

Zoogeographie und Gemeinschaftsanalyse des Makrozoobenthos des Weddellmeeres (Antarktis)

Zoogeography and Community Analysis of Macrozoobenthos of the Weddell Sea (Antarctica)

Joachim Voß

Inhaltsübersicht

	Seite
Zusammenfassung	5
Summary	7
1. EINLEITUNG	9
1.1. Stand der antarktischen Benthosforschung	9
1.2. Erforschung des Weddellmeeres	9
1.3. Fragestellung und Ziel	10
2. MATERIAL UND METHODEN	11
2.1. Die Fanggeräte	11
2.1.1. Grundschieppnetz	11
2.1.2. "Agassiztrawl"	11
2.2. Holverlauf	12
2.3. Standardisierung der Hols	13
2.4. Stationsnetz	15
2.5. Sortieren und Konservieren der Fänge	17
2.6. Auswertung, Gemeinschaftsanalyse	18
3. UNTERSUCHUNGSGEBIET	20
3.1. Topographie	20
3.2. Sedimente	21
3.3. Hydrographie	23
3.4. Eisbedeckung	27
3.5. Primärproduktion und Sedimentation	28
4. ERGEBNISSE	30
4.1. Verbreitung und Abundanzen der Taxa	30
4.1.1. Porifera	30
4.1.2. Hydroidea	32
4.1.3. Stauromedusae	32
4.1.4. Octocorallia	32
4.1.4.1. Alcyonaria	32
4.1.4.2. Gorgonaria	32
4.1.4.3. Pennatularia	35
4.1.5. Hexacorallia	35
4.1.5.1. Actiniaria	35
4.1.5.2. Madreporaria	35
4.1.6. Nemertini	35
4.1.7. Echiurida	35
4.1.8. Sipunculida	38
4.1.9. Mollusca	38
4.1.9.1. Solenogastres	40
4.1.9.2. Polyplacophora	40
4.1.9.3. Prosobranchia	40
4.1.9.4. Opisthobranchia	42
4.1.9.5. Scaphopoda	42
4.1.9.6. Bivalvia	44

4.1.9.7.	Octopoda	45
4.1.10.	Polychaeta	46
4.1.10.1.	Errantia	46
4.1.10.2.	Sedentaria	46
4.1.11.	Hirudinea	48
4.1.12.	Pantopoda	48
4.1.13.	Crustacea	48
4.1.13.1.	Cirripedia	48
4.1.13.2.	Decapoda	48
4.1.13.3.	Mysidacea	52
4.1.13.4.	Isopoda	52
4.1.13.5.	Amphipoda	53
4.1.14.	Bryozoa	56
4.1.15.	Brachiopoda	57
4.1.16.	Echinodermata	57
4.1.16.1.	Crinoidea	57
4.1.16.2.	Asteroidea	57
4.1.16.3.	Ophiuroidea	74
4.1.16.4.	Echinoidea	88
4.1.16.5.	Holothuroidea	89
4.1.17.	Pterobranchia	89
4.1.18.	Ascidiacea	90
4.1.19.	Pisces	91
4.2.	Gemeinschaftsanalyse	93
4.2.1.	Klassifizierung durch die Clusteranalyse und Gruppierung der Stationen	93
4.2.2.	Diversität und Äquität der Stationsgruppierungen	98
4.2.3.	Gruppierung der Arten und Charakterisierung der Stationsgemeinschaften durch Arten	104
4.2.4.	Gruppierung der Stationen mittels Grobtaxa	110
4.2.5.	Charakterisierung der Gemeinschaften durch Grobtaxa	111
5.	DISKUSSION	115
5.1.	Methodik	115
5.1.1.	Fang und Stationsnetz	115
5.1.2.	Bestimmungsniveau	116
5.2.	Einordnung des Weddellmeeres in die tiergeographischen Zonen der Antarktis	117
5.2.1.	Einordnung anhand der Asteroidea	119
5.2.2.	Einordnung anhand der Ophiuroidea	121
5.3.	Gemeinschaftsanalyse	123
5.3.1.	Makrozoobenthosgemeinschaften des Weddellmeeres	124
5.3.2.	Vergleich mit anderen Gemeinschaften der Hochantarktis	129
7.	LITERATUR	135
	Danksagung	145

Zusammenfassung

Die Arbeit beschreibt die Zusammensetzung und Verbreitung des Makrozoobenthos des Weddellmeeres. Das Tiermaterial wurde während der Expeditionen ANT I (1983) und ANT II (1984) mit FS "Polarstern" auf 37 Fangstationen von der Atka Bucht (8° W) im Nordosten bis zur Antarktischen Halbinsel (61° W) im Südwesten des Weddellmeeres gesammelt. Die Stationen liegen auf dem Kontinentalschelf und in Gräben in Tiefen zwischen 205 m und 1176 m. Hauptfanggerät war ein 3 m breites Agassiztrawl mit einer Maschenweite von 10 mm. Drei Fänge wurden mit einem kommerziellen Grundschleppnetz durchgeführt.

Ein Kapitel stellt die für die Tierbesiedlung wichtigen abiotischen und biotischen Verhältnisse des Untersuchungsgebietes vor. Dabei werden u.a. Literaturdaten über Topographie und Sedimentbeschaffenheit durch eigene Daten ergänzt und in Karten zusammengefaßt.

Insgesamt wurden über 430 Taxa in den Fängen nachgewiesen. Im ersten Ergebnisteil werden auf 33 Karten Verbreitung und Abundanzen aller Grobtaxa dargestellt. Folgende taxonomische Gruppen wurden bis zur Art bestimmt: Polyplacophora, Prosobranchia, Opisthobranchia, Scaphopoda, Bivalvia, Cephalopoda, Decapoda, Isopoda, Amphipoda, Asteroidea, Ophiuroidea und Pisces. Für diese Taxa werden jeweils Artenlisten und teilweise auch Verbreitungskarten der einzelnen Arten oder Gattungen gegeben. Ein besonderer Schwerpunkt wird in der Arbeit auf die Darstellung des Vorkommens von 50 Seesternarten aus 12 Familien sowie von 43 Schlangensternearten aus 6 Familien gelegt.

Auf der Basis der Verbreitung dieser 93 See- und Schlangensternearten wird die tiergeographische Einordnung des bisher weitgehend unerforschten Weddellmeeres diskutiert: der östliche und südliche Kontinentalschelf ist zoogeographisch der Hochantarktischen oder Kontinentalen Subregion zuzuordnen und damit von der Scotia Subregion, zu der auch die benachbarte Antarktische Halbinsel zählt, abzugrenzen. Elf erstmalig für die Hochantarktis nachgewiesene See- und Schlangensterne, die auch die Scotia Subregion besiedeln, weisen auf eine gewisse Brückenfunktion des Weddellmeer-Schelfs zwischen Halbinsel und "Ostantarktis" hin.

Der zweite Ergebnisteil beschreibt und analysiert die Gemeinschaften des Makrozoobenthos im Untersuchungsgebiet. Drei auch geographisch voneinander abgrenzbare Gemeinschaften wurden mittels multivariater Datenanalyse (Clusteranalyse) gefunden. Berechnungen zur Arten- und Abundanzverteilung sowie zum Arteninventar unterstützen die Befunde.

Die "Östliche Schelfgemeinschaft" siedelt im Bereich des antarktischen Küstenstromes im Osten auf unsortierten Substraten zwischen 204 m und 445 m Tiefe. Sie wird von Suspensionsfressern wie Schwämmen und Bryozoen geprägt; Artenzahl, Diversität sowie Äquität sind hoch. In dieser Gemeinschaft wurden viele Charakterarten nachgewiesen, u.a. Tugali mawsoni (Prosobr.), Ampelisca richardsoni (Amphipoda), Solaster regularis subarcuatus (Asteroidea), Ophiosteira echinulata und Ophiura flexibilis (Ophiuroidea).

Die "Südliche Schelfgemeinschaft" bewohnt Sand- und Weichböden mit Steinen vor dem Filchner-Rönne Schelfeis und küstenfern vor der britischen

Forschungsstation Halley Bay in Tiefen von 220 bis 531 m. Auch in dieser Gemeinschaft dominieren Suspensionsfresser, besonders Bryozoen. Artenzahl und Äquität liegen im mittleren Bereich, während die Diversität niedrig ist. Als Charakterarten sind besonders die beiden Asteroiden Luidaster gerlachei und Paralophaster antarcticus zu nennen.

Die "Südliche Grabengemeinschaft" wird auf tiefer gelegenen Stationen im Filchner Graben und in einer Senke vor der Antarktischen Halbinsel zwischen 622 m und 1176 m angetroffen. Das vorherrschende Sediment besteht aus Weichboden mit Steinen. Artenzahl und Diversität sind niedrig, die Äquität liegt im mittleren Bereich. Suspensionsfresser fehlen in der Grabengemeinschaft fast völlig, während epistratfressende Weidegänger, vor allem Holothurien, häufig sind. Weitere typische Bewohner sind Calliotropis lamellosa (Prosobranchia), Asteroiden der Tiefseegattung Hymenaster, Ophioparte gigas (Ophiuroidea) sowie die Fische Gerlachea australis und Vomeridens infuscipinnis.

In der Diskussion werden durch Verknüpfung von abiotischen und biotischen Faktoren Rückschlüsse auf strukturbestimmende Elemente in den Gemeinschaften gezogen. Die in den östlichen und südlichen Schelfgebieten häufig anzutreffenden gröberen Sedimente sind ein Hinweis auf ausgeprägte Bodenströmungen. Diese Wasserbewegung schafft für die hier häufigen sessilen Suspensionsfresser durch Horizontaltransport und Resuspension von Detritus günstige Nahrungsbedingungen. Anders sind die Verhältnisse auf den Weichböden in den Gräben. Bei geringen Bodenströmungen werden selten Partikel resuspendiert und der Horizontaltransport ist klein. So sind die Lebensbedingungen für sessile Tiere schlecht, da sie nur die Nahrung nutzen können, die in ihrer direkten Umgebung auf den Boden fällt. Es überwiegen daher in der Südlichen Grabengemeinschaft errante Formen, die teilweise wandernd den Meeresboden abweiden.

Die in der Östlichen Schelfgemeinschaft häufigen Schwammgesellschaften fehlen auf dem südlichen Schelf. Starke Tidenströme und unstabile Verhältnisse in der Eisbedeckung scheinen die Ausbildung einer typischen Schwammgesellschaft zu verhindern, nicht aber eine Besiedlung durch Bryozoen.

Die hohe Artenzahl und Diversität in der Östlichen Schelfgemeinschaft erklärt sich durch die Vielzahl von Mikrohabitaten, die hauptsächlich von Schwämmen gebildet werden. Neben den dicht besiedelten biogenen Sedimenten wie Schammnadelfilz und Bryozoenschill bilden die hoch aufragenden Schwämme für viele epizoisch lebende Tiere ein zweites Stockwerk über dem Meeresboden und vergrößern damit den Siedlungsraum erheblich.

Ein weiterer Teil der Diskussion gibt eine Interpretation des Vorkommens der Charakterarten in den jeweiligen Gemeinschaften durch Daten zur Lebensweise und anhand funktionsmorphologischer Merkmale.

Literaturangaben über Benthosuntersuchungen aus dem Indischen Sektor des Südpolarmeereres und vor allem aus der Ross See ergeben Parallelen zu den hier beschriebenen Gemeinschaften des Weddellmeeres. Die Meeresbodenbesiedlung der Hochantarktis kann somit als zirkumpolar angesehen werden.

Summary

This thesis describes composition and distribution of the macrozoobenthos in the Weddell Sea from Atka Ice Port (8° W) in the Northeast to the base of the Antarctic Peninsula (61° W) in the Southwest. The material was sampled at 37 stations during two expeditions with the RV "Polarstern" (ANT I in 1983 and ANT II in 1984). Sampling stations were situated on the continental shelf and in trenches, ranging in depth from 205 to 1176 m. Main sampling gear was an Agassiztrawl with a 3 m net opening and a mesh size of 10 mm. Three hauls were also carried out with a commercial bottom trawl.

Chapter 3 provides abiotic and biotic data, relevant to the benthic life in the Weddell Sea; published data on bathymetry and sediments are complemented by new information and represented in maps.

Benthic animals belonging to more than 430 taxa are described. Maps show the distribution and abundance of main taxa. The following taxonomic groups were determined down to species level: Polyplacophora, Prosobranchia, Opisthobranchia, Scaphopoda, Bivalvia, Cephalopoda, Decapoda, Iso-poda, Amphipoda, Asteroidea, Ophiuroidea and Pisces. Species lists are given for these groups, and for some distribution maps for single species or genera are added (Chapter 4.1.).

A special topic of the thesis deals with the Asterozoa of the Weddell Sea. The distribution of 50 Asteroidea species from 12 families and of 43 Ophiuroidea species from 6 families is shown in maps.

The discussion of the zoogeography pertaining to the hitherto rather unknown Weddell Sea benthos is based on the distribution of the 93 species of Asteroidea and Ophiuroidea (Chapter 5.2.). The eastern and southern parts of the Weddell Sea shelf are zoogeographically similar to the High Antarctic or Continental Subregion and thus separate from the Scotia Subregion, including the adjacent Antarctic Peninsula. The first records of 11 Asteroidea and Ophiuroidea species in the High Antarctic, commonly found in the Scotia Subregion, may mean that the Weddell Sea shelf acts as a link between the Peninsula area and East Antarctica.

In Chapter 4.2. the macrozoobenthos communities of the area investigated are described and analysed. Three geographically separated communities were found, using the multivariate data analyses (e.g. cluster analysis). These findings are supported by calculations on diversity, evenness and species composition.

The "Eastern Shelf Community" (Östliche Schelfgemeinschaft) is found within the confines of the Antarctic Coastal Current in the East, settling on unsorted sediments in depths between 204 and 445 m. It is dominated by suspension feeders such as sponges or bryozoans. Species number, diversity and evenness are high. Many species are characteristic of the Eastern Shelf Community, e.g. Tugali mawsoni (Prosobr.), Ampelisca richardsoni (Amphipoda), Solaster regularis subarcuatus (Asteroidea), Ophiosteira echinulata and Ophiura flexibilis (Ophiuroidea).

The "Southern Shelf Community" (Südliche Schelfgemeinschaft) is found in depths between 220 to 531 m on sandy and soft-bottoms strewn with stones,

both in front of the Filchner-Rönne Ice Shelf and offshore from the British station Halley Bay. This community is dominated by suspension feeders, especially bryozoans. Species number and evenness fall within a medium range and diversity is low. The asteroids Luidaster gerlachei and Paralophaster antarcticus are characteristic species.

The "Southern Trench Community" (Südliche Grabengemeinschaft) is typical of deep stations (622 to 1176 m) in the Filchner Trench and in the depression at the Antarctic Peninsula. The prevailing sediment is soft-bottom with scattered erratic boulders or stones. Species number and diversity are low and evenness is on a medium level. Suspension feeders are almost completely absent, whereas migrating deposit feeders, especially holothurians, are numerous. Apart from these, Calliotropis lamellosa (Prosobranchia), asteroids of the deep-sea genus Hymenaster, Ophiosparte gigas (Ophiuroidea) and the fish Gerlachea australis and Vomeridens infuscipinnis are characteristic species.

The effect of both abiotic and biotic factors on community structure is discussed. Coarser sediments in the eastern and southern shelf areas are indicative of strong bottom currents, which provide a favourable food supply for the abundant sessile suspension feeders by resuspending and transporting detritus. Conditions are different on the soft-bottom of the trenches. Here, slow bottom currents probably do not resuspend particles and the horizontal transport is poor, resulting in a meagre food supply for sessile animals in this area. The animals are thus dependent on sedimentation from above. Consequently, the Southern Trench Community is dominated by motile animals, feeding on the seafloor.

Glass sponge assemblages are widespread in the Eastern Shelf Community, but absent from the southern shelf. Strong tidal currents and unstable ice conditions appear to prevent the formation of a typical glass sponge assemblage, but do not affect the ubiquitous settlement of bryozoans.

High species number and diversity in the Eastern Shelf Community is due to a large variety of microhabitats provided by sponges. Besides the densely populated biogenic sediments derived from sponge or bryozoan debris, a further substratum on the sea bottom is formed by large living sponges, which are utilized by numerous epizoic animals. Thus the substrata surface area available for colonization is considerably enlarged.

Data on the mode of life and morphology of the characteristic species in different communities were used to interpret their position and role in these communities.

Results on the benthos communities in the Weddell Sea resemble those obtained in studies of the high antarctic Southern Ocean, in particular the Indian sector and the Ross Sea. This suggests, that high antarctic benthos is characteristically circumpolar.

1. Einleitung

1.1. Stand der antarktischen Benthosforschung

Die Untersuchung antarktischer Benthosgemeinschaften befindet sich noch in einem beschreibenden Stadium mit wenigen quantitativen Arbeiten. Nur aus einigen eng begrenzten Gebieten liegen umfassende Gemeinschaftsbeschreibungen vor. Das aus großen Gebieten gesammelte Tiermaterial ist so artenreich und die dazu vorliegende Bestimmungsliteratur so unzureichend, daß eine vollständige Aufarbeitung in überschaubarer Zeit fast unmöglich wird.

Während die antarktische Benthosforschung in einigen Bereichen noch Fragestellungen wie zur Jahrhundertwende bearbeiten muß, haben gleichzeitig ihre autökologischen und ökophysiologischen Studien ein hohes Niveau erreicht. Verschiedene Anpassungsstrategien an den kaltstenothermen und stark saisonalen antarktischen Lebensraum wurden bisher aufgedeckt. Untersuchungen zur Struktur von typischen Gemeinschaften, wie der Schwammassoziation von McMurdo Sound (Ross See), unterstützt durch Tauchereinsätze, Unterwasserkameras und Käfigversuche (DAYTON *et al.*, 1974), waren Meilensteine auf dem Weg zum Verständnis der Wechselwirkungen in südpolaren Benthosgemeinschaften. Mit folgenden Merkmalen charakterisiert WHITE (1984) das antarktische Benthos: hohe Biomasse, Riesenwuchs, hoher Grad an Endemismen, Unterrepräsentation bestimmter Gruppen (wie dekapoder Krebse und Cirripedier), relativ wenig planktonische Larven, häufige Viviparie und Brutpflege, hohe Artendiversität, hohe Abundanzen, lange Lebensdauer, geringe Wachstumsraten und verzögerte Reife.

1.2. Erforschung des Weddellmeeres

Im inneren Weddell Meer wurden die ersten Bodentiere im Abyssal nordwestlich Kapp Norvegia während der von W.S. Bruce geführten Scottish National Antarctic Expedition (1902-04) mit der "Scotia" genommen. Erst in den fünfziger und sechziger Jahren gab es dann von US-amerikanischen Forschungsschiffen aus einige weitere Probennahmen, so z.B. während "Deep Freeze IV" 1959 (USS "Edisto"). Die Ergebnisse der "International Weddell Sea Oceanographic Expeditions" (IWSOE) 1968 und 1969 mit USCGC "Glacier" (KVINGE, 1970) trugen wesentlich zu unserem heutigen Kenntnisstand über die Ozeanographie (z.B. GILL, 1973; CARMACK & FOSTER, 1977), das Phytoplankton (z.B. EL-SAYED, 1971) und die Geologie (z.B. ANDERSON, 1972) des südlichen Weddellmeeres bei. Da die 8 bzw. 21 Benthosstationen überwiegend in grösseren Tiefen am Schelfhang und der Tiefsee lagen, gab es trotz eigenem Benthosprogramm von den Expeditionen "IWSOE-1968" (RANKIN *et al.*, 1968) und "IWSOE-1969" (RANKIN *et al.*, 1969) nur wenige Informationen über die Tierbesiedlung des Kontinentalschelfs (vgl. z.B. HARTMAN, 1978).

MS "Polarsirkel" erkundete in den Südsommern 1979/80 und 1980/81 die küstennahen Gewässer des südlichen und östlichen Weddellmeeres (KOHLEN, 1981a und 1982a). Auf beiden Expeditionen wurden neben planktologischen Arbeiten und Untersuchungen an Warmblütern auch Bodenfische mit Schleppnetzen gefangen (SCHNEPPENHEIM, 1982; KOCK *et al.*, 1984). Benthologische Untersuchungen wurden nicht durchgeführt.

Mit der Indienststellung des eisbrechenden Forschungsschiffes "Polarstern" wurde ab 1983 ein planmäßiger Einsatz von benthologischen Fanggeräten wie Schleppnetzen und Dredgen unter den schwierigen Eisbedingungen des Weddellmeeres möglich (HEMPEL, 1983a,b). Damit war die wichtigste Voraussetzung für eine umfassende Bestandsaufnahme des Weddellmeerbenthos geschaffen. Die vorliegende Arbeit fußt auf den während der ersten und zweiten Antarktis-Expedition der "Polarstern" gesammelten Benthosproben.

1.3. Fragestellung und Ziel

Hauptziel dieser Arbeit ist die Beschreibung der Zusammensetzung, Verbreitung und Charakteristika der Bodenfauna des Weddellmeeres. Aus dieser umfassenden Bestandsaufnahme lassen sich dann möglicherweise typische Gemeinschaften und die sie bestimmenden Faktoren ableiten.

Mit Hilfe des reichen Datenmaterials wird eine Einordnung des Weddellmeeres in die tiergeographischen Zonen der Antarktis angestrebt. Anhand eines Vergleichs mit Daten aus anderen Gebieten des Südpolarmeeres soll die Hypothese geprüft werden, ob das Benthos zirkumpolar verbreitet ist. Das Weddellmeer liegt geographisch zwischen der Hochantarktischen und der Scotia Subregion. Möglicherweise erweist sie sich als ein Übergangsbereich mit Elementen aus beiden benachbarten Subregionen.

Ein weiterer Schwerpunkt dieser Arbeit liegt in der Frage, ob sich für die Bodenbesiedlung des Weddellmeeres mehrere Gemeinschaften beschreiben lassen. Diese wären anhand ihres Inventars an Arten und Grobtaxa sowie ihrer Diversitäts- und Äquitätsindices zu trennen und gegebenenfalls durch Habitatstrukturen, Leitformen, Ernährungstypen und Kennarten zu charakterisieren. Weiterhin wird zu prüfen sein, ob sich die Gemeinschaften nur durch die zeitaufwendige Analyse der Fänge bis zum Artniveau voneinander abgrenzen lassen oder ob bereits eine pauschalierende Grobtaxabeschreibung dazu ausreicht.

Eine Reihe biotischer wie abiotischer Faktoren wirken als Kontrollmechanismen auf die Lebensgemeinschaften am Meeresboden. Ihre Bedeutung für die Ausbildung von Gemeinschaften gilt es abzuschätzen. Neben Faktoren, die auch in anderen Meeresgebieten die Bodenbesiedlung beeinflussen, wie z.B. Substratbeschaffenheit, Bodenströmung, Temperatur, Salzgehalt und Tiefe, kommen in der Antarktis auch spezifisch polare Faktoren zum Tragen, wie z.B. Dauer der Eisbedeckung und stark saisonale Primärproduktion. Die Bedeutung der einzelnen Einflußgrößen läßt sich möglicherweise aus Lebensweise und funktionsmorphologischen Anpassungen der dominierenden Faunenelemente ablesen.

2. Material und Methoden

Das Material zu dieser Arbeit sammelte ich während der ersten beiden Expeditionen der FS "Polarstern" in die Antarktis (ANTARKTIS I 1983 und ANTARKTIS II 1984). Angaben zum Ablauf und zu den Arbeiten während ANTARKTIS I finden sich bei HEMPEL (1983 a,b). DRESCHER et al. (1983) geben Informationen über das biologische Programm und Stationslisten der ersten Expedition mit FS "Polarstern".

Für den Fahrtabschnitt 4 der ANTARKTIS II - Expedition in das Weddellmeer gibt KOHNEN (1984) eine Übersicht. Hier finden sich in Beiträgen von Fahrtteilnehmern u.a. auch ein Bericht und erste Ergebnisse der Benthosarbeiten. Eine Stationsliste der Benthosprobenahmen veröffentlichte VOß (1984).

2.1. Fanggeräte

2.1.1. Grundschieppnetz

Ein kommerzielles Grundschieppnetz (140 Fuß) mit einer Netzöffnung von 22,5 m wurde auf drei Stationen (180₁, 180₂, 220) eingesetzt. Das Trawl hatte eine Maschenweite von 10 cm, im Steert von 1,5 cm.

2.1.2. "Agassiztrawl"

Das Standardfanggerät für die Benthosholts war ein epibenthischer Schlitten, genannt "Agassiztrawl". Abweichend vom ursprünglichen Agassiz- oder Blaketrawl (AGASSIZ, 1888), das je nach Zufall mit der einen oder anderen Seite über den Grund schleift, setzt der hier eingesetzte Schlitten nur mit einer bestimmten Seite am Grund auf.

Das Grundmodell geht auf eine Entwicklung des Institute of Ocean Sciences in Wormley zurück (ALDRED et al., 1976) und wurde in vergrößerter Version auch von THIEL (1980) erfolgreich eingesetzt. Da im Einsatzgebiet mit unreinem Grund zu rechnen war, wurden Rahmen und Netz verstärkt. Das Trawl besteht aus einem stabilen Rahmen mit einer lichten Weite von 3000 mm, einer Höhe von 1000 mm und einer Länge von 2550 mm. Ein tiefes Einsinken des 350 kg schweren Schlittens ins Sediment wird durch 300 mm breite Kufen verhindert. Die Abb. 2.1. stellt das eingesetzte Agassiztrawl dar. Eine Kette verlief etwa 1 m vor der Netzöffnung zwischen den Kufen, um vagile Organismen aus den obersten Sedimentlagen für den Fang aufzuscheuchen.

Die Netzöffnung war 3 m breit und 1 m hoch. Grund- und Kopftau des Netzes bestanden aus einem stabilen 16 mm Herkulesdraht mit Stahlseele. Die vorderen Ober- und Unterblätter und die Seitenkeile wiesen 20 mm Maschenweite (Garnstärke 210/108) auf. Die mittleren Netzteile und der Steert hatten eine Maschenweite von 10 mm (Garnstärke 210/39). Das gesamte Unterblatt und der Steert wurden durch einen Scheuerlappen (60 mm Maschenweite, Garnstärke 30/81) geschützt. Zusätzlich sicherten ein bis zwei Ochsenhäute besonders den Steert gegen Durchscheuern. Eine Verstärkungsleine verlief über das obere Netz bis in den Steert. Der gesamte Netzbeutel hatte eine Länge von etwa 5 m.

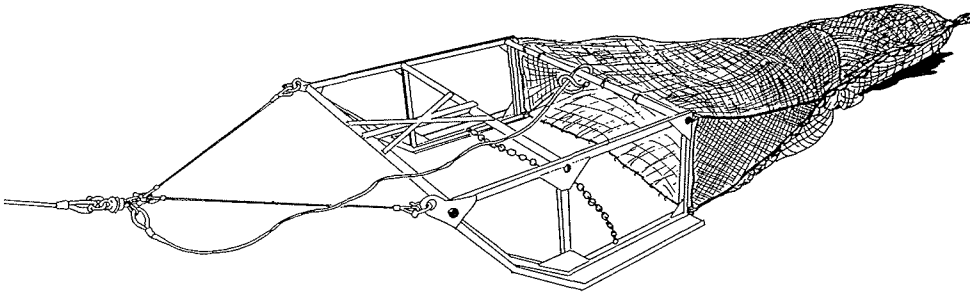


Abb. 2.1. Standardfanggerät "Agassiztrawl", ein epibenthischer Schlitten

Geschleppt wurde der Schlitten über einen Hanepot (5 m lang, 14 mm stark, 6x7 Stahl). Eine 8 m lange Sicherungsleine (18 mm stark, 6x19 Stahl) verlief vom hinteren oberen Querbalken des Rahmens zu einem 3/4 Zoll Nirowirbel. An ihm war auch der Hanepot mit einem Schäkel befestigt.

2.2. Holverlauf

Das Grundsleppnetz wurde bei 5-6 kn ausgesetzt und, nachdem ausreichend Leine ausgesteckt war, mit 3 kn über Grund geschleppt. Die Schleppdauer betrug 30 Minuten, bei Station 180₂ wurde eine Stunde geschleppt.

Die Agassiztrawlstationen waren sowohl in der Schleppgeschwindigkeit als auch in der Schleppdauer nicht einheitlich. Eisverhältnisse, unreiner Grund und Füllung des Netzes besonders bei Schwammassoziationen erforderten ein flexibles Fahren des Agassiztrawls. Eine Schleppgeschwindigkeit von 0.5 kn und eine Schleppdauer von 20 bis 30 Minuten wurden angestrebt. Zu jedem Hol wurde ein Fangprotokoll geführt. Folgende Parameter wurden aufgezeichnet:

Zeit, Schiffsgeschwindigkeit, Wassertiefe, Fier- oder Hievgeschwindigkeit und Zuganzeige der Winde.

Ein Hol verlief nach folgendem Schema:

- Aussetzen des Schlittens bei 2-3 kn Schiffsgeschwindigkeit, dadurch Anströmen des Fanggerätes durch Wasser. Es sinkt stabilisiert und waagrecht durch das Schraubenwasser ab (Fiergeschwindigkeit 0.5 m/s).
- Eine Verringerung der Zuganzeige zeigt Grundberührung des Netzes an. Reduzierung der Schiffsgeschwindigkeit auf 0.5 kn; das Fieren mit 0.5 m/s wird fortgesetzt, die Fiergeschwindigkeit entspricht etwa der langsam sinkenden Schiffsgeschwindigkeit.
- Wenn die ausgesteckte Seillänge etwa dem Eineinhalb- bis Zweifachen der Wassertiefe entspricht, wird das Fieren gestoppt.
- 20-30 min. Schleppen bei 0.5 kn. Die Windenzuganzeige schwankt.
- Hieven mit 0.5 m/s. Schiffsgeschwindigkeit bleibt weiterhin 0.5 kn.
- Eine erhöhte, nicht schwankende Windenzuganzeige zeigt, daß das Netz den Grund verlassen hat. Erhöhung der Hievgeschwindigkeit auf 1 m/s.
- Das Netz kommt an Deck.

ALDRED *et al.* (1976) haben durch den Einsatz von Kamera und Pinger eine Reihe von Informationen über das Verhalten ihres Netzschlittens am Grund erhalten. Da das von uns verwendete Agassiztrawl nur um etwa ein Viertel größer, sonst aber baugleich ist, lassen diese Erkenntnisse auch Rückschlüsse auf das Verhalten unseres Netzes zu. Zunächst fällt das sehr geringe Verhältnis von ausgestreckter Trosse zur Wassertiefe auf. Es liegt bei erster Bodenberührung wie bei ALDRED um 1.4 (ausgesteckte Seillänge / Tiefe). Dieses günstige Verhältnis spart erheblich Schiffszeit beim Einsatz. Weiterhin zeigt der Schlitten am Grund ein ausgesprochen ruhiges Verhalten. Er kommt horizontal am Boden auf und geht beim Schleppen ruhig über Grund, ohne zu hüpfen.

2.3. Standardisierung der Hols

Eine Standardisierung der Fänge war nur für die quantitativen Verbreitungskarten, die nicht nur Präsenz-Absenz Informationen zeigen sollten, sondern auch Abundanzen, um Verbreitungsschwerpunkte zu verdeutlichen. Das zu jedem Hol geführte Protokoll des Holverlaufs läßt die Umrechnung auf einen Standardfang über die Schlepptrecke zu.

Als Beispiel zeigt Tab. 2.1. das Holprotokoll von Station 195. Der Ablauf ist typisch für einen Agassiztrawlhol. Um die befischte Fläche zu erhalten, wurde jeder Hol zunächst nach den Angaben des Holprotokolls grafisch dargestellt, wie in Abb. 2.2. gezeigt. Durch die bekannte Schiffsgeschwindigkeit läßt sich die Schiffposition und damit auch die zurückgelegte Strecke bestimmen. Die Verringerung der Zuganzeige (um 17.47 Uhr auf 0.1 t) markiert deutlich den Aufsetzzeitpunkt des Netzes. Das Aufsetzen erfolgt am Grund in einem Bereich, der begrenzt wird von der maximalen Seillänge und dem senkrechten Lot vom Schiff zum Grund. Da der Schlitten sich bei vorwärtsbewegendem Schiff achteraus befinden muß, er andererseits aber nicht die schwere Schlepptrosse durchholen und damit nicht in maximaler Seillänge entfernt sein kann, wird der Aufsetzpunkt des Netzes etwa in der Mitte des "möglichen Bereichs des Auftreffens" angenommen. Eine Hälfte dieses Bereichs geht damit in die Berechnung der Schlepptrecke mit ein. Das Ende der Schlepptrecke wird in der Mitte des "möglichen Bereichs des Abhebens" festgelegt.

Da das Agassiztrawl 3 m Netzöffnung hat, wurden die Schlepptrecken mit dem Faktor 3 multipliziert, um die befischten Flächen in m² zu erhalten. Eine Aufstellung dieser Flächen findet sich für jede Station in Tab. 2.2. und 2.3. .

Die Fänge von den 34 Agassiztrawl- und den drei Grundsleppnetzstationen sollten trotz unterschiedlicher Maschenweite und abweichendem Fangverhalten beider Geräte gemeinsam in den quantitativen Verbreitungskarten dargestellt werden. Um in etwa vergleichbare Abundanzen zu erhalten, mußte daher ein Umrechnungsfaktor gefunden werden. Für einen direkten Vergleich der Fängigkeit bieten sich die positionsgleichen Stationen 128 (Agassiztrawl) und 220 (Grundsleppnetz) an. Die Fangzahlen der mit beiden Netzen erbeuteten 15 Seesternarten sind im Grundsleppnetz etwa siebenmal höher. Die "swept area" des Grundsleppnetzes war aber bei diesem Halbstundenhol (22.5 m Netzöffnung, 3 kn) mit etwa 62000 m² um das 24-fache größer als die 2625 m² des Agassiztrawls. Daraus errechnet

Tab. 2.1. Holprotokoll von Stat. 195

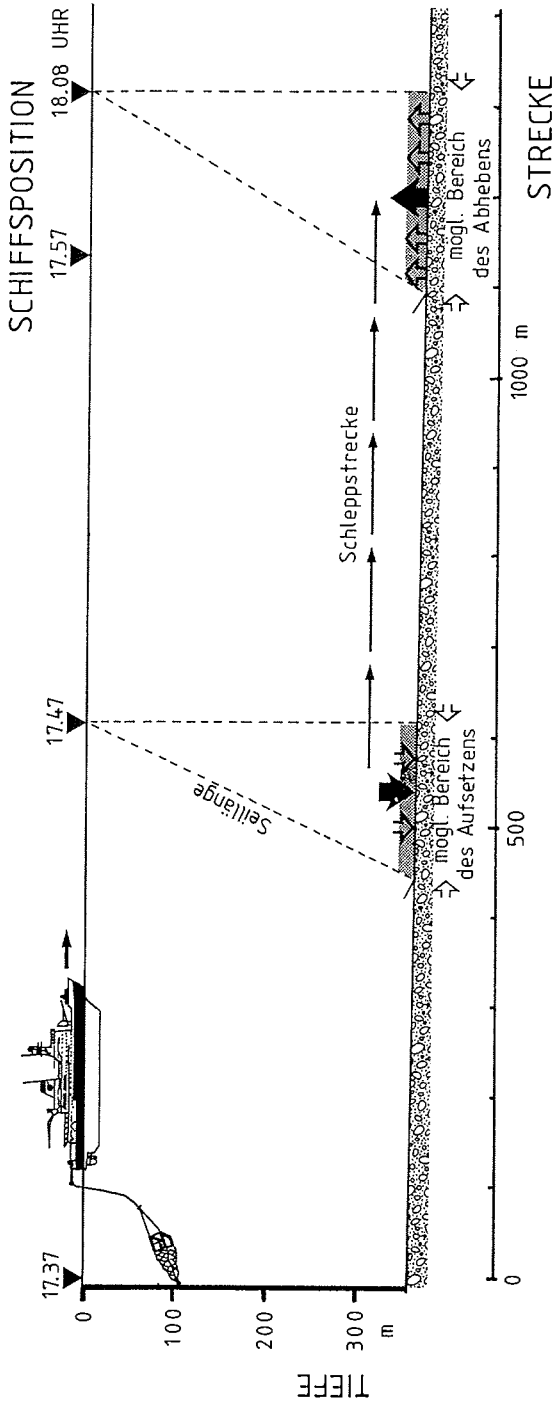


Abb. 2.2 Graphische Bestimmung der Schleppstrecke (Stat.195)

Zeit	Tätigkeit	Schiffsgeschw. (kn)	Seillänge (m)	Windgeschw. (m/s)	Windenzug (t)	Bemerkungen
17.37	Aussetzen	2.0	0	0.5	0.36	Netz im Wasser
17.47	Fieren	2.0	400	0.5	0.10	Netz am Grund
17.50	Fieren/Schleppen	2.0	480	0.5	(1.57)-0.50	Netz geht über Grund
17.57	Schleppen	0.5	698	-	0.60	Netz geht über Grund
17.58	Hieven/Schleppen	0.5	698	-0.5	0.60-1.50	Netz geht über Grund
18.04	Hieven/Schleppen	0.5	518	-0.5	(1.70)-0.90	Netz geht über Grund
18.08	Hieven	0.5	430	-0.5	1.00	Netz vom Grund
18.10	Hieven	0.5	370	-1.0	1.00	-
18.17	Hieven	0.5	0	-	0.80	Netz aus Wasser

sich, daß das Grundschieppnetz um circa den Faktor 3 schlechter fängt. Also ergibt sich für den Vergleich mit dem Agassiztrawl ein korrigierter Wert von 19000 m² für den Halbstundenhol des Grundschieppnetzes. An dieser Stelle muß allerdings betont werden, daß diese speziell auf langsame, bodennahe Invertebraten abgestimmte Umrechnung weder für stark vagile noch für besonders kleine Formen zutrifft. Auch ist ein Gerätevergleich auf der Basis nur eines Vergleichsfanges nur bedingt repräsentativ. Daher sollten die gefundenen Abundanzen als grobe Schätzungen angesehen werden.

2.4. Stationsnetz

Beide Sammelreisen mit FS "Polarstern" führten zur gleichen Jahreszeit (Ende Januar - Anfang März) in das küstennahe südliche und südöstliche Weddellmeer (Abb. 2.3.). Während ANT I (1983) begannen die Arbeiten in der Atka Bucht, erstreckten sich in südwestlicher Richtung über den Filchner Graben hinaus bis hin zur Gould Bay und von dort zurück zur Atka Bucht. Bei ANT II (1984) wurde das Untersuchungsgebiet durch eine engliegende Stationskette in der eisfreien Küstenpolynya parallel zum Filchner-Rönne-Schelfeis bis zur Antarktischen Halbinsel erweitert. Weitere Stationen im Bereich des Filchner Grabens und zwei Stationen im nordöstlichen Weddellmeer schlossen diese Expedition ab. Die Tabellen 2.2. und 2.3. geben genauere Angaben zu den Stationen.

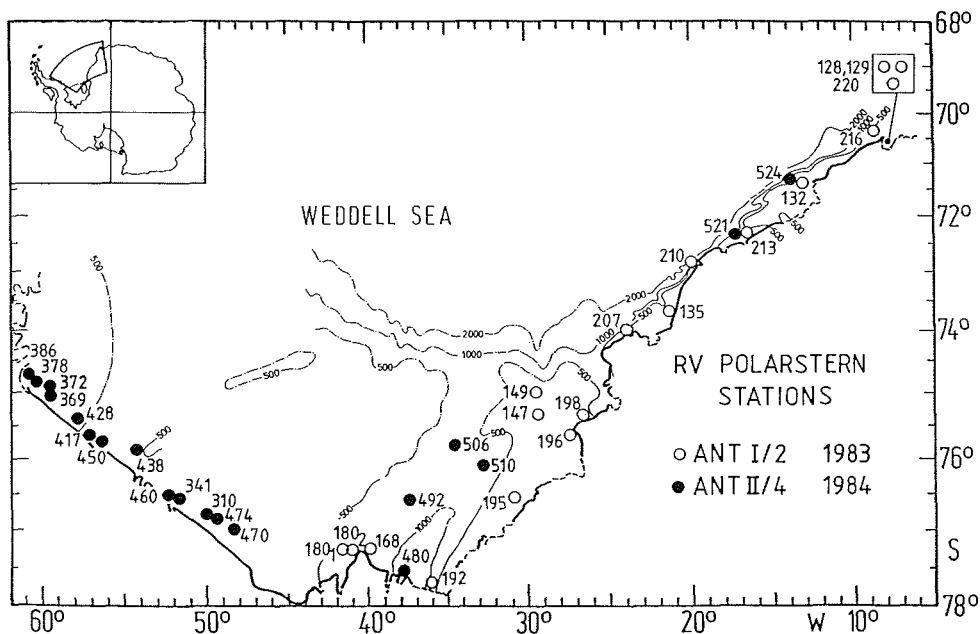


Abb. 2.3. Die Positionen der Agassiz- und Bottomtrawlfänge der Expeditionen ANTARKTIS I/2 (1983) und ANTARKTIS II/4 (1984) mit FS "Polarstern"

Tab. 2.2. Stationsliste der Agassiztrawl- (AGT) und Grundschieppnetz-
fänge (BOT) während ANTARKTIS I/2 (1983) mit FS "Polarstern"

Station	Datum 1983	Position S W	Gerät	Tiefe (m)	GMT (h)	Fläche (m ²)	Sediment
128	04.02.	70°31.1' 8°01.2'	AGT	230	10.11	2625	Schwammassoziation und Sand mit Weichboden
129	04.02.	70°29.9' 8°07.3'	AGT	286	16.20	1110	Schwammassoziation mit Bryozoenschill und Sand
132	06.02.	71°28.0' 13°12.9'	AGT	248	19.01	1890	Schwammassoziation mit Schwammnadel- filz und Weichboden mit Steinen
135	08.02.	73°41.6' 20°55.3'	AGT	205	14.13	1530	Sand mit Weichboden und Steinen
147	11.02.	75°21.9' 29°22.0'	AGT	432	10.50	1530	Weichboden mit wenigen Steinen
149	11.02.	75°00.7' 29°27.4'	AGT	408	20.36	1350	Weichboden mit Steinen
168	15.02.	77°18.4' 40°02.8'	AGT	768	19.54	1770	große Steine mit Weichboden
180 ₁	18.02.	77°19.1' 41°04.9'	BOT	689	13.25	19170 ^X	Weichboden mit wenigen Steinen
180 ₂	18.02.	77°13.7' 40°46.2'	BOT	695	16.30	38340 ^X	Weichboden mit wenigen Steinen
192	21.02.	77°43.8' 36°07.8'	AGT	793	22.11	1140	große Steine mit Weichboden
195	22.02.	76°34.0' 30°54.5'	AGT	363	17.30	1890	Schwammassoziation mit Bryozoenschill und wenigen Steinen
196	23.02.	75°38.6' 27°20.5'	AGT	293	08.00	1620	Schwammassoziation mit Schwammnadel- filz und Bryozoenschill
198	23.02.	75°24.8' 26°46.3'	AGT	230	15.03	2775	Schwammassoziation mit Schwammnadel- filz
207	24.02.	74°03.9' 23°56.9'	AGT	260	21.05	1770	Schwammnadel- filz mit Bryozoenschill
210	25.02.	72°55.1' 19°41.8'	AGT	445	16.00	2910	Weichboden mit Bryozoenschill und wenigen Steinen
213	26.02.	72°25.4' 16°21.1'	AGT	221	10.08	1770	Sand mit Steinen und Bryozoenschill
216	01.03.	70°26.9' 8°39.8'	AGT	330	11.27	2220	Schwammassoziation mit Steinen und Bryozoenschill
220	01.03.	70°30.3' 8°04.0'	BOT	262	20.00	19170 ^X	Schwammassoziation und Sand mit Weich- boden

^X für Vergleich mit AGT korrigierter Wert

Von den 37 hier ausgewerteten Stationen findet sich der größte Teil im Schelfbereich (16 im östlichen Küstengebiet und 9 vor dem Filchner-Rönne-Schelfeis) in Tiefen zwischen 205 und 510 m. Ein Hol wurde am östlichen Schelfrand bei 780 m Wassertiefe durchgeführt. Die restlichen 12 Stationen lagen im Bereich von Depressionen des Schelfs: 4 bei etwa 640 m vor der Antarktischen Halbinsel und 8 im Filchner Graben mit Tiefen von 705 bis 871 und einmal 1176 m.

Tab. 2.3. Stationsliste der Agassiztrawlfänge (AGT) während ANTARKTIS II/4 (1984) mit FS "Polarstern"

Station	Datum 1984	Position S W	Gerät	Tiefe (m)	GMT (h)	Fläche (m ²)	Sediment
310	20.01.	76°52.0' 50°40.4'	AGT	252	18.06	1260	Sand und Bryozoenschill
341	26.01.	76°39.2' 52°09.0'	AGT	297	10.06	1710	Sand mit Weichboden
369	30.01.	75°08.5' 59°38.1'	AGT	631	09.35	3210	große Steine mit Weichboden
372	30.01.	75°00.1' 59°38.0'	AGT	622	15.00	1950	große Steine mit Weichboden
378	31.01.	74°57.3' 60°31.4'	AGT	654	08.08	3180	große Steine mit Weichboden
386	31.01.	74°49.7' 61°08.3'	AGT	634	17.23	3390	große Steine mit Weichboden
417	05.02.	75°46.1' 56°50.8'	AGT	346	14.15	2700	große Steine mit Weichboden
428	06.02.	75°31.1' 57°51.7'	AGT	531	18.43	2400	Sand mit Weichboden
438	07.02.	76°09.7' 54°21.4'	AGT	423	13.32	2520	Weichboden mit Sand
450	08.02.	75°49.2' 56°15.1'	AGT	450	17.09	3000	große Steine mit Weichboden
460	12.02.	76°37.2' 52°18.1'	AGT	313	03.10	2640	Sand mit Weichboden
470	14.02.	77°07.5' 48°35.8'	AGT	233	06.08	2340	Sand mit Weichboden
474	14.02.	76°56.7' 49°44.0'	AGT	220	11.04	2340	Sand mit Bryozoenschill
480	17.02.	77°36.8' 37°56.0'	AGT	1176	14.30	4530	Steine mit Weichboden
492	21.02.	76°37.4' 37°02.6'	AGT	871	09.00	3540	Weichboden mit Steinen
506	22.02.	75°51.1' 34°24.5'	AGT	705	09.11	1980	Weichboden mit Steinen
510	22.02.	76°08.4' 32°37.6'	AGT	787	15.10	1980	große Steine mit Weichboden
521	24.02.	72°24.0' 17°17.3'	AGT	780	17.55	3600	Schwammadelfilz mit Bryozoenschill und Steinen
524	25.02.	71°23.9' 13°58.8'	AGT	325	06.03.	2400	Schwammassoziation mit Bryozoenschill

2.5. Sortieren und Konservieren der Fänge

Nach dem Fang wurde zunächst das Fangvolumen abgeschätzt. Bei sehr hohen Sedimentanteilen (Silt und/oder Steine) mußte vor der Sortierarbeit der Hol durch den groben Rosteinsatz des Bodengreifertisches (er hält Gestein zurück) und große lmm-Siebe gespült werden. Danach wurde an Deck oder in Schiffslabors nach Grobtaxa sortiert. Bei sehr großen Fangmengen

wurde eine möglichst repräsentative Unterprobe genommen. Die einzelnen Grobtaxa wurden getrennt in Kautexflaschen mit einer 4%igen Formaldehyd/Seewasserlösung aufbewahrt. Der pH-Wert wurde mit Borax auf etwa 7.5 eingestellt. Nach drei Monaten wurde wiederum mit Borax nachgepuffert, um den abgesunkenen pH-Wert auf den Sollwert zu erhöhen. Bestimmte Taxa, wie z.B. Fische, Cephalopoden und teilweise Holothurien, wurden für gesonderte Untersuchungen bei -18°C auf Eis gelegt.

Die Sortierarbeiten wurden im Institut für Polarökologie der Universität Kiel fortgesetzt. Für das Arbeiten mit den großen Formalinmengen stand sowohl ein leistungsfähiger Abzug mit Formaldehyd-Filterkartusche (Typ Captair-Erlab 4000 C) als auch ein Absaugarm (System Nedermann 500 134) für den Sortierplatz zur Verfügung. Die Grobtaxa wurden, soweit zeitlich vertretbar, bis zu einem möglichst hohen taxonomischen Niveau sortiert, im Idealfall bis zur Art. Danach wurden Abundanz und Biomasse erfaßt. Bei der Bestimmung waren ein Wild-Stereo-Mikroskop (Typ M8) sowie eine Kaltlichtquelle hilfreich. Zur Gewebeauflösung beim Präparieren von Stacheln und Platten der Seesterne bewährte sich ein natriumhypochlorit- und hydroxidhaltiger Haushaltsreiniger (Domestos).

Für eine Reihe von Tiergruppen wurde der Rat von Experten eingeholt. Nähere Angaben dazu und zu den Bestimmungsniveaus der einzelnen Taxa finden sich im Ergebnisteil dieser Arbeit (siehe Kapitel 4.1.ff.).

2.6. Auswertung, Gemeinschaftsanalyse

Zum Vergleich von Abundanzen der Taxa wurden die Fangzahlen auf Tiere pro 1000 m^2 befischte Fläche umgerechnet und in Verbreitungskarten dargestellt. Bei den 34 Agassiztrawlfängen lag die Fangfläche zwischen 1110 und 4530 m^2 , im Mittel bei 2310 m^2 ($s=\pm 793$) (vgl. Tab. 2.2. und 2.3.).

Die Klassifizierung von Stationen bezüglich ihrer Artenzusammensetzung wurde aufgrund des großen Datenmaterials mit Hilfe multivariater Computerverfahren (Clusteranalyse) durchgeführt. Umfassende Beschreibungen der Clusteranalyse finden sich in einer Reihe von Arbeiten, so z.B. in SNEATH & SOKAL (1973) und STEINHAUSEN & LANGER (1977). Herr Dr. Meyer (Institut für Polarökologie, Kiel) stellte das Programm CLUST.ALG (MEYER & BÖLTER 1981) zur Verfügung. Mit CLUST.ALG wurden die Daten an einem Timesharing-Rechner des Rechenzentrums der Universität Kiel (PDP 10, Digital Equipment Corporation) analysiert.

Die Clusteranalyse soll nach STEINHAUSEN & LANGER (1977) sehr viele Objekte, Einheiten oder Elemente in kleinere und homogene Gruppen, Klassen oder Cluster aufteilen. Sie führt also eine Gruppierung im Hinblick auf Ähnlichkeiten oder Distanzen durch.

Bei der Analyse wird zunächst eine Datenmatrix (in dieser Arbeit aus Stationen und Arten) transformiert. Im nächsten Schritt wird daraus eine Ähnlichkeitsmatrix abgeleitet. Schließlich können die Resultate in Form von Dendrogrammen dargestellt werden.

Aus der Vielzahl möglicher Ähnlichkeitsindices (Übersichten geben BOCK (1974) und WILLIAMS & LANCE (1977)) wurden für diese Arbeit der Jaccard Index und die Canberra Metrik ausgewählt.

Der Jaccard Index (JACCARD 1902) berücksichtigt bei der Gruppierung allein die Präsenz oder Abwesenheit von Merkmalen (hier Arten). Es handelt sich dabei also um einen qualitativen Vergleich.

$$\text{Jaccard Index: } d = \frac{b + c}{a + b + c}$$

a = Anzahl der Arten, die auf Station 1 und 2 vorkommen

b = Anzahl der Arten, die nur auf Station 1 vorkommen

c = Anzahl der Arten, die nur auf Station 2 vorkommen

Für die Gemeinschaftsanalyse mit quantitativen und qualitativen Daten eignet sich als Distanzmaß die Canberra Metrik (LANCE & WILLIAMS 1967). Sie berücksichtigt sowohl die Artenzusammensetzung als auch die Abundanz der Arten.

$$\text{Canberra Metrik: } d_{ij} = \sum_{l=1}^m \frac{|x_{il} - x_{jl}|}{x_{il} + x_{jl}} \quad \begin{array}{l} l = \text{Art 1, Art 2, \dots, Art } m \\ x_{il} = \text{Art } l \text{ auf Station } i \\ x_{jl} = \text{Art } l \text{ auf Station } j \end{array}$$

Vor der Berechnung wurden die Abundanzwerte der einzelnen Taxa auf %-Anteile an der Gesamtabundanz der jeweiligen Station normiert.

Die Elemente (z.B. Stationen) werden nun nach den jeweils zwischen zwei Elementen errechneten Distanzen sortiert. Die Verknüpfung der entstehenden Klein-Gruppen wurde mit dem Average Linkage und dem Complete Linkage (vgl. STEINHAUSEN & LANGER 1977, S.77f.) durchgeführt. Im Gegensatz zum Average Linkage bildet das Complete-Linkage-Verfahren relativ scharf abgegrenzte Gruppen. Es wurde bevorzugt angewandt.

Die Diversität und Äquität wurden zur weiteren Kennzeichnung der gefundenen Gemeinschaften berechnet.

Der Diversitätsindex nach Shannon - Wiener lautet (SHANNON & WEAVER 1963) :

$$\text{Diversitätsindex } H' = - \sum_{i=1}^s \frac{n_i}{N} \log_2 \frac{n_i}{N}$$

N = Gesamtindividuenzahl

n_i = Individuenzahl der Art i

s = Gesamtartenzahl

Die Äquität (oder evenness) ist ein Maß für die Verteilungsweise der vorhandenen Individuen auf die Arten. Sie ist eine relative Größe und definiert als (PIELOU 1975) :

$$\text{Äquität } E = \frac{H'}{H_{\max}}$$

H' = Diversitätsindex

H_{\max} = maximale Diversität ($H_{\max} = \log_2 s$)

E ist 0, wenn nur eine Art in der Probe vorhanden ist. E ist 1, wenn alle Arten in gleich hoher Anzahl vorkommen.

3. Untersuchungsgebiet

3.1. Topographie

In der folgenden Beschreibung beschränke ich mich auf den südlichen Bereich des Weddellmeeres, wie er in Abb. 3.1. dargestellt ist.

Die etwa 2500 km lange Küste zwischen der Atka Bucht und der Antarktischen Halbinsel besteht im wesentlichen aus Schelfeiskanten. An keiner Stelle ist die Küste eisfrei. Damit fehlt ein Litoral. Eine zweite Küstenlinie liegt unter dem Eis dort, wo das Schelfeis vom Boden abhebt. Diese "grounding line" kann mehrere hundert Kilometer landeinwärts von der Schelfeiskante entfernt sein (wie z.B. unter dem Filchner-Rönne Schelfeis).

Mit Ausnahme des südwestlichen Teiles ist die Bathymetrie des Weddellmeeres heute in groben Zügen bekannt. KVINJE (1968), CARMACK & FOSTER (1977), KOHNEN (1981b) und JOHNSON *et al.* (1981) liefern dazu die neuesten Beiträge. Von der Gesamtfläche des Weddellmeeres machen die Schelfgebiete etwa 25% aus. Durch die Last des Eisschildes gesenkt, liegt in der Antarktis der Schelf außergewöhnlich tief. Die Oberkante des Kontinentalabhanges verläuft im Untersuchungsgebiet etwa bei der 600m-Linie. Der östliche Bereich von 8 bis 25°W zeichnet sich durch einen relativ schmalen Schelf von 10 bis 100 km Breite vor der Schelfeiskante aus. Bei Kap Norvegia (71.5°S/13°W) ist er beispielsweise 30 km breit (GROBE, 1986). Die Tiefen liegen hier zwischen 225 m an der Eiskante und 500 m am Kontinentalabhang. Eine für das Gebiet bemerkenswert geringe Wassertiefe von 48 m fand WEGNER (1981) in der inneren Atka Bucht. Der Kontinentalabhang im östlichen Bereich ist mit 9° sehr steil. GROBE (1986) ermittelte bei Kap Norvegia zwischen 500 und 2000 m sogar 12°.

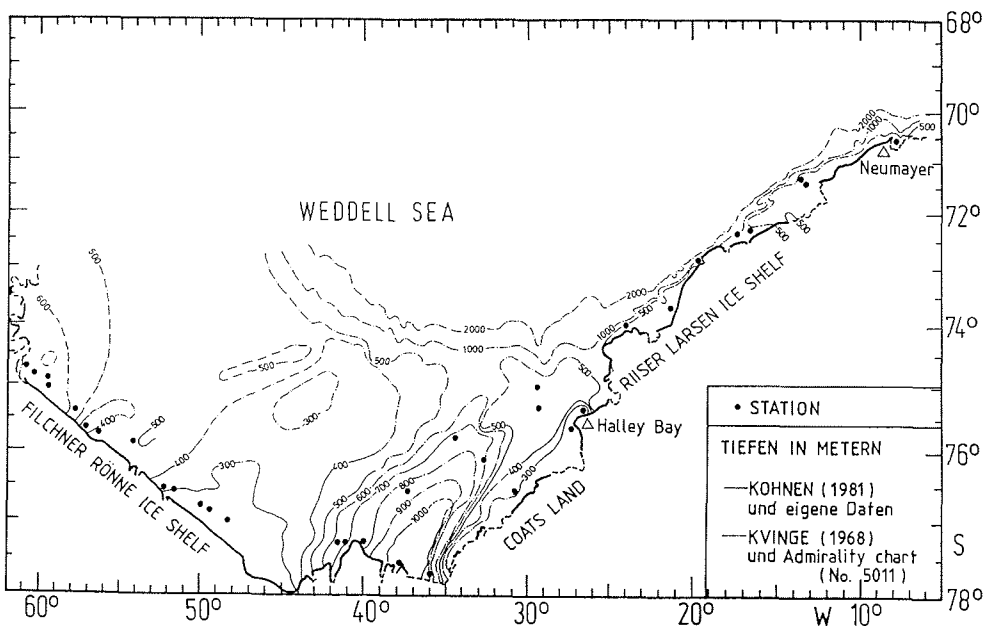


Abb. 3.1. Bathymetrie des südlichen Weddellmeeres

Im südlichen Weddellmeer westlich von 25°W ist der Kontinentalhang weniger steil (3°). Auch ist hier der Schelf beträchtlich breiter. Er erreicht eine Ausdehnung von 500 km vor dem Filchner-Rönne Schelfeis. Die Morphologie des südlichen Schelfs wird von zwei Depressionen und einem Rücken geprägt. Der Filchner Graben mit Tiefen von bis zu 1200 m am Filchner Schelfeis erstreckt sich fast 600 km nordostwärts (BEHRENDT, 1962). Zum Kontinentalhang weist er eine Schwellentiefe von etwa 600 m auf. Westlich des Filchner Grabens und nördlich der Berkner Insel zieht sich ein breites morphologisches Hoch mit Tiefen um 300 m bis zum Schelfrand nach Norden. Vor der Antarktischen Halbinsel schließlich sinkt der Meeresboden wieder auf über 650 m ab. Der westliche Schelf an der Antarktischen Halbinsel ist wegen der schweren Eisverhältnisse für Schiffe kaum zugänglich. Daher sind auch nur spärliche Informationen darüber erhältlich. ANDERSON (1972) gibt eine einheitliche Breite von etwa 225 km an. Der Schelfabhang soll ähnlich wie im südlichen Bereich relativ flach sein.

3.2. Sedimente

Sedimente und Sedimentationsprozesse im Weddellmeer sind Gegenstand einer Reihe von Publikationen. Die Arbeiten von ANDERSON (1972), ANDERSON et al. (1980), ORHEIM & ELVERHOI (1981), ELVERHOI & ROALDSET (1983), HAASE (1986) und GROBE (1986) dienen als Grundlage für die folgende Zusammenfassung.

Glazialmarine und glaziale Sedimente bestimmen im wesentlichen die Ablagerungen des Weddellmeer-Schelfs. Sie sind durch Eis transportiert und dann abgelagert worden. Dieser Prozeß dauert heute noch an. Die Korngrößen zeigen in ungestörten Lagen ein für glaziale Sedimente typisch breites Spektrum. Die meist terrigenen Bestandteile reichen von feinen Tonen über Silt und Sand bis hin zu Kies, Steinen und Findlingen. Durch Eiseinwirkung, Strömungen oder gravitativen Sedimenttransport kann die Korngrößenverteilung nach der Ablagerung weiter beeinflußt werden.

Durch Strömung kommt es beispielsweise in flachen, küstennahen Bereichen zum Abtransport von Teilen der feinen Fraktion. Höhere Anteile von groben Sedimenten bestimmen das Bild. Sand findet sich besonders in geringen Tiefen (F350 m) im Einflußbereich von starken Bodenströmungen, wie dies vor der Ostküste und auf dem morphologischen Hoch vor dem Filchner-Rönne Schelfeis der Fall ist (Abb. 3.2.). ROBIN et al. (1983) stellten z.B. an der Schelfeiskante vor der Filchner Station (77°S/50°W) Tidenströme bis zu 40 cm/s fest.

Weite Bereiche des Schelfs sind von Weichböden (Tone und Silte) bedeckt, die einen wechselnden Anteil von Sand-, Kies- oder Steineinlagerungen aufweisen. Diese Sedimente sind nach ORHEIM & ELVERHOI (1981) gegen Ende des Pleistozäns entstanden, als das auf dem Meeresboden liegende Schelfeis durch Anstieg des Meeresspiegels aufschwamm. Die Unterseite des Eises taute nach und nach auf und gab die hier eingefrorenen Sedimente frei. Da sie einen hohen Tonanteil hatten, findet sich der Ton besonders häufig im rezenten Meeresboden.

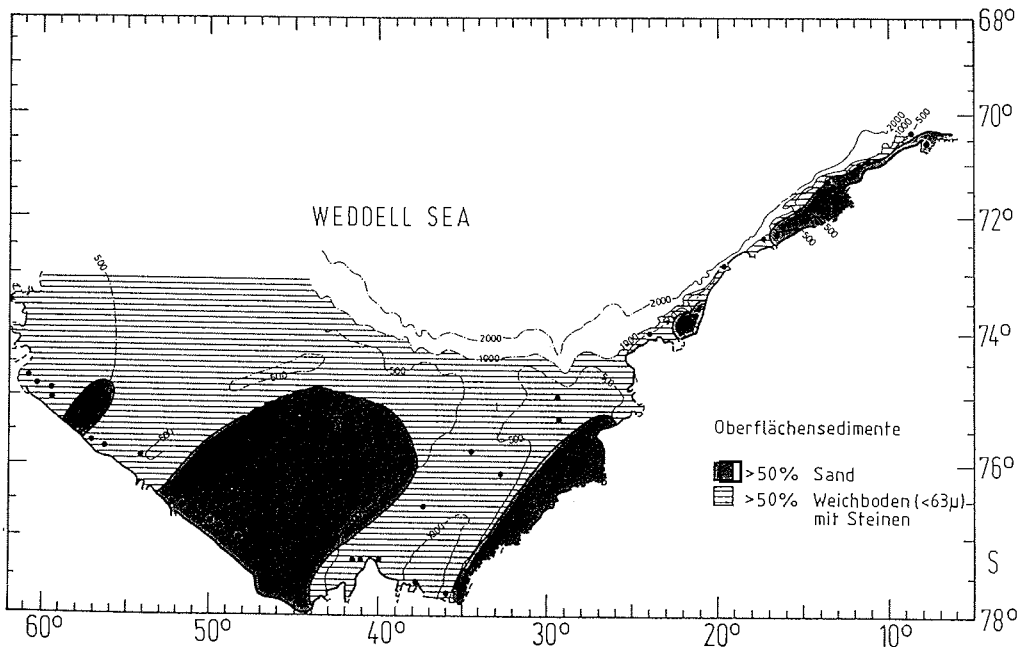


Abb. 3.2. Verteilung der Oberflächensedimente bis zu 1000m-Tiefenlinie (Quellen siehe Text)

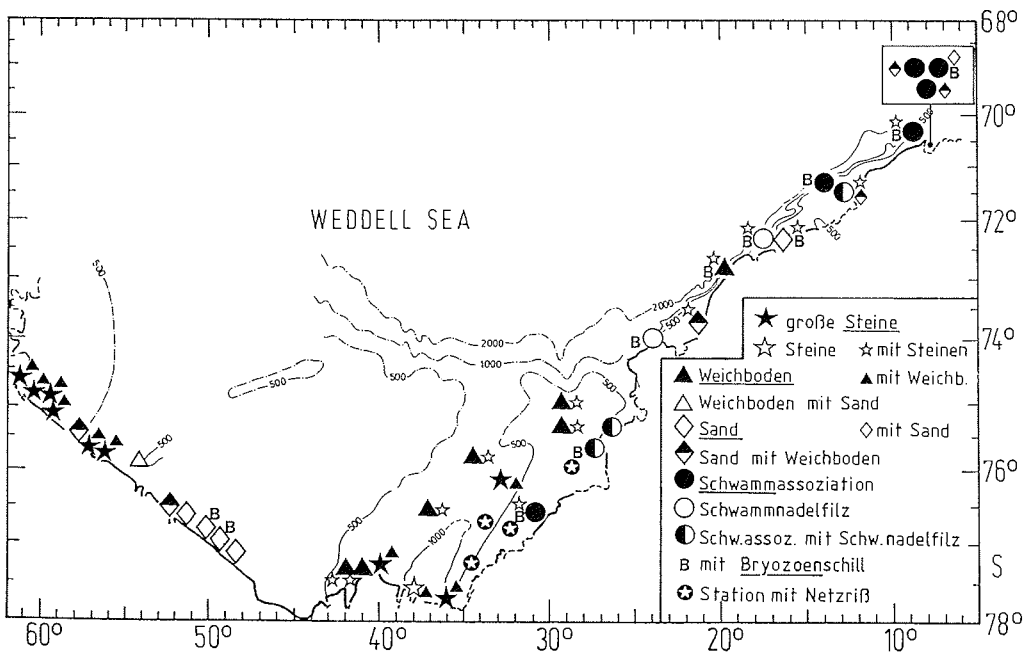


Abb. 3.3. Oberflächennahe Sedimente mit ihren biogenen Anteilen auf den Stationen. Nach GROBE (1986), HAASE (1986), MELLES (pers. Mitt.) und eigenen Daten.

Eintrag terrestrischer Sedimente ist heute gering. Ein Großteil der Gesteinsfracht des Inlandeises wird durch das unterseitige Schmelzen des aufschwimmenden Schelfeises verloren, noch bevor es die Schelfeiskante erreicht hat. Die Tafelbergberge des Weddellmeeres sind folglich fast frei von Sedimenten.

Dennoch erfolgt der Haupteintrag heute durch Gletschereisberge, die direkt von aufliegendem Eis abbrechen. Stark unsortierte Sedimente mit Steinen bis zu Findlingsgröße finden sich daher besonders am Fuß der Antarktischen Halbinsel und auf dem Schelf vor Coatsland südlich von Halley Bay. Dieser letztgenannten Küste ist kaum Schelfeis vorgelagert und große Gletscher wie der Dawson-Lambton-Gletscher im Norden oder der Schweitzer/Lerchenfeld-Gletscher an der Vahselbucht kalben direkt in das Weddellmeer. Bezeichnenderweise erbrachte von 5 Agassiztrawlfängen vor dieser im südöstlichen Weddellmeer gelegenen Küste nur einer Material. 4 andere Hols scheiterten an Netzriß durch unreinen Grund (Abb. 3.3.).

An biogenen Sedimenten finden sich besonders auf dem östlichen Schelf Polster von Schwammnadeln ("Schwammnadelnester"). Diese bilden sich auch in tieferen Schichten von Sedimentkernen als "Schwammnadelnester" (GROBE 1985) ab. Ansammlungen von Bryozoenschilf treten an einigen Stationen als weiteres biogenes Sediment auf. Der Anteil von Diatomeen am Schelfsediment ist sehr gering. GROBE (1986) gibt für den Schelf vor Kap Norvegia eine Sedimentationsrate von 0-3 cm pro 1000 Jahre an.

