

**Die Fischfauna des östlichen und
südlichen Weddellmeeres :
geographische Verbreitung, Nahrung
und trophische Stellung der Fischarten**

**The demersal fish fauna of the eastern
and southern Weddell Sea :
geographical distribution, feeding of
fishes and their trophic position in the
food web**

Wiebke Schwarzbach

Inhaltsverzeichnis

Seite

	Zusammenfassung.....	3
	Summary.....	5
1.	<u>Einleitung</u>	7
1.1.	Kenntnisstand.....	7
1.2.	Fragestellung.....	9
2.	<u>Das Untersuchungsgebiet</u>	10
2.1.	Topographie und Hydrographie.....	10
2.2.	Eisbedeckung.....	11
3.	<u>Material und Methoden</u>	12
3.1.	Materialsammlung und Bearbeitung der Fische.	12
3.2.	Auswertung des Datenmaterials.....	15
3.3.	Nahrungsuntersuchungen.....	17
3.4.	Reifebestimmung.....	19
4.	<u>Ergebnisse</u>	21
4.1.	Zusammensetzung der Fischfauna.....	21
4.2.	Die Fischfauna in den verschiedenen Regionen des Weddellmeeres.....	23
4.3.	Tiefenverteilung der Fischarten.....	25
4.4.	Diversität der Fischfauna.....	27
4.5.	Fischreichtum des Weddellmeeres.....	29
4.6.	Gemeinschaftsanalyse der Fischfauna.....	30
4.7.	Die Fischarten des Weddellmeeres und deren Nahrungsbiologie.....	34
4.7.1.	Nototheniidae.....	34
4.7.1.1.	Trematomus scotti.....	34
4.7.1.2.	T.centronotus.....	37
4.7.1.3.	T.lepidorhinus.....	39
4.7.1.4.	T.eulepidotus.....	41
4.7.1.5.	T.loennbergi.....	43
4.7.1.6.	P.bernacchii und P.hansoni.....	45
4.7.2.	Artedidraconidae.....	48
4.7.2.1.	Dolloidraco longedorsalis.....	48
4.7.2.2.	Artedidraco skottsbergi.....	51
4.7.2.3.	A.loennbergi.....	52
4.7.2.4.	A.shackletoni.....	53

4.7.2.5.	Pogonophryne permitini.....	55
4.7.2.6.	P.phyllopon.....	56
4.7.3.	Bathydraconidae.....	57
4.7.3.1.	Akarotaxis nudiceps.....	57
4.7.3.2.	Gerlachea australis.....	59
4.7.3.3.	Prionodraco evansii.....	61
4.7.3.4.	Cygnodraco mawsoni.....	62
4.7.3.5.	Racovitzia glacialis.....	63
4.7.3.6.	Vomeridens infuscipinnis.....	64
4.7.4.	Channichthyidae.....	65
4.7.4.1.	Pagetopsis maculatus.....	65
4.7.4.2.	P.macropterus.....	66
4.7.4.3.	Dacodraco hunteri.....	67
4.7.4.4.	Chaenodraco wilsoni.....	68
4.7.4.5.	Cryodraco antarcticus.....	68
4.7.4.6.	Chionodraco hamatus und Ch.myersi.....	68
4.8.	Zusammenfassende Nahrungsbetrachtung.....	71
4.8.1.	Ernährungstypen bei den Fischen.....	71
4.8.2.	Nahrungsüberlappung zwischen den Fischarten.....	71
4.8.2.1.	im Filchner-Graben.....	72
4.8.2.2.	auf den Schelfgebieten.....	74
5.	<u>Diskussion</u>	75
5.1.	Fangmethoden.....	75
5.2.	Fischfauna und Artenvielfalt.....	75
5.3.	Fischfauna des Weddellmeeres im Vergleich mit der Ross-See und den Gebieten der saisonalen Packeiszone....	76
5.4.	Zoogeographische Einordnung der Fauna des Weddellmeeres.....	78
5.5.	Tiefenverteilung der Arten im Weddellmeer.....	79
5.6.	Die Nahrung der Fische im Vergleich mit der Ross-See und der saisonalen Packeiszone.....	80
5.7.	Trophische Stellung der Fischarten.....	81
5.8.	Die Bedeutung der Nahrungsressourcen für die Fischernahrung.....	84
5.9.	Aufteilung der Nahrungsressourcen.....	86
5.10.	Evolutionäre Entwicklungen der Nototheniiden.....	87
6.	<u>Literatur</u>	88
	Danksagung.....	94

Anmerkung

Dies ist die gekürzte Fassung einer Dissertation aus der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität Kiel.

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wird die Bodenfischfauna des östlichen und südlichen Weddellmeeres hinsichtlich der Artenzusammensetzung, der Verbreitung und der Nahrung der einzelnen Arten beschrieben und analysiert. Ausgewertet wurden 34 Agassiztrawl- und 3 Grundschleppnetzefänge, die auf den ersten beiden Expeditionen der "Polarstern" vom 02.02. - 14.03.1983 und vom 20.01. - 25.02.1984 gemacht wurden.

Mit 44 Arten aus 8 Familien ist das Weddellmeer als hochantarktisches Gebiet artenreicher als bislang angenommen, jedoch artenärmer als die Schelfgebiete der südlichen Scotia-See. 98% aller Individuen gehörten den 4 Familien der Notothenioidei (Nototheniidae, Artedidraconidae, Bathydraconidae und Channichthyidae) an. Die übrigen 2% waren Liparididen, Zoarciden, Muraenolepiden und Rajiden. Die 7 häufigsten Arten bildeten fast zwei Drittel aller Individuen: Trematomus scotti, Dolloidraco longedorsalis, Pagetopsis maculatus, Gerlachea australis, Akarotaxis nudiceps, Trematomus lepidorhinus und Trematomus eulepidotus.

Nach der geographischen Verbreitung und Tiefenverteilung der Arten lassen sich die Schelfgebiete des östlichen und südwestlichen Weddellmeeres deutlich vom Filchner-Graben unterscheiden.

Kennzeichnend für die Schelfgebiete ist der hohe Anteil an Nototheniiden mit 6 Arten der Gattungen Trematomus und Pagothenia. Von den Artedidraconiden waren die Arten der Gattung Artedidraco, von den Bathydraconiden Cygnodraco mawsoni und Prionodraco evansii Schelfbewohner. Häufigster Channichthyide war Pagetopsis maculatus. Die Artenvielfalt war mit $AR=2,08$ und $H'=1,60$ relativ hoch. Die Evenness lag im Mittel bei 0,83.

Die Fischfauna im Filchner-Graben außerhalb des Kontinentalschelfs wies eine deutlich andere Zusammensetzung auf. Hier dominierten Bathydraconiden. Vorherrschend waren die Arten: Gerlachea australis mit 28,6%, Dolloidraco longedorsalis mit 26,8%, Akarotaxis nudiceps mit 21,3% und Trematomus loennbergi mit 7,7% aller Individuen. Artenreichtum und Diversität waren mit $AR=1,47$ und $H'=1,14$ in dieser Region geringer als auf dem Schelf und in der Rönne-Vertiefung. Die Arten waren ungleich verteilt ($e=0,68$).

Die Fischfauna im südwestlichsten Teil des Weddellmeeres, der Rönne-Vertiefung, in mehr als 600 m Wassertiefe enthielt auch Arten, die auf dem Schelf verbreitet waren. In dieser Region war die Artenvielfalt mit $AR=2,53$ und $H'=1,82$ am größten. Die Verteilung der Individuen auf die Arten war im Unterschied zum Filchner-Graben relativ gleichmäßig ($e=0,94$).

Das Weddellmeer ist im Vergleich zu den Gewässern der Antarktischen Halbinsel nur dünn besiedelt. Die Biomasse ist mit 81,6 g/1000 m² auf dem Schelf des südlichen Weddellmeeres am geringsten. Auf dem Schelf im Nordosten (211,5 g/1000 m²) und vor Halley (447,9 g/1000 m²) war sie dagegen höher.

Nach ihren Nahrungsgewohnheiten lassen sich die einzelnen Arten verschiedenen Ernährungstypen zuordnen. Es konnten Benthosfresser sowie Nekton- und Planktonfresser und bei letzteren benthopelagisch und pelagisch fressende Arten unterschieden werden.

Das breiteste Nahrungsspektrum hatten die Nototheniiden, die überwiegend Benthos konsumierten. Die anderen Familien, vor allem Artedidraconiden und Channichthyiden, sind spezialisierter in ihren Nahrungsgewohnheiten. Die Artedidraconiden sind zwar ausgesprochene Benthosfresser, jedoch auf wenige Nährtiergruppen spezialisiert. Die Channichthyiden haben sich noch stärker spezialisiert, da sich ihre Nahrung nur aus zwei Futterkomponenten zusammensetzt und sie vor allem pelagisch fressen. Die Bathydraconiden zeigten ein vielfältiges Nahrungsspektrum, ihre Arten waren jedoch in der Mehrzahl auf das Fressen im Benthopelagial spezialisiert. Einzelne Vertreter haben stärkere Nahrungsbeziehungen zum Benthos oder fressen Nekton, andere haben sich zu Planktonfressern entwickelt.

Die Ergebnisse der Nahrungsuntersuchungen lassen eine Aufteilung der Nahrungsressourcen in vertikaler Richtung erkennen, wodurch trotz der teils recht hohen Überschneidungen im Nahrungsspektrum die interspezifische Konkurrenz herabgesetzt war. Die jeweiligen Nahrungsnischen wurden auf dem Schelf und im Filchner-Graben von jeweils anderen Arten besetzt.

Auf dem östlichen Schelf fraßen Trematomus scotti und Artedidraco skottsbergi in erster Linie benthische Organismen wie Polychaeten und Amphipoden. Cygnodraco mawsoni bevorzugte am Boden lebende, vor allem aber große bewegliche Organismen und Fisch. Trematomus lepidorhinus nutzte benthopelagische Nahrungsquellen (Polychaeten und Amphipoden sowie Mysidaceen und Copepoden), während Trematomus eulepidotus und Pagetopsis maculatus sich hauptsächlich von Euphausiaceen ernährten. Auf dem Schelf des südlichen Weddellmeeres kam neben T.scotti vor allem A.loennbergi als reiner Benthosfresser vor. Als benthopelagische Arten waren hier Prionodraco evansii und ebenfalls T.lepidorhinus vertreten.

Für die dominanten Arten im Filchner-Graben sah die Aufteilung der Nahrungsressourcen folgendermaßen aus: Dolloidraco longedorsalis nahm Benthostiere, Trematomus loennbergi konsumierte eine Vielzahl benthischer und benthopelagischer Organismen sowie Nekton, Akarotaxis nudiceps fraß in benthopelagischen Wasserschichten und Gerlachea australis rein pelagisch.

Auf dem Schelf ist die Zahl der Benthosfresser höher als jenseits des Kontinentalschelfs. Auf dem östlichen Schelf sind zudem mehr Planktonfresser vorhanden als im südwestlichen Weddellmeer. Möglicherweise ist das Angebot an Euphausiaceen im Südwesten geringer als in den anderen Gebieten des Weddellmeeres als Folge der länger anhaltenden Eisbedeckung und dadurch bedingten geringeren Produktivität dieser Region. Im Filchner-Graben war der Anteil benthopelagischer Arten höher als auf den Schelfgebieten.

