

1991). Dies gilt es besonders zu berücksichtigen, wenn man den Chl *a*-Gehalt des Sediments als Nahrungsparameter betrachtet. Der Chl *a*-Gehalt des Sediments war signifikant negativ mit der Wassertiefe korreliert, was man dahingehend interpretieren könnte, daß bereits auf dem Weg durch die Wassersäule eine mikrobielle Zersetzung stattgefunden hat. In der Framstraße waren die Chl *a*-Werte gegenüber denen vom 75°N- und Dänemarkstraßen-Schnitt um den Faktor 10 geringer, was auf eine geringere Versorgung des Benthos der permanent eisbedeckten Framstraße mit Phytodetritus hindeutet (siehe unten).

Direkte Aufschlüsse über die Verteilung der Makrobenthosbiomasse oder über das faunistische Verteilungsmuster konnten mit den gemessenen Parametern nicht gewonnen werden, da sich keine einheitlichen Aussagen über Tiefengradienten oder signifikante Änderungen mit der geographischen Breite machen ließen und keiner der Parameter mit Abundanz oder Biomasse des Makrobenthos korreliert war. Sowohl Gemeinschaftsparameter als auch Verteilung der Nahrungspartikel weisen eine deutliche kleinräumige Heterogenität auf, die eine übergreifende Bewertung der Zusammenhänge erschwert. Dies gilt besonders in Hinblick darauf, daß die Werte für Chl *a* aus MUC-Proben gewonnen wurden und daß die Werte für C_{org} und das C:N-Verhältnis nur für die Sedimentoberfläche gelten. Außerdem ist das Muster der Bildung, Modifikation und Sedimentation von Partikeln aus der Wassersäule räumlich und zeitlich sehr variabel, so daß biogeochemische Parameter wie Chl *a* lediglich einen Einblick in das kurzfristige Sedimentationsgeschehen liefern und nicht als Maß für den langfristigen Nahrungseintrag angesehen werden können (Bauerfeind et al., 1994; Bodungen et al., 1995). Die Biomasse und Abundanz des relativ langlebigen Makrobenthos dagegen integriert die Menge und Qualität des Nahrungseintrages ins Sediment über einen Zeitraum von mehreren Jahren.

Schnack (1998) vermutet, daß die Gemeinschaftsstruktur der Polychaeten auf dem ostgrönländischen Kontinentalhang in engem Zusammenhang mit der großflächigen Hydrographie steht und ein räumlich und zeitlich variables Sedimentationsmuster widerspiegelt. Es ist bekannt, daß die Benthosfauna entscheidend durch Prozesse in der Wassersäule geprägt wird, aber es kommt je nach Wassertiefe und Hydrographie zu einer räumlichen und zeitlichen Entkoppelung der Regime (Rosenberg, 1995; Piepenburg et al., 1997). Entscheidend sind die Sinkgeschwindigkeit der in der euphotischen Zone gebildeten Partikel und die Geschwindigkeit der Strömung, die diese Partikel verdriftet, bevor sie den Meeresboden erreichen. Der bis in Tiefen von 150 m reichende, südwärts setzende Ostgrönlandstrom und niedrige Sinkgeschwindigkeiten nahrungsrelevanter Partikel (ca. 100 m d^{-1}) lassen eine Partikelbildung nördlich der untersuchten Regionen am Meeresgrund vermuten. Allerdings sind der Einfluß von Rezirkulation und das Strömungsmuster in den tieferen Wasserschichten nicht bekannt.

Die in dieser Arbeit untersuchten Regionen Framstraße, Dänemarkstraße und der Kontinentalhang bei 75°N unterscheiden sich deutlich hinsichtlich der Produktion und Zusammensetzung von Partikeln in der euphotischen Zone. Die Beziehung zwischen Primärproduktion und Sedimentation organischen Materials zum Benthos ist aufgrund der Abhängigkeit vom Einfluß des pelagischen Nahrungsnetzes nicht linear. Der jährliche Partikelfluß in der ganzjährig eisbedeckten nördlichen Framstraße ist um den Faktor 30 geringer als in den Bereichen der marginalen Eisrandzone, die eine 10- bis 20-fach hö-

here Primärproduktion aufweist (Hebbeln & Wefer, 1991). Biomasse, Produktion und Zusammensetzung der jeweiligen Phyto- und Zooplanktongemeinschaften unterscheiden sich deutlich (Smith et al., 1987).

Im Teilprojekt A1 des SFB 313 wurden die rezenten pelagischen Produktionsbedingungen sowie deren Beziehungen zum vertikalen Partikelfluß unter besonderer Berücksichtigung des Einflusses der Eisrandzone in der Grönlandsee untersucht. Der saisonale Partikelfluß wurde mit Sinkstofffallen und die saisonale Eisbedeckung mit Eisfernerkundungsdaten des Special Sensor Microwave/Imager (SSM/I) erfaßt. Basierend auf der empirischen Verknüpfung von Eisregimen und Partikelfluß extrapoliert ein numerisches Modell die Partikelflußraten in 500 m Wassertiefe in einer Box, deren Grenzen die Framstraße, die Dänemarkstraße, das ostgrönländische Festland und der Nullmeridian bilden (Ramseier et al., in press). Dabei hängt die Sedimentation von drei grundlegenden Faktoren ab, die deutlich räumlichen und saisonalen Schwankungen ausgesetzt sind: Die Eiskonzentration, die Dauer der Eisbedeckung und die Entfernung von der Eiskante. Berechnet man, ausgehend von den extrapolierten Partikelflußraten in 500 m Tiefe (Ramseier et al., in press) und dem Sedimentationsmodell von Martin et al. (1987) den Partikelfluß am Meeresboden der betrachteten Stationen, erhält man Werte zwischen 2 und 15 mg C m⁻² d⁻¹, die signifikant mit der Wassertiefe korreliert sind (Spearman's Rho: -0,602; p < 0,05; n = 18). Vergleicht man die Biomassedaten des Makrobenthos mit den Flußraten am Meeresboden, stellt man fest, daß diese nicht miteinander korreliert sind (Spearman's Rho: 0,345; p = 0,15; n = 18).

Tab. 5.3. Makrobenthischer Kohlenstoffbedarf und Partikelfluß am Meeresboden. POC = partikulärer organischer Kohlenstoff. Berücksichtigt sind nur Stationen mit mehr als 500 m Wassertiefe.

Region	Station	Tiefe m	makrobenthischer Kohlenstoffbedarf mg C m ⁻² d ⁻¹	Partikelfluß POC mg C m ⁻² d ⁻¹
81°N	XIII#31	1300	2.91	4.66
81°N	XI#20	2000	2.86	2.68
81°N	XIII#30	3400	1.53	2.09
75°N	XIII#22	900	16.86	14.59
75°N	X#25	800	5.88	9.61
75°N	X#16	800	4.55	9.23
75°N	X#20	800	4.80	9.30
75°N	XIII#21	1300	5.22	11.52
75°N	X#9	1400	5.46	6.28
75°N	XIII#20	2600	1.19	7.94
75°N	X#24	2700	2.83	7.44
75°N	X#6	2700	5.46	7.35
75°N	M36#249	3600	11.14	3.75
75°N	XIII#36	3700	3.20	4.18
69°N	M36#252	900	15.05	5.96
69°N	M36#259	1250	6.51	13.67
69°N	M36#261	1570	4.29	12.55
69°N	M36#264	1360	3.50	13.88

5. Diskussion

An den beiden Stationen M36#249 und M36#252 lag der unter 4.2.4. berechnete Kohlenstoffbedarf der Makrofauna um das 2- bis 3fache über dem Partikelfluß, während an den übrigen Stationen der makrobenthische Kohlenstoffbedarf mehr oder weniger durch den Partikelfluß gedeckt wird. Betrachtet man die Stationen M36#249 und M36#252 gesondert, so sind bei den übrigen Stationen der makrobenthische Kohlenstoffbedarf und der Partikelfluß signifikant korreliert (Spearman's Rho: 0,590; $p < 0,05$; $n = 16$).

An den Stationen M36#249 und M36#252 dominieren Porifera die Biomasse. Auch an den durch extrem hohe Abundanz- und Biomassewerte gekennzeichneten Stationen M36#254 und XIII#22 hatten die seltenen Porifera die höchsten Anteile an der Biomasse. Die Sedimente dieser beiden Stationen waren durch dichten Schwammnadelfilz und Korallenbruchstücke gekennzeichnet. Eine Erklärung für die hohe Biomasse dieser vier Stationen könnte eine, mit der obigen Berechnung nicht erfaßte, erhöhte Partikeldeposition und somit erhöhter Nahrungseintrag im Einflußbereich großer Epifaunaorganismen sein.

Die Partikelfracht in der bodennahen Trübungsschicht (Graf, 1992) läßt sich in zwei Komponenten unterteilen: eine „schwere“, chlorophyllhaltige Fraktion, die zur Aggregatbildung neigt und schnell sedimentiert, und eine „leichte“, dauerhafter resuspendierte Fraktion feiner ($< 3 \mu\text{m}$) Partikel, die die Masse der Teilchen ausmacht (Thomsen & Graf, 1995). Aus Sicht des Benthos, das auf den allochthonen Nahrungseintrag angewiesen ist, ist dabei neben der vertikalen Sedimentation vor allem auch die laterale Advektion von Bedeutung (Muschenheim, 1987). Die Partikelfracht des vertikalen Flusses wird von der des lateralen Transports um zwei Größenordnungen übertroffen, da selbst langsame bodennahe Strömungsgeschwindigkeiten immer noch um ein Vielfaches höher sind als hohe Sinkgeschwindigkeiten (Thomsen & Graf, 1995). Somit driften die meisten Partikel außerhalb der Reichweite der Benthosorganismen über diese hinweg (Grant, 1983; Wildish & Kristmanson, 1984; Wainright, 1990; Graf, 1992). Aber große epibenthische Suspensionsfresser wie die Porifera und Brachiopoden können diese Partikel der Wassersäule entziehen und in Form von Faeces deponieren, wo sie dann z.B. für Depositfresser erreichbar sind, und stellen somit ein Bindeglied zwischen den Prozessen in der Wassersäule und im Sediment dar (Miller & Jumars, 1986; Miller & Steinberg, 1988; Amouroux et al., 1990a, 1990b; Ziebis, 1992). Die dabei produzierten Kotballen können wesentlich reicher an organischer Substanz sein als andere Sedimentpartikel der gleichen Größenfraktion (Hylleberg & Gallucci, 1975). Im Bereich biogener Strukturen ist die Abundanz von kleinem Zoobenthos erhöht (Reise, 1981). Große Suspensionsfresser scheinen keinen negativen Einfluß auf die Infauna zu haben, im Gegenteil, deren Besiedlungsdichte kann sogar höher als sonst üblich sein (Commito & Boncavage, 1989). Ebenso ist in Sedimenten mit Schwammnadelfilz, von dem man annehmen könnte, daß er die endobenthische Makrofauna bei ihrer Grabtätigkeit behindert, die Besiedlungsdichte der Makrofauna im allgemeinen erhöht (Bett & Rice, 1992).

Auffälliges Merkmal des ostgrönländischen Kontinentalhangs ist der relative Arten- und Biomassereichtum der Epifauna in etwa 800 m Tiefe. Besonders Schwämme, hauptsächlich die Arten *Geodia mesotriaena* und *G. phlegraei*, prägen das Bild des Meeresbodens (Barthel et al., 1995; Brandt et al., 1996; Mayer & Piepenburg, 1996). Daneben kommen als weitere prominente Epifaunaorganismen noch Octocorallen, Crinoiden und Anthozoen vor. Jedoch ist deren Abundanz, wie auch die der Schwämme, so gering,

daß sie mit dem Großkastengreifer nicht quantitativ erfaßt werden können. Ein ähnliches Biotop erstreckt sich auch auf der östlichen Seite des Europäischen Nordmeeres am europäischen Kontinentalrand in Wassertiefen zwischen 600 bis 800 m (Witte, 1995) und wird von Lutze & Altenbach (1987) als „Suspensionsfresser-Gürtel“ bezeichnet. Für allgemeine Aussagen über den ostgrönländischen Kontinentalhang wäre es wichtig, die räumliche Verteilung und den Flächenanteil der megabenthischen Suspensionsfresser und des damit assoziierten Schwammnadelfilzes zu bestimmen. Grundlage hierfür könnte die Meeresbodenfotografie sein, die gegenüber anderen Methoden den Vorteil hat, daß sie mit einer Vielzahl an Bildern Einblick in ungestörte Lebensgemeinschaften auf dem Meeresboden ermöglicht. Zusätzlich können sowohl die kleinräumige als auch die großräumige fleckenhafte Verteilung des Benthos erkannt sowie Rückschlüsse auf abiotische Faktoren wie Strömungsgeschwindigkeiten gezogen werden (Holme, 1984; Mayer & Piepenburg, 1996). Der große Nachteil der Fotografie liegt darin, daß nur Tiere einer bestimmten Größe erkannt werden können und daß die Infauna überhaupt nicht erfaßt wird. Als nützlich hat sich die Kombination von Fotografie und traditionellen Fangmethoden erwiesen (McIntyre, 1956; Piepenburg, 1988; Mayer & Piepenburg, 1996). An allen Stationen der Expedition ARK X/1 und an den Stationen XIII#20 und XIII#32 der Expedition ARK XIII/1 wurde eine Fotosonde eingesetzt. Es muß aber berücksichtigt werden, daß das Schiff zwischen dem Fotosondeneinsatz und der GKG-Probennahme verdriftete, so daß eine direkte Vergleichbarkeit nicht gegeben war. Die Auswertung der Fotos ist noch nicht abgeschlossen. Derzeit werden alle auf den Fotos erkennbaren Tiere vermessen, so daß die Größenstruktur des Makrobenthos am ostgrönländischen Kontinentalhang bei 75°N um den Bereich des Megaepibenthos erweitert werden kann (Juterzenka et al., in prep.).

6. Literatur

- Aagaard, K.C. (1970): The wind-driven circulation in the Greenland and Norwegian Seas. *Deep-Sea Res.* 17: 281-291
- Aagaard, K.C., Coachman, L.K. (1968): The east Greenland current north of Denmark Strait: Part I+II. *Arctic* 21 (3): 181-200
- Aagaard, K.C., Foldvik, A., Hillman, S.R. (1987): The West Spitsbergen Current: disposition and water mass transformation. *J. Geophys. Res.* 92: 3778-3784
- Aken, H.M. van (1991): The Arctic Front in the Greenland Sea during February 1989: hydrographic and biological observations. *J. Geophys. Res.* 96 (C3): 4739-4750
- Ambrose, W.G. Jr, Renaud, P.E. (1995): Benthic response to water column productivity patterns: evidence for benthic-pelagic coupling in the Northeast Water Polynya. *J. Geophys. Res.* 100 (C3): 4411-4421
- Amouroux, J.M., Amouroux, J., Bastide, J. Cahet, G. (1990a): Interrelation in a microcosm with a suspension-feeder and a deposit-feeder. I: experimental study. *Oceanol. Acta* 13 (1): 61-68
- Amouroux, J.M., Amouroux, J., Bastide, J. Cahet, G., Gremare, A. (1990b): Interrelation in a microcosm with a suspension-feeder and a deposit-feeder. II: modelling. *Oceanol. Acta* 13 (1): 69-78
- Bakken, L.R., Olsen, R.A. (1989): DNA-content of soil bacteria of different cell size. *Soil Biol. Biochem.* 21 (6): 789-793
- Banase, K. (1982): Mass-scaled rates of respiration and intrinsic growth in very small invertebrates. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 9: 281-297
- Barthel, D., Brandt, A., Göbel, Y., Mayer, M., Ritzrau, W., Scheltz, A., Schnack, K. (1995): Benthosuntersuchungen am Grönländischen Kontinentalabhang. In: Fahrbach, E. (Hrsg.): Die Expedition X/1 des Forschungsschiffes "Polarstern" 1994. *Ber. Polarforsch.* 181: 31-33
- Bauerfeind, E., Bodungen, B. von, Arndt, K., Koeve, W. (1994): Particle flux, and composition of sedimenting matter, in the Greenland Sea. *J. Mar. Sys.* 5: 411-423
- Bauerfeind, E., Garrity, C., Krumbholz, M., Ramseier, R.O., Voß, M. (1997): Seasonal variability of sediment trap collections in the North-east Water Polynya. Part 2. Biochemical and microscopic composition of sedimenting matter. *J. Mar. Sys.* 10: 371-389
- Bett, B.J., Rice, A.L. (1992): The influence of hexactinellid sponge (*Pheronema carpenteri*) spicules on the patchy distribution of macrobenthos in the Porcupine Seabight (bathyal NE Atlantic). *Ophelia* 36 (3): 217-226
- Birgisdottir, L. (1991): Die paläo-ozeanographische Entwicklung der Islandsee in den letzten 550000 Jahren. *Ber. Sonderforschungsber.* 313, 34: 1-112
- Blake, J.A. (1994): Vertical distribution of benthic infauna in continental slope sediments off Cape Lookout, North Carolina. *Deep-Sea Res.* 41 (4-6): 919-927
- Blanco, J.M., Echevarria, F., Garcia, C.M. (1994): Dealing with size-spectra: some conceptual and mathematical problems. *Sci. Mar.* 58: 17-29
- Bluhm, B. (1997): Zur Ökologie der regulären Seeigel im nördlichen Barentsmeer. Diplomarbeit, Univ. Kiel: 1-77

6. Literatur

- Bodungen, B. von, Antia, A., Bauerfeind, E., Haupt, O., Koeve, W., Machado, E., Peeken, I., Peinert, R., Reitmeier, C., Thomson, C., Voss, M., Wunsch, M., Zeller, U., Zeitzschel, B. (1995): Pelagic processes and vertical flux of particles: an overview of a long-term comparative study in the Norwegian Sea and Greenland Sea. *Geol. Rundsch.* 84: 11-27
- Boetius, A., Damm, E. (1998): Benthic oxygen uptake, hydrolytic potentials and microbial biomass at the Arctic continental slope. *Deep-Sea Res.* 45: 239-275
- Boudreau, P.R., Dickie, L.M., Kerr, S.R. (1991): Body-size spectra of production and biomass as system-level indicator of ecological dynamics. *J. theor. Biol.* 152: 329-339
- Brandt, A. (1995): Peracarid fauna (Crustacea, Malacostraca) of the Northeast Water Polynya off Greenland: documenting close benthic-pelagic coupling in the Westwind Trough. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 121: 39-51
- Brandt, A., Barthel, D. (1995): An improved supra- and epibenthic sledge for catching Peracarida (Crustacea, Malacostraca). *Ophelia* 43 (1): 15-23
- Brandt, A., Piepenburg, D. (1994): Peracarid crustacean assemblages of the Kolbeinsey Ridge, north of Iceland. *Polar Biol.* 14: 97-105
- Brandt, A., Berg, J.S., Gedamke, M., Lunau, A., Sauter, E., Scheltz, A., Schnack, K., Wanner, S. (1996): Benthic-pelagic coupling. In: Krause, G. (Hrsg.): *The Expedition ARKTIS-XI/2 of RV "Polarstern" in 1995.* *Ber. Polarforsch.* 197: 45-51
- Brattegard, T., Fosså, J.H. (1991): Replicability of an epibenthic sampler. *J. mar. biol. Ass. U.K.* 71: 153-166
- Bray, J.R., Curtis, J.T. (1957): An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.* 27: 325-349
- Brey, T. (1984): Gemeinschaftsstrukturen, Abundanz, Biomasse und Produktion des Makrozoobenthos sandiger Böden der Kieler Bucht in 5 - 15 m Wassertiefe. *Ber. Inst. Meereskd. Kiel* 123, 1-124
- Brey, T. (1986): Formalin and Formaldehyde-depot chemicals: effects on dry weight and ash free dry weight of two marine bivalve species. *Meeresforsch.* 31: 52-57
- Brey, T., Clarke, A. (1993): Population dynamics of marine benthic invertebrates in Antarctic and subantarctic environments: are there unique adaptations? *Antarctic Science* 5 (3): 253-266
- Brey, T., Rumohr, H., Ankar, S. (1988): Energy content of macrobenthic invertebrates: general conversion factors from weight to energy. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 117: 271-278
- Brinkhurst, R.O. (1991): Benthic biology of the western Canadian continental shelf. *Cont. Shelf Res.* 11 (8-10): 737-754
- Buchanan, J.B. (1984): Sediment analysis. In: Holme, N.A., McIntyre, A.D. (Hrsg.): *Methods for the study of marine benthos.* Blackwell Scientific Publications, Oxford: 41-65
- Budéus, G., Schneider, W. (1995): On the hydrography of the Northeast Water Polynya. *J. Geophys. Res.* 100: 4287-4299
- Budéus, G., Plugge, R., Ronski, S., Zwierz, M. (1995): Schichtung und Zirkulation der Grönlandsee. In: Fahrbach, E. (Hrsg.): *Die Expedition X/1 des Forschungsschiffes "Polarstern" 1994.* *Ber. Polarforsch.* 181: 31-33