In Abb. 3.3. wird eine Übersicht über die auf den Stationen vorgefundenen Sedimente mit ihren biogenen Komponenten gegeben. Daten aus Großkastengreifern gleicher Position wurden dabei berücksichtigt (GROBE, 1986; HAASE, 1986; MELLES, pers. Mitt.). Als Weichböden werden schwach sandige siltige Tone bis tonige Silte bezeichnet, mit einer Korngröße von $\leq 63 \mu\text{m}$. Ein Anteil von Sand bzw. Weichbodenpartikeln am Sediment wird nur dann durch ein besonderes Symbol gekennzeichnet, wenn er mehr als 5% am Gesamtsediment der Probe beträgt.

Bei der Übersicht der Verteilung der Oberflächensedimente bis zur 1000m-Tiefenlinie (Abb. 3.2.) gingen neben den in Abb. 3.3. verwandten Quellen noch Daten aus ANDERSON (1972) und ANDERSON et al. (1983) mit ein.

3.3. Hydrographie

HELLMER & BERSCH (1985) geben eine aktuelle Zusammenfassung des hydrographischen Wissens über das Weddellmeer.

Im Schelfbereich des Weddellmeeres finden sich eine Vielzahl von Wassermassen. Diese sollen anhand zweier Temperaturschnitte (Abb. 3.4.) dargestellt werden. Der Schnitt in Abb. 3.4.a nach GAMMELSRÖD & SLOTSVIK (1981) verläuft parallel zum Filchner-Rönne Schelfeis von NW nach SO. Eine nur lückenhafte Aufnahme der physikalisch-ozeanographischen Verhältnisse des gleichen Gebietes wurde während ANT II (1984) (also parallel zur Probennahme) durchgeführt (ROHARDT & AUGSTEIN 1985). Da diese aber die Befunde von GAMMELSRÖD & SLOTSVIK bestätigt, wurde der abgebildete, vollständige Schnitt bevorzugt. Auf beiden Seiten des Filchner Grabens und über der Schwelle vor der Antarktischen Halbinsel findet sich Eisschelfwasser (ISW, Ice Shelf Water) mit Temperaturen unter -2.0°C

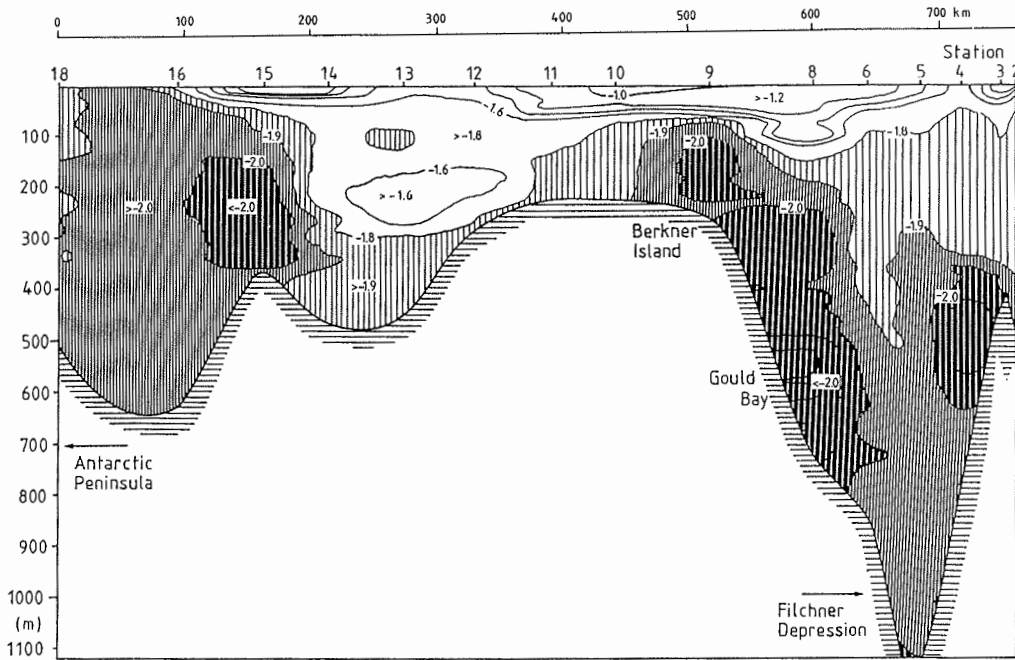


Abb. 3.4.a Temperaturverteilung im Januar/Februar 1980 entlang der Schelfeiskante von der Antarktischen Halbinsel bis zum Filchner Graben (verändert nach GAMMELSDROD & SLOTSVIK 1981)

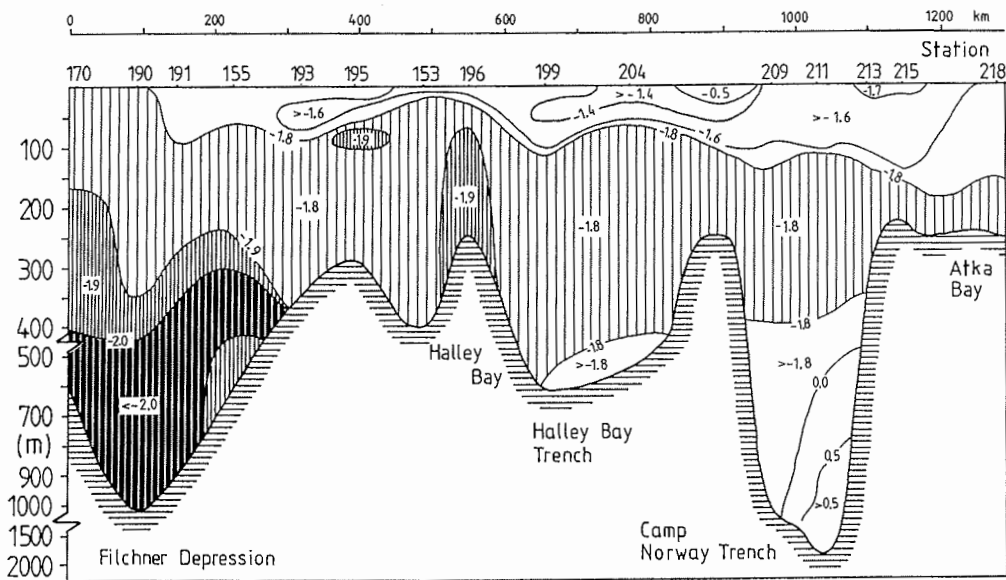


Abb. 3.4.b Temperaturverteilung im Februar/März 1983 entlang der Schelfeiskante vom Filchner Graben bis zur Atka Bucht (verändert nach PIATKOWSKI, 1987)

und Salzgehalten von 34.60‰. Das ISW entsteht nach CARMACK & FOSTER (1975) unter dem Schelfeis, wenn das Western Shelf Water (WSW, s.u.) hier abkühlt und dabei durch tauendes Eis aufgesüßt wird. Da der Gefrierpunkt des Wassers mit steigendem Druck sinkt, kann unter dem Schelfeis im Wasser eine potentielle Temperatur bis -2.4°C gemessen werden. Wandert nun dieses "supercooled water" durch Auftriebserscheinungen, die durch katabatische Winde an der Schelfeiskante ausgelöst wurden, in Richtung Oberfläche, so erhöht sich durch abnehmenden Druck der Gefrierpunkt und es kann zu Eiskristallbildung kommen (vgl. DIECKMANN *et al.*, 1986).

Bei Berkner Island und weiter westlich findet sich auf dem flachen Schelf kaltes westliches Schelfwasser (WSW, Western Shelf Water). Es hat Temperaturen um -1.9°C und ist durch einen hohen Salzgehalt von mehr als 34.70‰ in Bodennähe charakterisiert. Nach Westen hin steigt der Salzgehalt bis auf 34.84‰ an der Antarktischen Halbinsel. Hier findet sich das dichteste Wasser des Weddellmeeres mit einem Wert von $\alpha_t = 28.08$ (CARMACK, 1974). Die hohen Salzgehalte in diesem Gebiet sind nach GILL (1973) auf die bei der Bildung von Meereis freigesetzte Sole, den Abtransport des Eises und die damit verbundene Anreicherung von Salz im Wasser zurückzuführen.

Westlich des flachen Schelfs vor dem Filchner-Rönne Schelfeis trifft man in 200 bis 300 m Tiefe auf einen Einschub wärmeren und weniger salzhaltigen Wassers. GAMMELSRÖD & SLOTSVIK (1981) vermuten eine Herkunft von außerhalb der Schelfregion. Danach könnte es sich um einen Zweig des am Schelfhang nach Westen fließenden Küstenstroms handeln. Eine andere Vermutung sieht das bei 40°W küstenwärts fließende Modified Warm Deep Water (CARMACK & FOSTER, 1975) als Ursprung dieses Einschubs an.

Über den oben beschriebenen Wassermassen befindet sich eine sommerliche, erwärmte Deckschicht mit Temperaturen über -1.6°C und Salzgehalten unter 34.4‰. Diese Deckschicht reicht über den gesamten Schelf von der Atka Bucht (Abb. 3.4.b) bis etwa 100 km vor die Antarktische Halbinsel. Im Nordwesten ist sie bis 140 m dick und nimmt nach Südwesten und Westen an Mächtigkeit ab.

Der Temperaturschnitt in Abb. 3.4.b basiert auf Messungen mit einer CTD-Sonde, die während der ANT I 1983 ausgeführt wurden (Stationsdaten in DRESCHER *et al.*, 1983). Dargestellt ist ein küstennaher, nordöstlich verlaufender Schnitt von der östlichen Gould Bay bis zur Atka Bucht.

Im Filchner Graben herrschen Eisschelfwasser (ISW) und westliches Schelfwasser (WSW) vor, wie es schon Abb. 3.4.a für 1979/80 zeigte. Das Fehlen der sommerlichen Deckschicht über dem Filchner Graben 1983 (Abb. 3.4.b) ist durch stärkere Eisbedeckung im Vergleich zu 1979/80 zu erklären (vgl. KOHNEN & SCHWARZ, 1981). Auch kommt Auftrieb von kälterem Western Shelf Water als Ursache in Betracht.

Der größte Wasserkörper auf dem Schelf östlich des Filchner Grabens ist das östliche Schelfwasser (ESW, Eastern Shelf Water). Es ist salzreicher und kälter als die sommerliche Deckschicht und entsteht bei der winterlichen Eisbildung durch thermohaline Konvektionsprozesse. Außerhalb des Schelfs nennt man es daher auch Winterwasser (WW, Winter Water). Das ESW zeigt Salzgehalte zwischen 34.28 und 34.44‰ und ist damit deutlich

vom Western Shelf Water unterschieden ($S \geq 35.56\text{‰}$). Die Temperaturen variieren in beiden Schelfwassern von -2.0 bis -1.6°C .

Warmes Tiefenwasser (WDW, Warm Deep Water) mit Temperaturen über 0°C und $S \geq 34.6\text{‰}$ findet sich in einem Graben bei Camp Norway (73°S).

Aufgrund der tiefgreifenden Vertikalkonvektion und der niedrigen Temperaturen ist der Sauerstoffgehalt im Schelfwasser des Weddellmeeres (ESW, WSW, ISW) sehr hoch. Damit stellt er keinen limitierenden Faktor für die Besiedlung dar. CARMACK (1974) gibt für das östliche (ESW) und westliche Schelfwasser (WSW) Werte zwischen 6.9 und 7.4 ml/l O_2 an.

Die Wasserzirkulation des Weddellmeeres wird von einem großen zyklonischen Wirbel dominiert. Als Teil der Ostwinddrift folgt der westwärts gerichtete Antarktische Küstenstrom dem Verlauf der Küste und des Kontinentalabhanges. Dieser Oberflächenstrom wird bis 100 km breit und erreicht maximale Geschwindigkeiten von 40 cm/s (CARMACK & FOSTER, 1977). Zwischen dem nordöstlichen Ende des Filchner Grabens und Halley Bay bei 27°W findet sich eine Divergenz (GILL, 1973). Der eine Teil der Wassermassen fließt weiter entlang der Küste nach Südwesten zum Filchner Schelfeis, während der andere nach Westen am Kontinentalhang entlangsetzt. Im Filchner Graben strömt am flachen Westhang Eisschelfwasser (ISW) nach Norden und zirkuliert an der Ostseite wieder unter das Schelfeis zurück nach Süden.

Auf dem Schelf des südlichen Weddellmeeres wird die Oberflächenströmung durch zwei zyklonische Strömungen charakterisiert (vgl. Abb. 3.5.). In Bodennähe findet sich hier das kalte und dichte westliche Schelfwasser (WSW). Aus ihm entsteht durch Einstrom unter das Schelfeis das Eisschelfwasser (s.o.). Aus weiten Bereichen des südlichen Schelfs fließt das WSW zum Kontinentalrand und bildet dort unter Vermischung mit anderen Wassermassen das Weddellmeer-Bodenwasser (WSBW, Weddell Sea Bottom Water) (CARMACK & FOSTER, 1977).

Insgesamt sind die Strömungsgeschwindigkeiten gering. Weitaus größere Bedeutung für den Sedimenttransport haben die Tidenströme (vgl. Kap. 3.2.). THIEL et al. (1960) errechneten für den Weddellmeer-Schelf Tidenströme von 10 bis 15 cm/s . In einer Dauerstation an der Schelfeisfront vor der Filchner Station ($77^\circ\text{S}/50^\circ\text{W}$) fanden GAMMELSRÖD & SLOTSVIK (1981) eine gemischte, überwiegend halbtägige Gezeitenform mit Strom von maximal 30 bis 40 cm/s . Der Tidenhub betrug 265 cm . Synchron zur Tide beobachteten sie regelmäßig bei nordostwärts gerichtetem Strom starke Auftriebserscheinungen mit Durchmischung der Wassersäule. Dieses könnte auf die Primärproduktion Auswirkungen haben.

ROBIN et al. (1983) beschreiben nach der Signalreflexionsstärke von der Schelfeisunterseite und hydrographischen Befunden an der Schelfeisfront eine Zirkulation von Meerwasser unter dem Filchner-Rönne Schelfeis. Neben der oben beschriebenen Zirkulation im Bereich des Filchner Grabens existiert eine weitere zyklonale Strömung mit Einstrom westlich der Berkner Insel und Ausstrom vor der Antarktischen Halbinsel (Abb. 3.5.). Eine Verbindung besteht zwischen dem Wasser unter dem Filchner und unter dem Rönne Schelfeis südlich der Berkner Insel. Dort befindet sich unterhalb des Schelfeises noch eine Wassersäule von 600 m .

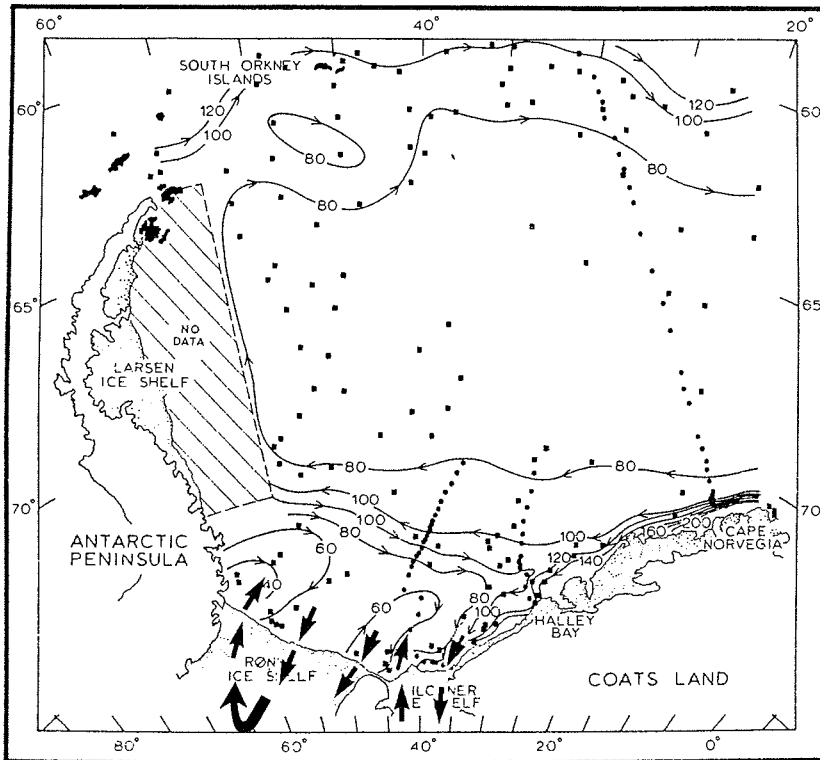


Abb. 3.5. Dynamische Topographie der 50/300-Decibar-Schicht (aus CARMACK & FOSTER, 1977). Pfeile des Ein- und Ausstromes im Bereich der Schelfeiskante des Filchner-Rönne Schelfeises nach ROBIN et al. (1983).

3.4. Eisbedeckung

Große Teile des Weddellmeeres sind über das ganze Jahr von meist einjährigen Packeisfeldern bedeckt. Im August beträgt die Packeisfläche maximal $4,36 \times 10^6 \text{ km}^2$ und im Februar bei der geringsten Ausdehnung $1,14 \times 10^6 \text{ km}^2$ (ROPELEWSKI, 1983). Im Winter reicht das Eis nördlich bis 60°S (FOSTER, 1981). Im Südsommer dagegen dehnt sich eine eisfreie Zone entlang der Ostküste bis Coatsland. Kleinere Treibeisfelder können aber auf dem östlichen Schelf in Küstennähe auch im Sommer auftreten.

Sehr unterschiedliche Eisbedeckung findet sich von Jahr zu Jahr westlich von 25°W . Manchmal wird dieses Gebiet im Südsommer überhaupt nicht eisfrei. Aber auch in günstigen Jahren verbleibt eine Fläche von $8 \times 10^5 \text{ km}^2$ östlich der Antarktischen Halbinsel unter Packeis. An der Schelfeisfront vor dem Filchner-Rönne Schelfeis bildet sich im Sommer regelmäßig eine Küstenpolynya aus, die teilweise auch im Winter auf Satellitenbildern erkennbar ist. Diese zum Schelfeis parallel verlaufende, eisfreie Rinne entsteht durch katabatische Winde, die das Packeis nach Norden treiben. Ihre Ausdehnung kann, wie 1980 geschehen, bis zu 180 Seemeilen

nach Norden reichen (KOHNNEN & SCHWARZ, 1981). Dann ist ein Befahren dieses Seegebiets bis hin zur Antarktischen Halbinsel gut möglich (vgl. STRÜBING, 1982). In ungünstigen Jahren ist ein Vordringen nicht (wie 1983 bei ANT I) oder nur unter erschwerten Bedingungen (wie 1984 bei ANT II) möglich (vgl. MILLER, 1984). 1984 existierte nur im Westen die sommerliche Küstenpolynya. Der Filchner Graben bis zur westlichen Gould Bay war zunächst mit dichtem Packeis bedeckt. Sommerliche Neueisbildung erschwerte noch die Eisverhältnisse.

Die von GAMMELSDROD & SLOTSVIK (1981) an der Schelfeiskante beobachteten Auftriebserscheinungen mit ihren möglichen biologischen Auswirkungen wurden in Kap. 3.3. bereits beschrieben. Einfluß auf die sessilen Bodentiere wird auch das langsam vorstoßende Schelfeis haben. Zuwachsraten bis zu 1500 m/Jahr, westlich von der Berkner Insel 1050 m/Jahr (KOHNNEN, 1982), wurden beobachtet. ZAKHAROV & KOTLYAKOV (1980) stellten fest, daß sich große Eisschelfe über viele Jahre hinweg ohne nennenswertes Kalben vorwärtsbewegen. Dieser Tatbestand findet sich nach LANGE (1985) auch im östlichen und südlichen Weddellmeer seit 26 Jahren. Damit hätte sich z.B. das Rönne Schelfeis gut 26 km nach Nordwesten über die 1959 an der Schelfeisfront lebende sessile Fauna geschoben. Mechanischen Schaden nehmen die Bodentiere deshalb nicht, da unter dem 200 m dicken Schelfeis noch eine freie Wassersäule von 100 bis 400 m Mächtigkeit liegt (vgl. ROBIN et al., 1983).

3.5. Primärproduktion und Sedimentation

Ein Großteil der Bodenorganismen bezieht seine Nahrung direkt aus dem vom Phytoplankton produzierten und dann herabsinkenden Material. Daher kommt der Primärproduktion und ihrer Sedimentation große Bedeutung zu.

Die Produktionsperiode des antarktischen Phytoplanktons ist durch Eisbedeckung und winterliche Dunkelheit auf nur wenige Monate beschränkt, dabei aber in der Tages- und Jahresproduktion kaum von den reichlich vorhandenen Nährstoffen (wie N, P, Si) limitiert. Faktoren wie Sonneneinstrahlung, Eisbedeckung, Auftrieb, Stabilität der Schichtung, Grazing und Freisetzen von Eisalgen durch schmelzendes Packeis haben eine größere Bedeutung (vgl. von BRÜCKEL, 1985; SMITH & NELSON, 1986).

Daten der Produktion des Phytoplanktons in der Weddell See (EL-SAYED, 1971; EL-SAYED & MANDELLI, 1965; EL-SAYED & TAGUCHI, 1981; von BRÜCKEL, 1985) zeigen starke zeitliche und regionale Unterschiede, wobei die südlichen und östlichen Schelfbereiche die höchsten Werte aufweisen (Tab. 3.1.). Die Primärproduktionsraten von $1670 \text{ mg C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ im Maximum und mit Durchschnittswerten zwischen 400 und $700 \text{ mg C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ sind selbst für die Antarktis bemerkenswert hoch (HOLM-HANSEN et al., 1977). SMITH & NELSON (1986) schätzen für die Packeiszone der Weddell See eine Jahresproduktion von $100 \times 10^{12} \text{ g C a}^{-1}$, ohne allerdings brauchbare Daten für die Monate außerhalb des Sommers zu haben.

Sedimentationsraten aus dem südlichen Weddellmeer sind bisher nicht bekannt. Von BODUNGEN et al. (1986) fanden am nordöstlichen Ausgang der Bransfield Straße bei einer ähnlich hohen Tagesproduktion wie im südlichen Weddellmeer Sedimentationsraten von 450 bis $1400 \text{ mg C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$. Der Hauptanteil in den Fällen setzte sich aus intakten Diatomeen-Aggrega-

Tab. 3.1. Primärproduktionsraten aus verschiedenen Gebieten des Weddellmeeres (aus von BRÖCKEL, 1985)

Primary production (mg C m ⁻² d ⁻¹)				Region of Weddell Sea	Month and year of sampling	Author
Average	Max.	Min.	n			
105	147	58	3	north-western	Jan./Feb., 1978	von Bröckel 1981
232	327	28	6	north-western	February, 1981	von Bröckel unpublished
104	—	39	11	northern-central	Feb./March, 1977	El-Sayed and Taguchi 1981
456	680	160	5	south-eastern	January, 1964	El-Sayed and Mandelli 1965
401	680	—	6	south-eastern	Feb./March, 1977	El-Sayed and Taguchi 1981
674	1670	80	18	south-eastern	Feb./March, 1983	this study
706	1560	340	5	southern	February, 1968	El-Sayed 1971

tionen zusammen. Auf vielen Unterwasserfotos vom Schelf des Weddellmeeres (J.GUTT, Kiel), die im Januar und Februar 1985 während der ANT III - Expedition aufgenommen wurden (HEMPEL, 1985), zeigt sich ein dünner olivgrüner Belag auf dem Sediment. Sowohl diese Färbung, als auch Fraßspuren von Holothurien und Mundlappen von Echiuriden, die dieses olivgrüne Substrat transportieren, legen den Schluß nahe, daß es sich hier um sedimentiertes Algenmaterial handelt. Demnach ist im Weddellmeer der Sedimenteintrag durch Diatomeen sehr stark.

Großalgen fehlen im Weddellmeer, während sie beispielsweise in Bereichen der Antarktischen Halbinsel als Primärproduzenten und damit als Nahrungsquelle für die Bodenfauna von Bedeutung sind.

4. Ergebnisse

4.1. Verbreitung und Abundanzen der Taxa

Dieses Kapitel beschränkt sich im wesentlichen auf die Darstellung der Verbreitung von Grobtaxa (Stämme, Klassen oder Ordnungen). Artbestimmungen liegen in folgenden taxonomischen Gruppen vor:

Polyplacophora, Gastropoda, Scaphopoda, Bivalvia, Cephalopoda, Decapoda, Isopoda, Amphipoda, Asteroidea, Ophiuroidea und Pisces.

In den betreffenden Kapiteln wird jeweils eine Artenliste gegeben. Da diese Gruppen abgesehen von Polyplacophora, Decapoda, Asteroidea und Ophiuroidea Gegenstand anderer wissenschaftlicher Bearbeitungen sind, verzichte ich (bis auf die vier Ausnahmen) hier auf eine Beschreibung der Verbreitung der einzelnen Arten. Allerdings werden bei der Gemeinschaftsanalyse alle Arten berücksichtigt.

Bei der Bestimmung der Taxa waren, sofern nicht anders vermerkt, besonders die Expeditionsberichte der "Belgica" (1897-99), der Deutschen Südpolar Expedition ("Gauss", 1901-03), der Schwedischen Südpolar-Expedition ("Antarctic", 1901-04) und der "Discovery" (1925-39) hilfreich. Allgemeinere Informationen und Hinweise gaben insbesondere RIEDL (1983), BARNES (1980) und KAESTNER (1967, 1982, 1984). Die systematische Einteilung und die Nomenklatur erfolgen in Anlehnung an STEITZ & STENGEL (1984), KAESTNER (1967, 1982, 1984), REMANE et al. (1980) und RIEDL (1983).

Der Übersichtlichkeit halber wird im folgenden direkt auf die bearbeiteten taxonomischen Untergruppen Bezug genommen, ohne die vollständige systematische Hierarchie in der Gliederung mit anzugeben.

Die Mengenangaben pro 1000 m² sind - abhängig von der Lebensweise der Tiere, ihrer Größe und Beweglichkeit - mehr oder weniger starke Unterschätzungen der wahren Abundanz auf den besammelten Positionen.

4.1.1. Porifera

Auf allen Stationen wurden Schwämme nachgewiesen. Der Verbreitungsschwerpunkt liegt auf dem östlichen Schelf bei Wassertiefen bis zu 400 m (Abb. 4.1.). Im Westen waren die Schwämme wesentlich seltener und von kleinerem Wuchs. Es wurden ausschließlich Silicea (Kiesel- und Hornschwämme) gefunden. Die Kieselschwämme waren besonders dominant und machten teilweise mehr als 90% der Biomasse aller Taxa eines Fanges aus. Ein halbstündiger Grundschieppnetzhol (Stat.220) erbrachte beispielsweise in der Atka Bucht ca. 15 t Kieselschwämme und Schwammnadeln. Kieselschwämme der Familie Rossellidae erreichten Körperhöhen von über 50 cm .

Transportiert von Bodenströmungen fanden sich Ansammlungen von Schwammnadeln auf dem östlichen Schelf auch auf Stationen, die nicht von Schwämmen dominiert wurden (vgl. Abb. 3.3.).

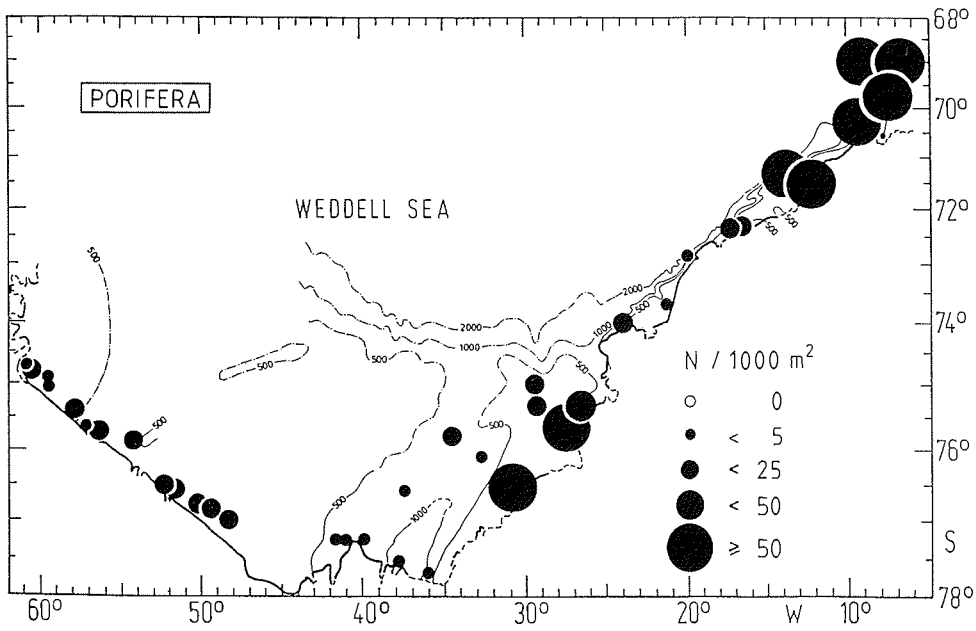


Abb. 4.1. Verbreitung und Abundanzen der Porifera

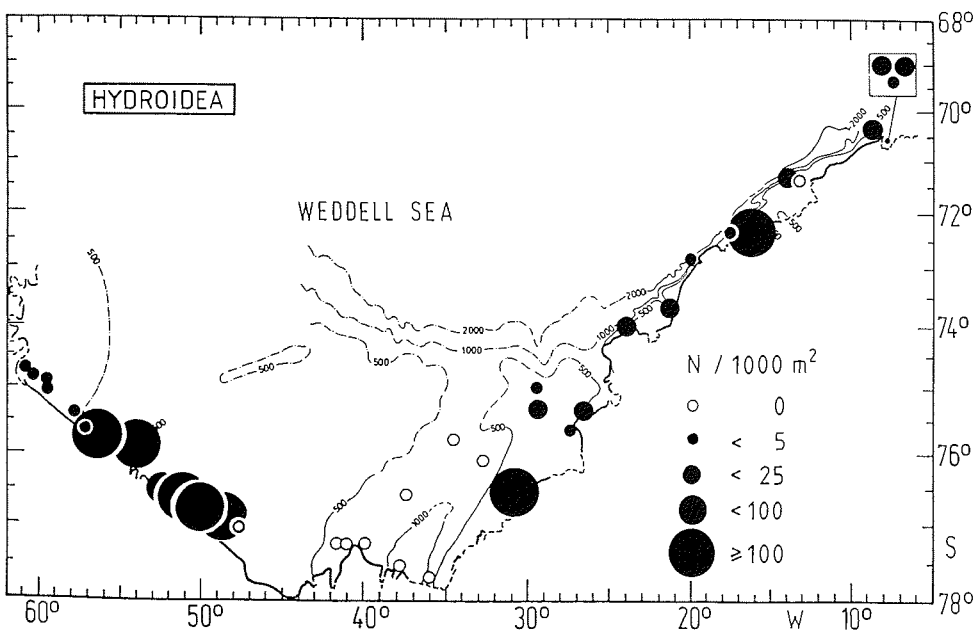


Abb. 4.2. Verbreitung und Abundanzen der Hydrozoa

4.1.2. Hydrozoidea

Die gefundenen Hydrozoen gehören der Ordnung Hydrozoidea an. Gezählt wurden die Kolonien. Der Verbreitungsschwerpunkt liegt auf dem flachen Schelf vor dem Filchner-Rönne Schelfeis und auf zwei Stationen des östlichen Schelfs (Abb.4.2.). Unter 500 m Wassertiefe ist das Vorkommen sehr spärlich, im Bereich des Filchner Grabens fehlen die Hydrozoen völlig. Ein Stock von Errina sp. (Stylasterina) wurde auf Station 521 gefunden (bestimmt nach CAIRNS, 1983).

4.1.3. Stauromedusae

Die zu den Scyphozoen (Schirmquallen) zählende Ordnung der festsitzenden Stielquallen war selten in den Fängen zu finden. Die 5 Vorkommen liegen nicht tiefer als 531 m und verteilen sich auf beide Schelfbereiche (Abb. 4.3.).

4.1.4. Octocorallia

4.1.4.1. Alcyonaria

Membranöse, das Substrat (z.B. Bryozoen-, Hydrozoenstöcke) überziehende Kolonien der Lederkorallen finden sich auf 7 Stationen. Diese liegen weit verstreut im Untersuchungsgebiet (Abb. 4.3.).

4.1.4.2. Gorgonaria

Bei den Hornkorallen fanden sich zwei Familien mit 5 Gattungen. Als Bestimmungsliteratur wurden die Arbeiten von KÜKENTHAL (1912) und MOLANDER (1929) verwendet.

Fam. Primnoidae: Thouarella spp. Fam. Isidae: Primnoisis spp.
Primnoella spp.
Caligorgia spp.
Lycurus spp.

Die am häufigsten gefundene Form ist die bäumchenartig verzweigte und im lebenden Zustand orangerote Thouarella spp.. Sie kommt entlang der gesamten Küste auf 24 von 37 Stationen vor (Abb. 4.4.).

Primnoella spp. ist deutlich seltener und findet sich auf 7 Stationen in geringen Stückzahlen (Abb. 4.5.). Stöcke von Caligorgia spp. werden auf 12 Stationen angetroffen, ohne daß ein Verbreitungsschwerpunkt erkennbar ist (Abb. 4.5.).

Die 7 Vorkommen von Lycurus spp. liegen vor dem Rönne Schelfeis, vor Coatsland und in der Atka Bucht (Abb. 4.6.). Primnoisis spp. aus der Familie der Isiden weist eine auffällig in Glieder unterteilte Achse auf. Die Verbreitung hat einen Schwerpunkt auf dem westlichen Schelf. 4 Vorkommen finden sich im östlichen Gebiet (Abb. 4.6.).

Die Gorgonarien wurden Herrn Dr. Graßhoff, Forschungsinstitut Senckenberg in Frankfurt am Main, zur weiteren taxonomischen Bearbeitung überlassen.

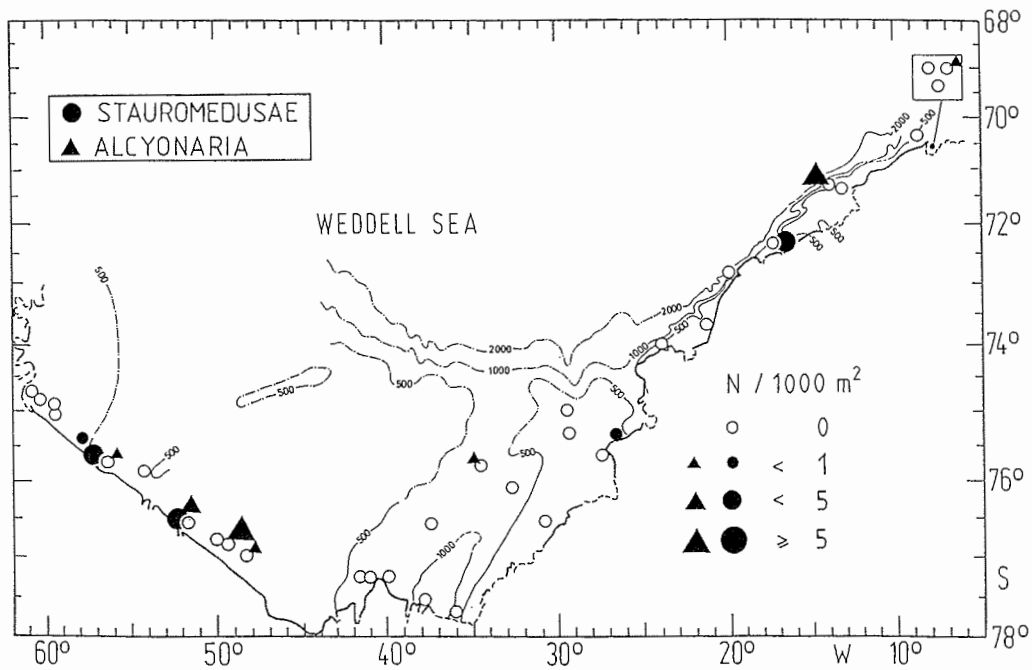


Abb. 4.3. Verbreitung und Abundanzen der Stauromedusae (Scyphozoa) und Alcyonaria

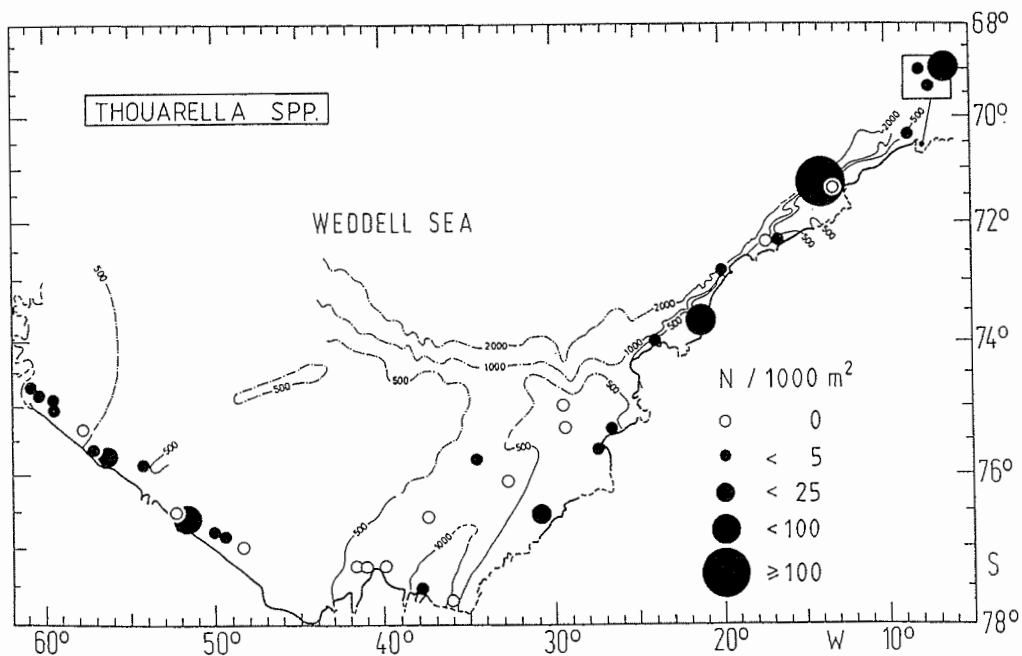


Abb. 4.4. Verbreitung und Abundanzen von *Thouarella* spp. (Gorgonaria)

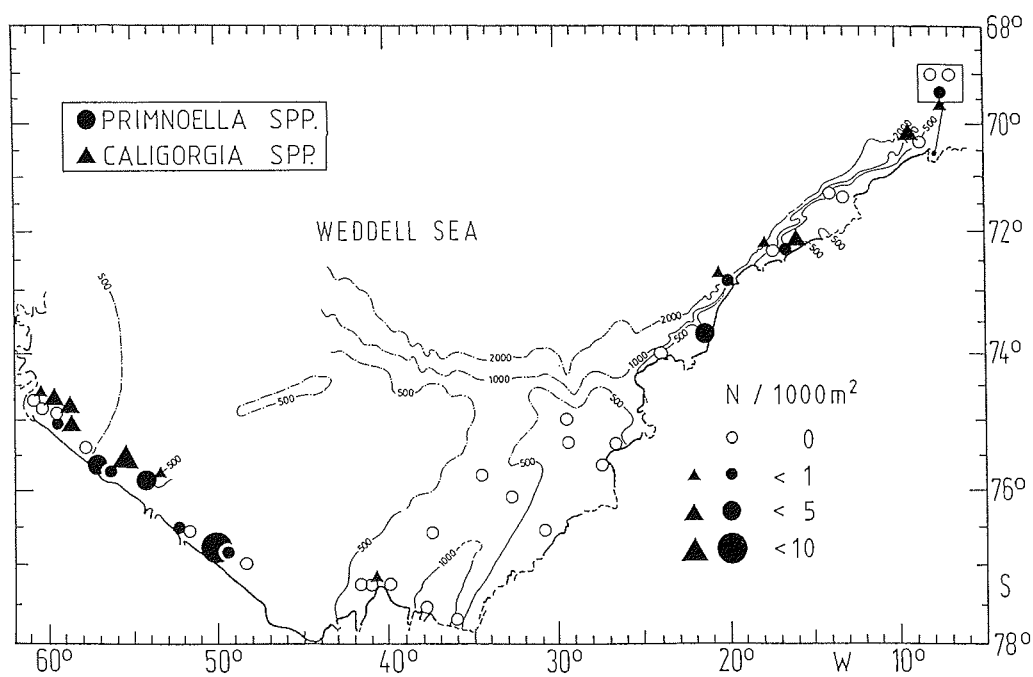


Abb. 4.5. Verbreitung und Abundanzen von *Primnoella* spp. und *Caligorgia* spp. (Gorgonaria)

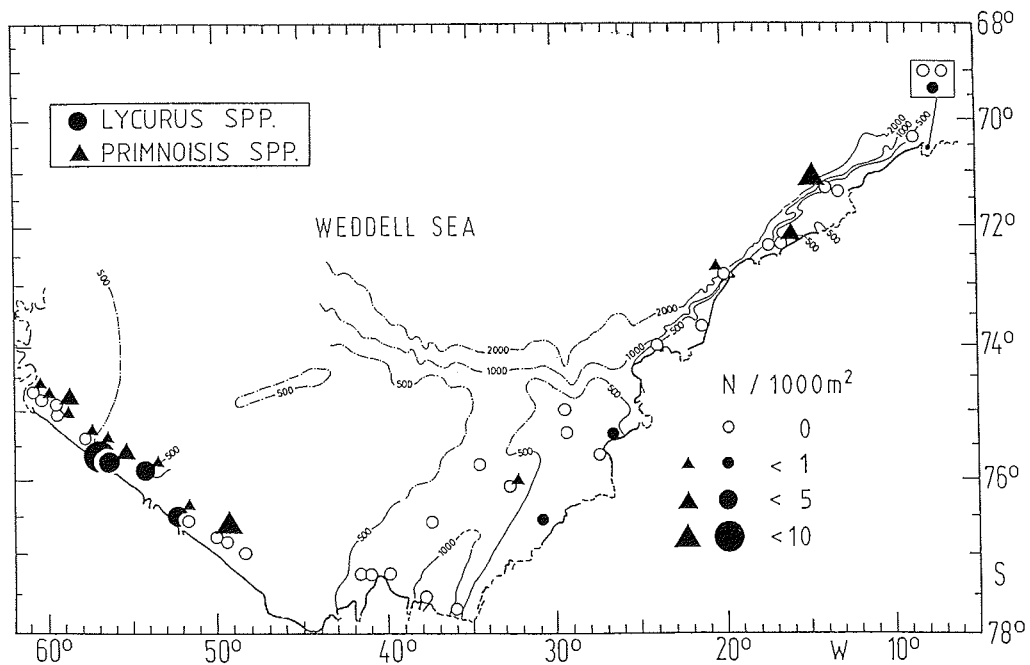


Abb. 4.6. Verbreitung und Abundanzen von *Lycurus* spp. und *Primnoisis* spp. (Gorgonaria)

4.1.4.3. Pennatularia

Die Seefedern sind durch Umbellula spp. in den Fängen vertreten. BROCH (1959) beschreibt in seiner Revision Umbellula lindahli KÖLLIKER als einzigen hochantarktischen Vertreter der Pennatularien. PASTERNAK (1962) hingegen stellt drei antarktische Arten dieser Gattung auf.

Die Verbreitung erstreckt sich relativ gleichmäßig mit 16 Stationen über das Untersuchungsgebiet (Abb. 4.7.). Vor dem Rönne Schelfeis oberhalb 500 m ist ein leichter Schwerpunkt des Vorkommens zu erkennen. Ein bemerkenswert großes Exemplar mit einer Gesamtlänge von 3945 mm fand sich auf Station 180₂ in 695 m Tiefe.

4.1.5. Hexacorallia

4.1.5.1. Actiniaria

Aktinien wurden mit einer mäßigen Formenvielfalt auf 92% der Stationen gefunden (Abb. 4.8.). Oberhalb der 500m-Tiefenlinie sind die Abundanzen durchweg höher als im tieferen Wasser. Das Maximum findet sich mit 38 Exemplaren auf Station 474.

Die Aktinien wurden Frau Dr.K. Riemann, Alfred-Wegener-Institut Bremerhaven, überlassen.

4.1.5.2. Madreporaria

Die Steinkorallen zeigen auf dem östlichen Schelf und im Filchner Graben ein häufigeres Vorkommen. Maximal wurden 17 Korallen pro 1000 m² im Nordosten auf Station 213 gefunden. Vor dem westlichen Rönne Schelfeis erbrachten nur drei Stationen wenige Exemplare (Abb. 4.9.). Die Formenvielfalt war nur gering.

4.1.6. Nemertini

Da die Schnurwürmer beim Fang in viele Teile zerfallen können, wurden nur die kopfartigen Vorderenden mit Mund ausgezählt. Die meist kleinen Formen sind fast in jeder Station präsent (Abb. 4.10.). Verstärktes Auftreten ist auf den sandigen Stationen vor dem Rönne Schelfeis zu verzeichnen. Ein wahrscheinlich Lineus corrugatus McINTOSH zuzuordnendes, großes Exemplar von 143 g wurde auf Station 196 bei Halley Bay gefangen.

4.1.7. Echiurida

Die Igelwürmer zeigen eine spärliche Verbreitung mit drei Schwerpunkten (Abb. 4.11.). Im Bereich des Filchner Grabens treten sie mit bis zu 12 Individuen pro 1000 m² am häufigsten auf. Da die walzenförmigen Rümpfe der Echiuriden meist in Wohnröhren tief im Sediment sitzen, wurde der Fang von Kopflappen (Proboscis) auch als Nachweis gewertet.

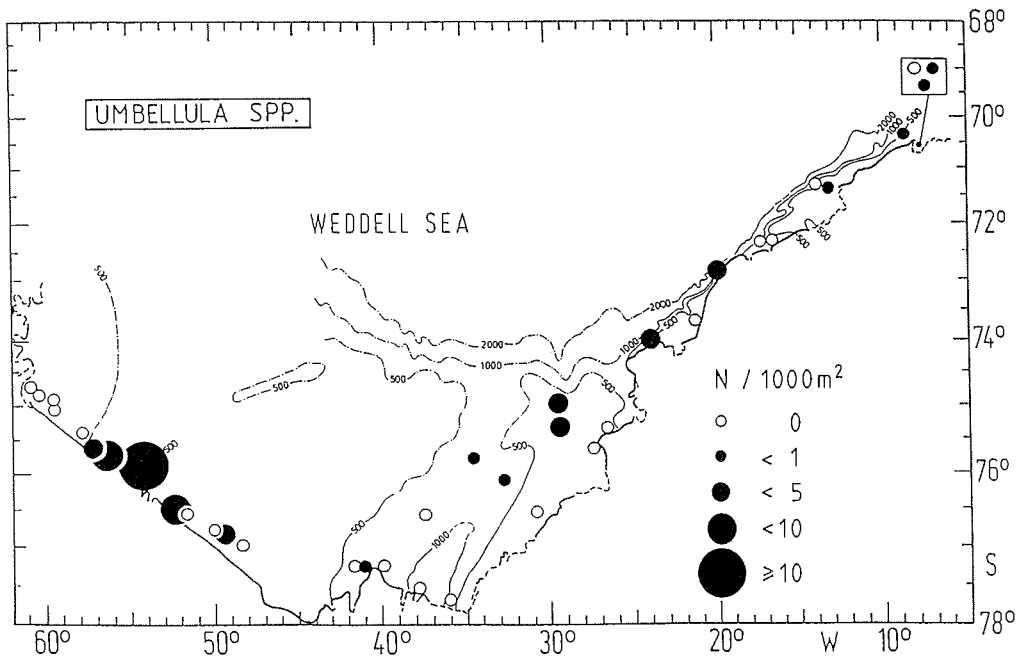


Abb. 4.7. Verbreitung und Abundanzen von *Umbellula* spp. (Pennatularia)

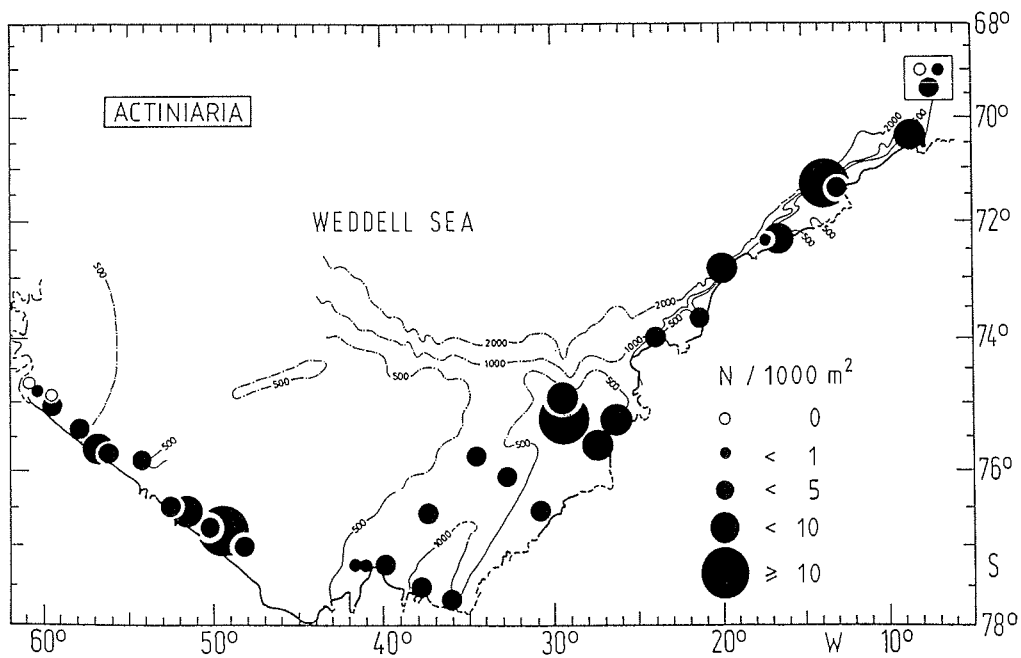


Abb. 4.8. Verbreitung und Abundanzen der *Actiniaria*

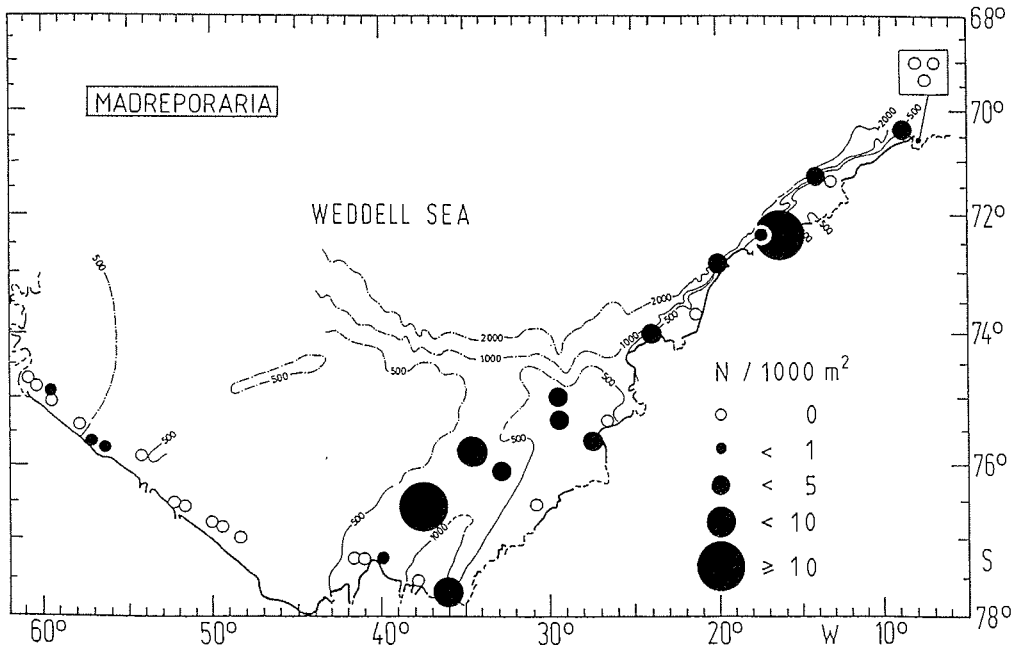


Abb. 4.9. Verbreitung und Abundanzen der Madreporaria

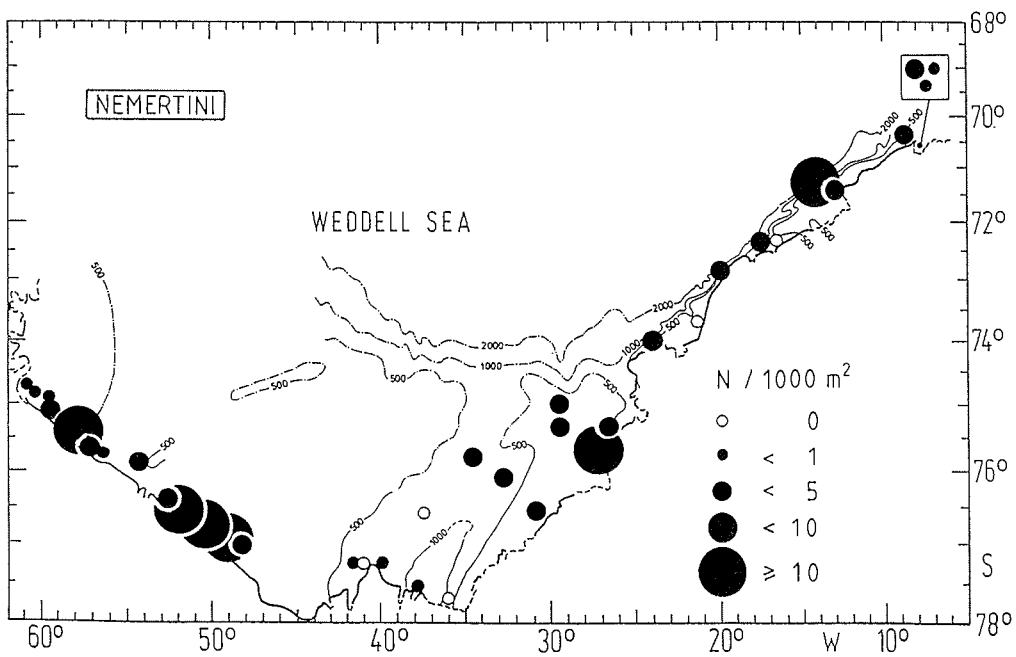


Abb. 4.10. Verbreitung und Abundanzen der Nemertini

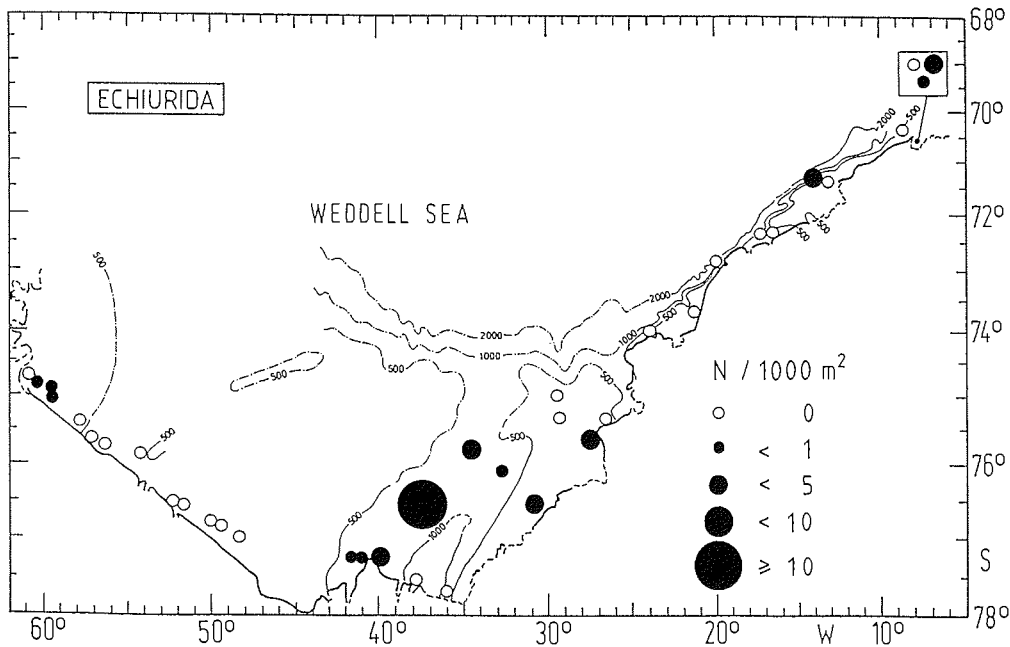


Abb. 4.11. Verbreitung und Abundanzen der Echiurida

4.1.8. Sipunculida

Die walzenförmigen Spritzwürmer finden sich, wenn auch nur in geringen Stückzahlen, auf dem östlichen Schelf und im Filchner Graben. Auf dem westlichen Schelf ist das Vorkommen auf 4 Stationen unterhalb 420 m beschränkt (Abb. 4.12.).

4.1.9. Mollusca

Für einen Großteil der Mollusken gelang die Klassifizierung bis zum Art-niveau durch die Hilfe von Spezialisten. Herr Dr. R. Janssen, Forschungsinstitut Senckenberg in Frankfurt am Main, bestimmte die Polyplacophoren, Gastropoden (außer Nudibranchier), Scaphopoden und Bivalvier. Frau H. Wägele, Universität Oldenburg, stellte mir für die Nudibranchier ihre Daten von ANT I zur Verfügung und lieferte die Artnamen für das ANT II - Material. Schließlich sah Frau S. Kühl, Institut für Polarökologie Kiel, die Octopoden nach Arten durch.

Da die Gastropoden und Bivalvier (S. Hain, Alfred-Wegener-Institut Bremerhaven), Nudibranchier (H. Wägele) und Octopoden (S. Kühl) Gegenstand von z.Zt. durchgeführten Dissertationen sind, werden ihre Verbreitung und Abundanzen von mir nicht in Artkarten dargestellt.

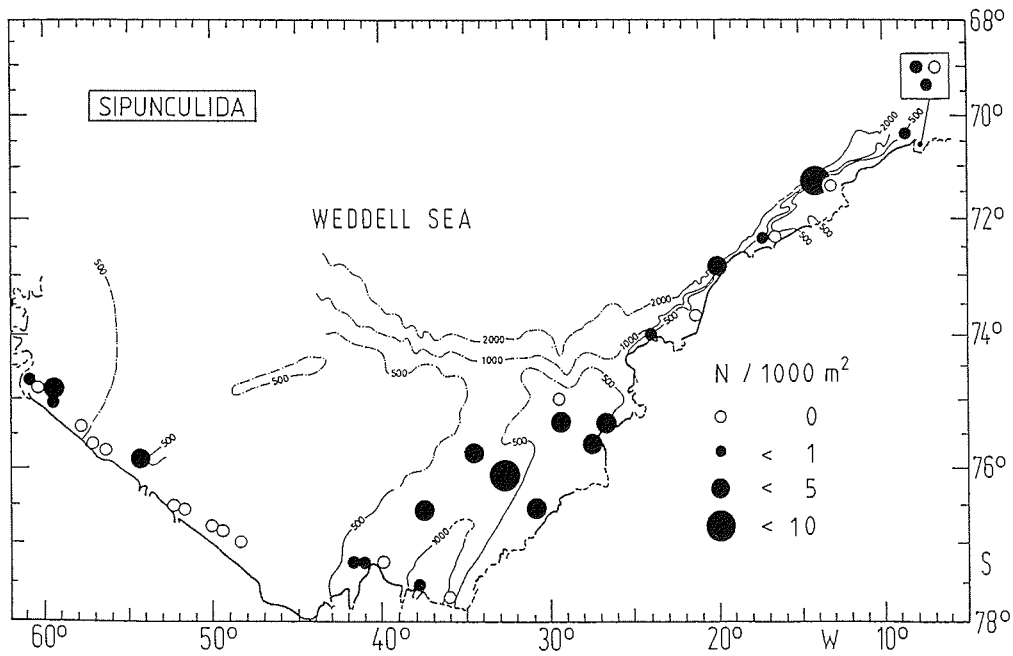


Abb. 4.12. Verbreitung und Abundanzen der Sipunculida

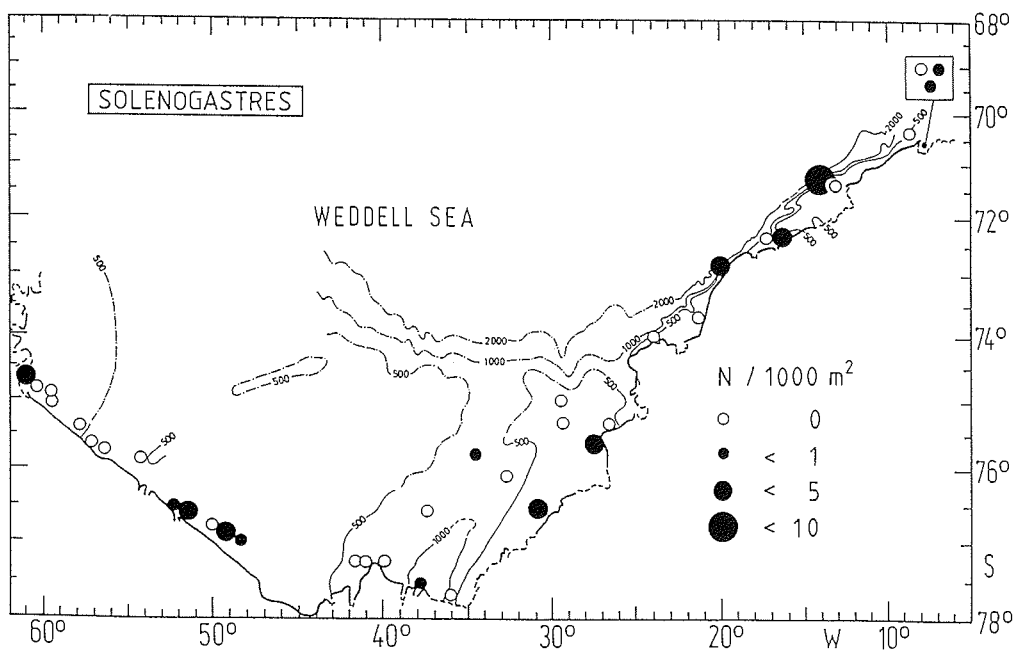


Abb. 4.13. Verbreitung und Abundanzen der Solenogastres

4.1.9.1. Solenogastres

Die schalenlosen Wurmollusken kommen verstreut in geringer Anzahl im gesamten Gebiet vor (Abb. 4.13.). Das Tiermaterial ist Herrn Dr. Janssen, Forschungsinstitut Senckenberg, überlassen worden.

4.1.9.2. Polyplacophora

Von den Käferschnecken fanden sich drei Arten in den Proben:

Callochiton gausi? THIELE, 1908

Chiton sp.3

Nuttalochiton mirandus (THIELE, 1906).

Die Zugehörigkeit von Chiton sp.3 ist bisher noch unklar. Sie wurde mit einem Exemplar auf Station 129 gefunden.

Die beiden anderen Arten zeigen eine einander ähnelnde Verbreitung (Abb. 4.14. und 4.15.). Sie fehlen im Filchner Graben. Die große Nuttalochiton mirandus ist auf den Schelf oberhalb 500 m beschränkt, während die kleinere Callochiton gausi zusätzlich bei 640 m vor der Antarktischen Halbinsel auftritt. Die Chitonen sind dem Forschungsinstitut Senckenberg übergeben worden.

4.1.9.3. Prosobranchia

Die Artenliste der Prosobranchia weist 51 Arten auf:

<u>Admete delicatula</u> SMITH, 1907	<u>Margarella refulgens</u> (SMITH, 1907)
<u>Aforia magnifica</u> (STREBEL, 1908)	<u>Margarella sp.</u>
<u>Amauropsis</u> (Kerguel.) <u>grisea</u> (MARTENS, 1878)	<u>Marginella ealesae</u> POWELL, 1958
<u>Amauropsis aureolutea</u> (STREBEL, 1908)	<u>Neobuccinum eatoni</u> (SMITH, 1875)
<u>Amauropsis sp.</u>	<u>Neoconcha vestita</u> SMITH, 1907
<u>Antimargarita dulcis</u> (SMITH, 1907)	<u>Notoficula bouveti</u> (THIELE, 1912)
<u>Antitrichotropis antarctica</u> (THIELE, 1912)	<u>Paradmete longicauda</u> STREBEL, 1908
<u>Bathydomus thielei</u> POWELL, 1958	<u>Pleurotomella enderbyensis</u> POWELL, 1958
<u>"Bela" glacialis</u> THIELE, 1912	<u>Pleurotomella sp.1</u>
<u>"Bela" sp.</u>	<u>Ponthothauma ergata</u> HEDLEY, 1916
<u>Belalora striatula</u> (THIELE, 1912)	<u>Probuccinum costatum</u> THIELE, 1912
<u>Calliotropis lamellosa</u> (PELSENEER, 1903)	<u>Probuccinum tenerum</u> (SMITH, 1907)
<u>Capulus subcompressus</u> PELSENEER, 1903	<u>Prosipho biscalptus</u> THIELE, 1912
<u>Cerithiella sp.1</u>	<u>Prosipho congenitus</u> SMITH, 1915
<u>Cerithiella sp.2</u>	<u>Prosipho spiralis</u> THIELE, 1912
<u>Chianidota? sp.</u>	<u>Puncturella conica</u> (ORBIGNY, 1841)
<u>Conorbela antarctica</u> (STREBEL, 1908)	<u>Trichoconcha mirabilis</u> SMITH, 1907
<u>Eatonella sp.</u>	<u>Trichoconcha planispira</u> (SMITH, 1915)
<u>Eulima antarctica</u> STREBEL, 1908	<u>Trochacis antarctica</u> THIELE, 1912
<u>Eulima tumidula</u> THIELE, 1912	<u>Trophon</u> (Stramonitr.) <u>laciniatus</u> (HUPE, 1854)
<u>Falsimargarita gemma</u> (SMITH, 1915)	<u>Trophon coulmanensis</u> SMITH, 1907
<u>Harpovoluta charcoti?</u> (LAMY, 1910)	<u>Trophon drygalskii</u> THIELE, 1912
<u>Harpovoluta vanhoeffeni</u> THIELE, 1912	<u>Trophon enderbyensis</u> POWELL, 1958
<u>Lamellaria elata</u> STREBEL, 1906	<u>Tugail</u> (Parmophoridaea) <u>mawsoni</u> (POWELL, 1958)
<u>Lepeta coppingeri</u> (SMITH, 1881)	<u>Typhlodaphne translucida</u> (WATSON, 1881)
<u>Leptocolonia innocens</u> (THIELE, 1912)	

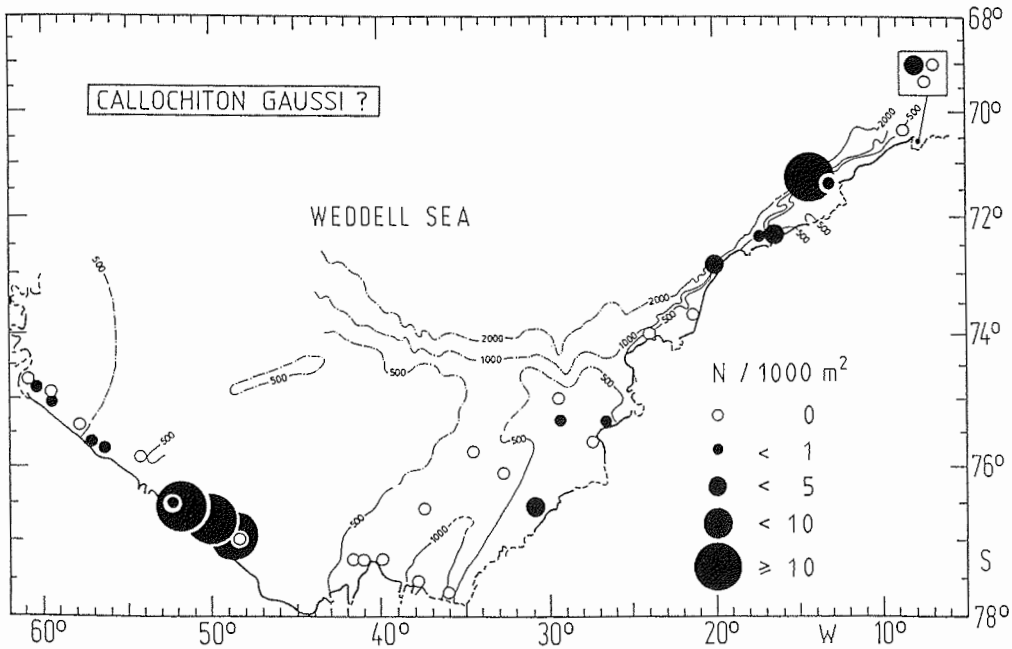


Abb. 4.14. Verbreitung und Abundanzen von Callochiton gaussi? THIELE (Polyplacophora)

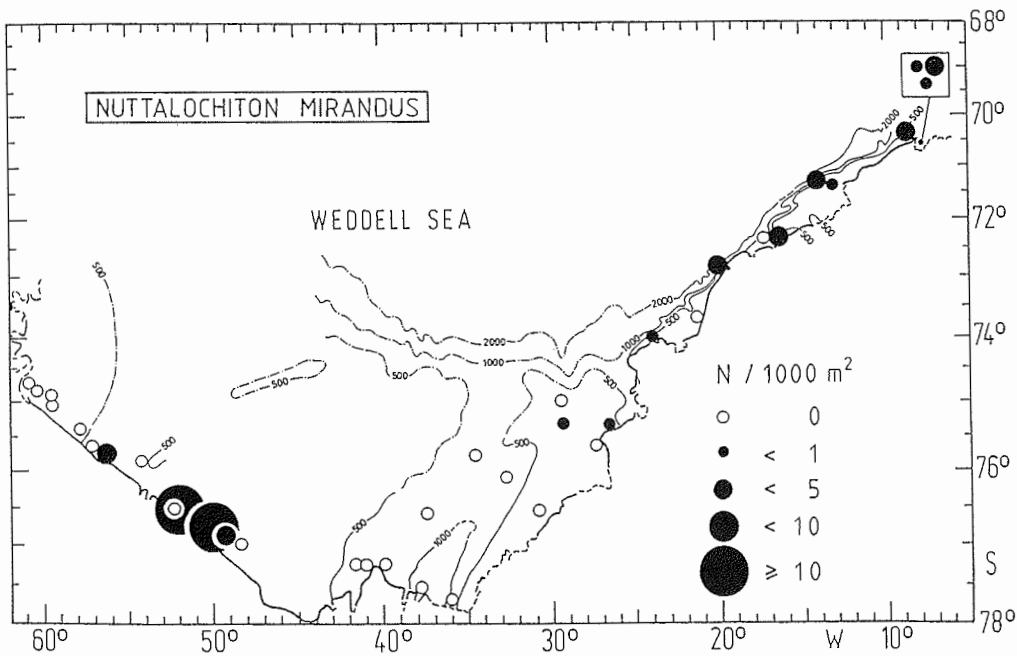


Abb. 4.15. Verbreitung und Abundanzen von Nuttallochiton mirandus (THIELE) (Polyplacophora)

Die Prosobranchier sind in mittleren Abundanzen auf fast allen Stationen anzutreffen (Abb. 4.16.). Besonders regelmäßig findet sich die große Walzenschnecke Harpovoluta vanhoeffeni, obligat vergesellschaftet mit Aktinien. Weitere häufige Arten sind die patellenähnliche Lochschnecke Tugali mawsoni und die Kreiselschnecke Calliotropis lamellosa und Margarella sp.. Die Prosobranchier der Expeditionen befinden sich im Naturmuseum Senckenberg, Frankfurt.