Bei der Gattung Trematomus ist im Weddellmeer eine Entwicklung von der benthischen zur pelagischen Ernährungsweise festzustellen, die sich auch im Habitus der einzelnen Fischarten beobachten läßt.

Summary

This thesis describes composition and distribution of the bottom fish fauna of the Weddell Sea from the Atka Ice Port (8° W) in the northeast to the base of the Antarctic Peninsula (61° W) in the southwest. A special topic of the thesis deals with the feeding of the fish species and their trophic interrelationships. Fish was caught during two expeditions with the RV "Polarstern" (ANT/1983 and ANT II/1984) mainly by a modified Agassiztrawl (34 hauls). Three hauls were made using a commercial bottom trawl. Sampling stations were situated on the continental shelf and in trenches, ranging in depths from 205 to 1176m.

The fish fauna of the Weddell Sea is richer in diversity than was known so far but poorer than that from the shelves of the southern Scotia Sea. Altogether 44 species belonging to 8 families were caught. 98 % of all specimens belong to the Notothenioidei (Nototheniidae, Artedidraconidae, Bathydraconidae and Channichthyidae). Liparididae, Zoarcidae, Muraenolipidae and Rajidae were rare in catches. The most frequent taken species constituted two third of all individuals: Trematomus scotti, Dolloidraco longedorsalis, Pagetopsis maculatus, Gerlachea australis, Akarotaxis nudiceps, Trematomus lepidorhinus and Trematomus eulepidotus.

The fish fauna on the eastern and southern shelves of the Weddell Sea is dominated by nototheniids which were represented by six species, mainly by Trematomus scotti, T.lepidorhinus and T.eulepidotus. From channichthyids Pagetopsis maculatus had a high occurrence. Artedidraconids were represented mainly by small species of the genus Artedidraco (A.skottsbergi, A.loennbergi, A.shackletoni). Bathydraconids were negligible.

In the Filchner Depression the fish fauna is distinctly different from that on the shelves. The fish fauna is characterized by a high proportion of bathydraconids, whereas nototheniids in general were rare. Four species dominated the fauna: Gerlachea australis with 28.6%, Dolloidraco longedorsalis with 26.8%, Akarotaxis nudiceps with 21.3% and Trematomus loennbergi with 7.7% of individuals.

The fish fauna of the Ronne Depression was composed by a relatively high number of species, although the number of individuals was low.

The biomass of fish in the Weddell Sea is very poor and decreases from northeast to southwest.

The demersal fish fauna is similar to that of the Ross Sea and other high Antarctic regions with regard to species composition and diversity (Chapter 5.3.).

The Weddell Sea has a fish fauna distinctly different from that of the Scotia Sea and the Antarctic Peninsula. The eastern and southern parts of the Weddell Sea can be classified zoogeographically into the Greater Antarctic District of the Continental Province (Chapter 5.4.).

The feeding of the fish species and their trophic interrelationships are another topic of the thesis. Detailed information is given on the prey spectrum of each fish species. Furthermore the degree of dietary overlap between fish species is analysed and how food resources are partitioned.

Feeding types are well defined within the families. Nototheniids show the greatest diversity in both diets as well as in feeding behaviour. The other families tend to be more specialized than the nototheniids. Bathydraconids feed mainly benthopelagic, while artedidraconids select polychaetes and amphipods. Channichthyids show the greatest specialization and feed pelagically on euphausiids and fish.

The importance of the prey organisms is discussed in Chapter 5.8.

Species that were generalistic benthos feeders showed 30 - <65% dietary overlap with other generalists and <30% dietary overlap with more specialized feeders. Overlap in prey was high (>65%) between some benthos feeding species due to their high proportion of gammaridean amphipods and polychaetes. Among benthopelagic feeders the percentage of dietary overlap was generally low (<30%).

Food analyses show a partitioning of the food resources along a vertical prey-distribution axis. Dominant fish species within communities are generally adapted to feed at different levels within vertical habitat zones. Therefore prey overlap and thus interspecific competition between the species is reduced. For example, the dominant fish species in the Filchner Depression partitioned the prey as follows: Dolloidraco longedorsalis feed on benthos, Trematomus loennbergi consume a lot of different benthic and bentopelagic prey, whereas Akarotaxis nudiceps feed in benthopelagic layers and Gerlachea australis is mainly planktivorous.

There is an evolutionary trend from bottom dwellers towards pelagism in some notothenioids. This trend in developing a more pelagic habitat can be also seen in the feeding mode of some species of the genus Trematomus.

1. Einleitung

1.1. Kenntnisstand

Seit der Entstehung der Antarktis vor etwa 40 Mill. Jahren aus Teilen des Gondwanakontinents (CRADDOCK, 1978) hat sich im Südpolarmeer eine Fischfauna herausgebildet, die sich durch ihren Reichtum an endemischen Formen auszeichnet. Diese Fischfauna umfaßt ca. 203 Arten (ANDRIASHEV, 1987), von denen 88% nur dort anzutreffen sind. Zwei Drittel der Arten und wahrscheinlich mehr als 90% aller Individuen gehören der Unterordnung Notothenioidei an (DeWITT, 1971; KOCK, 1985), von ANDRIASHEV (1965) als "autochthone" Element der Fischfauna bezeichnet. Zu dieser Unterordnung gehören die Familien Nototheniidae, Artedidraconidae, Bathydraconidae und Channichthyidae.

Eine weitere Besonderheit der antarktischen Fischfauna gegenüber anderen Meeresgebieten ist ihr ganz überwiegender Anteil demersaler Formen und die geringe Besiedlung des Pelagials. Das größte und charakteristische Element dieser Bodenfischfauna bilden die Nototheniidae. Diese Familie weist auch die größte Vielfalt bezüglich ihrer Struktur, des Lebensraumes und ihrer Verteilung auf (DeWITT, 1971).

Trotz gleichförmiger Umweltbedingungen haben sich in verschiedenen Regionen des Südpolarmeeres Unterschiede in der Fischfauna entwickelt. Zum Beispiel unterscheiden sich die Gebiete der permanenten Packeiszone mit ihren Randmeeren Weddellmeer und Ross-See von der Region an der Antarktischen Halbinsel. So ist in der Bransfield Strait, der Scotia-See und dem Scotia-Bogen die Gattung *Notothenia* vorherrschend, während in der hochantarktischen Schelfregion die Gattung *Trematomus* dominiert. In beiden Regionen kommen auch verschiedene Arten der Channichthyiden vor. Insgesamt betrachtet ist die Fischfauna der permanenten Packeiszone (HEMPEL, 1985) artenreicher, wahrscheinlich aber individuenärmer als die der saisonalen Packeiszone.

Die pelagische Fischfauna der Scotia-See wird vor allem von Myctophiden gebildet. In den hochantarktischen Schelfregionen nimmt *Pleuragramma antarcticum* eine Schlüsselstellung im pelagischen System ein (HUBOLD, 1984). Sie ist sowohl in der Ross-See (DeWITT, 1970) als auch im Weddellmeer (HUBOLD, 1985 a) die dominierende Fischart. Im Pelagial der Ross-See fehlen nahezu alle Myctophiden, Gonostomiden, Bathylagiden und Paralepiden; sie machen hier weniger als 1% der Fischfauna aus (DeWITT, 1970). Nototheniiden und Channichthyiden sind lediglich als Larven und Jungfische im Pelagial vertreten.

Die einzigen nicht-notothenioiden Gruppen in der Ross-See im McMurdo-Sound repräsentieren die Zoarciden und Lipariden: von ihren zahlreichen Arten wurden 7 bei den Zoarciden und 5 bei den Lipariden in antarktischen Gewässern nachgewiesen (ANDRIASHEV, 1965).

Erste Einblicke in die Zusammensetzung der Bodenfischfauna des Weddellmeeres wurden aufgrund der Untersuchungen mit der FS "Polarsirkel" 1979/80 und 1980/81 gewonnen. Die auf diesen Expeditionen gefangenen 35 Fischarten aus 8 Familien (KOCK et al., 1984) weisen die Fischfauna des Weddellmeeres als artenreich aus. Über 98% aller Individuen gehörten der Unterordnung Notothenioidei an.

Vor 20 Jahren war das Wissen über die Nahrungsökologie antarktischer Fische noch sehr gering (ANDRIASHEV, 1965). Seitdem sind auf diesem Gebiet zahlreiche Arbeiten veröffentlicht worden, die von qualitativen Beobachtungen an wenigen Arten (HUREAU, 1964; HOLLOWAY, 1969; PERMITIN, 1970; YUKHOV, 1971; RACUSA-SUSZCZEWSKI & PIASEK, 1973; HEYWOOD & LIGHT, 1975; MORENO, 1980) bis zu detaillierten Informationen über die Nahrungsspektren antarktischer Fische (ARNAUD & HUREAU, 1966; HUREAU, 1966, 1970; PERMITIN & TARVERDIYEVA, 1972, 1978; TARVERDIYEVA, 1972; RICHARDSON, 1975; DeWITT & HOPKINS, 1977; MORENO & OSORIO, 1977; DANIELS, 1982; WYANSKI & TARGETT, 1981) reichen. In diesen Untersuchungen, in denen oft Daten aus verschiedenen geographischen Regionen oder aus unterschiedlichen Zeiten zusammengefaßt wurden, wird das generelle Freßmuster bzw. die Nahrungsnische der einzelnen Fischarten beschrieben. Neuere Untersuchungen gehen darüber hinaus auf Nahrungsüberlappung und Interaktionen der einzelnen Fischarten innerhalb einer Lebensgemeinschaft ein (TARGETT, 1981).

Nahrungsuntersuchungen an Fischen haben dazu beigetragen, die trophischen Beziehungen vieler Arten und ihre Stellung im Ökosystem aufzuklären. So zeigen viele Notothoidei trotz ihrer überwiegend demersalen Lebensweise ernährungsökologische Beziehungen zum Pelagial: Channichthyiden ernähren sich in erster Linie von Euphausiaceen und Fisch (PERMITIN & TARVERDIYEVA, 1978, KOCK, 1981). In der Scotia-See, wo Euphausia superba im Zooplankton dominiert (MACKINTOSH, 1934), fressen die Channichthyiden hauptsächlich Krill, durchsetzt mit kleinen Fischen (TARGETT, 1981; TAKAHASHI, 1983). Im westlichen Teil der Ross-See, wo Krill selten ist (MARR, 1962; MACKINTOSH, 1973), besteht ihre Nahrung vor allem aus Pleuragramma antarcticum und nur zum geringen Teil aus Euphausia crystallorophias (TAKAHASHI & NEMOTO, 1984). In den Gebieten, in denen Krill selten ist, scheint Pleuragramma antarcticum als Zooplanktonfresser (DeWITT & HOPKINS, 1977) eine ökologische Schlüsselrolle in der Nahrungskette einzunehmen und zwischen dem kleinen Plankton und den Channichthyiden sozusagen als "Brücke" zu fungieren (TAKAHASHI und NEMOTO, 1984).