6. Literatur

- Cammen, L.M. (1989): The relationship between ingestion rate of deposit feeders and sediment nutritional value. In: Lopez, G., Taghon, G., Levinton, J.S. (Hrsg.): Ecology of marine deposit feeders. Springer-Verlag, Berlin: 201-222
- Carmack, E.C., Aagaard, K. (1973): On the deep water of the Greenland Sea. *Deep-Sea Res.* 20: 687-715
- Christensen, E.R. (1982): A model for radionuclides in sediments influenced by mixing and compaction. *J. Geophys. Res.* 87: 566-572
- Clarke, A. (1983): Life in cold water: the physiological ecology of polar marine ectotherms. *Oceanogr. Mar. Ann. Res.* 21: 341-453
- Clarke, A. (1991): What is cold adaptation and how should we measure it? *Amer. Zool.* 31: 81-92
- Clarke, K.R. (1993): Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Austr. J. Ecol.* 18: 117-143
- Clarke K.R., Warwick, R.M. (1994): Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth Marine Laboratory, Natural Environment Research Council, UK: 1-144
- Clarke, R.A., Swift, J.H., Reid, J.L., Koltermann, K.P. (1990): The formation of Greenland Sea deep water: double diffusion or deep convection? *Deep-Sea Res.* 37: 1385-1424
- Clough, L.M., Ambrose, W.G., Ashjian, C.J., Piepenburg, D., Renaud, P.E., Smith, S.L. (1997): Meroplankton abundance in the Northeast Water Polynya: insights from oceanographic parameters and benthic abundance patterns. *J. Mar. Sys.* 10: 343-357
- Commito, J.A., Boncavage, E.M. (1989): Suspension-feeders and coexisting infauna: an enhancement counterexample. *J. Exp. Mar. Ecol.* 125:33-42
- Dahl, E., Laubier, L., Sibuet, M., Strömberg, J.-O. (1976): Some quantitative results on benthic communities of the deep Norwegian Sea. *Astarte* 9: 61-79
- Dale, J.E., Aitken, A.E., Gilbert, R., Risk, M.J. (1989): Macrofauna of Canadian Arctic fjords. *Mar. Geol.* 85: 331-358
- Dayton, P.K. (1990): Polar benthos. In: Smith, W.O., Jr (Hrsg.): Polar oceanography, Part B: chemistry, biology and geology. Academic Press, San Diego: 631-685
- Dayton, P.K. (1994): Polar marine communities. *Am. Zool.* 34: 90-99
- DeMaster, D.J., McKee, B.A., Nittrouer, C.A., Brewster, D.C., Biscaye, P.E. (1985): Rates of sediment reworking at the Hebble Site based on measurements of Th-234, Cs-137 and Pb-210. *Mar. Geol.* 66: 133-148
- Deming, J.W., Yager, P.L. (1992): Natural bacterial assemblages in deep-sea sediments: towards a global view. In: Rowe, G.T., Pariente, V. (Hrsg.): Deep-sea food chains and the global carbon cycle. Kluwer, Dordrecht: 11-27
- Dickie, L.M., Kerr, S.R., Boudreau, P.R. (1987): Size-dependent processes underlying regularities in ecosystem structure. *Ecological Monographs* 57 (3): 233-250
- Dickson, R.R., Gmitrowicz, E.M., Watson, A.J. (1990): Deep water renewal in the northern North Atlantic. *Nature* 344: 848-850

6. Literatur

- Dold, R. (1980): Zur Ökologie, Substratspezifität und Bioturbation von Makrobenthos auf Weichböden der Kieler Bucht. Diss., Univ. Kiel: 1-456
- Edgar, G.J. (1990): The use of the size structure of benthic macrofaunal communities to estimate faunal biomass and secondary production. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 137: 195-214
- Eleftheriou, A., Holme, N.A. (1984): Macrofauna techniques. In: Holme, N.A., McIntyre, A.D. (Hrsg.): *Methods for the study of marine benthos*. Blackwell Scientific Publications, Oxford: 140-216
- Ellis, D.V. (1960): Marine infauna benthos in arctic North America. Arctic Institute of North America, Tech. Pap. 5: 1-53
- Ernst, W. (1970): ATP als Indikator für die Biomasse mariner Sedimente. *Oecologia (Berl.)* 5: 56-60
- Etter, R.J., Grassle, J.F. (1992): Patterns of species diversity in the deep sea as a function of sediment particle diversity. *Nature* 360: 576-578
- Field, J.G., Clarke, K.R., Warwick, R.M. (1982): A practical strategy for analysing multispecies distribution patterns. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 8: 37-52
- Flach, E., Heip, C. (1996): Vertical distribution of macrozoobenthos within the sediment on the continental slope of the Goban Spur area (NE Atlantic). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 141: 55-66
- Fleeger, J.W., Thistle, D., Thiel, H. (1988): Chapter 7: Sampling equipment. In: Higgins, R.P., Thiel, H. (Hrsg.): *Introduction to the study of Meiofauna*. Smithsonian Institution Press, Washington, London: 115-125
- Foldvik, A., Aagaard, K.C., Torresen, T. (1988): On the velocity field of the East Greenland Current. *Deep-Sea Res.* 35: 1143-1150
- Gage, J.D., Tyler, P.A. (1991): *Deep-Sea biology: a natural history of organisms at the deep-sea floor*. Cambridge University Press, Cambridge: 1-504
- Gerlach, S.A. (1971): On the importance of marine meiofauna for benthos communities. *Oecologia (Berl.)* 6: 176-190
- Gerlach, S.A. (1972): Die Produktionsleistung des Benthos in der Helgoländer Bucht. *Verh. Deutsche Zool. Ges.* 65: 1-14
- Gerlach, S.A., Hahn, A.E., Schrage, M. (1985): Size spectra of benthic biomass and metabolism. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 26: 161-173
- Giere, O. (1993): *Meiobenthology*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg: 1-328
- Glud, R.N., Gundersen, J.K., Jörgensen, B.B., Revsbech, N.P., Schultz, H.D. (1994): Diffusive and total oxygen uptake of deep-sea sediments in the eastern South Atlantic Ocean: *in situ* and laboratory measurements. *Deep-Sea Res.* 41 (11/12): 1767-1788
- Gooday, A.J., Turley, C.M. (1990): Responses by benthic organisms to inputs of organic material to the ocean sea floor: a review. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. A* 331: 119-138
- Goodman, K.S. (1980): The estimate of individual dry weight and standing crop of harpacticoid copepods. *Hydrobiologia* 72: 253-259
- Graf, G. (1989): Benthic-pelagic coupling in a deep-sea benthic community. *Nature* 341: 437-439
- Graf, G. (1992): Benthic-pelagic coupling: a benthic view. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.* 30: 149-190

6. Literatur

- Graf, G., Gerlach, S.A., Linke, P., Queisser, W., Ritzrau, W., Scheltz, A., Thomsen, L., Witte, U. (1995): Benthic-pelagic coupling in the Greenland-Norwegian Sea and its effect on the geological record. *Geol. Rundsch.* 84: 49-58
- Grant, J. (1983): The relative magnitude of biological and physical sediment reworking in an intertidal community. *J. Mar. Res.* 41: 673-689
- Grant, J., Schwinghamer, P. (1987): Size partitioning of microbial and meiobenthic biomass and respiration on Brown's Bank, South-west Nova Scotia. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 25: 647-661
- Grant, J., Emerson, C.W., Hargrave, B.T., Shortle, J.L. (1991): Benthic oxygen consumption on continental shelves off Eastern Canada. *Cont. Shelf Res.* 11: 1083-1097
- Grassle, J.F., Maciolek, N.J. (1992): Deep-sea species richness: regional and local diversity estimates from quantitative bottom samples. *Am Nat.* 139 (2): 313-341
- Grebmeier, J.M., McRoy, C.P. (1989): Pelagic-benthic coupling on the shelf of the northern Bering and Chukchi Seas. III. Benthic food supply and carbon cycling. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 53: 79-91
- Grebmeier, J.M., Feder, H.M., McRoy, C.P. (1989): Pelagic-benthic coupling on the shelf of the northern Bering and Chukchi Seas. II. Benthic community structure. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 51: 253-268
- Haedrich, R.L., Rowe, G.T., Polloni, P.T. (1980): The megabenthic fauna in the deep sea south of New England, USA. *Mar. Biol.* 57: 165-179
- Hebbeln, D., Wefer, G. (1991): Effects of ice coverage and ice-rafted material on sedimentation in the Fram Strait. *Nature* 350: 409-411
- Hedges, J.I. (1992): Global biogeochemical cycles: progress and problems. *Mar. Chem.* 39: 1071-1083
- Hemmingsen, A.M. (1960): Energy metabolism as related to body size and respiratory surfaces, and its evolution. *Reports of the Steno Memorial Hospital and Nordinsk Insulin Laboratorium* 9: 6-110
- Hempel, G. (1985): On the biology of polar seas, particularly the Southern Ocean. In: Gray, J.S., Christiansen, M.E. (Hrsg.): *Marine biology of polar regions and the effects of stress on marine organisms.* John Wiley & Sons, Chichester: 3-34
- Hessler, R.R., Jumars, P.A. (1974): Abyssal community analysis from replicate box cores in the central North Pacific Ocean. *Deep-Sea Res.* 21: 185-209
- Holme, N.A. (1984): Photography and television. In: Holme, N.A., McIntyre, A.D. (Hrsg.): *Methods for the study of marine benthos.* Blackwell Scientific Publications, Oxford: 66-98
- Hopkins, T.S. (1991): The GIN Sea. A synthesis of its physical oceanography and literature from 1972-1985. *Earth Science Reviews* 30: 175-318
- Hüttel, M., Gust, G. (1992): Solute release mechanisms from confined sediment cores in stirred benthic chambers and flume flows. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 82: 187-197
- Hylleberg, J., Galluci, V.F. (1975): Selectivity in the feeding by the deposit feeding bivalve *Macoma nasuta*. *Mar. Biol.* 32: 167-178
- Ivleva, I.V. (1980): The dependence of crustacean respiration rate on body mass and habitat temperature. *Int. Rev. ges. Hydrobiol.* 65: 1-47

- Jahnke, R.A., Reimers, C.E., Craven, D.B. (1990): Intensification of recycling of organic matter at the sea floor near ocean margins. *Nature* 348: 50-54
- Johannessen, O.M. (1986): Brief overview of the physical oceanography. In: Hurdle, B.G. (Hrsg.): *The Nordic Seas*. Springer-Verlag, New York, Berlin, Heidelberg, Tokyo: 103-127
- Jumars, P.A., Eckman, J.E. (1983): Spatial structure within deep-sea benthic communities. In: Rowe, G.T. (Hrsg.): *The Sea*, Vol. 8: Deep-sea biology. J. Wiley & Sons, New York: 399-451
- Jumars, P.A., Nowell, A.R.M. (1984): Effects of benthos on sediment transport: difficulties with functional grouping. *Cont. Shelf Res.* 3: 115-130
- Karl, D.M. (1993): Total microbial biomass estimation derived from the measurement of particulate adenosin-5-triphosphate. In: Kemp, P.F. (Hrsg.): *Handbook of methods in Aquatic Microbial Ecology*. Lewis Publishers. FL.: 359-368
- Kendall, M.A. (1996): Are Arctic soft-sediment macrobenthic communities impoverished? *Polar Biol.* 16: 393-399
- Kennedy, A.D. (1993): Minimal predation upon meiofauna by endobenthic macrofauna in the Exe Estuary, south west England. *Mar. Biol.* 117: 311-319
- Kerr, S.R. (1974): Theory of size distribution in ecological communities. *J. Fish. Res. Board Can.* 31: 1859-1862
- Kittlar, J. (1991): *Der Einfluß der Bioturbation auf den Transport gelöster Stoffe im Porenwasser*. Diss., Univ. Kiel: 1-89
- Koeve, W. (1992): *New production of phytoplankton in the tropical and subarctic North Atlantic*. Diss., Univ. Kiel: 1-98
- Koltermann, K.P. (1987): *Die Tiefenwasserzirkulation der Grönland-See als Folge des thermohalinen Systems des Europäischen Nordmeeres*. Diss., Univ. Hamburg: 1-287
- Kruskal, J.B. (1977): Multidimensional scaling and other methods for discovering structure. In: Enslein, Ralston, Wilf (Hrsg.) *Statistical methods for digital computers*. J. Wiley & Sons, New York
- Lamshead, P.J.D., Platt, H.M., Shaw, K.M. (1983): The detection of differences among assemblages of marine benthic species based on assessment of dominance and diversity. *J. Nat. Hist.* 17: 859-874
- Lampitt, R.S., Billet, D.S.M., Rice, A.L. (1986): Biomass of the invertebrate megabenthos from 500 to 4100 m in the northeast Atlantic Ocean. *Mar. Biol.* 93: 69-81
- Lampitt, R.S., Raine, R.C.T., Billett, D.S.M., Rice, A.L. (1995): Material supply to the European continental slope: a budget based on benthic oxygen demand and organic supply. *Deep-Sea Res.* 42 (11/12): 1865-1880
- Lance, G.N., Williams, W.T. (1967): A general theory of classificatory sorting strategies: 1. Hierarchical systems. *Comput. J.* 9: 373-379
- Legendre, L., Le Fevre, J. (1989): Hydrodynamical singularities as controls of recycled versus export production in oceans. In: Berger, W.M., Smetacek, V.S., Wefer, G. (Hrsg.): *Productivity in the ocean: Present and Past*. Wiley, Chichester: 49-63
- Lie, U. (1968): *A quantitative study of benthic infauna in Puget Sound, Washington, USA, in 1963 - 1964*. Fiskerdirektorat. Skrifter Ser. Havunders. 14: 229-556

6. Literatur

- Linke, P. (1989): Lebendbeobachtungen und Untersuchungen des Energiestoffwechsels benthischer Foraminiferen aus dem Europäischen Nordmeer, Ber. Sonderforschungsber. 313, 18: 1-123
- Linke, P., Altenbach, A.V., Graf, G., Heeger, T. (1995): Response of deep-sea benthic foraminifera to a simulated sedimentation event. J. Foram. Res. 25: 75-82
- Lochte, K. (1992): Bakterial standing stock and consumption of organic carbon in the benthic boundary layer of the abyssal North Atlantic. In: Rowe, G.T., Pariente, V. (Hrsg.): Deep-sea food chains and the global carbon cycle. Kluwer, Dordrecht: 1-10
- Lutze, G.F., Altenbach, A.V. (1987): *Rupertina stabilis* (Wallich), eine hochangepaßte, filtrierende Benthos-Foraminifere. Ber. Sonderforschungsber. 313, 6: 31-46
- Mahaut, M.-L., Sibuet, M., Shirayama, Y. (1995): Weight dependent respiration rates in deep-sea organisms. Deep-Sea Res. 42: 1575-1582
- Martin, J. Knauer, G.A., Karl, D.M., Broenkow, W.W. (1987): Vertex: carbon cycling in the northeast Pacific. Deep-Sea Res. 34: 267-285
- Mayer, L.M. (1989): The nature and determination of non-living sedimentary organic matter as a food source for deposit feeders. In: Lopez, G., Taghon, G., Levinton, J.S. (Hrsg.): Ecology of marine deposit feeders. Springer-Verlag, Berlin: 98-113
- Mayer, M., Piepenburg, D. (1996): Epibenthic community patterns on the continental slope off East Greenland at 75°N. Mar. Ecol. Prog. Ser. 143: 151-164
- McIntyre, A.D. (1956): The use of trawl, grab and camera in estimating marine benthos. J. mar. biol. Ass. U.K. 35: 419-429
- McLusky, D.S., McIntyre, A.D. (1988): Characteristics of the benthic fauna. In: Postma, H., Zijlstra, J.J. (Hrsg.): Ecosystems of the world 27: Continental shelves. Elsevier, Amsterdam: 131-154
- Miller, D.C., Jumars, P.A. (1986): Pellet accumulation, sediment supply and crowding as determination of surface deposit-feeding rate in *Pseudopolydora Kempfi Japonica* Imajima & Hartman (Polychaeta: Spionidae). J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 99: 1-17
- Miller, D.C., Steinberg, R.W. (1988): Field measurements of the fluid and sediment-dynamic environment of a benthic deposit feeder. J. Mar. Res. 46: 771-796
- Mills, E.L. (1969): The community concept in marine zoology, with comments on continua and instability in some marine communities: a review. J. Fish. Res. Board Can. 26 (6): 1415-1428
- Mills, E.L., Pittman, K., Munroe, B. (1982): Effect of preservation on the weight of marine benthic invertebrates. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 39: 221-224
- Muschenheim, D.K. (1987): The dynamics of near-bed seston flux and suspension-feeding benthos. J. Mar. Res. 40: 473-497
- Paquette, R.G., Bourke, R.H., Newton, J.F., Perdue, W.F. (1985): The East Greenland Polar Front in autumn. J. Geophys. Res. 90 (C3): 4866-4882
- Parkinson, C.L. (1991): Interannual variability of the spatial distribution of sea ice in the North Polar region. J. Geophys. Res. 96 (C3): 4791-4801
- Parkinson, C.L. (1992): Spatial patterns of increases and decreases in the length of the sea ice season. J. Geophys. Res. 97 (C9): 14377-14388

6. Literatur

- Parkinson, C.L., Cavalieri, D.J. (1989): Arctic sea ice 1973-1987: seasonal, regional, and interannual variability. *J. Geophys. Res.* 94 (C10): 14499-14523
- Parkinson, C.L., Comiso, J.C., Zwally, H.J., Cavalieri, D.J., Gloersen, P. (1987): Arctic sea ice, 1973-1976. Satellite passive-microwave observations. NASA, Washington D.C.: 1-85
- Parsons, T.R., Takahashi, M., Hargrave, B. (1977): Biological oceanographic processes. Pergamon Press, Oxford: 1-330
- Patching, J.W., Raine, R.C.T. (1983): Benthic metabolism and the supply of organic material to the seabed. In: McDonald, A.G., Priede, I.G. (Hrsg.): *Experimental Biology at Sea*. Academic Press Inc., London: 311-345
- Peters, R.H. (1983): The ecological implications of body size. Cambridge University Press: 1-329
- Perdue, W.F. (1982): Oceanographic investigation of the east Greenland polar front in autumn. Master thesis, Naval Postgraduate School, California: 1-85
- Perry, R.K. (1986): Bathymetry. In: Hurdle, B.G. (Hrsg.): *The Nordic Seas*. Springer-Verlag, New York, Berlin, Heidelberg, Tokyo: 211-234
- Persoone, G. (1971): A simple volumeter for small invertebrates. *Helgoländer wiss. Meeresunters.* 22: 141-143
- Pfannkuche, O. (1992a): Organic carbon flux through the benthic community in the temperate abyssal northeast Atlantic. In: Rowe, G.T., Pariente, V. (Hrsg.): *Deep-sea food chains and the global carbon cycle*. Kluwer, Dordrecht: 183-198
- Pfannkuche, O. (1992b): Benthic response to the sedimentation of particulate organic matter at the BIOTRANS station, 47°N, 20°W. *Deep-Sea Res.* 40: 135-149
- Piepenburg, D. (1988): Zur Zusammensetzung der Bodenfauna in der westlichen Framstraße. *Ber. Polarforsch.* 52: 1-258
- Piepenburg, D., Juterzenka, K.v. (1994): Abundance, biomass and spatial distribution pattern of brittle stars (Echinodermata: Ophiuroidea) on the Kolbeinsey Ridge north of Iceland. *Polar Biol.* 14: 185-194
- Piepenburg, D., Schmid, M.K. (1996): Brittle star fauna (Echinodermata: Ophiuroidea) of the Arctic northwestern Barents Sea: composition, abundance, biomass and spatial distribution. *Polar Biol.* 16: 383-392
- Piepenburg, D., Schmid, M.K. (1997): A photographic survey of the epibenthic megafauna of the Arctic Laptev Sea shelf: distribution, abundance, and estimates of biomass and organic carbon demand. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 147: 63-75
- Piepenburg, D., Ambrose, W.G. Jr., Brandt, A., Renaud, P.E., Ahrens, M.J., Jensen, P. (1997): Benthic community patterns reflect water column processes in the Northeast Water Polynya (Greenland). *J. Mar. Sys.* 10: 467-482
- Piepenburg, D., Blackburn, T.H., Dorrien, C.F.v., Gutt, J., Hall, P.O.J., Hulth, S., Kendall, M.A., Opalinski, K.W., Rachor, E., Schmid, M.K. (1995): Partitioning of benthic community respiration in the Arctic (northwestern Barents Sea). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 118: 199-213
- Pisias, N.G. (1983): Geologic time series from deep-sea sediments: time scales and distortion by bioturbation. *Mar. Geol.* 51: 99-113