4.1.9.4. Opisthobranchia

Innerhalb dieser Gruppe und insbesondere bei den Nudibranchiern sind die Verwandtschaftsverhältnisse und auch der Artstatus vieler Taxa noch unklar. Daher weist die Liste der gefundenen Formen nur wenige Artnamen auf:

<u>Acteon antarcticus</u> THIELE, 1912	<u>Notaeolidia sp.1</u>
<u>Aegires albus</u> THIELE, 1912	Opisthobranchia
Aeolidacea	<u>Philine alata</u> THIELE, 1912
Austroboris	Pseudotriltonia cf. Telarma
<u>Austroboris kerguelensis</u> BERGH, 1884	<u>Pseudotriltonia quadrangularis</u> THIELE, 1912
Bathydoris	<u>Roxania sp.1</u>
<u>Bathydoris sp.</u>	<u>Toledonia hedleyi</u> POWELL, 1958
Bullacea	<u>Tritonia sp.1</u>
Dendronotacea	<u>Tritonietta belli</u> ELIOT, 1907
<u>Newnesia antarctica</u> SMITH, 1902	

Das Vorkommen der Opisthobranchier erstreckt sich mit meist geringen Abundanzen von der Atka Bucht bis hin zur Antarktischen Halbinsel. Nur im Filchner Graben fehlt diese Gruppe fast ganz (Abb. 4.17.). Häufigster Vertreter ist Austroboris kerguelensis. Sie erscheint in 18 Stationen.

Die Nudibranchier der beiden Expeditionen befinden sich bei Frau H. Wägele an der Universität Oldenburg und die beschalteten Opisthobranchier bei Herrn Dr. Janssen, Frankfurt.

4.1.9.5. Scaphopoda

Aus der Klasse der Kahnfüßer wurden drei Arten nachgewiesen:

Dentalium majorinum MABILLE & ROCHEBRUNE, 1889
Dentalium sp.1
Polyschides dalli antarcticus (ODHNER, 1931)

Während die beiden letztgenannten Arten nur Einzelvorkommen auf Station 195 (D. sp.1) und 341 (P. d. a.) haben, ist Dentalium majorinum weiträumig in der südlichen Weddell See verbreitet (Abb.4.18.). Im Weichboden von Station 417 wurden als Maximum 24 Individuen pro 1000 m² mit dem Agassiztrawl erbeutet.

Auch die Scaphopoden wurden Herrn Dr. Janssen, Frankfurt/M., überlassen.

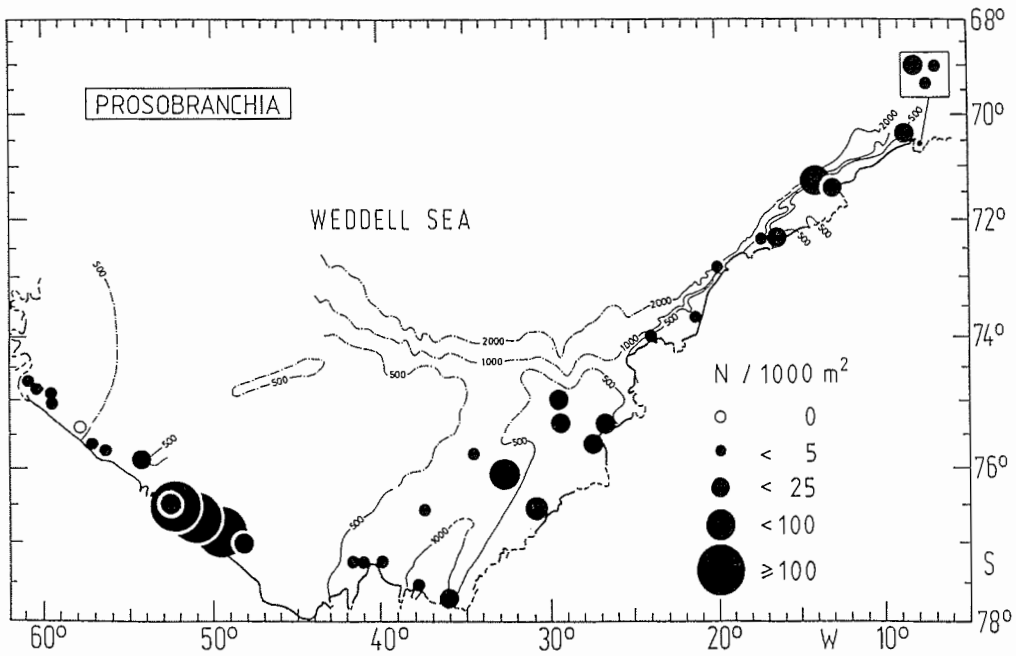


Abb. 4.16. Verbreitung und Abundanzen der Prosobranchia

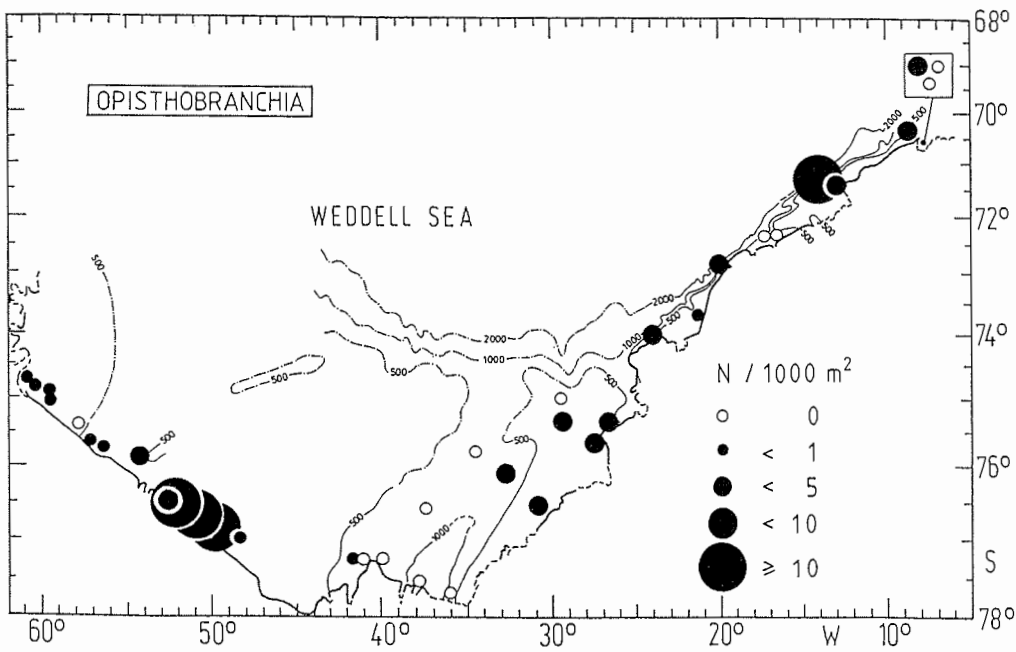


Abb. 4.17. Verbreitung und Abundanzen der Opisthobranchia

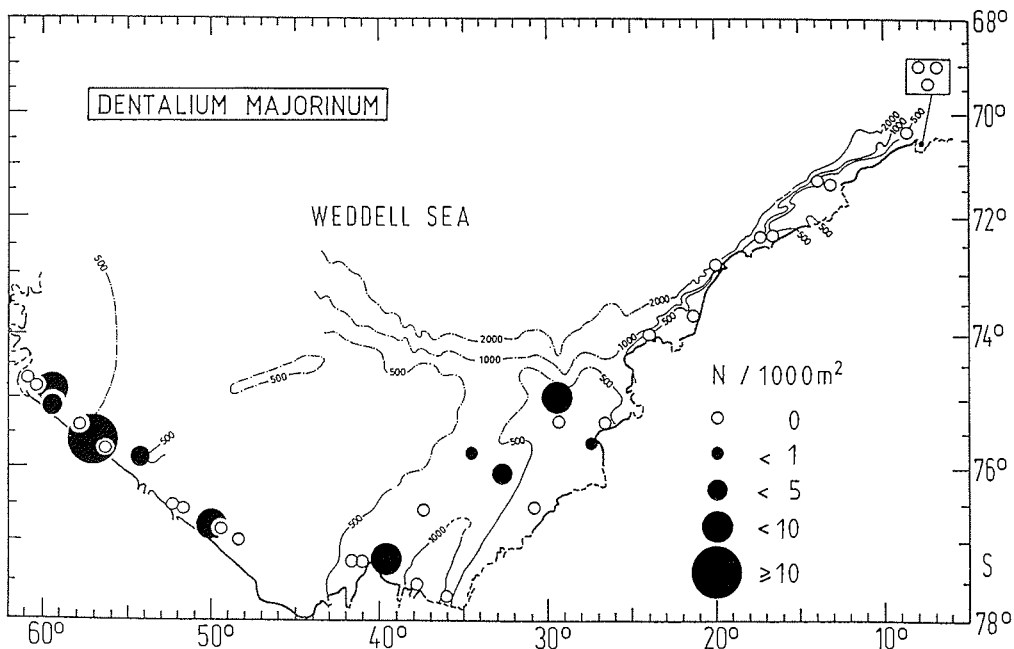


Abb. 4.18. Verbreitung und Abundanzen von *Dentalium majorinum* MABILLET & ROCHEBRUNE (Scaphopoda)

4.1.9.6. Bivalvia

Die im Weddellmeer gefundenen Muscheln gehören zu 29 Taxa:

<i>Adacnarca nitens</i> PELSENEER, 1903	<i>Lissarca notorcadensis</i> MELVILL & STANDEN, 1907
<i>Astarte longirostris</i> ORBIGNY, 1846	<i>Lyonsia mawsoni</i> (HEDLEY, 1916)
<i>Bivalvia</i> Indet.	<i>Mysella charcoti</i> (LAMY, 1906)
<i>Cuspidaria infelix</i> THIELE, 1912	<i>Phaseolus rouchi</i> (LAMY, 1910)
<i>Cuspidaria plicata</i> THIELE, 1912	<i>Philobrya</i> sp.
<i>Cyamomactra laminifera</i> (LAMY, 1906)	<i>Philobrya sublaevis</i> PELSENEER, 1903
<i>Cyctocardia astartoides</i> (MARTENS, 1878)	<i>Poromya antarctica</i> (HEDLEY, 1916)
<i>Cyctocardia</i> sp.1	<i>Portlandia</i> sp.1
<i>Dacrydium albidum</i> PELSENEER, 1903	<i>Propeleda longicaudata</i> (THIELE, 1912)
<i>Kellya simulans</i> SMITH, 1907	<i>Pseudokellya cardiformis</i> (SMITH, 1885)
<i>Limatula hodgsoni</i> (SMITH, 1907)	<i>Pseudokellya gradata</i> THIELE, 1912
<i>Limatula pygmaea?</i> (PHILIPPI, 1845)	<i>Thracia meridionalis</i> SMITH, 1885
<i>Limopsis enderbyensis</i> POWELL, 1958	<i>Thracia</i> sp.
<i>Limopsis littoralis</i> SMITH, 1885	<i>Yoldiella</i> sp.
<i>Limopsis marionensis</i> SMITH, 1885	

In 33 der 37 Stationen wurden Bivalvier angetroffen. Besonders häufig sind die Muscheln in den sandigen, bryozoenreichen Stationen auf dem flachen Schelf vor dem Filchner-Rönne Schelfeis (Abb. 4.19.). Die häufigsten Arten waren *Philobrya sublaevis*, *Adacnarca nitens*, *Limatula hodgsoni*, *Lissarca notorcadensis* und *Propeleda longicaudata*.

Das Probenmaterial befindet sich bei Herrn Dr. Janssen, Frankfurt.

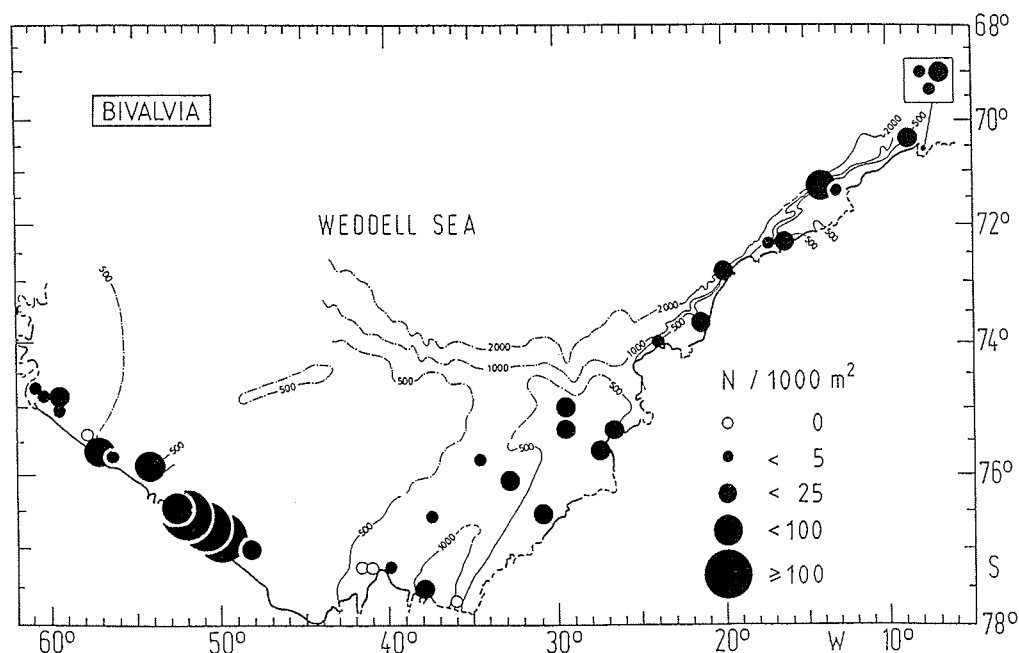


Abb. 4.19. Verbreitung und Abundanzen der Bivalvia

4.1.9.7. Octopoda

Tintenfische fanden sich in geringen Stückzahlen gleichmäßig verteilt im Untersuchungsgebiet (Abb. 4.20.). Folgende Taxa wurden bestimmt:

- Octopoda
- Pareledone charcoti (Joubin, 1905)
- Pareledone spp.
- Cirrothentis sp.
- Octopus sp.1

Durch den Ausfall der Kühlkette war ein Teil des Octopoden-Materials taxonomisch nicht mehr zu bearbeiten. Da die Bestimmung von Pareledone turqueti (Joubin, 1905) und Pareledone polymorpha (Robson, 1930) im Rahmen der zur Verfügung stehenden Zeit nicht möglich war, wurden beide Arten unter Pareledone spp. zusammengefaßt. Octopus sp.1 wurde in 5 Exemplaren auf Station 510 gefunden und ist eine bisher noch unbekannte Art der Gattung Pareledone.

Die Octopoden befinden sich in Händen von Frau S. Kühl, Alfred-Wegener-Institut Bremerhaven, die z.Zt. eine Arbeit über die Octopoden des atlantischen Südpolarmeeress schreibt.

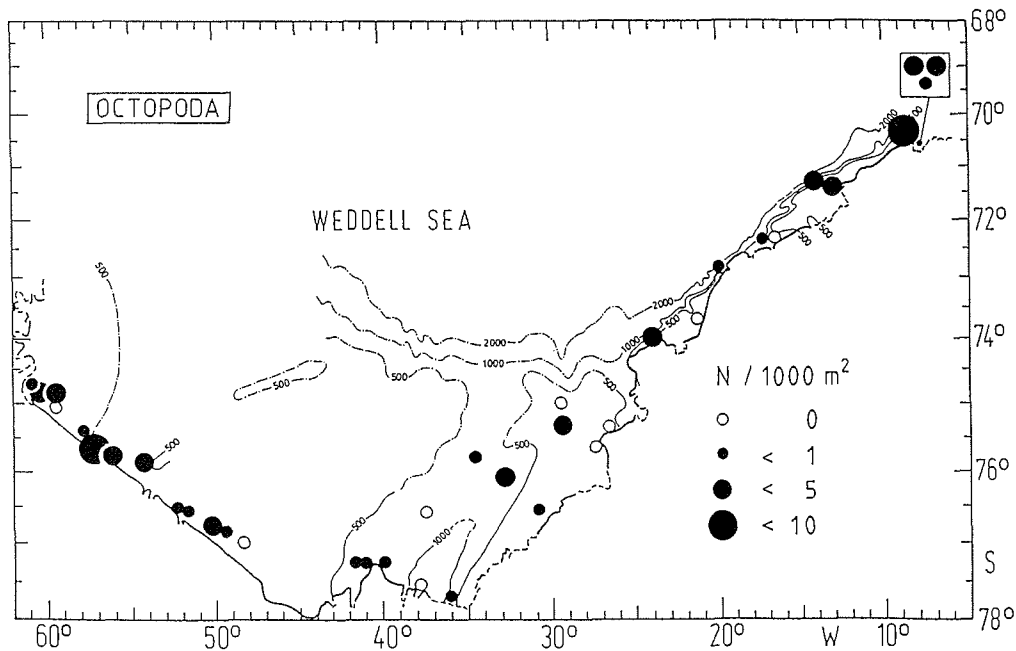


Abb. 4.20. Verbreitung und Abundanzen der Octopoda

4.1.10. Polychaeta

4.1.10.1. Errantia

Die Errantier waren in allen Fängen zahlreich (Abb. 4.21.), vorzugsweise aber auf dem Schelf. Die Familien Aphroditidae und Polynoidae dominierten, oft mit sehr großen Exemplaren. Beispielsweise fand sich auf Station 180₁ eine Seemaus von 235 mm Länge.

Das Probenmaterial befindet sich bei Frau Dr. Hartmann-Schröder, Zoologisches Institut und Museum der Universität Hamburg.

4.1.10.2. Sedentaria

Die Sedentaria waren wie die Errantier häufig. Selbst im Filchner Graben waren sie zahlreich (einmal abgesehen von Station 192) (Abb. 4.22.). Terebellidae und Serpulidae waren neben anderen Familien besonders stark repräsentiert.

Das Probenmaterial befindet sich bei Frau Dr. Hartmann-Schröder, Zoologisches Institut und Museum der Universität Hamburg.

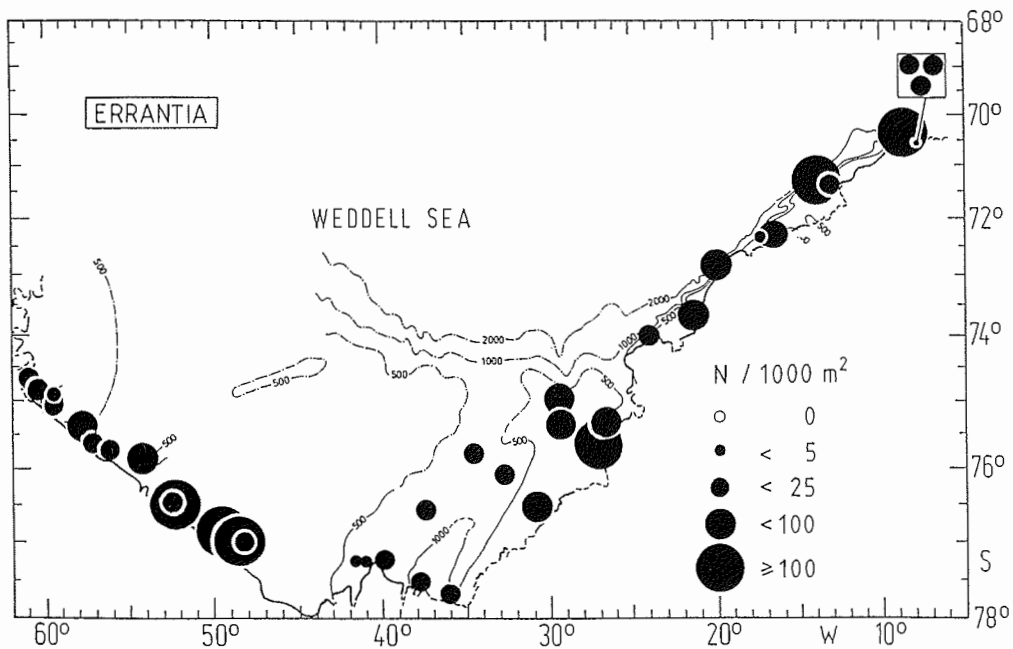


Abb. 4.21. Verbreitung und Abundanzen der Errantia

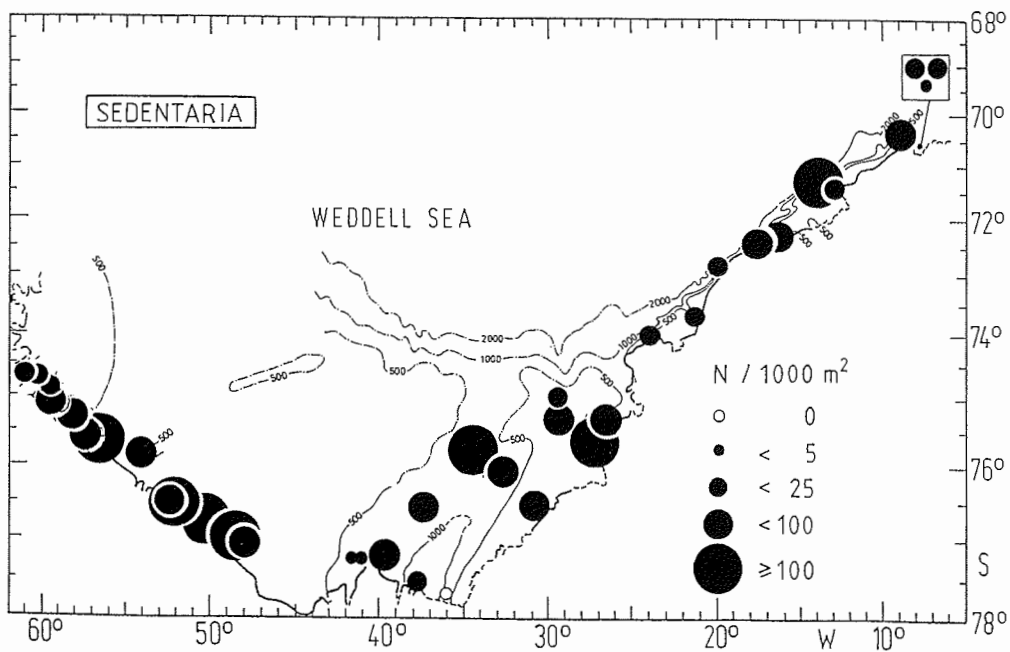


Abb. 4.22. Verbreitung und Abundanzen der Sedentaria

4.1.11. Hirudinea

Bis auf Station 474 mit 16 Exemplaren pro 1000 m² waren Egel selten. Im Bereich des Filchner Grabens hingegen wurde diese Gruppe regelmäßig gefangen (Abb. 4.23.).

4.1.12. Pantopoda

Diese Tierklasse war im südlichen und östlichen Weddellmeer regelmäßig und zahlreich anzutreffen (Abb. 4.24.). Die Formenvielfalt ist hoch und die Größe der gefundenen Asselspinnen reicht von winzigen Zwergformen bis zu Tieren mit Riesenwuchs (370 mm Spannweite).

4.1.13. Crustacea

Bei der Darstellung der Crustaceen werden nur solche Gruppen berücksichtigt, die mit dem Agassiztrawl mit 10 mm Maschenweite repräsentativ gefangen werden. So bleiben zufällig im Fang gefundene kleinere Ostracoden, Copepoden, Cumaceen und Tanaidaceen unbeachtet.

4.1.13.1. Cirripectida

Bei den Cirripectiden (Rankenfüßer) fanden sich nur Vertreter der Lepadomorpha (Entenmuscheln). Lebende Seepocken wurden überhaupt nicht und Schill von ihnen nur sehr vereinzelt nachgewiesen. Die meist kleinwüchsigen Entenmuscheln waren fast immer am Substrat (Hydrozoen, Bryozoen, Polychaetenröhren, Ascidien) angeheftet. Die Verbreitung beschränkt sich bis auf ein Vorkommen im Nordosten auf den südlichen Bereich des Weddellmeeres mit einem Schwerpunkt auf dem flachen Schelf vor dem Rönne Schelfeis (Abb. 4.25.).

Das Probenmaterial befindet sich bei Frau Dr. W. Klepal, Institut für Zoologie der Universität Wien.

4.1.13.2. Decapoda

Die Dekapoden wurden mit Hilfe des Schlüssels von KIRKWOOD (1984) bestimmt. Es fanden sich drei Arten aus der Unterordnung der Natantia:

Chorismus antarcticus (PFEFFER, 1887)
Nematocarcinus longirostris BATE, 1888
Notocrangon antarcticus (PFEFFER, 1887)

Notocrangon antarcticus war mit Abstand die häufigste Garnele und im gesamten Untersuchungsgebiet präsent (Abb. 4.26.). Sie fehlt oder tritt nur noch sehr spärlich in Tiefen oberhalb 300 m auf (Abb. 4.28.). Um 500 m Wassertiefe finden sich die höchsten Abundanzen mit etwa 200 Individuen pro 1000 m² vor dem Rönne Schelfeis.

Chorismus antarcticus bevorzugt flache, küstennahe Standorte. Er ist über den östlichen Schelf und auf dem morphologischen Hoch vor dem

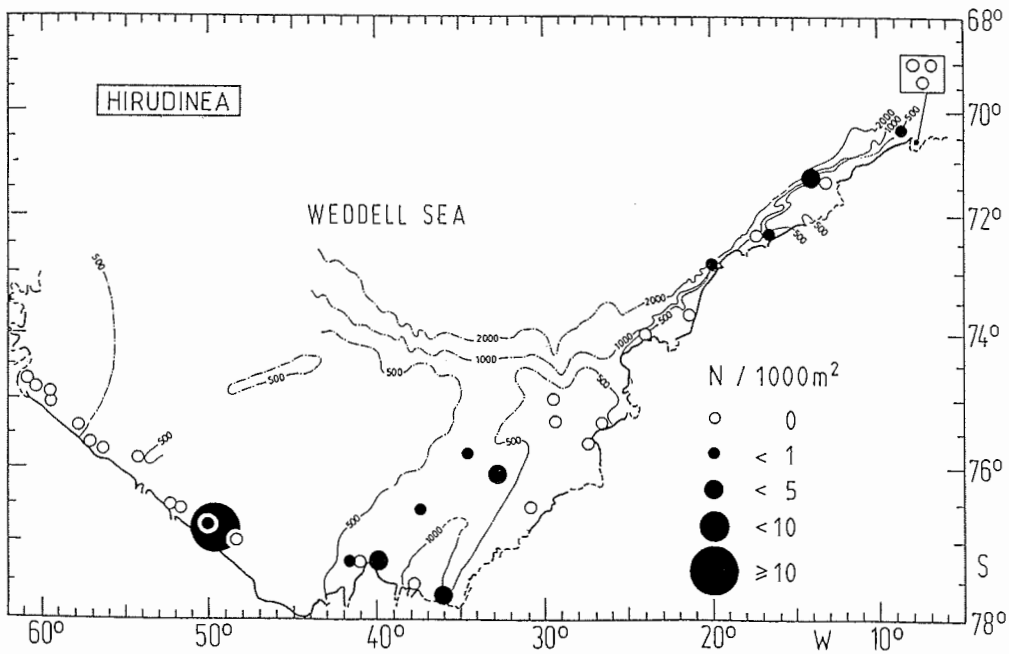


Abb. 4.23. Verbreitung und Abundanzen der Hirudinea

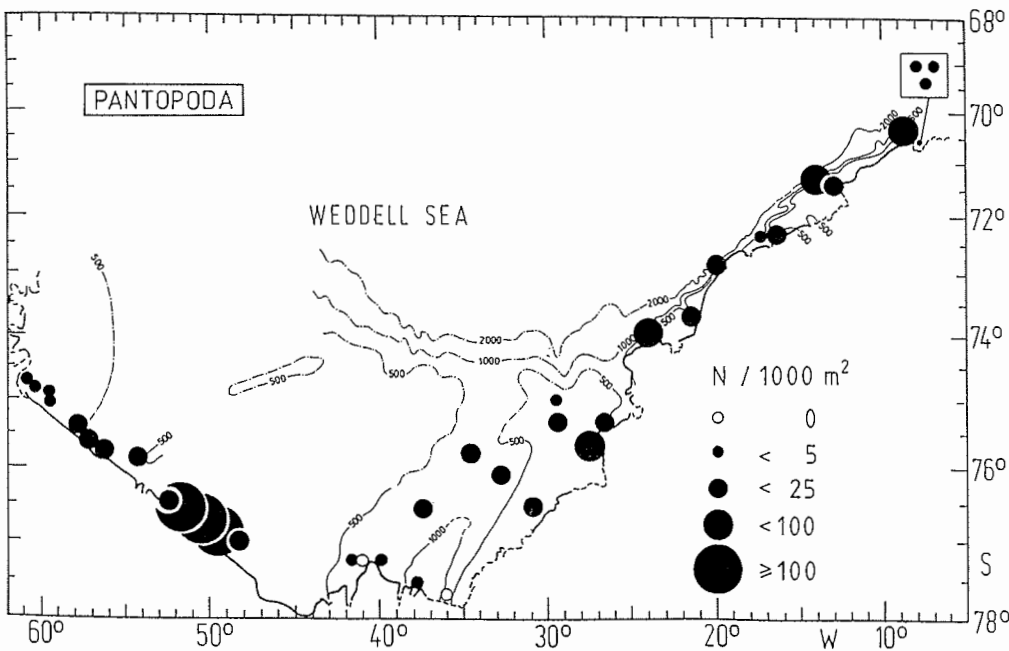


Abb. 4.24. Verbreitung und Abundanzen der Pantopoda

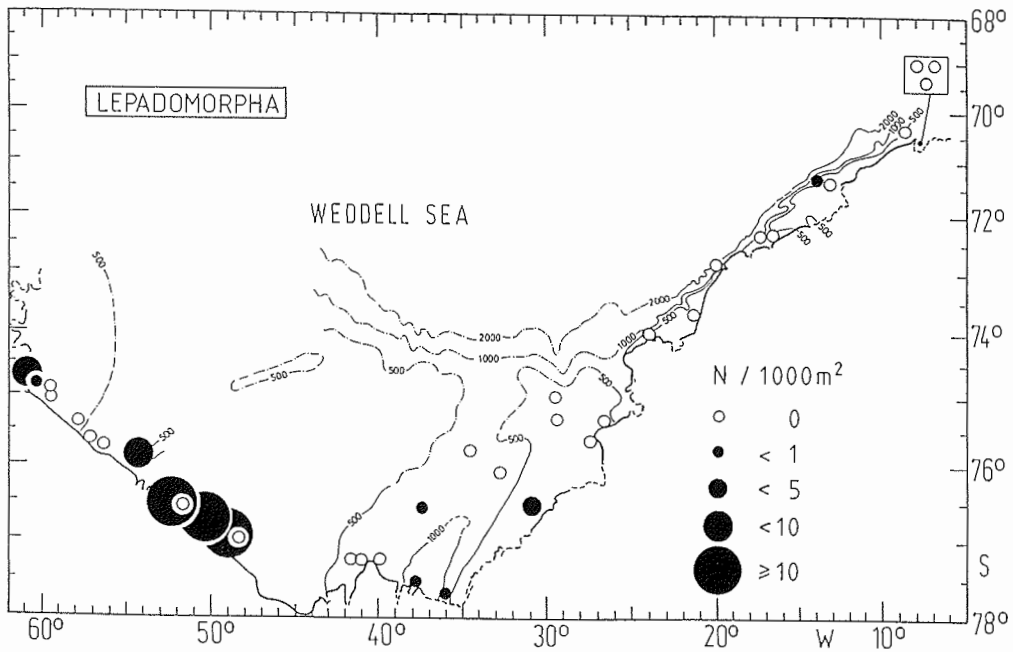


Abb. 4.25. Verbreitung und Abundanzen der Lepadomorpha (Cirripedia)

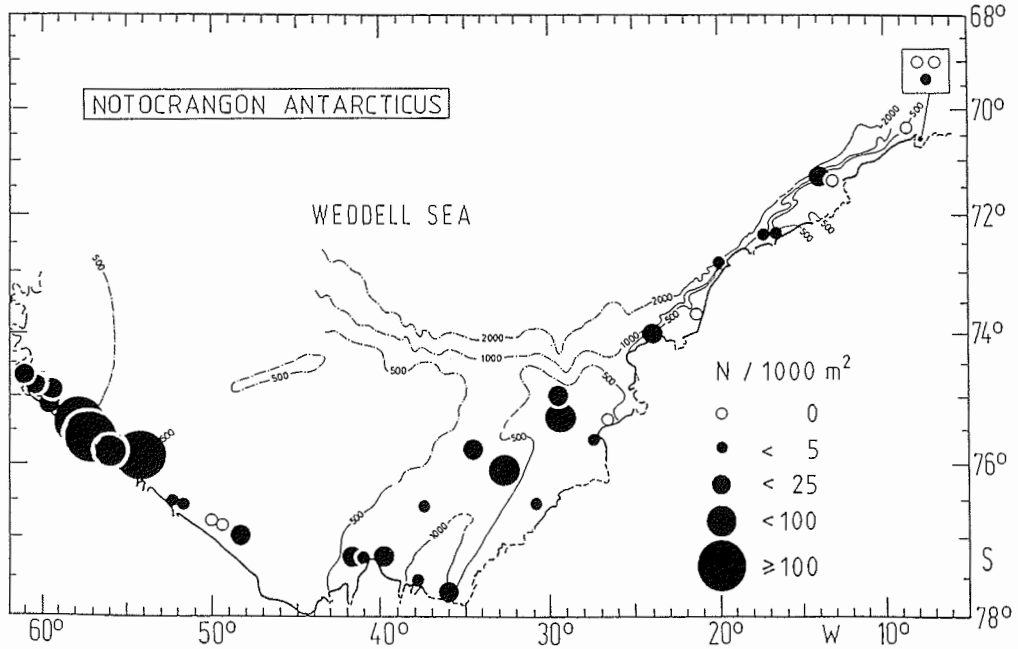


Abb. 4.26. Verbreitung und Abundanzen von Notocrangon antarcticus (Decapoda)

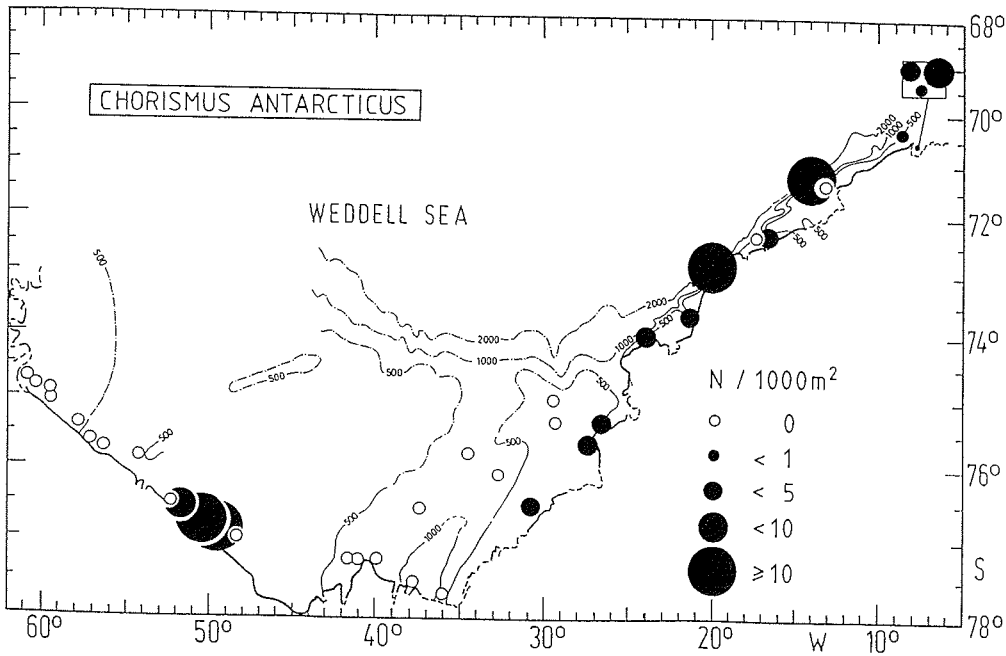


Abb. 4.27. Verbreitung und Abundanzen von Chorismus antarcticus (Decapoda)

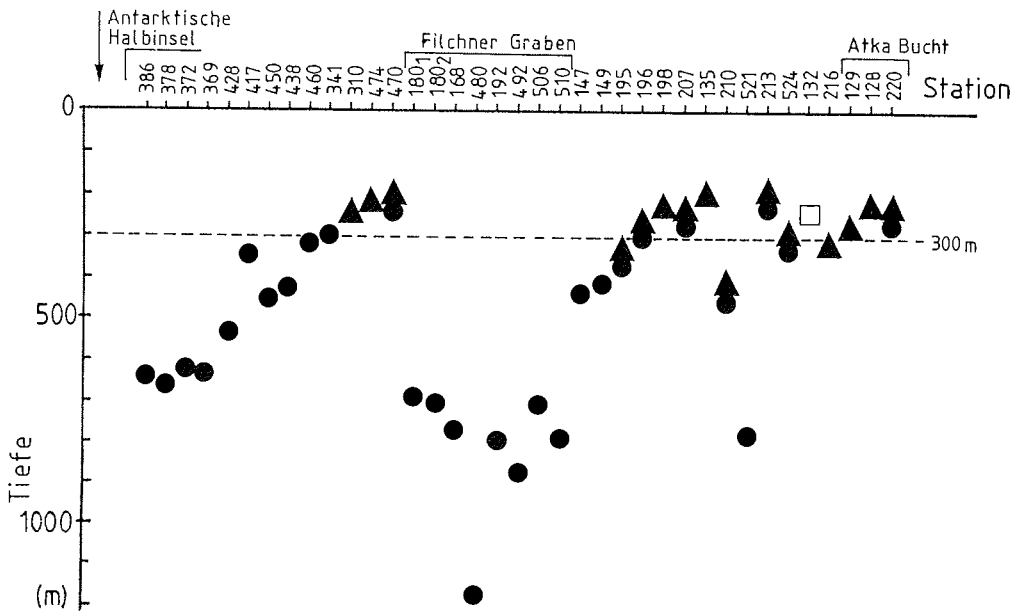


Abb. 4.28. Tiefenverteilung von ● Notocrangon antarcticus (Decapoda), ▲ Chorismus antarcticus (Decapoda) und □ ohne Fund

Filchner-Rönne Schelfeis in deutlich geringerer Dichte als Notocrangon antarcticus verbreitet (Abb. 4.27.). In Tiefen unterhalb von 450 m fehlt Chorismus antarcticus völlig (Abb. 4.28.).

Nematocarcinus longirostris wurde nur am Kontinentalhang auf Station 521 bei 780 m Tiefe gefangen. Die Abundanz betrug 36 Individuen pro 1000 m². Das Tiermaterial enthielt recht große Exemplare, von denen einige die von BATE (1888) gefundene Maximallänge (124 mm) noch übertrafen (maximal 137 mm).

4.1.13.3. Mysidacea

Die Mysidaceen zeigten nur geringe Abundanzen, waren aber im gesamten Untersuchungsgebiet anzutreffen (Abb. 4.29.). Sämtliche 36 Exemplare aus 8 Stationen, die als Auswahl Herrn Dr. T. Brattegard (Universität Bergen) zur Bestimmung zugesandt wurden, gehören der Gattung Antarctomysis an.

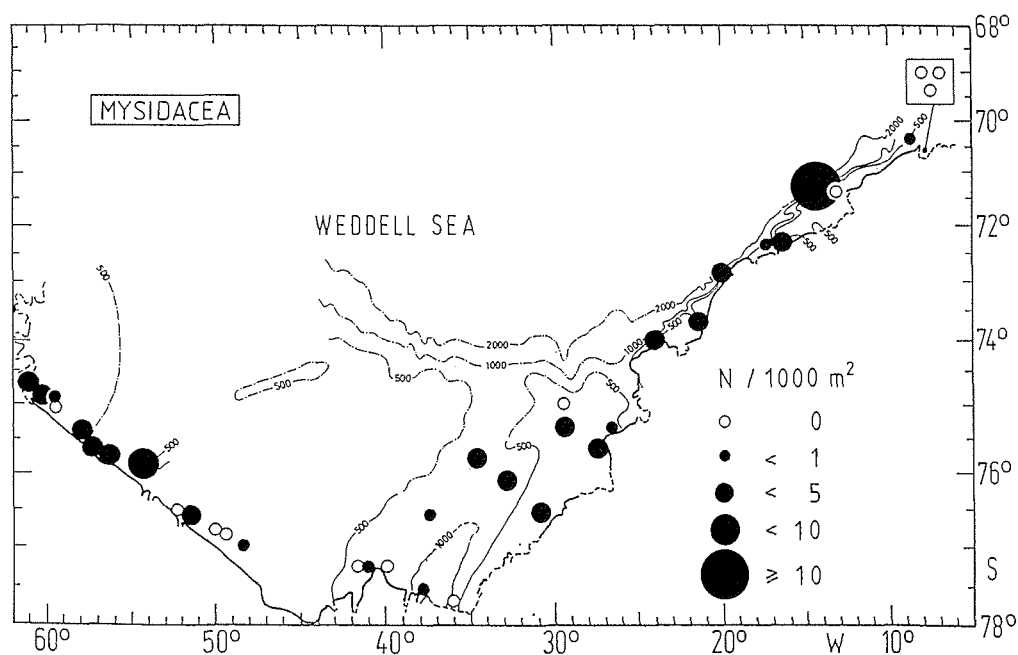


Abb. 4.29. Verbreitung und Abundanzen der Mysidacea

4.1.13.4. Isopoda

Zur Berücksichtigung dieser Gruppe stellte mir Herr Dr. J.W. Wägele, Universität Oldenburg, sein Material von ANT I zur Verfügung und bestimmte die Asseln von ANT II. Die Tiere befinden sich jetzt in der Universität Oldenburg.

Die Isopoden des Weddellmeeres wiesen eine große Vielgestaltigkeit auf und es wurde von Zwergformen bis hin zu riesenwüchsigen Exemplaren ein breites Größenspektrum vorgefunden.

Die Sammlung aus beiden Expeditionen besteht aus 37 Arten:

<u>Acanthaspidea drygalskii</u> VANHÖFFEN, 1914	<u>Glyptonotus antarcticus</u> EIGHTS, 1833
<u>Accalathura gigantissima</u> KUSSAKIN 1967	<u>Gnathia calva</u> VANHÖFFEN, 1914
<u>Aega antarctica</u> HODGSON 1910	<u>Ilyarachna sp.1</u>
<u>Aega glacialis</u> TATTERSALL, 1920	<u>Ilyarachna sp.2</u>
<u>Antarcturus horridus</u> TATTERSALL, 1920	<u>Jaera sp.?</u>
<u>Antarcturus sp.1</u>	<u>Jaeropsis sp.</u>
<u>Antarcturus sp.2</u>	<u>Janthopsis sp.</u>
<u>Antarcturus sp.3</u>	<u>Janthopsis nasicornis?</u> VANHÖFFEN, 1914
<u>Antarcturus sp.4</u>	<u>Janthopsis ruseri?</u> VANHÖFFEN, 1914
<u>Antarcturus sp.5</u>	<u>Jolante sp.1</u>
<u>Antarcturus sp.6</u>	<u>Leptanthura glacialis</u> HODGSON, 1910
<u>Antarcturus sp.7</u>	<u>Munnidae sp.1</u>
<u>Antarcturus spinacoronatus</u> SCHULTZ, 1978	<u>Munnidae sp.2</u>
<u>Ceratoserolis trilobitoides</u> (EIGHTS, 1833)	<u>Munnidae sp.3</u>
<u>Cirolana sp.1</u>	<u>Paranthura antarctica</u> KUSSAKIN, 1967
<u>Cirolana sp.2</u>	<u>Serolis antarctica</u> BEDDARD, 1884
<u>Cirolana sp.3</u>	<u>Serolis bouvieri</u> RICHARDSON, 1906
<u>Coulmannia sp.</u>	<u>Serolis luethjei</u> WÄGELE, 1986
<u>Dolichiscus sp.1</u>	<u>Serolis sp.1</u>
<u>Dolichiscus sp.2</u>	<u>Stenetrium sp.</u>
<u>Echinoxone sp.1</u>	<u>Stenetrium sp.1</u>
<u>Edotia sp.</u>	<u>Stenetrium sp.2</u>
<u>Elsothistos antarcticus</u> VANHÖFFEN, 1914	<u>Stenetrium sp.3</u>
<u>Euneognathia gigas</u> (BEDDARD, 1886)	<u>Storothyngura sp.1</u>
<u>Eurycope sp.</u>	<u>Storothyngura sp.2</u>
<u>Gen.1 sp.1</u>	<u>Storothyngura sp.3</u>

Die Isopoden fanden sich (bis Station 149) auf allen Stationen (Abb. 4.30.). Der flache Schelf zeigte etwas höhere Abundanzen als die tieferen Zonen. Die höchsten Werte wiesen drei Stationen vor dem Rönne Schelfeis mit 200-300 Exemplaren pro 1000 m² auf. Die Asseln der Stationen 128 und 129, benachbart in der Atka Bucht gelegen, wurden beim Sortieren zusammengefaßt und werden unter Station 129 bei den weiteren Auswertungen berücksichtigt.

4.1.13.5. Amphipoda

Das Material aus beiden Expeditionen lagert im Zoologischen Museum der Universität Hamburg. Hier bestimmte Herr Dr. H.G. Andres die Amphipoden. Die Formen- und Artenfülle war, wie erwartet, groß. Ein Teil der Taxa war ohne zeitaufwendige Präparierarbeit nicht zu bestimmen. Da eine sinnvolle Relation zwischen Zeitaufwand und Ergebnis gefunden werden mußte, wurde auf die Artbestimmung bei einigen Familien verzichtet. So finden sich in der Artenliste relativ viele Formen auf Familien- oder Gattungsniveau, hinter denen sich meist noch verschiedene Arten verbergen.

Die Unterordnung der Gammaridea stellt mit 22 Familien den weitaus größten Teil der Amphipoden. Die Unterordnung Laemodipodea ist mit der Familie der Caprellidae vertreten. Im einzelnen fanden sich folgende Taxa (Nomenklatur nach LOWRY & BULLOCK, 1976):

- Abyssorhynchomea rossii (WALKER, 1903)
 Acanthonotozomatidae
Alexandrella mixta (NICHOLLS, 1938)
Alexandrella australis (CHILTON, 1912)
Alexandrella sp.1
Ampelisca richardsoni KARAMAN, 1975
Ampelisca sp.1
Ampelisca sp.2
Ampelisca spp.
Andanototes ingens CHEVREUX, 1906
Andanototes linearis BARNARD, 1932
Aristias antarcticus WALKER, 1906
Aristias collinus? BARNARD, 1932
Byblisoides sp.
 Caprellidae
Clarencia chelata BARNARD, 1931
 Corophiidae (nach BARNARD, 1971)
Echiniphimedia echinata? (WALKER, 1906)
Echiniphimedia hodgsoni (WALKER, 1906)
Echiniphimedia sp.1
Epimeria grandirostris (CHEVREUX, 1912)
Epimeria inermis WALKER, 1903
Epimeria macrodonta WALKER, 1906
Epimeria puncticulata BARNARD, 1930
Epimeria similis CHEVREUX, 1912
Epimeria sp.1 (nahe E. inermis)
Epimeriella scabrosa BARNARD, 1930
Epimeriella walkerii BARNARD, 1930
 Eusiridae
Eusirus antarcticus THOMSON, 1880
Eusirus perdentatus CHEVREUX, 1912
Eusirus propeperdentatus ANDRES, 1979
Eusirus sp.1
Eusirus spp.
 Gammaridae
 Gammaridea
Gnathiphimedia barnardi THURSTON, 1974
Gnathiphimedia fuchsii THURSTON, 1974
Gnathiphimedia macrops BARNARD, 1932
Gnathiphimedia mandibularis BARNARD, 1930
Gnathiphimedia sexdentata (SCHELLENBERG, 1926)
Haplocheira sp.1
Hirondellea antarctica (SCHELLENBERG, 1926)
Iphimedia joubini (CHEVREUX, 1912)
Iphimedia sp.1
Iphimediella bransfieldi BARNARD, 1932
Iphimediella cyclogena BARNARD, 1930
Iphimediella georgei WATLING & HOLMAN, 1980
Iphimediella microdentata (SCHELLENBERG, 1926)
Iphimediella octodentata (NICHOLLS, 1938)
Iphimediella rigida BARNARD, 1930
Jassa goniamera WALKER, 1903
Jassa sp.
Lepidepcreella ctenophora SCHELLENBERG, 1926
Lepidepcreella sp.1
Lepidepcreella spp.
Lepidepcreum sp.?
Leucothoe spp.
Liljeborgia sp.1
Liljeborgia spp.
Lysianassidae indet. sp.1
Lysianassidae indet. sp.2
Lysianassidae indet. sp.3
 Lysianassidae
Maxilliphimedia longipes (WALKER, 1906)
 Melphidippidae
Nicippe unidentata? BARNARD, 1932
Oedicerotidae indet. sp.1
Oedicerotidae indet. sp.2
 Oedicerotidae
Oedicerotides sp.
Paraceradocus sp.
 Paramphitoidae
Pardalisca sp.1
 Phoxocephalidae
Podocerus septemcarinatus SCHELLENBERG, 1926
Podocerus sp.
Polycheria antarctica (STEBBING, 1875)
Proboloides sp.
Prolaphystius isopodops BARNARD, 1930
Rhachotropis antarctica BARNARD, 1932
Schraderia sp.1
Schraderia sp.2
Sebidae indet. sp.1
Sebidae indet. sp.2
 Sebidae
Stegocephalidae indet. sp.1
Stegocephalidae indet. sp.2
Stegocephalidae indet. sp.3
 Stegocephalidae
 Stenothoidae
 Stillepidae
Syrroholtes anaticauda BARNARD, 1930
Tryphosella sp.1
Uristes gigas DANA, 1852
Waldeckia obesa (CHEVREUX, 1905)

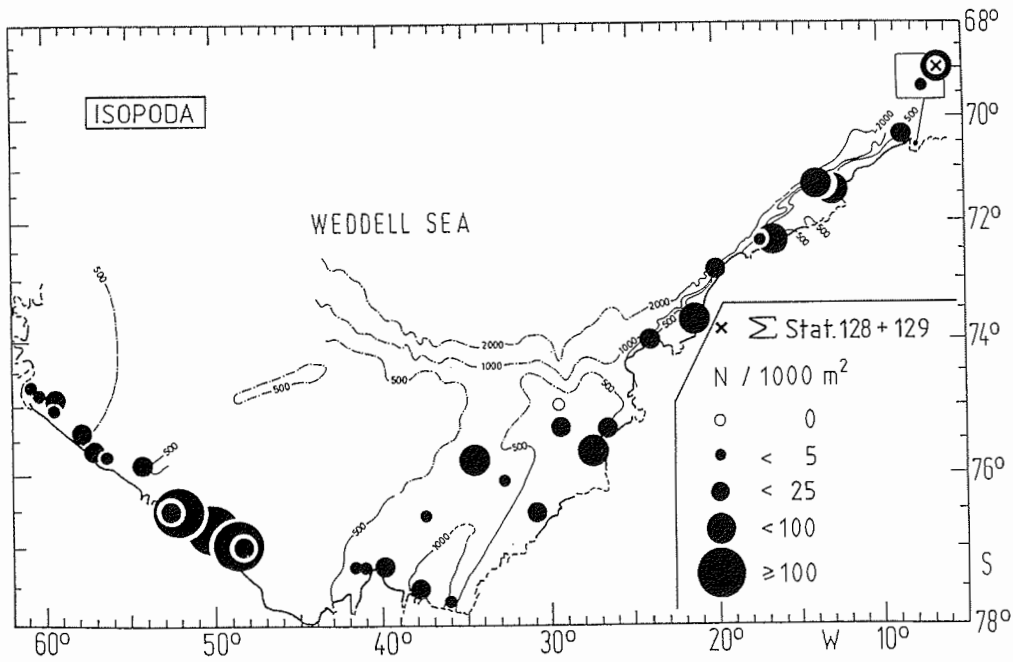


Abb. 4.30. Verbreitung und Abundanzen der Isopoda

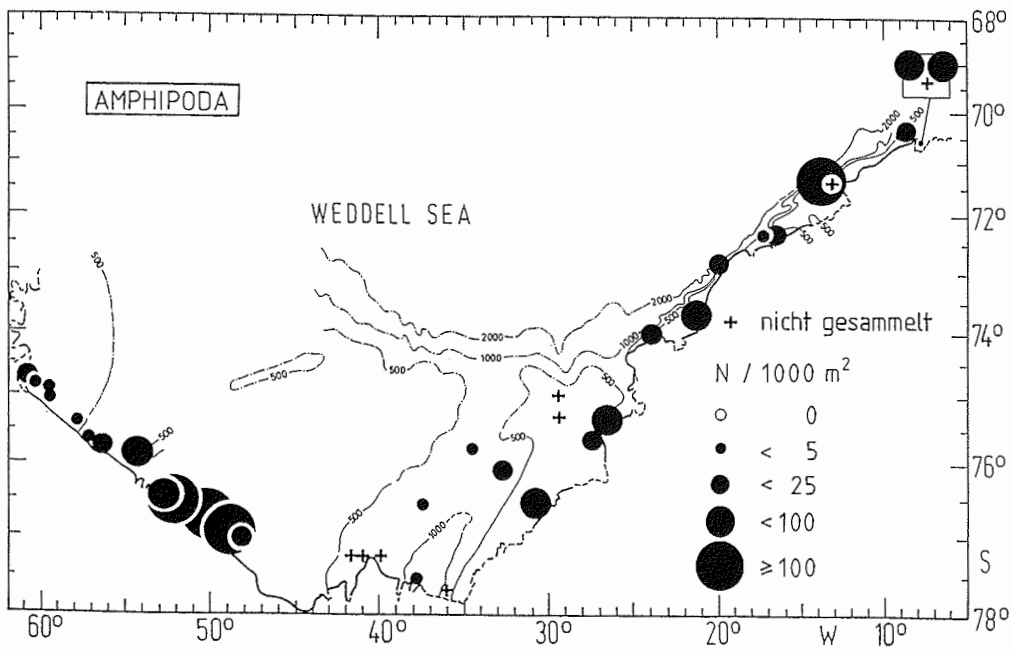


Abb. 4.31. Verbreitung und Abundanzen der Amphipoda

Aus Abb. 4.31. ist ersichtlich, daß die Amphipoden im gesamten Untersuchungsgebiet zahlreich waren, dabei aber flache Teile des Schelfs bevorzugten. Von 8 Stationen, die mit einem Kreuz in der Abbildung gekennzeichnet sind, gelangten keine Tiere dieser Gruppe in die Sammlung.

4.1.14. Bryozoa

Sowohl hornig biegsame als auch verkalkte Kolonien dieser Tierklasse wurden im Weddellmeer in großer Formenvielfalt gefunden. Durch das leichte Auseinanderbrechen der Stöcke und die oft hohen Fangzahlen war ein exaktes Auszählen der Bryozoen nicht möglich. So sollen die in Abb. 4.32. dargestellten Abundanzen nur die Größenordnung des Auftretens wiedergeben. Deutlich wird die sehr spärliche Besiedlung in Tiefen unterhalb 500 m wie im Filchner Graben oder vor der Antarktischen Halbinsel. Auf dem Schelf hingegen finden sich sehr hohe Zahlen. Auf einigen Stationen machten lebende Bryozoen und Bryozoenschill bis zu 90% des gesamten Hols aus. Man kann also neben Schwammnadelfilz den Bryozoenschill als zweites biogenes Sediment anführen (vgl. Abb. 3.3.).

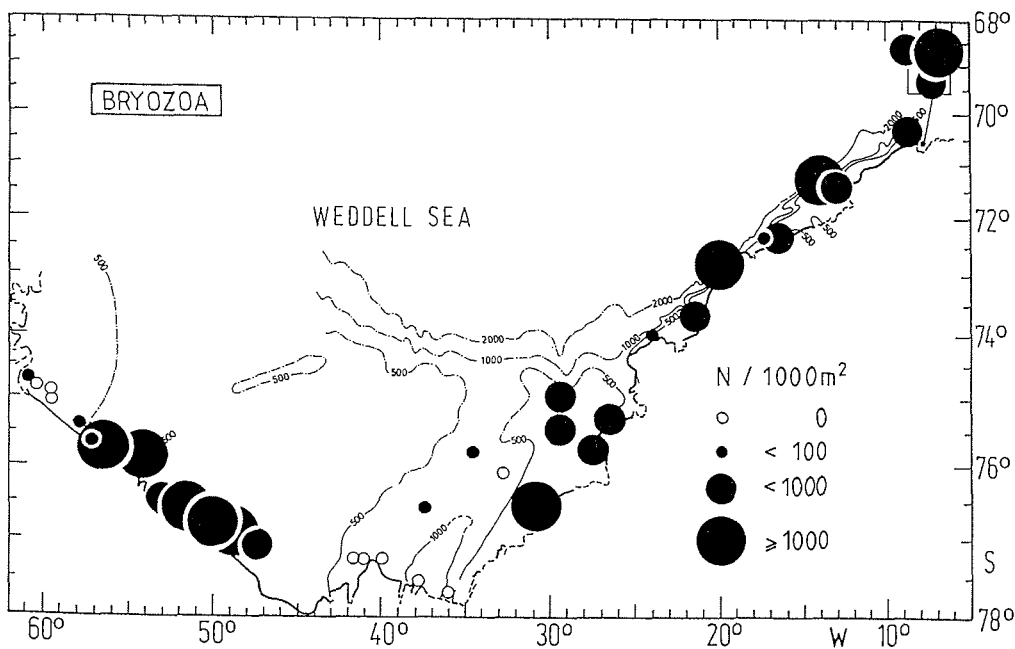


Abb. 4.32. Verbreitung und Abundanzen der Bryozoa

4.1.15. Brachiopoda

Von der Atka Bucht bis hin zur Antarktischen Halbinsel finden wir regelmäßig Brachiopoden (Abb. 4.33.). Meist waren sie an Substrat aus Steinen, Bryozoen oder Hydrozoen festgeheftet. Die Abundanzen lagen zwischen wenigen Tieren bis zu 1300 Individuen pro 1000 m² vor der Filchner Station.

4.1.16. Echinodermata

4.1.16.1. Crinoidea

Die Crinoiden wurden auf allen Stationen des Schelfs (oberhalb 500 m) relativ zahlreich bis maximal 165 Exemplare pro 1000 m² nachgewiesen (Abb. 4.34.). Unterhalb der 500m-Tiefenlinie waren sie deutlich seltener oder fehlten völlig. Das Auszählen der Crinoiden gestaltete sich schwierig, da sie beim Fang oder an Deck leicht ihre Arme abwerfen. Gezählt wurden in diesen Fällen jeweils die kegelförmigen Kelche (Calyx).

4.1.16.2. Asteroidea

Zur Bestimmung der Seesterne gibt die Arbeit von Frau Dr.A.M. CLARK (1962) einen Schlüssel für die antarktischen Formen. Die hier verwendete Nomenklatur folgt weitgehend ihren Ausführungen. Nützlich waren auch die Arbeiten FISHERS (1940), H.S. CLARKs (1963) und insbesondere Rene KOEHLERS (1906,1908, 1911, 1912, 1917, 1920, 1923). Folgende Literatur wurde zur genauen Artanalyse weiterhin herangezogen: BELL (1902, 1908, 1917), BERNASCONI (1963, 1964, 1967, 1970), DÖDERLEIN (1927), FELL & CLARK (1959), GRIEG (1929), LUDWIG (1903, 1905), MADSEN (1955), McKNIGHT (1967, 1976), MEISSNER (1904), SLADEN (1889) und STUDER (1876, 1885).

Insgesamt fanden sich 12 Familien mit 50 Arten oder Unterarten (der Abbildungshinweis verweist auf die jeweilige Verbreitungskarte):

Fam. Astropectinidae

<u>Bathybiaster loripes obesus</u> SLADEN, 1889	Abb.4.43.
<u>Leptychaster accrescens</u> (KOEHLER, 1920)	Abb.4.41.
<u>Leptychaster flexuosus</u> (KOEHLER, 1920)	Abb.4.56.
<u>Leptychaster magnificus</u> (KOEHLER, 1912)	Abb.4.41.
<u>Psilaster charcoti</u> (KOEHLER, 1906)	Abb.4.43.

Fam. Benthoplectinidae

<u>Luidaster gerlachei</u> (LUDWIG, 1903)	Abb.4.52.
---	-----------

Fam. Odontasteridae

<u>Acodontaster capitatus</u> (KOEHLER, 1912)	Abb.4.38.
<u>Acodontaster conspicuus</u> (KOEHLER, 1912)	Abb.4.38.
<u>Acodontaster h. forma hodgsoni</u> (BELL, 1908)	Abb.4.39.
<u>Acodontaster h. forma stellatus</u> (KOEHLER, 1920)	Abb.4.39.
<u>Acodontaster marginatus</u> (KOEHLER, 1912)	Abb.4.54.
<u>Acodontaster waitei</u> (KOEHLER, 1920)	ohne Abb.
<u>Odontaster meridionalis</u> (SMITH, 1876)	Abb.4.51.

Fam. Goniasteridae

<u>Chitonaster johannae</u> (KOEHLER, 1908)	Abb.4.55.
<u>Notioceramus anomalus</u> FISHER, 1940	Abb.4.50.