Die umfangreichsten Kenntnisse über das Freßverhalten antarktischer Fische stammen aus dem Gebiet der saisonalen Packeiszone und der Scotia-See (PERMITIN & TARVERDIYEVA, 1972, 1978; TARVERDIYEVA & PINSKAYA, 1980; TARGETT, 1981; DANIELS, 1982). 75 bis 80 % der an der Antarktischen Halbinsel und den Süd-Shetland-Inseln gefangenen Nototheniiden und Channichthyiden waren planktivor (PERMITIN & TARVERDIYEVA, 1978). Allgemein ist die Nahrung planktonfressender Fischarten ähnlicher als die benthosfressender Arten (TARVERDIYEVA & PINSKAYA, 1980).

Die Ernährungsweise einzelner Fischarten ist regional sehr unterschiedlich. So ordnete HUREAU (1970) Trematomus bernacchii bei Adeline Land als generellen Benthosfresser ein, wogegen MORENO (1980) und HEYWOOD & LIGHT (1975) für Exemplare an der Antarktischen Halbinsel ein anderes Freßmuster fanden: Dort dominierten pelagische Organismen (Krill und Mysidaceen) in der Nahrung von Trematomus bernacchii.

Artedidraconiden, Bathydraconiden und Channichthyiden tendieren in ihrer Ernährung zu stärkerer Spezialisierung als Nototheniiden (DANIELS, 1982). Zur Stellung der Bathydraconiden als Konsumenten ist bislang

wenig bekannt (DANIELS, 1982).

Nahrungsuntersuchungen aus dem Weddellmeer an 3 Bathydraconiden-Arten und 2 Nototheniiden-Arten liegen von KOCK et al. (1984) vor. Die Nahrungsressourcen der verschiedenen Fischarten sind vertikal gegliedert. Dadurch sind die Nahrungsüberlappung unter den Arten und die interspezifische Konkurrenz herabgesetzt (KOCK et al., 1984).

1.2. Fragestellungen

Die Regionen der saisonalen Packeiszone zeichnen sich durch hohe Produktivität in der Wassersäule und Krillreichtum aus. Das dortige pelagische System kann stark vereinfacht durch die für die Antarktis als typisch geltende, kurze Nahrungskette : Diatomen - Krill - Warmblüter charakterisiert werden (HEMPEL, 1985).

Abweichend von den Verhältnissen in der saisonalen Packeiszone weist das Weddellmeer als hochantarktisches Gebiet einige Besonderheiten auf. So ist das pelagische System mit seinem Zooplankton und den Larven benthischer Organismen inklusive Fischen nur gering besiedelt. Anstelle des Krills tritt hauptsächlich E.crystallorophias auf. Das Benthos ist dagegen sehr artenreich und reich an Biomasse (VOSS, 1988). Das bedeutendste Element im Nahrungsgefüge des inneren Weddellmeeres ist die reiche epibenthische Fauna. Den größten Teil dieser benthischen Lebensgemeinschaften machen die sessilen Suspensionsfresser aus. Viele dieser Formen wie z.B. Schwämme, Bryozoen und Hydrozoen bilden am Meeresboden dichte Matten organischen und skelettösen Materials. Es ist zu vermuten, daß aufgrund der kurzen Primärproduktion während der Sommermonate in den Gebieten, in denen das Packeis aufgebrochen ist, die Versorgung des Benthos mit Nahrung schubweise erfolgt und stark saisonabhängig ist.

Außer den Untersuchungen von KOCK et al. (1984), HUBOLD (1984) und EKAU (1988) ist über die Fischfauna des Weddellmeeres wenig bekannt. Die vorliegende Arbeit beschreibt die Fischfauna in unterschiedlichen Gebieten des Weddellmeeres und behandelt die Biologie der wichtigsten Arten. Anhand von Nahrungsuntersuchungen wird versucht, die trophische Stellung der verschiedenen Fischarten im "Ökosystem Weddellmeer" herauszuarbeiten.

Dabei sollen folgende Fragen besonders behandelt werden:

- Gibt es regionale und vertikale Unterschiede in der Fischbesiedlung ?
- Wie unterscheidet sich die Fischfauna des Weddellmeeres von der anderer antarktischer Meeresgebiete?
- Wie ordnet sich die Fauna dieses hochantarktischen Gebietes in die Zoogeographie der Antarktis ein?

Anhand von Nahrungsuntersuchungen sollen folgende Fragen geklärt werden:

- Lassen sich verschiedene Ernährungstypen unterscheiden? Falls ja,
- Spiegeln die verschiedenen Ernährungsweisen die kurze Vegetationsperiode des Untersuchungsgebietes wieder?
- Gibt es regionale Nahrungsunterschiede und lassen sich durch diese Unterschiede Verteilungsmuster in der Fischbesiedlung erklären?

2. Das Untersuchungsgebiet

Das Weddellmeer ist der südlichste Teil des atlantischen Sektors des Südpolarmeeres. Es wird begrenzt von der Antarktischen Halbinsel im Westen und dem antarktischen Kontinent mit dem vorgelagerten Filchner-Ronne-Schelfeis im Süden und Coats Land im Südosten. Im Norden bildet der Scotia-Bogen als untermeerisches Rückensystem eine natürliche Begrenzung zur Scotia-See. Eine Linie von den Süd-Sandwich-Inseln (26°W) bis nach Kapp Norvegia (12°W) definiert die seeseitige Begrenzung im Osten (CARMACK & FOSTER, 1975).

2.1. Topographie und Hydrographie

Den zentralen, ozeanischen Bereich des Weddellmeeres bildet ein Becken mit mittleren Tiefen von 4400 m. Die Schelfbereiche nehmen insgesamt 25% der Gesamtfläche des Weddellmeeres ein (CARMACK & FOSTER, 1975). Im Süden ist der Kontinentalschelf sehr breit (400 km), vor Coats Land dagegen nur ca. 90 km breit. Im südlichsten Teil des Weddellmeeres wird der Schelf von einem Grabensystem durchbrochen, deren tiefster Einschnitt die Filchner-Depression ist. Sie weist Tiefen von über 1200 m auf und setzt sich unterhalb des Filchner-Schelfeises fort (CARMACK & FOSTER, 1975, 1977). Die seewärtige Grenze der Schelfgebiete markiert die 500 m Tiefenlinie (Abb.1).

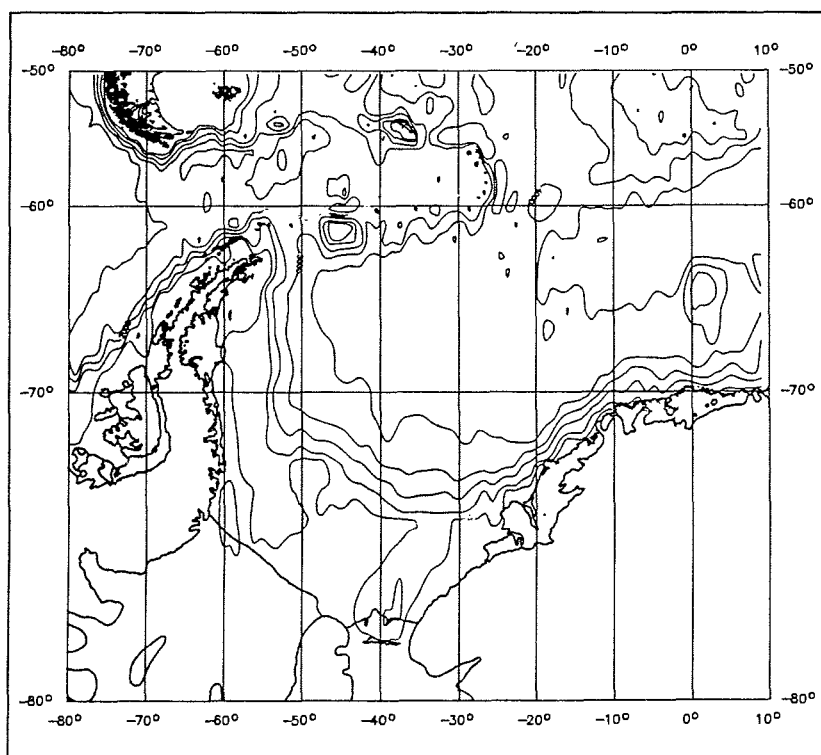


Abb. 1: Bathymetrie des Weddellmeeres

Grundlegende Daten zur Hydrographie des Weddellmeeres wurden bereits 1911 auf dem Schnitt von Süd-Georgien bis zum Filchner Schelfeis (BRENNECKE, 1921) und während der zwei internationalen Weddellmeer-Expeditionen (IWOE 1968 und 1973) genommen. Eine zusammenfassende Darstellung der hydrographischen Verhältnisse und der verschiedenen Wassermassen im Weddellmeer wird von HELLMER & BERSCH (1985) gegeben. Die Temperatur- und Salzgehaltsunterschiede am Meeresboden sind sehr gering. In den verschiedenen Wassermassen über dem Schelf des Weddellmeeres (Eastern Shelf Water, Western Shelf Water und Ice Shelf Water ; CARMACK & FOSTER, 1975) liegt der Salzgehalt bei 34,00 bis 34,80 ‰ und die Temperatur in Bodennähe bei -1,8 und -1,9 °C. Sehr niedrige Temperaturen von -2°C wurden im Ice Shelf Water im Filchner-Graben in Tiefen von 200- 600 m gemessen. Dieses Wasser ist nach FOLDVIK & KVINDE (1974) unterkühlt.

2.2. Eisbedeckung

Große Teile der Weddellmeeres sind permanent mit Meereis bedeckt. Die größte Ausdehnung wurde im August, die geringste Bedeckung im Februar beobachtet (ROPELEWSKI, 1983). Im Vergleich mit anderen antarktischen Regionen zeigt das Weddellmeer die größten jährlichen Schwankungen in der Eisbedeckung. Im Frühjahr dehnt sich die eisfreie Zone entlang der Küste von Coats Land und teilweise bis zum Filchner-Ronne-Schelfeis aus. Hohe Eiskonzentrationen gibt es als Zunge von der Spitze der Antarktischen Halbinsel bis 20°W im westlichen Weddellmeer, wo sich das Packeis mit dem Weddell-Wirbel ostwärts bewegt.

Während der Expedition ANT I (1983) war das nordöstliche Weddellmeer bis Halley eisfrei, südlich davon wurde die Küstenpolynya schmaler. In der Gould-Bay und im Filchner-Graben setzte bereits Neueisbildung ein. Eine schmale Küstenpolynya während der Expedition 1984 ermöglichte die Probennahme auf dem Schelf vor dem Filchner-Ronne Schelfeis bis zur Wurzel der Antarktischen Halbinsel.

3. Material und Methoden

3.1. Materialsammlung und Bearbeitung der Fische

Das Material für die vorliegenden Untersuchungen wurde auf zwei Reisen mit der FS "Polarstern" ins Weddellmeer genommen:

- ANT I/2 vom 2.02. bis 14.03.1983
- ANT II/4 vom 20.01. bis 25.02.1984.

In der Abb.2 ist das Fanggebiet mit der Lage der einzelnen Fischerei-Stationen (1983: 17 Stationen, 1984: 21 Stationen) dargestellt.