6. Literatur

- Ramseier, R.O., Bauerfeind, E., Garrity, C., Walsh, I.D. (1997): Seasonal variability of sediment trap collections in the Northeast Water Polynya. Part 1. sea-ice parameters and particle flux. *J. Mar. Sys.* 10: 359-369
- Ramseier, R.O., Bauerfeind, E., Peinert, R. (in press.): Sea-ice impact on long term particle flux in the Greenland Sea's Is Odden-Nordbukta Region, 1985-1996. *J. Geophys. Res.*
- Reid, J.L., Lynn, R.J. (1971): On the influence of the Norwegian-Greenland and Weddell Seas upon the bottom waters of the Indian and Pacific Oceans. *Deep-Sea Res.* 18: 1063-1088
- Reise, K. (1981): High abundance of small zoobenthos around biogenic structures in tidal sediments of the Wadden Sea. *Helgoländer Meeresunters.* 34: 413-425
- Rhoads, D.C. (1974): Organism-sediment relations on the muddy sea floor. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 12: 263-300
- Richardson, M.D., Briggs, K.B., Young, D.K. (1985): Effects of biological activity by abyssal benthic macroinvertebrates on a sedimentary structure in the Venezuela Basin. *Mar. Geol.* 68: 243-267
- Richardson, M.D., Young, D.K. (1980): Geoacoustic models and bioturbation. *Mar. Geol.* 38: 205-218
- Richardson, M.D., Young, D.K., Briggs, K.B. (1983): Effects of hydrodynamic and biological processes on sediment geoacoustic properties in Long Island Sound, U.S.A.. *Mar. Geol.* 52: 201-226
- Richter, C. (1994a): Regional and seasonal variability in the vertical distribution of mesozooplankton in the Greenland Sea. *Ber. Polarforsch.* 154: 1-87
- Richter, C. (1994b): Seasonal changes in the vertical distribution of mesozooplankton in the Greenland Sea Gyre (75°N). *ICES J. Mar. Sci.* 52: 533-539
- Ritzrau, W. (1990): Methodische Ansätze zur Bearbeitung von bodennahen Trübezonen. *Ber. Sonderforschungsber.* 27: 1-92
- Ritzrau, W. (1994): Labor- und Felduntersuchungen zur heterotrophen Aktivität in der Boden nepheloidschicht. *Ber. Sonderforschungsber.* 47: 1-99
- Robinson, W.R., Peters, R.H., Zimmermann, J. (1983): The effect of body size and temperature on metabolic rate of organisms. *Can. J. Zool.* 61: 281-288
- Romero-Wetzel, M. (1989): Struktur und Bioturbation des Makrobenthos auf dem Vøring-Plateau (Norwegische See). *Ber. Sonderforschungsber.* 313, Kiel, 34: 1-112
- Romero-Wetzel, M., Gerlach, S. (1991): Abundance, biomass, size distribution and bioturbation potential of deep-sea macrobenthos on the Vøring Plateau (1200-1500 m, Norwegian Sea). *Meeresforsch.* 33: 247-265
- Rosenberg, R. (1995): Benthic marine fauna structured by hydrodynamic processes and food availability. *Neth. J. Sea Res.* 34 (4): 303-317
- Rowe, G.T. (1983): Biomass and production of the deep-sea macrobenthos. In: Rowe, G.T. (Hrsg.): *The Sea*, Vol. 8: Deep-sea biology. J. Wiley & Sons, New York: 97-121
- Rowe, G.T., Boland, G.S., Briones, E.G.E., Cruzkaegi, M.E., Newton, A., Piepenburg, D., Walsh, I., Deming, J. (1997): Sediment community biomass and respiration in the Northeast Water Polynya, Greenland: a numerical simulation of benthic lander and spade core data. *J. Mar. Sys.* 10: 497-515

6. Literatur

- Rudels, B. (1989): The formation of polar surface water, the ice export and the exchange through the Fram Strait. *Prog. Oceanogr.* 22: 205-248
- Rumohr, H., Brey, T., Ankar, S. (1987): A compilation of biometric conversion factors for benthic invertebrates of the Baltic Sea. *Baltic Marine Biologists* 9: 1-56
- Salonen, K., Skjoldal, H.R., Hakala, I., Viljanen, M.L. (1976): The relation of energy and organic content in aquatic invertebrates. *Limnol. Oceanogr.* 21: 724-730
- Sanders, H.L. (1958): Benthic studies in Buzzard Bay. I. Animal-sediment relationships. *Limnol. Oceanogr.* 3: 245-258
- Sarnthein, M. (1971): Oberflächensedimente im Persischen Golf und Golf von Oman. II. Quantitative Komponentenanalyse der Grob-fractionen. "Meteor"- Forschungsergebnisse, Reihe C, 5: 1-113
- Sauter, E.J. (1997): Eintrag, Akkumulation und Überlieferung von organischem Kohlenstoff in Oberflächensedimenten des Europäischen Nordmeeres. *Ber. Sonderforschungsber.* 313, 71: 1-82
- Schiffelbein, P. (1984): Effect of benthic mixing on the information content of deep-sea stratigraphical signals. *Nature* 311: 651-653
- Schnack, K. (1998): Besiedlungsmuster der benthischen Makrofauna auf dem ostgrönländischen Kontinentalhang. *Ber. Polarforsch.* 294: 1-124
- Schneider, W., Budéus, G. (1997): Summary of the Northeast Water Polynya formation and development (Greenland Sea). *J. Mar. Sys.* 10: 107-122
- Schwinghamer, P. (1981): Characteristic size distributions of integral benthic communities. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 38: 1255-1263
- Schwinghamer, P. (1983): Generating ecological hypotheses from biomass spectra using causal analysis: a benthic example. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 13: 151-166
- Schwinghamer, P. (1985): Observations of size-structure and pelagic coupling of some shelf and abyssal benthic communities. In: Gibbs, P.G. (Hrsg.): Proceedings of the nineteenth european marine biology symposium, Cambridge University Press: 347-359
- Schwinghamer, P. (1988): Influence of pollution along a natural gradient and in a mesocosm experiment on biomass-size spectra of benthic communities. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 46: 199-206
- Schwinghamer, P., Hargrave, B., Peer, D., Hawkins, C.M. (1986): Partitioning of production and respiration among size groups of organisms in an intertidal benthic community. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 31: 131-142
- Self, R.F.L., Jumars, P.A. (1978): New resource axes for deposit feeders? *J. Mar. Res.* 36 (4) 627-641
- Sibuet, M., Lambert, C.E., Chesselet, R., Laubier, L., (1989): Density of the major size groups of benthic fauna and trophic input in deep basins of the Atlantic Ocean. *J. Mar. Res.* 47: 851-867
- Sheldon, R.W., Prakash, A., Sutcliffe, W.H. Jr. (1972): The size distribution of particles in the ocean. *Limnol. Oceanogr.* 17: 327-340
- Shreeve, R.S., Peck, L.S. (1995): Distribution of pelagic larvae of benthic marine invertebrates in the Bellingshausen Sea. *Polar Biol.* 15: 369-374
- Smith, D.C. (1984): Topographic generation of an eddy at the edge of the east Greenland current. *J. Geophys. Res.* 89 (C5): 8205-8208

6. Literatur

- Smith, S.L. (1985): Biological observations in the marginal ice zone of the East Greenland Sea. *J. Mar. Res.* 43: 693-717
- Smith, W.O., Baumann, M.E.M., Wilson, D.L., Aletsee, L. (1987): Phytoplankton biomass and productivity in the marginal ice zone of the Fram Strait during summer 1984. *J. Geophys. Res.* 92 (C7): 6777-6786
- Snelgrove, P.V.R., Butman, C.A. (1994): Animal-sediment relationships revisited: cause versus effect. *Ocean. Mar. Biol. Ann. Rev.* 32:111-177
- Soetaert, K., Herman, P.M.J., Middelburg, J.J. (1996): A model of early diagenetic processes from the shelf to abyssal depths. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 60 (6): 1019-1040
- Somero, G.N. (1990): Life at low volume change: hydrostatic pressure as a selective factor in the aquatic environment. *Am. Zool.* 30: 123-135
- Swift, J.H. (1984): The circulation of the Denmark Strait and the Iceland-Scotland overflow waters in the North Atlantic. *Deep-Sea Res.* 31: 1339-1355
- Teucher, M.W. (1986): Abschätzung der benthischen Biomasse über die Analyse von DNA. Diplomarbeit, Diplomarbeit, Univ. Kiel: 1-45
- Thiel, H. (1975): The size structure of the deep-sea benthos. *Int. Revue ges. Hydrobiol.* 60 (5): 575-606
- Thiel, H. (1979): Structural aspects of the deep-sea benthos. *Ambio Special Report* 6: 25-31
- Thomsen, L., Graf, G. (1995): Benthic boundary layer characteristics of the continental margin of the western Barents Sea. *Oceanol. Acta* 17 (6): 597-607
- Thorson, G. (1950): Reproduction and larval ecology of marine bottom invertebrates. *Biological Reviews* 25: 1-45
- Thorson, G. (1957): Bottom communities (sublittoral or shallow shelf). In: Hedgpeth, J.W. (Hrsg.): *Treatise on marine ecology and paleoecology* 1. *Ecol. Mem. Geol. Soc. Amer.*, New York: 461-534
- Tietjen, J.H. (1992): Abundance and biomass of metazoan meiobenthos in the deep sea. In: Rowe, G.T., Pariente, V. (Hrsg.): *Deep-sea food chains and the global carbon cycle*. Kluwer, Dordrecht: 45-62
- Van der Loeff, R.M.M., Lavaleye, M.S.S. (1986): Sediments, fauna, and the dispersal of radionuclides at the N.E. Atlantic dumpsite for low-level radioactive waste. Report of the Dutch DORA Program, Netherlands Institute for Sea Research; Texel: 1-134
- Vidondo, B., Prairie, Y.T., Blanco, J.M., Duarte, C.M. (1997): Some aspects of the analysis of size spectra in aquatic ecology. *Limnol. Oceanogr.* 42 (1): 184-192
- Wacasey, J.W., Atkinson, E.G. (1987): Energy values of marine benthic invertebrates from the Canadian Arctic. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 39: 243-250
- Wainright, S.C. (1990): Sediment-to-water fluxes of particulate material and microbes by resuspension and their contribution to the planktonic food web. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 62: 271-281
- Walsh, J.J. (1991): Importance of continental margins in the marine biogeochemical cycling of carbon and nitrogen. *Nature* 350: 53-55
- Warwick, R.M. (1980): Population dynamics and secondary production of benthos. In: Tenore, K.R., Coull, B.C. (Hrsg.): *Marine benthic dynamics*. The Belle W. Baruch Library in Marine Science. Columbia, University of South Carolina Press: 1-24

6. Literatur

- Warwick, R.M. (1984): Species size distribution in marine benthic communities. *Oecologia (Berl.)* 61: 32-41
- Warwick, R.M. (1988): Analysis of community attributes of the macrobenthos of Frierfjord/ Langesundfjord at taxonomic levels higher than species. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 46: 167-170
- Warwick, R.M., Collins, N.R., Gee, J.M., George, C.L. (1986): Species size distributions of benthic and pelagic metazoa: evidence for interaction? *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 34: 63-68
- Weber, J.R. (1989): Physiography and bathymetry of the Arctic Ocean seafloor. *The Arctic Seas* 29: 797-828
- Werner, I. (1997): Ecological studies on the Arctic under-ice habitat: colonization and processes at the ice-water interface. *Ber. Sonderforschungsber.* 313, 70: 1-167
- Wieser, W. (1986): *Bioenergetik*. Thieme, Stuttgart: 1-237
- Wildish, D.H., Kristmanson, D.D. (1984): Importance to mussels of the benthic boundary layer. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 41: 1618-1625
- Winberg, G.G. (1956): Rate of metabolism and food requirements of fishes. *Fish. Res. Bd. Can. Transl. Ser.* 194 (1960): 1-253
- Witte, U. (1995): Reproduktion, Energiestoffwechsel und Biodepositionsleistung dominanter Porifera aus der Tiefsee des Europäischen Nordmeeres. *Ber. Sonderforschungsber.* 313, 53: 1-88
- Young, D.K., Jahn, W.H., Richardson, M.D., Lohanick, A.W. (1985): Photographs of deep-sea Lebensspuren: a comprison of sedimentary provinces in the Venezuela Basin, Caribbean Sea. *Mar. Geol.* 68: 269-301
- Ziebis, W. (1992): Experimente im Strömungskanal zum Einfluß der Makrofauna auf den bodennahen Partikeltransport. *Ber. Sonderforschungsber.* 313, 37: 1-83

Anhang

Teil 1:

Abundanz und Biomasse der verschiedenen Taxa in den 65 untersuchten Proben der 26 Stationen. Die Stationen sind in chronologischer Reihenfolge angeordnet. Angegeben sind die relativen Anteile der Taxa und die Gesamtabundanz [Ind m^{-2}] und Gesamtbio­masse [mg AFTG m^{-2}] der jeweiligen Probe.

Teil 2:

Größenverteilung und Biomassespektren aus 65 untersuchten Proben von 26 Stationen sowie die darüber mit Hilfe allometrische Beziehungen berechneten Spektren der Respiration und Produktion. Die Stationen sind in chronologischer Reihenfolge angeordnet.

Anhang Teil 1

Station	Ark X/1#6				Biomasse in %			
	Abundanz in %				GKG I			
Taxa	GKG I	GKG II	GKG III	gesamt	GKG I	GKG II	GKG III	gesamt
Polychaeta	67.91	67.78	58.52	64.01	76.70	60.09	80.60	73.91
Crustacea	13.43	12.89	12.50	12.89	1.04	3.62	15.84	7.32
Mollusca	8.21	9.36	17.05	12.17	0.94	35.72	3.34	10.80
Porifera	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nematoda	8.96	9.15	11.93	10.23	0.14	0.14	0.21	0.17
Echinodermata	1.49	0.83	0.00	0.69	21.18	0.43	0.00	7.80
Sipunculida	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Rest	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
absolut	2096/qm	1956/qm	2832/qm		340.44mg/qm	241.16mg/qm	356.02mg/qm	

Station	Ark X/1#9				Biomasse in %			
	Abundanz in %				GKG I			
Taxa	GKG I	GKG II	GKG III	gesamt	GKG I	GKG II	GKG III	gesamt
Polychaeta	39.64	49.17	37.29	43.16	17.88	13.22	6.09	11.35
Crustacea	45.27	43.46	39.32	43.13	54.18	75.14	83.12	73.53
Mollusca	0.90	0.74	0.34	0.70	1.74	3.46	0.05	1.63
Porifera	1.80	0.00	2.71	1.24	0.96	0.00	0.54	0.45
Nematoda	3.38	4.42	9.49	5.23	0.04	0.27	0.04	0.12
Echinodermata	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sipunculida	8.11	2.21	8.14	5.60	23.85	7.91	9.90	12.49
Rest	0.90	0.00	2.71	0.93	1.35	0.00	0.25	0.42
absolut	1760/qm	2180/qm	1180/qm		279.08mg/qm	412.90mg/qm	493.77mg/qm	

Station	Ark X/1#14				Biomasse in %			
	Abundanz in %				GKG I			
Taxa				gesamt				gesamt
Polychaeta	59.49			59.49	73.07			73.07
Crustacea	9.30			9.30	3.62			3.62
Mollusca	3.52			3.52	10.61			10.61
Porifera	0.00			0.00	0.00			0.00
Nematoda	17.12			17.12	0.25			0.25
Echinodermata	0.39			0.39	0.04			0.04
Sipunculida	9.78			9.78	11.26			11.26
Rest	0.39			0.39	1.14			1.14
absolut	5692/qm				665.00mg/qm			

Station	Ark X/1#16				Biomasse in %			
	Abundanz in %				GKG I			
Taxa	GKG I	GKG II	GKG III	gesamt	GKG I	GKG II	GKG III	gesamt
Polychaeta	46.73	56.50	26.15	42.47	78.56	51.32	73.92	68.66
Crustacea	23.44	19.73	15.00	19.69	3.72	13.24	4.87	6.89
Mollusca	0.92	1.23	3.46	1.84	0.30	4.41	2.66	2.54
Porifera	1.54	0.00	0.00	0.63	0.49	0.00	0.00	0.13
Nematoda	22.44	9.31	47.69	27.37	3.60	0.31	1.86	1.88
Echinodermata	0.31	0.00	0.00	0.13	0.02	0.00	0.00	0.01
Sipunculida	4.00	10.29	5.38	6.09	13.49	30.44	16.54	19.60
Rest	0.61	2.94	2.31	1.78	0.10	0.40	0.00	0.16
absolut	5060/qm	3192/qm	4064/qm		217.00mg/qm	233.00mg/qm	392.00mg/qm	

Station	Ark X/1#17				Biomasse in %			
	Abundanz in %				GKG I			
Taxa	GKG I	GKG IV			GKG I	GKG IV		
Polychaeta	52.78	35.74	45.27		94.58	89.84	92.83	
Crustacea	6.11	15.85	10.40		2.73	3.62	3.06	
Mollusca	3.89	3.52	3.73		1.50	1.78	1.60	
Porifera	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	
Nematoda	36.11	38.38	37.11		0.22	0.33	0.26	
Echinodermata	0.00	3.52	1.55		0.00	0.04	0.01	
Sipunculida	1.11	2.82	1.86		0.98	4.39	2.24	
Rest	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	
absolut	2880/qm	2268/qm			1039.40mg/qm	610.03mg/qm		

Anhang Teil 1

Station	Ark X/1#20				Biomasse in %			
	Abundanz in %				gesamt			
	GKG I	GKG II	GKG III	gesamt	GKG I	GKG II	GKG III	gesamt
Taxa								
Polychaeta	30.63	41.18	28.13	32.94	31.16	30.58	58.87	34.98
Crustacea	43.70	26.31	37.16	36.54	11.78	9.85	17.82	11.93
Mollusca	6.78	0.00	6.12	4.58	4.41	0.00	10.99	3.69
Porifera	2.91	2.78	0.00	1.95	0.42	0.62	0.00	0.43
Nematoda	4.84	20.26	21.25	14.53	0.04	1.12	0.40	0.50
Echinodermata	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sipunculida	6.78	4.58	4.89	5.54	22.51	12.35	11.92	17.11
Rest	4.36	4.58	2.45	3.82	29.69	45.47	0.00	31.36
absolut	3176/qm	2376/qm	2552/qm		450.17mg/qm	287.62mg/qm	84.55mg/qm	

Station	Ark X/1#24				Biomasse in %			
	Abundanz in %				gesamt			
	GKG I			gesamt	GKG I			gesamt
Taxa								
Polychaeta	52.07			52.07	53.94			53.94
Crustacea	13.73			13.73	3.14			3.14
Mollusca	18.65			18.65	5.33			5.33
Porifera	0.00			0.00	0.00			0.00
Nematoda	14.25			14.25	0.29			0.29
Echinodermata	1.04			1.04	36.41			36.41
Sipunculida	0.00			0.00	0.00			0.00
Rest	0.26			0.26	0.89			0.89
absolut	1528/qm				171.00mg/qm			

Station	Ark X/1#25				Biomasse in %			
	Abundanz in %				gesamt			
	GKG I	GKG II	GKG III	gesamt	GKG I	GKG II	GKG III	gesamt
Taxa								
Polychaeta	33.39	39.32	43.31	37.69	23.82	7.41	24.59	11.68
Crustacea	45.01	50.00	27.39	43.17	46.62	40.81	13.34	38.17
Mollusca	1.96	0.00	3.82	1.62	2.45	0.00	13.64	2.01
Porifera	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nematoda	11.13	7.12	8.92	9.17	0.86	0.09	0.10	0.19
Echinodermata	0.65	0.00	1.27	0.54	1.05	0.00	0.36	0.18
Sipunculida	7.20	0.71	12.74	5.95	24.46	0.46	15.94	5.52
Rest	0.65	2.85	2.55	1.87	0.74	51.24	32.03	42.25
absolut	2460/qm	2200/qm	1240/qm		222.55mg/qm	1268.36mg/qm	210.69mg/qm	