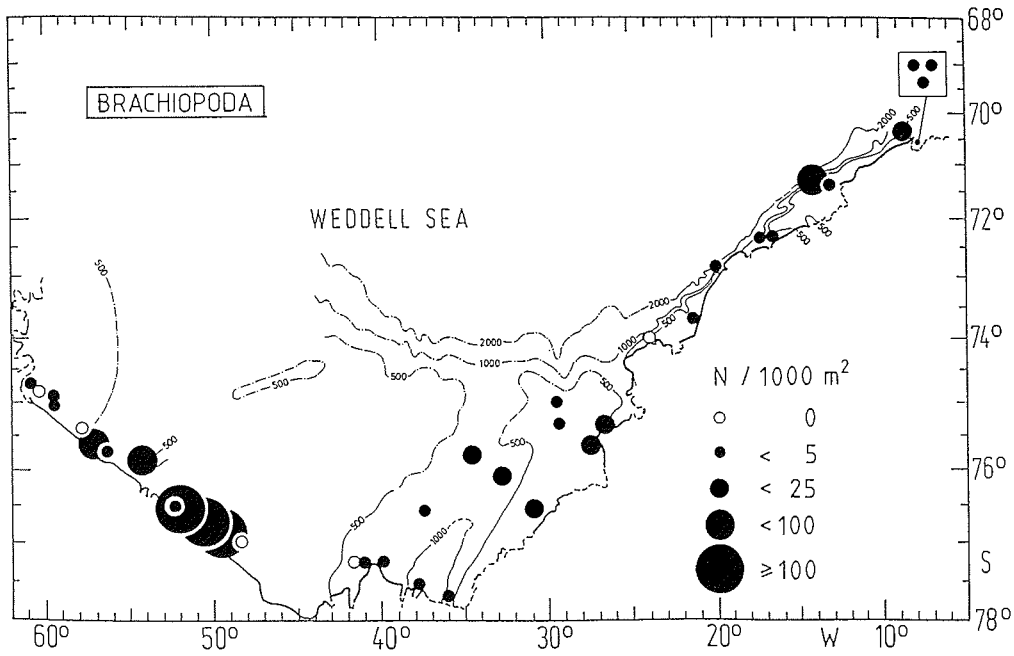


Abb. 4.33. Verbreitung und Abundanzen der Brachiopoda

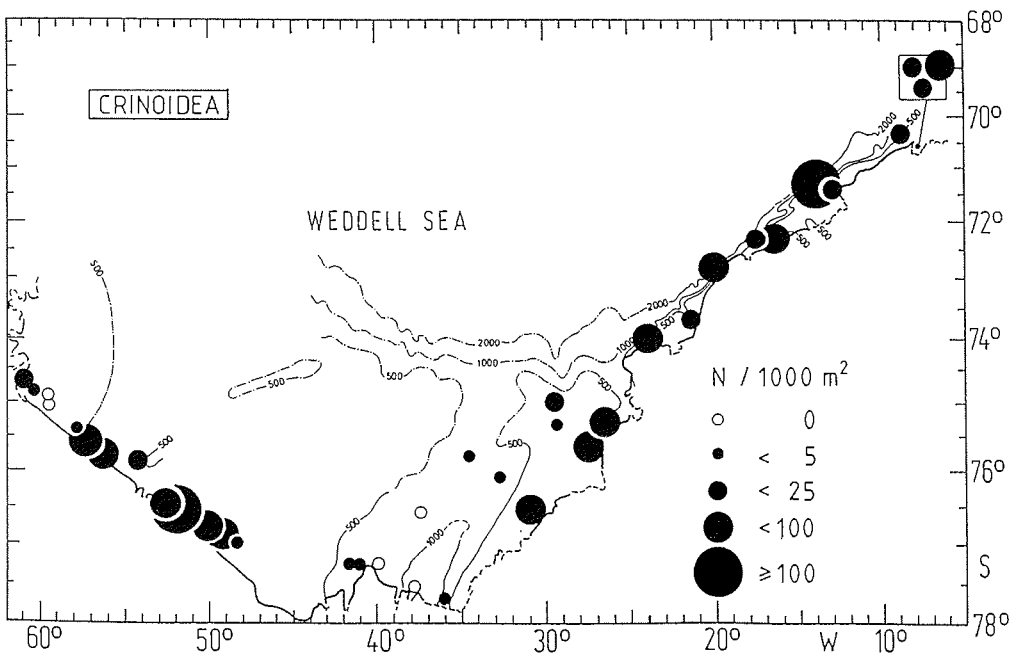


Abb. 4.34. Verbreitung und Abundanzen der Crinoidea

(Fortsetzung Artenliste Asteroidea)

Fam. Ganeriidae		
<u>Cyathra verrucosa mawsoni</u> A.M.CLARK, 1962	Abb.4.42.	
<u>Perknaster aurorae</u> (KOEHLER, 1920)	Abb.4.44.	
<u>Perknaster s. sladeni</u> (PERRIER, 1891)	Abb.4.40.	
Fam. Asterinidae		
<u>Kampylaster incurvatus</u> KOEHLER, 1920	ohne Abb.	
Fam. Poraniidae		
<u>Porania antarctica glabra</u> FISHER, 1940	Abb.4.36.	
Fam. Echinasteridae		
<u>Henricia parva</u> (KOEHLER, 1912)	Abb.4.47.	
<u>Henricia smilax</u> (KOEHLER, 1920)	Abb.4.46.	
<u>Rhopiella h. hirsuta</u> (KOEHLER, 1920)	Abb.4.41.	
Fam. Solasteridae		
<u>Cuenotaster involutus</u> (KOEHLER, 1912)	Abb.4.53.	
<u>Lophaster densus</u> FISHER, 1940	ohne Abb.	
<u>Lophaster gaini</u> KOEHLER, 1912	Abb.4.54.	
<u>Lophaster tenuis</u> KOEHLER, 1920	Abb.4.56.	
<u>Paralophaster antarcticus</u> (KOEHLER, 1912)	Abb.4.52.	
<u>Paraloph. godfroyi asperatus</u> (KOEHLER, 1920)	Abb.4.45.	
<u>Paralophaster sp.1</u>	Abb.4.48.	
<u>Solaster regularis subarcuatus</u> SLADEN, 1889	Abb.4.49.	
Fam. Korethrasteridae		
<u>Peribolaster macleani</u> KOEHLER, 1920	Abb.4.45.	
<u>Remaster gourdoni</u> KOEHLER, 1912	ohne Abb.	
Fam. Pterasteridae		
<u>Hymenaster sp.1</u>	Abb.4.57.	
<u>Hymenaster sp.2</u>	Abb.4.57.	
<u>Hymenaster sp.3</u>	ohne Abb.	
<u>Hymenaster sp.4</u>	ohne Abb.	
<u>Pteraster affinis aculeatus</u> KOEHLER, 1920	Abb.4.48.	
<u>Pteraster stellifer hunteri</u> KOEHLER, 1920	Abb.4.40.	
Fam. Asteriidae		
<u>Diplasterias brucei</u> (KOEHLER, 1908)	Abb.4.44.	
<u>Kenrickaster pedicellaris</u> A.M.CLARK, 1962	ohne Abb.	
<u>Labidiaster annulatus</u> SLADEN, 1889	ohne Abb.	
<u>Lysasterias digitata</u> A.M.CLARK, 1962	Abb.4.53.	
<u>Lysasterias perrieri</u> (STUDER, 1885)	Abb.4.42.	
<u>Notasterias armata</u> KOEHLER, 1911	Abb.4.37.	
<u>Notasterias bongraini</u> (KOEHLER, 1912)	Abb.4.55.	
<u>Notasterias haswelli</u> KOEHLER, 1920	ohne Abb.	
<u>Notasterias stolophora</u> FISHER, 1940	Abb.4.50.	
<u>Pedicellaster hypernot. antarct.</u> LUDWIG, 1903	Abb.4.49.	
<u>Psolidaster mordax rigidus</u> A.M.CLARK, 1962	ohne Abb.	

Leptychaster accrescens und Leptychaster magnificus wurden bei der Auswertung zusammengefaßt, da sie nur schwer zu trennen sind. Paralophaster sp.1 und Hymenaster sp.1 bis sp.4 scheinen bisher noch unbekannte Formen zu sein, zumindest wurde keine auf sie zutreffende Beschreibung in der oben zitierten Literatur gefunden. Belegexemplare zur genauen Bestimmung wurden an Taxonomen geschickt.

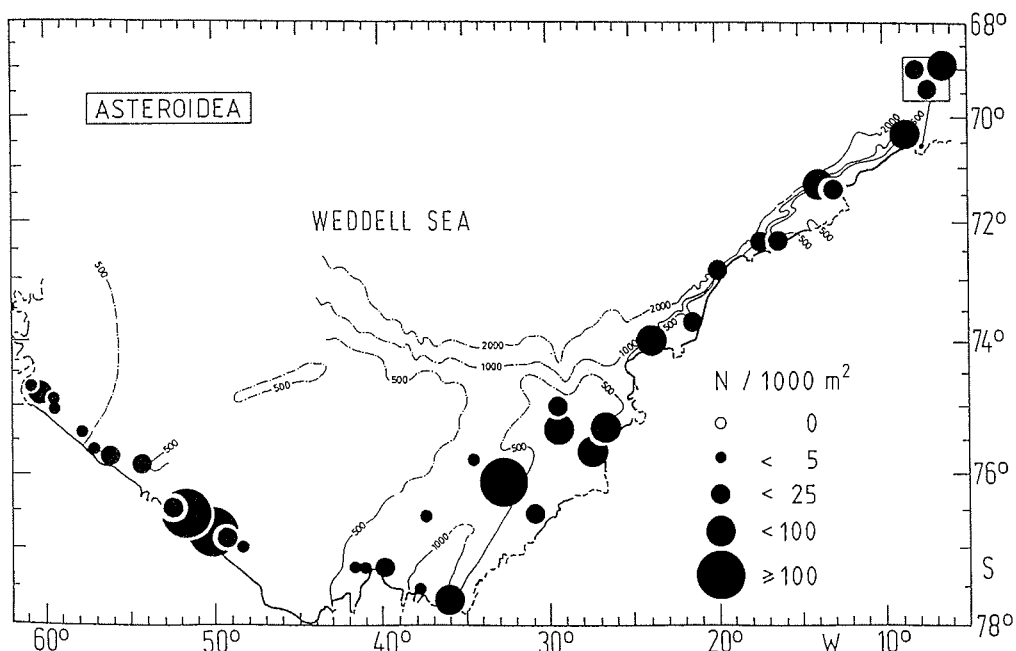


Abb. 4.35. Verbreitung und Abundanzen der Asteroidea

Zusammenfassend gesehen fanden sich Seesterne auf allen Stationen (Abb. 4.35.). Die Abundanzen zeigen auf Grobtaxaniveau keine ausgesprochenen Verbreitungsschwerpunkte.

Die Reihenfolge der folgenden Verbreitungskarten einzelner Arten richtet sich nicht nach der systematischen Hierarchie, sondern nach typischen Verbreitungsmustern, da tiergeographische Aspekte in dieser Arbeit mehr im Vordergrund stehen als systematische.

Ihrem Vorkommen nach lassen sich die Seesterne des Untersuchungsgebietes in 5 Gruppen einteilen:

Gruppe 1: Besiedlung aller Regionen

Gruppe 2: Besiedlung hauptsächlich des östlichen Schelfs mit vereinzelten Vorkommen westlich davon

Gruppe 3: Besiedlung nur des östlichen Schelfs

Gruppe 4: Besiedlung des südöstlichen und westlichen Schelfs

Gruppe 5: Besiedlung der tieferen Regionen (unterhalb 500m)

Die Verbreitung der Asteroiden, die alle Regionen besiedeln (Gruppe 1), stellen Abb. 4.36. bis 4.43. dar.

Der leuchtend orangerote Kissenstern Porania antarctica glabra trat am regelmäßigsten von allen Seesternen auf. Er fehlt auf keiner Station des östlichen Schelfs und findet sich auch im Westen (Abb. 4.36.).

Der mit großen Pedicellarien bewehrte Notasterias armata fehlte auf dem morphologischen Hoch vor dem Rönne Schelfeis (Abb. 4.37.), war ansonsten aber nicht selten.

Die Gattung Acodontaster war mit 4 Formen in der 1. Gruppe vertreten: A. capitatus (Abb. 4.38.), A. conspicuus (Abb. 4.38.), A. hodgsoni forma hodgsoni und A. hodgsoni forma stellatus (beide Abb. 4.39.).

Abb. 4.40. zeigt das Auftreten von Perknaster s. sladeni und Pteraster stellifer hunteri.

Die Verbreitung der mit einer Armlänge bis zu 256 mm ($R/r = 256/86$) und dann 1794 g schweren Leptychaster accrescens und Leptychaster magnificus zeigt Abb. 4.41.. Auch Rhopiella hirsuta hirsuta findet sich in dieser Karte.

Auf beiden Schelfen wurde Cycethra verrucosa mawsoni regelmäßig angetroffen (Abb. 4.42.). Über das südliche und östliche Weddellmeer verstreut ist das spärliche Verbreitungsmuster von Lysasterias perrieri (Abb. 4.42.).

Eine ähnliche Verbreitung wie die vorherige Art zeigen die Seesterne Psilaster charcoti und Bathybiaster loripes obesus (beide Abb. 4.43.).

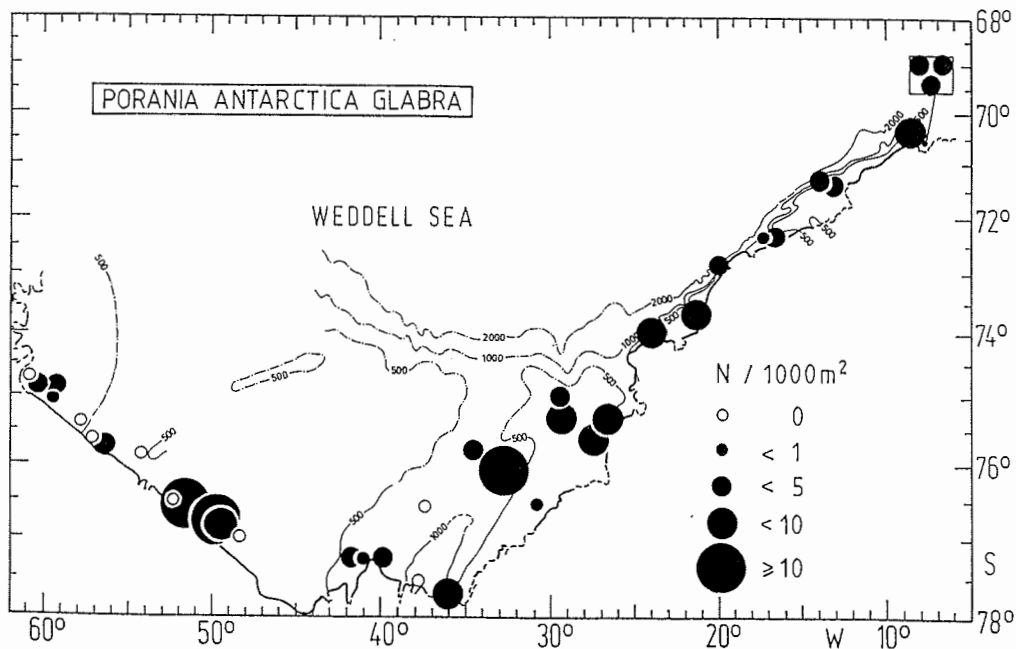


Abb. 4.36. Verbreitung und Abundanzen von Porania antarctica glabra FISHER (Asteroidea)

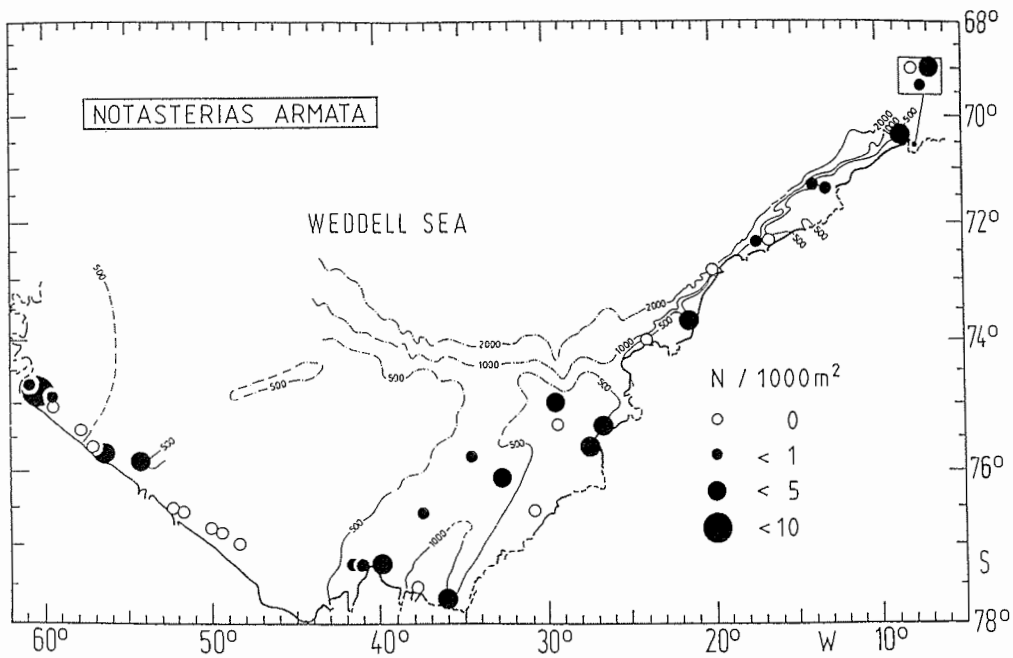


Abb. 4.37. Verbreitung und Abundanzen von Notasterias armata KOEHLER (Asteroidea)

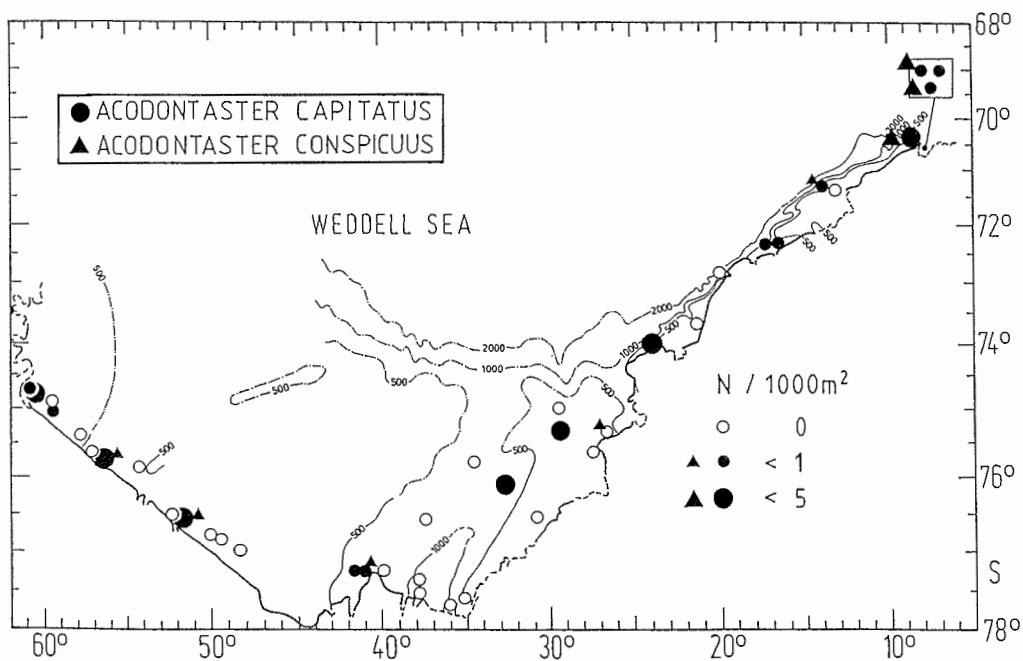


Abb. 4.38. Verbreitung und Abundanzen von Acodontaster capitatus (KOEHLER) und Acodontaster conspicuus (KOEHLER) (Asteroidea)

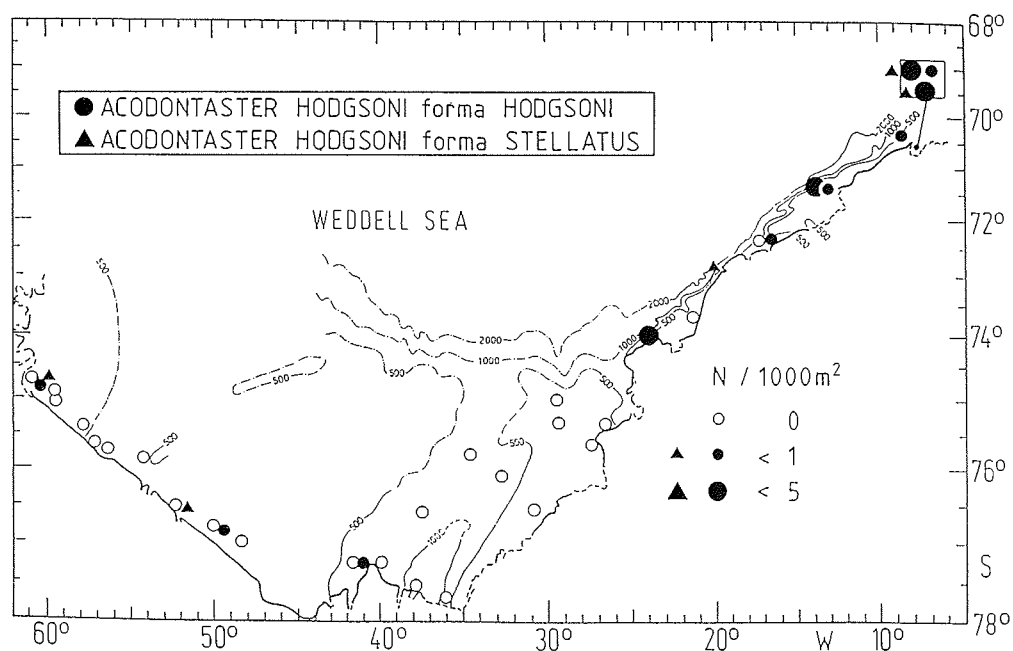


Abb. 4.39. Verbreitung und Abundanzen von *Acodontaster hodgsoni* f. *hodgsoni* (BELL) und *Acodontaster hodgsoni* f. *stellatus* (KOEHLER) (Asteroidea)

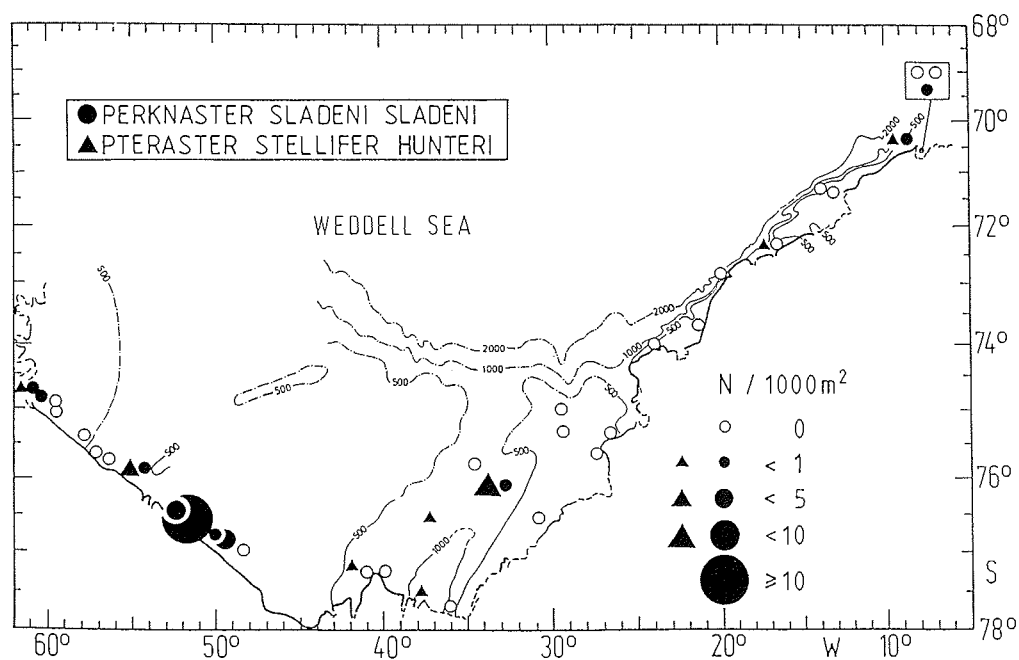


Abb. 4.40. Verbreitung und Abundanzen von *Perknaster s. sladeni* (PERRIER) und *Pteraster stellifer hunteri* (KOEHLER) (Asteroidea)

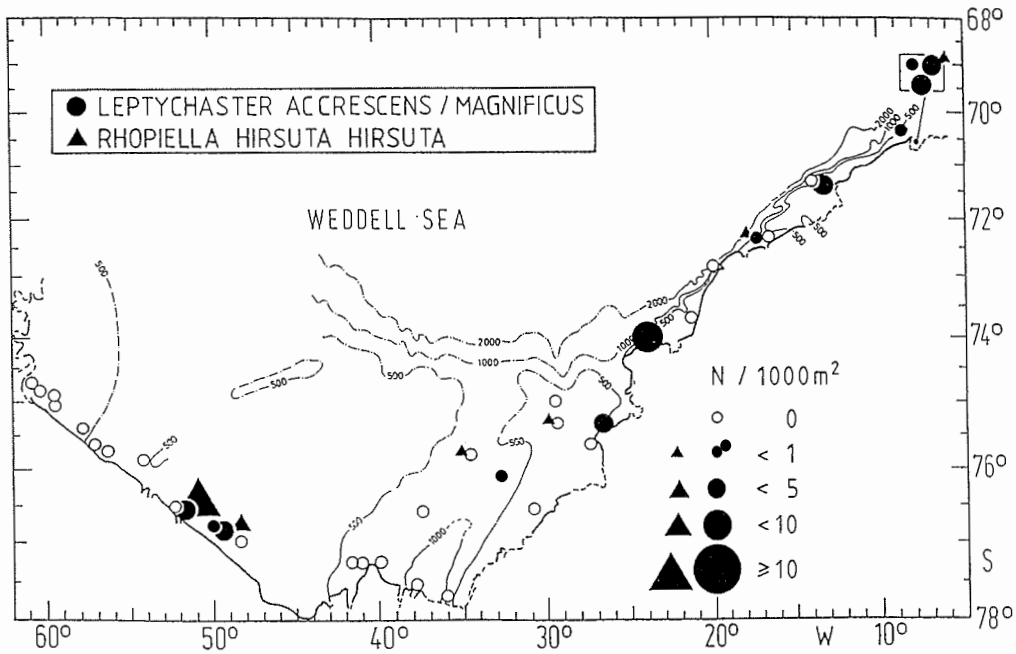


Abb. 4.41. Verbreitung und Abundanzen von Leptychaster accrescens/magnificus und Rhoiella h. hirsuta (KOEHLER) (Asteroidea)

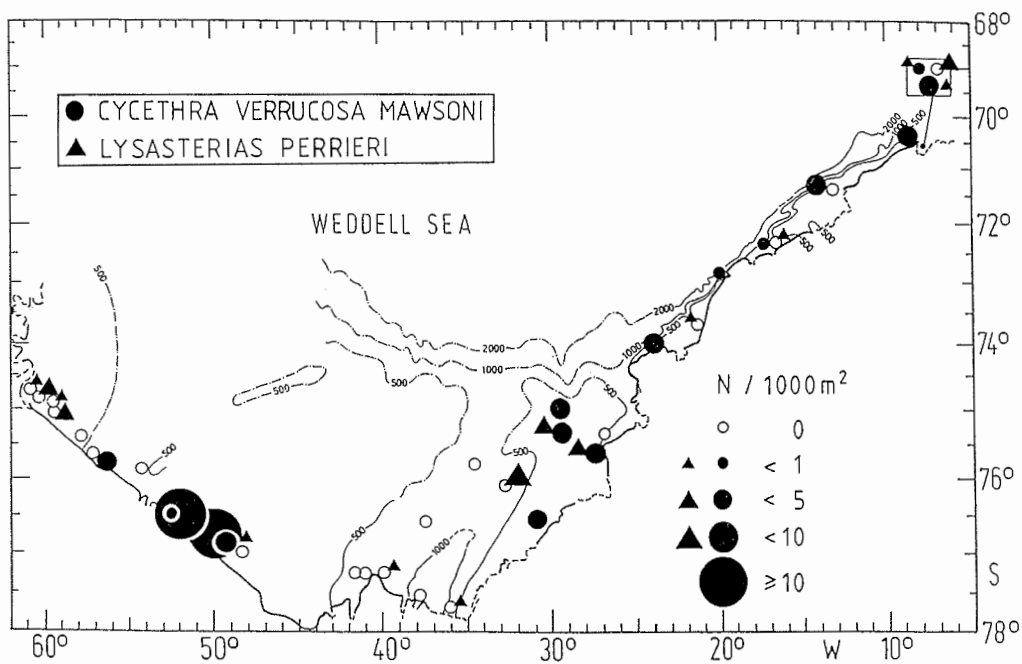


Abb. 4.42. Verbreitung und Abundanzen von Cycethra verrucosa mawsoni A.M. CLARK und Lysasterias perrieri (STUDER) (Asteroidea)

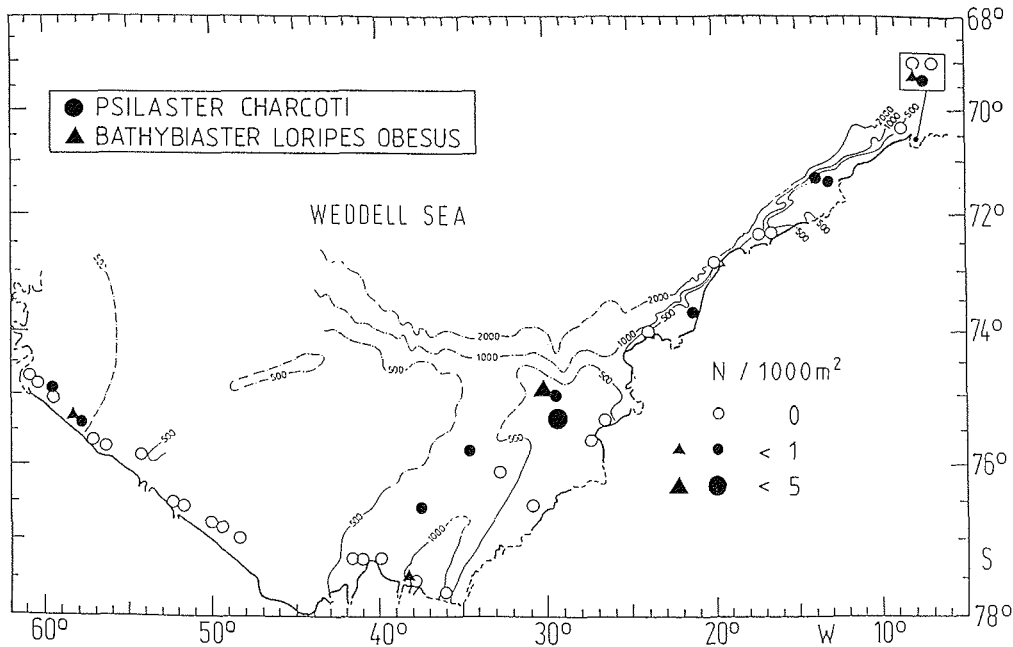


Abb. 4.43. Verbreitung und Abundanzen von *Psilaster charcoti* (KOEHLER) und *Bathybiaster loripes obesus* SLADEN (Asteroidea)

Die 2. Gruppe wird von Seesternen gebildet, die hauptsächlich auf dem östlichen Schelf und vereinzelt westlich davon vorkommen (Abb. 4.44. und 4.45.).

Der große *Diplasterias brucei* bevorzugt den flachen östlichen Schelf und hat im Westen nur einen Nachweis (Abb. 4.44.).

Perknaster aurorae fand sich im Osten auch auf zwei küstenfernen Stationen vor Halley Bay (75°S) und an drei Stellen vor dem Rönne Schelfeis (Abb. 4.44.).

Paralophaster godfroyi asperatus und *Peribolaster macleani* kommen insgesamt nur spärlich vor (Abb. 4.45.).

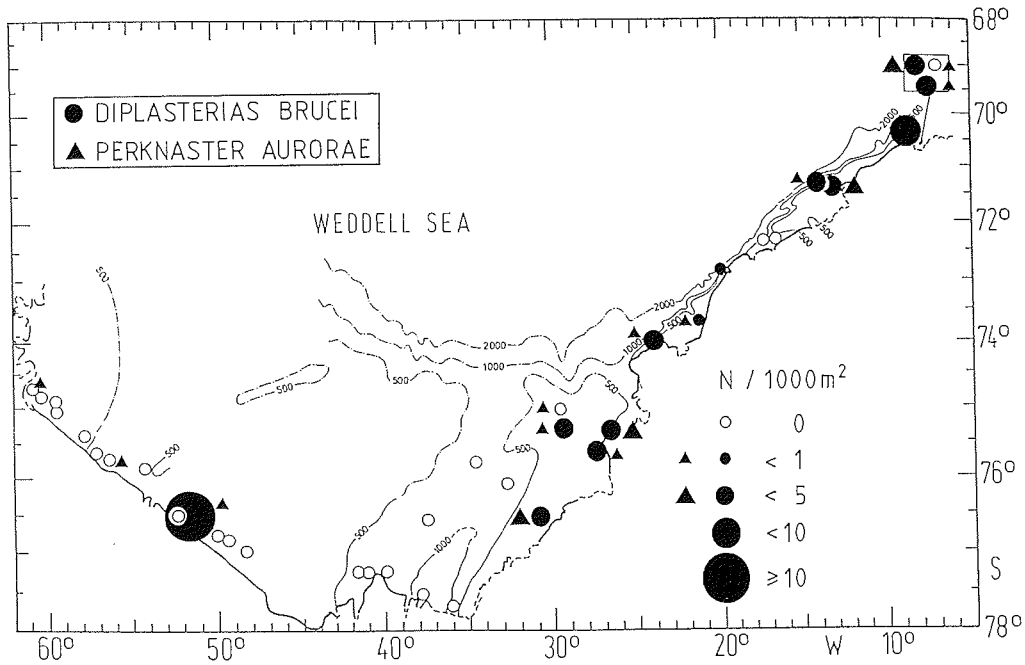


Abb. 4.44. Verbreitung und Abundanzen von Diplasterias brucei (KOEHLER) und von Perknaster aurorae (KOEHLER) (Asteroidea)

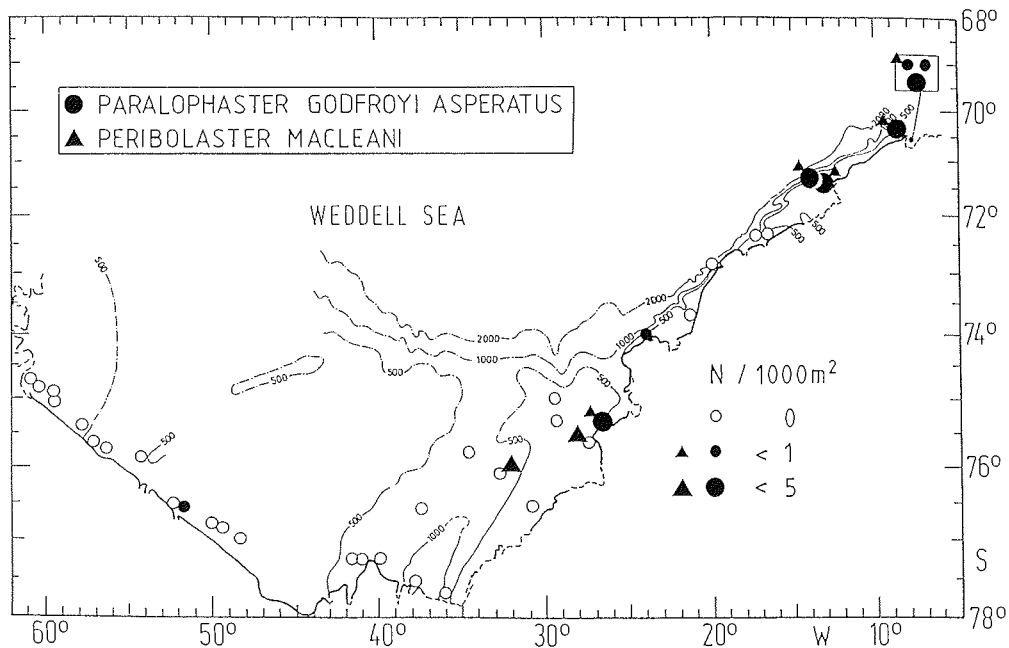


Abb. 4.45. Verbreitung und Abundanzen von Paralophaster godfroyi asperatus (KOEHLER) und von Peribolaster macleani (KOEHLER) (Asteroidea)

Die 3. Gruppe faßt Asteroidea zusammen, die nur den östlichen Schelf besiedeln (Abb. 4.46. bis 4.50.).

Von diesen Seesternen waren Henricia smilax (Abb. 4.46.) und Henricia parva (Abb. 4.47.) in ihrem Vorkommen besonders stetig.

Paralophaster sp.1 (Abb. 4.48.) scheint eine bisher noch unbekannte Art zu sein, die nach ihren Merkmalen in die Nähe der Gattungen Lophaster und Paralophaster zu stellen ist.

Pteraster affinis aculeatus wurde im Süden und Norden auf 7 Stationen gefangen (Abb. 4.48.).

Mehr im Norden des östlichen Schelfs fanden sich der achtarmige Sonnenstern Solaster regularis subarcuatus (Abb. 4.49.) und Pedicellaster hypernotius antarcticus (Abb. 4.49.).

Schließlich wurden in diesem Schelfbereich zwischen Kap Norvegia und dem Vestkapp die beiden Seesterne Notioceramus anomalus und Notasterias stolophora in kleinen Zahlen nachgewiesen (beide Abb. 4.50.).

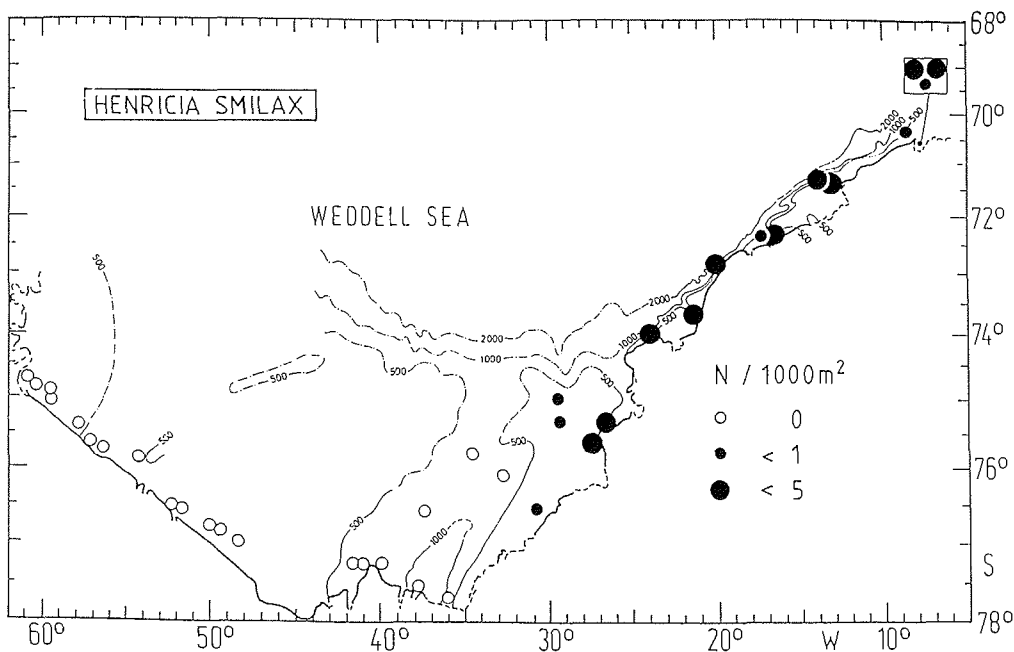


Abb. 4.46. Verbreitung und Abundanzen von Henricia smilax (KOEHLER) (Asteroidea)

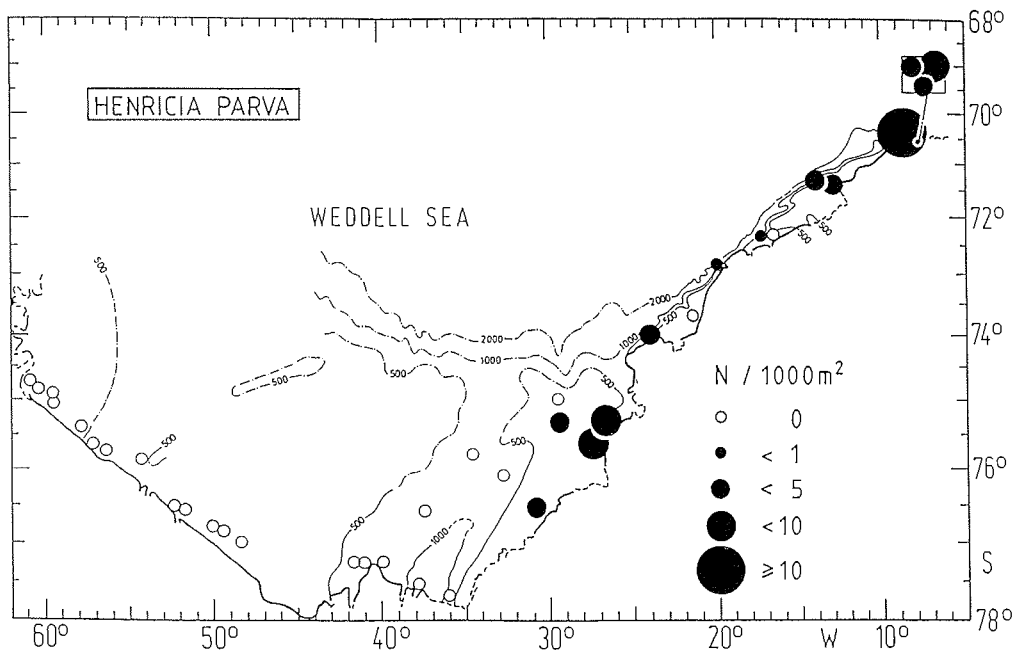


Abb. 4.47. Verbreitung und Abundanzen von *Henricia parva* (KOEHLER) (Asteroidea)

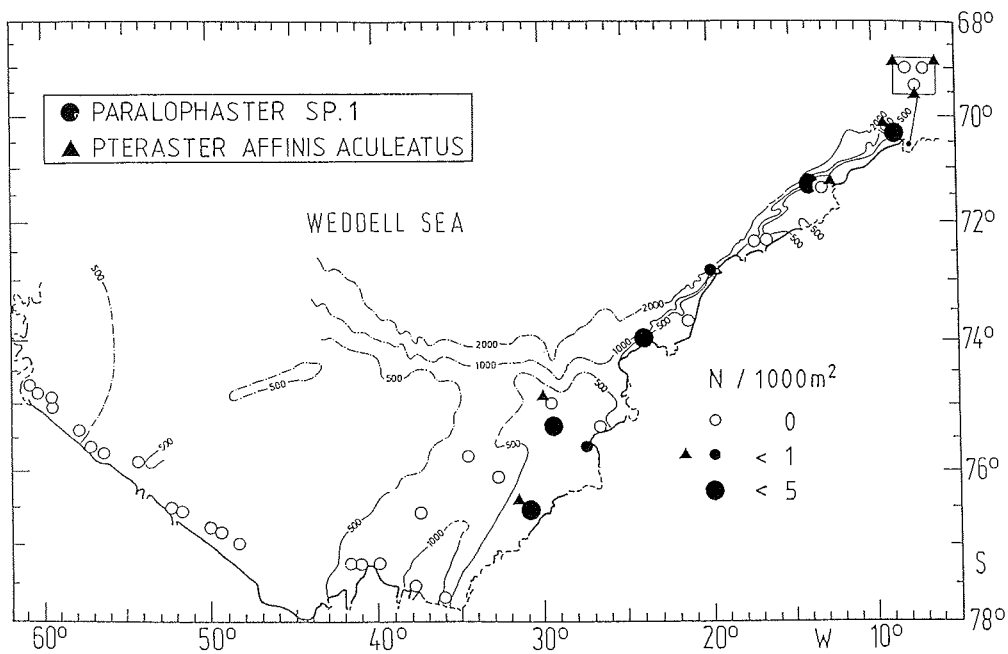


Abb. 4.48. Verbreitung und Abundanzen von *Paralophaster sp.1* und *Pteraster affinis aculeatus* KOEHLER (Asteroidea)

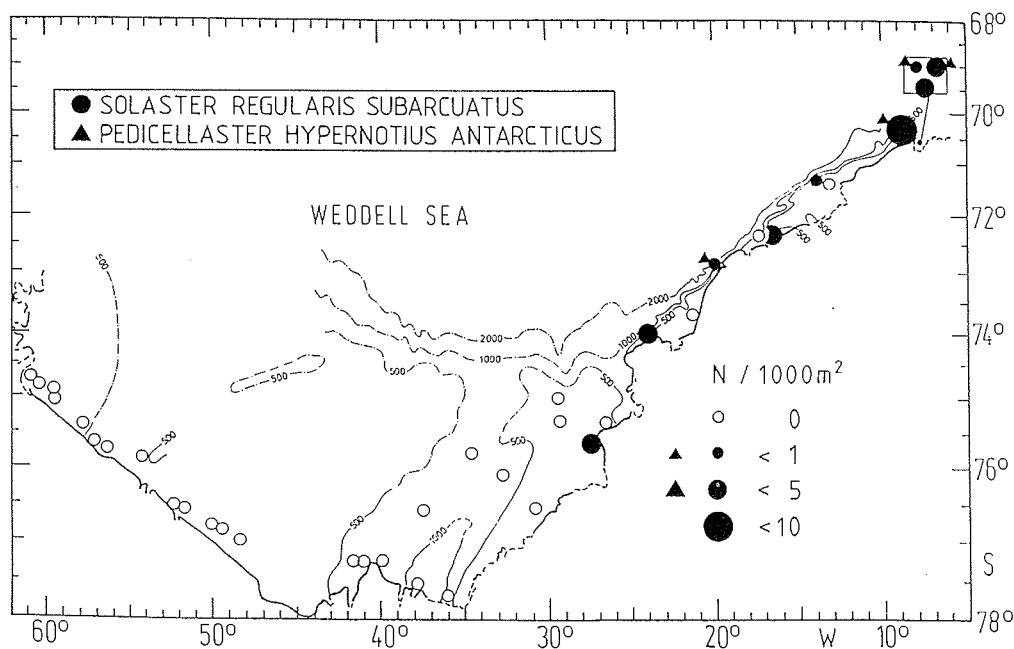


Abb. 4.49. Verbreitung und Abundanzen von *Solaster regularis subarcuatus* SLADEN und *Pedicellaster hypernotius antarcticus* LUDWIG (Asteroidea)

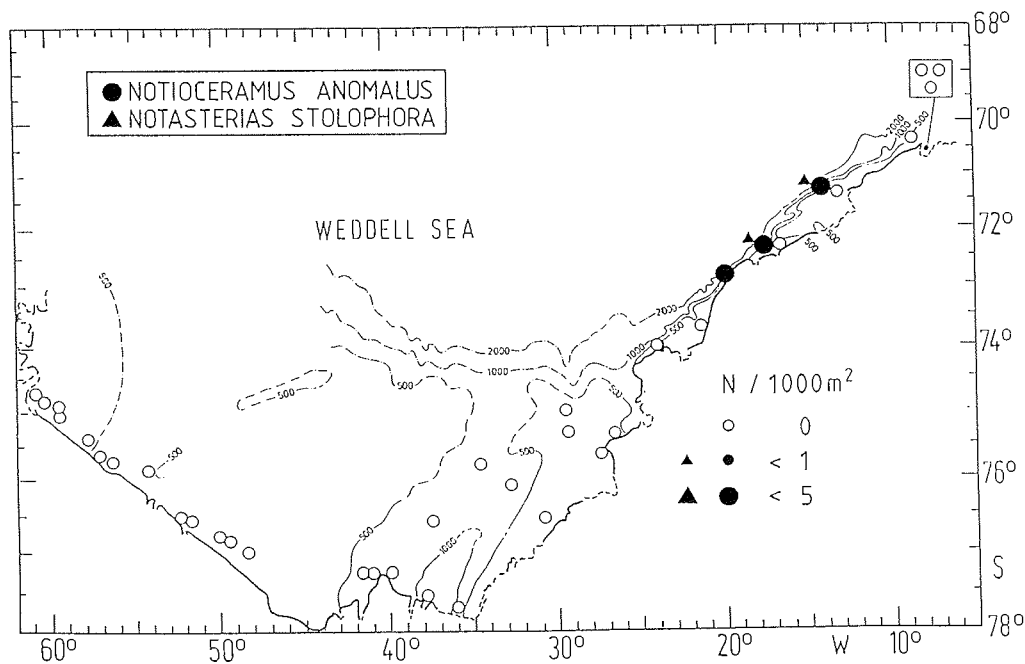


Abb. 4.50. Verbreitung und Abundanzen von *Notioceramus anomalus* FISHER und *Notasterias stolophora* FISHER (Asteroidea)

Die Seesterne der 4. Gruppe besiedeln überwiegend den südlichen Teil des Ostschelfs und den Westschelf (Abb. 4.51. bis 4.56.).

Zu dieser Gruppe gehört Odontaster meridionalis, der hauptsächlich im Süden nachgewiesen wurde (Abb. 4.51.). O. meridionalis ist der einzige Vertreter seiner Gattung im Gebiet. Der im Norden der Halbinsel und in der Ross See massenhaft auftretende Odontaster validus KOEHLER fehlt gänzlich.

Luidaster gerlachei (Abb. 4.52.), Paralophaster antarcticus (Abb. 4.52.) und Lysasterias digitata (Abb. 4.53.) kommen ebenfalls auf beiden Schelfen vor, Cuenotaster involutus gleichermaßen und zusätzlich auf zwei Stationen im Filchner Graben (Abb. 4.53.).

Acodontaster marginatus wurde wie Lophaster gaini auf jeweils 4 Stationen gefunden (beide Abb. 4.54.).

Der Schwerpunkt der Verbreitung von Chitonaster johannae liegt auf dem südöstlichen Schelf vor Halley Bay (Abb. 4.55.). Von Notasterias bongraini gibt es nur zwei Nachweise (Abb. 4.55.).

Leptychaster flexuosus wurde nur in wenigen großen Exemplaren meist im Westen gefunden (Abb. 4.56.). Die beweglichen, schlanken Arme hatten Längen von maximal bis zu 393 mm (R/r = 393/54) bei einem Gewicht des Tieres von 844 g (Station 470). Das Vorkommen von Lophaster tenuis beschränkt sich auf 4 Stationen vor dem Rönne Schelfeis (Abb. 4.56.).

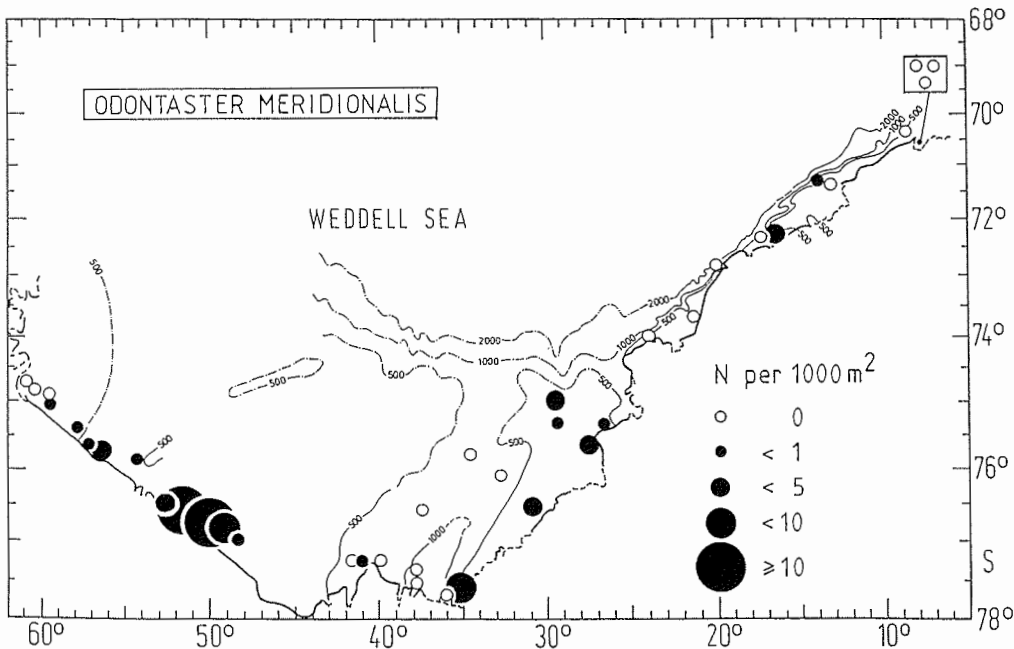


Abb. 4.51. Verbreitung und Abundanzen von Odontaster meridionalis SMITH (Asteroidea)

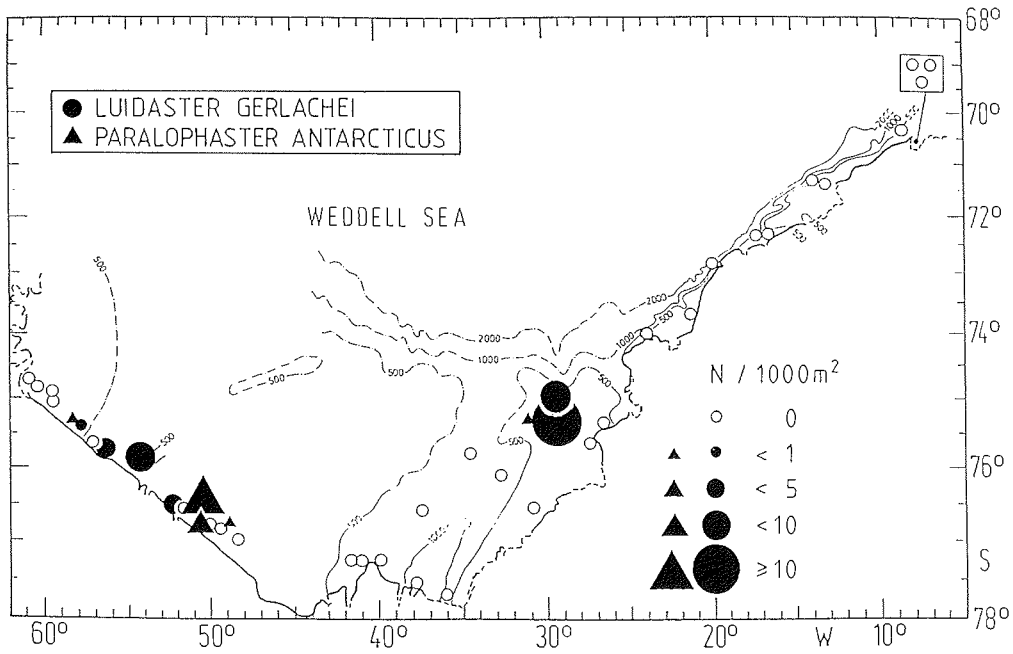


Abb. 4.52. Verbreitung und Abundanzen von Luidaster gerlachei (LUDWIG) und Paralophaster antarcticus (KOEHLER) (Asteroidea)

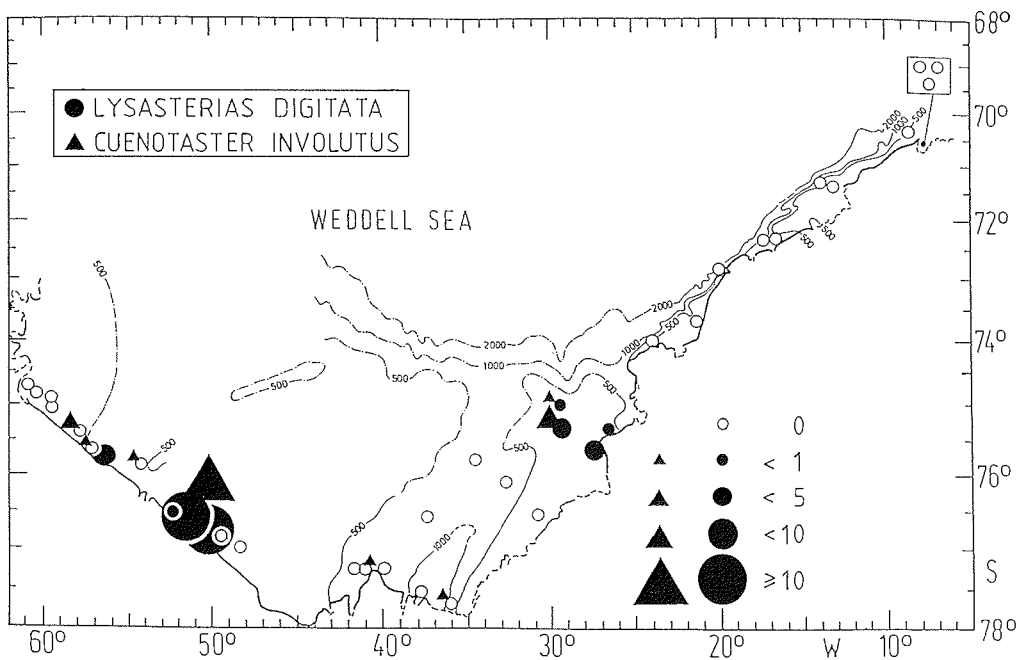


Abb. 4.53. Verbreitung und Abundanzen von Lysasterias digitata A.M. CLARK und von Cuenotaster involutus (KOEHLER) (Asteroidea)

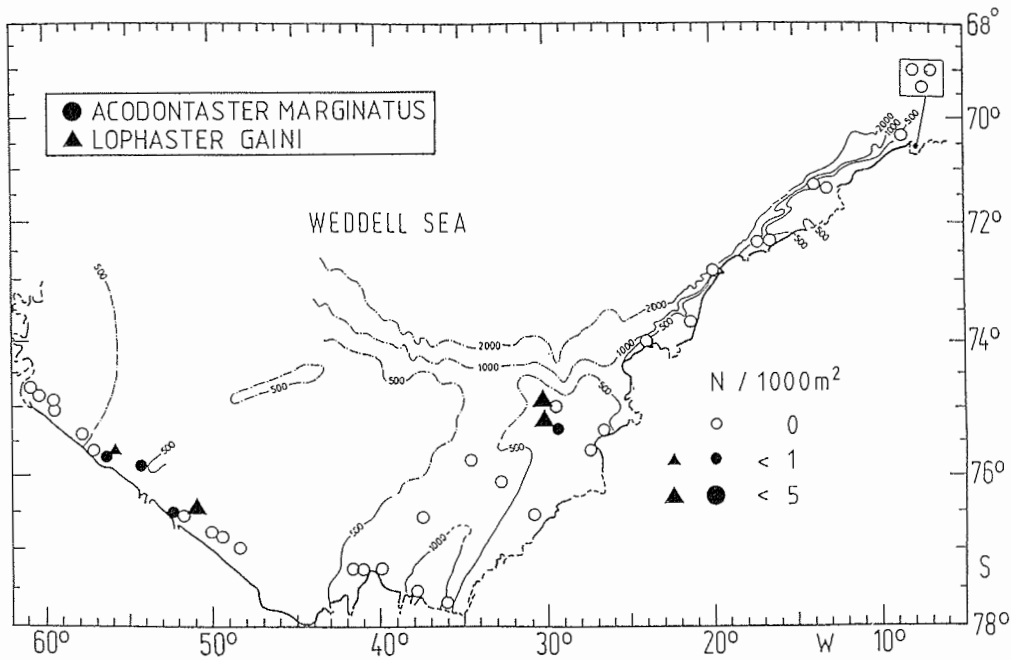


Abb. 4.54. Verbreitung und Abundanzen von *Acodontaster marginatus* (KOEHLER) und *Lophaster gaini* KOEHLER (Asteroidea)

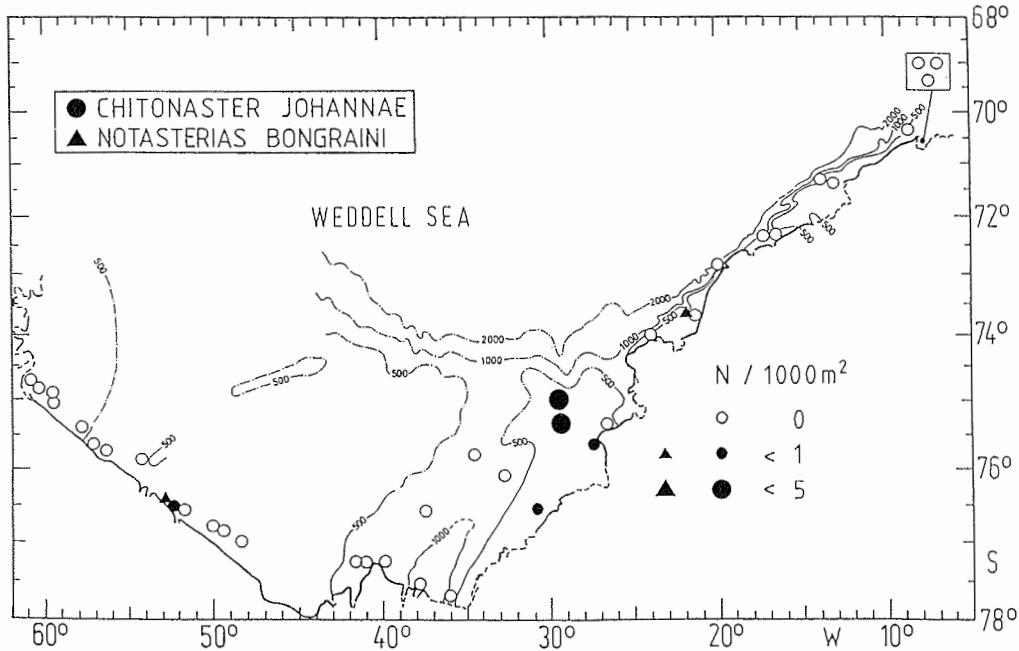


Abb. 4.55. Verbreitung und Abundanzen von *Chitonaster johannae* (KOEHLER) und *Notasterias bongraini* (KOEHLER) (Asteroidea)

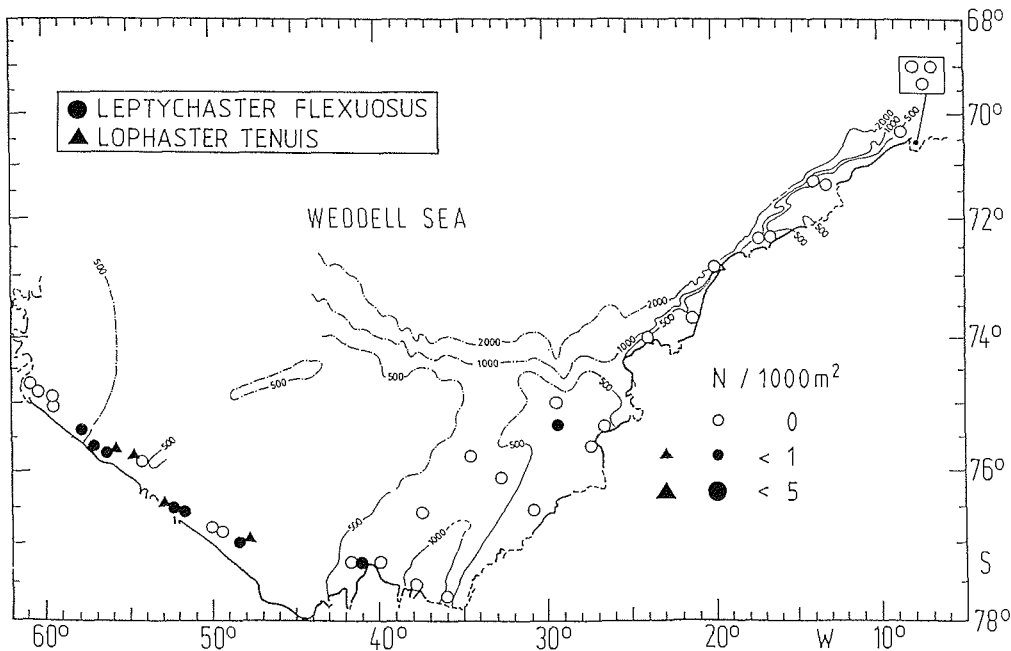


Abb. 4.56. Verbreitung und Abundanzen von Leptychaster flexuosus (KOEHLER) und Lophaster tenuis KOEHLER (Asteroidea)

In der 5. Gruppe, die tiefere Regionen besiedelt, finden sich ausschließlich Vertreter der Gattung Hymenaster. Von ihr sind weltweit Tiefseeformen bekannt. Im Weddellmeer reicht die bathymetrische Verbreitung im Flachens bis auf den Schelf bei 346 m (Stat. 417). Vier deutlich voneinander zu unterscheidende Typen wurden gefunden. Keiner von ihnen ist bisher in der Literatur bekannt.

Hymenaster sp.1 war mit Abstand am häufigsten. Das Maximum liegt bei Station 510 mit 102 Individuen pro 1000 m². Hymenaster sp.1 besiedelt den Filchner Graben und das morphologische Tief am Fuß der Antarktischen Halbinsel im Westen (Abb. 4.57.). Hymenaster sp.2 wurde auf drei Stationen im Filchner Graben gefunden (Abb. 4.57.). Im Filchner Graben auf Station 510 fand sich Hymenaster sp.3. Hymenaster sp.4 war im Fang von Station 210 in der Vestkapp Region im Osten (ohne Abb.).

Für die folgenden 8 Seesternarten wurden keine Verbreitungskarten angefertigt. Sie wurden alle mit wenigen Exemplaren im östlichen Teil des Untersuchungsgebietes meist nur auf einer Station nachgewiesen.

In der Atka Bucht ganz im Nordosten wurde auf Station 128 Acodontaster waitei gefangen. Labidiaster annulatus, ein großer sonnenförmiger Seestern mit bis zu 50 beweglichen Armen, fand sich in einer benachbarten Station (220) im Grundschieppnetz.

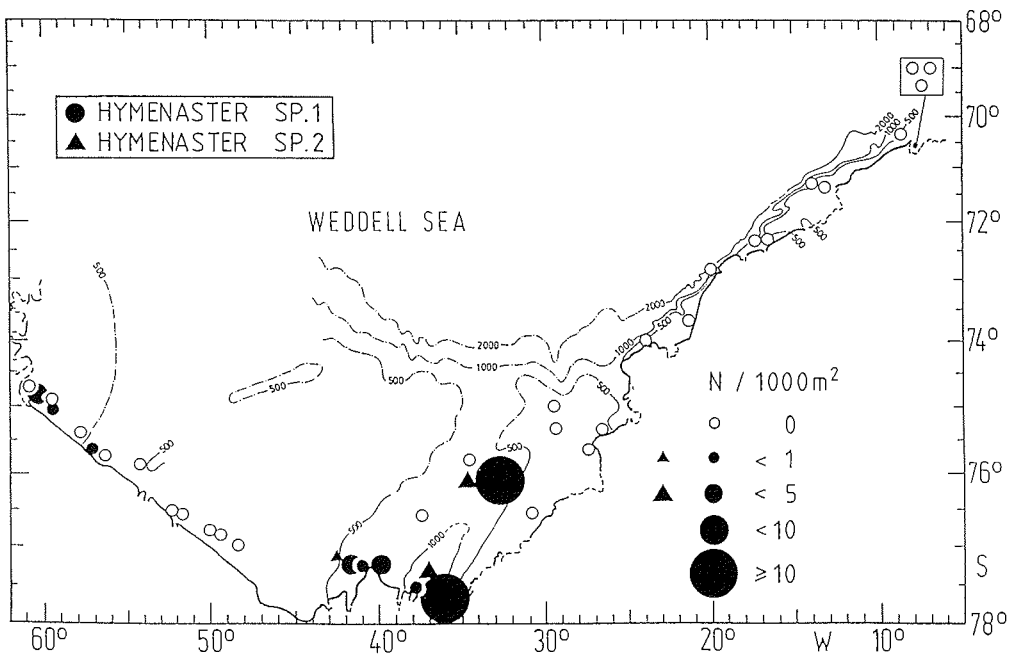


Abb. 4.57. Verbreitung und Abundanzen von Hymenaster sp.1 und Hymenaster sp.2 (Asteroidea)

Vor Kap Norvegia erbrachte die etwas küstenfernere Station 524 bei 325 m Wassertiefe erstmals folgende drei Arten: Kenrickaster pedicellaris, Psolidaster mordax rigidus und Notasterias haswelli. Notasterias haswelli kam auch zusätzlich in der nahebei liegenden Station 132 vor.

Am Schelfabhang nördlich vom Vestkapp (Station 521) wurde Kampylaster incurvatus gefangen.

Südlich des Vestkapps auf Station 210 wurde Lophaster densus erbeutet und auf der noch weiter südwestlich gelegenen Station 207 Remaster gourdoni.

4.1.16.3. Ophiuroidea

Die Schlangensterne der beiden Expeditionen wurden zunächst in 44 Typen unterschieden, die weitgehend als Arten von Frau Dr. I. Bartsch, Hamburg, bestätigt werden konnten. Das Material lagert bis auf eine Typensammlung bei der Biologischen Anstalt Helgoland (Hamburg) bei Frau Bartsch. Einen Schlüssel auch zum Bestimmen der antarktischen Genera geben BERNASCONI & D'AGOSTINO (1971).