Das Untersuchungsgebiet umfaßt den Bereich von der Atka-Bucht im Osten des Weddellmeeres (70°30'S, 8°W) am Kontinentalschelf entlang bis zum Filchner-Graben und in die Gould-Bay und von dort entlang der Schelfeiskante nach Westen bis zum Fuße der Antarktischen Halbinsel (74°50'S, 61°08'W).

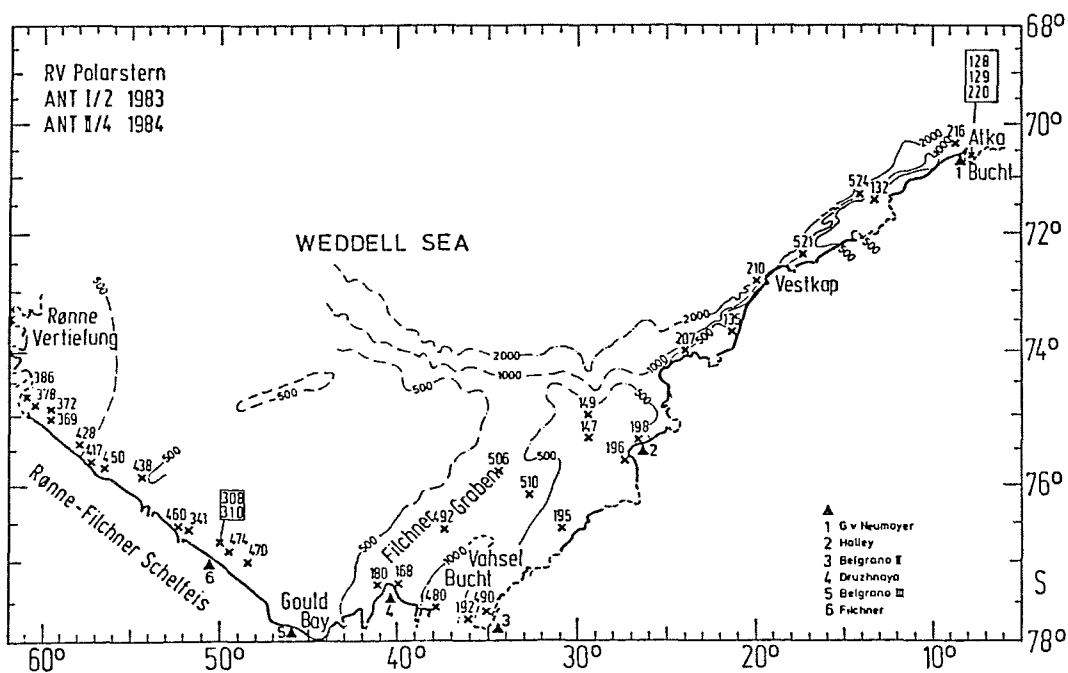


Abb.2: Die Positionen der Dredge-, Agassiztrawl- und Grundschleppnetz-fänge der Expeditionen ANT I/2 1983 und ANT II/4 1984 mit der "FS Polarstern"

Die Positionen der einzelnen Stationen mit Angaben zur Fangzeit und Fangtiefe sind in Tab.1 (1983) und Tab.2 (1984) angegeben. Ausführliche Angaben mit Bemerkungen zu den einzelnen Fängen sind den Berichten zur Polarforschung 12 (DRESCHER et al., 1983) und 19 (KOHLEN; 1984) zu entnehmen.

Als Fanggerät wurde auf beiden Reisen vor allem ein Agassiztrawl mit einer 3x1 m großen Öffnung eingesetzt, das mit Netzen von 3 cm Maschenweite bestückt wurde. An drei Stationen kam das kommerzielle 140-Fuß-Grundschieppnetz (Maschenweite 10 cm/ im Steert 1,5 cm) zum Einsatz. Es wurde in halb- bzw. einstündigen Hols über Grund geschleppt. In zwei Fällen wurde mit einer 1x 0,3 m messenden Rechteckdredge Fischmaterial gefangen.

Tab. 1: Stationsliste mit Angaben zu Position, Fangzeit und Tiefenbereich der Stationen aus dem Jahr 1983

Station	Datum	Position S W	Fangtiefe (m)	Fangbeginn	Schleppzeit
A G A S S I Z T R A W L - F Ä N G E					
129	04.02.	70°29.9' 8° 7.3'	270 - 303	16.20	17
132	06.02.	71°28.0' 13°12.9'	248	19.01	21
135	08.02.	73°41.6' 20°55.3'	201 - 205	14.13	16
147	11.02.	75°21.9' 29°22.0'	430 - 434	10.50	17
149	11.02.	75°00.7' 29°27.4'	408 - 409	20.36	7
168	15.02.	77°18.4' 40°02.8'	755 - 782	19.54	15
192	21.02.	77°43.8' 36°07.8'	745 - 842	22.11	13
195	22.02.	76°34.0' 30°54.5'	354 - 372	17.30	10
196	23.02.	75°38.6' 27°20.5'	288 - 287	08.00	22
198	23.02.	75°24.8' 26°46.3'	230 - 229	15.03	28
207	24.02.	74°03.9' 23°56.9'	270 - 251	21.05	25
210	25.02.	72°55.1' 19°41.8'	453 - 437	16.00	25
216	01.03.	70°26.9'	350 - 329	11.27	23
G R U N D S C H L E P P N E T Z F Ä N G E					
180/1	18.02.	77°19.1' 41°04.9'	703 - 675	13.25	35
180/2	18.02.	77°13.7' 40°03.8'	673 - 717	16.30	65
220	01.03.	70°30.3' 8°04.0'	261 - 263	20.00	35

Die an Bord heraussortierten Fische wurden auf der ersten Reise soweit möglich vorbestimmt und nach Arten getrennt in Plastikbeuteln bei -36°C eingefroren. Die auf der zweiten Reise gesammelten Fische wurden nach Stationen getrennt in Folie eingeschweißt und ebenfalls bei -36°C tiefgefroren.

Das gesamte Material umfaßt 1165 Fische, von denen während der ANT I/2-Reise 763 und während der ANT II/4- Expedition 402 Fische gefangen wurden.

Tab. 2. Stationsliste mit Angaben zu Position, Fangzeit und Tiefenbereich der Stationen aus dem Jahr 1984

Station	Datum	Position S W	Fangtiefe (m)	Fangbeginn	Schleppzeit
A G A S S I Z T R A W L - F Ä N G E					
308	20.01	76°52.5' 50°40.4'	259	15.58	18
310	20.01.	76°52.0' 50°40.4'	254 - 249	18.06	19
341	26.01	76°39.2' 52°09.0'	295 - 300	10.06	20
369	30.01.	75°08.5' 59°38.1'	631	09.35	37
372	30.03.	75°00.1' 59°38.0'	621 - 624	15.00	39
378	31.01.	74°57.3' 60°31.4'	661 - 646	08.08	27
386	31.01.	74°49.7' 61°08.3'	637 - 630	17.23	30
417	05.02.	75°46.1' 56°50.8'	348 - 345	14.15	26
428	06.02.	75°31.1' 57°51.7'	536 - 526	18.43	30
438	07.02.	76°09.7' 54°21.4'	416 - 430	13.32	27
450	08.02.	75°49.2' 56°15.1'	456 - 444	17.09	22
460	12.02	76°37.2' 52°18.1'	313	03.10	26
470	14.02.	77°07.5' 48°35.8'	233 - 234	06.08	27
474	14.02.	75°56.7' 49°44.0'	224 - 216	11.04	27
480	17.02.	77°36.8' 37°56.0'	1168 - 1184	14.30	34
490	20.02.	77°39.6' 35°13.5'	387 - 404	16.30	18
492	21.02.	76°37.4' 37°02.6'	871 - 867	09.00	34
506	22.02	75°51.1' 34°24.5'	728 - 682	09.11	32
510	22.02.	76°08.4' 32°37.6'	788 - 786	15.10	33
521	24.02.	72°24.0' 17°17.3'	600 - 887	17.55	33
524	25.02.	71°23.9' 13°58.8'	293 - 357	06.03	32

Grundlage für die Artbestimmung der Nototheniidae, Artedidraconidae, Bathydraconidae und Channichthyidae war ein von NORMAN (1938) erstellter Bestimmungsschlüssel. Bei der Gattung Trematomus und Pagothenia enthielt dieser Schlüssel Ergänzungen von ANDRIASHEV (1966) sowie von ANDRIASHEV und JAKUBOWSKI (1971), für die Gattung Bathyraco Ergänzungen von DeWITT & TYLER (1960) sowie für Channichthyiden und Bathydraconiden einen überarbeiteten Schlüssel von HUREAU & DeWITT (1979). EAKIN und KOCK bearbeiteten freundlicherweise die meisten Exemplare der Gattung Pogonophryne. Einzelne Exemplare wurden anhand eines von ANDRIASHEV (1967) und EAKIN & KOCK (1986) erstellten Schlüssels selbst

bestimmt. Die Zoarciden wurden zur Bearbeitung an ANDERSON nach Kopenhagen, die Liparididen an ANDRIASHEV nach Leningrad weitergegeben.

Bei der Bearbeitung der Fische im Labor wurden die Fische einzeln aufgetaut, gemessen und gewogen und anschließend seziiert. Dabei wurden folgende Daten erhoben:

- Total- und Standardlänge (auf 1 mm genau)
- Total- und Schlachtgewicht (auf 0,01 bzw. 0,1 g genau)
- morphometrische Daten (Augendurchmesser, Interorbitalabstand, Kopf- und Schnauzenlänge, Körperhöhe)
- meristische Werte (Anzahl der Flossenstrahlen, Schuppen in der Längsreihe und Seitenlinie).

Die Eingeweide wurden einzeln gewogen und anschließend konserviert. Die Gonaden wurden in 4%igem Formaldehyd, Magen, Darm und Leber in 70 %igem Alkohol fixiert.

3.2. Auswertung des Datenmaterials

Standardisierung der Fänge

Aus schiffstechnischen Gründen waren die Fänge nicht einheitlich, da Eisverhältnisse und Bodenbeschaffenheit ein flexibles Einsetzen der Fanggeräte erforderlich machten. Angestrebt wurden Fänge bei einer Schleppgeschwindigkeit von 0,5 Kn zwischen 20 und 30 min. Fangdauer.

Für eine quantitative Aussage über die geographische und vertikale Verbreitung der Fischarten und Familien war eine Umrechnung der Fangzahlen auf Standardfänge notwendig. Zur Bestimmung der Abundanz wurden die gefangenen Individuen jeder Art und jedes Hols auf die Anzahl pro 1000 m² befischte Fläche und um die Ergebnisse mit anderen fischereilichen Untersuchungen vergleichen zu können, auch auf die Anzahl pro 30 min. Fangzeit umgerechnet.

Für die einzelnen Hols wurde nach Aufzeichnungen des genauen Holverlaufs an Bord die zurückgelegte Fangstrecke ermittelt. Eine ausführliche Beschreibung dieser Berechnung gibt VOSS (1988). Auf der Basis von Fangstrecke x 3 m Netzbreite des Agassiz-Trawls wurden die Fänge auf 1000 m² befischte Fläche bezogen.