Station	Ark XI/2#20				Biomasse in %			
	Abundanz in %				gesamt			
	GKG I	GKG II		gesamt	GKG I	GKG II		gesamt
Taxa								
Polychaeta	15.12	10.26		12.80	85.35	7.07		22.11
Crustacea	5.23	20.51		12.50	8.45	9.88		9.60
Mollusca	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00
Porifera	0.00	3.21		1.52	0.00	82.25		66.45
Nematoda	79.65	64.74		72.56	6.21	0.52		1.61
Echinodermata	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00
Sipunculida	0.00	0.64		0.30	0.00	0.01		0.01
Rest	0.00	0.64		0.30	0.00	0.27		0.22
absolut	2752/qm	2496/qm			104.16mg/qm	438.03mg/qm		

Station	M36/3#249				Biomasse in %			
	Abundanz in %				gesamt			
	GKG I	GKG II	GKG III	gesamt	GKG I	GKG II	GKG III	gesamt
Taxa								
Polychaeta	41.94	47.11	42.33	43.47	5.25	35.89	5.18	5.72
Crustacea	4.74	11.85	7.58	7.79	0.17	4.44	0.10	0.21
Mollusca	32.94	31.50	31.79	32.08	2.96	12.55	0.83	2.19
Porifera	13.51	0.58	6.65	7.25	89.20	0.00	93.35	89.54
Nematoda	1.90	4.34	7.95	5.05	0.00	0.05	0.01	0.01
Echinodermata	4.03	3.47	2.96	3.44	2.39	46.41	0.10	2.12
Sipunculida	0.00	1.16	0.00	0.31	0.00	0.67	0.00	0.01
Rest	0.95	0.00	0.74	0.61	0.03	0.00	0.43	0.20
absolut	1680/qm	1380/qm	2164/qm		2933.53mg/qm	110.03mg/qm	2343.59mg/qm	

Anhang Teil 1

Station M36/3#252									
Abundanz in %					Biomasse in %				
Taxa	GKG I	GKG II	GKG III	gesamt	GKG I	GKG II	GKG III	gesamt	
Polychaeta	40.17	33.19	41.82	38.00	15.00	22.70	23.34	19.19	
Crustacea	33.21	24.67	21.11	25.09	1.78	7.43	5.98	4.19	
Mollusca	5.28	4.26	5.73	5.04	0.44	1.77	33.95	12.35	
Porifera	5.28	2.76	2.08	3.03	81.19	38.40	19.73	52.64	
Nematoda	15.11	31.37	20.59	23.78	0.30	3.13	1.49	1.19	
Echinodermata	0.00	1.25	2.15	1.34	0.00	7.94	10.01	4.81	
Sipunculida	0.94	0.98	3.12	1.68	0.02	12.23	4.58	3.64	
Rest	0.02	1.53	3.39	2.05	1.26	6.40	0.91	1.99	
absolut	3456/qm	6792/qm	6096/qm		2214.92mg/qm	760.00mg/qm	1593.00mg/qm		

Station M36/3#254									
Abundanz in %					Biomasse in % ohne 2 Porifera (15.91g AFTG)				
Taxa	GKG II	GKG III	GKG IV	gesamt	GKG II	GKG III	GKG IV	gesamt	
Polychaeta	23.20	21.21	35.90	22.60	32.10	8.02	81.29	40.47	
Crustacea	19.04	14.58	34.89	16.89	6.93	1.13	13.52	7.19	
Mollusca	7.07	12.00	4.87	10.42	18.96	0.82	3.07	7.62	
Porifera	5.19	15.22	0.00	11.96	33.31	80.73	0.00	38.01	
Nematoda	37.46	34.09	16.23	33.71	2.04	0.55	0.32	0.97	
Echinodermata	0.97	0.95	2.43	1.05	0.54	0.43	0.51	0.49	
Sipunculida	2.28	1.74	4.83	2.95	5.99	1.83	0.30	2.71	
Rest	4.79	0.24	0.85	0.42	0.13	6.48	0.98	2.53	
absolut	7000/qm	22036/qm	1972/qm		915.61mg/qm	8936.79mg/qm	912.79mg/qm		

Station M36/3#257									
Abundanz in %					Biomasse in %				
Taxa	GKG I	GKG II	GKG III	gesamt	GKG I	GKG II	GKG III	gesamt	
Polychaeta	26.90	58.97	36.16	40.68	28.49	56.22	33.27	39.33	
Crustacea	45.86	23.40	37.28	35.51	37.04	14.76	20.63	24.14	
Mollusca	4.14	5.13	3.57	4.28	9.50	19.14	17.50	15.38	
Porifera	1.38	0.00	0.89	0.76	8.50	0.00	0.41	2.97	
Nematoda	14.14	5.45	5.80	8.46	0.27	0.16	0.10	0.18	
Echinodermata	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Sipunculida	7.59	4.49	11.83	7.97	15.83	9.55	24.55	16.64	
Rest	0.00	2.56	4.46	2.34	0.37	0.17	3.54	1.36	
absolut	1192/qm	1248/qm	1808/qm		150.86mg/qm	145.90mg/qm	170.22mg/qm		

Station M36/3#259									
Abundanz in %					Biomasse in %				
Taxa	GKG I	GKG II	GKG III	gesamt	GKG I	GKG II	GKG III	gesamt	
Polychaeta	43.90	44.12	35.50	41.17	8.32	49.23	26.92	28.16	
Crustacea	25.61	31.13	30.50	29.08	11.65	22.18	52.02	28.62	
Mollusca	6.50	2.21	4.00	4.24	4.39	8.60	7.25	6.75	
Porifera	3.66	0.00	1.00	1.55	69.25	0.00	9.23	26.16	
Nematoda	7.32	3.92	10.00	7.08	0.03	0.10	0.02	0.05	
Echinodermata	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Sipunculida	8.50	15.69	19.00	13.73	5.56	12.47	4.56	7.53	
Rest	6.50	2.94	0.00	3.15	0.81	7.41	0.00	2.74	
absolut	1000/qm	1636/qm	1596/qm		744.20mg/qm	206.88mg/qm	1261.91mg/qm		

Station M36/3#261									
Abundanz in %					Biomasse in % ohne Echiurida (492 mg AFTG)				
Taxa	GKG I	GKG II	GKG III	gesamt	GKG I	GKG II	GKG III	gesamt	
Polychaeta	45.58	64.38	55.33	55.10	22.06	78.95	20.63	40.55	
Crustacea	27.62	21.92	24.04	24.53	16.55	12.01	13.09	13.88	
Mollusca	4.70	1.83	2.72	3.08	6.15	0.42	5.58	4.05	
Porifera	1.10	1.83	9.98	4.30	0.67	0.25	24.26	8.39	
Nematoda	4.14	2.28	0.68	2.37	0.28	0.02	0.00	0.10	
Echinodermata	3.31	2.28	1.81	2.47	1.67	0.21	1.03	0.97	
Sipunculida	11.33	1.83	5.44	6.20	5.38	0.49	17.45	7.77	
Rest	2.21	3.65	0.00	1.95	47.24	7.65	17.96	24.28	
absolut	1636/qm	888/qm	1764/qm		122.58mg/qm	453.79mg/qm	415.93mg/qm		

Anhang Teil 1

Station	M36/3#263				Biomasse in %			
	Abundanz in %				gesamt			
Taxa	GKG I	GKG II	GKG III	gesamt	GKG I	GKG II	GKG III	gesamt
Polychaeta	57.53	57.55	66.17	60.42	39.42	56.27	84.96	48.20
Crustacea	16.44	25.16	17.07	19.56	0.35	14.80	4.46	1.77
Mollusca	4.38	2.84	9.58	5.60	0.17	5.07	4.95	1.25
Porifera	0.00	0.00	1.20	0.40	0.00	0.00	3.63	0.63
Nematoda	8.77	2.63	0.90	4.10	0.48	3.07	0.00	0.52
Echinodermata	5.48	3.06	0.00	2.85	58.81	0.34	0.00	45.72
Sipunculida	4.93	7.88	4.79	5.87	0.51	11.08	1.44	1.19
Rest	2.47	0.88	0.30	1.21	0.26	9.37	0.57	0.76
absolut	1460/qm	1684/qm	1352/qm		2165.48mg/qm	135.73mg/qm	485.61mg/qm	

Station	M36/3#264				Biomasse in %			
	Abundanz in %				gesamt			
Taxa	GKG I	GKG II	GKG III	gesamt	GKG I	GKG II	GKG III	gesamt
Polychaeta	57.27	60.78	48.19	55.41	43.70	53.83	37.41	44.98
Crustacea	21.96	23.90	35.10	26.98	11.21	16.36	24.50	17.35
Mollusca	3.86	5.71	5.57	5.05	5.32	7.68	6.37	6.46
Porifera	0.00	0.00	0.28	0.09	0.00	0.00	23.61	7.87
Nematoda	2.67	0.26	2.79	1.91	0.18	0.02	0.02	0.07
Echinodermata	2.37	0.00	0.28	0.88	2.65	0.00	0.01	0.89
Sipunculida	9.50	6.23	4.46	6.73	33.45	20.53	2.11	18.70
Rest	2.37	3.12	3.34	2.94	3.50	1.58	5.97	3.68
absolut	1556/qm	1536/qm	1528/qm		171.25mg/qm	252.34mg/qm	257.42mg/qm	

Station	Ark XIII/1#20			Biomasse in %		
	Abundanz in %			gesamt		
Taxa	GKG I	MJC	gesamt	GKG I	MJC	gesamt
Polychaeta	44.86	56.25	49.52	85.97	76.99	80.09
Crustacea	7.57	28.13	15.97	9.71	21.57	17.48
Mollusca	0.00	15.63	6.39	0.00	1.44	0.94
Porifera	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nematoda	44.32	0.00	26.20	0.94	0.00	0.32
Echinodermata	2.16	0.00	1.28	2.01	0.00	0.69
Sipunculida	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Rest	1.08	0.00	0.64	1.37	0.00	0.47
absolut	1480/qm	1024/qm		37.50g/qm	71.20g/qm	

Station	Ark XIII/1#21				Biomasse in %			
	Abundanz in %				gesamt			
Taxa	GKG I	GKG II	GKG III	gesamt	GKG I	GKG II	GKG III	gesamt
Polychaeta	31.74	21.33	29.73	27.44	4.36	7.02	1.01	3.32
Crustacea	45.84	47.89	29.73	40.18	34.61	27.59	9.76	20.16
Mollusca	1.01	0.80	0.69	0.81	0.18	0.02	0.00	0.05
Porifera	8.06	8.85	5.50	7.32	55.45	36.87	23.45	34.44
Nematoda	8.31	16.30	28.18	18.83	0.02	0.03	0.06	0.04
Echinodermata	0.00	0.00	0.69	0.27	0.00	0.00	0.01	0.01
Sipunculida	1.01	3.22	0.69	1.63	0.01	22.73	0.70	6.10
Rest	4.03	1.61	4.81	3.52	5.37	5.74	65.00	35.89
absolut	1588/qm	1988/qm	2328/qm		346.84mg/qm	368.61mg/qm	745.19mg/qm	

Station	Ark XIII/1#22				Biomasse in % ohne 3 Porifera (3.609 g AFTG)			
	Abundanz in %				gesamt			
Taxa	GKG I	GKG II	GKG III	gesamt	GKG I	GKG II	GKG III	gesamt
Polychaeta	11.42	15.72	8.52	12.43	16.76	11.73	43.92	15.96
Crustacea	21.06	22.06	24.73	22.87	17.77	1.51	30.76	5.84
Mollusca	2.05	4.07	7.06	4.83	1.67	0.42	2.52	0.73
Porifera	39.90	10.52	4.52	13.01	44.11	85.45	10.67	74.39
Nematoda	20.63	45.59	53.34	44.44	9.49	0.21	1.18	0.72
Echinodermata	0.00	0.34	0.45	0.32	0.00	0.46	5.80	1.11
Sipunculida	3.75	1.58	1.20	1.79	9.49	0.21	5.14	1.21
Rest	1.19	0.11	0.19	0.31	0.71	0.00	0.02	0.03
absolut	4692/qm	14144/qm	10708/qm		277.10mg/qm	6090.18mg/qm	915.29mg/qm	

Anhang Teil 1

Station	Ark XIII/1#23				Biomasse in %			
	Abundanz in %				gesamt			
Taxa	GKG I	GKG II	GKG III	gesamt	GKG I	GKG II	GKG III	gesamt
Polychaeta	47.05	27.97	46.74	38.53	10.05	12.21	79.64	16.64
Crustacea	19.06	24.07	15.63	20.19	1.32	0.68	6.09	1.23
Mollusca	4.05	4.93	4.95	4.72	0.17	0.08	0.70	0.14
Porifera	0.00	2.60	0.13	1.19	0.00	0.14	0.00	0.09
Nematoda	8.94	14.59	27.21	17.19	0.02	0.01	0.12	0.02
Echinodermata	0.67	2.70	0.00	1.35	1.46	41.39	0.00	28.76
Sipunculida	8.09	2.97	3.65	4.43	4.24	1.23	11.30	2.69
Rest	12.14	20.17	1.69	12.39	82.75	44.27	2.15	50.43
absolut	2372/qm	4304/qm	3072/qm		1927.18g/qm	5505.13g/qm	1059.04g/qm	

Station	Ark XIII/1#24				Biomasse in % ohne 2 Echinoidea (460.43 mg AFTG)			
	Abundanz in %				gesamt			
Taxa	GKG I	GKG II	GKG III	gesamt	GKG I	GKG II	GKG III	gesamt
Polychaeta	41.91	44.49	31.17	38.92	32.72	15.31	30.78	22.68
Crustacea	12.65	13.98	19.11	15.28	5.13	0.74	19.15	5.37
Mollusca	17.58	5.65	10.39	11.63	55.77	40.72	1.95	37.11
Porifera	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nematoda	20.58	28.76	25.47	24.65	0.37	0.19	0.40	0.28
Echinodermata	2.57	3.23	5.36	3.73	1.32	3.81	14.19	5.17
Sipunculida	3.43	2.69	4.47	3.58	4.46	0.78	0.90	1.74
Rest	1.29	1.21	4.02	2.22	0.19	38.42	32.58	27.63
absolut	3732/qm	2976/qm	3580/qm		1254.57g/qm	2754.62g/qm	948.63g/qm	

Station	Ark XIII/1 #30				Biomasse in %			
	Abundanz in %				gesamt			
Taxa	GKG I	GKG II	GKG III	gesamt	GKG I	GKG II	GKG III	gesamt
Polychaeta	31.33	28.11	20.30	25.30	1.52	19.03	6.25	5.36
Crustacea	16.87	10.73	7.78	10.41	20.16	27.77	15.17	19.44
Mollusca	3.01	1.93	0.00	1.28	0.01	0.17	0.00	0.03
Porifera	0.00	1.72	1.73	1.46	0.00	51.73	77.88	33.02
Nematoda	46.39	57.51	69.33	60.82	0.06	1.31	0.53	0.38
Echinodermata	2.41	0.00	0.00	0.37	78.11	0.00	0.00	41.63
Sipunculida	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Rest	0.00	0.00	0.86	0.37	0.00	0.00	0.18	0.06
absolut	664/qm	1864/qm	1852/qm		249.62mg/qm	60.01mg/qm	158.88mg/qm	

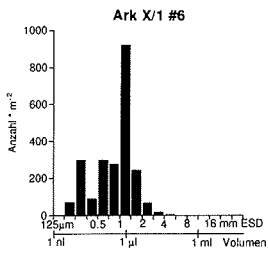
Station	Ark XIII/1#31				Biomasse in %			
	Abundanz in % MUC 1-3				gesamt			
Taxa				gesamt				gesamt
Polychaeta	40.00			40.00	1.35			1.35
Crustacea	2.00			2.00	97.61			97.61
Mollusca	0.00			0.00	0.00			0.00
Porifera	10.00			10.00	0.91			0.91
Nematoda	20.00			20.00	0.06			0.06
Echinodermata	0.00			0.00	0.00			0.00
Sipunculida	10.00			10.00	0.08			0.08
Rest	0.00			0.00	0.00			0.00
absolut	424/qm				328.05mg/qm			

Station	Ark XIII/1#32				Biomasse in %			
	Abundanz in %				gesamt			
Taxa				gesamt				gesamt
Polychaeta	55.40			55.40	32.18			32.18
Crustacea	12.47			12.47	2.58			2.58
Mollusca	4.43			4.43	0.91			0.91
Porifera	0.00			0.00	0.00			0.00
Nematoda	13.30			13.30	0.63			0.63
Echinodermata	0.00			0.00	0.00			0.00
Sipunculida	5.54			5.54	25.25			25.25
Rest	8.86			8.86	38.44			38.44
absolut	1444/qm				385.13mg/qm			

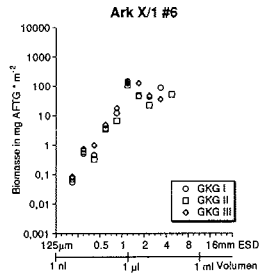
Anhang Teil 1

Station	Ark XIII/1#36	Biomasse in %		
	Abundanz in %	gesamt	GKGI	gesamt
Taxa	GKGI			
Polychaeta	45.64	45.64	10.85	10.85
Crustacea	8.72	8.72	7.74	7.74
Mollusca	1.16	1.16	0.18	0.18
Porifera	1.16	1.16	9.02	9.02
Nematoda	28.20	28.20	0.09	0.09
Echinodermata	4.65	4.65	16.09	16.09
Sipunculida	0.00	0.00	0.00	0.00
Rest	10.47	10.47	56.03	56.03
absolut	1376/qm		259.53mg/qm	

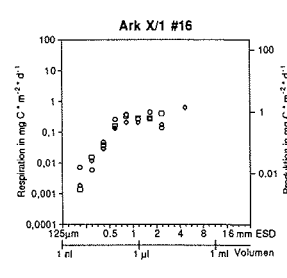
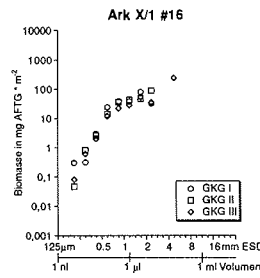
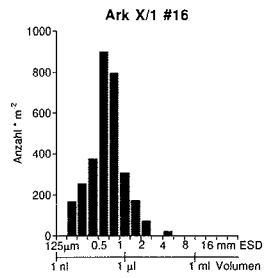
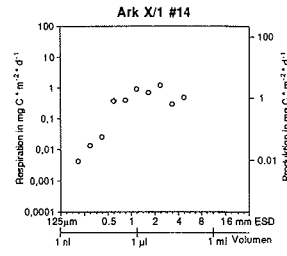
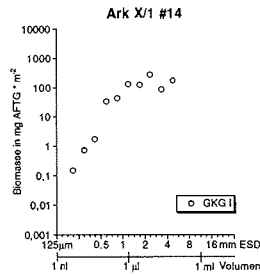
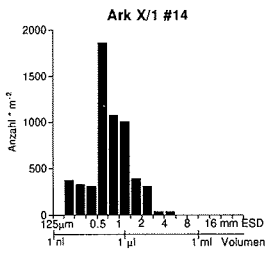
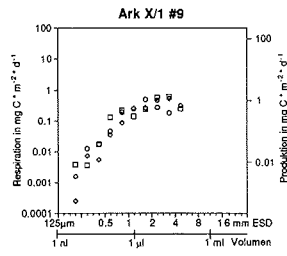
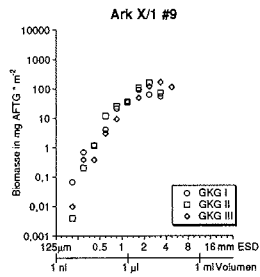
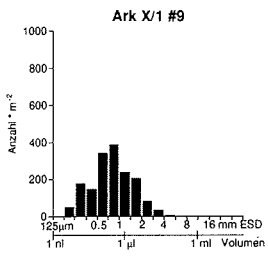
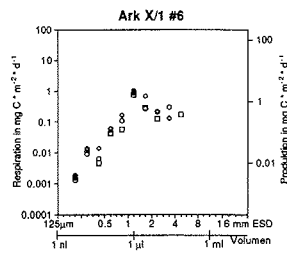
Größenverteilung