Insgesamt fanden sich 43 Arten in 6 Familien (der Abbildungshinweis verweist auf die jeweilige Verbreitungskarte):

Fam. Gorgonocephalidae	
<u>Astrotoma agassizii</u> LYMAN, 1875	Abb.4.64.
<u>Astrochlamys bruneus</u> KOEHLER, 1912	ohne Abb.
Fam. Ophiacanthidae	
<u>Ophiacantha disjuncta</u> (KOEHLER, 1901)	Abb.4.59.
<u>Ophiacantha paramedea?</u> HERTZ, 1927	ohne Abb.
<u>Ophiacantha pentactis</u> MORTENSEN, 1936	ohne Abb.
<u>Ophiacantha vivipara?</u> LJUNGMAN, 1870	Abb.4.71.
<u>Ophiocamax drygalski</u> HERTZ, 1927	ohne Abb.
<u>Ophiomitrella ingrata</u> KOEHLER 1908	Abb.4.70.
<u>Ophiomitrella sp.A</u>	Abb.4.70.
<u>Ophiosparte gigas</u> KOEHLER, 1922	Abb.4.74.
<u>Toporkovia antarctica</u> (LYMAN, 1882)	Abb.4.65.
Fam. Amphiuridae	
<u>Amphiura belgicae</u> KOEHLER, 1900	Abb.4.64.
<u>Amphiura deficiens</u> KOEHLER, 1922	ohne Abb.
<u>Amphiura dilatata gaussi</u> HERTZ, 1927	ohne Abb.
<u>Amphiura joubini</u> KOEHLER, 1912	Abb.4.75.
<u>Amphiura proposita</u> KOEHLER, 1922	Abb.4.66.
Fam. Ophiroleucidae	
<u>Ophiroleuce regulare</u> (KOEHLER, 1901)	Abb.4.73.
Fam. Ophirolepidinae	
<u>Ophioceres incipiens</u> (KOEHLER, 1922)	Abb.4.68.
Fam. Ophiurinae	
<u>Glaciacantha dubium</u> (KOEHLER, 1901)	Abb.4.63.
<u>Glaciacantha döderleini</u> (HERTZ, 1927)	Abb.4.75.
<u>Ophiocten megaloplax</u> KOEHLER, 1901	Abb.4.65.
<u>Ophionotus victoriae</u> BELL, 1908	Abb.4.61.
<u>Ophioperla koehleri</u> (BELL, 1908)	Abb.4.63.
<u>Ophioplinthus brucei?</u> (KOEHLER, 1908)	ohne Abb.
<u>Ophiosteira debitor</u> KOEHLER, 1922	ohne Abb.
<u>Ophiosteira echinulata</u> KOEHLER, 1922	Abb.4.66.
<u>Ophiosteira rotundata</u> KOEHLER, 1922	Abb.4.72.
<u>Ophiosteira senouqui</u> KOEHLER, 1912	ohne Abb.
<u>Ophiuroglypha lymani</u> (LJUNGMAN, 1870)	Abb.4.62.
<u>Ophiurolepis brevirima</u> MORTENSEN, 1936	Abb.4.68.
<u>Ophiurolepis gelida</u> (KOEHLER, 1901)	Abb.4.60.
<u>Ophiurolepis martensi?</u> (STUDER, 1885)	Abb.4.69.
<u>Ophiurolepis resistens</u> KOEHLER, 1911	Abb.4.67.
<u>Ophiurolepis tumescens</u> KOEHLER, 192	Abb.4.72.
<u>Ophiura döderleini</u> (KOEHLER, 1901)	Abb.4.70.
<u>Ophiura flexibilis</u> (KOEHLER, 1911)	Abb.4.67.
<u>Ophiura irrorata</u> (LYMAN, 1878)	Abb.4.71.
<u>Ophiura rouchi</u> (KOEHLER, 1912)	Abb.4.69.
<u>Theodoria conveniens</u> (KOEHLER, 1923)	Abb.4.75.
<u>Theodoria relegata</u> (KOEHLER, 1922)	Abb.4.73.
<u>Theodoria wallini?</u> (MORTENSEN, 1925)	Abb.4.73.
<u>Anophiura sp.A</u>	Abb.4.70.
<u>Amphiophiura sp.A</u>	ohne Abb.

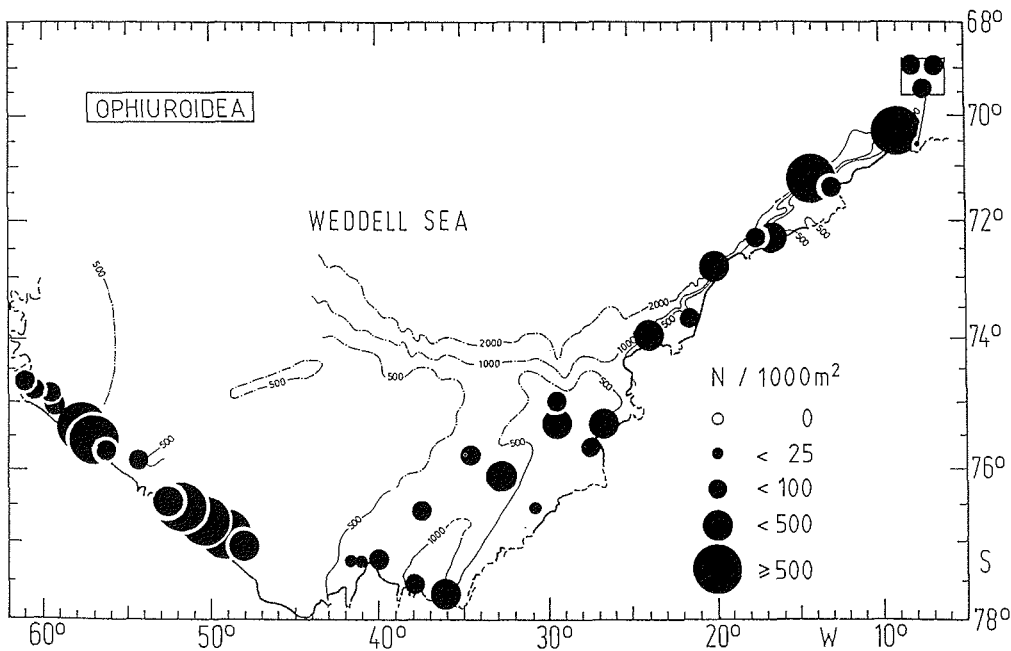


Abb.4.58. Verbreitung und Abundanzen der Ophiuroidea

Ophiuroiden waren im gesamten Gebiet um etwa eine Größenordnung häufiger als Asteroiden. Sie fanden sich auf allen Stationen und waren auf den Schelfen oberhalb 500 m häufiger als in tieferen Gebieten (Abb. 4.58.).

Wie schon im vorhergehenden Kapitel bei den Seesternen richtet sich auch bei den Schlangensternen die Reihenfolge der nun folgenden Artverbreitungskarten nicht nach der systematischen Gliederung sondern nach übereinstimmenden Verbreitungsmustern.

Ihrer Verbreitung nach lassen sich die Schlangensterne in 5 Gruppen einordnen:

- Gruppe 1: Besiedlung aller Regionen (Schelfe und tiefere Gebiete)
- Gruppe 2: Besiedlung der Schelfe und der Senke vor der Antarktischen Halbinsel, nicht aber des Filchner Grabens
- Gruppe 3: Besiedlung hauptsächlich des östlichen Schelfs und vereinzelt auch westlich davon
- Gruppe 4: Besiedlung hauptsächlich der Region westlich des Filchner Grabens
- Gruppe 5: Besiedlung hauptsächlich des Filchner Grabens

Die 1. Gruppe mit Vorkommen in allen Regionen wird von 6 Arten gebildet (Abb. 4.59. bis 4.63.).

Ophiacantha disjuncta (synonym mit O. antarctica KOEHLER, 1900) war eine der häufigsten Arten. Bis auf 4 Lücken im Filchner Graben war diese

kleinwüchsige Form auf allen Stationen präsent (Abb. 4.59.). Besonders im Süden und Südwesten fanden sich hohe Abundanzen mit bis zu 2500 Individuen pro 1000 m².

Auch Ophiurolepis gelida zeigte eine hohe Präsenz mit nur zwei Stationen ohne Fund (Abb. 4.60.). Der kräftige Schlangensterne wurde oft mit dem parasitischen oder epizoischen Schwamm Iophon radiatus TOPSENT auf der Aboralseite angetroffen.

Ophionotus victoriae hat seine Hauptverbreitung im Süden und fehlt auf 8 Stationen besonders im Nordosten des Gebietes (Abb. 4.61.).

Ophiuroglypha lymani bevorzugt den flachen Schelf, findet sich aber auch in tiefen Bereichen wie Station 480 im Filchner Graben bei 1176 m (Abb. 4.62.).

Nur in geringen Abundanzen wurde der ziegelrote Ophioperla koehleri gefangen. Dabei war diese Art im Südwesten und Südosten etwas häufiger als im Nordosten (Abb.4.63.).

Nur sehr spärlich wurde auf 7 Stationen zwischen der Atka Bucht und der Antarktischen Halbinsel der Schlangensterne Glaciacantha dubium nachgewiesen (Abb. 4.63.).

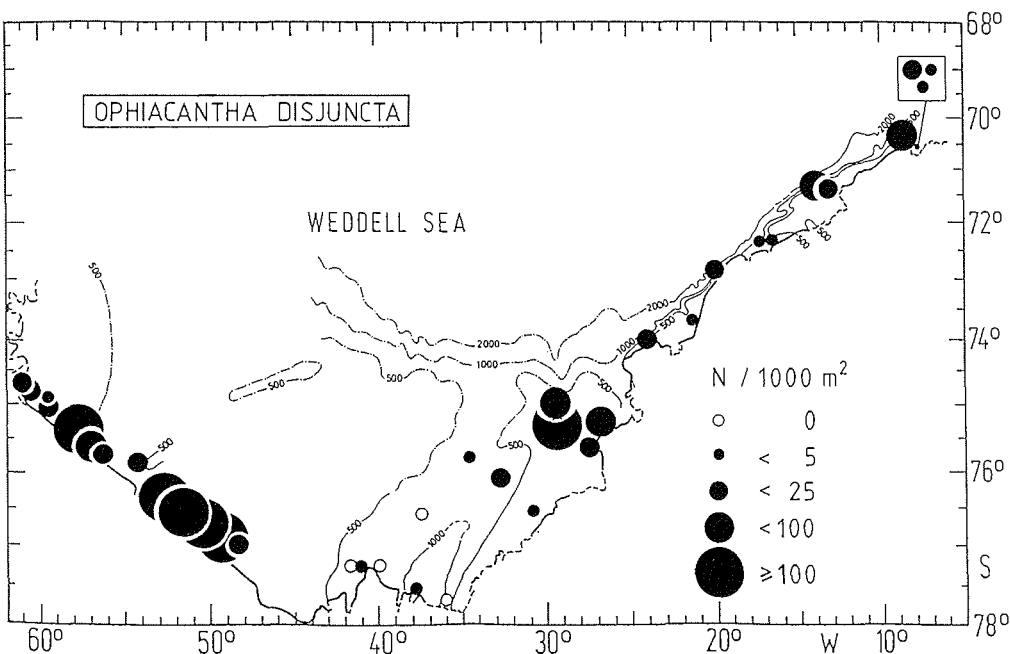


Abb. 4.59. Verbreitung und Abundanzen von Ophiacantha disjuncta (KOEHLER) (Ophiuroidea)

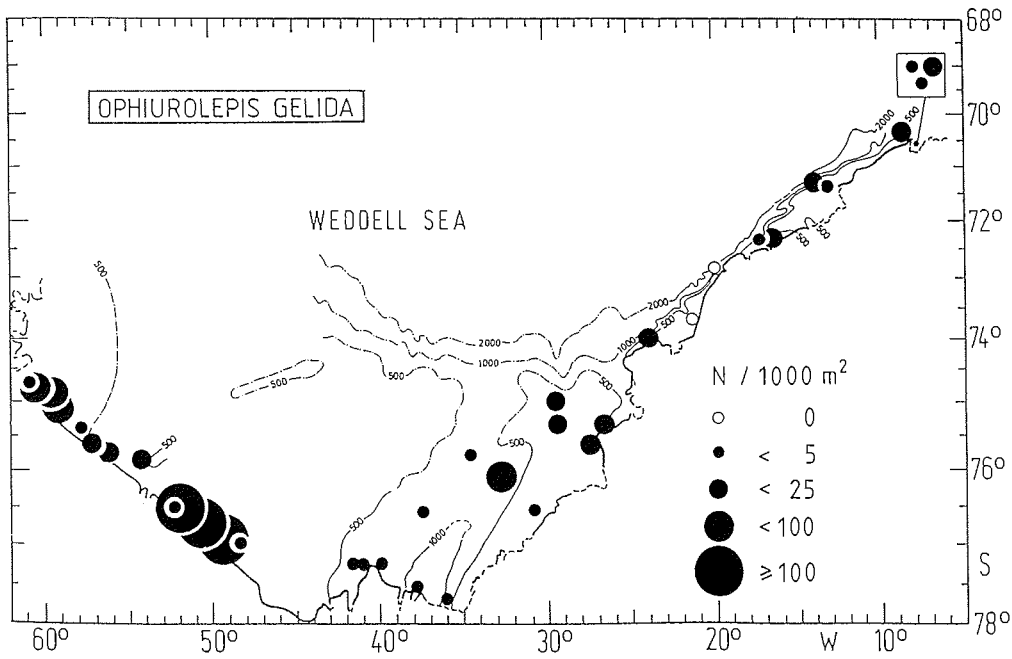


Abb. 4.60. Verbreitung und Abundanzen von Ophiurolepis gelida (KOEHLER) (Ophiuroidea)

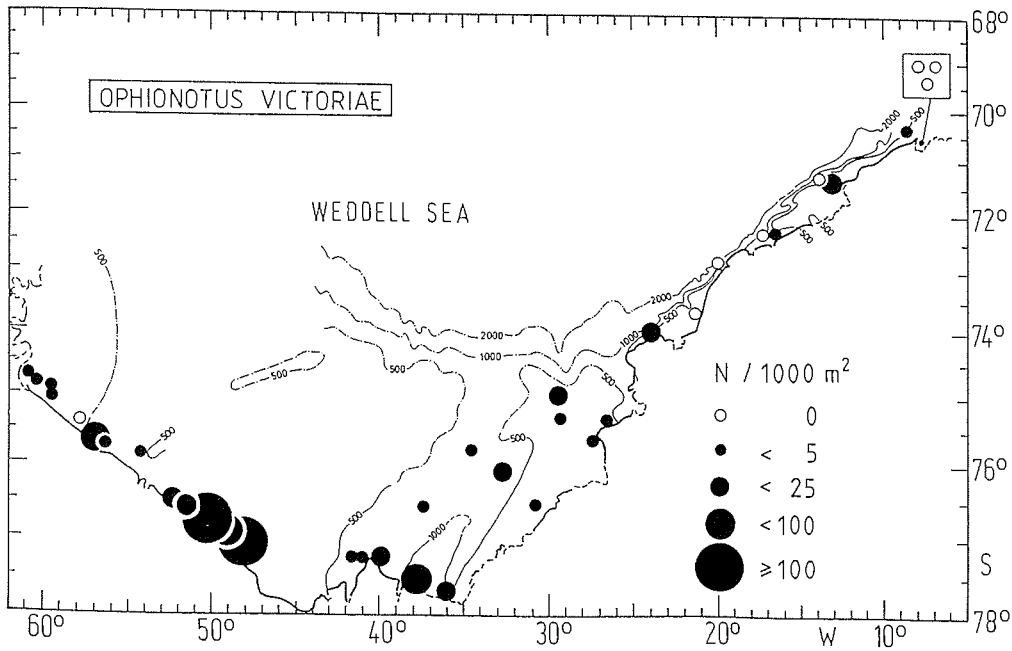


Abb. 4.61. Verbreitung und Abundanzen von Ophionotus victoriae BELL (Ophiuroidea)

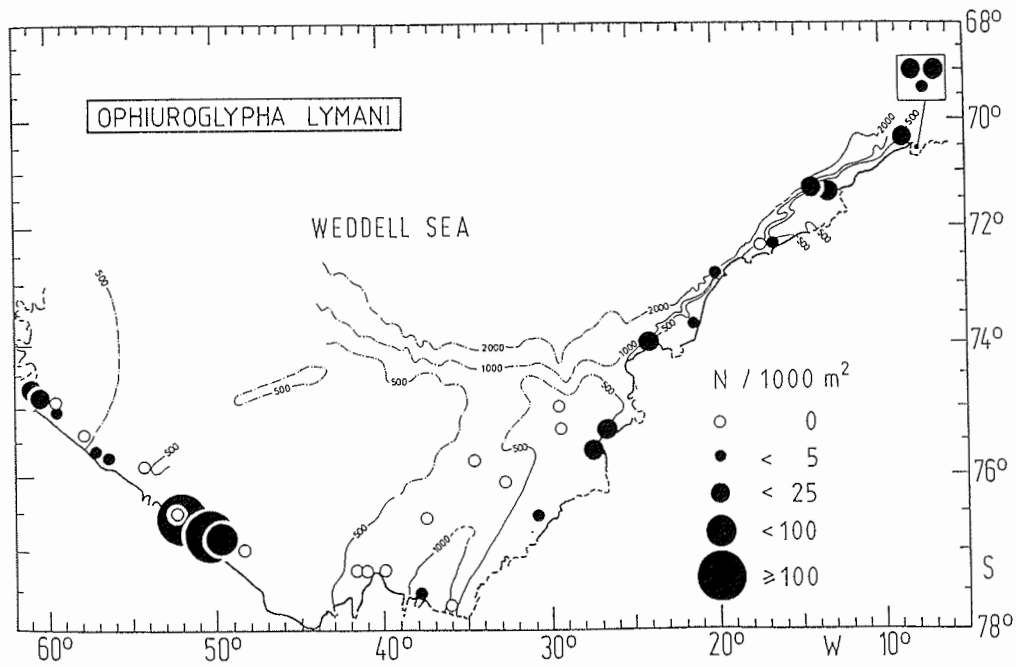


Abb. 4.62. Verbreitung und Abundanzen von *Ophiuroglypha lymani* (LJUNGMAN) (Ophiuroidea)

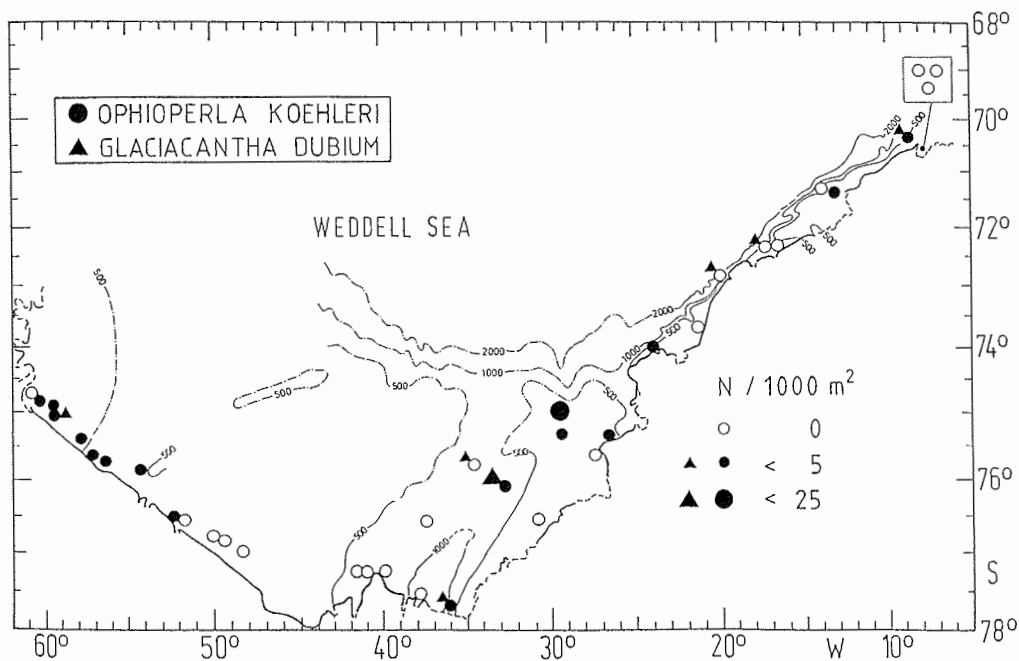


Abb. 4.63. Verbreitung und Abundanzen von *Ophioperla koehleri* (BELL) und von *Glaciacantha dubium* (KOEHLER) (Ophiuroidea)

Die 2. Gruppe zeigt bis auf das Fehlen im Filchner Graben eine ähnliche Verbreitung wie die vorhergehende (Abb. 4.64. und 4.65.).

Der große Schlangensterne Astrotoma agassizii mit langen einrollbaren Armen kommt im Nordosten häufiger vor, findet sich aber auch vor der Antarktischen Halbinsel (Abb. 4.64.).

Ebenso wie die vorhergehende Art war der kleinwüchsige Amphiura belgicae im Nordosten häufiger als im Südwesten des Untersuchungsgebietes anzutreffen (Abb. 4.64.).

Die Schlangensterne Ophiocten megaloplax (Abb. 4.65.) und Toporkovia antarctica (Abb. 4.65.), beides kleinwüchsige Formen, waren dagegen eher gleichmäßig verteilt.

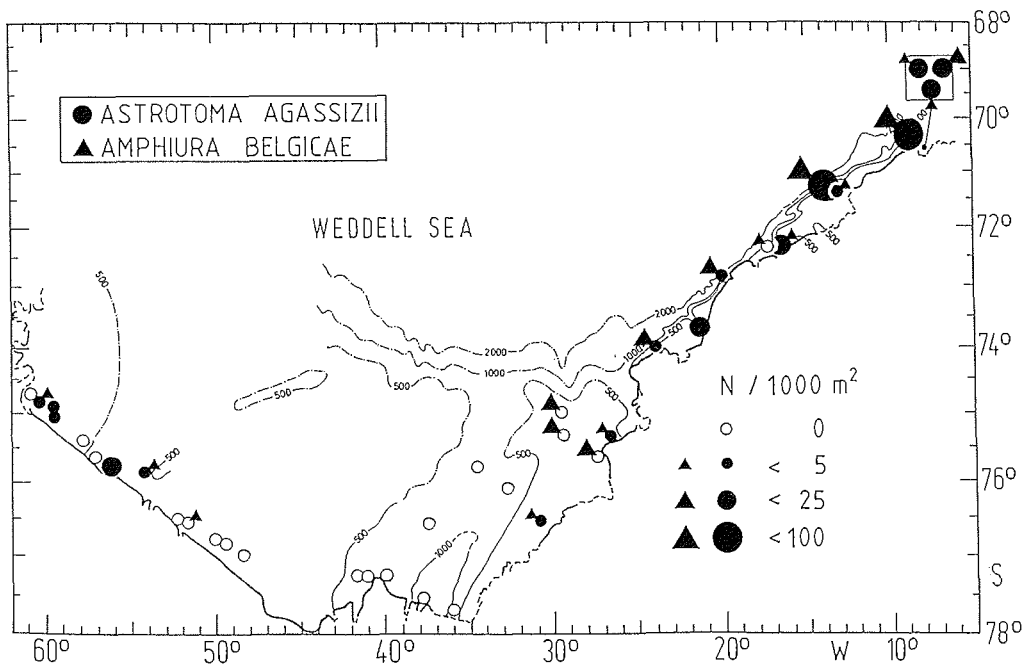


Abb. 4.64. Verbreitung und Abundanzen von Astrotoma agassizii LYMAN und von Amphiura belgicae KOEHLER (Ophiuroidea)

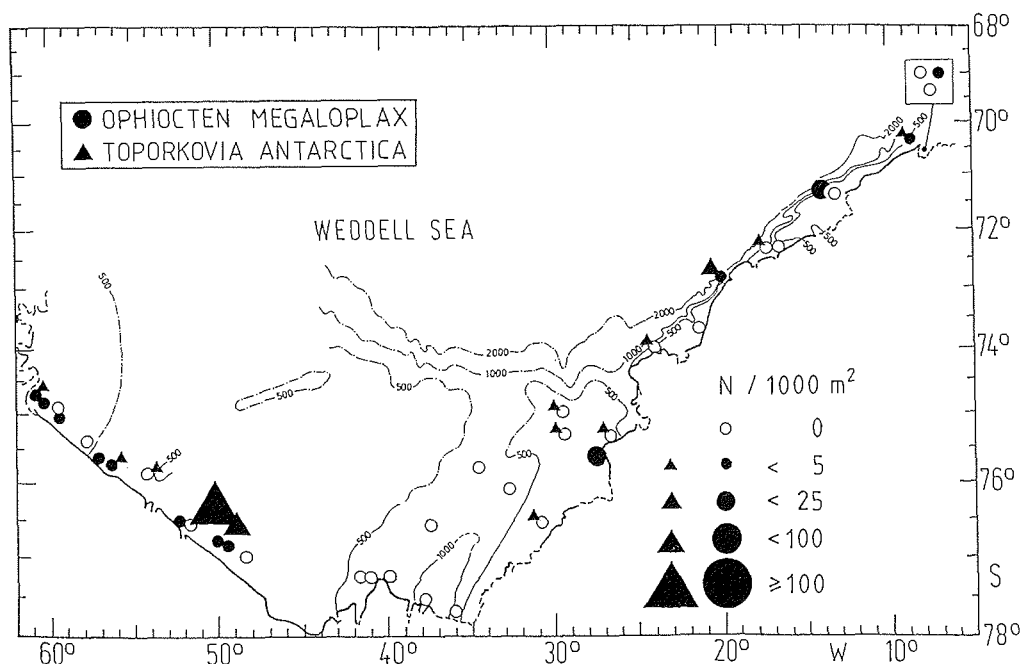


Abb. 4.65. Verbreitung und Abundanzen von Ophiocten megaloplax KOEHLER und von Toporkovia antarctica (LYMAN) (Ophiuroidea)

Die 3. Gruppe ist besonders durch die Besiedlung des östlichen Schelfs gekennzeichnet (Abb. 4.66. bis 4.71.).

Sehr wehrhaft wirkt Ophiosteira echinulata mit hohen Kielen jeweils auf der ersten Radialplatte. Die Art fand sich in mittleren bis geringen Abundanzen auf dem küstennahen östlichen Schelf, ähnlich wie der noch seltenere Schlangensterne Amphiura proposita (beide Abb. 4.66.).

Eine derartige Verbreitung wie die vorhergehende zeigten auch die kleinwüchsigen Ophiurolepis resistens und Ophiura flexibilis (Abb. 4.67.).

Ophiurolepis brevirima ist die zweite mit dem Schwamm Iophon radiatus befallene Art (vgl. oben O. gelida). Die Abundanzen waren mittelgroß und überschritten nicht 100 Individuen pro 1000 m² (Abb. 4.68.).

Das Verbreitungsgebiet von Ophioceres incipiens erstreckt sich bis Halley Bay (Abb. 4.68.). Die höchsten Dichten erreichten Station 216 und 524 im Nordosten mit je etwa 180 Exemplaren pro 1000 m².

Nur wenige Nachweise mit kleinen Abundanzen gab es für Ophiurolepis marteni? und Ophiura rouchi (beide Abb. 4.69.).

Anophiura sp.A, Ophiura döderleini, Ophiomitrella ingrata und Ophiomitrella sp.A sind auf dem östlichen Schelf selten (Abb. 4.70.).

Ophiura irrorata und der sechsarmige Ophiacantha vivipara? sind in ihrem Vorkommen auf den nordöstlichen Schelf beschränkt (beide Abb. 4.71.).

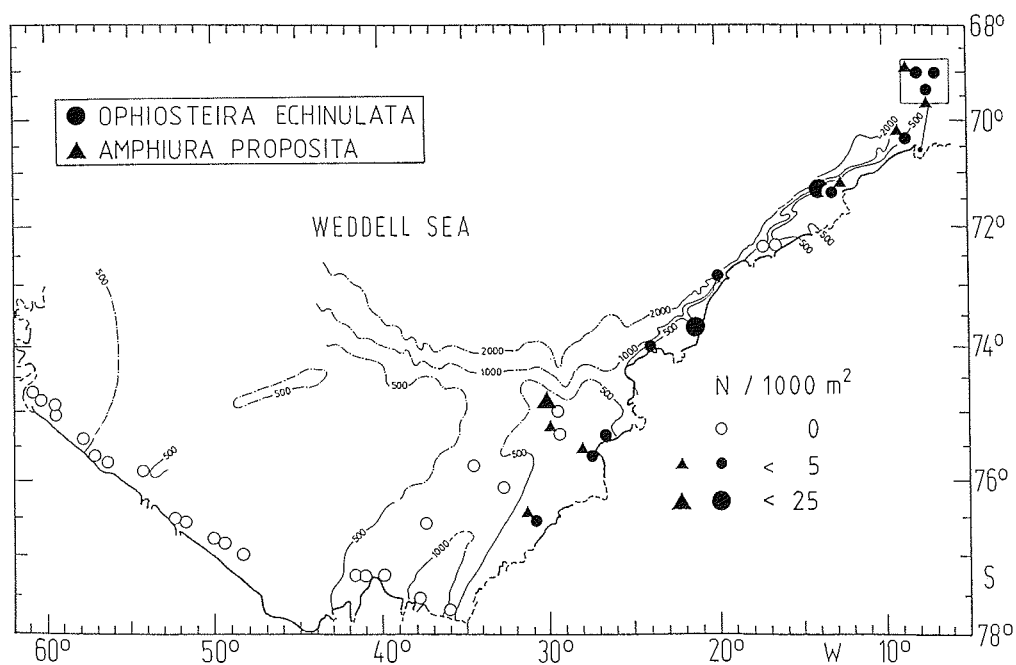


Abb. 4.66. Verbreitung und Abundanzen von *Ophiosteira echinulata* KOEHLER und *Amphiura proposita* KOEHLER (Ophiuroidea)

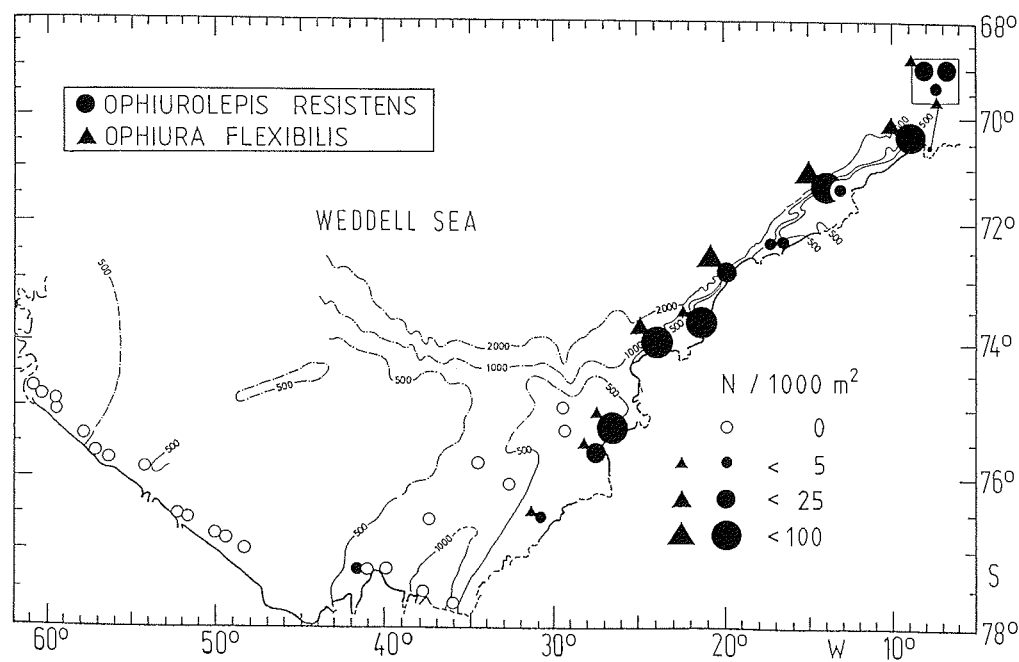


Abb. 4.67. Verbreitung und Abundanzen von *Ophiurolepis resistens* KOEHLER und von *Ophiura flexibilis* (KOEHLER) (Ophiuroidea)

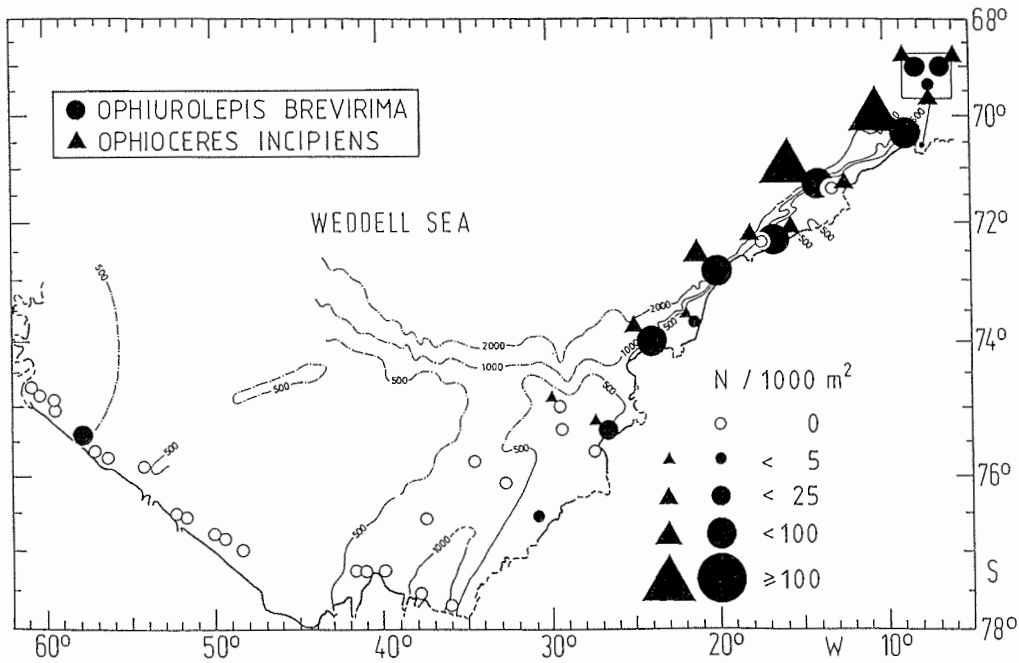


Abb. 4.68. Verbreitung und Abundanzen von *Ophiurolepis brevirima* MORTENSEN und von *Ophioceres inciapiens* (KOEHLER) (Ophiuroidea)

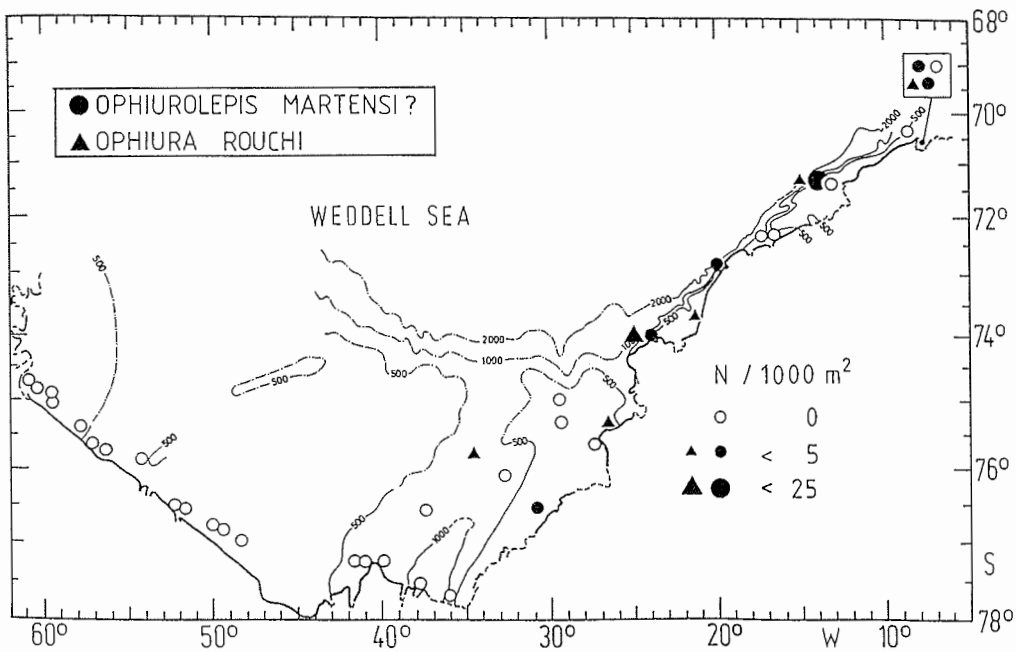


Abb. 4.69. Verbreitung und Abundanzen von *Ophiurolepis martensi?* (STUDER) und *Ophiura rouchi* (KOEHLER) (Ophiuroidea)

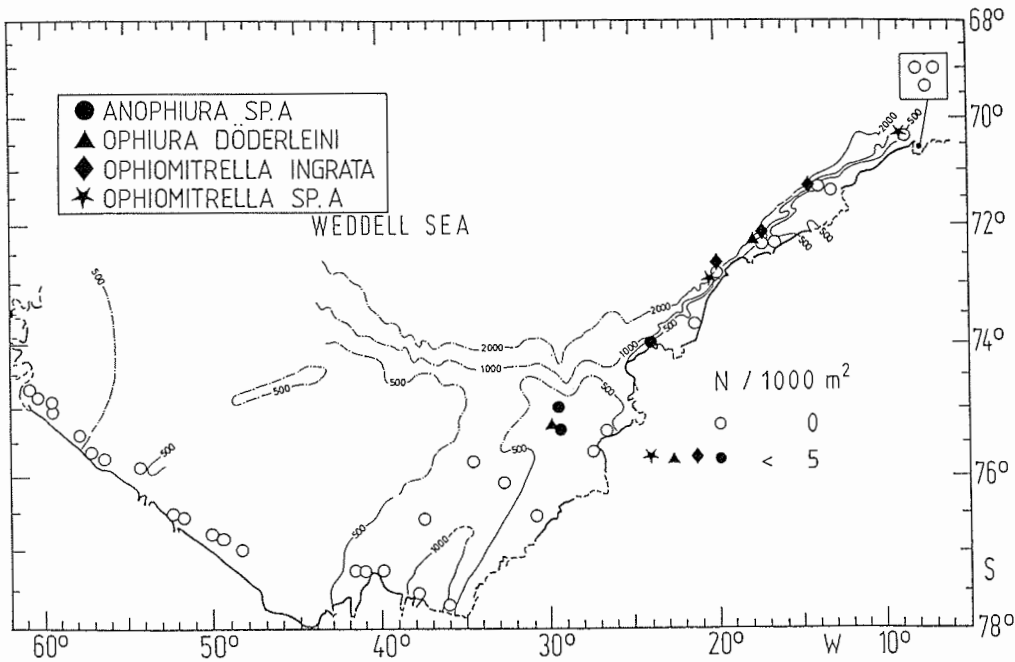


Abb. 4.70. Verbreitung und Abundanzen von Anophiura sp.A, Ophiura döderleini (KOEHLER), Ophiomitrella ingrata KOEHLER und Ophiomitrella sp.A (Ophiuroidea)

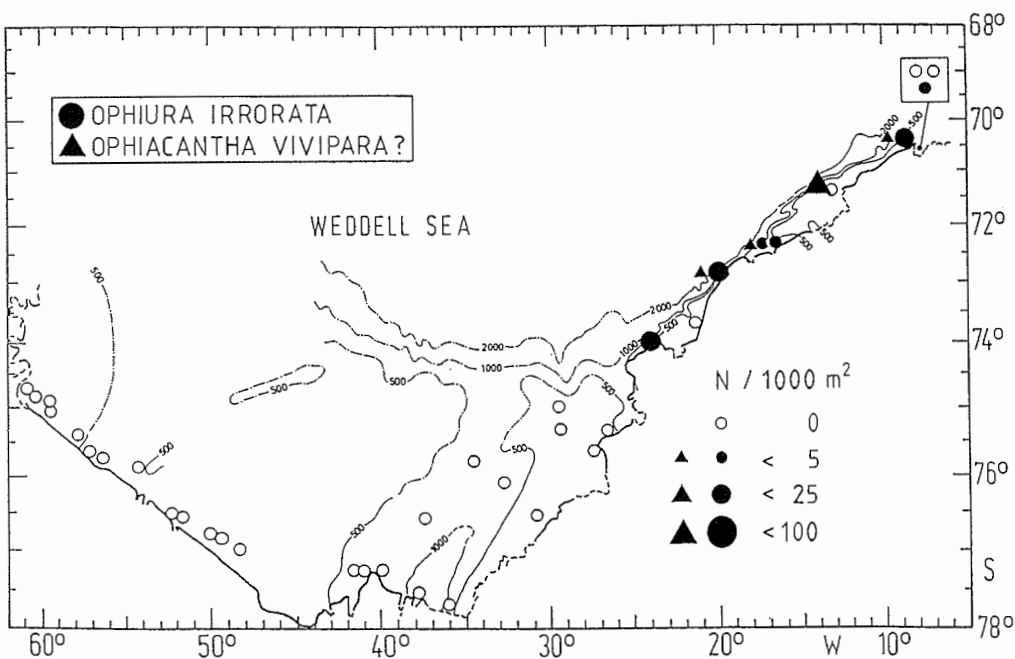


Abb. 4.71. Verbreitung und Abundanzen von Ophiura irrorata (LYMAN) und Ophiacantha vivipara? LJUNGMAN (Ophiuroidea)

Hauptsächlich im Gebiet westlich des Filchner Grabens finden sich die Ophiuroiden der 4. Gruppe (Abb. 4.72. und 4.73.).

Ophiosteira rotundata bevorzugt ausschließlich den Schelf während Ophiurolepis tumescens auch in der Senke vor der Halbinsel lebt (Abb. 4.72.).

Wie die letztere Art fand sich Ophiroleuce regulare im äußersten Westen und zusätzlich am Kontinentalhang im Bereich des Vestkapps (Abb. 4.73.).

Die zur Gattung Theodorina gehörenden T. relegata und T. wallini? wurden auf dem Schelf vor dem Rönne Schelfeis gefangen, T. wallini? kam zusätzlich auf zwei küstenfernen Stationen bei Halley Bay vor (Abb. 4.73.).

Die Schlangensterne der 5. Gruppe haben einen Verbreitungsschwerpunkt im Filchner Graben (Abb. 4.74. und 4.75.).

Der große und fleischige Ophioparte gigas fand sich neben seinem Hauptvorkommen im Filchner Graben in geringen Abundanzen auch im Westen und auf dem östlichen Schelf nach Norden bis Kap Norvegia (Abb. 4.74.). Die größte Dichte wies Station 192 mit 87 Tieren pro 1000 m² auf.

Theodorina conveniens und Amphiura joubini wurden sowohl im Filchner Graben als auch westlich davon gefangen (Abb. 4.75.).

Glaciacantha döderleini wurde auf je zwei Stationen im Filchner Graben und in der Vestkapp Region angetroffen (Abb. 4.75.).

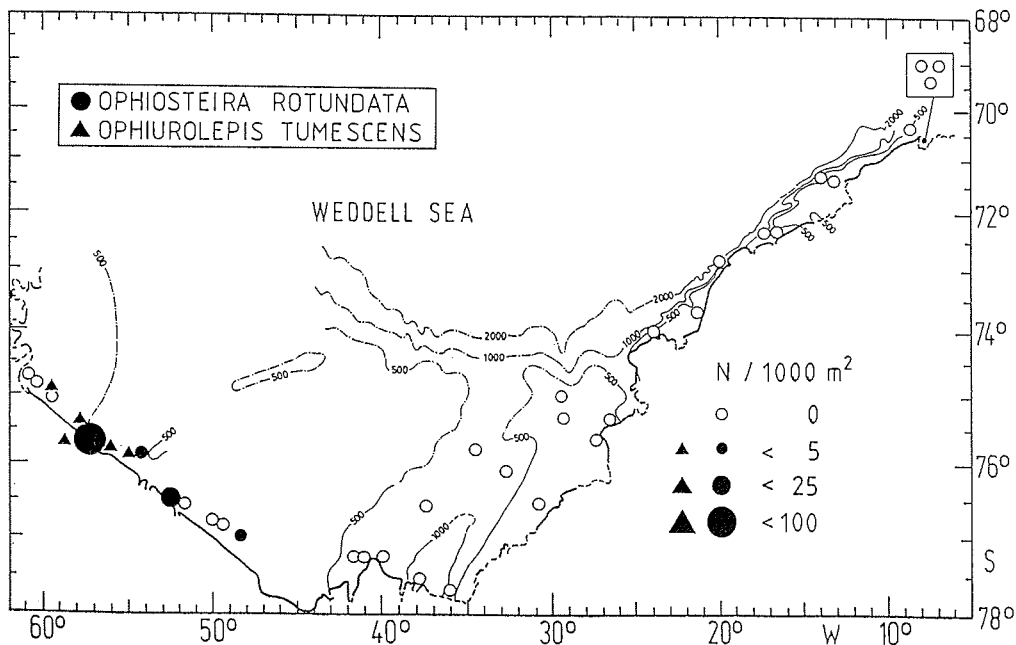


Abb. 4.72. Verbreitung und Abundanzen von Ophiosteira rotundata KOEHLER und Ophiurolepis tumescens KOEHLER (Ophiuroidea)

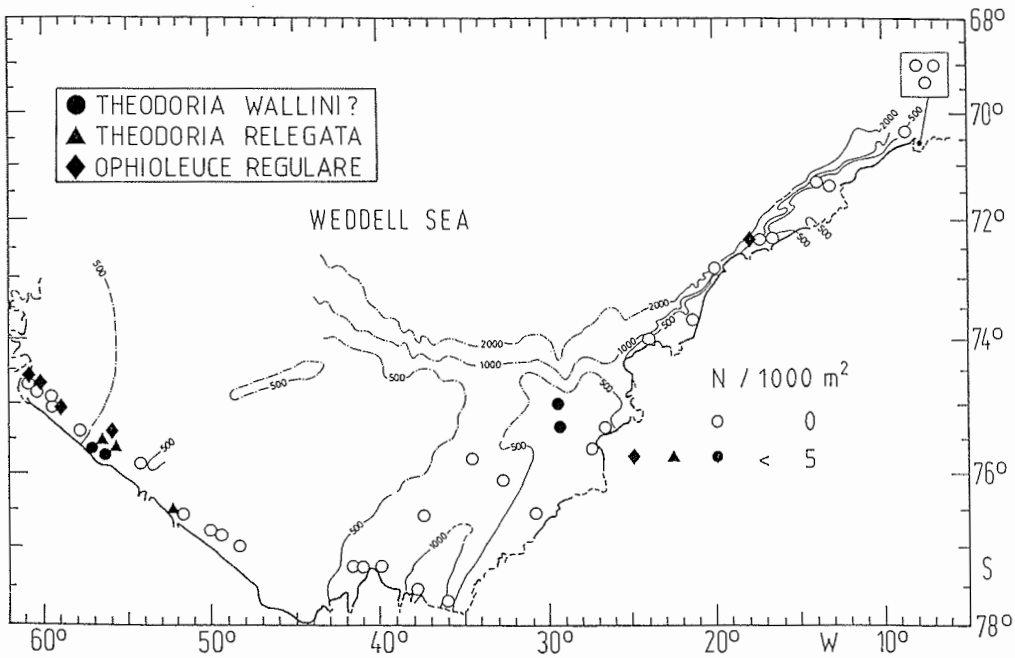


Abb. 4.73. Verbreitung und Abundanzen von *Theodorina wallini?* (MORTENSEN), *Theodorina relegata* (KOEHLER) und *Ophioleuce regulare* (KOEHLER) (Ophiuroidea)

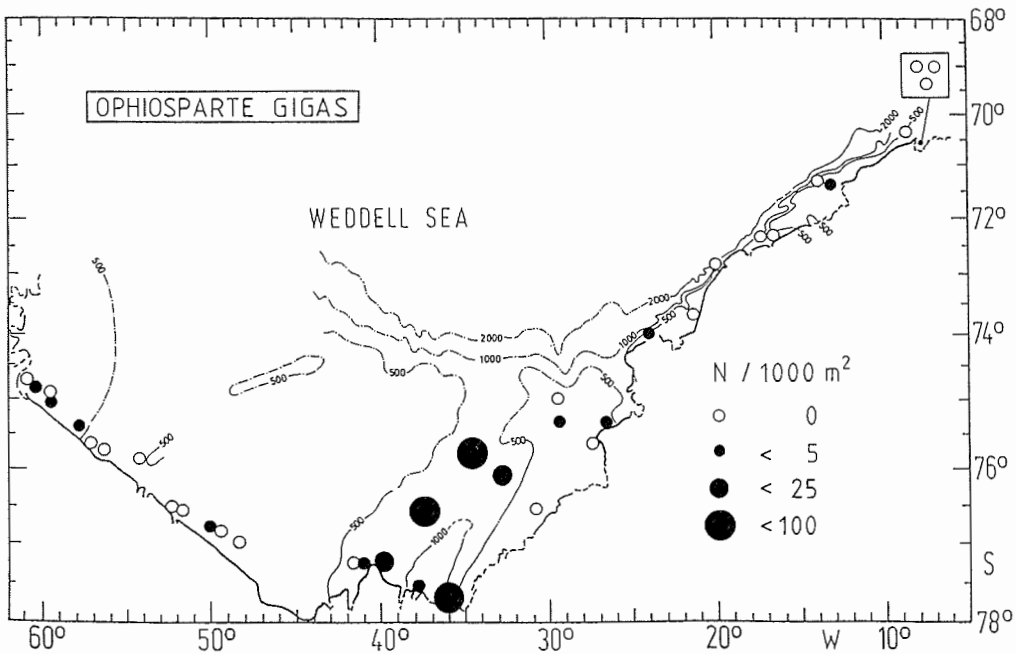


Abb. 4.74. Verbreitung und Abundanzen von *Ophiosparte gigas* KOEHLER (Ophiuroidea)

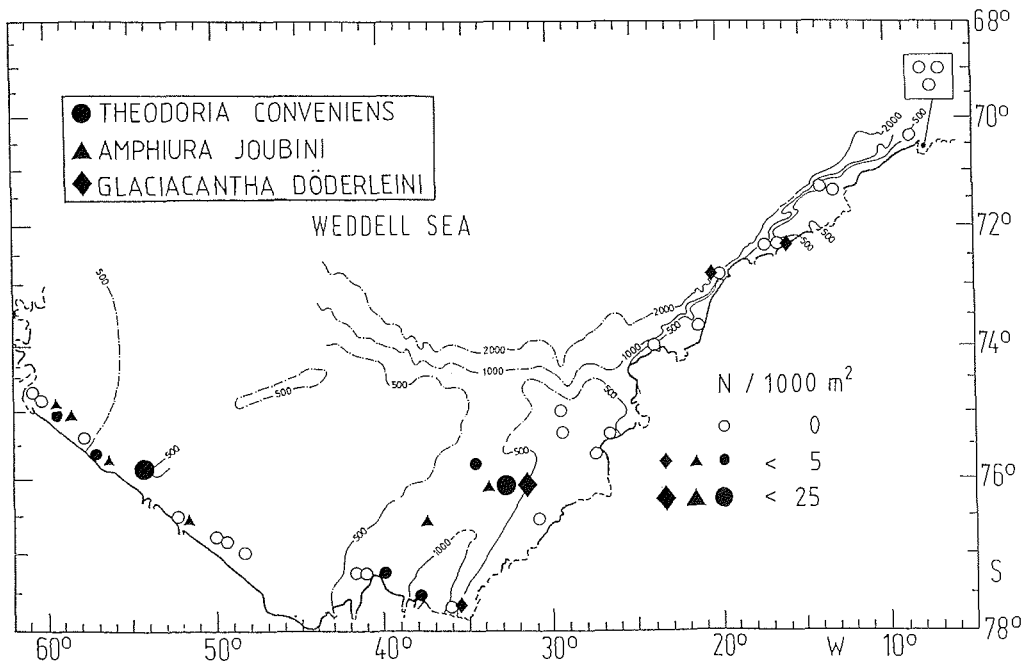


Abb. 4.75. Verbreitung und Abundanzen von Theodoria conveniens (KOEHLER), Amphiura joubini KOEHLER und Glaciacantha döderleini (HERTZ) (Ophiuroidea)

Für die nun folgenden Ophiuroiden wurden keine Verbreitungskarten angefertigt, da sie jeweils nur auf einer Station präsent waren. Die geographische Lage der Stationen entnehme man Kap. 2.4. und Abb. 2.3. .

Einzelfunde von Amphiura deficiens und Amphiura dilatata gaussi gab es auf Station 129 in der Atka Bucht.

Von Astrochlamys bruneus wurden nur wenige Exemplare auf den zwischen der Atka Bucht und Kapp Norvegia gelegenen Stationen 216, 524 und 213 erbeutet.

Mit jeweils ein bis zwei Individuen fanden sich vier für die Sammlung neue Arten auf Station 521 am Schelfabhang nördlich des Vestkapps: Ophiacantha pentactis, Ophiocamax drygalski, Ophioplinthus brucei? und Ophiosteira debitor.

Auf Station 135 wurde Amphiophiura sp.A gefangen und nur zwei Seemeilen weiter südlich fand sich in einem versehentlich über den Meeresboden gezogenen Bongonetz Ophiacantha paramedea?.

Schließlich gab es einen Fund des Schlangensterne Ophiosteira senouqui auf Station 149.

4.1.16.4. Echinoidea

Die Seeigel waren im Weddellmeer eine häufige Gruppe und auf allen Stationen präsent. Im Rahmen der zur Verfügung stehenden Zeit war eine Bestimmung der Arten nicht möglich.

Innerhalb der Unterklasse der Regularia waren besonders Echinacea mit der Gattung Sterechinus dominant. Sterechinus spp. fehlte auf keiner Station und war in den südlichen, schwammarmen Gebieten mit bis zu 900 Exemplaren pro 1000 m² (Stat. 474) sehr zahlreich (Abb. 4.76.). Da die Körper der Seeigel besonders in steinigem Holz oft zerbrochen waren, wurden beim Sortieren auch die Laternen des Aristoteles (der kegelförmige Kauapparat) mitgezählt. Teilweise fanden sich mit Bryozoen- oder Muschelstückchen maskierte Tiere. Besonders vollendet tarnte sich ein Seeigel (Durchmesser 60 mm), dessen ganze obere Hälfte völlig mit einer schalenförmigen, lebenden Bryozoenkolonie verdeckt war (Fundort nahe Station 310).

Die Cidaroida oder Lanzenseeeigel mit kräftigen Stacheln waren um etwa eine Größenordnung seltener als Sterechinus. Die Lanzenseeeigel bevorzugten den östlichen Schelf und erreichten im Nordosten Dichten bis zu 40 Individuen pro 1000 m² (Abb. 4.77.). Die Stacheln waren oft mit epizoischen Tieren wie beispielsweise Holothuriern, Muscheln (Limopsis spp.), Schwämmen, Bryozoen (Alcyonidium spp.), Polychaeten (Spirorbis spp.), Ascidien und Brachiopoden besiedelt. Auf Station 524 fand sich ein grosser Lanzenseeeigel, der sich zur Brutpflege etwa 20 Embryonen an das Mundfeld (Peristom) geheftet hatte.

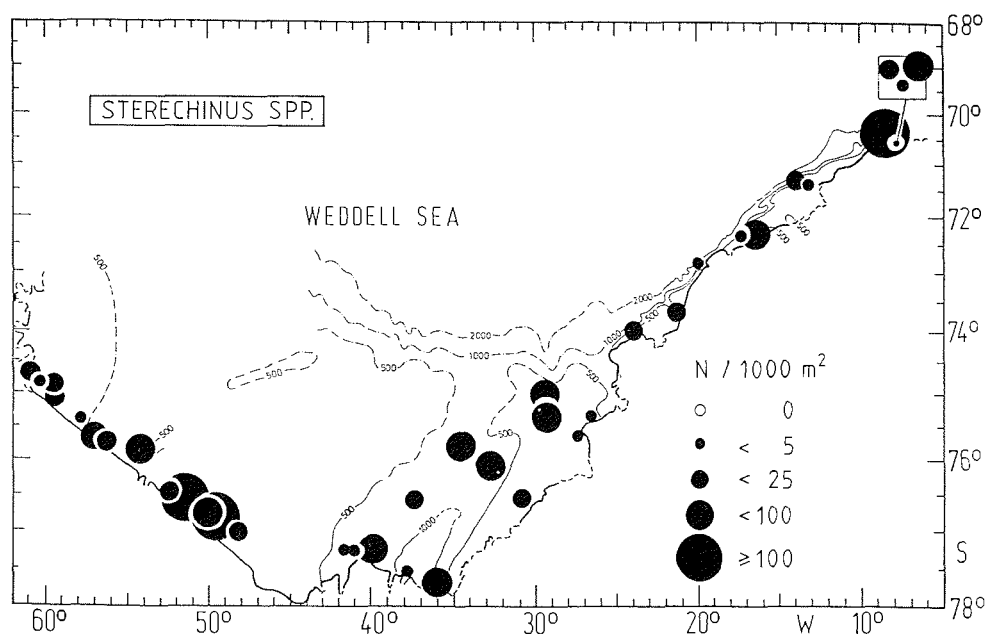


Abb. 4.76. Verbreitung und Abundanzen von Sterechinus spp. (Echinoidea)

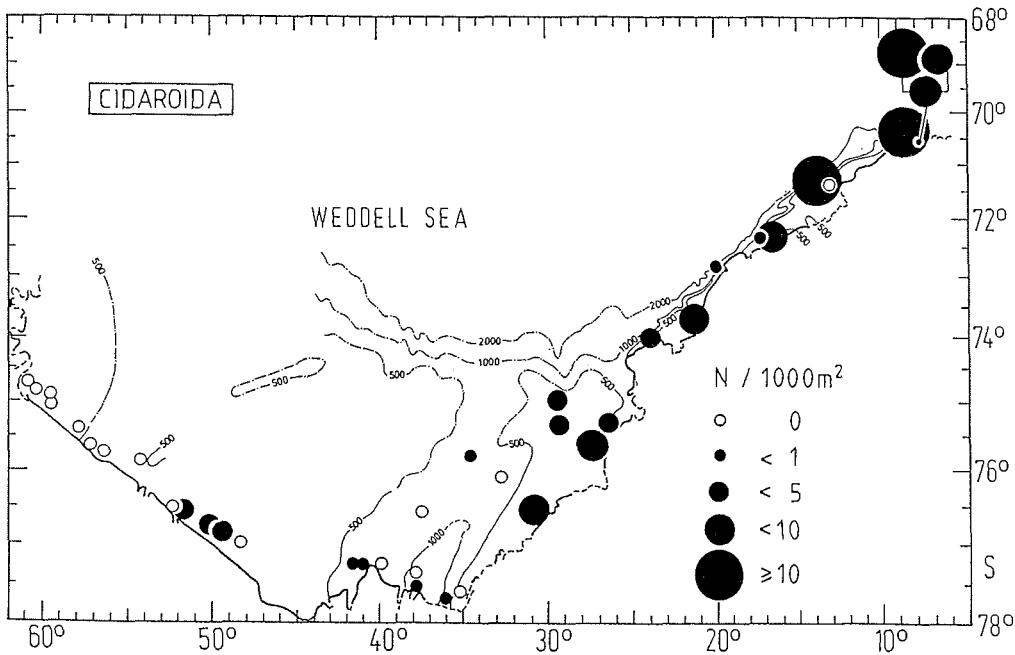


Abb. 4.77. Verbreitung und Abundanzen der Cidaroida (Echinoidea)

Seeigel aus der Unterklasse der Irregularia wurden nur lückenhaft erfaßt, da das Fanggerät Agassiztrawl als epibenthischer Schlitten Infauna nur unvollständig sammelt. Besonders auf Weichböden wurden die Irregularier gefangen, waren dabei aber oft zerbrochen. Das Vorkommen erstreckt sich über das gesamte Untersuchungsgebiet (Abb. 4.78.).

4.1.16.5. Holothuroidea

Die Holothurien waren teilweise in hohen Stückzahlen in den Fängen vertreten. Vor dem Rönne Schelfeis fanden sich bis zu 1700 Individuen pro 1000 m². Auf allen Stationen waren die Seegurken präsent und stellten besonders im Süden einen Großteil der Biomasse (Abb. 4.79.).

Die Holothurien der Weddell See einschließlich des Materials der Expeditionen ANT I und ANT II sind Gegenstand einer gesonderten Arbeit am Institut für Polarökologie der Universität Kiel, die von Herrn Dr. J. Gutt durchgeführt wurde (GUTT, 1987).

4.1.17. Pterobranchia

Kolonien von Pterobranchiern oder Flügelkiemern waren mit zwei bis drei Arten in der Hälfte aller Stationen präsent. Sie fanden sich, ohne einen besonderen Schwerpunkt zu zeigen, auf den östlichen und westlichen Schelfen sowie im Filchner Graben (Abb. 4.80.).

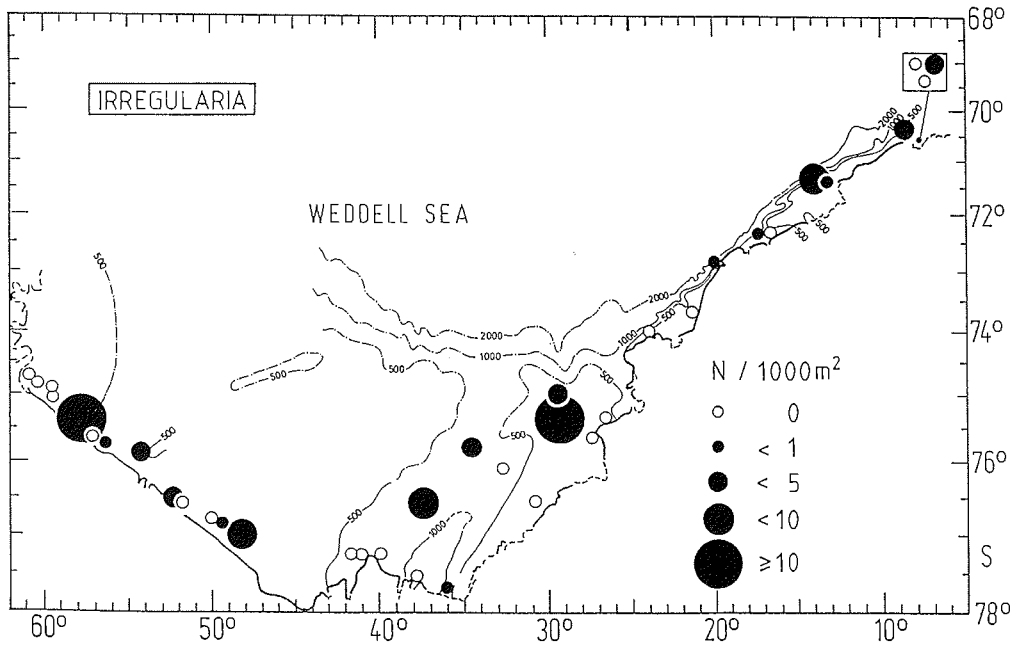


Abb. 4.78. Verbreitung und Abundanzen der Irregularia (Echinoidea)

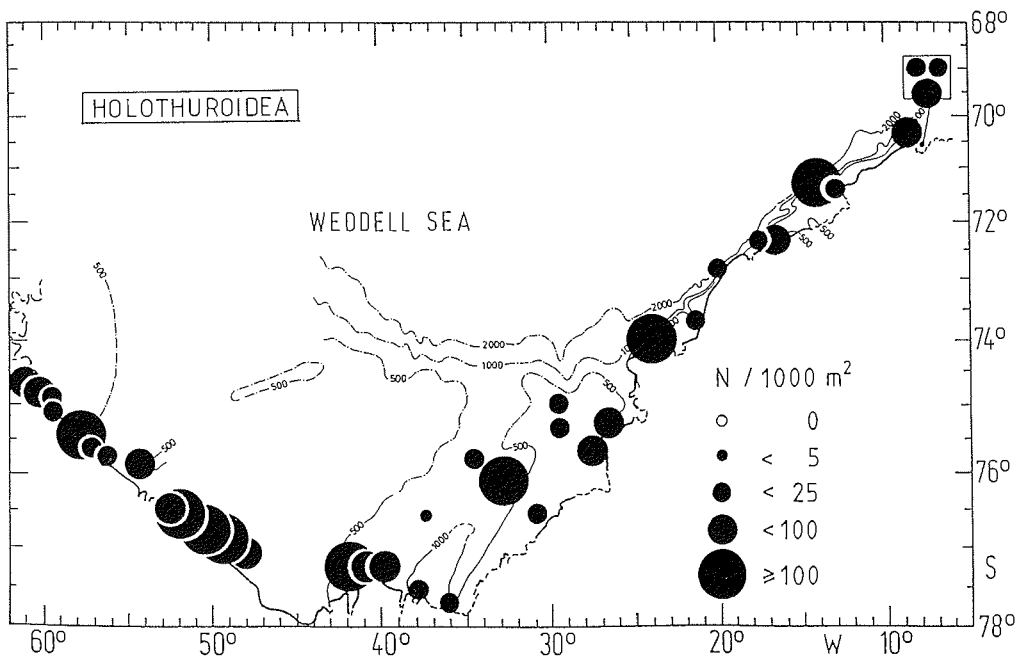


Abb. 4.79. Verbreitung und Abundanzen der Holothurien

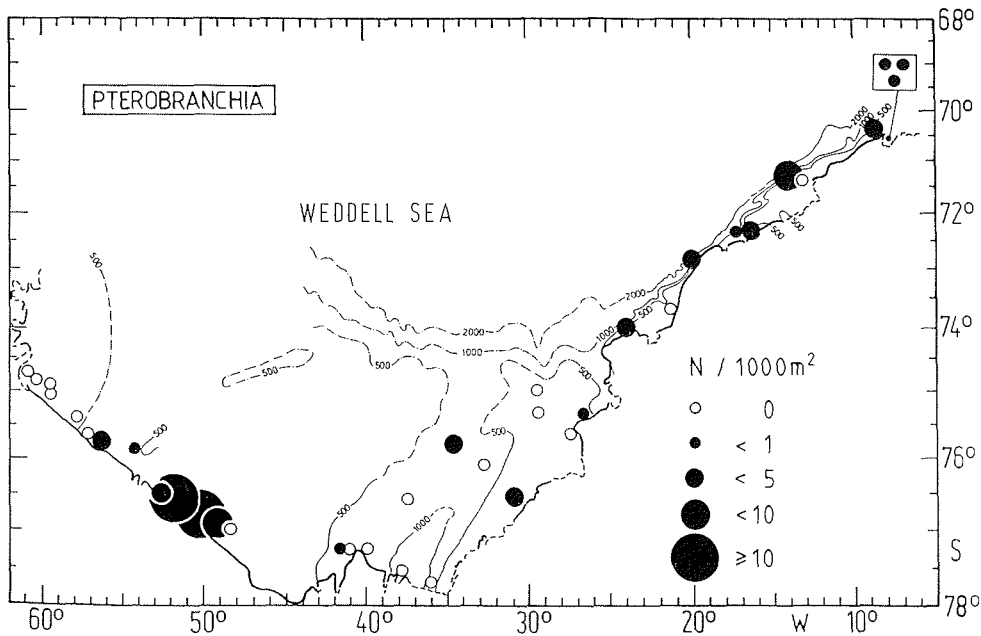


Abb. 4.80. Verbreitung und Abundanzen der Pterobranchia

4.1.18. Ascidiacea

Solitäre Tiere oder Kolonien dieser Klasse wurden in einer großen Formenvielfalt gefangen. Die Ascidien bewohnten alle Bereiche des Untersuchungsgebietes und zeigten dabei auf den Schelfen eine etwas höhere Abundanz als in den Senken (Abb. 4.81.). Mit 103 Seescheiden auf 1000 m² hatte die Station 524 im Nordwesten vor Kap Norvegia die höchste Dichte an diesen Tieren.

4.1.19. Pisces

Die von Herrn Dr. G. Hubold, Kiel, während der Expedition ANT I und die von mir während ANT II gesammelten Fische waren die Grundlage einer von Frau Dr. W. Schwarzbach durchgeführten Arbeit über Verbreitung und Ernährung der Weddell-See-Fische (SCHWARZBACH, 1987). Freundlicherweise stellte mir Frau Dr. Schwarzbach ihr Datenmaterial zur Verfügung. Weitere Angaben zu den Fischen lieferten Herr Dr. G. Hubold, Kiel, und Herr Dr. K.H. Kock, Hamburg.

Fische waren auf fast allen Stationen vorhanden (Abb. 4.82.). Die Abundanzen lagen im mittleren Spektrum und hatten auf Station 147 mit 33 Tieren pro 1000 m² ihr Maximum. Der Bereich des Filchner Grabens war von den Fangzahlen her am fischreichsten.