Für die Berechnung der Fischbiomasse wurden die Naßgewichte der Fische addiert und auf 1000 m² befischte Fläche umgerechnet. Für Vergleiche verschiedener Gebiete und Tiefenstufen wurden die Mediane der Abundanzen benutzt.

Zur weiteren Charakterisierung der Fischfauna dienten als ökologische Indices Artenreichtum, Diversität und Evenness (Äquität). Sie wurden anhand der Rohdaten für jeden einzelnen Hol berechnet und für einzelne Gebiete als Mittelwerte angegeben. Die Diversität wurde nach dem Shannon-Wiener-Index (SHANNON & WEAVER, 1949) berechnet, wobei n_i die Anzahl der i -ten Art und N die Gesamtindividuenzahl bedeuten:

$$H' = - \sum_{i=1}^k (n_i/N) \log_2 (n_i/N)$$

Die Evenness bezeichnet die Gleichmäßigkeit der Aufteilung der Individuen auf die Arten (OWESEN, 1976):

$$e = H'/\ln S$$

wobei S die Anzahl der Arten darstellt. e kann Werte von 0 bis 1 annehmen; bei 0 gibt es nur eine Art, bei 1 sind alle Individuen gleichmäßig auf die Arten verteilt.

Der Artenreichtum beruht auf der logarithmisch-linearen Beziehung zwischen Arten- und Individuenzahl (BOESCH, 1972) und setzt beide in das Verhältnis:

$$AR = AZ^{-1/\ln IZ}$$

wobei AZ die Artenzahl und IZ die Individuenzahl ist. Die Subtraktion von 1 von AR führt zu einem sinnvollen AR bei nur einer Art.

Clusteranalyse

Um die Zuordnung ähnlicher Stationen und die Beschreibung der Fischfauna mathematisch auszuwerten, wurde die Clusteranalyse benutzt. Dazu wurden auf der Grundlage von Anwesenheit und Abwesenheit der Arten die Daten zu einer 44 Arten x 37 Stationen - Matrix zusammengefaßt, die in mehreren Schritten auf eine Matrix von 29 Arten und 32 Stationen reduziert wurde:

- Die Grundschleppnetzfüge wurden aus der Analyse herausgenommen, um Einflüsse unterschiedlicher Fanggeräte auf die Ergebnisse auszuschließen,
- außerdem wurden rein qualitative AGT-Fänge (St. 308 und 521) und alle Arten, die auf weniger als 3 Stationen vertreten waren, aus der Matrix entfernt. Liparididen und Zoarciden kamen mit nur wenigen, teils nicht bestimmbar Arten vereinzelt auf tiefen Stationen vor. Sie wurden jeweils als Familie behandelt, was für die Clusteranalyse aufgrund ihrer Verbreitung keinen Informationsverlust bedeutet.

Das hier angewandte gemeinschaftsanalytische Verfahren besteht aus zwei Teilen:

- Messung der Ähnlichkeit bzw. Unähnlichkeit (Distanz) zwischen den Individuen
- der Verknüpfungsstrategie.

Einen Überblick über Ähnlichkeits- und Distanzmaße geben BOCK (1974), STEPHENSON (1972), WILLIAMS & LANCE (1977) und WISHART (1975). Als Ähnlichkeitsmaße eigneten sich für das vorhandene Datenmaterial sowohl der JACCARD-Index als auch die Canberra-Metrik. Beide Clusterverfahren brachten unter Verwendung der standardisierten Fangzahlen pro 1000 m² und pro 30 min. gute Ergebnisse.

Der JACCARD-Index ist ein Affinitätsmaß, das eine Zuordnung der Stationen auf der Grundlage von "presence/absence" der Arten vornimmt. Die Canberra-Metrik stellt ein Distanzmaß auf numerischer Basis dar,

bei dem die Abundanzen verglichen werden.

Für die Verknüpfung der Daten wurde das Verfahren nach WARD benutzt, das als Ergebnis eine Hierarchie von Clustern liefert, die agglomerativ aufgebaut wird, d.h. die Stationen werden zunehmend in Untergruppen vereinigt, bis alle zu einer einzigen Gruppe gehören. Als Ausgangspunkt bildet jede Station ein Cluster für sich. Von den bestehenden Clustern werden jeweils die beiden ähnlichsten vereinigt.

3.3. Nahrungsuntersuchungen

Die Bearbeitung jedes einzelnen, gefrorenen Magens und die Bestimmung seines Inhalts wurde nach dem Herauspräparieren des Verdauungstraktes in den folgenden Schritten durchgeführt:

- Abtrennen des Magens von den Pylorischen Anhängen, Wiegen und Aufschneiden vom Schlund her
- Grobe Schätzung des Füllungsgrades
- Herausnehmen des Inhalts, Bestimmung des Naßgewichtes (auf 0,01 g) und Konservierung in 70 %igem Alkohol
- Sortieren und Einordnen aller erkennbaren Organismen und Fragmente in die unterschiedlichen taxonomischen Gruppen.

Die Nährtiere wurden soweit wie möglich zur Art bestimmt, pro Magen gezählt und gewogen. Für jede Nährtiergruppe wurden die vorhandenen Bruchstücke einzelnen Tieren zugeordnet. Bei Polychaeten wurden die Anzahl der Kiefer zur Bestimmung der gefressenen Organismen herangezogen, da nur in seltenen Fällen Köpfe vorhanden waren. Dies machte oft auch eine Bestimmung schon weit verdauter Polychaetenreste möglich, da Kiefer wie Borsten schwer verdaulich sind.

Bei den Euphausiaceen und mazerierten Fischbestandteilen dienten die Augen zur Bestimmung der Nahrungsmenge.

Anhand der Statolithen im Schwanzfächer konnten weit verdaute Reste von Mysidaceen identifiziert werden.

Bei Amphipoden, Isopoden und Cumaceen wurden die Köpfe oder Abdomen gezählt.

Probleme ergaben sich bei der als Pteropoden eingeordneten Organismengruppe, da nur in zwei Mägen charakteristische Außenschalen vorhanden waren. Anhand der anderen für diese Nahrungsorganismen typischen Strukturen konnte keine Aussage über die Anzahl der Tiere gemacht werden. Obwohl die Mengen sich in den einzelnen Mägen deutlich unterschieden, ist in dieser Nährtiergruppe immer nur das Vorkommen mit n=1 als positiv vermerkt.

Bei Bryozoen wurden die sortierten Einzelteile pro Magen als eine Kolonie betrachtet.

Für die Abschätzung der Biomasse wurden die Nahrungskomponenten eines jeden Magens bei 60°C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und auf 0,1 mg genau gewogen. Obwohl die Nährtiere in den Mägen unterschiedliche Verdauungsgrade aufweisen, gibt ihr Gewichtsverhältnis einen weiteren wichtigen Aufschluß über die Nahrungszusammensetzung der Fische, da diese Methode die unterschiedlichen Größenverhältnisse der Nährtiere berücksichtigt und damit der ökologischen Bedeutung einzelner Nahrungsbestandteile für die Fischart näher kommt, als die rein numerische Auswertung, bei der große und kleine Nahrungsorganismen gleichwertig behandelt werden.

Eine noch bessere Angabe wäre die Berechnung auf der Grundlage der tatsächlichen Biomasse anhand von Belegexemplaren aus dem Benthos und Plankton gewesen, was aber die Kenntnis des Arten- und Größenspektrums der Fauna in diesem Meeresgebiet und das Vorhandensein von Vergleichsproben voraussetzt. Außerdem muß für die Anwendung dieser Methode aus den Bestandteilen des Mageninhalts auf die Größe der Nährtiere geschlossen werden können. Diese Voraussetzungen waren nicht gegeben.

Bestimmung der Nährtiere

Sipunculiden und Echiuriden wurden u.a. anhand der Belegexemplare aus den Benthosproben der ANT I- und ANT II-Reisen identifiziert. Holothurienarten wurden freundlicherweise von Herrn Dr. Gutt, Copepodenarten von Frau Dr. Schiel und Frau Midzdalski im AWI bestimmt. Für die Bestimmung der Euphausiaceen wurde ein von MAUCLINE und FISHER (1969) bearbeiteter Schlüssel mit Illustrationen von JOHN (1936), TATTERSALL (1908), HANSEN (1911) und NEMOTO (1966) verwendet.

Auswertung der Nahrungsanalysen

Zur Charakterisierung der Nahrung der verschiedenen Fischarten und deren Interaktionen wurden folgende Indices benutzt:

1. Dominanz

Die Bedeutung der Benthos- und Planktonorganismen als Nährtiere für die jeweilige Fischart drückt sich in der zahlen- und gewichtsmäßigen Menge aus, in der sie gefressen werden. Der prozentuale Anteil der Individuen/ Biomasse einer Nährtiergruppe an den insgesamt gefressenen Futterorganismen im Magen (Dominanz) liefert ein Maß für den Stellenwert in der Nahrung einer Fischart.

Die Dominanz wurde für die Nährtiergruppen einmal auf Grundlage der Individuenzahl und einmal der Biomasse berechnet. Für jeden Fisch wurde die prozentuale Nahrungszusammensetzung auf der Grundlage der Trockengewichte berechnet. Aus diesen Einzeldominanzen wurde für jede Fischart und einzelne Längenklassen die durchschnittliche Nahrungszusammensetzung ermittelt.

In die Berechnung ging die nicht identifizierbare Biomasse mit ein. Ihr Anteil lag bei weniger als 7 %. Da es sich um Reste handelte und nicht um eine weitere Nährtierart, wurden sie in die Berechnung der Stückzahl nicht mit einbezogen.

2. Präsenz

Neben der Menge der Nährtiere gibt die Stetigkeit ihres Auftretens in den Mägen Aufschluß darüber, ob diese Nahrung regelmäßig gefressen wird oder als Gelegenheitsnahrung anzusehen ist. Ein Maß für die Regelmäßigkeit ist der Prozentsatz der Fische, die ein bestimmtes Nährtier gefressen haben, an der Gesamtzahl aller Fische mit gefülltem Magen.

3. Abundanz

Die Abundanz sagt aus, wieviele Individuen einer Nährtiergruppe ein Magen enthält. Mit Hilfe dieser Werte läßt sich abschätzen, wieviele Individuen einer bestimmten Nahrungskomponente von verschiedenen

Räubern weggefressen werden.

4. Nahrungsüberlappung

Zur Berechnung von Nahrungsüberlappung werden in der Literatur verschiedene Indices vorgeschlagen. Einen Vergleich der Indices liefert WALLACE (1981). Der in dieser Arbeit benutzte Index ist unter dem Begriff "percentage diet similarity" bekannt (WHITTAKER und FAIRBANKS, 1958). Er wurde von COLWELL und FUTUYMA (1971) wieder aufgegriffen und hat die Form:

$$C_{ih} = 1 - 1/2 \sum |p_{ij} - p_{hj}|$$

Dabei sind p_{ij} und p_{hj} die prozentualen Anteile der Nährtiergruppe j in der Nahrung der Fischart i bzw. h . Anhand der Berechnungen von Nahrungsüberlappungen lassen sich Nahrungsbeziehungen zwischen Längenklassen oder Arten quantifizieren (KEAST, 1978 b). Der Koeffizient kann Werte zwischen 0 und 1 annehmen. Der Wert ist 0, wenn beide zum Vergleich anstehenden Fischarten keine gemeinsame Nährtiergruppe aufweisen; er nimmt einen Wert von 1 an, wenn beide Fischarten dieselben Nährtiergruppen zu gleichen prozentualen Anteilen fressen.