Biomassenspektra

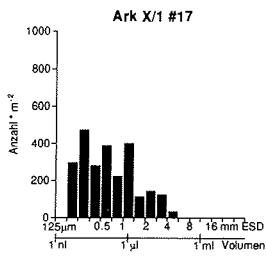


Respiration und Produktion

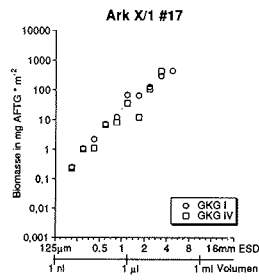


Anhang Teil 2

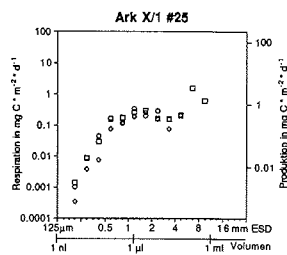
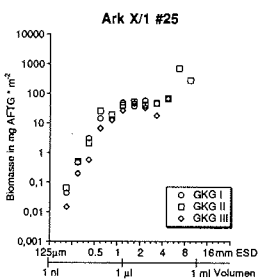
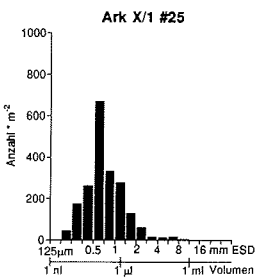
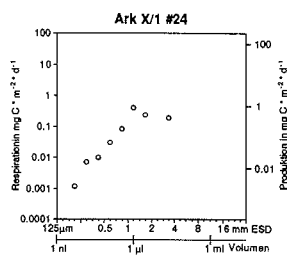
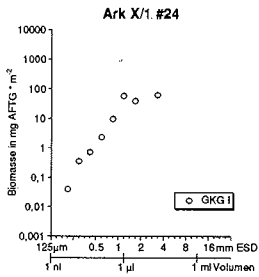
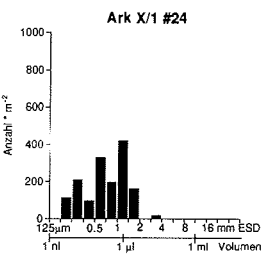
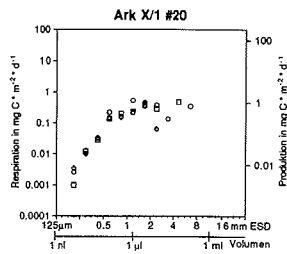
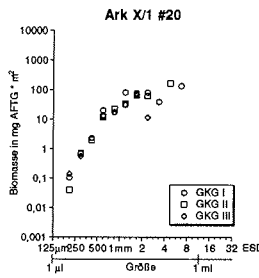
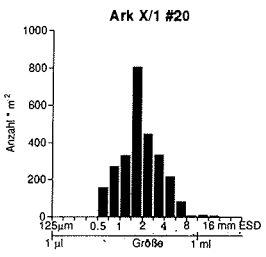
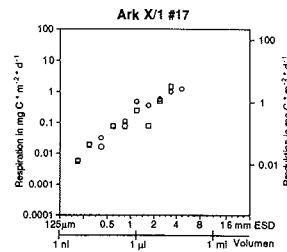
Größenverteilung



Biomassespektren



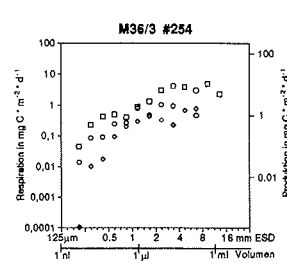
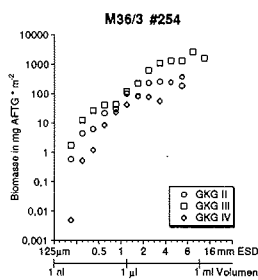
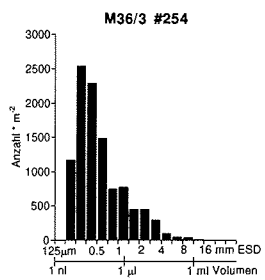
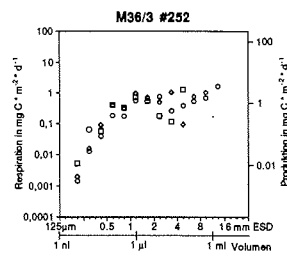
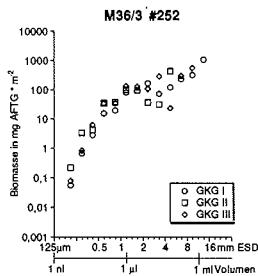
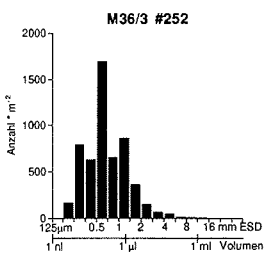
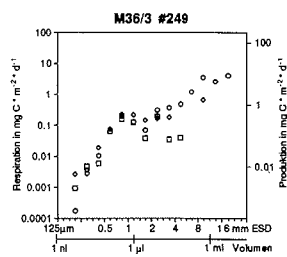
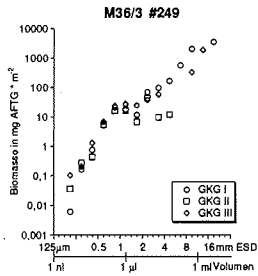
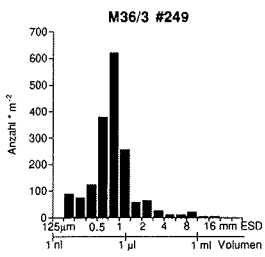
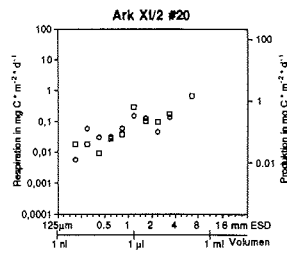
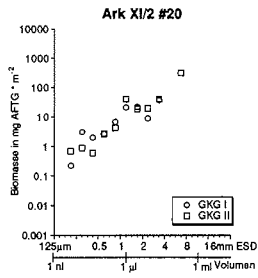
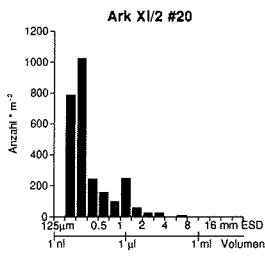
Respiration und Produktion



Größenverteilung

Biomassenspektra

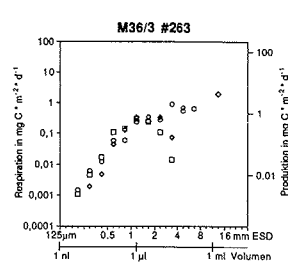
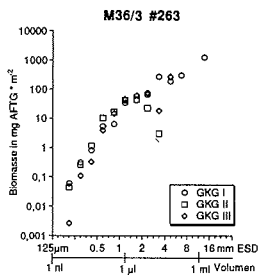
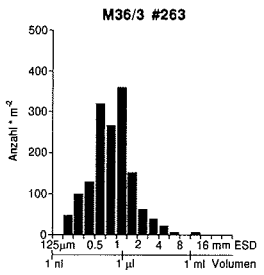
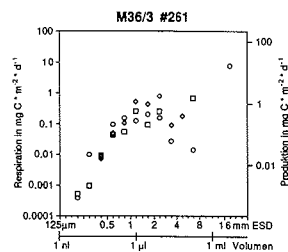
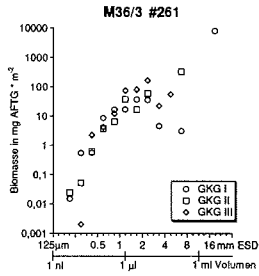
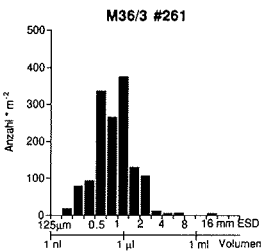
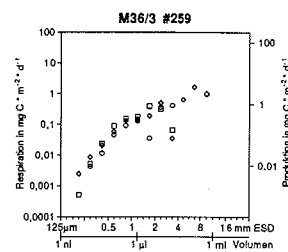
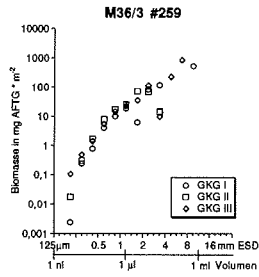
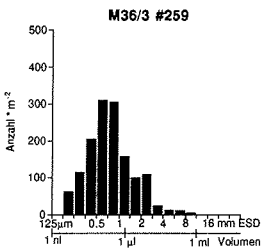
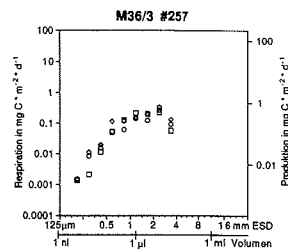
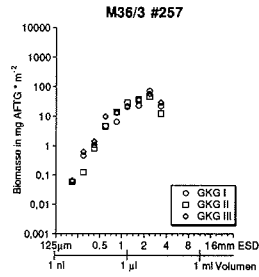
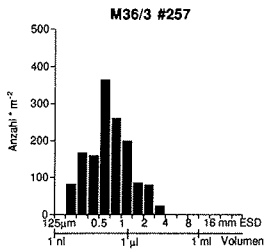
Respiration und Produktion



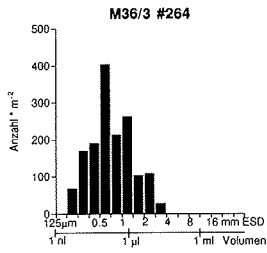
Größenverteilung

Biomassespektren

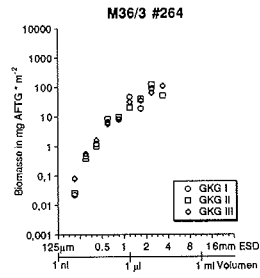
Respiration und Produktion



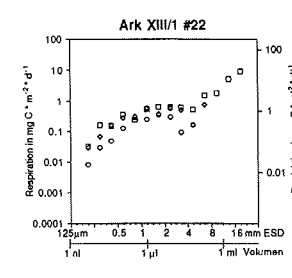
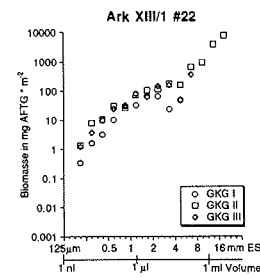
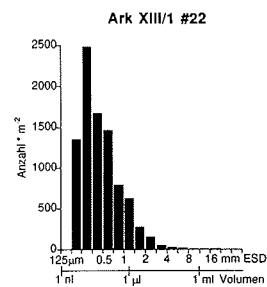
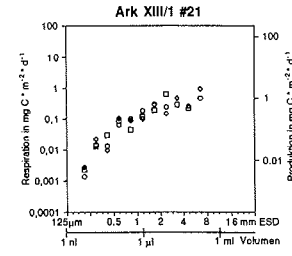
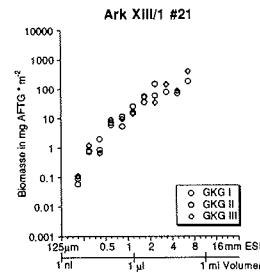
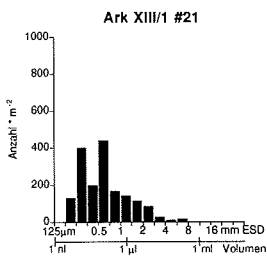
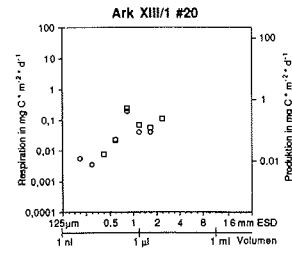
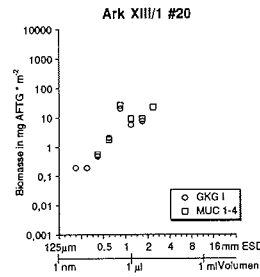
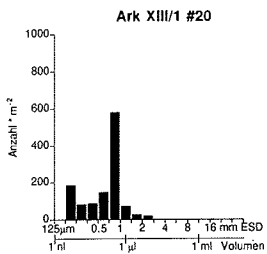
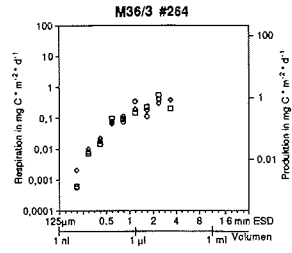
Größenverteilung



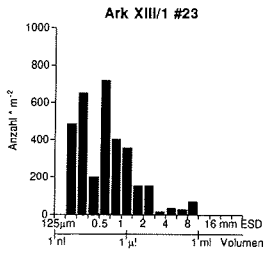
Biomassespektren



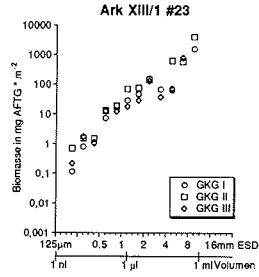
Respiration und Produktion



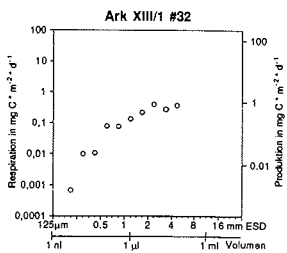
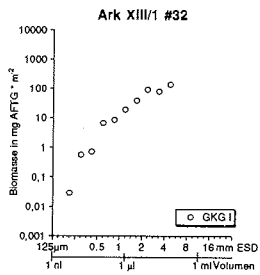
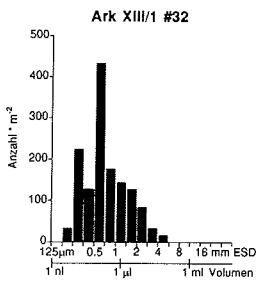
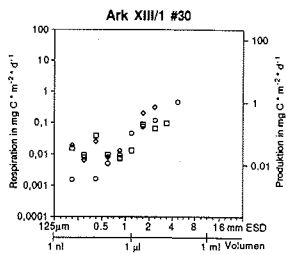
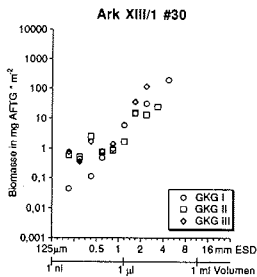
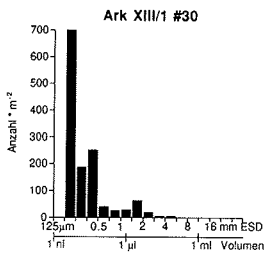
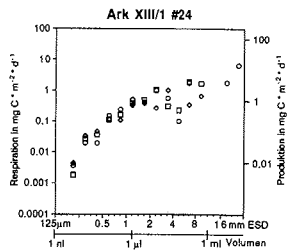
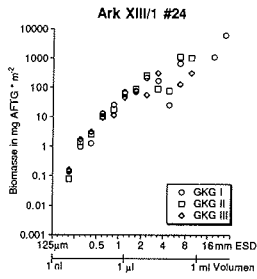
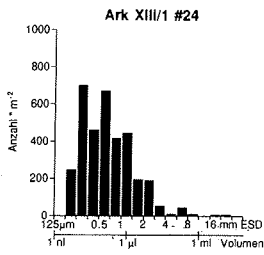
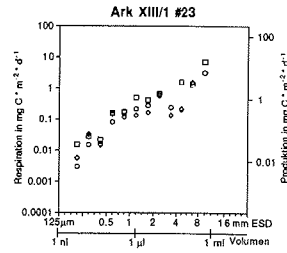
Größenverteilung



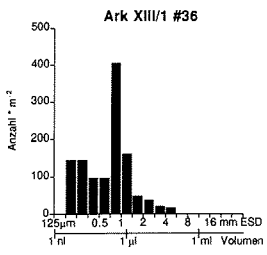
Biomassespektren



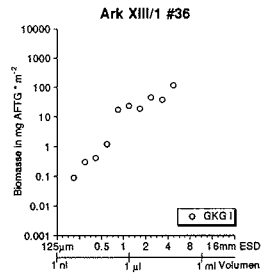
Respiration und Produktion



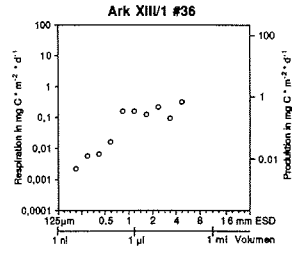
Größenverteilung



Biomassenspektra



Respiration und Produktion



Danksagung

"Papa Inztitut Pojaökojogi, tüüß, veel Zpaß"

(Karl Seiler, 2 Jahre, der noch immer nicht weiß, was Makrobenthos eigentlich ist.)

Hiermit danke ich Prof. M. Spindler für die Themenstellung und die Betreuung dieser Arbeit sowie für den großen Freiraum, den er mir gegeben hat.

Mein besonderer Dank gilt Dieter Piepenburg und Will Ritzrau, die bei allen benthologischen Fragestellungen stets ein offenes Ohr hatten und die Fortschritte meiner Arbeit sorgsam überwachten.

Für die fruchtbare Zusammenarbeit mit den Kollegen aus dem IPÖ und dem SFB bin ich sehr dankbar. Die von ihnen durch freundschaftlich-kollegiale Zusammenarbeit geschaffene Arbeitsatmosphäre hat mich sehr motiviert, und so wird mir die gemeinsame Arbeit während und zwischen den Expeditionen unvergeßlich bleiben. Vor diesem Hintergrund bedanke ich mich stellvertretend bei meinen Mit-Doktoranden Jörg Stefan Berg, Michael Gedamke, Holger Auel, Christopher Krembs und ganz besonders bei Klaus Schnack.

Stellvertretend für alle HiWis möchte ich Oliver Bothmann für seinen unermüdlichen Einsatz beim Sieben der Benthosproben an Deck und dem anschließenden mühevollen Aussortieren unter dem Bino danken. Wolfgang Queiser und Eric Steen sei für ihren Einsatz am Großkastengreifer gedankt, ebenso Anke Bleyer und Annette Scheltz für die Bestimmung von Sedimentparametern.

Ohne die großartige Unterstützung der Schiffsbesatzungen von FS „Polarstern“ und FS „Meteor“ während der Expeditionen wäre es nicht gelungen, die dieser Arbeit zugrundeliegenden Daten zu erheben. Mein Dank gilt der jeweiligen Schiffsführung, Besatzung und Fahrtleitung.

Und nicht zuletzt gilt mein ganz besonderer Dank meiner wunderbaren Frau Ute, die mich in dieser Zeit wo immer sie nur konnte unterstützt hat und das nötige Verständnis für meine Arbeit und die damit verbundene längere Abwesenheit aufbrachte.

Diese Arbeit wurde durch die Mittel der Deutschen Forschungsgemeinschaft im Rahmen des SFB 313 an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel gefördert.