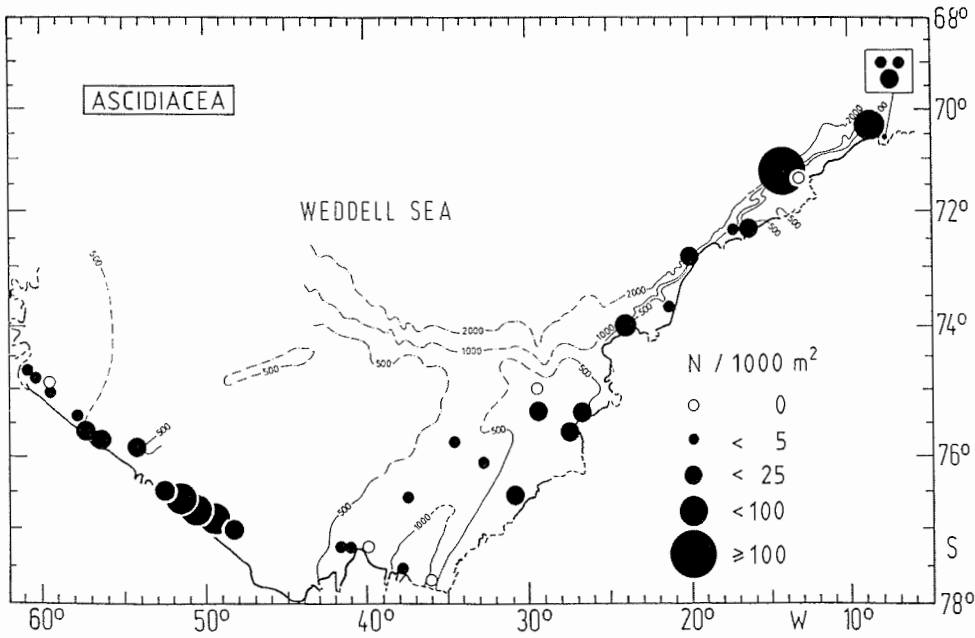


Abb. 4.81. Verbreitung und Abundanzen der Ascidiacea

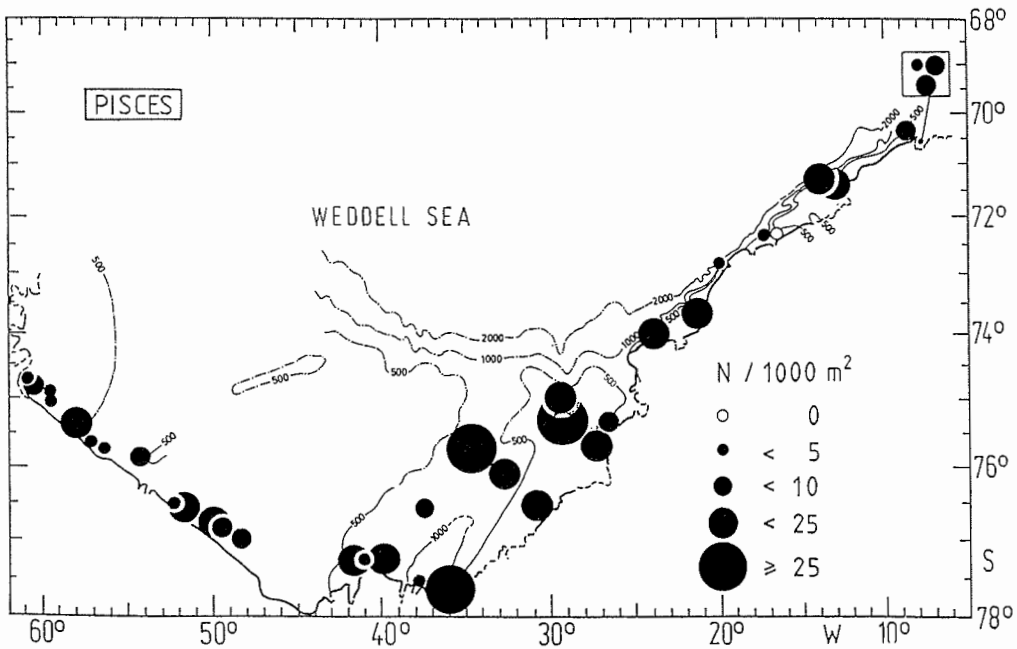


Abb. 4.82. Verbreitung und Abundanzen der Pisces

An Fischen fanden sich 48 Arten in 8 Familien:

<u>Akarotaxils nudiceps</u> (WAITE, 1916)	<u>Histiodraco vellifer</u> REGAN, 1914
<u>Artedidraco</u> sp.	Liparidae
<u>Artedidraco loennbergi</u> (ROULE, 1913)	<u>Muraenolepis orangiensis</u> VAILLANT, 1907
<u>Artedidraco orianae</u> REGAN, 1914	<u>Pagetopsils macropterus</u> (BOULENGER, 1907)
<u>Artedidraco shackletoni</u> WAITE, 1911	<u>Pagetopsils maculatus</u> BARSUKOV & PERMITIN, 1958
<u>Artedidraco skottsbergi</u> LÖNNBERG, 1905	<u>Pagothenia borchgrevinkii</u> (BOULENGER, 1902)
<u>Austrolyclichthys bothriolephalus</u> (PAPPENH., 1912)	<u>Paraliparis antarcticus</u> REGAN, 1914
<u>Austrolyclichthys brachycephalus</u> (PAPPENH., 1912)	<u>Pleuragramma antarctica</u> BOULENGER, 1902
<u>Austrolyclichthys concolor</u> (ROULE & DESPAX, 1911)	<u>Pogonophryne</u> sp.
<u>Bathyraco antarcticus</u> GÜNTHER, 1887	<u>Pogonophryne macropogon?</u> EAKIN, 1981
<u>Bathyraco macrolepis</u> BOULENGER, 1907	<u>Pogonophryne permitini</u> ANDRIASHEV, 1967
<u>Bathyraco mairi</u> NORMAN, 1938	<u>Pogonophryne phyllopopogon</u> ANDRIASHEV, 1967
<u>Bathyraco scottiae</u> DOLLO, 1912	<u>Pogonophryne scottii</u> REGAN, 1914
<u>Bathyraja maccaini</u> SPRINGER, 1971	<u>Prionodraco evansii</u> REGAN, 1914
<u>Chaenodraco wilsoni</u> REGAN, 1914	<u>Racovitzia glacialis</u> DOLLO, 1900
<u>Chionodraco</u> sp.	<u>Trematomus</u> sp.
<u>Chionodraco hamatus</u> (LÖNNBERG, 1905)	<u>Trematomus bernacchii</u> BOULENGER, 1902
<u>Chionodraco myersi</u> DeWITT & TYLER, 1960	<u>Trematomus centronotus</u> REGAN, 1914
<u>Cryodraco antarcticus</u> DOLLO, 1900	<u>Trematomus eulepidotus</u> REGAN, 1914
<u>Cygnodraco mawsoni</u> WAITE, 1916	<u>Trematomus hansonii</u> BOULENGER, 1902
<u>Dacodraco hunteri</u> WAITE, 1916	<u>Trematomus lepidorhinus</u> PAPPENHEIM, 1911
<u>Dissostichus mawsoni</u> NORMAN, 1937	<u>Trematomus loennbergii</u> REGAN, 1913
<u>Dolloidraco longedorsalis</u> ROULE, 1913	<u>Trematomus scottii</u> BOULENGER, 1907
<u>Gerlachea australis</u> DOLLO, 1900	<u>Vomeridens infuscipinnis</u> (DeWITT, 1964)
<u>Gymnodraco acuticeps</u> BOULENGER, 1902	

4.2. Gemeinschaftsanalyse

4.2.1. Klassifizierung durch die Clusteranalyse und Gruppierung der Stationen

Das Ziel dieses Kapitels ist eine geographische Gruppierung der Fangstationen anhand der Zusammensetzung ihres Benthos. Das hierzu angewandte multivariate Computerverfahren der Clusteranalyse mit den Distanzmaßen Jaccard Index und Canberra Metrik wird in Kapitel 2.6. erläutert. Die Ergebnisse werden zunächst in Dendrogrammen dargestellt. Dabei gibt die Abzisse die Distanzen der Stationen oder Stationscluster in Prozent an, während die Ordinate die Stationsreihenfolge zeigt.

Die Clusteranalyse zählt zur beschreibenden Statistik. Sie soll große Datensätze zur leichteren Interpretation aufbereiten. Allerdings muß der Bearbeiter den Grenzwert der Distanz (=kritisches Distanzmaß) und damit die Trennung des Dendrogramms in einzelne Cluster (=Blöcke) selbst festlegen. Dabei sollte sich eine sinnvoll interpretierbare Aufteilung der Stationen ergeben.

Die Gruppierung der Stationen soll mittels zweier Datensätze erfolgen: mit 79 Arten von See- und Schlangensterne und mit 432 Taxa von unterschiedlichen Tiergruppen und unterschiedlichem taxonomischen Niveau.

Zur Analyse auf Artniveau eignen sich aus dem Datenmaterial die Asteroiden und Ophiuroiden gegenüber den anderen Tiergruppen besonders gut. Durch ihre meist epibenthische Lebensweise, langsame Bewegung und beträchtliche Körpergröße werden diese beiden Gruppen vom Agassiztrawl besonders gut gefangen. Von allen Stationen liegt Material in ausreichendem Umfang vor. Zudem konnten diese Echinodermen weitgehend bestimmt werden, so daß 79 Arten in die Berechnung eingehen.

Die Analyse mit dem Jaccard Index vergleicht die qualitative Artenzusammensetzung (Präsenz/Absenz) der Stationen. Bei einem kritischen Distanzmaß von 96 ergeben sich die Cluster 1 und 2 (Abb. 4.83.A). Mit einer Grenzdistanz von 86 läßt sich Cluster 2 noch in die Blöcke 2a und 2b aufteilen. Cluster 1 setzt sich aus 14 küstennahen Stationen des östlichen Schelfs zusammen (Abb. 4.84.). Die Stationen westlich davon werden durch Cluster 2 erfaßt. 2a besteht aus 9 Stationen des flachen Schelfs vor dem Rönne Schelfeis und zwei küstenfernen Stationen vor Halley Bay. Die tiefen Stationen im Filchner Graben und in der Senke vor der Antarktischen Halbinsel umfaßt Cluster 2b.

Die Gruppierung mit der Canberra Metrik (hierbei gehen neben Präsenz und Absenz der Arten auch ihre relativen Häufigkeiten mit ein) erbrachte ein ähnliches Ergebnis wie mit dem Jaccard Index. Bei einer kritischen Distanz von 45 erkennt man deutlich zwei Blöcke (Abb. 4.83.B und 4.85.),

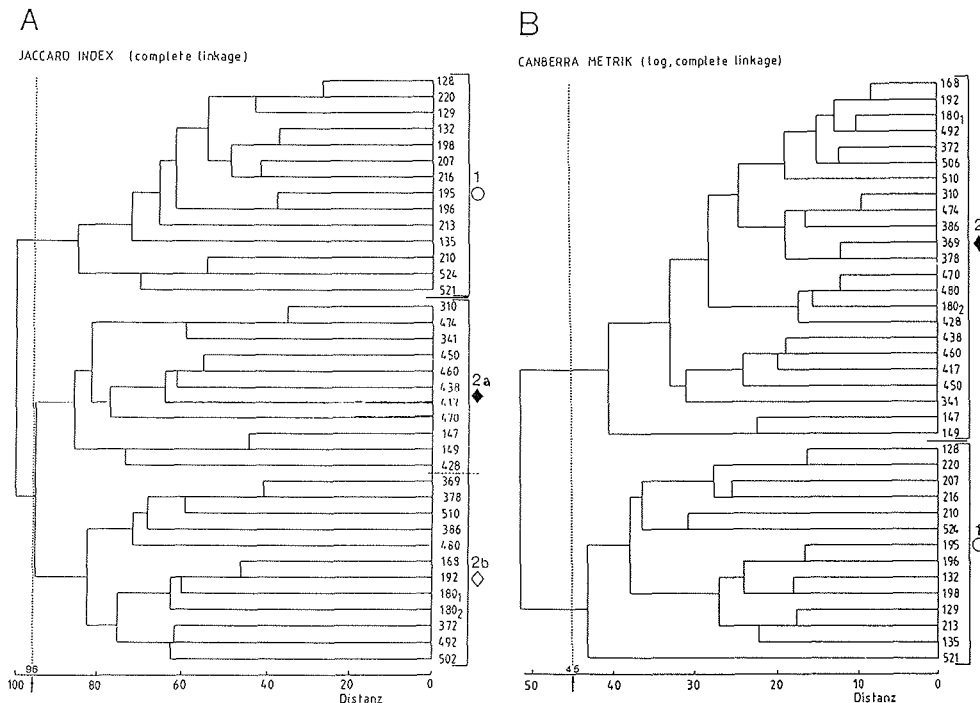


Abb. 4.83. Gruppierung der Stationen berechnet mit 79 Asteroiden- und Ophiuroidenarten. Dendrogramme von zwei Clusteranalysen mit A) Jaccard Index und B) Canberra Metrik.

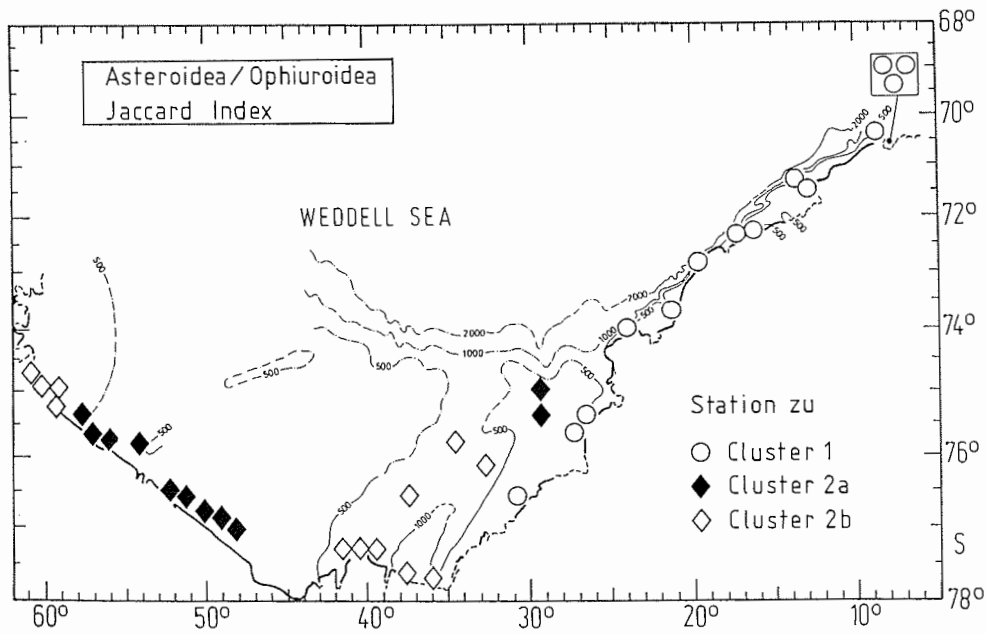


Abb. 4.84. Geographische Verteilung der Stationscluster nach der Clusteranalyse mit Jaccard Index und Asteroiden/Ophiuroiden-Daten (vgl. Abb. 4.83.A)

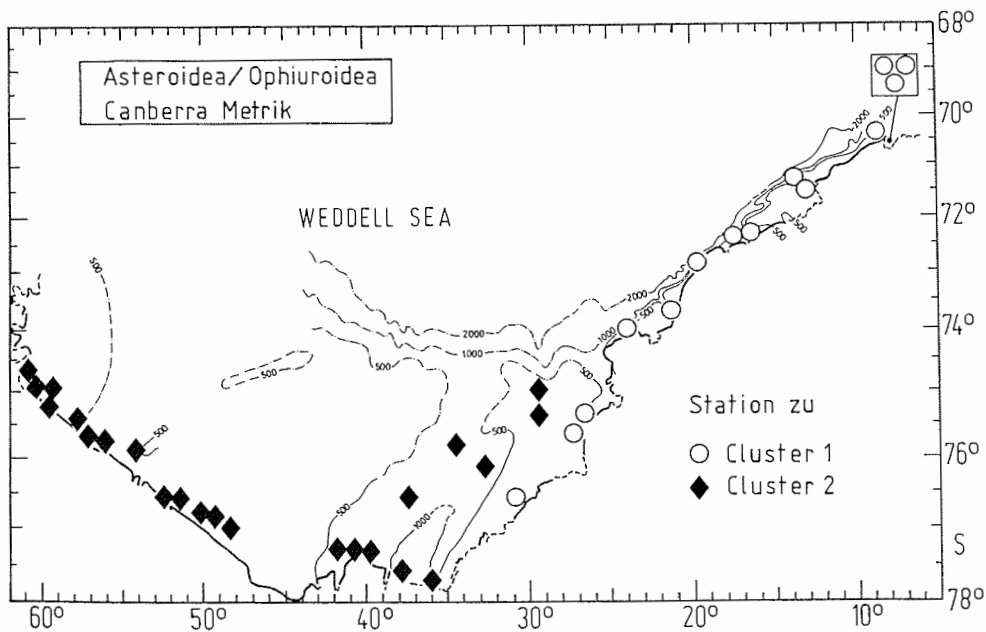


Abb. 4.85. Geographische Verteilung der Stationscluster nach der Clusteranalyse mit Canberra Metrik und Asteroiden/Ophiuroiden-Daten (vgl. Abb. 4.83.B)

die in ihrer Stationszusammensetzung den Clustern 1 und 2 des Jaccard-schen Dendrogramms entsprechen. Im Cluster 1 wird die am Vestkapp gelegene Schelfhangstation 521 deutlich abgetrennt. Eine Einteilung in tiefe und flache Stationen findet sich im Gegensatz zum Jaccard Index im Cluster 2 der Canberra Metrik nicht. Eine gesonderte Stellung innerhalb des Clusters 2 nehmen die beiden Stationen 147 und 149 küstenfern vor Halley Bay ein.

Bei der nun folgenden Analyse wurden 432 Taxa berücksichtigt. Die Taxa umfassen Formen von sehr unterschiedlichem taxonomischem Niveau. Auch wurden Gruppen mit einbezogen, die vom Agassiztrawl teilweise nur unvollständig erfaßt werden (z.B. Scaphopoden, Muscheln, Fische). Trotz dieses erheblichen "Grundrauschens" im verwendeten Datenmaterial ergaben sich recht eindeutige Gruppierungen, die denen mit Echinodermen durchgeführten Dendrogrammen (s.o.) ähneln.

Mit dem Jaccard Index und einem kritischen Distanzmaß von 86 ergeben sich drei Cluster (Abb. 4.86.A). Cluster 1 besteht aus 14 küstennahen Stationen des östlichen Schelfbereichs (Abb. 4.87.). Cluster 2 hat den größten Umfang und setzt sich zusammen aus 13 Stationen im Westen, 2 Stationen auf dem küstenfernen Schelf vor Halley Bay und 2 weiteren

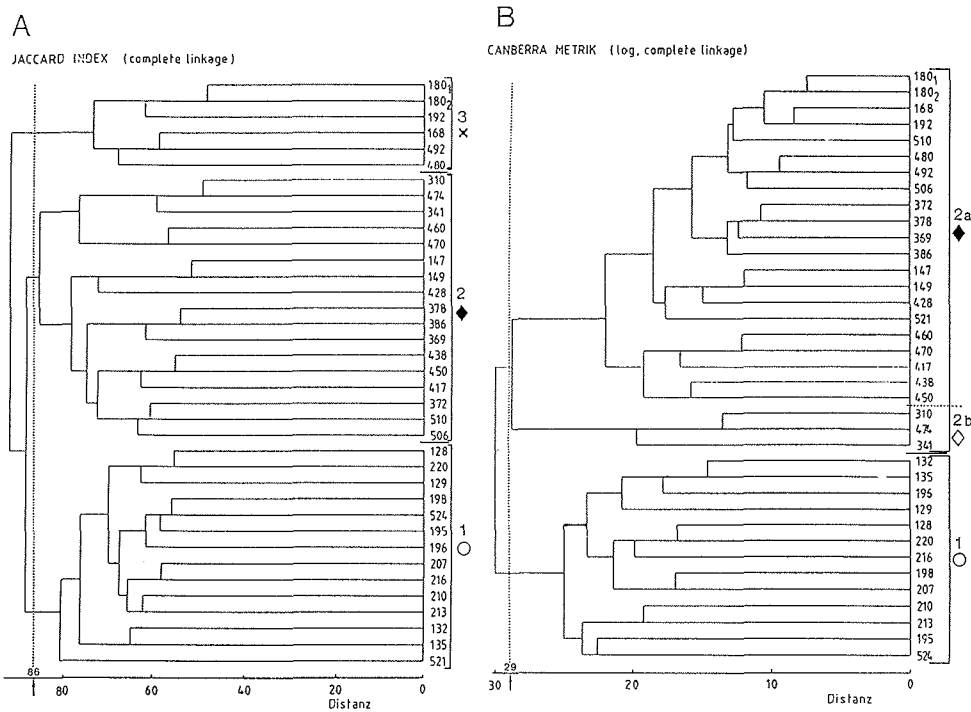


Abb. 4.86. Gruppierung der Stationen berechnet mit 432 Taxa. Dendrogramme von zwei Clusteranalysen mit A) Jaccard Index und B) Canberra Metrik.

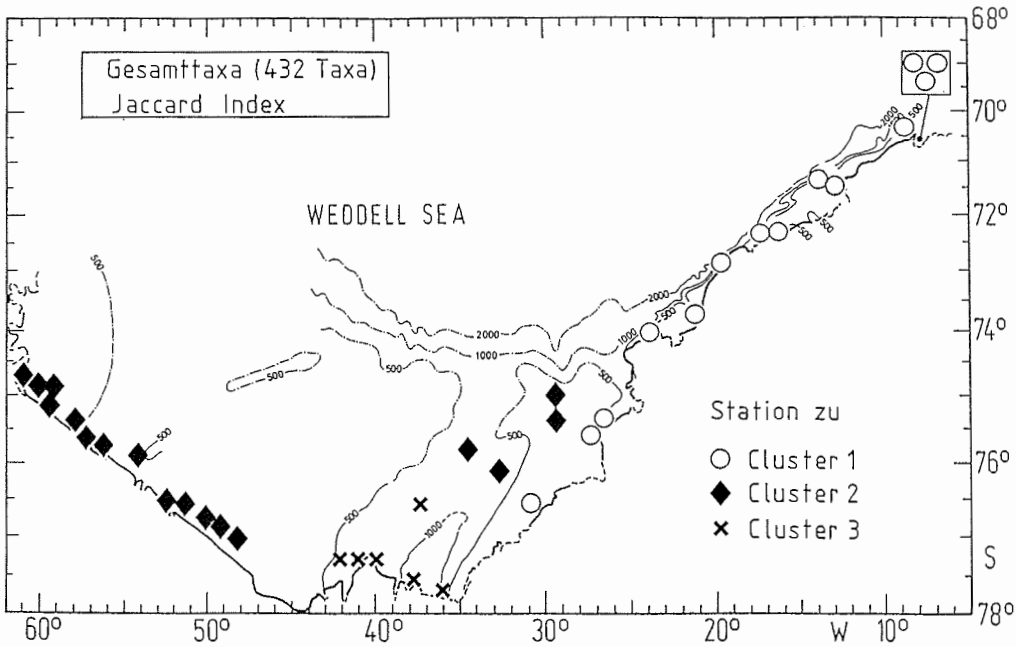


Abb. 4.87. Geographische Verteilung der Stationscluster nach der Clusteranalyse mit Jaccard Index und Daten von 432 Taxa (vgl. Abb. 4.86.A)

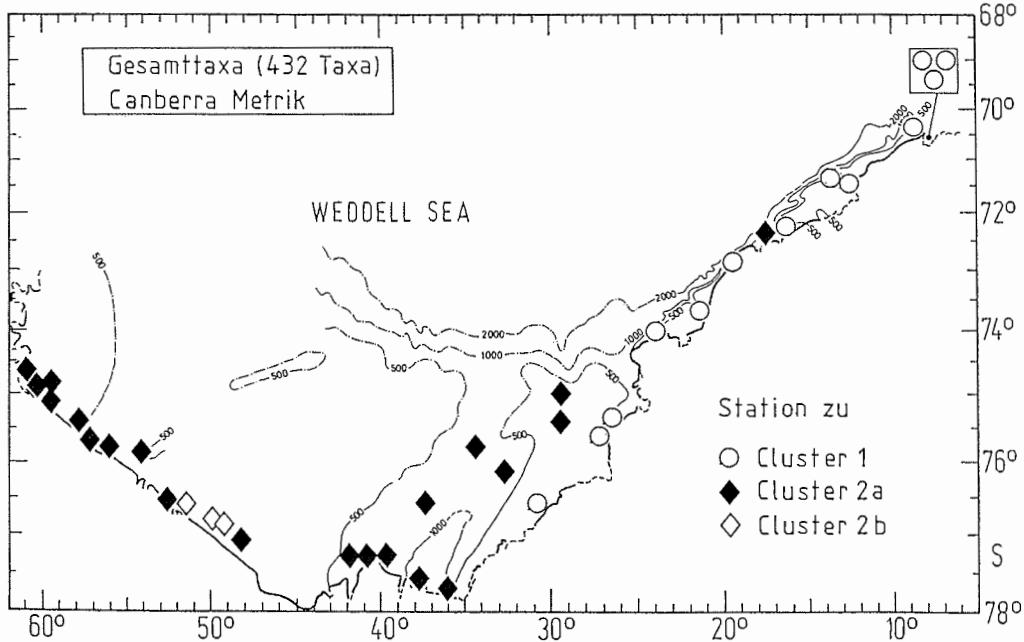


Abb. 4.88. Geographische Verteilung der Stationscluster nach der Clusteranalyse mit Canberra Metrik und Daten von 432 Taxa (vgl. Abb. 4.86.B)

Stationen südwestlich davon im Filchner Graben. Cluster 3 umfaßt 6 Stationen im tieferen Bereich des südlichen Filchner Grabens. Bei einer Grenzdistanz von 80 würde von Cluster 1 Station 521 abgetrennt und bei Cluster 2 würden 5 Stationen auf dem Flachen vor dem Rönne Schelfeis (Stat. 310, 341, 460, 470, 474) ein Untercluster bilden.

Die Clusteranalyse mittels der Canberra Metrik ergibt bei einem kritischen Distanzmaß von 29 zwei Blöcke, die den küstennahen östlichen Schelf (bis auf Stat. 521) von südlichen und westlichen Bereichen trennen (Abb. 4.86.B und 4.88.). Cluster 1 umfaßt 13 Stationen im Osten. Die in den bisherigen Dendrogrammen zu Cluster 1 gruppierte Station 521 findet sich wie die übrigen 23 Stationen in Cluster 2. Dieses Cluster bildet zwei Untergruppen, in denen sich drei formen- und biomassereiche Stationen (310, 341, 474) vor dem Rönne Schelfeis (Cluster 2b) deutlich von den anderen 21 Stationen (Cluster 2a) unterscheiden.

4.2.2. Diversität und Äquität der Stationsgruppierungen

Die in Kap. 4.2.1. durch die Clusteranalyse gefundenen Gruppierungen sollen im folgenden durch Werte für Diversität und Äquität verglichen werden.

Der Diversitätsindex und der Index für Äquität wurden nach SHANNON & WEAVER und PIELOU (vgl. 2.6.) errechnet. Da die Bedingungen für die Verwendung des Shannon-Wiener-Indexes weitgehend, aber nicht völlig, gegeben ist, werden die gefundenen Indices in Anführungsstriche gesetzt. Beispielsweise stammen die Tiere in den Proben aus einem weiten Größenspektrum (Körperlängen von ca 2 bis 500 mm), obwohl POOLE (1974) als eine Voraussetzung für die Anwendbarkeit des Shannon-Wiener-Indexes gleiche Größenklassen fordert. Dennoch erscheinen mir die Informationen der Indices über die einzelnen Gruppierungen so wertvoll, daß auf sie nicht verzichtet werden soll.

Auf der Basis der 79 Asteroiden- und Ophiuroidenarten errechneten sich die Werte der Tab. 4.1.. Die Zusammenfassung der Stationen erfolgte nach der Clusteranalyse mit dem Jaccard Index (vgl. Abb. 4.83.A).

Die höchsten Werte für "Diversität", "Äquität" und Artenzahl finden sich in Cluster 1, das die Stationen im östlichen Untersuchungsbereich umfaßt (Tab. 4.1.). Die Mittelwerte liegen bei 2.5, 0.75 und 28. Die Standardabweichungen sind relativ klein.

Die Werte für die flach- und tiefliegenden Stationen (Cluster 2a und 2b) des südlichen und westlichen Gebietes sind untereinander recht ähnlich und dabei deutlich kleiner als die Werte von Cluster 1. Die Mittelwerte für Cluster 2a/b betragen 1.5 ("Diversität"), 0.54 ("Äquität") und 15 (Artenzahl). Die Indexwerte des Clusters 2a/b streuen stark, sodaß die Standardabweichung etwa doppelt so hoch ist wie in Cluster 1.

Mit dem U-Test (einem nichtparametrischen Testverfahren von MANN & WHITNEY, durchgeführt nach WEBER, 1980) lassen sich die Stationen der Cluster 2a und 2b hinsichtlich ihrer Abundanzverteilung nicht trennen. Hingegen sind Cluster 1 und Cluster 2a/b voneinander signifikant verschie-

Tab. 4.1. Artenzahl, "Diversität" und "Äquität" der Stationen berechnet mit 79 Asteroiden- und Ophiuroidenarten. Die Stationen sind gruppiert nach Dendrogramm A (Jaccard Index) in Abb. 4.83.A.

Cluster	Station	Artenzahl	"Diversität"	"Äquität"
1	128	30	2.7	0.80
	129	24	2.7	0.84
	132	25	2.5	0.78
	135	18	2.1	0.73
	195	23	3.0	0.95
	196	24	2.7	0.84
	198	27	2.5	0.75
	207	31	2.5	0.73
	210	30	2.2	0.64
	213	18	1.8	0.61
	216	37	2.3	0.65
	220	34	2.7	0.75
	521	28	2.8	0.85
	524	37	2.4	0.66
	Mittelwert $\pm s$		28 ± 6	2.5 ± 0.3
2a	147	31	1.9	0.55
	149	25	2.4	0.74
	310	14	1.5	0.56
	341	24	1.2	0.38
	417	16	1.7	0.61
	428	13	0.9	0.33
	438	18	2.4	0.83
	450	25	2.4	0.75
	460	17	0.7	0.26
	470	7	0.4	0.18
	474	14	1.3	0.48
	Mittelwert $\pm s$		19 ± 7	1.5 ± 0.7
2b	168	8	1.6	0.79
	180 ₁	9	1.4	0.64
	180 ₂	13	1.8	0.70
	192 ²	12	1.3	0.53
	369	17	1.2	0.43
	372	11	1.2	0.51
	378	18	2.0	0.69
	386	13	2.0	0.78
	480	9	0.8	0.34
	492	7	0.4	0.23
	506	11	1.2	0.52
	510	20	2.1	0.69
	Mittelwert $\pm s$		12 ± 4	1.4 ± 0.5
2a/2 Mittelwert $\pm s$		15 ± 6	1.5 ± 0.6	0.54 ± 0.19

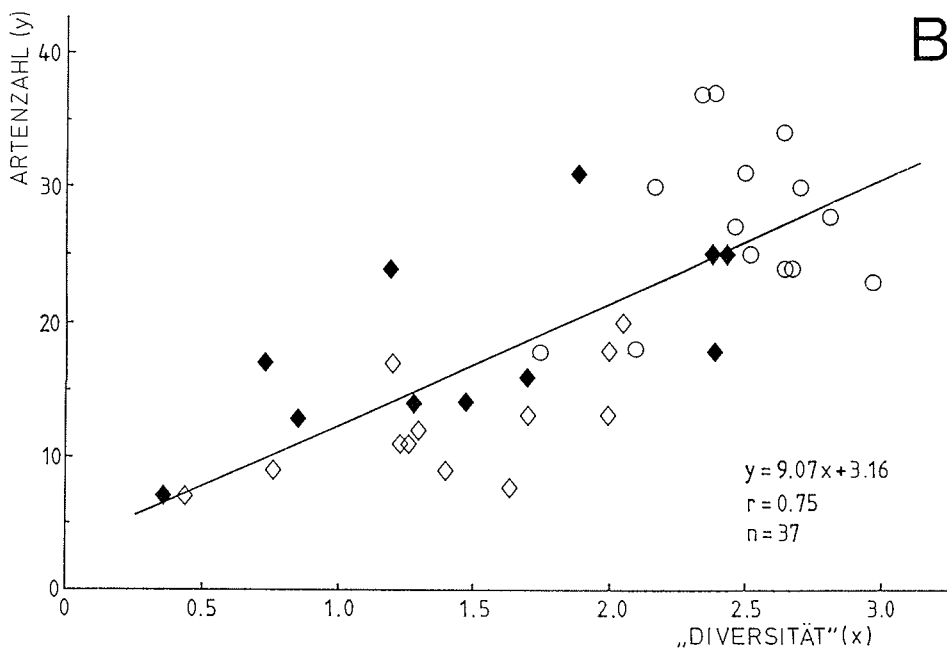
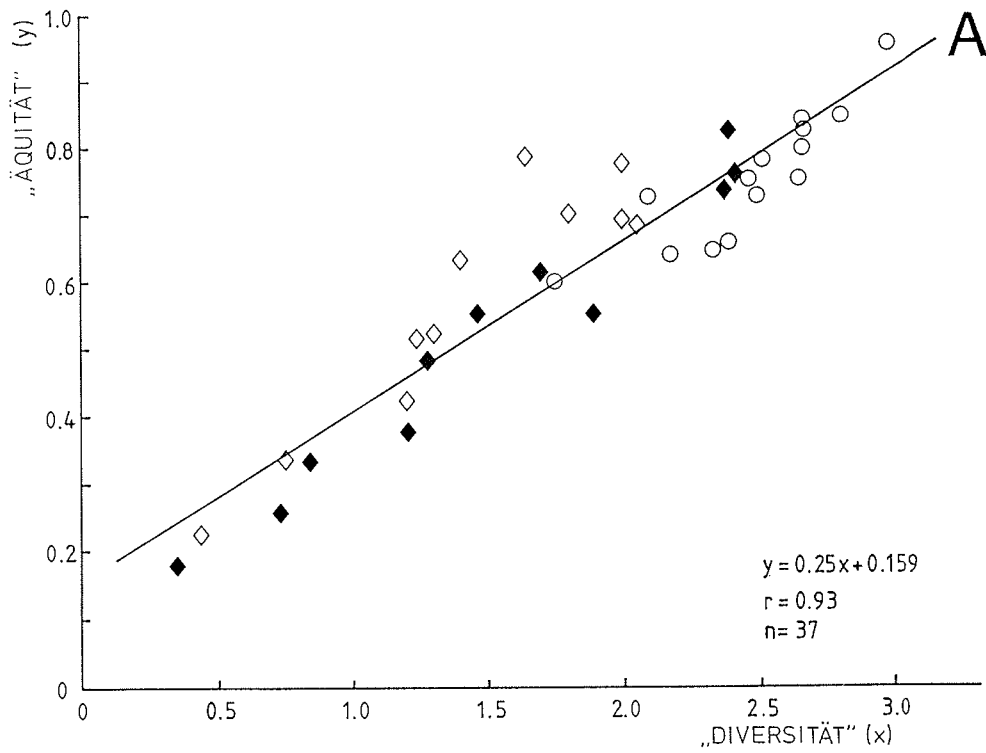


Abb. 4.89. "Diversität" der Stationen berechnet mit 79 Asteroiden- und Ophiuroidenarten in Abhängigkeit (A) von der "Äquität" und (B) von der Artenzahl (Symbole zeigen Zugehörigkeit der Stationen zu unterschiedlichen Clustern, siehe Abb. 4.83.A)

dene ($\alpha = 0.02$) (getestet mit den Werten für "Diversität"). Graphisch verdeutlicht Abb. 4.89. diesen Sachverhalt: die offenen Kreise für Cluster 1 konzentrieren sich im rechten Bereich, während links davon bei den mittleren und kleinen "Diversitätswerten" die Rautensymbole für Cluster 2a und 2b miteinander vermischt liegen.

Eine hohe Korrelation findet sich erwartungsgemäß (da $E=H'/H_{\max}$, vgl. Kap. 2.6.) mit $r = 0.93$ zwischen den Indices für "Äquität" und "Diversität" (Abb. 4.89.A). Hingegen nur schwach korreliert ($r = 0.75$) ist die Artenzahl mit der "Diversität" (Abb. 4.89.B). Diese beiden Sachverhalte deuten darauf hin, daß die gleichmäßige Verteilung der Individuen auf die Arten (=Äquität) einen höheren Effekt auf die Veränderung der "Diversität" hat als die Artenzahl.

Die folgende Analyse basiert auf den Daten von 401 Arten, Gattungen oder Familien. Zusammengefaßt wurden die Stationen in Tab. 4.2. nach der Gruppierung durch die Clusteranalyse von 432 Taxa mit dem Jaccard Index (vgl. Abb. 4.86.A).

Die gefundenen Ergebnisse ähneln denen der mit Astero- und Ophiuroiden durchgeführten Rechnungen stark (s.o.). So ist die "Diversität" stark ($r = 0.91$) mit der "Äquität" (Abb. 4.90.A), aber nur schwach ($r = 0.70$) mit der Taxazahl (Abb. 4.90.B) korreliert.

Die meist von Schwämmen dominierten Stationen des östlichen Kontinental-schelfs (Cluster 1) sind mit durchschnittlich 75 Taxa pro Station sehr formenreich, während Cluster 2 noch 55 Taxa und Cluster 3 nur 28 Taxa im Mittel aufweist. Cluster 1 zeigt mit 3.3 für die "Diversität" und 0.76 für die "Äquität" deutlich höhere Mittelwerte als die beiden anderen. Für Cluster 2 (Stationen im mittleren Untersuchungsgebiet und im Westen) und Cluster 3 (Stationen im südlichen Filchnergraben) (vgl. Abb. 4.87.) liegen die Werte so dicht beieinander, daß sie mit dem U-Test nicht getrennt werden. Die gemeinsamen Mittelwerte für Cluster 2 und 3 belaufen sich auf 2.4 für "Diversität" und auf 0.62 für Gleichförmigkeit.

Bei der Prüfung der "Diversitätsindices" von Cluster 1 und Cluster 2/3 mit dem U-Test wurde die Nullhypothese verworfen, sie sind also signifikant verschieden ($\alpha = 0.02$).

Zusammenfassend ist festzustellen, daß die Befunde dieses Kapitels sowohl für die Asteroiden/Ophiuroiden als auch für die 401 Taxa die Gruppierungen der Stationen durch die Clusteranalysen teilweise bestätigen: Cluster 1 mit den Stationen des östlichen Schelfs läßt sich deutlich von den übrigen Stationen im Süden und Westen abtrennen. Letztere Stationen (Cluster 2a und 2b bzw. 2 und 3) bilden bei Berücksichtigung ihrer "Diversitäts-" und "Äquitätswerte" eher eine Einheit.

Tab. 4.2. Taxazahl, "Diversität" und "Äquität" der Stationen berechnet mit 401 Taxa. Die Stationen sind gruppiert nach Dendrogramm A (Jaccard Index) in Abb. 4.86.A.

Cluster	Station	Taxazahl	"Diversität"	"Äquität"
1	128	69	3.5	0.83
	129	80	3.8	0.86
	132	53	3.1	0.78
	135	47	3.0	0.79
	195	90	3.9	0.88
	196	69	3.4	0.79
	198	85	3.5	0.79
	207	63	3.1	0.75
	210	89	3.1	0.69
	213	63	3.1	0.75
	216	96	2.8	0.62
	220	87	3.3	0.73
	521	47	2.5	0.64
	524	109	3.5	0.75
Mittelwert $\pm s$		75 ± 19	3.3 ± 0.4	0.76 ± 0.07
2	147	60	2.7	0.66
	149	45	3.0	0.80
	310	70	3.0	0.70
	341	112	2.8	0.60
	369	48	2.3	0.59
	372	37	2.6	0.72
	378	47	2.8	0.74
	386	42	3.0	0.79
	417	59	2.5	0.62
	428	34	1.4	0.39
	438	76	2.6	0.59
	450	63	2.9	0.70
	460	52	2.0	0.50
	470	38	1.4	0.39
	474	68	2.7	0.63
	506	34	2.0	0.57
510	47	2.6	0.69	
Mittelwert $\pm s$		55 ± 19	2.5 ± 0.5	0.63 ± 0.12
3	168	25	2.6	0.81
	180 ₁	32	1.8	0.53
	180 ₂	34	2.2	0.63
	192 ²	28	2.1	0.63
	480	26	1.9	0.59
	492	25	1.6	0.48
Mittelwert $\pm s$		28 ± 4	2.0 ± 0.3	0.61 ± 0.11
2/3 Mittelwert $\pm s$		47 ± 20	2.4 ± 0.5	0.62 ± 0.11

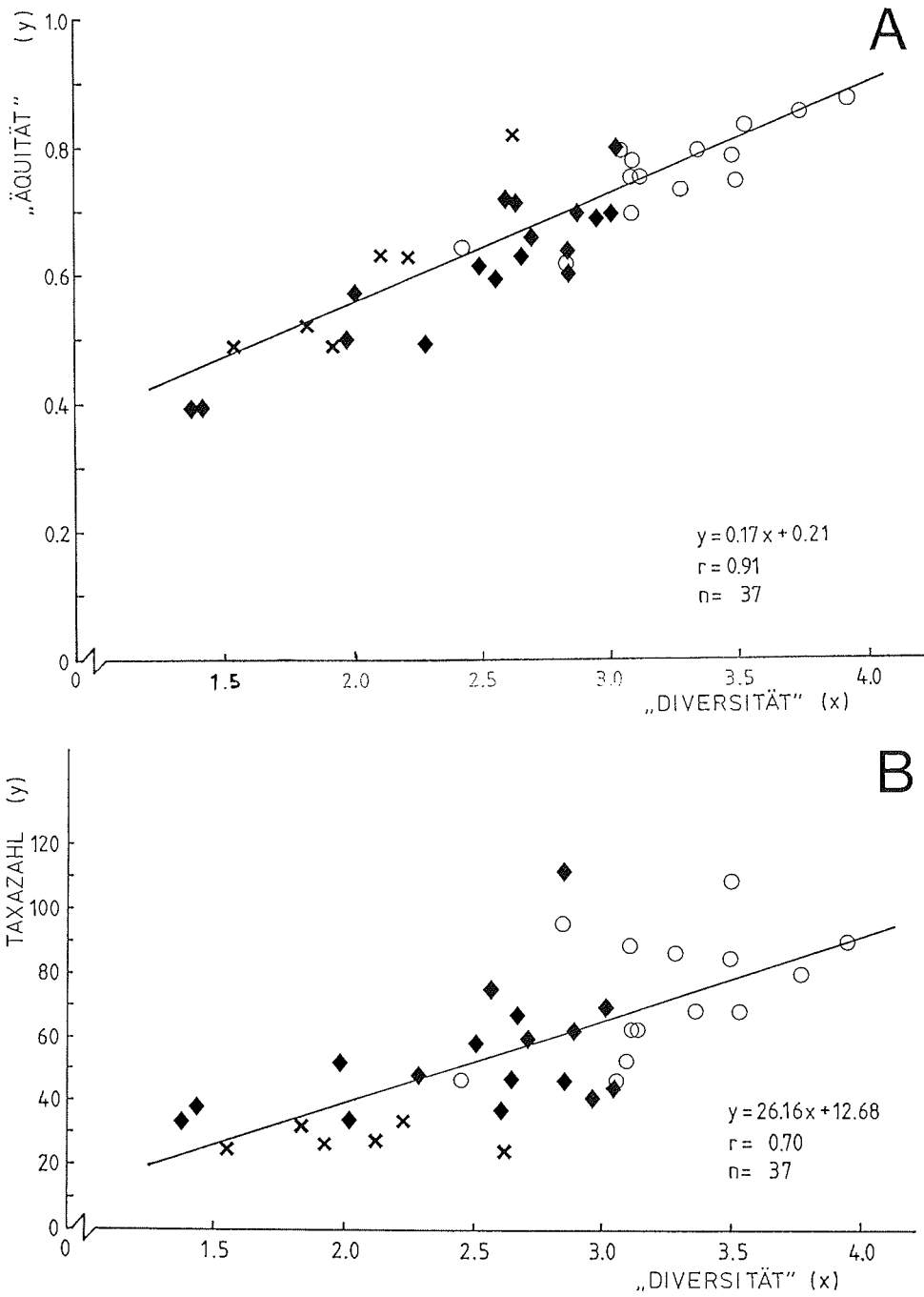


Abb. 4.90. "Diversität" der Stationen berechnet mit 401 Taxa in Abhängigkeit (A) von der "Äquität" und (B) von der Taxazahl (Symbole zeigen Zugehörigkeit der Stationen zu unterschiedlichen Clustern, siehe Abb. 4.86.A)

4.2.3. Gruppierung der Arten und Charakterisierung der Stationsgemeinschaften durch Arten

Die Gruppierung der Stationen durch die Clusteranalyse wurde mit zwei Datensätzen (79 Asteroiden-/Ophiuroidenarten und 432 Taxa) in Kapitel 4.2.1. durchgeführt. Dabei spalteten sich die Stationen in zwei deutlich voneinander getrennte Gemeinschaften auf: die eine auf dem östlichen Kontinentalschelf (Cluster 1) und die andere im Süden und Südwesten des Weddellmeeres (Cluster 2) gelegen. Cluster 2 ordnete sich zusätzlich in flache und tiefe Stationen. Im folgenden sollen nun die Arten aufgrund ihres Verbreitungsmusters gruppiert und anhand von sogenannten Gemeinschaftstabellen in Beziehung zu den oben gefundenen Stationsgemeinschaften gesetzt werden.

Durch die Analyse der 54 häufigsten Asteroiden- und Ophiuroidenarten mit dem Jaccard Index, also auf der Basis von Präsenz und Abwesenheit in den 37 Probenstationen, erhält man das in Abb. 4.91. dargestellte Dendrogramm. Bei einem kritischen Distanzmaß von 85 ergeben sich drei Artengruppen, von denen die erste besonders groß ist.

Zur besseren Interpretation der Artengruppen sind diese in Tab. 4.3. zusammen mit den Stationen in den Reihenfolgen aufgelistet, die sich durch die Clusteranalysen mit dem Jaccard Index ergeben haben (für die Stationen vgl. Abb. 4.83.A). Um die Anschaulichkeit der Tabelle zu verbessern, wurden abweichend von der Reihung im Dendrogramm wenige Arten umgestellt. Dieser Eingriff ist durchaus legitim, da die Clusteranalyse als beschreibendes Verfahren der Statistik in ihrer Aussage nicht bindend ist.

Die Zahlenwerte (von 1 bis 4) in der Gemeinschaftstabelle geben die relative Dominanz der Arten auf den Stationen an. So findet sich eine 4 in der Tabelle, wenn die Individuen der Art mehr als 75% der Gesamtindividuenzahl aller Arten auf dieser Station ausmachen, bei mehr als 50% eine 3, bei mehr als 25% eine 2 und eine 1 bei 25 und weniger Prozent.

Die Auftrennung der Arten zu Gruppen mit ähnlichen Verbreitungsmustern in den Stationsgemeinschaften (Cluster 1, 2a und 2b) fällt, wie man Tab. 4.3. entnehmen kann, recht eindeutig aus.

Den ersten großen Block im Artdendrogramm bilden Arten, die zumindest auf dem östlichen Schelf (Cluster 1) regelmäßig vorkommen. Dieser erste Block läßt sich bei einer Grenzdistanz von 74 in vier Untercluster aufteilen. Die in der ersten Untergruppe gefundenen 13 Arten sind weitgehend Generalisten, da sie in allen drei Stationsgemeinschaften gefunden wurden. Dominante Formen sind hier besonders häufig vertreten. 7 Arten bilden die zweite Untergruppe mit Vorkommen hauptsächlich auf dem östlichen Schelf (Cluster 1) und im flachen Gebiet des Clusters 2 (Cluster 2a). Mit 19 Arten ist die dritte Untergruppe sehr artenreich. Die Arten wurden mit teilweise hoher Stetigkeit in der Stationsgruppierung Cluster 1 angetroffen und können daher als Kenn- oder Charakterarten für diese Stationsgemeinschaft gelten. Die vierte Untergruppe schließlich findet sich auch auf den Stationen des östlichen Schelfs, allerdings mit nur schwacher Präsenz.

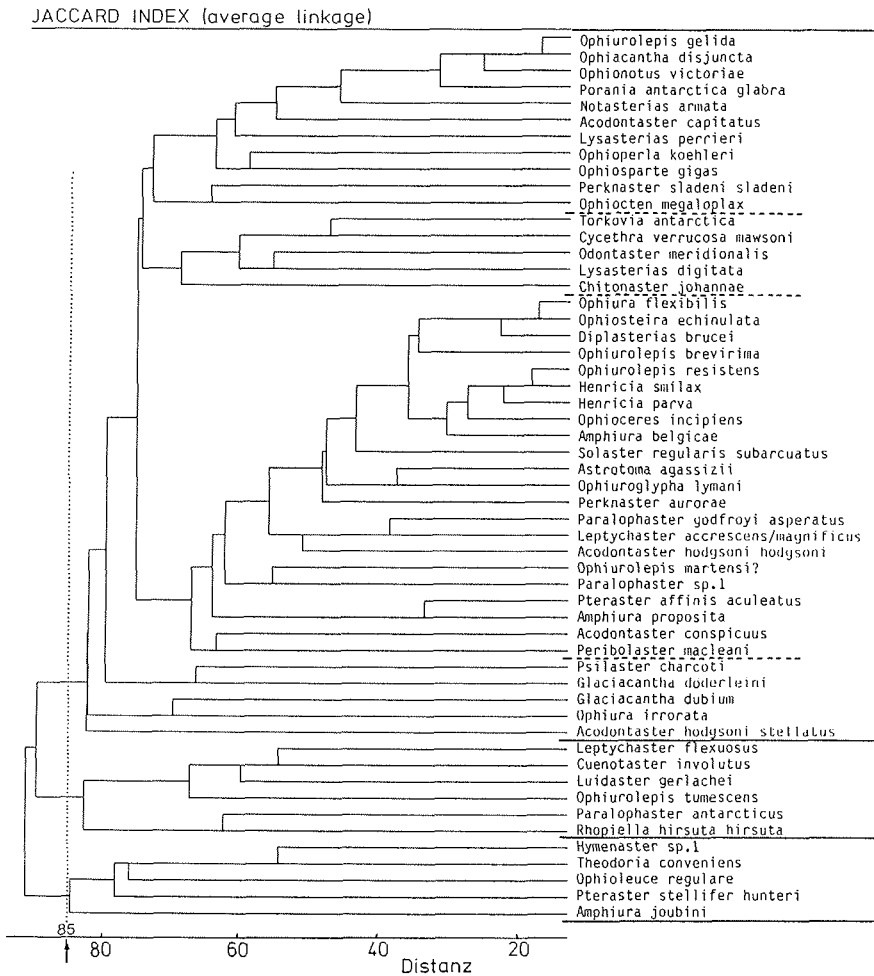


Abb. 4.91. Dendrogramm der Gruppierung der 54 häufigsten Asteroiden- und Ophiuroidenarten mit dem Jaccard Index

Im zweiten Cluster des Artdendrogramms werden 6 Arten zusammengefaßt, die ihren Verbreitungsschwerpunkt auf dem flachen Schelf im Süden und Südwesten des Weddellmeeres haben (vgl. Tab. 4.3.) und somit Kennarten für das Cluster 2a sind.

Typische Bewohner und damit Charakterarten für die tiefen Bereiche des südlichen und südwestlichen Weddellmeeres (Cluster 2b) finden sich schließlich im dritten Cluster des Artdendrogramms (Abb. 4.91.).

Tab. 4.3. Gemeinschaftstabelle mit den 54 häufigsten Asteroiden- und Ophiuroidenarten und den 37 Stationen. Weitere Angaben im Text.

Arten	Stationen		
	Cluster 1 ○	Cluster 2a flach ◆	Cluster 2b tief ◇
	121112211212553	4344444114	335341111345
	222390199131221	174563174426	71886988720
	809287656350410	4100870798	980608200226
			12
<i>Ophiurolepis gelida</i>	1111111111 11	121111111111	3211111111311
<i>Ophiacantha disjuncta</i>	11111111111111	23324221324	11121 11 1
<i>Ophonotus victoriae</i>	11111111	1111112411	111142111111
<i>Porania antarctica glabra</i>	11111111111111	1111 11	111 11221 1
<i>Notasterias armata</i>	1111 1 1 1 11	1 1 1	111 1111111
<i>Acodontaster capitatus</i>	111 11 1 11	11 1	1111 11
<i>Lysasterias perrieri</i>	111 111	1 1	1111 11 1
<i>Ophioperla koehleri</i>	1111	1111 111	111 1 1
<i>Ophiosparte gigas</i>	111	1 1	111 123 1 43
<i>Psilaster charcoti</i>	1 1 1 1	111	111
<i>Perknaster sladeni</i>	1 1	111 11	111
<i>Ophiocten megaloplax</i>	1 1 1 11	11 11 1	11 1
<i>Ophiuroglypha lymani</i>	11111111111111	1111 1	11 21
<i>Perknaster aurorae</i>	111111 11 1 1	11 11	1
<i>Amphiura belgicae</i>	1111111111 111	1 1 11	1
<i>Torkovia antarctica</i>	1111 1 11	11 1 11	1
<i>Cycethra verrucosa mawsoni</i>	11 1111 111	11111 11	
<i>Odontaster meridionalis</i>	1 111 1	11111111111	1
<i>Lysasterias digitata</i>	1 1	1 111 11	
<i>Chitonaster johannae</i>	11	1 11	
<i>Ophiura flexibilis</i>	11 11111 111		
<i>Ophiosteira echinulata</i>	111111111 111		
<i>Diplasterias brucei</i>	11 111111 111	1 1	
<i>Ophiurolepis brevirima</i>	111 1111 2111		1
<i>Ophiurolepis resistens</i>	11112211112111		1
<i>Henricia smilax</i>	11111111111111	11	
<i>Henricia parva</i>	111111111 111	1	
<i>Ophioceres incipiens</i>	12111112 11221	1	
<i>Solaster regularis subarcuatus</i>	111 11 11 11		
<i>Astrotoma agassizii</i>	11111111 1111	1 1	11 1
<i>Paralophaster godfroyi asperatus</i>	1111111 1	1	
<i>Leptychaster accrescens/magnificus</i>	11111111	1111	1
<i>Acodontaster hodgsoni hodgsoni</i>	1111 11 1 1	1	1 1
<i>Ophiurolepis martensi?</i>	11 1 1 11		
<i>Paralophaster sp.1</i>	1111 11	1	
<i>Pteraster affinis aculeatus</i>	1111 11		1
<i>Amphiura proposita</i>	11 1 111	11	
<i>Acodontaster conspicuus</i>	11 1 1 1	11	1
<i>Peribolaster macleani</i>	1 11 1 1 1		1
<i>Glaciacantha döderleini</i>	1 11 1 1		1
<i>Ophiura irrorata</i>	1 11 1 1 1		
<i>Acodontaster hodgsoni stellatus</i>	11 1 1	1	1
<i>Leptychaster flexuosus</i>		111 111 1	1
<i>Cuenotaster involutus</i>		1 11 111	1 1
<i>Luidaster gerlachei</i>		111 111	
<i>Ophiurolepis tumescens</i>		1 11 1	1
<i>Paralophaster antarcticus</i>		111 1 1	
<i>Rhopiella hirsuta hirsuta</i>	1 1	11 1	1
<i>Hymenaster sp.1</i>		1	112 11121
<i>Theodoria conveniens</i>		11	1 1 11 1
<i>Ophioleuce regulare</i>	1 1	1	11 1
<i>Pteraster stellifer hunteri</i>	1 1	1	111 1 1
<i>Amphiura joubini</i>		11	1 1 11
<i>Glaciacantha dubium</i>	1 1 1		1 1 1 1

Eine Gruppierung aller 432 Taxa durch die Clusteranalyse erzeugt im Rechner (PDP10) Kernspeicherprobleme und ist nicht durchführbar. Da die in Kapitel 4.2.1. gefundenen Stationsgemeinschaften durch Taxa auf dem Artniveau eindeutig charakterisiert werden sollen, wurden die 432 Taxa folgendermaßen reduziert: Auswahl der Arten oder Unterarten, die auf mindestens fünf Stationen anzutreffen sind, deren Hauptvorkommen sich auf ein Stationscluster beschränkt und die nicht mehr als zweimal in der anderen Stationsgruppierung auftreten. Diesen Kriterien entsprachen 72 Arten aus 9 Grobtaxagruppen.

Die Gruppierung der 72 Arten mit der Canberra Metrik (also Berücksichtigung von Abundanz und Präsenz/Absenz) wird in Abb. 4.92. dargestellt. Die deutliche Trennung in zwei Blöcke, jeweils mit Kennarten für Cluster 1 und 2 (vgl. Abb. 4.86.B) ergibt sich aus der geschilderten Artenauswahl. Diese Gruppierung der Arten wurde für die Darstellung in der Gemeinschaftstabelle (Tab. 4.4.) beibehalten. Die Reihenfolge und Einteilung der Stationen in Tab. 4.4. basiert auf der Clusteranalyse mit 432 Taxa. Allein Station 521 wurde umgestellt, da sie als einzige Kontinentalhangstation vor dem östlichen Schelf eine Sonderstellung einnimmt. Sie weist mit beiden Clustern Gemeinsamkeiten auf und je nach der Analyse-methode wird sie abgesondert oder der einen oder anderen Stationsgruppierung zugeordnet.

Die Artengruppierungen des Dendrogramms in Abb. 4.92. werden mit Hilfe der Gemeinschaftstabelle 4.4. im folgenden interpretiert.

Das erste Artencluster mit den Kennarten des östlichen Schelfs (Cluster 1) läßt sich bei einer Grenzdistanz von 33 in zwei Untercluster mit 27 Arten mittlerer Stetigkeit und 9 Arten hoher Stetigkeit aufteilen. Insbesondere diese letzte Gruppe weist für die Charakterisierung besonders geeignete Formen auf, die neben regelmäßigem Vorkommen teilweise auch erhöhte Dominanz zeigen. Bis auf den Amphipoden Ampelisca richardsoni finden sich in dieser Gruppierung nur Schlangen- und Seesterne mit Ophioceres incipiens und Ophiurolepis resistens als besonders häufige Formen. Insgesamt weisen die Arten im Cluster 1 der Stationen eine Stetigkeit von 56% auf.

Das zweite Artencluster umfaßt die typischen Formen des südlichen und südwestlichen Weddellmeeres (Cluster 2). Mit 29% sind diese Arten deutlich weniger stetig als die Kennarten des ersten Artenclusters (siehe oben). Es lassen sich aber auch hier mehrere Untereinheiten erkennen. Die erste Einheit bilden 6 vereinzelt im flachen und etwas häufiger im tiefen Bereich vorkommende Arten, wie beispielsweise Vomeridens infuscipinnis. Daran schließt sich eine Gruppe von 10 Kennarten mit Luidaster gerlachei und Leptychaster flexuosus für die flachen Bereiche an. Das nächste Untercluster repräsentiert ebenfalls 10 Arten, die sowohl im Flachen als auch im Tiefen zu finden sind und daher als verbindende Arten bezeichnet werden können. Zu ihnen gehören die Muschel Propeleda longicaudata, der Scaphopode Dentalium majorinum und der Seestern Perknaster sladeni sladeni. Im letzten Untercluster schließlich finden sich Arten aus beiden Tiefenbereichen mit Schwerpunkt des Vorkommens im Tiefen. Zu den Charakterarten zählen u.a. Calliotropis lamellosa, Hymenaster sp.1, Trematomus loennbergii, Gerlachea australis und Akarotaxis nudiceps.

CANBERRA METRIK (complete linkage)

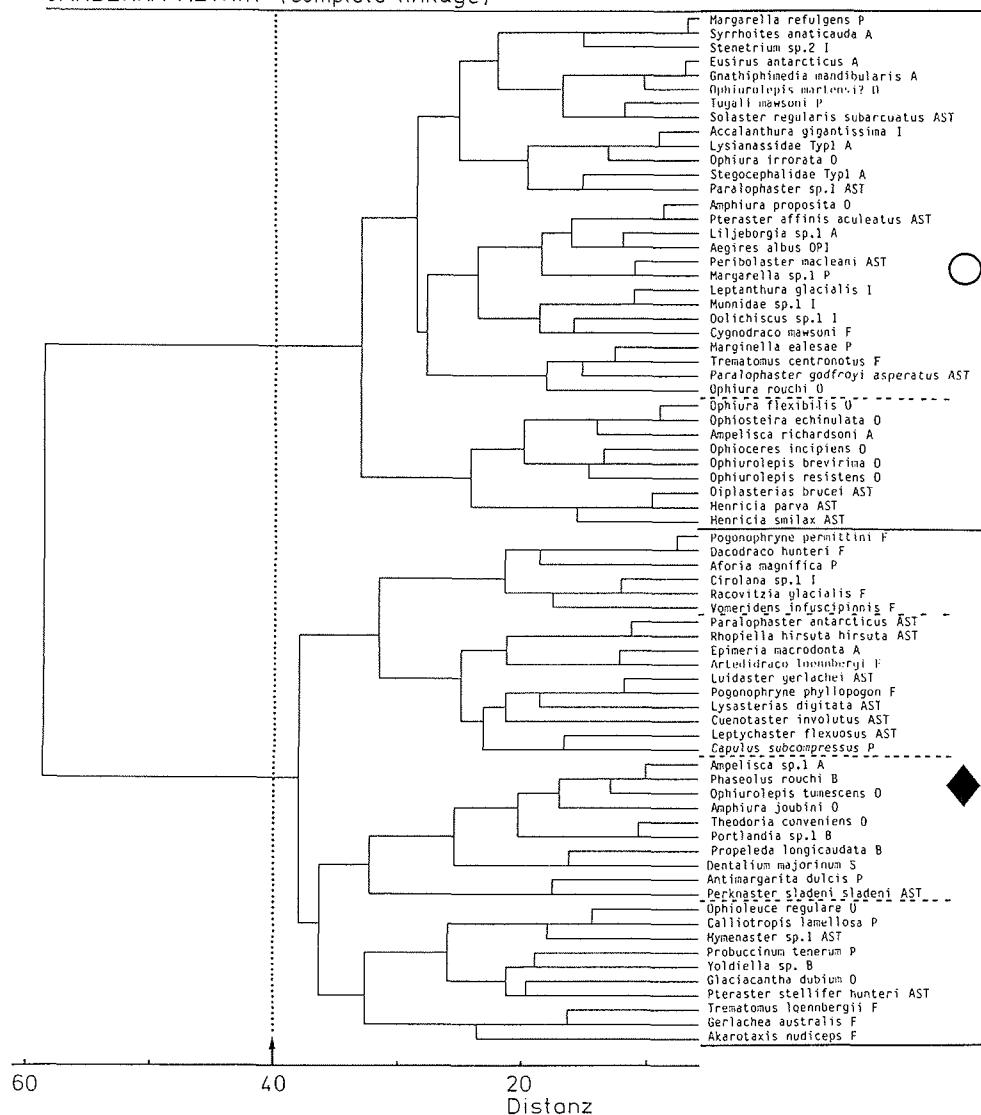


Abb. 4.92. Dendrogramm der Gruppierung von 72 Charakterarten mit der Canberra Metrik. Abkürzungen hinter den Artnamen: A = Amphipoda, AST = Asteroidea, B = Bivalvia, F = Fische, I = Isopoda, O = Ophiuroidea, OPI = Opisthobranchia, P = Prosobranchia, S = Scaphopoda.

Zusammenfassend ist festzuhalten, daß sich die auf der Basis von 432 Taxa gefundene Stationsgruppierung gut mit Kennarten charakterisieren läßt. Für die Stationen des östlichen Schelfs (Cluster 1) finden sich eine Vielzahl von Charakterarten, die jede für sich allein die Gemeinschaft kennzeichnet. Im südlichen und südwestlichen Weddellmeer (Cluster 2)

Tab. 4.4. Gemeinschaftstabelle mit 72 Charakterarten und den 37 Stationen. Abkürzungen siehe Abb. 4.92.. Weitere Angaben im Text.

Arten	Stationen		
	Cluster 1 ○	Cluster 2 tief	Cluster 2 flach
	51222122111111	34344444411	333354451111
	29110912229332	247153176244	4867709819688
	45307860896521	14008700897	698262002800
Margarella refulgens P	1111 1		
Syrrhoites anaticauda A	111 1	1	
Stenetrium sp.2 I	1111111 1	1	
Eusirus antarcticus A	11 1 11	1	
Gnathiphimedia mandibularis A	11 111		
Ophiurolepis martensi? O	11 11 11		
Tugali mawsoni P	1111 1111 1		
Soiaster regularis subarcuatus AST	1 111 11111		
Accalanthura gigantissima I	11 11 11		
Lysianassidae Typ1 A	111111 11	1	
Ophiura irrorata O	111 11	2	
Stegocephalidae Typ1 A	11 1 1		1 1
Paralophaster sp.1 AST	11 11 1 1		11
Amphiura proposita O	1 111 1 1		11
Pteraster affinis aculeatus AST	1 1111 1		1
Liljeborgia sp.1 A	1 1 11111		
Aegires albus OPI	1 1 1 1 1	1	
Peribolaster macleani AST	1 11 1 1 1		1
Margarella sp.1 P	12 1111 1		
Leptanthura glacialis I	11 1 11 1		
Munnidae sp.1 I	11 11 11		
Dolichiscus sp.1 I	1 1 1 11	2	
Cygnodraco mawsoni F	1 1 1 11	11	
Marginella ealesae P	1 1 1 1 1		
Trematomus centronotus F	1 1 1 1 11	11	
Paralophaster godfroyi asperatus AST	1 11111 1		
Ophiura rouchi O	1 11 1 1		1
Ophiura flexibilis O	11 11111 11		
Ophiosteira echinulata O	11 1111111111		
Ampelisca richardsoni A	1 1 11111112		
Ophioceres incipiens O	2 12112211 132	1	
Ophiurolepis brevirima O	1131111111 1	3	
Ophiurolepis resistens O	11112211112211		1
Diplasterias brucei AST	11 111111 111	1	1
Henricia parva AST	11 11111111 11		1
Henricia smilax AST	11111111111111		11
Pogonophryne permittini F	1	1 1	1 11
Dacodraco hunteri F	1		1 1 11
Aforia magnifica P		111	1 11 11
Cirolana sp.1 I	1	1 1	1 1
Racovitzia glacialis F		1 11	11 1
Vomeridens infuscipinnis F			1111 11 1
Paralophaster antarcticus AST		11 1 1	
Rhopiella hirsuta hirsuta AST	1 1	11 1	1
Epimeria macrodonta A	1 1	13 11	1 1
Arteidraco loennbergi F	1	1 111	1
Luidaster gerlachei AST		11 2112	
Pogonophryne phyllopogon F	11	1 111	
Lysasterias digitata AST	1 1	1 11 1 11	
Cuenotaster involutus AST		1 11 111	1 1
Leptychaster flexuosus AST		1 1 1111 1	1
Capulus subcompressus P		1 1 12	1
Ampelisca sp.1 A	1	1 111	111
Phaseolus rouchi B		1 11	11 1
Ophiurolepis tumescens O		211 1	1
Amphiura joubini O		1 1	1 1 1 1
Theodorina conveniens O		11	1 1 11 1
Portlandia sp.1 B		111	1 1
Propeleda longicaudata B		1 1111 11	11111 1
Dentalium majorinum S	1	1 12 1	2 21 1 2
Antimargarita dulcis P	11	112	1 1
Perknaster gladeni gladeni AST	11	11 1 1	1 1 1
Ophiroleuce regulare O		1	211
Calliotropis lamellosa P	1	1	111 11111
Hymenaster sp.1 AST		1	11 132111
Probuccinum tenerum P	1	1	1 1 11 1
Yoldiella sp. 8		1 1	1 1141
Glaciacantha dubium O	1 1	1	1 1 11
Pteraster stellifer hunteri AST	1	1	1 111 1
Trematomus loennbergii F		11 1	1 1 1111111
Gerlachea australis F		1	1111 1 12 11
Akarotaxis nudiceps F		1 1 1	132 1 121

muß man aufgrund der teilweise geringen Stetigkeit mehrere Arten berücksichtigen, um die Stationsgruppierung zu kennzeichnen. Negativ charakterisiert ist allerdings Stationscluster 2 durch das Fehlen von Charakterarten des östlichen Schelfs.