5. Diversität des Nahrungsspektrums

Mit der Diversität des Nahrungsspektrums wird die Ausdehnung der Nahrungsnische, die von einer bestimmten Art in einem bestimmten Biotop besetzt ist, beschrieben. Im englischen Sprachgebrauch werden Ausdrücke wie niche breadth, niche width, dietary diversity verwendet. Als Maß für die Nischenbreite sind verschiedene Indices gebräuchlich. Hier wurde der Diversitätsindex H' nach SHANNON und WIENER verwendet. p_i stellt in der Formel den jeweiligen Anteil der Nährtiergruppen für eine Fischart dar:

$$H' = - \sum_{k=0}^i p_i \times \log_2 p_i.$$

Außerdem wurden die Anzahl der gefressenen Nährtiergruppen und die Evenness zur Beurteilung der Nahrungsspektren der Arten benutzt.

3.5. Reifebestimmung

Die Reife der Gonaden wurde anhand der 5er Skala nach EVERSON (1977) bestimmt:

- I immature
- II maturing virgin
- III developing
- IV gravid
- V spent

Zur Beurteilung der Reife wurden der Entwicklungszustand der Eier und die Größe und Form der Gonaden sowie das relative Gonadengewicht (HUREAU, 1964) herangezogen. Geschlechts- und Reifebestimmung waren dadurch erschwert, daß es sich um Frostmaterial handelte. Aussagen über

Geschlecht und Reife bei den Fischarten bezogen sich deshalb nur auf adulte Tiere , bei denen die Gonaden gut erhalten waren.

4. Ergebnisse

4.1. Zusammensetzung der Fischfauna

Auf den Expeditionen 1983 und 1984 wurden insgesamt 1165 Fische gefangen. Davon wurden die pelagischen Pleuragramma antarcticum von HUBOLD (1984) bearbeitet. Die verbleibenden 1002 Fische standen mir zur Bearbeitung zur Verfügung. 98 % dieser Fische gehörten der Subordnung Notothenioidei an. Die restlichen 2% verteilten sich auf die Familien Liparididae, Muraenolepidae, Zoarcidae und Rajidae.

Einen Überblick über die prozentuale Verteilung der Notothenioidei auf die einzelnen Familien gibt Tab.3.

Tab.3: Verteilung der Notothenioidei auf die Familien

Familie	Anzahl	in %	Biomasse (g)	in %
Nototheniidae	380	38,7	19 261	57,3
Artedidraconidae	266	27,1	2 605	7,7
Bathydraconidae	234	23,8	5 905	17,6
Channichthyidae	103	10,5	5 853	17,4

Die Nototheniidae sind hinsichtlich der Individuenzahl und Biomasse die umfangreichste Familie. Es folgen dann die Artedidraconidae mit mehr als einem Viertel aller Individuen. Von ihrer Biomasse her sind sie aber am geringsten am Gesamtfang vertreten. Die Bathydraconiden stellen etwas weniger als ein Viertel aller Individuen, die Channichthyiden ein Zehntel. Nach ihrer Biomasse sind beide Familien zu gleichen Teilen im Gesamtfang vertreten.

Das Artenspektrum der im Weddellmeer gefangenen Fischarten zeigt Tabelle 4. Insgesamt wurden 44 Arten aus 8 Familien gefangen. Zu den Notothenioidei gehören 38 Arten und 20 verschiedene Gattungen. Bei den Nototheniiden kommen außer Pleuragramma antarcticum und Dissostichus mawsoni die Gattungen Trematomus und Pagothenia mit insgesamt 8 Arten vor. Die Channichthyiden sind mit 5 Gattungen vertreten, von denen die Gattungen Pagetopsis und Chionodraco am häufigsten sind. Mit jeweils 11 verschiedenen Arten ist die Artenvielfalt bei den Artedidraconiden und Bathydraconiden am größten. In dieser Hinsicht besitzen die Bathydraconiden mit 8 verschiedenen Gattungen die größte Vielfalt. Die Artedidraconiden sind vor allem mit Dolloidraco longedorsalis und den Gattungen Artedidraco und Pogonophryne vertreten.

Unter Berücksichtigung aller Agassiztrawl-Fänge ist in Abb. 3 die Häufigkeit der einzelnen Arten im Weddellmeer graphisch dargestellt. Für die Auswertung wurden die Abundanzen pro 1000 m² verwendet.

90% aller Fische verteilen sich auf die 18 häufigsten Arten. Der verbleibende Anteil wird von den zahlreichen Arten gebildet, die jeweils mit 1% und weniger am Gesamtfang vertreten sind.

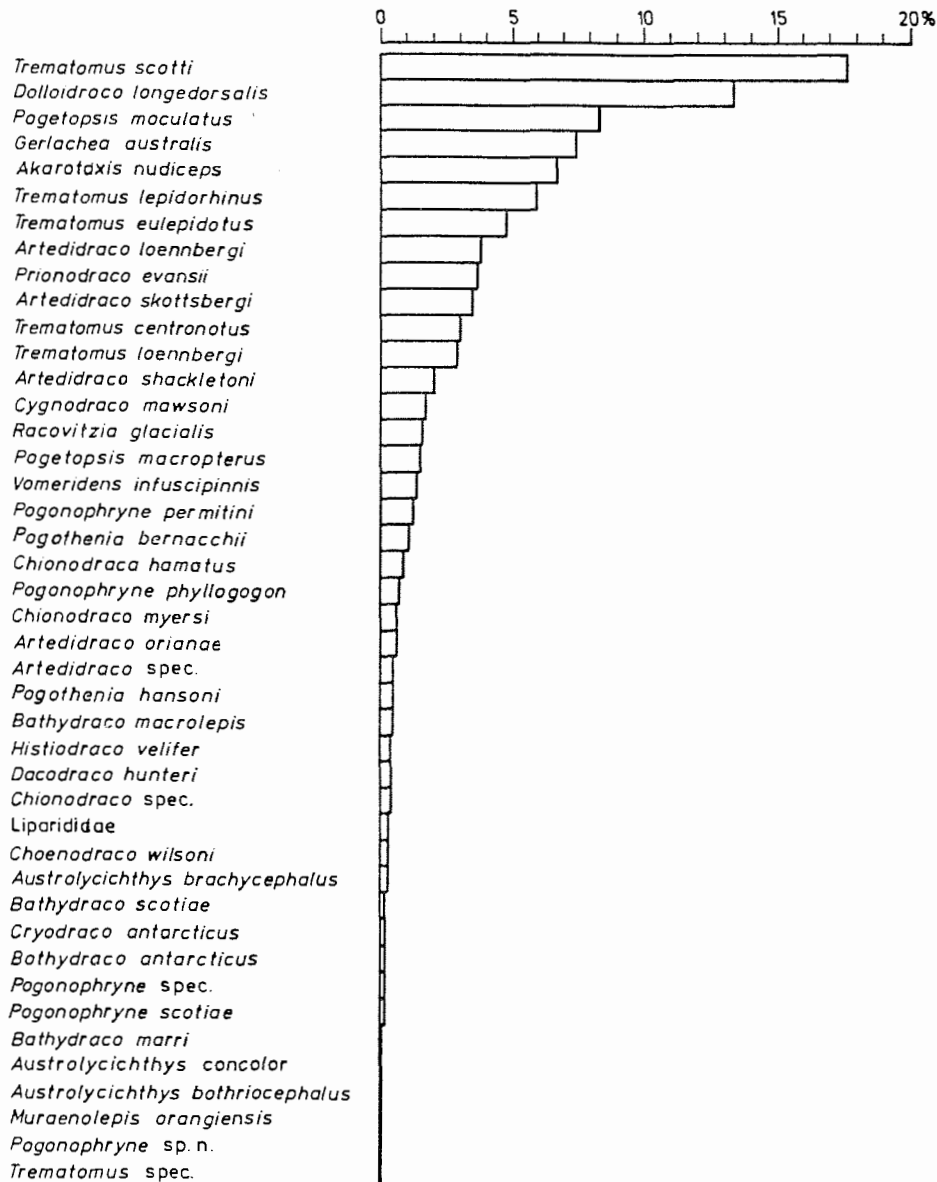


Abb.3: Häufigkeitsverteilung aller Fischarten im Weddellmeer unter Einbeziehung aller Agassiztrawl-Fänge (Anzahl Fische / 1000 m²)

Die 7 häufigsten Arten, die jeweils 5% und mehr vom Gesamtfang ausmachen, bilden fast zwei Drittel aller Fische im Weddellmeer. Die folgenden Arten stellen über die Hälfte aller Individuen: Trematomus scotti, Dolloidraco longedorsalis, Pagetopsis maculatus, Gerlachea australis und Trematomus lepidorhinus.

Tab.4: Artenspektrum der im Weddellmeer gefangenen Fischarten

<u>Fischarten</u>	<u>Anzahl</u>	<u>in %</u>	<u>Fischarten</u>	<u>Anzahl</u>	<u>in %</u>
NOTOTHENIIDAE			CHANNICHTHYIDAE		
Trematomus scotti	130	13,1	Pagetopsis maculatus	56	5,7
T.centronotus	36	3,7	P.macropterus	11	1,1
T.eulepidotus	63	6,5	Dacodraco hunteri	7	0,7
T.lepidorhinus	67	6,9	Cryodraco antarcticus	6	0,6
T.loennbergii	65	6,7	Chionodraco spec.	5	0,5
Pagothenia hansonii	6	0,6	Ch.hamatus	8	0,8
P.bernacchii	10	1,0	Ch.myersi	6	0,6
			Chaenodraco wilsoni	4	0,4
ARTEDIDRACONIDAE			LIPARIDIDAE		
Dolloidraco longedorsalis	148	15,1	Paraliparis spec.		
Histiodraco velifer	4	0,4	Paraliparis antarcticus		
Artedidraco skottsbergi	33	3,4			
A.loennbergi	23	2,4	MURAENOLIPIDAE		
A.shackletoni	16	1,6	Muraenolepis orangiensis	1	
A.orianae	6	0,6	ZOARCIDAE		
Pogonophryne spec.	3	0,3	Austrolycichthys concolor	1	
P.permitini	19	1,9	A.brachycephalus	5	
P.phyllopogon	6	0,6	A.bothriocephalus	1	
P.scotti	3	0,3	RAJIDAE		
Pogonophryne sp.n.	1	0,1	Bathyrāja maccaini	4	
BATHYDRACONIDAE					
Akarotaxis nudiceps	95	9,7			
Bathydraco scotiae	1	0,1			
B.antarcticus	2	0,2			
B.macrolepis	7	0,7			
B.marri	1	0,1			
Vomeridens infuscipinnis	8	0,8			
Racovitzia glacialis	8	0,8			
Prionodraco evansii	28	2,9			
Gerlachea australis	63	6,5			
Cygnodraco mawsoni	19	1,9			
Gymnodraco acuticeps	2	0,2			
			* außerdem:		
			Pagothenia borchgrevinki		
			Dissostichus mawsoni		
			Pleuragramma antarcticum		

4.2. Die Fischfauna in den verschiedenen Regionen des Weddellmeeres

Die folgenden 4 Gebiete wurden nach Tiefenstufen und geographischer Lage unterteilt.