Folgende Hefte der Reihe „Berichte zur Polarforschung“ sind bisher erschienen:

- * **Sonderheft Nr. 1/1981** – „Die Antarktis und ihr Lebensraum“
Eine Einführung für Besucher – Herausgegeben im Auftrag von SCAR
- Heft Nr. 1/1982** – „Die Filchner-Schelfeis-Expedition 1980/81“
zusammengestellt von Heinz Kohnen
- * **Heft-Nr. 2/1982** – „Deutsche Antarktis-Expedition 1980/81 mit FS ‚Meteor‘“
First International BIOMASS Experiment (FIBEX) – Liste der Zooplankton- und Mikronektonnetzfüge
zusammengestellt von Norbert Klages.
- Heft Nr. 3/1982** – „Digitale und analoge Krill-Echolot-Rohdatenerfassung an Bord des Forschungsschiffes ‚Meteor‘“ (im Rahmen von FIBEX 1980/81, Fahrtabschnitt ANT III), von Bodo Morgenstern
- Heft Nr. 4/1982** – „Filchner-Schelfeis-Expedition 1980/81“
Liste der Planktonfänge und Lichtstärkemessungen
zusammengestellt von Gerd Hubold und H. Eberhard Drescher
- * **Heft Nr. 5/1982** – „Joint Biological Expedition on RRS ‚John Biscoe‘, February 1982“
by G. Hempel and R. B. Heywood
- * **Heft Nr. 6/1982** – „Antarktis-Expedition 1981/82 (Unternehmen ‚Eiswarte‘)“
zusammengestellt von Gode Gravenhorst
- Heft Nr. 7/1982** – „Marin-Biologisches Begleitprogramm zur Standorterkundung 1979/80 mit MS ‚Polar-sirke‘ (Pre-Site Survey)“ – Stationslisten der Mikronekton- und Zooplanktonfänge sowie der Bodenfischerei
zusammengestellt von R. Schneppenheim
- Heft Nr. 8/1983** – „The Post-Fibex Data Interpretation Workshop“
by D. L. Cram and J.-C. Freytag with the collaboration of J. W. Schmidt, M. Mall, R. Kresse, T. Schwinghammer
- * **Heft Nr. 9/1983** – „Distribution of some groups of zooplankton in the inner Weddell Sea in summer 1979/80“
by I. Hempel, G. Hubold, B. Kaczmaruk, R. Keller, R. Weigmann-Haass
- Heft Nr. 10/1983** – „Fluor im antarktischen Ökosystem“ – DFG-Symposium November 1982
zusammengestellt von Dieter Adelung
- Heft Nr. 11/1983** – „Joint Biological Expedition on RRS ‚John Biscoe‘, February 1982 (II)“
Data of micronekton and zooplankton hauls, by Uwe Piatkowski
- Heft Nr. 12/1983** – „Das biologische Programm der ANTARKTIS-I-Expedition 1983 mit FS ‚Polarstern‘“
Stationslisten der Plankton-, Benthos- und Grundschleppnetzfüge und Liste der Probennahme an Robben und Vögeln, von H. E. Drescher, G. Hubold, U. Piatkowski, J. Plötz und J. Voß
- * **Heft Nr. 13/1983** – „Die Antarktis-Expedition von MS ‚Polarbjörn‘ 1982/83“ (Sommerkampagne zur Atka-Bucht und zu den Kraul-Bergen), zusammengestellt von Heinz Kohnen
- * **Sonderheft Nr. 2/1983** – „Die erste Antarktis-Expedition von FS ‚Polarstern‘ (Kapstadt, 20. Januar 1983 – Rio de Janeiro, 25. März 1983)“, Bericht des Fahrleiters Prof. Dr. Gotthilf Hempel
- Sonderheft Nr. 3/1983** – „Sicherheit und Überleben bei Polarexpeditionen“
zusammengestellt von Heinz Kohnen
- * **Heft Nr. 14/1983** – „Die erste Antarktis-Expedition (ANTARKTIS I) von FS ‚Polarstern‘ 1982/83“
herausgegeben von Gotthilf Hempel
- Sonderheft Nr. 4/1983** – „On the Biology of Krill *Euphausia superba*“ – Proceedings of the Seminar and Report of the Krill Ecology Group, Bremerhaven 12.–16. May 1983, edited by S. B. Schnack
- Heft Nr. 15/1983** – „German Antarctic Expedition 1980/81 with FRV ‚Walther Herwig‘ and RV ‚Meteor‘“ – First International BIOMASS Experiment (FIBEX) – Data of micronekton and zooplankton hauls
by Uwe Piatkowski and Norbert Klages
- Sonderheft Nr. 5/1984** – „The observatories of the Georg von Neumayer Station“, by Ernst Augstein
- Heft Nr. 16/1984** – „FIBEX cruise zooplankton data“
by U. Piatkowski, I. Hempel and S. Rakusa-Suszczewski
- Heft Nr. 17/1984** – „Fahrtbericht (cruise report) der ‚Polarstern‘-Reise ARKTIS I, 1983“
von E. Augstein, G. Hempel und J. Thiede
- Heft Nr. 18/1984** – „Die Expedition ANTARKTIS II mit FS ‚Polarstern‘ 1983/84“,
Bericht von den Fahrtabschnitten 1, 2 und 3, herausgegeben von D. Fütterer
- Heft Nr. 19/1984** – „Die Expedition ANTARKTIS II mit FS ‚Polarstern‘ 1983/84“,
Bericht vom Fahrtabschnitt 4, Punta Arenas–Kapstadt (Ant-II/4), herausgegeben von H. Kohnen
- Heft Nr. 20/1984** – „Die Expedition ARKTIS II des FS ‚Polarstern‘ 1984, mit Beiträgen des FS ‚Valdivia‘ und des Forschungsflugzeuges ‚Falcon 20‘ zum Marginal Ice Zone Experiment 1984 (MIZEX)“
von E. Augstein, G. Hempel, J. Schwarz, J. Thiede und W. Weigel
- Heft Nr. 21/1985** – „Euphausiid larvae in plankton samples from the vicinity of the Antarctic Peninsula, February 1982“ by Sigrid Marschall and Elke Mizdalski
- Heft Nr. 22/1985** – „Maps of the geographical distribution of macrozooplankton in the Atlantic sector of the Southern Ocean“ by Uwe Piatkowski
- Heft Nr. 23/1985** – „Untersuchungen zur Funktionsmorphologie und Nahrungsaufnahme der Larven des Antarktischen Krills *Euphausia superba* Dana“ von Hans-Peter Marschall

- Heft Nr. 24/1985** – „Untersuchungen zum Periglazial auf der König-Georg-Insel Südshetlandinseln/ Antarktika. Deutsche physiogeographische Forschungen in der Antarktis. – Bericht über die Kampagne 1983/84“ von Dietrich Barsch, Wolf-Dieter Blümel, Wolfgang Flügel, Roland Mäusbacher, Gerhard Stablein, Wolfgang Zick
- * **Heft-Nr. 25/1985** – „Die Expedition ANTARKTIS III mit FS ‚Polarstern‘ 1984/1985“ herausgegeben von Gotthilf Hempel.
- * **Heft-Nr. 26/1985** – "The Southern Ocean"; A survey of oceanographic and marine meteorological research work by Hellmer et al.
- Heft Nr. 27/1986** – „Spätpleistozäne Sedimentationsprozesse am antarktischen Kontinentalhang vor Kapp Norvegia, östliche Weddell-See“ von Hannes Grobe
- Heft Nr. 28/1986** – „Die Expedition ARKTIS III mit ‚Polarstern‘ 1985“ mit Beiträgen der Fahrtteilnehmer, herausgegeben von Rainer Gersonde
- * **Heft Nr. 29/1986** – „5 Jahre Schwerpunktprogramm ‚Antarktisforschung‘ der Deutschen Forschungsgemeinschaft.“ Rückblick und Ausblick. Zusammenge stellt von Gotthilf Hempel, Sprecher des Schwerpunktprogramms
- Heft Nr. 30/1986** – "The Meteorological Data of the Georg-von-Neumayer-Station for 1981 and 1982" by Marianne Gube and Friedrich Obleitner
- Heft Nr. 31/1986** – „Zur Biologie der Jugendstadien der Notothenioidei (Pisces) an der Antarktischen Halbinsel“ von A. Kellermann
- Heft Nr. 32/1986** – „Die Expedition ANTARKTIS IV mit FS ‚Polarstern‘ 1985/86“ mit Beiträgen der Fahrtteilnehmer, herausgegeben von Dieter Fütterer
- Heft Nr. 33/1987** – „Die Expedition ANTARKTIS-IV mit FS ‚Polarstern‘ 1985/86 – Bericht zu den Fahrtabschnitten ANT-IV/3–4“ von Dieter Karl Fütterer
- Heft Nr. 34/1987** – „Zoogeographische Untersuchungen und Gemeinschaftsanalysen an antarktischem Makroplankton“ von U. Piatkowski
- Heft Nr. 35/1987** – „Zur Verbreitung des Meso- und Makrozooplanktons in Oberflächenwasser der Weddell See (Antarktis)“ von E. Boysen-Ennen
- Heft Nr. 36/1987** – „Zur Nahrungs- und Bewegungsphysiologie von *Salpa thompsoni* und *Salpa fusiformis*“ von M. Reinke
- Heft Nr. 37/1987** – "The Eastern Weddell Sea Drifting Buoy Data Set of the Winter Weddell Sea Project (WWSP)" 1986 by Heinrich Hoerber und Marianne Gube-Lehnhardt
- Heft Nr. 38/1987** – "The Meteorological Data of the Georg von Neumayer Station for 1983 and 1984" by M. Gube-Lehnhardt
- Heft Nr. 39/1987** – „Die Winter-Expedition mit FS ‚Polarstern‘ in die Antarktis (ANT V/1–3)“ herausgegeben von Sigrid Schnack-Schiel
- Heft Nr. 40/1987** – "Weather and Synoptic Situation during Winter Weddell Sea Project 1986 (ANT V/2) July 16–September 10, 1986" by Werner Rabe
- Heft Nr. 41/1988** – „Zur Verbreitung und Ökologie der Seegurken im Weddellmeer (Antarktis)“ von Julian Gutt
- Heft Nr. 42/1988** – "The zooplankton community in the deep bathyal and abyssal zones of the eastern North Atlantic" by Werner Beckmann
- Heft Nr. 43/1988** – "Scientific cruise report of Arctic Expedition ARK IV/3" Wissenschaftlicher Fahrtbericht der Arktis-Expedition ARK IV/3, compiled by Jörn Thiede
- Heft Nr. 44/1988** – "Data Report for FV 'Polarstern' Cruise ARK IV/1, 1987 to the Arctic and Polar Fronts" by Hans-Jürgen Hirche
- Heft Nr. 45/1988** – „Zoogeographie und Gemeinschaftsanalyse des Makrozoobenthos des Weddellmeeres (Antarktis)“ von Joachim Voß
- Heft Nr. 46/1988** – "Meteorological and Oceanographic Data of the Winter-Weddell-Sea Project 1986 (ANT V/3)" by Eberhard Fahrback
- Heft Nr. 47/1988** – „Verteilung und Herkunft glazial-mariner Gerölle am Antarktischen Kontinentalrand des östlichen Weddellmeeres“ von Wolfgang Oskierski
- Heft Nr. 48/1988** – „Variationen des Erdmagnetfeldes an der GvN-Station“ von Arnold Brodscholl
- * **Heft Nr. 49/1988** – „Zur Bedeutung der Lipide im antarktischen Zooplankton“ von Wilhelm Hagen
- Heft Nr. 50/1988** – „Die gezeitenbedingte Dynamik des Ekström-Schelfeises, Antarktis“ von Wolfgang Kobarg
- Heft Nr. 51/1988** – „Ökomorphologie nototheniider Fische aus dem Weddellmeer, Antarktis“ von Werner Ekau
- Heft Nr. 52/1988** – „Zusammensetzung der Bodenfauna in der westlichen Fram-Straße“ von Dieter Piepenburg
- * **Heft Nr. 53/1988** – „Untersuchungen zur Ökologie des Phytoplanktons im südöstlichen Weddellmeer (Antarktis) im Jan./Febr. 1985“ von Eva-Maria Nöthig
- Heft Nr. 54/1988** – „Die Fischfauna des östlichen und südlichen Weddellmeeres: geographische Verbreitung, Nahrung und trophische Stellung der Fischarten“ von Wiebke Schwarzbach
- Heft Nr. 55/1988** – "Weight and length data of zooplankton in the Weddell Sea in austral spring 1986 (Ant V/3)" by Elke Mizdalski
- Heft Nr. 56/1989** – "Scientific cruise report of Arctic expeditions ARK IV/1, 2 & 3" by G. Krause, J. Meincke und J. Thiede

- Heft Nr. 57/1989** – „Die Expedition ANTARKTIS V mit FS ‚Polarstern‘ 1986/87“
Bericht von den Fahrabschnitten ANT V/4–5 von H. Miller und H. Oerter
- * **Heft Nr. 58/1989** – „Die Expedition ANTARKTIS VI mit FS ‚Polarstern‘ 1987/88“
von D. K. Fütterer
- Heft Nr. 59/1989** – „Die Expedition ARKTIS V/1a, 1b und 2 mit FS ‚Polarstern‘ 1988“
von M. Spindler
- Heft Nr. 60/1989** – „Ein zweidimensionales Modell zur thermohalinen Zirkulation unter dem Schelfeis“
von H. H. Hellmer
- Heft Nr. 61/1989** – „Die Vulkanite im westlichen und mittleren Neuschwabenland,
Vestfjella und Ahlmannryggen, Antarktika“ von M. Peters
- * **Heft-Nr. 62/1989** – "The Expedition ANTARKTIS VII/1 and 2 (EPOS I) of RV 'Polarstern'
in 1988/89", by I. Hempel
- Heft Nr. 63/1989** – „Die Eisalgenflora des Weddellmeeres (Antarktis): Artenzusammensetzung und Biomasse
sowie Ökophysiologie ausgewählter Arten“ von Annette Bartsch
- Heft Nr. 64/1989** – "Meteorological Data of the G.-v.-Neumayer-Station (Antarctica)" by L. Helmes
- Heft Nr. 65/1989** – „Expedition Antarktis VII/3 in 1988/89“ by I. Hempel, P. H. Schalk, V. Smetacek
- Heft Nr. 66/1989** – „Geomorphologisch-glaziologische Detailkartierung
des arid-hochpolaren Borgmassivet, Neuschwabenland, Antarktika“ von Karsten Brunk
- Heft-Nr. 67/1990** – „Identification key and catalogue of larval Antarctic fishes“,
edited by Adolf Kellermann
- Heft-Nr. 68/1990** – „The Expedition Antarktis VII/4 (Epos leg 3) and VII/5 of RV 'Polarstern' in 1989“,
edited by W. Arntz, W. Ernst, I. Hempel
- Heft-Nr. 69/1990** – „Abhängigkeiten elastischer und rheologischer Eigenschaften des Meereises vom
Eisgefüge“, von Harald Hellmann
- Heft-Nr. 70/1990** – „Die beschalteten benthischen Mollusken (Gastropoda und Bivalvia) des
Weddellmeeres, Antarktis“, von Stefan Hain
- Heft-Nr. 71/1990** – „Sedimentologie und Paläomagnetik an Sedimenten der Maudkuppe (Nordöstliches
Weddellmeer)“, von Dieter Cordes.
- Heft-Nr. 72/1990** – „Distribution and abundance of planktonic copepods (Crustacea) in the Weddell Sea
in summer 1980/81“, by F. Kurbjeweit and S. Ali-Khan
- Heft-Nr. 73/1990** – „Zur Frühdiagenese von organischem Kohlenstoff und Opal in Sedimenten des südlichen
und östlichen Weddellmeeres“, von M. Schlüter
- Heft-Nr. 74/1990** – „Expeditionen ANTARKTIS-VIII/3 und VIII/4 mit FS ‚Polarstern‘ 1989“
von Rainer Gersonde und Gotthilf Hempel
- Heft-Nr. 75/1991** – „Quartäre Sedimentationsprozesse am Kontinentalhang des Süd-Orkey-Plateaus im
nordwestlichen Weddellmeer (Antarktis)“, von Sigrun Grünig
- Heft-Nr. 76/1990** – „Ergebnisse der faunistischen Arbeiten im Benthal von King George Island
(Südshetlandinseln, Antarktis)“, von Martin Rauschert
- Heft-Nr. 77/1990** – „Verteilung von Mikroplankton-Organismen nordwestlich der Antarktischen Halbinsel
unter dem Einfluß sich ändernder Umweltbedingungen im Herbst“, von Heinz Klöser
- Heft-Nr. 78/1991** – „Hochauflösende Magnetostratigraphie spätquartärer Sedimente arktischer
Meeresgebiete“, von Norbert R. Nowaczyk
- Heft-Nr. 79/1991** – „Ökophysiologische Untersuchungen zur Salinitäts- und Temperaturtoleranz
antarktischer Grünalgen unter besonderer Berücksichtigung des β -Dimethylsulfoniumpropionat
(DMSP) - Stoffwechsels“, von Ulf Karsten
- Heft-Nr. 80/1991** – „Die Expedition ARKTIS VII/1 mit FS ‚Polarstern‘ 1990“,
herausgegeben von Jörn Thiede und Gotthilf Hempel
- Heft-Nr. 81/1991** – „Paläoglazologie und Paläozeanographie im Spätquartär am Kontinentalrand des
südlichen Weddellmeeres, Antarktis“, von Martin Melles
- Heft-Nr. 82/1991** – „Quantifizierung von Meereseigenschaften: Automatische Bildanalyse von
Dünnschnitten und Parametrisierung von Chlorophyll- und Salzgehaltsverteilungen“, von Hajo Eicken
- Heft-Nr. 83/1991** – „Das Fließen von Schelfeisen - numerische Simulationen
mit der Methode der finiten Differenzen“, von Jürgen Determann
- Heft-Nr. 84/1991** – „Die Expedition ANTARKTIS-VIII/1-2, 1989 mit der Winter Weddell Gyre Study
der Forschungsschiffe „Polarstern“ und „Akademik Fedorov“, von Ernst Augstein,
Nikolai Bagriantsev und Hans Werner Schenke
- Heft-Nr. 85/1991** – „Zur Entstehung von Unterwassereis und das Wachstum und die Energiebilanz
des Meereises in der Atka Bucht, Antarktis“, von Josef Kipfstuhl
- Heft-Nr. 86/1991** – „Die Expedition ANTARKTIS-VIII mit „FS Polarstern“ 1989/90. Bericht vom
Fahrabschnitt ANT-VIII / 5“, von Heinz Miller und Hans Oerter
- Heft-Nr. 87/1991** – „Scientific cruise reports of Arctic expeditions ARK VI / 1-4 of RV "Polarstern"
in 1989“, edited by G. Krause, J. Meincke & H. J. Schwarz
- Heft-Nr. 88/1991** – „Zur Lebensgeschichte dominanter Copepodenarten (*Calanus finmarchicus*,
C. glacialis, *C. hyperboreus*, *Metridia longa*) in der Framstraße“, von Sabine Diel

- Heft-Nr. 89/1991** – „Detaillierte seismische Untersuchungen am östlichen Kontinentalrand des Weddell-Meereres vor Kapp Norvegia, Antarktis“, von Norbert E. Kaul
- Heft-Nr. 90/1991** – „Die Expedition ANTARKTIS-VIII mit FS „Polarstern“ 1989/90. Bericht von den Fahrtabschnitten ANT-VIII/6-7“, herausgegeben von Dieter Karl Fütterer und Otto Schrems
- Heft-Nr. 91/1991** – „Blood physiology and ecological consequences in Weddell Sea fishes (Antarctica)“, by Andreas Kunzmann
- Heft-Nr. 92/1991** – „Zur sommerlichen Verteilung des Mesozooplanktons im Nansen-Becken, Nordpolarmeer“, von Nicolai Mumm
- Heft-Nr. 93/1991** – „Die Expedition ARKTIS VII mit FS „Polarstern“, 1990. Bericht vom Fahrtabschnitt ARK VII/2“, herausgegeben von Gunther Krause
- Heft-Nr. 94/1991** – „Die Entwicklung des Phytoplanktons im östlichen Weddellmeer (Antarktis) beim Übergang vom Spätwinter zum Frühjahr“, von Renate Scharek
- Heft-Nr. 95/1991** – „Radioisotopenstratigraphie, Sedimentologie und Geochemie jungquartärer Sedimente des östlichen Arktischen Ozeans“, von Horst Bohrmann
- Heft-Nr. 96/1991** – „Holozäne Sedimentationsentwicklung im Scoresby Sund, Ost-Grönland“, von Peter Marienfeld
- Heft-Nr. 97/1991** – „Strukturelle Entwicklung und Abkühlungsgeschichte der Heimefrontfjella (Westliches Dronning Maud Land/Antarktika)“, von Joachim Jacobs
- Heft-Nr. 98/1991** – „Zur Besiedlungsgeschichte des antarktischen Schelfes am Beispiel der Isopoda (Crustacea, Malacostraca)“, von Angelika Brandt
- Heft-Nr. 99/1992** – „The Antarctic ice sheet and environmental change: a three-dimensional modelling study“, by Philippe Huybrechts
- * **Heft-Nr. 100/1992** – „Die Expeditionen ANTARKTIS IX/1-4 des Forschungsschiffes „Polarstern“ 1990/91“, herausgegeben von Ulrich Bathmann, Meinhard Schulz-Baldes, Eberhard Fahrbach, Victor Smetacek und Hans-Wolfgang Hubberten
- Heft-Nr. 101/1992** – „Wechselbeziehungen zwischen Schwermetallkonzentrationen (Cd, Cu, Pb, Zn) im Meewasser und in Zooplanktonorganismen (Copepoda) der Arktis und des Atlantiks“, von Christa Pohl
- Heft-Nr. 102/1992** – „Physiologie und Ultrastruktur der antarktischen Grünalge *Prasiola crispa* ssp. *antarctica* unter osmotischem Streß und Austrocknung“, von Andreas Jacob
- Heft-Nr. 103/1992** – „Zur Ökologie der Fische im Weddellmeer“, von Gerd Hubold
- Heft-Nr. 104/1992** – „Mehrkanalige adaptive Filter für die Unterdrückung von multiplen Reflexionen in Verbindung mit der freien Oberfläche in marinen Seismogrammen“, von Andreas Rosenberger
- Heft-Nr. 105/1992** – „Radiation and Eddy Flux Experiment 1991 (REFLEX I)“, von Jörg Hartmann, Christoph Kottmeier und Christian Wamser
- Heft-Nr. 106/1992** – „Ostracoden im Epipelagial vor der Antarktischen Halbinsel - ein Beitrag zur Systematik sowie zur Verbreitung und Populationsstruktur unter Berücksichtigung der Saisonalität“, von Rüdiger Kock
- Heft-Nr. 107/1992** – „ARCTIC '91: Die Expedition ARK-VIII/3 mit FS „Polarstern“ 1991“, von Dieter K. Fütterer
- Heft-Nr. 108/1992** – „Dehnungsbeben an einer Störungszone im Ekström-Schelfeis nördlich der Georg-von-Neumayer Station, Antarktis. – Eine Untersuchung mit seismologischen und geodätischen Methoden“, von Uwe Nixdorf.
- Heft-Nr. 109/1992** – „Spätquartäre Sedimentation am Kontinentalrand des südöstlichen Weddellmeeres, Antarktis“, von Michael Weber.
- Heft-Nr. 110/1992** – „Sedimentfazies und Bodenwasserstrom am Kontinentalhang des nordwestlichen Weddellmeeres“, von Isa Brehme.
- Heft-Nr. 111/1992** – „Die Lebensbedingungen in den Solekanälchen des antarktischen Meereises“, von Jürgen Weissenberger.
- Heft-Nr. 112/1992** – „Zur Taxonomie von rezenten benthischen Foraminiferen aus dem Nansen Becken, Arktischer Ozean“, von Jutta Wollenburg.
- Heft-Nr. 113/1992** – „Die Expedition ARKTIS VIII/1 mit FS „Polarstern“ 1991“, herausgegeben von Gerhard Kattner.
- * **Heft-Nr. 114/1992** – „Die Gründungsphase deutscher Polarforschung, 1865-1875“, von Reinhard A. Krause.
- Heft-Nr. 115/1992** – „Scientific Cruise Report of the 1991 Arctic Expedition ARK VIII/2 of RV „Polarstern“ (EPOS II)“, by Eike Rachor.
- Heft-Nr. 116/1992** – „The Meteorological Data of the Georg-von-Neumayer-Station (Antarctica) for 1988, 1989, 1990 and 1991“, by Gert König-Langlo.
- Heft-Nr. 117/1992** – „Petrogenese des metamorphen Grundgebirges der zentralen Heimefrontfjella (westliches Dronning Maud Land / Antarktis)“, von Peter Schulze.
- Heft-Nr. 118/1993** – „Die mafischen Gänge der Shackleton Range / Antarktika: Petrographie, Geochemie, Isotopengeochemie und Paläomagnetik“, von Rüdiger Hotten.
- * **Heft-Nr. 119/1993** – „Gefrierschutz bei Fischen der Polarmeere“, von Andreas P.A. Wöhrmann.
- * **Heft-Nr. 120/1993** – „East Siberian Arctic Region Expedition '92: The Laptev Sea - its Significance for Arctic Sea-Ice Formation and Transpolar Sediment Flux“, by D. Dethleff, D. Nürnberg, E. Reimnitz, M. Sarsoo and Y. P. Sacchenko. – „Expedition to Novaja Zemlja and Franz Josef Land with RV „Dalmie Zelentsy“, by D. Nürnberg and E. Groth.