4.2.4. Gruppierung der Stationen mittels Grobtaxa

In Kapitel 4.2.1. wurden die Stationen anhand von 79 Asteroiden-/Ophiuroidenarten und von 432 Taxa mit unterschiedlichem taxonomischem Niveau gruppiert. Nun soll die Analyse auf der Basis von 32 Grobtaxa erfolgen. Dazu werden die Daten der 432 Taxa entsprechend ihrer systematischen Zugehörigkeit unter folgende Grobtaxa zusammengefaßt:

Porifera, Hydrozoa, Scyphozoa, Anthozoa, Bryozoa, Brachiopoda, Sipunculida, Nemertini, Polyplacophora, Solenogastres, Prosobranchia, Opisthobranchia, Bivalvia, Scaphopoda, Cephalopoda, Polychaeta, Clitellata, Echiurida, Pantopoda, Cirripedia, Mysidacea, Amphipoda, Isopoda, Decapoda, Pterobranchia, Crinoidea, Asteroidea, Ophiuroidea, Echinoidea, Holothuroidea, Ascidiacea, Pisces.

Bei der Clusteranalyse mit dem Jaccard Index und mit einem kritischen Distanzmaß von 47 ergeben sich drei Cluster (Abb. 4.93.A). Cluster 1 hat mit 24 Stationen den größten Umfang und erstreckt sich von der Atka

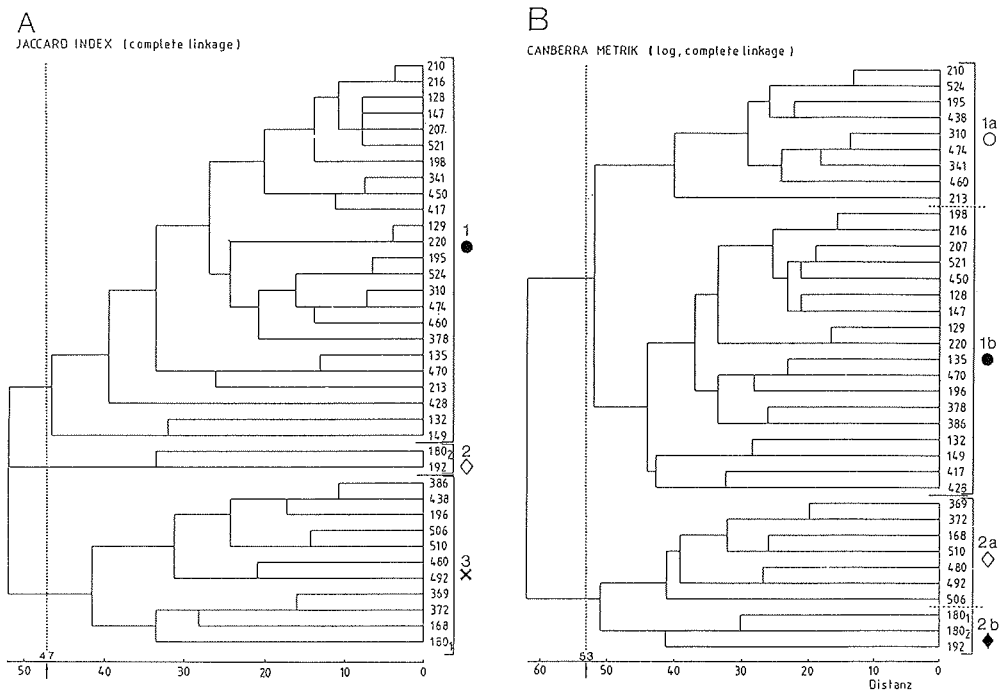


Abb. 4.93. Gruppierung der Stationen berechnet mit 32 Grobtaxa. Dendrogramme von zwei Clusteranalysen mit A) Jaccard Index und B) Canberra Metrik.

Bucht bis zur Antarktischen Halbinsel (Abb. 4.94.). Davon ausgenommen ist nur der Filchner Graben und die Senke vor der Halbinsel, in denen sich gehäuft Stationen des Clusters 3 finden. Cluster 2 umfaßt nur zwei Stationen im südlichen Filchner Graben.

Mit der Canberra Metrik und einer Grenzdistanz von 53 werden die 37 Stationen in zwei Cluster gruppiert (Abb. 4.93.B). Cluster 1 ist mit 27 Stationen am größten. Bei einer kritischen Distanz von 50 läßt er sich in die deutlich sichtbaren Untercluster 1a und 1b aufteilen. Stationen beider Untercluster sind zwischen der Atka Bucht im Nordosten und der Antarktischen Halbinsel im Südwesten gelegen (Abb. 4.95.). Nur im Filchner Graben finden sich ausschließlich Stationen des Clusters 2. Auch dieses Cluster ist bei einer Grenzdistanz von 50 in die Untercluster 2a und 2b auftrennbar. Von den 7 Stationen des Unterclusters 2a liegen 5 im Filchner Graben und zwei in der Senke vor der Halbinsel. Die drei zu Untercluster 2b zählenden Stationen sind im südlichen Filchner Graben zu finden.

Beide hier angewandte Methoden der Clusteranalyse trennen, von wenigen Ausnahmen abgesehen, die Stationen des Filchner Grabens von denen des östlichen und südwestlichen Schelfs. Die vier im Tiefen vor der Antarktischen Halbinsel gelegenen Stationen werden je nach Methode verschiedenen Clustern zugeordnet. Die Analyse der Schelfstationen mit der Canberra Metrik (Cluster 1a und 1b) trennt benachbarte und faßt teilweise weit voneinander entfernt liegende Stationen zusammen, so daß eine sinnvolle Interpretation dieses Ergebnisses nicht möglich ist. Mit dem Jaccard Index werden die Schelfstationen in einem homogenen Cluster zusammengefaßt.

4.2.5. Charakterisierung der Gemeinschaften durch Grobtaxa

Wenn auch die Aufteilung der Stationen mit der Clusteranalyse im vorhergehenden Kapitel auf der Basis von 32 Grobtaxa zu keinem interpretierbaren Ergebnis geführt hat, so lassen sich dennoch neben Unterschieden im Artenspektrum (vgl. Kap. 4.2.3.) auch augenfällige Unterschiede in der Grobtaxazusammensetzung zwischen den Stationsgemeinschaften beschreiben.

Um die Anteile der Grobtaxa in den drei Gemeinschaften (Gruppierung nach Abb. 4.83.A) vergleichen zu können, wurden zunächst für jede Station die prozentualen Anteile der Grobtaxa bestimmt. Getrennt nach Stationsgemeinschaften wurden dann diese Prozentwerte für jedes Grobtaxon addiert, durch die Zahl der Stationen der betreffenden Gruppierung dividiert und somit als prozentuale mittlere Häufigkeit in Abb. 4.96. dargestellt. Dabei ist 100 Prozent die Summe der Prozentanteile aller Grobtaxa einer Stationsgruppierung.

Keine Berücksichtigung fanden bei diesem Vergleich Schwämme und Bryozoen. Sie wurden bei der Probennahme nicht in der gleichen Art und Weise wie die restlichen Taxa gesammelt und ausgezählt, da sie in teilweise sehr hohen Abundanzen gefischt wurden, die um ein bis zwei Größenordnungen höher lagen als die anderer häufiger Taxa. Schwer ist es beim Auszählen auch, tote von lebenden Exemplaren oder abgebrochene Stücke von Kolonien zu unterscheiden. So war in der gegebenen Zeit nur eine grobe Schätzung der Holanteile auf der Basis von Unterproben möglich.

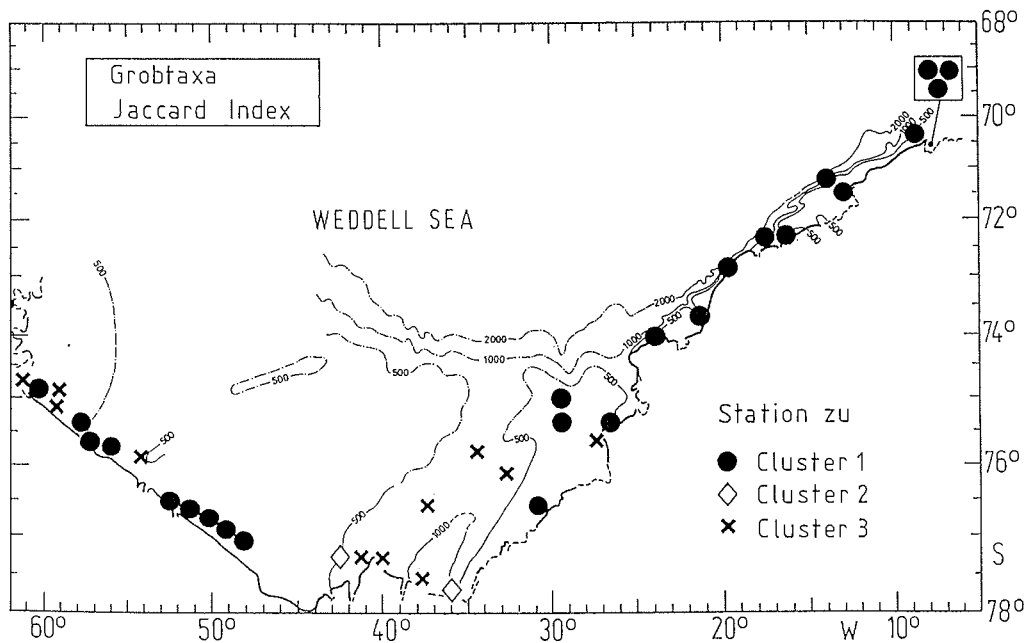


Abb. 4.94. Geographische Verteilung der Stationscluster nach der Clusteranalyse mit Jaccard Index und Daten von 32 Grobtaxa (vgl. Abb.4.93.A)

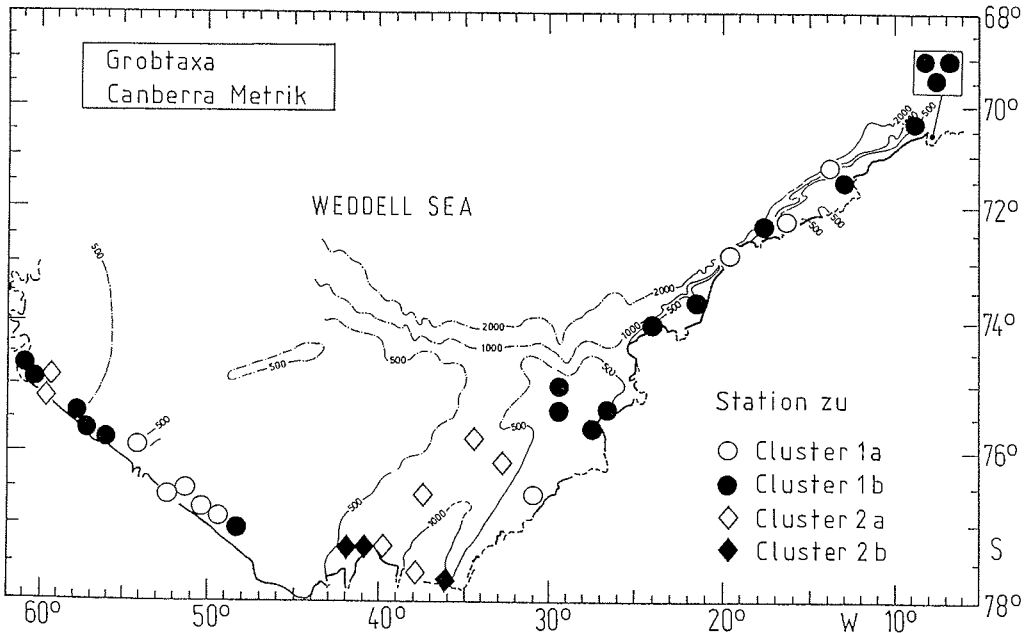


Abb. 4.95. Geographische Verteilung der Stationscluster nach der Clusteranalyse mit Canberra Metrik und Daten von 32 Grobtaxa (vgl. Abb.4.93.B)

Schwämme sind nur auf dem Östlichen Schelf (Stationscluster 1 der Abb. 4.83. bis 4.85.) ein dominierendes Faunenelement (vgl. Abb. 3.3. und Abb. 4.1.). Oft bilden hier die Schwämme sowie dicke Matten von Schwammnadeln einen Großteil der Biomasse bzw. des biogenen Sediments (vgl. Kap. 3.2.). Schwämme stellen ein bevorzugtes Substrat für epizoisch lebende Tiere dar.

Bryozoen finden sich sowohl auf dem Östlichen als auch auf dem Südlichen Schelf (Stationscluster 2a der Abb. 4.83.A und 4.84.) in teilweise großen Mengen (vgl. Abb. 3.3. und Abb. 4.32.). Besonders auf den flachen Stationen der Südlichen Schelfgemeinschaft machen lebende Bryozoen und Bryozoenschill bis zu 90 Prozent der gesamten Biomasse bzw. des biogenen Sediments eines Hols aus. In den tiefen Gräben (Stationscluster 2b der Abb. 4.83.A und 4.84.) fehlen die Bryozoen fast gänzlich.

Bei der Berechnung der mittleren Häufigkeit fanden also bis auf die eben erwähnten Porifera und Bryozoa alle 30 in Kap. 4.2.4. aufgelisteten Grob-taxa Berücksichtigung. Von ihnen repräsentiert die Auswahl von 17 Taxa in Abb. 4.96. mehr als 97 Prozent der Gesamtabundanz. Im einzelnen sind dies folgende Grob-taxa (Reihenfolge nach Auflistung in Abb. 4.96.):

Ophiuroidea, Polychaeta, Holothuroidea, Echinoidea, Pisces, Hydrozoa, Pantopoda, Prosobranchia, Ascidiacea, Amphipoda, Crinoidea, Isopoda, Asteroidea, Decapoda, Bivalvia, Brachiopoda, Anthozoa.

Ophiuroiden und Polychaeten sind nach Stückzahl mit über 20 bzw. mehr als 15 Prozent besonders häufig in allen Gemeinschaften vertreten (Abb. 4.96.). In den beiden Schelfgemeinschaften folgen an dritter Stelle in der Rangfolge der mittleren Häufigkeiten die Holothurien mit 10 Prozent. In der Grabengemeinschaft sind sie mit einem Viertel der Individuenzahl am häufigsten. Dort finden sich auch im Verhältnis zu den beiden anderen Stationsgemeinschaften ebenfalls doppelt so hohe Werte für Echinoiden und Fische.

Hydrozoenstöcke stellen mit etwa 9 Prozent das vierthäufigste Taxon auf den Schelfen, während sie wie Bryozoen in der tiefliegenden Grabengemeinschaft fast völlig fehlen. Pantopoden, Prosobranchier und Ascidien sind insgesamt im Flachen häufiger, bleiben aber mit einer Häufigkeit von kleiner 2.4 Prozent ein zahlenmäßig nur unbedeutendes Element der Gemeinschaften.

Jeweils etwa 5 Prozent aller Tiere des östlichen Schelfs sind Amphipoden, Crinoiden, Isopoden und Asteroidea. Damit sind sie hier deutlich zahlreicher als im Süden. Lediglich die Seesterne erreichen im Bereich der tiefen Senken (Cluster 2b) eine ähnlich hohe anteilmäßige Häufigkeit wie in der Benthosfauna des östlichen Schelfs.

Decapoden finden sich durchschnittlich mit 8.3 Prozent auf dem Schelf am Rande des Filchner-Rönne Schelfeises und mit 5.9 Prozent in den Gräben, während sie im Osten durchschnittlich nur 2.2 Prozent erreichen. Bivalvier und Brachiopoden sind auf dem südlichen Schelf um ein Mehrfaches häufiger als in den beiden anderen Stationsclustern. Die mittlere Häufigkeit bleibt aber unter 5 Prozent.

Anthozoen stellen stetig zwischen 2 und 3 Prozent der Individuen in allen drei Clustern.

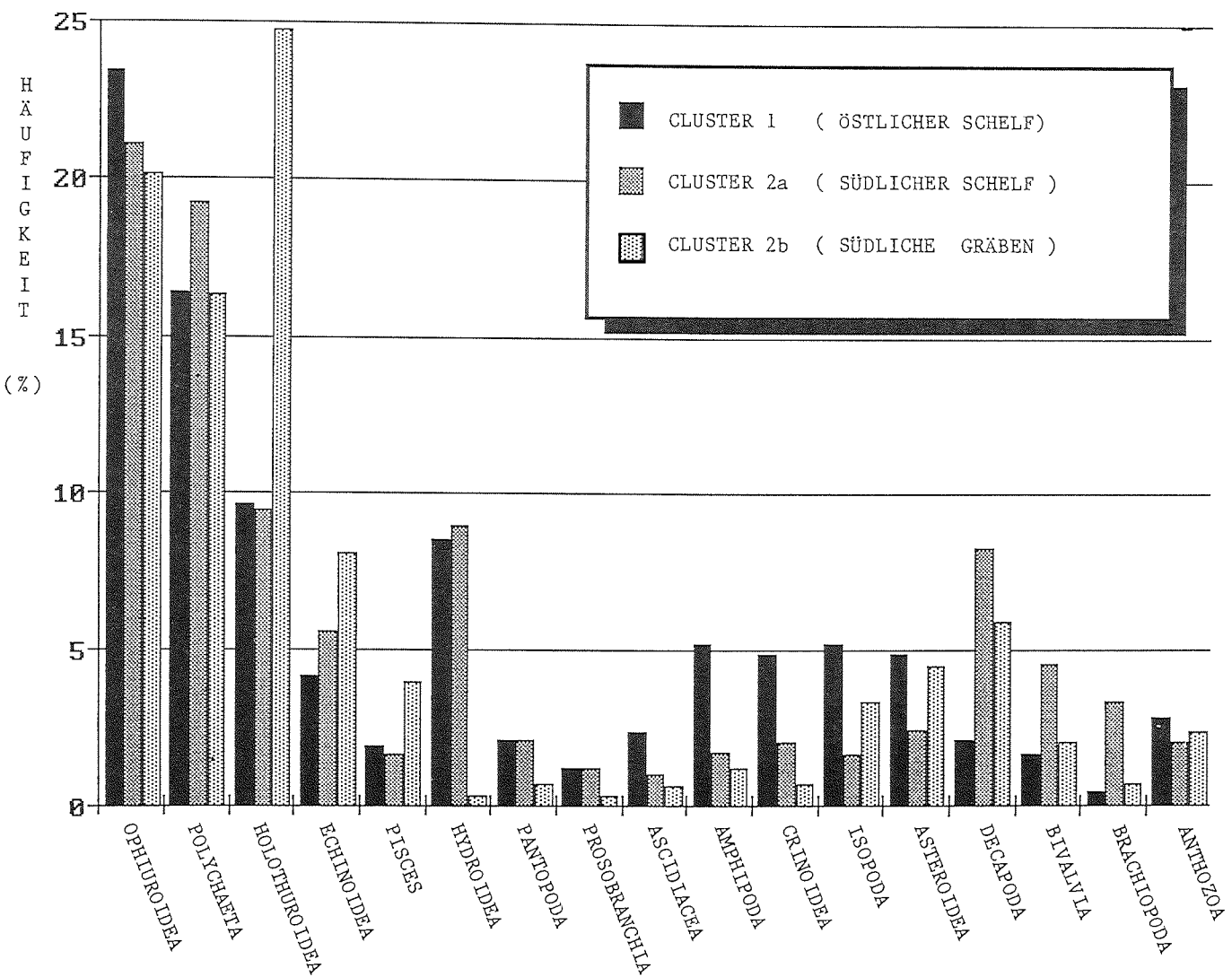


Abb. 4.96. Mittlere Häufigkeiten ausgewählter Großtaxa in Prozent in den drei Stationsclustern (vgl. Kap. 4.2.1. mit Abb. 4.83.A und 4.84.)

5. Diskussion

5.1. Methodik

5.1.1. Fang und Stationsnetz

Mit der vorliegenden Arbeit wurde eine flächendeckende Schnellanalyse des Makrozoobenthos des östlichen und südlichen Weddellmeeres angestrebt. Der Strategie der Probennahme und der Auswahl der Fanggeräte waren dabei Grenzen gesetzt. Der Benthosarbeitsgruppe beider Expeditionen stand, als einer von mehreren Forschergruppen an Bord, insgesamt nur wenig Schiffszeit zur Verfügung. Um dennoch einen guten Überblick durch ein weitgefächertes Stationsnetz zu erhalten, war die benötigte Stationszeit kurz zu halten. Das Gerät sollte schnell einsatzbereit sein, um eventuell entstehende Lücken im Zeitplan zu füllen. Durch den Einsatz en route konnte die Bodenbeschaffenheit vorher oft nicht erkundet werden und ein besonders robustes Fanggerät war erforderlich.

Das Agassiztrawl bewährte sich als ein gutes qualitatives Probennahmegerät, da durch die große Ausdehnung der abgesammelten Fläche auch Arten mit geringerer Bestandsdichte und in Aggregationen lebende Arten erfaßt wurden. Das Grundmodell des Agassiztrawls, der "epibenthic sledge" (ALDRED *et al.*, 1976), hat nach einer Auflistung von Probennahmegegeräten durch HOLME & McINTYRE (1984) sogar semi-quantitative Sammeleigenschaften. Wenn auch die quantitative Aussagekraft von Greifern nicht erreicht wird, so erhalten wir doch mit dem Agassiztrawl relative Abundanzen für eine Vielzahl von epibenthischen Taxa.

Wie bei jedem Probennahmegerät besteht auch beim Agassiztrawl die Gefahr, eine Reihe von Tieren zu übersehen oder ihre Häufigkeit zu unterschätzen. Besonders größere, schnell bewegliche Bodentiere sind nicht leicht zu fangen; Tintenfische scheinen durch ein kommerzielles Grundschleppnetz mit 3 kn Schleppgeschwindigkeit besser gefangen zu werden (Frau S. KÜHL, mdl. Mitt.), während sich für die Bodenfische etwa gleichhohe Abundanzen mit dem Grundschleppnetz wie mit dem langsameren Agassiztrawl ergaben. Auch Tiere des Hyperbenthos (z.B. Mysidaceen) und sehr kleine Formen können den Maschen entgehen. In wie weit diese Gruppen vom Agassiztrawl selektiert werden, müssen zukünftige Vergleichsfänge zeigen.

Ein besonderes Problem bei horizontal arbeitenden Geräten ist die repräsentative Aufnahme der Infauna. Beim Aufwühlen der oberen Bodenschichten durch Scheuchkette und Grundtau des Trawls gelangen auch im Boden lebende Arten in das Netz. Dabei können durch tieferes Eindringen auf weichem Substrat mehr Organismen erfaßt werden als beispielsweise auf hartem Sandboden. Tief eingegraben lebende Formen, wie einige Muschel- oder Echiuridenarten, sind sicherlich in den Fängen besonders unterrepräsentiert.

In der Gesamtbilanz ist die geringe Sammeleffizienz des Agassiztrawls für die Infauna ohnehin nicht schwerwiegend. Im antarktischen Benthos überwiegt im allgemeinen die Biomasse der Epifauna die der Infauna (PICKEN, 1985). GALLARDO (1987) schätzt diesen Vorsprung sogar auf ein bis zwei Größenordnungen. Diese Aussage unterstützen eigene Kastengreiferproben aus verschiedenen Regionen des Weddellmeeres, die im Vergleich mit bore-

alen Gebieten eine ausgesprochen spärliche Infauna aufweisen. Es zeigt sich im Benthos des Weddellmeeres, nicht zuletzt durch die hohe Zahl der Suspensionsfresser, allgemein eine Tendenz nach "oben" in eine wohl nährstoffreichere Zone wenige Dezimeter über dem Boden. Auf Unterwasserfotos von J. GUTT und P. MARSCHALL finden sich immer wieder Schwämme, Bryozoen, Gorgonarien oder Felsblöcke, auf denen an exponierten Stellen und oft in großer Zahl Crinoiden, Holothurien, Ophiuroiden und andere Tiere ihre Fangarme in die Wassersäule strecken. Auch treten in ganz unterschiedlichen Tiergruppen, wie z.B. bei Schwämmen, Ascidien und Seefedern, gestielte Formen auf, bei der Seefeder Umbellula sogar bis zu einer Länge von fast 4 m. GALLARDO (1987) beschreibt eine besonders in der Hochantarktis verbreitete Weichboden-Epifauna (er spricht von "epi-infauna"), die aufgrund besonderer Anpassungen und dank der durch glazial-marinen Transport fast überall vorhandenen Ansiedlungsflächen in Form von Steinen oder Steinchen weite Weichbodeengebiete besiedelt hat. Die in die Wassersäule ragenden Tiere dieser oben beschriebenen Epifauna filtern so effektiv den Detritus aus der Bodenströmung, daß nur noch wenig sedimentiert und der Infauna als Nahrung dienen kann. Weichböden bleiben in anderen Meeresgebieten der Infauna vorbehalten. In der Antarktis wird die Infauna von der meist aus sessilen Suspensionsfressern bestehenden Weichboden-Epifauna unterdrückt (MILLS & HESSLER, 1974) und verliert an Bedeutung.

5.1.2. Bestimmungsniveau

Das Sortieren und Bestimmen von antarktischen Benthosproben ist besonders zeitaufwendig. Die Artenzahlen der Tiergruppen sind oft mehr als doppelt so groß wie beispielsweise in der Arktis (KNOX & LOWRY, 1977). So stehen z.B. 650 bekannten Polychaetenarten der Antarktis (HARTMAN, 1967) 300 arktische Arten (USHAKOV, 1955) gegenüber. Bestimmungsliteratur findet sich meist weit verstreut in alten Expeditionsberichten von Sammelreisen. Moderne Revisionen und Bestimmungsschlüssel, die auch Nicht-Taxonomen beherrschen können, sind selten. Es ist somit für einen Einzelbearbeiter unmöglich, wie bei der hier vorliegenden Gesamtaufnahme eines so großen Meeresgebietes wie des Weddellmeeres, das gesamte Artenspektrum zu erfassen. Hilfestellung von spezialisierten Taxonomen ist unerlässlich und wurde auch bei dieser Arbeit für möglichst viele Tiergruppen in Anspruch genommen.

Allerdings fragt sich, ob für eine Gruppierung der Stationen zu Gemeinschaften die zeitintensive Identifizierung der Tiere bis hin zur Art notwendig ist oder ob die Analyse auf Grobtaxaniveau ausreicht. Eine Antwort darauf geben die Ergebnisse der Clusteranalyse auf der Basis von 32 Grobtaxa in Kap. 4.2.4. Hier zeigt sich verglichen mit der Analyse auf Artniveau (Kap. 4.2.1.) eine verwirrende, unbefriedigende Auftrennung der Stationen. Das Grobtaxa-Raster ist also für die Suche nach Gemeinschaften im Weddellmeer zu weit.

Fast alle größeren marinen benthischen Tiergruppen finden sich, wie in der übrigen Antarktis (DELL, 1972), auf den meisten Stationen des Weddellmeeres wieder. Dieses wird in Kap. 4.1. durch die Verbreitungskarten dokumentiert. Es gibt also nur geringe Unterschiede in der Grobtaxazusammensetzung der Proben. Weich- und Sandboden werden von gleichen Großgruppen besiedelt und die durch glazialen Transport überall vorhandenen

Steine bieten einheitliche Siedlungsflächen für Hartbodenbewohner in allen Bereichen. Erst auf dem Artniveau spiegeln sich ökologisch verschiedene Standortbedingungen in unterschiedlicher Besiedlung so deutlich wider, daß das Erstellen von Stations- und Artengemeinschaften mittels Clusteranalyse gelingt (Kap. 4.2.1 bis 4.2.3.).

5.2. Einordnung des Weddellmeeres in die tiergeographischen Zonen der Antarktis

Die biogeographische Zonierung des Südpolarmeeres ist Gegenstand einer Reihe von Arbeiten. EKMANs Analyse (1935, 1953) basierte nur auf den Ergebnissen der großen Sammelexpeditionen der Jahrhundertwende, während HEDGPETH (1969, 1970, 1971) und DELL (1972) auch neuere Verbreitungsdaten von Arten vieler Stämme einbeziehen konnten. Auch die Betrachtungen zur Verbreitung und zu Beziehungen einzelner Taxagruppen, wie z.B. für Makroalgen (KNOX, 1960), Schwämme (KOLTUN, 1969), Mollusken (POWELL, 1965 und DELL, 1968), Polychaeten und Amphipoden (KNOX & LOWRY, 1977) und Isopoden (KUSSAKIN, 1967) trugen zur Kenntnis der Biogeographie der Südhemisphäre bei. Alle Arbeiten kommen zumindest regional zu einem ähnlichen Zonierungsschema, während die Nomenklatur teilweise recht unterschiedlich ist (vgl. DELL, 1972).

HEDGPETHs Schema von 1969 (Abb. 5.1.) nach Daten von 12 Stämmen hat sich inzwischen durchgesetzt und wird auch von WHITE (1984) nach der Analyse der antarktischen und subantarktischen Isopodenfauna bestätigt:

Die Antarktische Konvergenz teilt das Südpolarmeer in eine Subantarktische (1-3) und eine Antarktische Region (4-5).

In der Subantarktischen Region finden sich die Magellanische Subregion (1), der "Tristan da Cunha District" (2) und die Kerguelen Subregion (3).

Die Antarktische Region südlich der Konvergenz besteht aus einer Kontinentalen oder Hochantarktischen Subregion (4) (der "Ostantarktis" einiger Autoren) mit Ausdehnungen nach Bouvet und Heard Island (4a) und einer Scotia Subregion (5) (der "Westantarktis"), bestehend aus der Antarktischen Halbinsel und dem Scotiabogen. Süd-Georgien nimmt als "South Georgia District" (5a) eine Sonderstellung in der Westantarktis ein.

Für einige Gebiete der Antarktis fehlen bis heute umfassende Bestandsaufnahmen des Benthos, wie große Lücken in Verbreitungskarten im Antarctic Map Folio Series, Folio 11 (BUSHNELL & HEDGPETH, 1969) verdeutlichen. So repräsentieren die vorhandenen Daten eher die Sammelgebiete der Expeditionen als die wirkliche Verbreitung der Organismen (PICKEN, 1985). Mit derartigen Daten kann die Zonierung HEDGPETHs ein nur sehr grobes Bild der tiergeographischen Regionen liefern. Wie durch die in dieser Arbeit beschriebenen Gemeinschaften gezeigt werden konnte, gibt es regional erhebliche Unterschiede. Auch finden sich im litoralen Bereich oft deutlich andere Formen als in größeren Wassertiefen.

HEDGPETH zog die Grenze zwischen der Scotia Subregion und der Kontinentalen Subregion im Weddellmeer wohl willkürlich nach geographischen und hydrographischen Befunden. Denn gerade für die Übergangsbereiche Weddellmeer (im Osten) und Amundsen See (im Westen) mangelte es an Informatio-

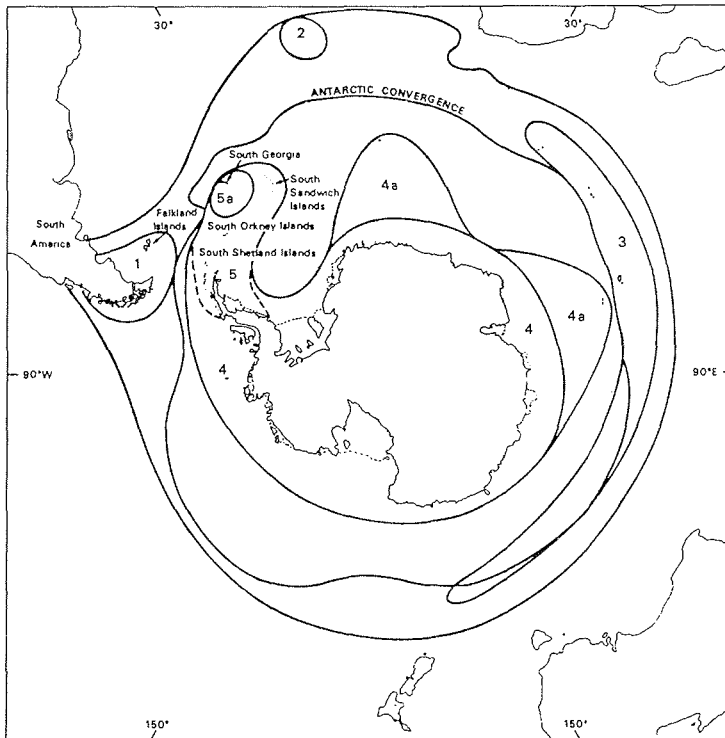


Abb. 5.1. Biogeographische Zonierung der Antarktis nach HEDGPETH (1969) (aus WHITE, 1984). Die Antarktische Konvergenz trennt die Subantarktische (1-3) von der Antarktischen Region (4-5). Weitere Angaben im Text.

nen, wie es ANDRIASHEV (1965) und KOCK (1985) beispielsweise für Bodenfische aufzeigten. Durch die Sammelreisen der Polarstern liegen nun für den Schelf des Weddellmeeres Daten vor.

Die zoogeographische Einordnung des Benthos des Weddellmeeres soll mit Hilfe der Asteroidea und Ophiuroidea erfolgen. Diese beiden zu Asterozoa zusammengefaßten Klassen eignen sich gut für eine derartige Analyse, da sie weitgehend standorttreu sind, nur wenige ihrer antarktischen Formen planktonische Larven haben (FISHER, 1940; MORTENSEN, 1936; FELL, 1945) und sie für eine Analyse in ausreichender Arten- und Individuenzahl in den Fängen vertreten und relativ leicht und sicher zu identifizieren waren. Zu beiden Stämmen liegt in der Literatur umfangreiches Datenmaterial aus Antarktis und Subantarktis vor, das zu grundlegenden tiergeographischen Analysen für die Seesterne von FELL & DAWSEY (1969) und die Schlangensterne von FELL et al. (1969) aufgearbeitet wurde. Aus dem Weddellmeer fehlten bisher Daten.

5.2.1. Einordnung anhand der Asteroidea

Bei einem Vergleich des Vorkommens von 43 Seesternarten aus dem Weddellmeer mit denen anderer Regionen (Tab. 5.1.) wird die zirkumpolare Verbreitung der meisten Arten sehr deutlich: 91% der Asteroideen finden sich auch bei Fängen in der Ostantarktis und noch 77% der Arten an der Halbinsel und dem Scotiabogen. Deutlich schwächer sind die Beziehungen zu Süd-Georgien mit 40% sowie zu den Subantarktischen Inseln und Südamerika mit jeweils 21%. In der Subantarktischen Region sind viele Weddellmeer-Arten meist mit anderen Subspezies vertreten. Insgesamt finden sich dort 14 Arten (33%) der Seesterne des Weddellmeeres wieder.

Ganz ähnliche Befunde beschreibt H.E.S. CLARK (1963) in ihrer Monographie über die Asteroideen der Ross See. Von 37 nachgewiesenen Arten waren 13 (35%) auch aus der Subantarktis bekannt. Ein Großteil der Seesterne der Ross See sind nach CLARK ebenfalls zirkumpolar verbreitet. Von den aus der Ross See beschriebenen Arten fehlen 11 (30%) in den Artenlisten des Weddellmeeres. Umgekehrt wurden 17 Weddellmeer-Arten (40%) bisher nicht in der Ross See gefunden. Ein wesentlicher Grund für die mangelnde Übereinstimmung dürfte die noch unzureichende Probendichte sein. So waren von CLARKs 37 Ross-See-Asteroideen 19 Arten neu für das Gebiet und 4 Neubeschreibungen. Weitere Untersuchungen werden demnach den Anteil gemeinsamer Arten sicherlich steigen lassen. Ein weiterer Grund ist das Fehlen von sublitoralen Zonen mit üppigen Makroalgenbeständen in meinem Untersuchungsgebiet, wie sie für Teile der Ross See typisch sind. Damit fehlt auch die Lebensgrundlage für eine typische Begleitfauna mit so gut bekannten Vertretern wie z.B. dem sonst sehr häufigen Seestern Odontaster validus KOEHLER. Auch scheinen einige Arten den Antarktischen Kontinent noch nicht ganz zirkumpolar besiedelt zu haben.

Von den Seesternarten des Weddellmeeres sind folgende Arten ausschließlich in der Hoch- oder Kontinentalen Antarktis verbreitet: Henricia smilax (KOEHLER), Kenrickaster pedicellaris A.M.CLARK, Leptychaster flexuosus (KOEHLER), Lophaster tenuis KOEHLER, Lysasterias digitata A.M.CLARK, Notasterias haswelli KOEHLER, Peribolaster macleani KOEHLER.

Neu nachgewiesen für die Kontinentale Subregion sind durch diese Arbeit die Seesterne Acodontaster marginatus (KOEHLER), Chitonaster johannae (KOEHLER), Labidiaster annulatus SLADEN, Notioceramus anomalus FISHER und die Subspecies Pedicellaster hypernotius antarcticus LUDWIG. Da diese Asteroideen bisher nur aus der "Westantarktis" und L. annulatus zusätzlich von subantarktischen Inseln bekannt sind, wird durch ihr Vorkommen das Weddellmeer als Übergangsgebiet zwischen Scotia und Kontinentaler Subregion bestätigt.

Flache Wasserverbindungen sind nach FELL (1953) besonders wichtig für die zirkumpolare Ausbreitung besonders der den Kontinentalschelf bewohnenden Echinodermen. Zur Überbrückung sehr tiefer Meeresgebiete ist auch für viele Arten eine epiplanktonische Verdriftung beispielsweise an Makroalgen von Bedeutung, wie es FELL & DAWSEY (1969) für die Erstbesiedlung subantarktischer Inseln anführen. Das Verbreitungsmuster der oben genannten 5 "Übergangsseesterne" läßt für sie beide Einwanderungswege in das Weddellmeer möglich erscheinen. So zeigen die drei Arten L. annulatus, N. anomalus (Abb. 4.50.) und P. hypernotius antarcticus (Abb. 4.49.) ein isoliertes Auftreten auf dem östlichen Schelf, fehlen also im Süden

Tab. 5.1. Vergleich der Verbreitung von Asteroiden des Weddellmeeres (vorliegende Arbeit) mit anderen Gebieten (nach FELL & DAWSEY, 1969; mit Ergänzungen von BERNASCONI, 1970; CLARK, 1962; GUILLE, 1974). Weddellmeer-Nachweis in Stationsgruppierung (vgl. Abb. 4.83.A und 4.84.) von Cluster 1 (östl. Schelf) = A, Cluster 2a (südl. Schelf) = B und Cluster 2b (Graben) = C. X¹ = hier mit anderer Unterart vertreten.

ARTNAME	WEDDELL SEE	KONTINENTALE SUBREGION	SCOTIA SUBREGION	SÜD-GEORGIEN DISTRICT	SUBANTARKT. INSELN	MAGELLAN. SUBREGION	
Acodontaster capitatus (KOEHLER, 1912)	ABC	X	X				
Acodontaster conspicuus (KOEHLER, 1912)	ABC	X	X	X		X	
Acodontaster hodgsoni (BELL, 1908)	ABC	X	X	X			
Acodontaster marginatus (KOEHLER, 1912)	B		X				
Acodontaster waiti (KOEHLER, 1920)	A	X	X				
Bathybiaster loripes obesus SLADEN, 1889	ABC	X	X	X	X	X ¹	
Chitonaster johannae (KOEHLER, 1908)	AB		X				
Cuenotaster involutus (KOEHLER, 1912)	BC	X	X	X			
Cycethra verrucosa mawsoni A.M.CLARK, 1962	AB	X	X	X	X ¹	X ¹	
Diplasterias brucei (KOEHLER, 1908)	AB	X	X	X			
Henricia parva (KOEHLER, 1912)	AB	X	X				
Henricia smilax (KOEHLER, 1920)	AB	X					
Kampylaster incurvatus KOEHLER, 1920	A	X	X				
Kenrickaster pedicellaris A.M.CLARK, 1962	A	X					
Labidiaster annulatus SLADEN, 1889	A		X	X	X		
Leptychaster flexuosus (KOEHLER, 1920)	BC	X					
Leptychaster accresc./magnificus (KOEHLER)	ABC	X	X	X			
Lophaster densus FISHER, 1940	A	X	X				
Lophaster gaini KOEHLER, 1912	B	X	X				
Lophaster tenuis KOEHLER, 1920	B	X					
Luidastel gerlachei (LUDWIG, 1910)	B	X	X				
Lysasterias digitata A.M.CLARK, 1962	AB	X					
Lysasterias perrieri (STUDER, 1885)	ABC	X	X				
Notasterias armata KOEHLER, 1911	ABC	X	X				
Notasterias bongraini (KOEHLER, 1912)	AB	X	X				
Notasterias haswelli KOEHLER, 1920	A	X					
Notasterias stolophora FISHER, 1940	A	X	X				
Notioceramus anomalus FISHER, 1940	A		X				
Odontaster meridionalis (SMITH, 1876)	ABC	X	X	X	X		
Paralophaster antarcticus (KOEHLER, 1912)	B	X	X	X			
Paraloph. godfr. asperatus (KOEHLER, 1920)	AB	X	X				
Pedicellaster hypern. antarc. LUDWIG, 1903	A	X ¹	X	X	X ¹		
Peribolaster macleani KOEHLER, 1920	A C	X					
Perknaster aurorae (KOEHLER, 1920)	ABC	X	X	X			
Perknaster s. sladeni (PERRIER, 1891)	ABC	X	X	X ¹			
Porania antarctica glabra FISHER, 1940	ABC	X	X	X	X	X ¹	
Psilidaster mordax rigidus A.M.CLARK, 1962	A	X				X ¹	
Psilaster charcoti (KOEHLER, 1906)	ABC	X	X	X		X	
Pteraster affinis aculeatus KOEHLER, 1920	AB	X	X	X	X ¹		
Pteraster stellifer hunteri KOEHLER, 1920	ABC	X				X ¹	
Remaster gourdoni KOEHLER, 1912	A	X	X	X		X	
Rhopilella h. hirsuta (KOEHLER, 1920)	ABC	X			X ¹		
Solaster regularis subarcuatus SLADEN, 1889	A	X	X		X	X ¹	
ANZAHL DER ARTEN:	∑ n	43	39	33	17	9	9
	%	100	91	77	40	21	21

und Südwesten bis hin zur Halbinsel. Ihr Vorkommen könnte durch Verdriftung mit dem Weddell Wirbel vom Scotia Bogen her, ihrem Hauptverbreitungsgebiet, begründet sein. A. marginatus (Abb. 4.54.) und C. johannae (Abb. 4.55.) hingegen fanden sich auf südlichen und südwestlichen Stationen und sind entweder über den breiten Schelf im Westen oder quer durch das tiefe Weddellmeer dorthin gelangt. Der einzige bisher bekannte Fundort von C. johannae (KOEHLER, 1908) lag mit 3246 m nahe den Süd Orkney Inseln so tief, daß eine Verbindung direkt durch das Weddellmeer möglich erscheint.

5.2.2. Einordnung anhand der Ophiuroidea

Die Analyse der durch diese Arbeit für das Weddellmeer nachgewiesenen Ophiuroiden erbrachte 39 Arten mit Vorkommen auch in anderen Regionen der Südhemisphäre. Eine Auflistung dieser Taxa mit Angaben zu ihrer Verbreitung gibt Tab. 5.2. . Ähnlich wie die Asteroidea sind ein Großteil der Ophiuroiden zirkumpolar verbreitet: 85% der Weddellmeer-Arten fanden sich in der Kontinentalen Subregion und 64% an der Halbinsel und dem Scotiabogen. Süd-Georgien hat nur 14 Arten (36%) mit dem Weddellmeer gemeinsam. Noch schwächer sind die Beziehungen zu den subantarktischen Inseln mit 21% und zur Magellanischen Subregion mit 15% der Arten. Als einzige Art ist Amphiura joubini KOEHLER bis Neuseeland verbreitet.

Für die vergleichsweise gut untersuchte Ross See finden sich sehr ähnliche Werte. FELL et al. (1969) kommen für die Schlangensterne auf 66% Übereinstimmung mit der Scotia Subregion einschließlich Süd-Georgien und auf 16% mit der Magellanischen Subregion. In einer Monographie über die Ophiuroiden der Ross See listet FELL (1961) 33 Arten auf, von denen nur 8 (24%) in unserer neuen Artenliste des Weddellmeeres fehlen.

Wenn auch die Verbreitung vieler Schlangensterne noch unzureichend bekannt ist, so sind doch einige Gebiete wie z.B. die Halbinsel und die Ross See so gut beprobt, daß sich Aussagen über das Vorkommen in diesen tiergeographischen Regionen machen lassen. 12 Ophiuroidenarten des Weddellmeeres sind ausschließlich in der Kontinentalen Antarktis verbreitet. Damit ist ihr Anteil etwa doppelt so groß wie bei den Asteroidea (7 Arten).

Neu nachgewiesen für die Kontinentale Subregion sind Amphiura dilatata gausi HERTZ, Glaciacantha dubium (KOEHLER), Ophiomitrella ingrata KOEHLER, Ophioplinthus brucei (KOEHLER), Ophiuroglypha lymani (LJUNGMAN) und Theodorina conveniens (KOEHLER). Bis auf O. ingrata sind diese Schlangensterne bisher aus der Scotia Subregion oder Süd-Georgien bekannt, O. lymani darüber hinaus aus der Subantarktischen Provinz. Das Vorkommen dieser "westantarktischen" Faunenelemente läßt ebenso wie die Befunde bei den Seesternen den Übergangscharakter des Weddellmeeres erkennen. Bezüglich der taxonomischen Abgrenzung von O. ingrata bestehen noch Unklarheiten (vgl. hierzu BARTSCH, 1982). Falls O. ingrata synonym mit Ophiomitrella falklandica MORTENSEN (1936) ist, wie von BARTSCH diskutiert wird, wäre O. ingrata ein weiteres westantarktisch-magellanisches Faunenelement im Weddellmeer.

Tab. 5.2. Vergleich der Verbreitung von Ophiuroiden des Weddellmeeres (vorliegende Arbeit) mit anderen Gebieten (nach FELL *et al.*, 1969; mit Ergänzungen von ARNAUD, 1974; BARTSCH, 1982; KOEHLER, 1908; MURANO *et al.*, 1982). Weddellmeer-Nachweis in Stationsgruppierung (vgl. Abb. 4.83.A und 4.84.) von Cluster 1 (östl. Schelf) = A, Cluster 2a (südlicher Schelf) = B und Cluster 2b (Graben) = C.

ARTNAME	WEDDELL SEE	KONTINENTALE SUBREGION	SCOTIA SUBREGI	SÜD-GEORGIEN DISTRICT	SUBANTARKT. INSELN	MAGELLAN- SUBREGION	NEUSEELAND	
Amphiura belgicae KOEHLER, 1900	ABC	X	X	X		X		
Amphiura deficiens KOEHLER, 1922	A	X	X	X				
Amphiura dilatata gaussi HERTZ, 1927	A			X				
Amphiura joubini KOEHLER, 1912	BC	X	X	X	X		X	
Amphiura proposita KOEHLER, 1922	AB	X						
Astrotoma agassizii LYMAN, 1875	ABC	X	X	X	X	X		
Astrochlamys bruneus KOEHLER, 1912	A	X	X	X				
Glaciacantha döderleini (HERTZ, 1927)	A C	X						
Glaciacantha dubium (KOEHLER, 1901)	A C		X					
Ophiacantha disjuncta (KOEHLER, 1901)	ABC	X	X	X				
Ophiacantha paramedeae? HERTZ, 1927	A	X						
Ophiacantha pentactis MORTENSEN, 1936	A	X	X					
Ophiacantha vivipara? LJUNGMAN, 1870	A	X	X	X	X	X		
Ophiocamax drygalski HERTZ, 1927	A	X						
Ophioceres incipiens (KOEHLER, 1922)	AB	X	X					
Ophiocten megaloplax KOEHLER, 1901	ABC	X	X					
Ophioleuce regulare (KOEHLER, 1901)	ABC	X	X					
Ophiomitrella ingrata KOEHLER, 1908	A				X			
Ophionotus victoriae BELL, 1908	ABC	X	X	X				
Ophioperla koehlerii (BELL, 1908)	ABC	X	X	X				
Ophioplinthus brucei? (KOEHLER, 1908)	A		X					
Ophiosparte gigas KOEHLER, 1922	ABC	X						
Ophiosteira debitor KOEHLER, 1922	A	X						
Ophiosteira echinulata KOEHLER, 1922	A	X						
Ophiosteira rotundata KOEHLER, 1922	B	X						
Ophiosteira senouqui KOEHLER, 1912	B	X	X			X		
Ophiura döderleini (KOEHLER, 1901)	AB	X	X					
Ophiura flexibilis (KOEHLER, 1911)	A	X						
Ophiura irrorata (LYMAN, 1878)	A	X						
Ophiura rouchi (KOEHLER, 1912)	A C	X	X		X			
Ophiuroglypha lymani (LJUNGMAN, 1870)	ABC		X	X	X	X		
Ophiurolepis brevirima MORTENSEN, 1936	AB	X	X					
Ophiurolepis gelida (KOEHLER, 1901)	ABC	X	X	X				
Ophiurolepis martensi? (STUDER, 1885)	A	X	X	X	X	X		
Ophiurolepis tumescens KOEHLER, 1922	BC	X						
Theodoria conveniens (KOEHLER, 1923)	BC		X					
Theodoria relegata (KOEHLER, 1922)	B	X						
Theodoria wallini? (MORTENSEN, 1925)	B	X	X	X				
Toporkovia antarctica (LYMAN, 1882)	ABC	X	X		X			
ANZAHL DER ARTEN:	\sum n	39	33	25	14	8	6	1
	%	100	85	64	36	21	15	3

Basierend auf den Datensätzen für die See- und Schlangensterne kann das Weddellmeer aufgrund der hohen Übereinstimmung tiergeographisch der Hoch- oder Kontinentalen Antarktis im Sinne HEDGPETHs zugeordnet werden. Die Beziehungen zur Scotia Subregion sind geringer, aber noch stark im Verhältnis zu den Zonen der Subantarktischen Region. Von den insgesamt 82 Asterozoen wurden 11 Arten, die bisher in der Antarktischen Region nur von der Scotia Subregion bekannt waren, im Weddellmeer und damit erstmalig im Bereich der Hochantarktis festgestellt. Diese geringe Anzahl rechtfertigt einen tiergeographischen Sonderstatus des Weddellmeeres nicht. Dennoch weisen die 11 "westantarktischen" Arten auf eine gewisse Brückenfunktion des Weddellmeer-Schelfs zwischen Halbinsel und "Ostantarktis" hin. Falls eine geographische Grenzziehung zwischen den beiden Subregionen überhaupt möglich ist und der Übergang nicht kontinuierlich verläuft, dann muß sie in der dichten Packeiszone auf dem weiten Schelf östlich der Antarktischen Halbinsel gezogen werden. Der Schelf im südlichen und südwestlichen Weddellmeer jedenfalls gehört auf Grund seiner Artenzusammensetzung zur Hochantarktischen Subregion.

5.3. Gemeinschaftsanalyse

Die Entwicklung des zoologischen Gemeinschaftsbegriffes hat eine lange Tradition und ist eng mit der Vegetationskunde verknüpft (vgl. WHITTAKER, 1962). So prägte Alexander von HUMBOLDT schon 1806 den Begriff der "Assoziation" für eine terrestrische Pflanzengemeinschaft. Der Kieler Meereszoologe Karl MÖBIUS faßte 1877 in seiner Schrift über "Die Auster und die Austerwirtschaft" als erster die bis dahin vorliegenden Ansätze zu einem klar definierten wissenschaftlichen Konzept zusammen (REISE, 1980) und nannte die Lebensgemeinschaft einer Austerbank "Biocoenosis" oder "Lebensgemeinde". MÖBIUS stellte die Organismen in den Vordergrund seiner Betrachtungen: durch ähnliche ökologische Ansprüche und klare biologische Wechselwirkungen untereinander bilden sie eine Gemeinschaft sich bedingender Arten.

Im Widerspruch dazu steht die Gemeinschaftsauffassung des Dänen C.G.J. PETERSEN (1914, 1924), der in seinen klassischen Untersuchungen über die Bodenfauna der Beltsee und des Kattegats sieben Assoziationen beschreibt. THORSON (1957) präzisiert PETERSENS Gemeinschaften und überträgt sie aufgrund großer Ähnlichkeiten auf andere Meeresgebiete, indem er von dort "parallel communities" beschreibt. Das "PETERSEN-THORSON System" (GRAY, 1981) sieht die Gemeinschaft als bloße statistische Einheit, ein Nebeneinander vieler Arten, gekennzeichnet durch Charakterarten und Leitformen von hoher Konstanz und Dominanz. Diskontinuitäten im Lebensraum führten zwischen diesen Artenansammlungen zu deutlichen Grenzen (GRAY, 1981). Dieser letzte Punkt ist umstritten, findet aber sicher dort seine Bestätigung, wo der Wechsel der Umweltbedingungen besonders stark ist, wie beispielsweise zwischen Hart- und Weichboden oder Brandungszone und Sublitoral. Neuere Ansichten gehen heute davon aus (GRAY, 1981), daß die Organismen eher entlang verschiedener ökologischer Gradienten verteilt vorkommen. Dabei hat jede Art andere Präferenzen und Optima. Folglich überlappen sich die Verbreitungen der Arten, und die Übergänge zwischen den Gemeinschaften sind nicht abrupt. Diese Auffassung findet sich auch bei MILLS (1969), der in einem Übersichtspapier neben den oben zitierten eine Reihe weiterer Konzepte zu einer modernen,

weitgehend akzeptierten Gemeinschaftsdefinition zusammenfaßt. Er kombiniert die Definitionen von HEDGPETH (1957) und MACFADYEN (1963) zu folgender Begriffsbestimmung: "Community means a group of organisms occurring in a particular environment, presumably interacting with each other and with the environment, and separable by means of ecological survey from other groups" (MILLS, 1969).

5.3.1. Makrozoobenthosgemeinschaften des Weddellmeeres

In der vorliegenden Arbeit findet diese Gemeinschaftsdefinition rein deskriptiv Anwendung auf die in Kap. 4.2.1. mittels statistischer Verarbeitung der Makrofaunadaten durch die multivariate Datenanalyse gefundenen Stationsgruppierungen. Für die Berechnung wurden nur Ähnlichkeitsindizes ausgewählt, die sowohl häufige als auch seltenere Arten berücksichtigen (Jaccard Index und Canberra Metrik). Damit wurde der Tatsache Rechnung getragen, daß Gemeinschaften sich eher anhand von selteneren Formen charakterisieren lassen als von dominanten Generalisten. Die Ähnlichkeit der mit beiden Indizes und unterschiedlichen Datensätzen gefundenen Ergebnisse spricht für die Existenz von unterscheidbaren Gemeinschaften im Weddellmeer.

Zum besseren Verständnis der weiteren Diskussion sollen diesen Stationsgemeinschaften, die bisher nur nach den jeweiligen Clustern benannt wurden, gemäß ihrer geographischen Lage Namen gegeben werden. Als Östliche Schelfgemeinschaft werden im folgenden die Faunen der auf dem östlichen Schelf des Weddellmeeres gelegenen Stationen bezeichnet (Abb. 5.2.). Sie

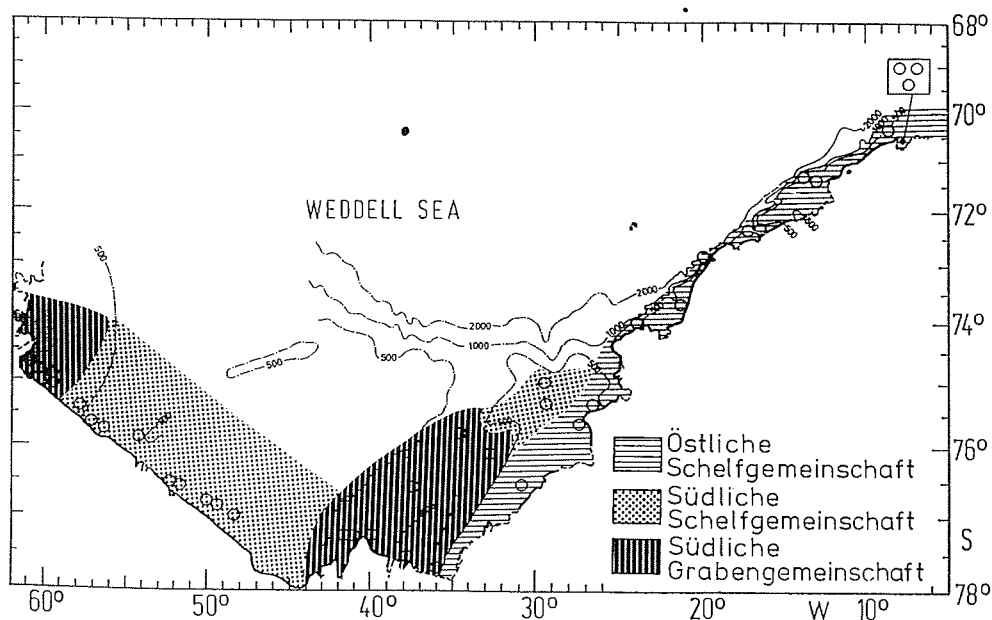


Abb. 5.2. Makrozoobenthosgemeinschaften des Weddellmeeres

werden in allen Clusteranalysen des Kap. 4.2.1. (mit beiden Datensätzen und beiden Sortierverfahren) zum Cluster 1 zusammengruppiert und deutlich von der Besiedlung der Stationen des südlichen Bereichs abgetrennt. Diese letzteren Stationen können als Südliche Gemeinschaft zusammengefaßt werden. Eine klare und sehr gut interpretierbare Auftrennung der Südlichen Gemeinschaft liefert die Analyse auf Artniveau mit 79 Asteroïden- und Ophiuroïdenarten (vgl. Abb. 4.83.A): in eine Südliche Schelfgemeinschaft mit den im Flächen (220-531 m) gelegenen Stationen (vgl. Cluster 2a in Abb. 4.84.) und in eine Südliche Grabengemeinschaft mit den tieferen (662-1176 m) Stationen (vgl. Cluster 2b in Abb. 4.84.).

Die zunächst mit der Clusteranalyse gefundenen Gemeinschaften lassen sich auch durch eine Reihe weiterer Befunde voneinander abgrenzen. So liefern die Berechnungen zur Arten- und Abundanzverteilung (vgl. Kap. 4.2.2.) für die artenreiche östliche Schelfgemeinschaft hohe Werte für Diversität und Äquität. Dagegen sind die meist artenärmeren Stationen im Süden weniger divers und die mittelhohen Äquitätswerte deuten auf das Vorhandensein dominierender Arten hin. Dieses trifft für beide südlichen Gemeinschaften gleichermaßen zu, so daß sie hinsichtlich ihrer Abundanzstruktur als Einheit erscheinen. Die dominierenden Arten allerdings sind nicht identisch, wie in Kap. 4.2.3. gezeigt wird. Gerade der in der Südlichen Schelfgemeinschaft so dominante Schlangenster Ophiacantha disjuncta ist in der Grabengemeinschaft nicht zahlreich (vgl. Tab. 4.3.). Umgekehrt sind in der Südlichen Grabengemeinschaft der Schlangenster Ophiosparte gigas und die Seesterngattung Hymenaster besonders häufig präsent und dominant, während beide in der Südlichen Schelfgemeinschaft nur selten zu finden sind (vgl. Tab. 4.3.).

Strukturbestimmende Elemente für eine Vielzahl benthischer Gemeinschaften sind nach DAYTON (1984, Seite 428) unter anderem besonders diejenigen Arten, "that furnish important biogenous habitat or important settling substrata". Dieses trifft im antarktischen Benthos auf Schwämme und in geringerem Umfang auf Bryozoen zu: der oft in dicken Matten anstehende Schwammnadelfilz und auch der Bryozoenschill bieten den Tieren eine Vielzahl von Mikrohabitaten und steigern damit die Diversität und Dichte auf derartigen Stationen gegenüber "normalen" mit terrigenem Sediment (WHITE, 1984; DAYTON & OLIVER, 1977). Zudem bilden die oft hoch aufragenden Schwämme quasi ein zweites Stockwerk am Meeresboden und erhöhen damit den Siedlungsraum pro Flächeneinheit erheblich. Besondere Bedeutung kommt ihnen dabei als Siedlungsgrundlage für viele epizoisch lebende Tiere zu, wie eine Vielzahl von Unterwasserphotos belegen (GUTT, pers. Mitt.). Die eben genannten Gründe erklären die hohe Artenzahl und die hohen Diversitätswerte in der von Schwämmen und Bryozoen dominierten und oft mit biogenen Sedimenten bedeckten Stationen der östlichen Schelfgemeinschaft (vgl. Tab. 5.3.). Das Fehlen von Schwämmen wirkt sich in der Südlichen Schelfgemeinschaft durch Sinken der Artenzahl und des Diversitätsindex aus. In der Südlichen Grabengemeinschaft schließlich sind diese Werte besonders gering. Hier fehlen auch die Bryozoen und biogenes Sediment wurde nicht gefunden (vgl. Tab. 5.3.).

Gute Lebensbedingungen herrschen für sessile Suspensionsfresser in Bereichen nahrungsreicher Strömungen, wie des antarktischen Küstenstromes auf dem östlichen Schelf und des im mittleren Teil des Filchner-Rönne Schelfeises nach Süden strömenden westlichen Schelfwassers (WSW) (Abb. 3.5.). In diesen Gebieten finden sich grobkörnige Sedimente wie Sand

Tab. 5.3. Charakteristika der Gemeinschaften

ÖSTLICHE SCHELFGEMEINSCHAFT	SÜDLICHE SCHELFGEMEINSCHAFT	SÜDLICHE GRABENGEMEINSCHAFT
Tiefe 204 - 445 m Boden meist Sand, Schwammnadel- filz und Bryozoenschill; Steine; selten Weichböden	Tiefe 220 - 531 m Boden meist Sand; auch Weich- böden und Steine; selten Bryo- zoenschill	Tiefe 622 - 1176 m Boden stets Weichböden mit Steinen
Hohe Artenzahl Hohe Diversität Hohe Äquität	Mittlere Artenzahl Niedrige Diversität Mittlere Äquität	Niedrige Artenzahl Niedrige Diversität Mittlere Äquität
Dominiert von Schwämmen und Bryozoen (Suspensionsfresser)	Dominiert von Bryozoen (Suspensionsfresser)	Dominiert von epistratfressenden Holothurien (Weidegänger) Fehlen oder seltenes Auftreten von Suspensionsfressern wie Schwämmen, Bryozoen, Hydrozoen, Crinoiden, Ascidien und Pterobranchiern

(Abb. 3.2.), die ein Hinweis auf ausgeprägte Bodenströmungen sind (SEIBOLD & BERGER, 1982). Die Wasserbewegung schafft für die Filtrierer und Strudler ein günstiges Nahrungsangebot durch Horizontaltransport und häufige Resuspension von Detritus.

Anders sind die Verhältnisse auf den Weichböden der Südlichen Grabengemeinschaft. Hier kommt es bei den sehr geringen Bodenströmungen selten zu einer Resuspension von Partikeln. Das sedimentierende Material verteilt sich gleichmäßig am Meeresboden. Ein Schwamm beispielsweise erhält so trotz aktiven Strudelns kaum mehr Nahrung, als in seiner direkten Umgebung auf den Boden herabfällt. Zusätzlich ist die Nahrungszufuhr in der Südlichen Grabengemeinschaft gering, da das hier zirkulierende Wasser unter dem Filchner-Rönne Schelfeis hervorströmt, wo zuvor vermutlich schon viel Material absedimentiert ist. DAYTON & OLIVER (1977) beschreiben vergleichbare Verhältnisse aus der Ross See. Ansiedlungsflächen für Schwämme in Form von Steinen wären in den Weichbodengebieten des Weddellmeeres vorhanden (Abb. 3.3.), sind also im Gegensatz zu anderen Meeren kein begrenzender Faktor. Allerdings drohen auch hier, wie auf Weichböden allgemein, durch Bioturbation aufgewirbelte feine Sedimentpartikel die Fangapparate von Suspensionsfressern zu verstopfen und so die Nutzung der ohnehin knappen Nahrung zu behindern. Insgesamt sind also die Lebensbedingungen für Suspensionsfresser in dieser Gemeinschaft schlecht und so überwiegen auf den Weichböden der Südlichen Grabengemeinschaft errante Formen wie Holothurien, Ophiuroiden und Polychaeten, die wandernd den Meeresboden abweiden.

Schwammgesellschaften finden sich in der Östlichen Schelfgemeinschaft, fehlen aber auf vergleichbaren Tiefenstufen und Sedimenten der Südlichen Schelfgemeinschaft. Möglicherweise halten die großen, hoch aufragenden Schwämme hier der starken mechanischen Beanspruchung durch Tidenströme von 30 bis 40 cm/s (GAMMELSRÖD & SLOTSVIK, 1981) nicht stand. Dominierend auf diesen Sandböden sind gut an starke Strömungen angepasste, strauchartig verzweigte Bryozoen. Ähnlich der Alge *Corallida* können sie elastisch im Wasser flottieren und bieten durch ihre stabförmigen und gelenkigen Glieder wenig Strömungswiderstand.

Ein anderer Grund für das Fehlen von Schwammgesellschaften im Bereich der Südlichen Schelfgemeinschaft könnte in den teilweise recht unstablen Umweltverhältnissen liegen. So variiert hier die Zeit der Eisbedeckung bzw. die Ausdehnung der Küstenpolynya von Jahr zu Jahr beträchtlich und die Schelfeiskante verlagert sich kontinuierlich (vgl. Kap. 3.4.). Durch diese Vorgänge werden sowohl die Tidenströme als auch die Auftriebserscheinungen beeinflusst. Damit unterliegen z.B. die Bodenströmungen und die Primärproduktion regional starken Schwankungen. Auf diese Veränderungen in der Umwelt können relativ kurzlebige Tiere wie Bryozoen, die ja auch hier dominieren, durch Neubesiedlung schnell reagieren. Die meist langlebigen Schwämme (DAYTON *et al.*, 1974) hingegen brauchen zur Ausbildung ihrer typischen Gesellschaft konstante, vorher-sagbare Verhältnisse, wie sie in weiten Bereichen des östlichen Schelfs im Stromsystem des Antarktischen Küstenstromes herrschen. Das Fehlen von Schwammassoziationen in den beiden südlichen Gemeinschaften des Weddellmeeres widerlegt die Aussage KOLTUNs (1969), ein Schwammgürtel umgäbe die gesamte Antarktis.

Neben den oben aufgeführten Faktoren wie biogenen und terrigenen Substraten, Eisbedeckung, Bodenströmung und Nahrungszufuhr sind in vielen Seegebieten ozeanographische Parameter und Wassertiefe wichtige Kontrollmechanismen. In der Antarktis sind aber Temperatur und Salzgehalt am Boden im Jahresgang so konstant (vgl. Kap. 3.3. und LITTLEPAGE, 1965) wie sonst nur noch in der Tiefsee. Auch die Sauerstoffversorgung ist für die Tiere ausreichend. Dies gilt generell für das gesamte Untersuchungsgebiet. Daher kommt ihnen bei der Ausbildung der unterschiedlichen Gemeinschaften keine oder nur geringe Bedeutung zu.

Der Schelf der Antarktis und hier besonders der des Weddellmeeres wird als die Hauptquelle des Bodenwassers der Ozeane angesehen (DIETRICH *et al.*, 1975). Daher ähneln sich in antarktischen Regionen die hydrographischen Verhältnisse in weiten Tiefenstufen vom Sublittoral bis hinunter zur Tiefsee. Viele antarktische Tiergruppen zeigen aus diesem Grund eine so ausgeprägte Eurybathie, daß Hypothesen über die Besiedlung der Tiefsee durch Gattungen antarktischen Ursprungs (und umgekehrt) aufgestellt wurden (LIPPS & HICKMAN, 1982). Selbst Seepocken überlebten eine Transplantation aus der Tiefsee in flache Küstengewässer und pflanzten sich hier sogar fort (DAYTON & OLIVER, 1977). Die Zusammensetzung des Makrozoobenthos wird also weniger von der Tiefe, als vielmehr von Substrat, Bodenströmung und Nahrungsmenge beeinflusst.