1. Schelf des östlichen Weddellmeeres

Die Fangtiefen auf dem Schelf lagen zwischen 230 und 434 m. Kennzeichnend für die Fischfauna im Osten des Weddellmeeres ist der hohe Anteil an Nototheniiden, die mit 6 Arten vertreten sind. Ein Fünftel aller Fische gehört jeweils Arten der Artedidraconiden und

Channichthyiden an. Den geringsten Anteil stellen Bathydraconiden mit nur 4 Arten.

Trematomus scotti ist die häufigste Art in diesem Gebiet. Zusammen mit Pagetopsis maculatus und Trematomus lepidorhinus machen sie über die Hälfte gefangenen Fische aus. Einen ebenfalls hohen Anteil an der Gesamtfischfauna nehmen Trematomus eulepidotus und Artedidraco skottsbergi ein.

2. Filchner-Depression

Die Stationen aus diesem Gebiet lagen an der Schelfeiskante und Küstenfern nordöstlich der Filchner-Depression in einem Tiefenbereich von 670 - 870 m. Nur eine Station in der Filchner-Depression befand sich in 1170 m Tiefe. Der Meeresboden bestand aus weichem Ton mit Steinen oder Sand.

Die Fauna dieses Gebietes zeichnet sich durch einen hohen Anteil an Bathydraconiden und Artedidraconiden aus. Nach Arten- und Individuenzahl dominieren die Bathydraconiden. Mit 8 Arten besitzen sie den größten Artenreichtum. Die anderen Familien sind mit nur 1 bis 2 Arten vertreten.

Kennzeichnend für die Fauna dieser Region ist das Vorherrschen weniger Arten: Dolloidraco longedorsalis, Akarotaxis nudiceps und Gerlachea australis bilden mit über drei Viertel aller Individuen den größten Teil der Fischfauna. Von den Nototheniiden ist nur Trematomus loennbergi mit 8 % der Individuen häufig. Die übrigen 13 Arten sind sehr viel seltener. Im Gegensatz zu anderen Regionen des Weddellmeeres sind auch Lipariden und Zoarciden vorhanden.

3. Schelf des südlichen Weddellmeeres

Der Schelf vor dem Filchner-Rønne-Schelfeis ist im südlichen Teil relativ flach und fällt in nordwestlicher Richtung zum Tiefen ab. Die Stationen erstreckten sich von Süden nach Nordwesten entlang an der Schelfeiskante. Im südlichen, flacheren Teil mit sandigem Boden betrug die Fangtiefe 230 - 310 m. An den weiter im Nordwesten gelegenen Stationen kamen die Probenfänge aus 350 - 460 m Tiefe; der Boden bestand hier aus tonigem Feinsand oder weichem Ton mit Steinen.

Den größten Anteil an der Fauna bilden die Nototheniiden mit 45% aller Individuen und 6 Arten. Wie auf dem Schelf des östlichen Weddellmeeres stellt Trematomus scotti auch hier mit 30% den größten Teil aller Fische. Ebenfalls häufig ist T. eulepidotus, T. lepidorhinus und T. centronotus sind in geringerem Umfang vertreten als auf dem östlichen Schelf. Die zweithäufigste Art ist Artedidraco loennbergi. Mit mehr als einem Zehntel aller gefangenen Fische ist der Bathydraconide Prionodraco evansii auf dem Schelf am dritthäufigsten. Mit über 5% aller Individuen ist auch Pagetopsis maculatus ein noch mäßig häufiger Vertreter der Fischfauna. Bathydraconiden und Channichthyiden sind mit insgesamt weniger Arten als die anderen Familien vertreten und nehmen einen geringeren Anteil an der Gesamtfauna ein.

4. Rönne-Vertiefung

Die aus dem südwestlichsten Teil der südlichen Weddellmeeres aus 620 bis 660 m Tiefe stammenden Fänge wurden gesondert betrachtet. Der Meeresboden in dieser Region bestand aus tonigem Sand mit Steinen.

Die Fischfauna wird von einer Vielzahl verschiedener Arten bestimmt, deren Individuen relativ gleichmäßig auf die Arten verteilt sind (die Evenness liegt im Mittel bei $e = 0,94 \pm 0,03$). Dies ist ein wesentlicher Unterschied zu der Fischfauna im Filchner-Graben, die vor allem von 4 Arten beherrscht wird ($e = 0,68 \pm 0,16$).

Artedidraconiden, Bathydraconiden und Channichthyiden bilden zu annähernd gleichen Teilen über 80% der Fischfauna. Nototheniiden sind am geringsten vertreten.

Am häufigsten sind Dolloidraco longedorsalis, Trematomus loennbergi, Gerlachea australis und Vomeridens infuscipinnis, die zusammen über die Hälfte aller Fische ausmachen. In der Häufigkeit der Individuen folgen dann Chionodraco myersi, Pagetopsis maculatus und Akarotaxis nudiceps.

4.3. Tiefenverteilung der Fischarten

Die Tiefenverteilung der Fischarten/ Familien wird unter zwei Aspekten untersucht: Einerseits wird die Zusammensetzung der Fischfauna innerhalb einer bestimmten Tiefenstufe betrachtet: Verändert sich die Zusammensetzung der Fischfauna mit der Tiefe? Wie verändert sich die Artenzusammensetzung mit der Tiefe? Andererseits wird die Verteilung der Individuen einer definierten Familie/ Art in Abhängigkeit von der Tiefe untersucht.

In Abb. 4 sind beide Aspekte der Tiefenverteilung dargestellt. In der Tiefenstufe von 500 -600 m war der Probenumfang nur sehr gering.

In den Tiefenstufen von 200 - 500 m dominierten Nototheniiden die Fischfauna. Sie kommen mit 6 Arten vor, von denen Trematomus scotti, T.eulepidotus und T.lepidorhinus die häufigsten waren. Einzelne Exemplare dieser Arten kamen auch in größeren Tiefen vor. Trematomus centronotus, Pagothenia hansonii und P.bernacchii kamen nur in 200-400 m vor und insgesamt seltener; T.centronotus und P.hansonii bevorzugten Wassertiefen von 200-300 m. T.scotti kam auf dem Schelf in allen Tiefen die größte Bedeutung zu. Mit zunehmender Tiefe stieg ihr Anteil am Gesamtfang und war in 400 -500 m vorherrschend. In mehr als 500 m Tiefe waren Nototheniiden insgesamt nur noch gering vertreten. Nur Trematomus loennbergi hatte seine Hauptverbreitung in 500 - 900 m Tiefe.

Der Anteil der Bathydraconiden nahm dagegen mit zunehmender Tiefe zu. War ihr Anteil an der Fauna in 200 - 500 m noch sehr gering, so dominierten sie in größeren Tiefen. Am häufigsten waren Akarotaxis nudiceps und Gerlachea australis. Zwei Bathydraconiden besiedelten bevorzugt die flacheren Regionen: Prionodraco evansii hauptsächlich in 200 - 300 m, Cygnodraco mawsoni in 300 -400 m.

Der Anteil der Artedidraconiden an der Fauna war in den einzelnen

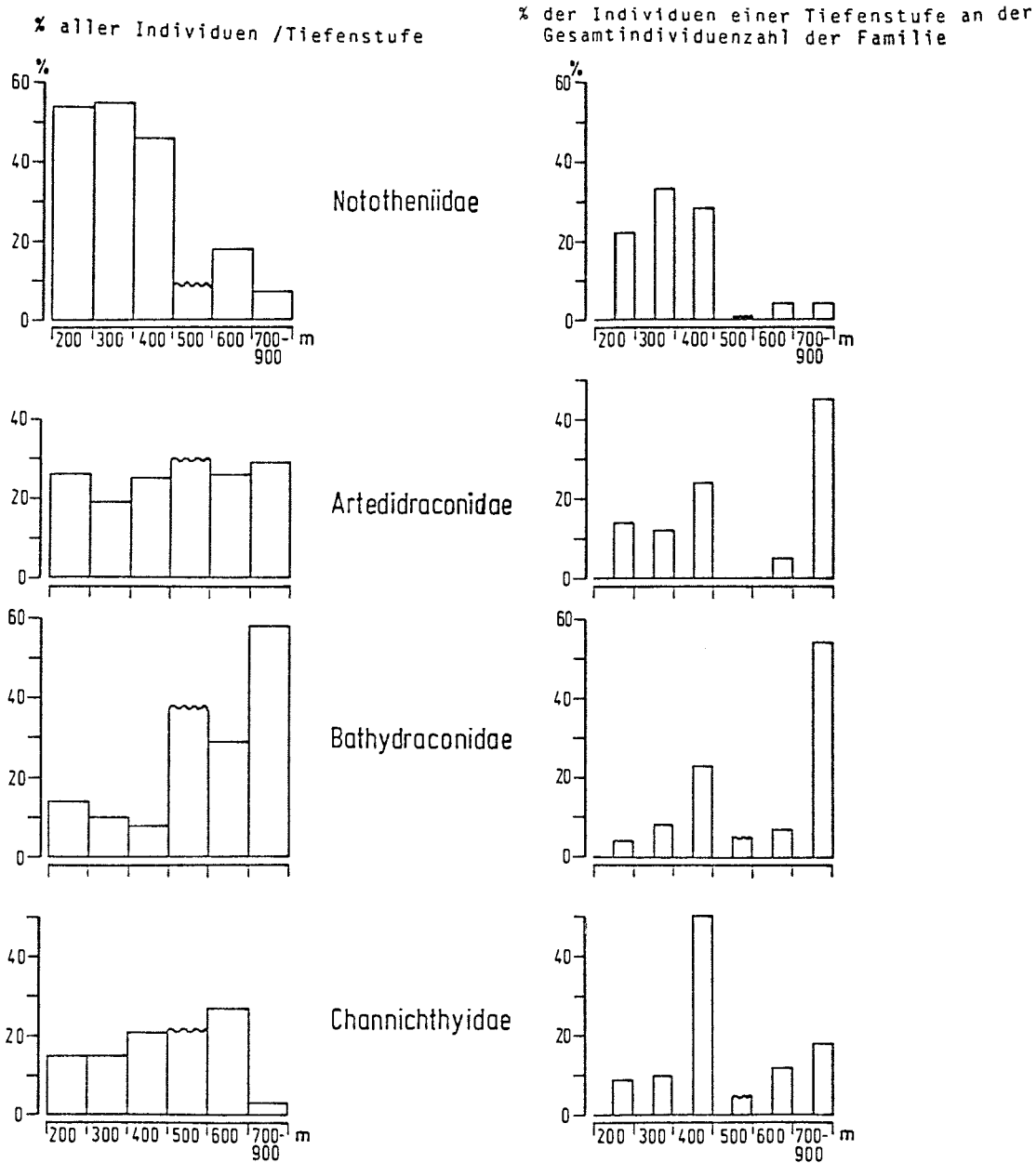


Abb. 4: Tiefenverteilung der einzelnen Familien

Links: Prozentuale Zusammensetzung der Fischfauna in den einzelnen Tiefenstufen (Säulen einer Tiefenstufe ergeben von oben nach unten 100%).