- * **Heft-Nr. 121/1993** – „Die Expedition ANTARKTIS X/3 mit FS 'Polarstern' 1992“, herausgegeben von Michael Spindler, Gerhard Dieckmann und David Thomas.
- Heft-Nr. 122/1993** – „Die Beschreibung der Korngestalt mit Hilfe der Fourier-Analyse: Parametrisierung der morphologischen Eigenschaften von Sedimentpartikeln“, von Michael Diepenbroek.
- * **Heft-Nr. 123/1993** – „Zerstörungsfreie hochauflösende Dichteuntersuchungen mariner Sedimente“, von Sebastian Gerland.
- Heft-Nr. 124/1993** – „Umsatz und Verteilung von Lipiden in arktischen marinen Organismen unter besonderer Berücksichtigung unterer trophischer Stufen“, von Martin Graeve.
- Heft-Nr. 125/1993** – „Ökologie und Respiration ausgewählter arktischer Bodenfischarten“, von Christian F. von Dorrien.
- Heft-Nr. 126/1993** – „Quantitative Bestimmung von Paläoumweltparametern des Antarktischen Oberflächenwassers im Spätquartär anhand von Transferfunktionen mit Diatomeen“, von Ulrich Zielinski
- Heft-Nr. 127/1993** – „Sedimenttransport durch das arktische Meer eis: Die rezente lithogene und biogene Materialfracht“, von Ingo Wollenburg.
- Heft-Nr. 128/1993** – „Cruise ANTARKTIS X/3 of RV 'Polarstern': CTD-Report“, von Marek Zwierz.
- Heft-Nr. 129/1993** – „Reproduktion und Lebenszyklen dominanter Copepodenarten aus dem Weddellmeer, Antarktis“, von Frank Kurbjewit
- Heft-Nr. 130/1993** – „Untersuchungen zu Temperaturregime und Massenhaushalt des Filchner-Ronne-Schelfeises, Antarktis, unter besonderer Berücksichtigung von Anfrier- und Abschmelzprozessen“, von Klaus Grosfeld
- Heft-Nr. 131/1993** – „Die Expedition ANTARKTIS X/5 mit FS 'Polarstern' 1992“, herausgegeben von Rainer Gersonde
- Heft-Nr. 132/1993** – „Bildung und Abgabe kurzketziger halogenierter Kohlenwasserstoffe durch Makroalgen der Polarregionen“, von Frank Laturnus
- Heft-Nr. 133/1994** – „Radiation and Eddy Flux Experiment 1993 (REFLEX III)“, by Christoph Kottmeier, Jörg Hartmann, Christian Wamser, Axel Bochert, Christof Lüpkes, Dietmar Freese and Wolfgang Cohrs
- * **Heft-Nr. 134/1994** – „The Expedition ARKTIS-IX/1“, edited by Hajo Eicken and Jens Meincke
- Heft-Nr. 135/1994** – „Die Expeditionen ANTARKTIS X/6-8“, herausgegeben von Ulrich Bathmann, Victor Smetacek, Hein de Baar, Eberhard Fahrbach und Gunter Krause
- Heft-Nr. 136/1994** – „Untersuchungen zur Ernährungsökologie von Kaiserpinguinen (*Aptenodytes forsteri*) und Königspinguinen (*Aptenodytes patagonicus*)“, von Klemens Pütz
- * **Heft-Nr. 137/1994** – „Die känozoische Vereisungsgeschichte der Antarktis“, von Werner U. Ehrmann
- Heft-Nr. 138/1994** – „Untersuchungen stratosphärischer Aerosole vulkanischen Ursprungs und polarer stratosphärischer Wolken mit einem Mehrwellenlängen-Lidar auf Spitzbergen (79° N, 12° E)“, von Georg Beyerle
- Heft-Nr. 139/1994** – „Charakterisierung der Isopodenfauna (Crustacea, Malacostraca) des Scotia-Bogens aus biogeographischer Sicht: Ein multivariater Ansatz“, von Holger Winkler.
- Heft-Nr. 140/1994** – „Die Expedition ANTARKTIS X/4 mit FS 'Polarstern' 1992“, herausgegeben von Peter Lemke
- Heft-Nr. 141/1994** – „Satellitenaltimetrie über Eis – Anwendung des GEOSAT-Altimeters über dem Ekströmisen, Antarktis“, von Clemens Heidland
- Heft-Nr. 142/1994** – „The 1993 Northeast Water Expedition. Scientific cruise report of RV 'Polarstern' Arctic cruises ARK IX/2 and 3, USCG 'Polar Bear' cruise NEWP and the NEWLand expedition“, edited by Hans-Jürgen Hirche and Gerhard Kattner
- Heft-Nr. 143/1994** – „Detaillierte refraktionsseismische Untersuchungen im inneren Scoresby Sund Ost-Grönland“, von Notker Fechner
- Heft-Nr. 144/1994** – „Russian-German Cooperation in the Siberian Shelf Seas: Geo-System Laptev Sea“, edited by Heidmarie Kassens, Hans-Wolfgang Hubberten, Sergey M. Pryamikov und Rüdiger Stein
- * **Heft-Nr. 145/1994** – „The 1993 Northeast Water Expedition. Data Report of RV 'Polarstern' Arctic Cruises IX/2 and 3“, edited by Gerhard Kattner and Hans-Jürgen Hirche.
- Heft-Nr. 146/1994** – „Radiation Measurements at the German Antarctic Station Neumayer 1982-1992“, by Torsten Schmidt and Gert König-Langlo.
- Heft-Nr. 147/1994** – „Krustenstrukturen und Verlauf des Kontinentalrandes im Weddell Meer / Antarktis“, von Christian Hübscher.
- Heft-Nr. 148/1994** – „The expeditions NORILSK/TAYMYR 1993 and BUNGER OASIS 1993/94 of the AWI Research Unit Potsdam“, edited by Martin Melles.
- ** **Heft-Nr. 149/1994** – „Die Expedition ARCTIC' 93. Der Fahrtabschnitt ARK-IX/4 mit FS 'Polarstern' 1993“, herausgegeben von Dieter K. Fütterer.
- Heft-Nr. 150/1994** – „Der Energiebedarf der Pygoscelis-Pinguine: eine Synopse“, von Boris M. Culik.
- Heft-Nr. 151/1994** – „Russian-German Cooperation: The Transdrift I Expedition to the Laptev Sea“, edited by Heidmarie Kassens and Valeriy Y. Karpiy.
- Heft-Nr. 152/1994** – „Die Expedition ANTARKTIS-X mit FS 'Polarstern' 1992. Bericht von den Fahrtabschnitten / ANT-X / 1a und 2“, herausgegeben von Heinz Miller.
- Heft-Nr. 153/1994** – „Aminosäuren und Huminstoffe im Stickstoffkreislauf polarer Meere“, von Ulrike Hubberten.
- Heft-Nr. 154/1994** – „Regional und seasonal variability in the vertical distribution of mesozooplankton in the Greenland Sea“, by Claudio Richter.

- Heft-Nr. 155/1995** – "Benthos in polaren Gewässern", herausgegeben von Christian Wiencke und Wolf Arntz.
- Heft-Nr. 156/1995** – "An adjoint model for the determination of the mean oceanic circulation, air-sea fluxes und mixing coefficients", by Reiner Schlitzer.
- Heft-Nr. 157/1995** – "Biochemische Untersuchungen zum Lipidstoffwechsel antarktischer Copepoden", von Kirsten Fahl.
- ** Heft-Nr. 158/1995** – "Die Deutsche Polarforschung seit der Jahrhundertwende und der Einfluß Erich von Drygalskis", von Cornelia Lüdecke.
- Heft-Nr. 159/1995** – "The distribution of $\delta^{18}\text{O}$ in the Arctic Ocean: Implications for the freshwater balance of the halocline and the sources of deep and bottom waters", by Dorothea Bauch.
- * Heft-Nr. 160/1995** – "Rekonstruktion der spätquartären Tiefenwasserzirkulation und Produktivität im östlichen Südatlantik anhand von benthischen Foraminiferenvergesellschaftungen", von Gerhard Schmiedl.
- Heft-Nr. 161/1995** – "Der Einfluß von Salinität und Lichtintensität auf die Osmolytkonzentrationen, die Zellvolumina und die Wachstumsraten der antarktischen Eisdiatomeen *Chaetoceros* sp. und *Navicula* sp. unter besonderer Berücksichtigung der Aminosäure Prolin", von Jürgen Nothnagel.
- Heft-Nr. 162/1995** – "Meereistransportiertes lithogenes Feinmaterial in spätquartären Tiefseesedimenten des zentralen östlichen Arktischen Ozeans und der Framstraße", von Thomas Letzig.
- Heft-Nr. 163/1995** – "Die Expedition ANTARKTIS-XI/2 mit FS "Polarstern" 1993/94", herausgegeben von Rainer Gersonde.
- Heft-Nr. 164/1995** – "Regionale und altersabhängige Variation gesteinsmagnetischer Parameter in marinen Sedimenten der Arktis", von Thomas Frederichs.
- Heft-Nr. 165/1995** – "Vorkommen, Verteilung und Umsatz biogener organischer Spurenstoffe: Sterole in antarktischen Gewässern", von Georg Hanke.
- Heft-Nr. 166/1995** – "Vergleichende Untersuchungen eines optimierten dynamisch-thermodynamischen Meereismodell mit Beobachtungen im Weddellmeer", von Holger Fischer.
- Heft-Nr. 167/1995** – "Rekonstruktionen von Paläo-Umweltparametern anhand von stabilen Isotopen und Faunen-Vergesellschaftungen planktischer Foraminiferen im Südatlantik", von Hans-Stefan Niebler.
- Heft-Nr. 168/1995** – "Die Expedition ANTARKTIS XII mit FS 'Polarstern' 1993/94. Bericht von den Fahrtabschnitten ANT XII/1 und 2", herausgegeben von Gerhard Kattner und Dieter Karl Fütterer.
- Heft-Nr. 169/1995** – "Medizinische Untersuchung zur Circadianrhythmik und zum Verhalten bei Überwinterern auf eine antarktischen Forschungsstation", von Hans Wortmann.
- Heft-Nr. 170/1995** – DFG-Kolloquium: Terrestrische Geowissenschaften - Geologie und Geophysik der Antarktis.
- Heft-Nr. 171/1995** – "Strukturentwicklung und Petrogenese des metamorphen Grundgebirges der nördlichen Heimfrontfjella (westliches Dronning Maud Land/Antarktika)", von Wilfried Bauer.
- Heft-Nr. 172/1995** – "Die Struktur der Erdkruste im Bereich des Scoresby Sund, Ostgrönland: Ergebnisse refraktionseismischer und gravimetrischer Untersuchungen", von Holger Mandler.
- Heft-Nr. 173/1995** – "Paläozoische Akkretion am paläopazifischen Kontinentalrand der Antarktis in Nordvictorialand – P-T-D-Geschichte und Deformationsmechanismen im Bowers Terrane", von Stefan Matzer.
- Heft-Nr. 174/1995** – "The Expedition ARKTIS-X/2 of RV 'Polarstern' in 1994", edited by Hans-W. Hubberten.
- Heft-Nr. 175/1995** – "Russian-German Cooperation: The Expedition TAYMYR 1994", edited by Christine Siegart and Dmitry Bolshiyakov.
- Heft-Nr. 176/1995** – "Russian-German Cooperation: Laptev Sea System", edited by Heidemarie Kassens, Dieter Piepenburg, Jörn Thiede, Leonid Timokhov, Hans-Wolfgang Hubberten and Sergey M. Priamikov.
- Heft-Nr. 177/1995** – "Organischer Kohlenstoff in spätquartären Sedimenten des Arktischen Ozeans: Terrigener Eintrag und marine Produktivität", von Carsten J. Schubert.
- Heft-Nr. 178/1995** – "Cruise ANTARKTIS XII/4 of RV 'Polarstern' in 1995: CTD-Report", by Jüri Sildam.
- Heft-Nr. 179/1995** – "Benthische Foraminiferenfaunen als Wassermassen-, Produktions- und Eisdriftanzeiger im Arktischen Ozean", von Jutta Wollenburg.
- Heft-Nr. 180/1995** – "Biogenopal und biogenes Barium als Indikatoren für spätquartäre Produktivitätsänderungen am antarktischen Kontinentalhang, atlantischer Sektor", von Wolfgang J. Bonn.
- Heft-Nr. 181/1995** – "Die Expedition ARKTIS X/1 des Forschungsschiffes 'Polarstern' 1994", herausgegeben von Eberhard Fahrbach.
- Heft-Nr. 182/1995** – "Laptev Sea System: Expeditions in 1994", edited by Heidemarie Kassens.
- Heft-Nr. 183/1996** – "Interpretation digitaler Parasound Echolotaufzeichnungen im östlichen Arktischen Ozean auf der Grundlage physikalischer Sedimenteigenschaften", von Uwe Bergmann.
- Heft-Nr. 184/1996** – "Distribution and dynamics of inorganic nitrogen compounds in the troposphere of continental, coastal, marine and Arctic areas", by María Dolores Andrés Hernández.
- Heft-Nr. 185/1996** – "Verbreitung und Lebensweise der Aphroditiden und Polynoiden (Polychaeta) im östlichen Weddellmeer und im Lazarevmeer (Antarktis)", von Michael Stiller.
- Heft-Nr. 186/1996** – "Reconstruction of Late Quaternary environmental conditions applying the natural radionuclides ^{230}Th , ^{10}Be , ^{231}Pa and ^{238}U : A study of deep-sea sediments from the eastern sector of the Arctic Circumpolar Current System", by Martin Frank.
- Heft-Nr. 187/1996** – "The Meteorological Data of the Neumayer Station (Antarctica) for 1992, 1993 and 1994", by Gert König-Langlo and Andreas Herber.
- Heft-Nr. 188/1996** – "Die Expedition ANTARKTIS-XI/3 mit FS 'Polarstern' 1994", herausgegeben von Heinz Miller und Hannes Grobe.
- Heft-Nr. 189/1996** – "Die Expedition ARKTIS-VII/3 mit FS 'Polarstern' 1990", herausgegeben von Heinz Miller und Hannes Grobe.

- Heft-Nr. 190/1996** – “Cruise report of the Joint Chilean-German-Italian Magellan ‘Victor Hensen’ Campaign in 1994”, edited by Wolf Arntz and Matthias Gorny.
- Heft-Nr. 191/1996** – “Leitfähigkeits- und Dichtemessung an Eisbohrkernen”, von Frank Wilhelms.
- Heft-Nr. 192/1996** – “Photosynthese-Charakteristika und Lebensstrategie antarktischer Makroalgen”, von Gabriele Weykam.
- Heft-Nr. 193/1996** – “Heterogene Reaktionen von N_2O_5 und HBr und ihr Einfluß auf den Ozonabbau in der polaren Stratosphäre”, von Sabine Seisel.
- Heft-Nr. 194/1996** – “Ökologie und Populationsdynamik antarktischer Ophiuroiden (Echinodermata)”, von Corinna Dahm.
- Heft-Nr. 195/1996** – “Die planktische Foraminifere *Neogloboquadrina pachyderma* (Ehrenberg) im Weddellmeer, Antarktis”, von Doris Berberich.
- Heft-Nr. 196/1996** – “Untersuchungen zum Beitrag chemischer und dynamischer Prozesse zur Variabilität des stratosphärischen Ozons über der Arktis”, von Birgit Heese.
- Heft-Nr. 197/1996** – “The Expedition ARKTIS-XI/2 of ‘Polarstern’ in 1995”, edited by Gunther Krause.
- Heft-Nr. 198/1996** – “Geodynamik des Westantarktischen Riftsystems basierend auf Apatit-Spaltspuranalysen“, von Frank Lisker.
- Heft-Nr. 199/1996** – “The 1993 Northeast Water Expedition. Data Report on CTD Measurements of RV ‘Polarstern’ Cruises ARKTIS IX/2 and 3“, by Gereon Budéus and Wolfgang Schneider.
- Heft-Nr. 200/1996** – “Stability of the Thermohaline Circulation in analytical and numerical models“, by Gerrit Lohmann
- Heft-Nr. 201/1996** – “Trophische Beziehungen zwischen Makroalgen und Herbivoren in der Potter Cove (King George-Insel, Antarktis)“, von Katrin Iken.
- Heft-Nr. 202/1996** – “Zur Verbreitung und Respiration ökologisch wichtiger Bodentiere in den Gewässern um Svalbard (Arktis)“, von Michael K. Schmid.
- Heft-Nr. 203/1996** – “Dynamik, Rauigkeit und Alter des Meereises in der Arktis - Numerische Untersuchungen mit einem großskaligen Modell“, von Markus Harder.
- Heft-Nr. 204/1996** – “Zur Parametrisierung der stabilen atmosphärischen Grenzschicht über einem antarktischen Schelfeis“, von Dörthe Handorf.
- Heft-Nr. 205/1996** – “Textures and fabrics in the GRIP ice core, in relation to climate history and ice deformation“, by Thorsteinn Thorsteinsson.
- Heft-Nr. 206/1996** – “Der Ozean als Teil des gekoppelten Klimasystems: Versuch der Rekonstruktion der glazialen Zirkulation mit verschiedenen komplexen Atmosphärenkomponenten“, von Kerstin Fieg.
- Heft-Nr. 207/1996** – “Lebensstrategien dominanter antarktischer Oithonidae (Cyclopoida, Copepoda) und Oncaeidæ (Poecilostomatoida, Copepoda) im Bellingshausenmeer“, von Cornelia Metz.
- Heft-Nr. 208/1996** – “Atmosphäreneinfluß bei der Fernerkundung von Meereis mit passiven Mikrowellenradiometern“, von Christoph Oelke.
- Heft-Nr. 209/1996** – “Klassifikation von Radarsatellitendaten zur Meereiserkennung mit Hilfe von Line-Scanner-Messungen“, von Axel Bochert.
- Heft-Nr. 210/1996** – “Die mit ausgewählten Schwämmen (Hexactinellida und Demospongiae) aus dem Weddellmeer, Antarktis, vergesellschaftete Fauna“, von Kathrin Kunzmann.
- Heft-Nr. 211/1996** – “Russian-German Cooperation: The Expedition TAYMYR 1995 and the Expedition KOLYMA 1995“ by Dima Yu. Bolshiyarov and Hans-W. Hubberten.
- Heft-Nr. 212/1996** – “Surface-sediment composition and sedimentary processes in the central Arctic Ocean and along the Eurasian Continental Margin“, by Ruediger Stein, Gennadij I. Ivanov, Michael A. Levitan, and Kirsten Fahl.
- Heft-Nr. 213/1996** – “Gonadenentwicklung und Eiproduktion dreier *Calanus*-Arten (Copepoda): Freilandbeobachtungen Histologie und Experimente“, von Barbara Niehoff.
- Heft-Nr. 214/1996** – “Numerische Modellierung der Übergangszone zwischen Eisschild und Eisschelf“, von Christoph Mayer.
- Heft-Nr. 215/1996** – “Arbeiten der AWI-Forschungsstelle Potsdam in Antarktika, 1994/95“, herausgegeben von Ulrich Wand.
- Heft-Nr. 216/1996** – “Rekonstruktion quartärer Klimaänderungen im atlantischen Sektor des Südpolarmeeress anhand von Radiolarien“, von Uta Brathauer.
- Heft-Nr. 217/1996** – “Adaptive Semi-Lagrange-Finite-Elemente-Methode zur Lösung der Flachwassergleichungen: Implementierung und Parallelisierung“, von Jörn Behrens.
- Heft-Nr. 218/1997** – “Radiation and Eddy Flux Experiment 1995 (REFLEX III)“, by Jörg Hartmann, Axel Bochert, Dietmar Freese, Christoph Kottmeier, Dagmar Nagel and Andreas Reuter.
- Heft-Nr. 219/1997** – “Die Expedition ANTARKTIS-XII mit FS ‘Polarstern’ 1995. Bericht vom Fahrtabschnitt ANT-XII/3“, herausgegeben von Wilfried Jokat und Hans Oerter.
- Heft-Nr. 220/1997** – “Ein Beitrag zum Schwerfeld im Bereich des Weddellmeeres, Antarktis. Nutzung von Altimetermessungen des GEOSAT und ERS-1“, von Tilo Schöne.
- Heft-Nr. 221/1997** – “Die Expeditionen ANTARKTIS-XIII/1-2 des Forschungsschiffes ‘Polarstern’ 1995/96“, herausgegeben von Ulrich Bathmann, Mike Lucas und Victor Smetacek.
- Heft-Nr. 222/1997** – “Tectonic Structures and Glaciomarine Sedimentation in the South-Eastern Weddell Sea from Seismic Reflection Data“, by László Oszkó.