Eine Auflistung von Charakterarten der Gemeinschaften gibt Tab. 5.4. . Ausgewählt wurden dafür Arten, die überwiegend und mit hoher Präsenz auf den Stationen der jeweiligen Gemeinschaft angetroffen wurden. Da aus Gründen der Vergleichbarkeit und Aussagekraft nur auf diejenigen Taxa zurückgegriffen wurde, die bis zum Artniveau bestimmt werden konnten, ist diese Liste unvollständig.

Dominierend als Charakterarten erscheinen in Tab. 5.4. Asteroiden und Ophiuroiden. Diese Gruppen waren immer zahl- und artenreich auf den Stationen vertreten. Dieses trifft allerdings auch auf die von Fachkollegen bestimmten Großgruppen wie Isopoden und Amphipoden zu. Sie wären sicher ebenso oft wie die Asterozoen in Tab. 5.4. erschienen, wenn bei ihnen nicht der Anteil der Arten mit sogenannten "Arbeitsnamen" (wie z.B. Ant-

Tab. 5.4. Charakterarten der Gemeinschaften. Ausschließlich (*) oder schwerpunktmäßig hier vorkommend.

ÖSTLICHE SCHELFGEMEINSCHAFT	SÜDLICHE SCHELFGEMEINSCHAFT	SÜDLICHE GRABENGEMEINSCHAFT
<u>Tugali mawsoni</u> * (Prosobranch.)	<u>Cuenotaster involutus</u>	<u>Calliotropis lamellosa</u> (Prosobr.)
<u>Chorismus antarcticus</u> (Decap.)	<u>Leptychaster flexuosus</u>	<u>Hymenaster spp.</u> (Asteroidea)
<u>Ampelisca richardsoni</u> * (Amph.)	<u>Luidaster gerlachei</u> *	<u>Ophiosparte gigas</u> (Ophiuroidea)
<u>Acodontaster hodgsoni</u>	<u>Lysasterias digitata</u>	<u>Gerlachea australis</u>
<u>Diplasterias brucei</u>	<u>Odontaster meridionalis</u>	<u>Trematomus loennbergii</u>
<u>Henricia parva</u>	<u>Paralophaster antarcticus</u> *	<u>Vomeridens infuscipinnis</u> * (Pisces)
<u>Henricia smilax</u>	(Asteroidea)	
<u>Paralophast. godfroyi asperatus</u>		
<u>Solaster regularis subarcuatus</u> *		
(Asteroidea)		
<u>Astrotoma agassizii</u>		
<u>Ophioceres incipiens</u>		
<u>Ophiosteira echinulata</u> *		
<u>Ophiura flexibilis</u> *		
<u>Ophiurolepis brevifima</u>		
<u>Ophiurolepis resistens</u> (Ophiur.)		
<u>Trematomus lepidorhinus</u> (Pisces)		

arcturus sp.7) so hoch wäre (vgl. Kap. 4.1.13.4. und 4.1.13.5.). Diese Arbeitsnamen, die der Berechnung von Diversität und Similarität dienlich waren, eignen sich nicht als Kennarten, da sie bei Vergleichen von Gemeinschaften durch Fachkollegen nicht nachvollziehbar sind. Sie wurden hier nicht mit aufgelistet, finden sich aber teilweise, wie auch eine Reihe von Bivalviern und Prosobranchiern mit geringerer Präsenz, in der Gemeinschaftstabelle Tab. 4.4. in Kap. 4.2.3. .

Für eine ökologische Interpretation des Vorkommens der Arten in Tab. 5.4. in den jeweiligen Gemeinschaften sind die Kenntnisse von der Biologie und Ökologie vieler Tierarten und Gruppen des antarktischen Benthos bisher noch zu lückenhaft (WHITE, 1984; WÄGELE & SCHMINKE, 1986). Hier öffnet sich noch ein weites Betätigungsfeld für zukünftige Untersuchungen.

Im folgenden sollen nur diejenigen Erkenntnisse diskutiert werden, die die Präferenzen der Art für die jeweilige Gemeinschaft erklärt. Speziell für Asterozoen liegen dazu einige Informationen zu Fortpflanzung (PEARSE et al., 1985), Substratspezifität (Bestimmungsliteratur, siehe Kap. 4.1.16.2.; FELL, 1961), Ernährung und Lebensweise (DAYTON et al., 1974; DEARBORN, 1977; McCLINTOCK, 1987) vor.

Die Mehrzahl der in Tab. 5.4. aufgelisteten See- und Schlangensterne zeigen keine ausgeprägte Substratspezifität, sondern sind meist auf Steinen, Sand, Weichboden und Schwammdebris nachgewiesen worden.

Eine Ausnahme bilden dabei die beiden Asterozoen der Südlichen Grabengemeinschaft. Nach FELL (1961) ist Ophiosparte gigas in der Ross See ein Indikator für Weichboden. Aufgrund morphologischer Merkmale wie großer Scheibe, breiten Armen mit konischen Füßchen und spatulaten Armstacheln ist er gut an dieses Substrat angepaßt. Auch der Körperbau von Seesternen der Gattung Hymenaster deutet auf ein Leben auf Weichboden: das Ge-

webe zwischen den Armen ist bis an die Spitze vorgewachsen und verhindert so das Einsinken dieser Tiere. Hymenaster ist weltweit in der Tiefsee verbreitet (SIBUET, 1976). Nur in den Polarregionen finden sich auch eurybathe Arten: Hymenaster pellucidus in der Arktis in Tiefen von 15 bis 2800 m (HYMAN, 1955) und im Weddellmeer die wohl neue Art Hymenaster sp.1 in 346 bis 1176 m Tiefe.

Soweit es von ihnen bekannt ist, sind die "Charakter"-Seesterne der Südlichen Schelfgemeinschaft (Tab. 5.4.) durchweg nicht stenophag (Cuonotaster involutus, Luidaster gerlachei, Odontaster meridionalis). Wie die Mehrzahl der antarktischen Asteroiden ernähren sie sich als Opportunisten und aktive Räuber (DEARBORN, 1977). Sie bewohnen eine Vielzahl von Substraten, wie oben bereits erwähnt.

Ausschließlich von Schwämmen und damit stenophag ernährt sich nach DAYTON et al. (1974) der Seestern Acodontaster hodgsoni. Dadurch erklärt sich sein verstärktes Auftreten in der von Schwämmen dominierten östlichen Schelfgemeinschaft. Ideale Lebensbedingungen finden auch zwei Ophiuroiden in der Schwammgesellschaft, wie Beobachtungen ihres Beutefangverhaltens dokumentieren. Der große Schlangensterne Astrotoma agassizii sitzt bevorzugt erhöht auf Schwämmen, wie Unterwasserfotos von FELL (1961) und DEARBORN (1977) auf eindrucksvolle Weise belegen. Von hier aus fängt er mit seinen beweglichen und langen Armen Zooplankton wie Copepoden und Hyperiden (MORTENSEN, 1936). Auf ganz ähnliche Weise nutzt auch Ophioceres incipiens die Schwämme der östlichen Schelfgemeinschaft: während er sich mit zwei Armen am Schlangensterne verankert, fischt er mit seinen drei anderen Armen nach kleinem Nekton und Zooplankton (FELL, 1961).

Weitere taxonomische Bearbeitungen von Tiergruppen, wie z.B. den häufigen Polychaeten, werden in Zukunft den Umfang der Charakterartenliste wesentlich vergrößern und damit umfassendere Vergleichsmöglichkeiten mit ähnlichen Gemeinschaften in anderen Teilen der Antarktis schaffen. Auf der Grundlage der Artenkenntnis sollten dann ökologische Fragestellungen leichter als bisher zu bearbeiten sein und schließlich zu einem besseren Verständnis der Struktur und Organisation dieser benthischen Gemeinschaften führen.

5.3.2. Vergleich mit anderen Gemeinschaften der Hochantarktis

Zu Beginn der siebziger Jahre befand sich nach DELL (1972) die Analyse antarktischer Benthosgemeinschaften noch im Anfangsstadium. Was fehlte, waren weiträumige Untersuchungen mit einer ausreichenden Anzahl an taxonomisch bestimmten Arten, die einen Vergleich von Gemeinschaften aus geographisch verschiedenen Gebieten ermöglichten. Relativ gut ist inzwischen das Sublitoral bis etwa 100 m Tiefe meist durch Taucher unter qualitativen Fragestellungen untersucht worden. Aus diesem Bereich liegen aus folgenden Gebieten der Antarktis grundlegende Arbeiten vor:

Ostantarktis (GRUZOV et al., 1968; GRUZOV & PUSHKIN, 1970 (auch Halbinsel); NAKAJIMA et al., 1982; PROPP, 1970),
 Ross See (McMurdo Sound) (DEARBORN, 1965; DAYTON, et al., 1974; OLIVER et al., 1976),
 Antarktische Halbinsel (BRAND, 1980; DELACA & LIPPS, 1976; RICHARDSON & HEGDPETH, 1974) und
 Süd-Orkneys (HARDY, 1972; WHITE & ROBINS, 1972).

Eine aktuelle Auflistung der wenigen bisher im antarktischen Benthos durchgeführten quantitativen Untersuchungen findet sich bei JAZDZEWSKI et al. (1986).

Die Besiedlung des oberen Sublitorals wird stark durch Eis beeinflusst. DAYTON et al. (1970) berichten sowohl von bis in 15 m Tiefe reichende Abrasion des Benthals durch Eisschollen, als auch von Ablösung und Wegtransport der Bodenorganismen durch Bildung von Ankereis bis in etwa 33 m Tiefe. Auch das Kalben von Gletschern und das Stranden von Eisbergen an Untiefen hat tiefgreifende Konsequenzen für die Zusammensetzung des Benthos in flachen Gewässern (RICHARDSON & HEDGPETH, 1974).

Die in dieser Arbeit beschriebenen Gemeinschaften finden sich durchweg unterhalb von 200 m Tiefe und damit weitgehend außerhalb der direkten Einwirkungszone des Eises. Daher erscheint ein Vergleich mit den stark vom Eis geformten Flachwassergemeinschaften nicht sinnvoll und diese Diskussion beschränkt sich auf tiefer gelegene Gemeinschaften.

Die bisher einzige weiträumige Analyse von antarktischen Benthosgemeinschaften von BULLIVANT (1967) aus der offenen Ross See bietet gute Vergleichsmöglichkeiten mit meinen Daten. Diese neuseeländischen Befunde von Expeditionen der Jahre 1958 bis 60 stammen aus einem sehr großen Gebiet, vergleichbaren Tiefenbereichen und gleichen geographischen Breiten, und damit ähnlichen Verhältnissen der Sonneneinstrahlung und Eisbedeckung, die DELL (1972) zufolge wichtige Kriterien für die Vergleichbarkeit verschiedener Gebiete sind.

BULLIVANT (1967) leitete aus seinem Material drei Hauptgemeinschaften ("main assemblages") für die Ross See ab, charakterisiert durch ihr Inventar an Grobtaxa und das vorherrschende Sediment: "Deep Shelf Mixed Assemblage", "Deep Shelf Mud Bottom Assemblage" und "Pennell Bank Assemblage". Daneben beschreibt BULLIVANT noch eine Reihe von "Minor Assemblages" und dokumentiert seine Befunde durch Unterwasserphotos (BULLIVANT, 1961 und 1967). Diese Daten ergänzte DELL (1972) unter Verwendung verschiedener Quellen durch eine Auflistung der bis dahin aus den Gemeinschaften identifizierten Arten.

Die "Deep Shelf Mixed Assemblage" ("DSMA") findet sich in weiten Teilen der Ross See zwischen 256 m und 523 m auf feinem Sediment mit Findlingen. Mit häufigen Grobtaxa wie Polychaeten, bewurzelten Bryozoen, Echinodermen und Mollusken ähnelt sie der Südlichen Schelfgemeinschaft des Weddellmeeres. Einige von DELL (1972) dieser "Assemblage" zugeordnete Arten sind auch in der Südlichen Schelfgemeinschaft häufig. So haben beispielsweise die Feilenmuschel Limatula hodgsoni und der Schlangensterne Ophiacantha disjuncta (antarctica) auch in der vergleichbaren Südlichen Schelfgemeinschaft ihre höchsten Präsenzen und Dominanzen innerhalb des Weddellmeeres. Da sich beide Arten aber auch auf Stationen der von Schwämmen dominierten Östlichen Schelfgemeinschaft und in weiteren "Assemblages" der Ross See finden, können sie nicht als Charakterarten dienen. Ähnliches gilt für andere von DELL aufgelistete Arten, wie die Trapezmuschel Cyclocardia astartoides, die Büchsenmuschel Thracia meridionalis, den Kissenstern Porania antarctica glabra und den Schlangensterne Amphiura (Amphipodia) joubini. Auch sie haben teilweise eine weite Verbreitung und sind nicht auf eine bestimmte Gemeinschaft oder "Assem-

blage" beschränkt. Allein der in der "Deep Shelf Mixed Assemblage" lebende Scaphopode Polyschides (Cadulus) dalli antarcticus wurde im Weddellmeer nur vor dem Filchner-Rönne-Schelfeis und damit in der Südlichen Schelfgemeinschaft nachgewiesen.

Die Stationen der ausgedehnten "Deep Shelf Mud Bottom Assemblage" ("DSMBA") liegen auf dem tieferen Ross See Schelf zwischen 415 m und 752 m. Das Sediment setzt sich hier aus Weichboden teilweise mit etwas Sand und wiederum Findlingen zusammen, ähnlich wie in der Südlichen Grabengemeinschaft des Weddellmeeres. Als häufige Besiedlung beschreibt BULLIVANT (1967) für die "DSMBA" röhrenbewohnende Polychaeten, Sipunculiden, sandschalige Foraminiferen (z.B. Rhabdammina sp.), Ophiuroiden und Holothurien. Auch diese Faunenzusammensetzung zeigt Parallelen zur Grabengemeinschaft. Zunächst fehlen hier wie dort die großen Suspensionsfresser wie Schwämme oder Bryozoen. Sandschalige Foraminiferen (meist schneckenhausförmige Cyclammina und stäbchenförmige Rhabdammina) fanden sich sehr häufig in Kastengreifern besonders aus dem Filchner Graben. Polychaeten waren wie überall in den Weddellmeer-Gemeinschaften häufig, wobei im Graben die Sedentaria etwas zahlreicher waren als die Errantia. Auch Ophiuroiden und besonders Holothurien dominierten ähnlich wie in der Ross See auf dem Weichboden des Weddellmeeres. Die endobenthisch lebenden Sipunculiden fanden sich zwar in wenigen Exemplaren auf fast allen Stationen der Grabengemeinschaft, über ihren tatsächlichen Anteil an der Gesamtf fauna lassen sich aber aufgrund des überwiegend epibenthisch sammelnden Fanggerätes keine Aussagen machen.

Die von DELL (1972) für diese Gemeinschaft aufgelisteten Arten wurden, wie schon bei der vorhergehenden "Assemblage", gleichzeitig auch in anderen Teilen der Ross See gefangen. So findet sich beispielsweise der Schlangensterne Amphiura (Amphipodia) joubini wieder unter den charakteristischen Arten, obwohl er bereits für die vorhergehende "Deep Shelf Mixed Assemblage" genannt wurde. Auch die Seefeder Umbellula sp., der Scaphopode Dentalium majorinum, und die Seesterne Bathybiaster loripes obesus, Psilaster charcoti und Notasterias armata fanden sich in verschiedenen "Assemblages". Sie alle wurden im Weddellmeer zwar in der Südlichen Grabengemeinschaft aber daneben auch in anderen Gemeinschaften nachgewiesen. Als echte Kennart für beide Weichbodengemeinschaften bietet sich der von DELL nicht berücksichtigte große Schlangensterne Ophioparte gigas an. Er kommt in der Ross See nach FELL (1961) ausschließlich auf Stationen der "Deep Shelf Mud Bottom Assemblage" vor und findet sich gleichzeitig schwerpunktmäßig in der Südlichen Grabengemeinschaft des Weddellmeeres.

Für einige Gemeinschaften mit geringerer Ausdehnung, wie der "Pennell Bank Assemblage" und einem Teil der "Minor Assemblages" (z.B. "Shelf Edge Barnacle Assemblage" oder "Deep Slope Cobble Assemblage") habe ich in dem von mir untersuchten Teil des Weddellmeeres keine Parallelen gefunden. Dieses ist vielleicht in meinem zu weiten Stationsnetz oder der zum Aufspüren kleinerer Gemeinschaften zu groben Fangmethode begründet: bei einer durchschnittlichen Schleppstrecke von etwa 800 m pro Station liefert das 3 m breite, überwiegend epibenthisch fangende Agassiztrawl kaum Daten zur kleinräumigen Verteilung des Benthos. BULLIVANT hingegen setzte neben Agassiztrawl und einer Vielzahl von Dredgen und Greifern auch eine Unterwasserkamera ein und erhielt so ein differenzierteres, ungestörtes Bild von der vorherrschenden Bodenbesiedlung. Andererseits be-

dürfen die relativ groben "Assemblage"-Beschreibungen BULLIVANTs noch exakterer Daten zu ihrer Struktur und ihrem Artbestand, um ihre Objektivität zu erhöhen und damit die eher intuitiven Beschreibungen nachvollziehbar zu machen und überprüfen zu können. Möglicherweise haben sich aber auch einige "Assemblages" erst unter besonderen physikalischen Standortbedingungen entwickelt und sind nur in der Ross See anzutreffen. So findet sich die "Shelf Edge Barnacle Assemblage" dort auf steinigem Boden am Schelfrand, wo starke Bodenströmungen vorherrschen. Die dominierende Seepocke Bathylasma corolliforme und andere Balaniden wurden von mir im Weddellmeer nicht nachgewiesen.

In der Ross See finden sich zwei mit der östlichen Schelfgemeinschaft vergleichbare Gemeinschaften unter BULLIVANTs (1967) "Minor Assemblages": der "McMurdo Sound Glass Sponge Assemblage" ("MSGSA") zwischen 33 m und 183 m und der "McMurdo Sound Mixed Assemblage" ("MSMA") zwischen 256 m und 794 m gelegen. Nach DELL (1972) kommt ihnen aber eine größere Bedeutung zu und sie sollten den "main assemblage"-Status erhalten, da vergleichbare Schwammassoziationen weite Gebiete in anderen Teilen der Antarktis bedecken. Beide "Assemblages" entwickeln sich auf unsortiertem Sediment mit groben Steinen. Schwämme sind ein dominierendes Element besonders in der "MSGSA" und den oberen Stationen der "MSMA".

Die "McMurdo Sound Glass Sponge Assemblage" entspricht der "Zone III" in der Zonierung von DAYTON et al. (1970). Sie ist aufgrund ihrer Nähe zur Forschungsbasis "McMurdo Sound" bisher sehr intensiv beprobt und untersucht worden (DAYTON, 1984; DAYTON et al., 1974; DEARBORN, 1965 und 1967). Neben Schwämmen finden sich hier vor allem Bryozoen, Hydrozoen, Gorgonarien, Polychaeten, Mollusken und Echinodermen. Häufig ist die Feilenmuschel Limatula hodgsoni, die aber auch, wie oben erwähnt, für andere Gemeinschaften bzw. "Assemblages" nachgewiesen wurde. DEARBORN (1968) fand im Schwammnadelfilz der "MSGSA" häufig Spitzkreiselschnecken der Gattung Margarella, die auch im Weddellmeer schwerpunktmäßig in der vergleichbaren östlichen Schelfgemeinschaft leben. Weitere typische Arten auf dem östlichen Schelf sind der schwammfressende Seestern Acodontaster hodgsoni, der räuberische Seestern Diplasterias brucei und die ebenfalls schwammfressende Nacktschnecke Austrodoris sp., die auch in den ähnlichen Ross-See-"Assemblages" zu den auffälligen Tieren gehören. Der häufigste Seestern in den flachen Stationen der "MSGSA" Odontaster validus wurde in dem von mir untersuchten Weddellmeer nicht gefunden. Möglicherweise fehlt dieser Art im Weddellmeer das obere Sublitoral oder die Phytalzone.

Die "McMurdo Sound Mixed Assemblage" rückt BULLIVANT (1967) in die Nähe der "Deep Shelf Mixed Assemblage", und damit der Südlichen Schelfgemeinschaft, wie oben dargelegt. Die Grobtaxabesiedlung der "McMurdo Sound Mixed Assemblage" mit Schwämmen, Bryozoen, Echinodermen und Polychaeten gleicht meiner Ansicht nach aber eher einer dünn besiedelten "McMurdo Sound Glass Sponge Assemblage" und damit der östlichen Schelfgemeinschaft, als einer "Deep Shelf Mixed Assemblage". Auch die Verbreitungsmuster zweier Arten belegen dies: Die in der "McMurdo Sound Mixed Assemblage" häufige Trapezmuschel Cyclocardia astartoides findet sich ebenso wie die Käferschnecke Nuttalochiton (Notochiton) mirandus zwar auch auf einigen Stationen im Süden des Weddellmeeres, hat aber in der östlichen Schelfgemeinschaft eine deutlich höhere Präsenz.

Zusammenfassend ergibt der Vergleich zwischen den größeren Bodentiergemeinschaften der Ross See (BULLIVANT, 1967) und des Weddellmeeres auf der Basis von Grobtaxa eine gute Übereinstimmung: die "Deep Shelf Mixed Assemblage" auf unsortiertem Sediment mit Bryozoen, Polychaeten und Echinodermen entspricht der Südlichen Schelfgemeinschaft und die "Deep Shelf Mud Bottom Assemblage" auf Weichboden mit Polychaeten, Ophiuroiden, Holothurien und wenigen Suspensionsfressern gleicht der Südlichen Grabengemeinschaft. Von BULLIVANTs "Minor Assemblages" finden die "McMurdo Sound Glass Sponge Assemblage" sowie die "McMurdo Sound Mixed Assemblage", beide dominiert von Suspensionsfressern wie Schwämmen und Bryozoen und mit Polychaeten und Echinodermen, im Weddellmeer eine Parallele in der Östlichen Schelfgemeinschaft. Der übrige Teil der von BULLIVANT (1967) für die Ross See aufgestellten "Minor Assemblages" kann möglicherweise aufgrund unterschiedlicher Probenahme oder Lebensbedingungen für die Fauna des Weddellmeeres nicht bestätigt werden. Eine Gegenüberstellung des Arteninventars ist nur bedingt möglich, da entsprechende Informationen über das Benthos der Ross See nur lückenhaft sind. Aber auch hier zeigen sich bei einigen Arten Verbreitungsschwerpunkte in den sich entsprechenden Gemeinschaften.

Russische Benthosuntersuchungen, bei denen Zonierungsaspekte und Biomassebestimmungen im Vordergrund standen, liefern für den Indischen Sektor des Südpolarmeeres ein ähnliches Bild wie die Befunde in der Ross See und dem Weddellmeer (GRUZOV *et al.*, 1967; USHAKOV, 1963). Die auf dem Schelf dominierenden sessilen Suspensionsfresser (meist Schwämme und Bryozoen), die nach ANDRIASHEV (1965) hier 60 bis 90 Prozent der Biomasse stellen, nehmen unterhalb von 500 m in Anzahl und Biomasse deutlich ab, während gleichzeitig errante Formen wie Polychaeten, Crustaceen, Mollusken und Echinodermen zunehmen (PASTERNAK & GUZEV, 1960; BELYAEV, 1958).

Die in diesem und im vorhergehenden Kapitel dargelegten Erkenntnisse bestätigen den zirkumpolaren Charakter der Meeresbodenbesiedlung der Hochantarktis. Sie läßt sich folgendermaßen beschreiben: während Polychaeten und Echinodermen in allen Bereichen häufig sind, erreichen sessile Suspensionsfresser nur in Gebieten nahrungsreicher Bodenströmungen hohe Dichten. Dabei sind auf dem Schelf zumindest von Ross See und Weddellmeer Schwamm/Bryozoen-dominierte Gemeinschaften von Bryozoen-dominierten Gemeinschaften zu trennen. Auf Weichböden, welche arm an Bodenströmungen und horizontalem Nährstoffeintrag sind, treten Suspensionsfresser zugunsten erranter Weidegänger wie z.B. Holothurien zurück.

Aus meiner Untersuchung des Benthals des Weddellmeeres ergeben sich Fragen bezüglich kleinräumiger Struktur, Dynamik und Ökologie der Tiere in den Lebensgemeinschaften. Zu ihrer Klärung ist eine feinere und exaktere Aufnahme notwendig. Neben der weiterhin wichtigen taxonomischen Erfassung der bisher nicht bearbeiteten Gruppen sind Studien zur Struktur der einzelnen Gemeinschaften voranzutreiben. Greifer, Dredgen und UW-Kameras sollten parallel in flächenmäßig begrenzten Stationsnetzen (Boxen) eingesetzt werden, um quantitative Daten (Abundanz, Diversität, Biomasse) zu gewinnen. Mit dieser Erfassung könnten Studien zur Dynamik (z.B. Ansiedlungsversuche) und zu den trophischen Beziehungen (z.B. Sedimentfallen, organischer Gehalt im Sediment, Filtrationsraten) einhergehen. Unabhängig davon wäre die Frage nach der Bedeutung der Wassertiefe, der Eisbedeckung und der Küstenpolynya auf küstennormalen Schnitten in unterschiedlichen geographischen Breiten zu erfassen.

Die vorliegende Arbeit schließt eine Reihe erstmaliger Bestandsaufnahmen bedeutender Teilökosysteme des südlichen und östlichen Weddellmeeres ab. Die Ergebnisse der auf Expeditionen mit dem eisbrechenden Forschungsschiff "Polarstern" durchgeführten großräumigen Gemeinschaftsuntersuchungen liegen nun für das Phytoplankton (v. BRÜCKEL, 1983; v. BODUNGEN et al., in press), das Meso- und Makrozooplankton (BOYSEN-ENNEN, 1987; PIATKOWSKI, 1987) und die Fische (SCHWARZBACH, 1987) vor. Damit erscheint in der Zukunft, neben weiterer Arbeit in den Teilsystemen, eine übergreifende Synthese auf der Basis der erarbeiteten Grundlagen möglich. Von besonderem Interesse sollten bei den Arbeiten die Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Systemkomponenten sein. Ziel dabei ist das Verstehen eines hochantarktischen Ökosystems.

6. Literatur

- AGASSIZ, A. (1888): Three cruises of the United States Coast and Geodetic Survey Steamer "Blake". Volume 1. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College in Cambridge 14, 314 pp.
- ALDRED, R.G., M.H. THURSTON, A.L. RICE & D.R. MORLEY (1976): An acoustically monitored opening and closing epibenthic sledge. Deep-Sea Research 23, 167-174.
- ANDERSON, J.B. (1972): The marine geology of the Weddell Sea. Dissertation Florida State University, Contribution No. 35.
- ANDERSON, J.B., D.D. KURTZ, E.W. DOMACK & K.M. BALSHAW (1980): Glacial and glacial marine sediments of the Antarctic Continental Shelf. Journal of Geology 88, 399-414.
- ANDERSON, J.B., C. BRAKE, E. DOMACK & N. Myers (1983): Sedimentary dynamics of the Antarctic Continental Shelf. Proc. Antarctic Earth Sciences Symposium Adelaide, Australia, Jan.-Febr. 1983.
- ANDRIASHEV, A.P. (1965): A general review of the antarctic fish fauna. Biogeography and ecology in Antarctica. Monographiae biol. 15, 491-550.
- ARNAUD, P.M. (1974): Contribution à la bionomie marine benthique des régions antarctiques et subantarctiques. Téthys 6(3), 465-656.
- BARNES, R.D. (1980): Invertebrate zoology. 4. Aufl., Holt-Saunders, Tokyo, 1089 pp.
- BARTSCH, I. (1982): Ophiuroidea (Echinodermata) from the Patagonian Shelf. Mitt. hamb. zool. Mus. Inst. 79, 211-250.
- BATE, C.S. (1888): Report on the Crustacea Macrura dredged by "H.M.S. Challenger" during the years 1873-1876. Report on the Scientific Results of the Voyage of "H.M.S. Challenger" during the years 1873-1876. Zoology 24, 1-942.
- BEHRENDT, J.C. (1962): Geophysical and glaciological studies in the Filchner Ice Shelf area of Antarctica. J. Geophys. Res. 67, 221-234.
- BELL, F.J. (1902): Echinoderma. Report on the collections of Natural History made in the Antarctic Regions during the voyage of the "Southern Cross". Chapter 8. London, 214-220. pls. 26-28.
- BELL, F.J. (1908): Echinoderma. National Antarctic Expedition 1901-04, London, Nat. Hist., 4, Zool., 1-16, 5 pls.
- BELL, F.J. (1917): Echinoderma. British Antarctic "Terra Nova" Expedition 1910, Nat. Hist. Rep. Zool. 4 (1), 1-10, 2 pls.
- BELYAEV, G.M. (1958): Some patterns in the quantitative distribution of bottom fauna in the Antarctic. Soviet Antarctic Inform. Bull. 1, 119-121.
- BERNASCONI, I. (1963): Asteroideos Argentinos, IV. Familia Gonioasteridae. Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia". Ciencias Zoológicas 9 (1), 1-25, pls. 1-5.
- BERNASCONI, I. (1964): Asteroideos Argentinos, V. Familia Ganeriidae. Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia". Ciencias Zoológicas 9 (4), 59-89, pls. 1-6.
- BERNASCONI, I. (1967): Asteroideos de Puerto Paraiso, Peninsula Antártica. Contrues Inst. antarct. argent. 113, 27 pp.
- BERNASCONI, I. (1970): Equinodermos antarcticos II, Asteroideos, 3. Asteroideos de la extremidad norte de la Peninsula Antártica. Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia". Ciencias Zoológicas 9 (10), 211-281.

- BERNASCONI, I. & M.M. D'AGOSTINO (1971): Ofiuroideos argentinos. Clavas para los ordenes, subordenes, familias, subfamilias y generos. *Physis* (Buenos Aires) 30 (81), 447-469.
- BOCK, H.H. (1974): Automatische Klassifikation. Vandenhoeck und Ruprecht, Göttingen, 1-467.
- BODUNGEN; B. von, E.-M. NÖTHIG & Q. SUI (in press): New production and sedimentation during summer 1985 in the southeastern Weddell Sea. *Comp. Biochem. Physiol.*
- BODUNGEN, B. von, V.S. SMETACEK, M.M. TILZER & B. ZEITZSCHEL (1986): Primary production and sedimentation during spring in the Antarctic Peninsula region. *Deep-Sea Research* 33 (2), 177-194.
- BOYSEN-ENNEN, E. (1987): Zur Verbreitung des Meso- und Makrozooplanktons im Oberflächenwasser der Weddell See (Antarktis). *Ber. z. Polarforschung* 35, 1-126.
- BRAND, T.E. (1980): Trophic interactions and community ecology of the shallow-water marine benthos along the Antarctic Peninsula. Ph.D. thesis, Univ. of California, Davis, 1-223.
- BROCH, H. (1959): Octocorals part I: Pennatularians. *Discovery Rep.* 29, 245-280.
- BRÖCKEL, K. von (1985): Primary production data from the south-eastern Weddell Sea. *Polar Biol.* 4, 75-80.
- BULLIVANT, J.S. (1961): Photographs of antarctic bottom fauna. *Polar Record* 68, 505-508.
- BULLIVANT, J.S. (1967): The fauna of the Ross Sea. Part 5. Ecology of the Ross Sea benthos. *N.Z. Dept. Scient. Industr. Res., Bull.* 176 (N.Z. Oceanogr. Inst., Mem. No. 32), 49-75.
- BUSHNELL, V.C. & J.W. HEDGPETH (eds.) (1969): Distribution of selected groups of marine invertebrates in waters south of 35°S latitude. *Antarctic Map Folio Series, Folio 11.* Am. Geogr. Society, New York.
- CAIRNS, S.D. (1983): Antarctic and subantarctic Stylasterina (Coelenterata: Hydrozoa). *Biology of the Antarctic Seas* 13, *Ant. Res. Ser.* 38 (paper 2), 61-164.
- CARMACK, E.C. (1974): A quantitative characterization of water masses in the Weddell Sea during summer. *Deep-Sea Research* 21, 431-443.
- CARMACK, E.C. & T.D. FOSTER (1975): Circulation and distribution of oceanographic properties near the Filchner Ice Shelf. *Deep-Sea Research* 22, 77-90.
- CARMACK, E.C. & T.D. FOSTER (1977): Water masses and circulation in the Weddell Sea. In: DUNBAR (ed.): *Polar Oceans. Proceedings of the SCAR/SCOR Polar Oceans Conference, Montreal 1974*, 167-177.
- CLARK, A.M. (1962): Asteroidea. *B.A.N.Z. Ant. Res. Exp. 1929-1931, Rep.*, (B) 9, 1-104.
- CLARK, H.E.S. (1963): The fauna of the Ross Sea: 5. Asteroidea. *N.Z. Dept. sci. industr. Res., Bull.* 151, 1-84.
- DAYTON, P.K. (1984): Processes structuring some marine communities: Are they general? In: D.R. STRONG, D. SIMBERLOFF, L.G. ABELE, A.B. THISTLE (eds.): *Ecological communities: conceptual issues and the evidence.* Princetown University Press, Princetown N.J., 181-197.
- DAYTON, P.K. & J.S. OLIVER (1977): Antarctic soft-bottom benthos in oligotrophic and eutrophic environments. *Science* 197(4298), 55-58.
- DAYTON, P.K., G.A. ROBILLIARD & R.T. PAINE (1970): Benthic faunal zonation as a result of anchor ice at McMurdo Sound, Antarctica. In: M.W.HOLDGATE (ed.): *Antarctic ecology, Vol.1.* Academic Press, New York and London, 244-258.

- DAYTON, P.K., G.A. Robilliard, R.T. PAINE & L.B. DAYTON (1974): Biological accommodation in the benthic community at McMurdo Sound, Antarctica. *Ecological monographs* 44(1), 105-128.
- DEARBORN, J.H. (1965): Ecological and faunistic investigations of the marine benthos at McMurdo Sound, Antarctica. Ph.D. thesis, Stanford University, 1-238.
- DEARBORN, J.H. (1967): The fauna of the Ross Sea. Part 5. Stanford University invertebrate studies in the Ross Sea 1958-61: General account and station list. N.Z. Dept. Scient. Industr. Res., Bull. 176 (N.Z. Oceanogr. Inst., Mem. No. 32), 31-47.
- DEARBORN, J.H. (1968): Benthic invertebrates. *Austral. Nat. Hist.* 16(4), 134-139.
- DEARBORN, J.H. (1977): Foods and feeding characteristics of antarctic Asteroids and Ophiuroids. In: G.A. LLANO (ed.): Adaptations within antarctic ecosystems. Proceedings of the third SCAR symposium on antarctic biology, Washington, D.C., 1974. Smithsonian Institution, Washington, D.C., 293-326.
- DeLACA, T.E. & J.H. LIPPS (1976): Shallow-water marine associations, Antarctic Peninsula. *Antarctic journal of the United States* 9(1), 12-20.
- DELL, R.K. (1968): Benthic faunas of the Antarctic. In: Symposium on Antarctic Oceanography, Santiago, Chile, 1966. Scott Polar Research Institute, Cambridge, 110-118.
- DELL, R.K. (1972): Antarctic benthos. *Advances in marine biology* 10, 1-216.
- DIECKMANN, G., G. ROHARDT, H. HELLMER & J. KIPFSTUHL (1986): The occurrence of ice platelets at 250 m depth near the Filchner Ice Shelf and its significance for sea ice biology. *Deep-Sea Research* 33, 141-148.
- DIETRICH, G., K. KALLE, W. KRAUSS & G. SIEDLER (1975): Allgemeine Meereskunde. 3. Auflage. Gebrüder Borntraeger, Berlin und Stuttgart, 1-593.
- DÖDERLEIN, L. (1927): Die Seesterne der Deutschen Südpolar Expedition 1901-1903. *Deutsche Südpol. Exp. 1901-1903*, 19, Zool. 11, 289-301.
- DRESCHER, H.E., G. HUBOLD, U. PIATKOWSKI, J. PLÖTZ & J. VOß (1983): Das biologische Programm der Antarktis-I-Expedition mit FS Polarstern. *Ber. z. Polarforschung* 12.
- EKMANN, S. (1935): Tiergeographie des Meeres. Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig.
- EKMANN, S. (1953): Zoogeography of the sea. Sidgwick and Jackson, London, 1-417.
- EL-SAYED, S.Z. (1971): Observations on phytoplankton bloom in the Weddell Sea. *Antarct. Res. Ser.* 17, 301-312.
- EL-SAYED, S.Z. & E.F. MANDELLI (1965): Primary production and standing crop of phytoplankton in the Weddell Sea and Drake Passage. In: *Biology of the Antarctic Seas*, II, 5, 87-106.
- EL-SAYED, S.Z. & S. TAGUCHI (1981): Primary production and standing crop of phytoplankton along the ice-edge in the Weddell Sea. *Deep-Sea Research* 28 A, No 9, 1017-1032.
- ELVERHOI, A. & E. ROALDSET (1983): Glaciomarine sediments and suspended particulate matter, Weddell Sea Shelf, Antarctica. *Polar Research* 1 n.s., 1-21.
- FELL, H.B. (1945): A revision of current theory of echinoderm embryology. *Trans. R. Soc. N.Z.* 75, 73-101.

- FELL, H.B. (1953): The origin and migrations of Australasian echinoderm faunas since the Mesozoic. *Trans. R. Soc. N.Z.* 81(2), 245-255.
- FELL, H.B. (1961): The fauna of the Ross Sea. 1. Ophiuroidea. *N.Z. Dept. sci. industr. Res., Bull.* 142, 9-79.
- FELL, H.B. & H.E. CLARK (1959): Anareaster, a new genus of Asteroidea from Antarctica. *Trans. roy. Soc. N.Z.* 87 (1/2), 185-187.
- FELL, H.B. & S. DAWSEY (1969): Asteroidea. *Am. Geogr. Soc. Antarctic Map Folio Series* 11, 41.
- FELL, H.B., T. HOLZINGER & M. SHERRADEN (1969): Ophiuroidea. *Am. Geogr. Soc. Antarctic Map Folio Series* 11, 42-43.
- FISHER, W.K. (1940): Asteroidea. *Discovery Rep.* 20, 69-306, pls. 1-23.
- FOSTER, T.D. (1981): The physical oceanography of the southern ocean: Key to understanding its biology. *Biomass* 2, 9-22.
- GALLARDO, V.A. (1987): The sublittoral macrofaunal benthos of the Antarctic shelf. *Environmental International* 13, 71-81.
- GAMMELSRÖD, T. & N. SLOTSVIK (1981): Hydrographic and current measurements in the southern Weddell Sea 1979/80. *Polarforschung* 51(1), 101-111.
- GILL, A.E. (1973): Circulation and bottom water production in the Weddell Sea. *Deep-Sea Research* 20, 111-140.
- GRAY, J.S. (1981): The ecology of marine sediments. *Cambridge Studies in modern biology* 2. Cambridge University Press, Cambridge, 1-185.
- GRIEG, J.A. (1929): Echinodermata from the Palmer Archipelago, South Shetlands, South Georgia and the Bouvet Island. *Scient. Res. of the Norwegian ant. Exp. 1927-1928 and 1928-1929*, Oslo, 2, 1-16.
- GROBE, H. (1986): Spätpleistozäne Sedimentationsprozesse am antarktischen Kontinentalabhang vor Kapp Norvegia, östliche Weddell See. *Ber. z. Polarforschung* 27, 1-127.
- GRUZOV, E.N., M.V. PROPP & A.F. PUSHKIN (1968): Biological communities of coastal areas of the Davis Sea (based on observations of divers). *Soviet Antarctic Expedition Information Bulletin* 6(6), 523-533.
- GRUZOV, E.N. & A.F. PUSHKIN (1970): Bottom communities of the upper sublittoral of Enderby Land and South Shetland Islands. In: M.W. HOLDGATE (ed.): *Antarctic Ecology*. Academic Press, London, 235-238.
- GUILLE, A. (1977): Benthic bionomy of the continental shelf of the Kerguelen Islands: quantitative data on the echinoderms of the Morbihan Gulf. In: G.A. LLANO (ed.): *Adaptations within antarctic ecosystems*. Proceedings of the third SCAR Symposium on Antarctic Biology, Washington, D.C., 1974. Smithsonian Institution, Washington, 253-262.
- GUTT, J. (1987): Zur Verbreitung und Ökologie der Seegurken (Holothuroidea, Echinodermata) in der Weddell See (Antarktis). *Diss. Univ. Kiel*, 1-175.
- HAASE, G. (1986): Glaciomarine sediments along the Filchner/Ronne Ice Shelf, southern Weddell Sea - first results of the 1983/84 Antarktis II/4 Expedition. *Marine Geology* 72, 241-258.
- HARDY, P. (1972): Biomass estimates for some shallow-water infaunal communities at Signy Island, South Orkney Islands. *British Antarctic Survey. Bulletin* 31, 93-106.
- HARTMAN, O. (1967): Polychetons annelids collected by the USNS "Eltanin" and "Staten Island" cruises, chiefly from Antarctic seas. *Allan Hancock Monographs in Marine Biology* 2, 1-387.
- HARTMAN, O. (1978): Polychaeta from the Weddell Sea Quadrant, Antarctica. *Ant. Res. Ser.* 26, 125-223.

- HEDGPETH, J.W. (1957): Concepts of marine ecology. In: J.W. HEDGPETH (ed.): Treatise on marine ecology and paleoecology. 1. Ecology. *Memoirs of the Geological Society of America* 67, 1-1296.
- HEDGPETH, J.W. (1969): Introduction to Antarctic zoogeography. *Am. Geogr. Soc. Antarctic Map Folio Series* 11, 1-9 und 41.
- HEDGPETH, J.W. (1970): Marine biogeography of the Antarctic regions. In: M.W. HOLDGATE (ed.): *Antarctic Ecology*, Vol.1. Academic Press, London & New York, 97-104.
- HEDGPETH, J.W. (1971): Perspectives of benthic ecology in Antarctica. In: L.O. QUAM (ed.): *Research in the Antarctic*. American Association for the Advancement of Science, Washington, D.C., 93-136.
- HELLMER, H.H. & M. BERSCH (1985): The Southern Ocean. *Ber. z. Polarforschung* 26.
- HEMPEL, G. (1983 a): Die erste Antarktis-Expedition von FS "Polarstern". *Ber. z. Polarforschung, Sonderheft* 2.
- HEMPEL, G. (ed.) (1983 b): Die Expedition ANTARKTIS I mit FS "Polarstern" 1982/83. *Ber. z. Polarforschung* 14.
- HEMPEL, G. (ed.) (1985): Die Expedition ANTARKTIS III mit FS "Polarstern" 1984/85. *Ber. z. Polarforschung* 25.
- HOLME, N.A. & A.D. McINTYRE (1984): Methods for the study of marine benthos. 2nd ed., IBP Hand Book 16, Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1-387.
- HOLM-HANSEN, O., S.Z. EL-SAYED, G.A. FRANCESCHINI & R.L. CUHEL (1977): Primary production and factors controlling phytoplankton growth in the Southern Ocean. In: LLANO, G.A. (ed.): *Adaptation within Antarctic ecosystems*, 3. SCAR Symp., *Antarct. Biol. Wash.* 1974, Gulf Publ. Comp., Houston, 11-50.
- HUMBOLDT, A. von (1806): *Ideen zu einer Physiognomik der Gewächse*. Tübingen.
- HYMAN, L.H. (1955): *The invertebrates*. 4. Echinodermata. McGraw-Hill, New York, 1-763.
- JACCARD, P. (1902): Lois de distribution florale dans la zone alpine. *Bull. Soc. Vandoise des Sciences naturelles* 38, 69-130.
- JAZDZEWSKI, K., W. JURASZ, W. KITTEL, E. PRESLER, P. PRESLER & J. SICIŃSKI (1986): Abundance and biomass estimates of the benthic fauna in Admiralty Bay, King George Island, South Shetland Islands. *Polar Biol.* 6, 5-16.
- JOHNSON, G.L., J.R. Vanney, A. ELVERHOI & J.L. LaBRECQUE (1981): Morphology of the Weddell Sea and southwest Indian Ocean. *Deutsche hydrogr. Z.* 34, 263-272, with pls. 2 and 3.
- KAESTNER, A. (1967): *Lehrbuch der speziellen Zoologie*. Bd.1: Wirbellose Tiere, 2. Teil Crustacea. 2. Aufl., Fischer, Stuttgart.
- KAESTNER, A. (1982): *Lehrbuch der speziellen Zoologie*. Bd.1: Wirbellose Tiere, 3. Teil Mollusca ... Pentastomida (bearb. von H.-E. GRUNER et al.). 4. Aufl., Fischer, Stuttgart, New York.
- KAESTNER, A. (1984): *Lehrbuch der speziellen Zoologie*. Bd.1: Wirbellose Tiere, 2. Teil Cnidaria ... Priapulida (bearb. von G. HARTWICH et al.). 4. Aufl., Fischer, Stuttgart, New York.
- KIRKWOOD, J.M. (1984): A guide to the Decapoda of the Southern Ocean. ANARE Research Notes 11, Antarctic Division, Department of Science and Technology.
- KNOX, G.A. (1960): Littoral ecology and biogeography of the southern oceans. *Proc. R. Soc. B* 152, 577-624.

- KNOX, G.A. & J.K. Lowry (1977): Comparison between the benthos of the Southern Ocean and the North Polar Ocean with special reference to the amphipoda and the polychaeta. In: M.J. DUNBAR (ed.): Polar oceans. Proceedings of the Polar Oceans Conference, Montreal, May 1974. Arctic Institute of North America, 432-462.
- KOCK, K.-H. (1985): Marine habitats - Antarctic fish. In: W.N. BONNER & D.W.H. WALTON (eds.): Key environments - Antarctica. Pergamon Press, Oxford & New York, 173-192.
- KOCK, K.-H., R.SCHNEPPENHEIM & V. SIEGEL (1984): A contribution to the fish fauna of the Weddell Sea. Arch. Fisch. Wiss. 34(2/3), 103-120.
- KOEHLER, R. (1906): Echinodermes (Stellérides, Ophiures et Echinides). Expédition Antarctique Française (1903-1905), Paris, 41 pp., 4 pls.
- KOEHLER, R. (1908): Astérides, Ophiures et Echinides de l'Expédition Antarctique Nationale Ecossaise. Trans. roy. Soc. Edinb. 46(3), 529-649, pls. i-xvi.
- KOEHLER, R. (1911): Astérides, Ophiures et Echinides. Sci. Rep. Brit. Antarct. Exped. (1907-1909). Biology 2(4), 25-66, pls. iv-vii.
- KOEHLER, R. (1912): Echinodermes (Astérides, Ophiures et Echinides). Deux. Expéd. Antarct. Franc. (1908-1910), Sci. Nat., 1-272, 16 pls.
- KOEHLER, R. (1917): Echinodermes (Astérides, Ophiures et Echinides) recueillis par M. Rallier du Baty, aux Iles de Kerguelen, en 1913-14. Ann. Inst. Océanogr. Monaco, 7(8), 1-82, pls. i-x.
- KOEHLER, R. (1920): Echinodermata: Asteroidea. Sci. Rep. Aust. Antarct. Exped. (1911-1914), C8 (1), 1-308, pls. i-lxxv.
- KOEHLER, R. (1923): Astérides et Ophiures. Further zoological results of the Swedish Antarctic Expedition (1901-1903), 1(1), 1-145, pls. i-xv.
- KOHNEN, H. (1981a): The scientific programme of the German Antarctic Expedition 1979/80 to the Filchner-Rönne Ice Shelf. Polarforschung 51(1), 5-8.
- KOHNEN, H. (1981b): Bathymetrical measurements in the southern Weddell Sea during the German Antarctic Expedition 1979/80 to the Filchner-Rönne Ice Shelf. Polarforschung 51(1), 39-42.
- KOHNEN, H. (1982a): Die Filchner-Schelfeis-Expedition 1980/81. Ber. z. Polarforschung 1, 1-50.
- KOHNEN, H. (1982b): Glaciological investigations in the frontal zone of the Filchner and Rönne Ice Shelves. Ann. Glaciol. 3, 160-165.
- KOHNEN, H. (ed.) (1984): Die Expedition ANTARKTIS-II mit FS "Polarstern" 1983/84. Bericht vom Fahrtabschnitt 4 Puntas Arenas - Kapstadt (ANT-II/4). Ber. z. Polarforschung 19.
- KOHNEN, H. & J. Schwarz (1981): The average pack ice conditions in the southern Weddell Sea and the actual situation during the summer of 1979/80. Polarforschung 51(1), 9-15.
- KOLTUN, V.M. (1969): Porifera. Am. Geogr. Soc. Antarctic Map Folio Series 11, 13-14.
- KÜKENTHAL, W. (1912): Die Alcyonaria der Deutschen Südpolar-Expedition 1901-1903. Dt. Südpol.-Exped. 1901-1903, 13; Zool. 5, Heft 3, 287-350. Tafel XX-XXVIII.
- KUSSAKIN, O.G. (1967): Fauna of Isopoda and Tanaidacea in the coastal zones of the Antarctic and Subantarctic waters. (In Russian) Issled. Fauny Morei (4) 12. (English transl. in Biol. Rep. Soviet Antarctic Exped. (1955-1958) 3, 220-389, Jerusalem, 1968.)
- KVINGE, T. (1968): Technical report on project to measure currents related to formation of Antarctic Bottom Water in the Weddell Sea. Geof. Inst., Univ. of Bergen.

- KVINGE, T. (1970): Cruise reports. International Weddell Sea Oceanographic Expedition. Report 21 & 22. Geof. Inst., Univ. of Bergen.
- LANCE, G.N. & W.T. WILLIAMS (1967): A general theory of classificatory sorting strategies. I. Hierarchical System. *Comp. J.* 9, 373-380.
- LANGE, M. (1985): Variation des Schelfeiskantenverlaufs in der östlichen und südlichen Weddell See. In: KOHNEN, H. (ed.), *Filchner-Rönne-Ice-Shelf-Programm*. Rep. No. 2, 26-31.
- LIPPS, J.H. & C.S. HICKMAN (1982): Origin, age and evolution of Antarctic and deep-sea faunas. In: W.G. ERNST & J.G. MORIN (eds.): *The environment of the deep sea*. Vol. 2. Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, N.J., 325-356.
- LITTLEPAGE, J.L. (1965): Oceanographic investigations in the McMurdo Sound, Antarctica. *Antarctic Res. Ser.* 5, 1-37.
- LOWRY, J.K. & S. BULLOCK (1976): Catalogue of the marine Gammaridean Amphipoda of the Southern Ocean. *The Royal Society of New Zealand Bulletin* 16, Wellington, New Zealand.
- LUDWIG, H. (1903): *Seesterne*. Résult. Voy. Belgica, 1897-1899. *Rapp. Sci. Zool.*, 72 pp., 7 pls.
- LUDWIG, H. (1905): Asterien und Ophiuren der Schwedischen Expedition nach den Magalhaensländern, 1895-1897. *Z. Wiss. Zool.* 82, 39-79.
- MACFADYEN, A. (1963): *Animal ecology. Aims and methods*. Sir Isaac Pitman & Sons Ltd., London, 1-344.
- MADSEN, F.J. (1955): Echinoderms other than Holothurians collected in sub-antarctic and antarctic seas, mainly by the *Norvegia-Expeditions 1928-30*. *Sci. Res. Norweg. antarct. Exped.*, 1927-28, No.37.
- McCLINTOCK, J.B. (1987): Investigation of the relationship between invertebrate predation and biochemical composition, energy content, spicule armament and toxicity of benthic sponges at McMurdo Sound, Antarctica. *Marine Biology* 94, 479-487.
- McKNIGHT, D.G. (1967): Echinoderms from Cape Hallet, Ross Sea. *N. Z. Journal of Marine & Freshwater Research* 1(3), 314-323.
- McKNIGHT, D.G. (1976): Asteroids from the Ross Sea and the Ballany Islands. *Rec. N. Z. Oceanogr. Inst.* Wellington 3, 21-31.
- MEISSNER, M. (1904): *Asteroiden*. Ergebnisse der Hamburger Magalhaensischen Sammelreise 1892/93. I. Band: Allgemeines, Chordonier, Echinodermen und Coelenteraten, 28 pp., 1 pl.
- MEYER, M. & M. BÖLTER (1981): Programmblock zur Strukturanalyse von Ökosystemen. Rep. Sonderforschungsbereich 95 (Wechselwirkungen Meer-Meeressboden) der Universität Kiel 58, 1-47.
- MILLER, H. (1984): Antarktis II/4 - Bericht des Fahrtleiters. In: H. KOHNEN (ed.): *Die Expedition Antarktis II mit FS "Polarstern" 1983/84*. *Ber. z. Polarforschung* 19, 21-36.
- 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. Bd. Canada* 26, 1415-1428.
- MILLS, E.L. & R.R. HESSLER (1974): Antarctic benthic communities: Hudson '70 expedition. *Antarctic journal of the United States* 9(6), 312-316.
- MÖBIUS, K. (1877): *Die Auster und die Austernwirthschaft*. Berlin.
- MOLANDER, A.R. (1929): Die Octactinarien. Further zool. Results of the Swedish Antarctic Exped. 1901-1903 2(2), 86 pp.
- MORTENSEN, T. (1936): Echinoidea and Ophiuroidea. *Discovery Reports* 12, 199-348.

- MURANO, M., K. INONE & T. MARUYAMA (1982): Benthic fauna in the vicinity of Balleny Islands. Transactions of the Tokyo University of Fishery 5, 197-201.
- NAKAJIMA, Y., K. WATANABE & Y. NAITO (1982): Diving observations of the marine benthos at Syowa Station, Antarctica. In: T. HOSHIAI & Y. Naito (eds.): Proc. 5th Symp. Ant. Biol., Mem. Nat. Inst. Pol. Res., special issue 23. Nat. Inst. Pol. Res., Tokyo, 44-54.
- OLIVER, J.S., D.J. WATSON, E.F. O'CONNOR & P.K. DAYTON (1976): Benthic communities of McMurdo Sound. Antarctic journal of the United States 11(2), 58-59.
- ORHEIM, O. & A. ELVERHOI (1981): Model for submarine glacial deposition. Ann. of Glaciology 2, 123-128.
- PASTERNAK, F.A. & A.V. GUSEV (1960): Benthonic research. In: Vtoraja Morskaja Ekspeditsija na D/E "Ob" 1956/57 gg. Trudy Sov. antarkt. Eksped. 7, 126-142.
- PASTERNAK, T.A. (1962): Pennatularia of the genus *Umbellula* Cuvier (Coelenterata, Octocorallia), from antarctic and subantarctic waters. Biol. Rep. of the Soviet Antarctic Expedition (1955-58) 1, 107-130.
- PEARSE, J.S., I. BOSCH & J.B. McCLINTOCK (1985): Contrasting modes of reproduction by common shallow-water antarctic invertebrates. Antarctic Journal U.S., 1985 Review 19(5), 138-139.
- PETERSEN, C.G.J. (1914): Valuation of the sea. II. The animal communities of the sea bottom and their importance for marine zoogeography. Rep. Danish Biol. Stat. 21, 1-68.
- PETERSEN, C.G.J. (1924): A brief survey of the animal communities in Danish waters. American Journal of Science 7, 343-354.
- PIATKOWSKI, U. (1987): Zoogeographische Untersuchungen und Gemeinschaftsanalysen an antarktischem Makroplankton. Ber. z. Polarforschung 34, 1-150.
- PICKEN, G.B. (1985): Marine habitats - benthos. In: W.W. BONNER & D.W.H. WALTON (eds.): Key Environments - Antarctica, Pergamon Press, Oxford, 154-172.
- PIELOU, E.C. (1975): Ecological diversity. John Wiley & Sons, New York, 1-165.
- POWELL, A.W.B. (1965): Mollusca of antarctic and subantarctic seas. In: J. van MIEGHEM, P. van OYE & J. SCHELLS (eds.): Biogeography and Geology in Antarctica. Monographiae Biologicae 15, 333-380.
- PROPP, M.V. (1970): The study of bottom fauna at Haswell Islands by Scuba diving. In: M. HOLDGATE (ed.): Antarctic Ecology. Academic Press, London & New York, 239-241.
- RANKIN, J.S.Jr., K.B. CLARK & B.W. FOUND (1968): Zonation of the Weddell Sea Benthos. Antarctic J. U.S. 3(4), 85-86.
- RANKIN, J.S.Jr., K.B. CLARK & C.K. BIERNBAUM (1969): Weddel Sea benthic studies. Antarctic J. U.S. 4(4), 97.
- REISE, K. (1980): Hundert Jahre Biozönose: Die Evolution eines ökologischen Begriffs. Naturwissenschaftl. Rdsch. 33(8), 328-335.
- REMANE, A., V. STORCH & U. WELSCH (1980): Systematische Zoologie. 2. Auflage. Fischer, Stuttgart und New York, 1-678.
- RICHARDSON, M.D. & J.W. HEDGPETH (1977): Antarctic soft-bottom macrobenthic community adaptations to a cold, stable, highly productive, glacially affected environment. In: G.A. LLANO (ed.): Adaptations within antarctic ecosystems. Proceedings of the third SCAR Symposium on Antarctic Biology. Washington, D.C., 1974. Smithsonian Institution, Washington, D.C., 181-196.

- RIEDL, R. (1983): Fauna und Flora des Mittelmeeres. 3. Auflage. Parey, Hamburg und Berlin, 1-836.
- ROBIN, G. de Q., C.S.M. DOAKE, H. KOHNEN, R.D. CRABTREE, S.R. JORDAN & D. Möller (1983): Regime of the Filchner-Ronne ice shelves, Antarctica. *Nature* 302, 582-586.
- ROHARDT, G. & E. AUGSTEIN (1985): Hydrographie vor dem Filchner Schelfeis. In: H. KOHNEN (ed.): Filchner-Ronne-Ice-Shelf-Programme. Alfred-Wegener-Institut für Polarforschung, Bremerhaven. Report 2, 50-57.
- ROPELEWSKI, C.F. (1983): Spatial and temporal variations in antarctic sea-ice (1973-82). *J. Clim. Appl. Met.* 22, 470-473.
- SCHNEPPENHEIM, R. (1982): Marin-biologisches Begleitprogramm zur Standorterkundung 1979/80 mit MS "Polarsirkel". *Ber. z. Polarforschung* 7, 1-32.
- SCHWARZBACH, W. (1987): Die Fischfauna der östlichen und südlichen Weddell See: Geographische Verbreitung, Nahrung und trophische Stellung der Fischarten. *Diss. Univ. Kiel*, 1-135.
- SEIBOLD, E. & W.H. BERGER (1982): The sea floor. Springer-Verlag, Berlin und New York, 1-288.
- SHANNON, C.E. & W. WEAVER (1963): The mathematical theory of communication. Univ. of Illinois Press, Urbana.
- SIBUET, M. (1976): Le genre *Hymenaster* (Astérides) dans l'océan Atlantique. *Bull. Muséum National d'Histoire Natur. Zool.* 256, 305-324.
- SLADEN, W.P. (1889): Report on the Asteroidea collected by H.M.S. Challenger during the years 1873-1876. *Rep. Res. Sci. Voy. Challenger (1873-1876)* 30, 1-935.
- SMITH, W.O.jr. & D.M. NELSON (1986): Importance of ice edge phytoplankton production in the Southern Ocean. *BioScience* 36(4), 251-257.
- SNEATH, P.H.A. & R.R. SOKAL (1973): Numerical taxonomy. Freeman & Co., San Francisco, 1-573.
- STEINHAUSEN, D. & K. LANGER (1977): Clusteranalyse: Einführung in Methoden und Verfahren der automatischen Klassifikation. Walter de Gruyter, Berlin und New York, 1-206.
- STEITZ, E. & G. STENGEL (1984): Die Stämme und Klassen des Tierreichs: eine Übersicht. Verlag Chemie, Weinheim, 1-413.
- STRÜBING, K. (1982): Die Zugänglichkeit von Forschungsstationen am Rande der Weddellsee in Abhängigkeit von den Meereisverhältnissen. In: *Proceedings of the Intermaritec '82*. Hamburg 29.-30. Sept. 1982.
- STUDER, T. (1876): Echinodermen aus dem antarktischen Meere und zwei neue Seeigel von den Papua Inseln, gesammelt auf der Reise S.M.S. Gazelle um die Erde. *Mber. Akad. Wiss. Berl.*, 452-465.
- STUDER, T. (1885): Die Seesterne Süd-Georgiens nach der Ausbeute der deutschen Polarstation in 1882 und 1883. *Jahrb. Hamb. Wiss. Aust.* 11, 143-166.
- THIEL, E., A.P. CRARY, R.A. HAUBRICHU et al. (1960): Gravimetric determination of ocean tide, Weddell and Ross Seas, Antarctica. *J. Geophys. Res.* 65, 630-636.
- THIEL, H. (1980): Benthic investigations of the deep Red Sea. *Cruise Reports: R.V. "Sonne"-Meseda I (1977), R.V. "Valdivia"-Meseda II (1979)*. Courier Forschungs-Institut Senckenberg 40, 1-35.
- THORSON, G. (1957): Bottom communities (sublittoral or shallowshelf). In: J.W. HEGDPETH (ed.): *Treatise on marine ecology and paleoecology*, Vol.1. Ecology. *Memoirs Geol. Soc. of America* 67, 461-534.
- USHAKOV, P.V. (1955): Polychaetes from the seas in the Far East. *Akademia nauk SSSR. Opredeliteli po Faune USSR* 56, 1-445.

- USHAKOV, P.V. (1963): Some characteristics of the distribution of bottom fauna off the coast of East Antarctica. Soviet Antarctic Expedition No. 40, 5-13. Inform. Bull. Soviet Antarctic Expedition 4, 287-292.
- VOß, J. (1984): Verbreitung und Ökophysiologie des Makrobenthos in der südlichen und südöstlichen Weddell See. In: H. KOHNEN (ed.): Die Expedition Antarktis-II mit FS "Polarstern" 1983/84, Bericht vom Fahrtabschnitt 4. Ber. z. Polarforschung 19, 106-115.
- WÄGELE, J.W. & H.K. SCHMINKE (1986): Leben in eisigen Tiefen: Benthosforschung in der Antarktis. Natur und Museum 116(6), Vorabdruck 1-11.
- WEBER, E. (1980): Grundriß der biologischen Statistik. 8., überarbeitete Auflage. Fischer, Stuttgart und New York, 1-652.
- WEGNER, G. (1981): Bathymetric chart of Atka Ice Port. Dt. hydrogr. Z. 34(4), 162-166.
- WHITE, M.G. (1984): Marine benthos. In: R.M. LAWS (ed.): Antarctic ecology. Vol.2. Academic Press, London, 421-461.
- WHITE, M.G. & M.W. ROBINS (1972): Biomass estimates from Borge Bay, Signy Island, South Orkney Islands. British Antarctic Survey Bulletin 31, 45-50.
- WHITTAKER, R.H. (1962): Classification of natural communities. Botan. Rev. 28, 1-239.
- WILLIAMS, W.T. & G.N. LANCE (1977): Hierarchical classificatory methods. In: K. ENSLEIN, A. RALSTON & H.S. WILF: Statistical methods for digital computers. J. Wiley & Sons, New York.
- ZAKHAROV, V.S. & V.M. KOTLYAKOV (1980): New data on the dynamics of ice shelves in the Weddell Sea. Data of Glaciological Studies 39, 181-185.

Anmerkung

Dies ist die gekürzte Fassung einer Dissertation für die Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät der Christian-Albrechts-Universität Kiel. Die Kürzungen betreffen insbesondere Teile der Einleitung und eine Reihe von Verbreitungskarten.

Danksagung

Mein Dank für die wissenschaftliche Betreuung und Förderung gilt in besonderem Maße Herrn Prof. Dr. G. Hempel, der mir als Voraussetzung für diese Arbeit die Teilnahme an zwei Antarktis-Expeditionen ermöglichte, mir bei der Durchführung jederzeit unterstützend zur Verfügung stand und mir wertvolle Hinweise und Anregungen zu dem Entwurf lieferte.

Der Besetzung von FS "Polarstern" danke ich für die große Einsatzfreude, Hilfsbereitschaft und freundliche Aufnahme an Bord. Vielen Dank schulde ich auch meinen Kollegen/innen, die während der Expeditionen die Arbeit unterstützt und beim Sortieren der Fänge in teilweise bitterer Kälte geholfen haben, besonders Herrn Dr. G. Dieckmann.

Für die oft sehr zeitaufwendige Bestimmung verschiedener taxonomischer Gruppen oder die Überlassung noch unveröffentlichter Daten bedanke ich mich herzlich bei Herrn Dr. H.G. Andres (Hamburg), Frau Dr. I. Bartsch (Hamburg), Herrn Dr. R. Janssen (Frankfurt/M.), Frau H. Wägele (Oldenburg), Herrn Dr. J.W. Wägele (Oldenburg), Frau Dr. W. Schwarzbach (Bremerhaven), Frau S. Kühl (Bremerhaven), Herrn Dr. G. Hubold (Kiel), Herrn Dr. K.H. Kock (Hamburg) und Herrn Dr. T. Brattegard (Bergen).

Herr Dr. M. Meyer stellte mir dankenswerterweise seine Rechenprogramme zur Verfügung, arbeitete mich am Computer ein und war bei vielen Problemlösungen stets hilfsbereit. Herr W. Huckriede überließ mir Programme für die Zeichnung von Dendrogrammen.

Den Mitarbeitern des Institutes für Polarökologie und des Alfred-Wegener-Institutes für Polar- und Meeresforschung danke ich besonders für die stete Diskussions- und Hilfsbereitschaft und das gute Arbeitsklima.

Für das mir entgegengebrachte Verständnis und die tatkräftige Hilfe in vielen Dingen meiner Frau Rotraud herzlichen Dank.

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

Verkaufspreis/Dt

- * **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 11,5€
- 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 10,—
- 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 19,5€
- Heft Nr. 4/1982** – „Filchner-Schelfeis-Expedition 1980/81“
Liste der Planktonfänge und Lichtstärkemessungen
zusammengestellt von Gerd Hubold und H. Eberhard Drescher 12,5€
- * **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-
sirkel‘ (Pre-Site Survey)“ – Stationslisten der Mikronekton- und Zooplanktonfänge sowie der Bodenfischerei
zusammengestellt von R. Schneppenheim 13,—
- 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 10,—
- 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 15,—
- Heft Nr. 10/1983** – „Fluor im antarktischen Ökosystem“ – DFG-Symposium November 1982
zusammengestellt von Dieter Adelung 23,—
- Heft Nr. 11/1983** – „Joint Biological Expedition on RRS ‚John Biscoe‘, February 1982 (II)“
Data of micronekton and zooplankton hauls, by Uwe Piatkowski 16,—
- Heft Nr. 12/1983** – „Das biologische Programm der ANTARKTIS-I-Expedition 1983 mit FS ‚Polarstern‘“
Stationslisten der Plankton-, Benthos- und Grundsleppnetzfüge und Liste der Probennahme an Robben
und Vögeln, von H. E. Drescher, G. Hubold, U. Piatkowski, J. Plötz und J. Voß 14,—
- * **Heft Nr. 13/1983** – „Die Antarktis-Expedition von MS ‚Polarbjörn‘ 1982/83“ (Sommercampagne 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 Fahrtleiters 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 40,—
- 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 75,—
- 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 22,5€
- Sonderheft Nr. 5/1984** – „The observatories of the Georg-von-Neumayer-Station“, by Ernst Augstein 8,—
- Heft Nr. 16/1984** – „FIBEX cruise zooplankton data“
by U. Piatkowski, I. Hempel and S. Rakusa-Suszczewski 19,—
- Heft Nr. 17/1984** – „Fahrtbericht (cruise report) der ‚Polarstern‘-Reise ARKTIS I, 1983“
von E. Augstein, G. Hempel und J. Thiede 29,—
- 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 25,—
- 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 41,—
- 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 42,—