- Heft-Nr. 223/1997** – “Bestimmung der Meereisdicke mit seismischen und elektromagnetisch-induktiven Verfahren”, von Christian Haas.
- Heft-Nr. 224/1997** – “Troposphärische Ozonvariationen in Polarregionen”, von Silke Wessel.
- Heft-Nr. 225/1997** – “Biologische und ökologische Untersuchungen zur kryopelagischen Amphipodenfauna des arktischen Meereises”, von Michael Poltermann.
- Heft-Nr. 226/1997** – “Scientific Cruise Report of the Arctic Expedition ARK-XI/1 of RV 'Polarstern' in 1995”, edited by Eike Rachor.
- Heft-Nr. 227/1997** – “Der Einfluß kompatibler Substanzen und Kuprotektoren auf die Enzyme Malatdehydrogenase (MDH) und Glucose-6-phosphat-Dehydrogenase (G6P-DH) aus *Acrosiphonia arctica* (Chlorophyta) der Arktis”, von Katharina Kück.
- Heft-Nr. 228/1997** – “Die Verbreitung epibenthischer Mollusken im chilenischen Beagle-Kanal”, von Katrin Linse.
- Heft-Nr. 229/1997** – “Das Mesozooplankton im Laptevmeer und östlichen Nansen-Becken - Verteilung und Gemeinschaftsstrukturen im Spätsommer”, von Hinrich Hanssen.
- Heft-Nr. 230/1997** – “Modell eines adaptierbaren, rechnergestützten, wissenschaftlichen Arbeitsplatzes am Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung”, von Lutz-Peter Kurdelski.
- Heft-Nr. 231/1997** – “Zur Ökologie arktischer und antarktischer Fische: Aktivität, Sinnesleistungen und Verhalten”, von Christopher Zimmermann.
- Heft-Nr. 232/1997** – “Persistente chlororganische Verbindungen in hochantarktischen Fischen”, von Stephan Zimmermann.
- Heft-Nr. 233/1997** – “Zur Ökologie des Dimethylsulfoniumpropionat (DMSP)-Gehaltes temperierter und polarer Phytoplanktongemeinschaften im Vergleich mit Laborkulturen der Coccolithophoride *Emiliania huxleyi* und der antarktischen Diatomee *Nitzschia lecontei*”, von Doris Meyerdiel.
- Heft-Nr. 234/1997** – “Die Expedition ARCTIC '96 des FS 'Polarstern' (ARK XII) mit der Arctic Climate System Study (ACSYS)”, von Ernst Augstein und den Fahrteilnehmern.
- Heft-Nr. 235/1997** – “Polonium-210 und Blei-210 im Südpolarmeer: Natürliche Tracer für biologische und hydrographische Prozesse im Oberflächenwasser des Antarktischen Zirkumpolarstroms und des Weddellmeeres”, von Jana Friedrich.
- Heft-Nr. 236/1997** – “Determination of atmospheric trace gas amounts and corresponding natural isotopic ratios by means of ground-based FTIR spectroscopy in the high Arctic”, by Arndt Meier.
- Heft-Nr. 237/1997** – “Russian-German Cooperation: The Expedition TAYMYR / SEVERNAYA ZEMLYA 1996”, edited by Martin Melles, Birgit Hagedorn and Dmitri Yu. Bolshiyarov.
- Heft-Nr. 238/1997** – “Life strategy and ecophysiology of Antarctic macroalgae”, by Iván M. Gómez.
- Heft-Nr. 239/1997** – “Die Expedition ANTARKTIS XIII/4-5 des Forschungsschiffes 'Polarstern' 1996”, herausgegeben von Eberhard Fahrbach und Dieter Gerdes.
- Heft-Nr. 240/1997** – “Untersuchungen zur Chrom-Speziation im Meerwasser, Meereis und Schnee aus ausgewählten Gebieten der Arktis”, von Heide Giese.
- Heft-Nr. 241/1997** – “Late Quaternary glacial history and paleoceanographic reconstructions along the East Greenland continental margin: Evidence from high-resolution records of stable isotopes and ice-rafted debris”, by Seung-II Nam.
- Heft-Nr. 242/1997** – “Thermal, hydrological and geochemical dynamics of the active layer at a continuous site, Taymyr Peninsula, Siberia”, by Julia Boike.
- Heft-Nr. 243/1997** – “Zur Paläoozeanographie hoher Breiten: Stellvertreterdaten aus Foraminiferen”, von Andreas Mackensen.
- Heft-Nr. 244/1997** – “The Geophysical Observatory at Neumayer Station, Antarctica. Geomagnetic and seismological observations in 1995 and 1996”, by Alfons Eckstaller, Thomas Schmidt, Viola Gaw, Christian Müller and Johannes Rogenhagen.
- Heft-Nr. 245/1997** – “Temperaturbedarf und Biogeographie mariner Makroalgen - Anpassung mariner Makroalgen an tiefe Temperaturen”, von Bettina Bischoff-Bäsmann.
- Heft-Nr. 246/1997** – “Ökologische Untersuchungen zur Fauna des arktischen Meereises”, von Christine Friedrich.
- Heft-Nr. 247/1997** – “Entstehung und Modifizierung von marinen gelösten organischen Substanzen”, von Berit Kirchhoff.
- Heft-Nr. 248/1997** – “Laptev Sea System: Expeditions in 1995”, edited by Heidemarie Kassens.
- Heft-Nr. 249/1997** – “The Expedition ANTARKTIS XIII/3 (EASIZ I) of RV 'Polarstern' to the eastern Weddell Sea in 1996 edited by Wolf Arntz and Julian Gutt.
- Heft-Nr. 250/1997** – “Vergleichende Untersuchungen zur Ökologie und Biodiversität des Mega-Epibenthos der Arktis und Antarktis”, von Andreas Starmans.
- Heft-Nr. 251/1997** – “Zeitliche und räumliche Verteilung von Mineralvergesellschaftungen in spätquartären Sedimenten des Arktischen Ozeans und ihre Nützlichkeit als Klimaindikatoren während der Glazial/Interglazial-Wechsel”, von Christoph Vogt.
- Heft-Nr. 252/1997** – “Solitäre Ascidien in der Potter Cove (King George Island, Antarktis). Ihre ökologische Bedeutung und Populationsdynamik”, von Stephan Kühne.
- Heft-Nr. 253/1997** – “Distribution and role of microprotozoa in the Southern Ocean”, by Christine Klaas.
- Heft-Nr. 254/1997** – “Die spätquartäre Klima- und Umweltgeschichte der Bunger-Oase, Ostantarktis”, von Thomas Kulbe.

- Heft-Nr. 255/1997** – “Scientific Cruise Report of the Arctic Expedition ARK-XIII/2 of RV ‘Polarstern’ in 1997”, edited by Ruediger Stein and Kirsten Fahl.
- Heft-Nr. 256/1998** – “Das Radionuklid Tritium im Ozean: Meßverfahren und Verteilung von Tritium im Südatlantik und im Weddellmeer”, von Jürgen Sültenfuß.
- Heft-Nr. 257/1998** – “Untersuchungen der Saisonalität von atmosphärischen Dimethylsulfid in der Arktis und Antarktis”, von Christoph Kleefeld.
- Heft-Nr. 258/1998** – “Bellinghausen- und Amundsenmeer: Entwicklung eines Sedimentationsmodells”, von Frank-Oliver Nitsche.
- Heft-Nr. 259/1998** – “The Expedition ANTARKTIS-XIV/4 of RV ‘Polarstern’ in 1997”, by Dieter K. Fütterer.
- Heft-Nr. 260/1998** – “Die Diatomeen der Laptevsee (Arktischer Ozean): Taxonomie und biogeographische Verbreitung”, von Holger Cremer.
- Heft-Nr. 261/1998** – “Die Krustenstruktur und Sedimentdecke des Eurasischen Beckens, Arktischer Ozean: Resultate aus seismischen und gravimetrischen Untersuchungen”, von Estella Weigelt.
- Heft-Nr. 262/1998** – “The Expedition ARKTIS-XIII/3 of RV ‘Polarstern’ in 1997”, by Gunther Krause.
- Heft-Nr. 263/1998** – “Thermo-tektonische Entwicklung von Oates Land und der Shackleton Range (Antarktis) basierend auf Spaltspuranalysen”, von Thorsten Schäfer.
- Heft-Nr. 264/1998** – “Messungen der stratosphärischen Spurengase ClO, HCl, O₃, N₂O, H₂O und OH mittels flugzeuggetragener Submillimeterwellen-Radiometrie”, von Joachim Urban.
- Heft-Nr. 265/1998** – “Untersuchungen zu Massenhaushalt und Dynamik des Ronne Ice Shelves, Antarktis“, von Astrid Lambrecht.
- Heft-Nr. 266/1998** – “Scientific Cruise Report of the Kara Sea Expedition of RV ‘Akademik Boris Petrov’ in 1997“, edited by Jens Matthiessen and Oleg Stepanets.
- Heft-Nr. 267/1998** – “Die Expedition ANTARKTIS-XIV mit FS ‘Polarstern’ 1997. Bericht vom Fahrtabschnitt ANT-XIV/3“, herausgegeben von Wilfried Jokat und Hans Oerter.
- Heft-Nr. 268/1998** – “Numerische Modellierung der Wechselwirkung zwischen Atmosphäre und Meereis in der arktischen Eisrandzone“, von Gerit Birnbaum.
- Heft-Nr. 269/1998** – “Katabatic wind and Boundary Layer Front Experiment around Greenland (KABEG ‘97)“, by Günther Heinemann.
- Heft-Nr. 270/1998** – “Architecture and evolution of the continental crust of East Greenland from integrated geophysical studies“, by Vera Schindwein.
- Heft-Nr. 271/1998** – “Winter Expedition to the Southwestern Kara Sea - Investigations on Formation and Transport of Turbid Sea-Ice“, by Dirk Dethleff, Peter Loewe, Dominik Weiel, Hartmut Nies, Gesa Kuhlmann, Christian Bahe and Gennady Tarasov.
- Heft-Nr. 272/1998** – “FTIR-Emissionsspektroskopische Untersuchungen der arktischen Atmosphäre“, von Edo Becker.
- Heft-Nr. 273/1998** – “Sedimentation und Tektonik im Gebiet des Agulhas Rückens und des Agulhas Plateaus (‘SETA-RAP’)“, von Gabriele Uenzelmann-Neben.
- Heft-Nr. 274/1998** – “The Expedition ANTARKTIS XIV/2“, by Gerhard Kattner.
- Heft-Nr. 275/1998** – “Die Auswirkung der ‘NorthEastWater’-Polynya auf die Sedimentation vor NO-Grönland und Untersuchungen zur Paläo-Ozeanographie seit dem Mittelwechsel“, von Hanne Notholt.
- Heft-Nr. 276/1998** – “Interpretation und Analyse von Potentialfelddaten im Weddellmeer, Antarktis: der Zerfall des Superkontinents Gondwana“, von Michael Stüding.
- Heft-Nr. 277/1998** – “Koordiniertes Programm Antarktisforschung“. Berichtskolloquium im Rahmen des Koordinierten Programms “Antarktisforschung mit vergleichenden Untersuchungen in arktischen Eisgebieten“, herausgegeben von Hubert Miller.
- Heft-Nr. 278/1998** – “Messung stratosphärischer Spurengase über Ny-Ålesund, Spitzbergen, mit Hilfe eines bodengebundenen Mikrowellen-Radiometers“, von Uwe Raffalski.
- Heft-Nr. 279/1998** – “Arctic Paleo-River Discharge (APARD). A New Research Programme of the Arctic Ocean Science Board (AOSB)“, edited by Ruediger Stein.
- Heft-Nr. 280/1998** – “Fernerkundungs- und GIS-Studien in Nordostgrönland“, von Friedrich Jung-Rothenhäusler.
- Heft-Nr. 281/1998** – “Rekonstruktion der Oberflächenwassermassen der östlichen Laptevsee im Holozän anhand aquatischen Palynomorphen“, von Martina Kunz-Pirrag.
- Heft-Nr. 282/1998** – “Scavenging of ²³¹Pa and ²³⁰Th in the South Atlantic: Implications for the use of the ²³¹Pa/²³⁰Th ratio as a paleoproductivity proxy“, by Hans-Jürgen Walter.
- Heft-Nr. 283/1998** – “Sedimente im arktischen Meereis - Eintrag, Charakterisierung und Quantifizierung“, von Frank Lindemann.
- Heft-Nr. 284/1998** – “Langzeitanalyse der antarktischen Meereisbedeckung aus passiven Mikrowellendaten“, von Christian H. Thomas.
- Heft-Nr. 285/1998** – “Mechanismen und Grenzen der Temperaturanpassung beim Pierwurm *Arenicola marina* (L.)“, von Angela Sommer.
- Heft-Nr. 286/1998** – “Energieumsätze benthischer Filtrierer der Potter Cove (King George Island, Antarktis)“, von Jens Kowalke.
- Heft-Nr. 287/1998** – “Scientific Cooperation in the Russian Arctic: Research from the Barents Sea up to the Laptev Sea“, edited by Eike Rachor.

- Heft-Nr. 288/1998** – "Alfred Wegener. Kommentiertes Verzeichnis der schriftlichen Dokumente seines Lebens und Wirkens", von Ulrich Wutzke.
- Heft-Nr. 289/1998** – "Retrieval of Atmospheric Water Vapor Content in Polar Regions Using Spaceborne Microwave Radiometry", by Jungang Miao.
- Heft-Nr. 290/1998** – "Strukturelle Entwicklung und Petrogenese des nördlichen Kristallingürtels der Shackleton Range, Antarktis: Proterozoische und Ross-orogene Krustendynamik am Rand des Ostantarktischen Kratons", von Axel Brommer.
- Heft-Nr. 291/1998** – "Dynamik des arktischen Meereises - Validierung verschiedener Rheologieansätze für die Anwendung in Klimamodellen", von Martin Kreyscher.
- Heft-Nr. 292/1998** – "Anthropogene organische Spurenstoffe im Arktischen Ozean. Untersuchungen chlorierter Biphenyle und Pestizide in der Laptevsee, technische und methodische Entwicklungen zur Probenahme in der Arktis und zur Spurenstoffanalyse", von Sven Utschakowski.
- Heft-Nr. 293/1998** – "Rekonstruktion der spätquartären Klima- und Umweltgeschichte der Schirmacher Oase und des Wohlthat Massivs (Ostantarktika)", von Markus Julius Schwab.
- Heft-Nr. 294/1998** – "Besiedlungsmuster der benthischen Makrofauna auf dem ostgrönländischen Kontinentalhang", von Klaus Schnack.
- Heft-Nr. 295/1998** – "Gehäuseuntersuchungen an planktischen Foraminiferen hoher Breiten: Hinweise auf Umweltveränderungen während der letzten 140.000 Jahre", von Harald Hommers.
- Heft-Nr. 296/1998** – "Scientific Cruise Report of the Arctic Expedition ARK-XIII/1 of RV 'Polarstern' in 1997", edited by Michael Spindler, Wilhelm Hagen and Dorothea Stübing.
- Heft-Nr. 297/1998** – "Radiometrische Messungen im arktischen Ozean - Vergleich von Theorie und Experiment", von Klaus-Peter Johnsen.
- Heft-Nr. 298/1998** – "Patterns and Controls of CO₂ Fluxes in Wet Tundra Types of the Taimyr Peninsula, Siberia - the Contribution of Soils and Mosses", by Martin Sommerkorn.
- Heft-Nr. 299/1998** – "The Potter Cove coastal ecosystem, Antarctica. Synopsis of research performed within the frame of the Argentinean-German Cooperation at the Dallmann Laboratory and Jubany Station (King George Island, Antarctica, 1991-1997)", by Christian Wiencke, Gustavo Ferreyra, Wolf Arntz & Carlos Rinaldi.
- Heft-Nr. 300/1999** – "The Kara Sea Expedition of RV 'Akademik Boris Petrov' 1997: First results of a Joint Russian-German Pilot Study", edited by Jens Matthiessen, Oleg V. Stepanets, Ruediger Stein, Dieter K. Fütterer, and Eric M. Galimov.
- Heft-Nr. 301/1999** – "The Expedition ANTARKTIS XV/3 (EASIZ II)", edited by Wolf E. Arntz and Julian Gutt.
- Heft-Nr. 302/1999** – "Sterole im herbstlichen Weddellmeer (Antarktis): Großräumige Verteilung, Vorkommen und Umsatz", von Anneke Mühlebach.
- Heft-Nr. 303/1999** – "Polare stratosphärische Wolken: Lidar-Beobachtungen, Charakterisierung von Entstehung und Entwicklung", von Jens Biele.
- Heft-Nr. 304/1999** – "Spätquartäre Paläoumweltbedingungen am nördlichen Kontinentalrand der Barents- und Kara-See. Eine Multi-Parameter-Analyse", von Jochen Knies.
- Heft-Nr. 305/1999** – "Arctic Radiation and Turbulence Interaction Study (ARTIST)", by Jörg Hartmann, Frank Albers, Stefania Argentini, Axel Borchert, Ubaldo Bonafé, Wolfgang Cohrs, Alessandro Conidi, Dietmar Freese, Teodoro Georgiadis, Alessandro Ippoliti, Lars Kaleschke, Christof Lüpkes, Uwe Maixner, Gianguseppe Mastrantonio, Fabrizio Ravegnani, Andreas Reuter, Giuliano Trivellone and Abgelo Viola.
- Heft-Nr. 306/1999** – "German-Russian Cooperation: Biogeographic and biostratigraphic investigations on selected sediment cores from the Eurasian continental margin and marginal seas to analyze the Late Quaternary climatic variability", edited by Robert F. Spielhagen, Max S. Barash, Gennady I. Ivanov, and Jörn Thiede.
- Heft-Nr. 307/1999** – "Struktur und Kohlenstoffbedarf des Makrobenthos am Kontinentalhang Ostgrönlands", von Dan Seiler.

* vergriffen / out of print.

** nur noch beim Autor / only from the author.