Rechts: Vertikale Verteilung der Nototheniidae, Artedidraconidae, Bathydraconidae und Channichthyidae in den einzelnen Tiefenstufen (Säulen des Histogramms ergeben pro Familie als Summe 100%). Die Schlangenlinien in der Tiefenstufe 500 m kennzeichnen jeweils den kleinen Probenumfang.

Tiefenstufen relativ gleichmäßig. In 700 - 900 m wurden jedoch die meisten Individuen dieser Familie gefangen. In den Tiefen von 200-400 m waren vor allem die Arten der Gattung Artedidraco vertreten: zwei Drittel aller Individuen von Artedidraco loennbergi in 200 - 300 m, die Hälfte aller Individuen von Artedidraco shackletoni in 300 - 400 m. Dolloidraco longedorsalis kam vor allem ab 400 m vor. Mit zunehmender Tiefe war sie häufiger vertreten: in 700 - 900 m stellte die Art ein Viertel aller gefangenen Tiere. Ebenfalls bevorzugt im Tiefen kamen Pogonophryne permitini und Pogonophryne phyllopon vor.

Die Channichthyiden stellten in 200 - 700 m Tiefe einen Anteil von 15 - 27% an der Gesamtfaua. Sehr gering waren sie in Tiefen von 700 - 900 m vertreten. Die meisten Channichthyiden, insbesondere Pagetopsis maculatus, wurden auf dem Schelf in 400 - 500 m gefangen. Die anderen Channichthyiden (Chionodraco hamatus, Chionodraco myersi, Chaenodraco wilsoni) kamen auch in über 600 m Tiefe vor.

4.4. Diversität der Fischfauna

Die Diversität, berechnet nach Shannon und Weaver (1949), lag im Weddellmeer im Mittel bei $H' = 1,57 \pm 0,39$. Berücksichtigt wurden dabei alle Fänge mit dem Agassiztrawl. Bezüglich der Diversität bestanden in den beiden Fangjahren keine Unterschiede. Die Fänge mit den Grundschleppnetzen wurden getrennt ausgewertet.

Die Schelfgebiete des östlichen und südlichen Weddellmeeres unterschieden sich nicht in Artenreichtum und Diversität ($H' = 1,61 \pm 0,34$ und $H' = 1,59 \pm 0,32$): im Mittel lag sie bei $1,60 \pm 0,33$ (Tab.5).

Im Vergleich zu den Schelfregionen war die Diversität im Filchner-Graben mit $H' = 1,14$ geringer. Am niedrigsten war sie an der Schelfeiskante in der Vahsel-Bucht und in der Gould-Bay ($H' = 0,85$).

Die Diversität im Weddellmeer wurde in hohem Maße vom Artenreichtum in den einzelnen Gebieten bestimmt und nicht so sehr von der Verteilung der Individuen auf die einzelnen Arten (Abb.5). Nach der Spearman'schen Rang-Korrelation war der Diversitätsindex nach Shannon and Wiener stärker mit dem Artenreichtum korreliert als mit der Evenness (mit einem Korrelationskoeffizienten von $r_s = 0,8898$; $\alpha = 0,05\%$, $r_s^* = 0,3059$).

Zwischen den Tiefenbereichen von 200 - 500 m auf dem östlichen und südlichen Schelf gab es keine Unterschiede in Artenreichtum und Diversität. In größeren Tiefen von 700 - 900 m, im Filchner-Graben, war der Artenreichtum mit $AR = 1,47$ dagegen sehr viel geringer als in den anderen Regionen.

Von einer Verarmung der Fauna mit zunehmender Tiefe kann aber generell in diesen Tiefenbereichen nicht gesprochen werden, da in der Ronne-Vertiefung am Fuße der Antarktischen Halbinsel in 600 - 700 m mit $H' = 1,82 \pm 0,18$ und $AR = 2,53$ eine hohe Diversität und Artenvielfalt vorhanden war. Sie war jedoch nicht signifikant höher als auf dem benachbarten südlichen Schelf.

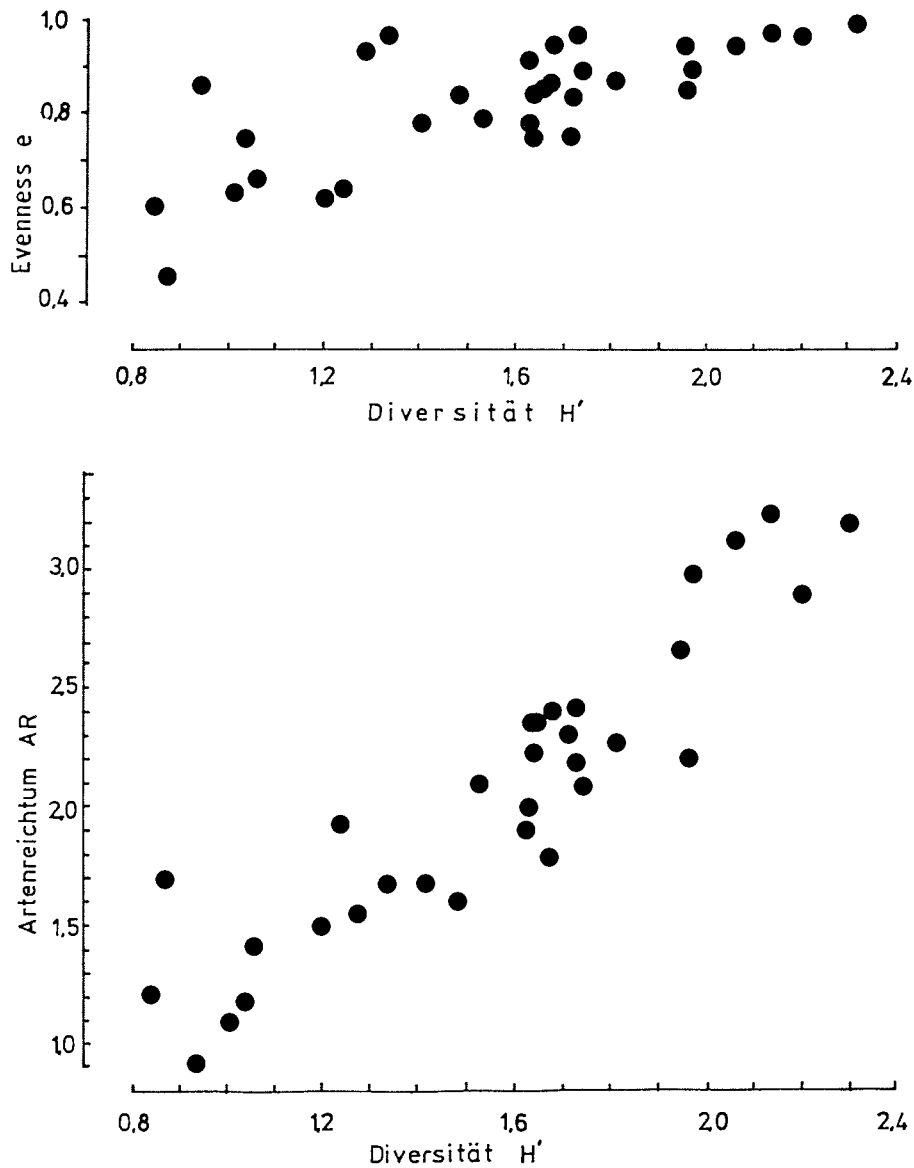


Abb.5: Diversität der Fischfauna in Abhängigkeit von Artenreichtum AR und Evenness e

Deutlich höhere Werte wiesen Artenreichtum und Diversität in den Grundschieppnetzfangen auf, die einen Vergleich zweier Gebiete von unterschiedlicher Tiefe und unterschiedlicher Artenzusammensetzung erlauben. Im Nordosten des Weddellmeeres, in der Atka-Bucht in 230 m,

war die Diversität mit $H' = 2,35$ höher als in der Gould-Bay in mehr als 600 m Tiefe im südlichen Weddellmeer ($H' = 1,88 \pm 0,08$). Auf dem Schelf in der Atka-Bucht wurden mehr Arten ($S = 20$) gefangen als in der Gould-Bay ($S = 12$). Auch bei diesen Fängen war die Diversität stärker mit dem Artenreichtum korreliert als mit der Evenness.

Tab.5: Artenreichtum (AR), Diversität (H') und Evenness (e) der Weddellmeer-Stationen nach Gebieten zusammengefaßt

Region	Station-Nr.	AR	H'	e
östlicher Schelf	128	1,674	1,338	0,965
	129	0,910	0,940	0,856
	216	1,412	1,058	0,658
	132	2,265	1,813	0,872
	524	2,127	1,638	0,745
	210	2,652	1,951	0,938
	135	2,199	1,956	0,849
	207	1,669	1,402	0,783
	149	2,076	1,533	0,788
	147	2,289	1,723	0,748
	198	1,895	1,631	0,910
	196	2,175	1,726	0,830
	195	2,870	2,201	0,956
	Mittelwert $\pm s$		2,02 \pm 0,49	1,61 \pm 0,34
südlicher Schelf	470	1,914	1,242	0,638
	474	3,119	2,058	0,937
	310	2,954	1,965	0,894
	341	1,985	1,629	0,783
	460	1,170	1,044	0,753
	438	1,595	1,481	0,826
	450	2,339	1,639	0,843
	417	2,339	1,648	0,847
	Mittelwert $\pm s$		2,18 \pm 0,61	1,59 \pm 0,32
Schelf, gesamt		2,08 \pm 0,55	1,60 \pm 0,33	0,83 \pm 0,09
Filchner-Grabensystem	506	1,504	1,201	0,617
	510	1,084	1,005	0,625
	492	1,782	1,670	0,858
	192	1,716	0,869	0,447
	480	1,542	1,284	0,926
	168	1,207	0,837	0,604
Mittelwert $\pm s$		1,47 \pm 0,25	1,14 \pm 0,29	0,68 \pm 0,16
Rønne-Vertiefung	428	3,174	2,314	0,931
	369	2,404	1,733	0,967
	372	2,404	1,678	0,937
	378	2,076	1,741	0,894
	386	3,219	2,138	0,973
Mittelwert $\pm s$		2,53 \pm 0,42	1,82 \pm 0,18	0,94 \pm 0,03

4.5. Fischreichtum im Weddellmeer

Die Gebiete des Weddellmeeres sind nur dünn besiedelt. In den einzelnen Regionen lag die Fischbiomasse zwischen 81,6 g und 447,9 g Naßgewicht/1000 m² (Tabelle 6).

Hinsichtlich des Fischertrages der Fänge konnte innerhalb des Weddellmeeres ein deutlicher Gradient von Osten nach Südwesten festgestellt werden.

Tab. 6. Fischbiomasse in der Gebieten des Weddellmeeres (angegeben sind die Anzahl der Hols (n), der Median μ und der geometrische Mittelwert mit den Vertrauensbereichen auf dem 0,0005%-Niveau bei einem Probenumfang ab n=8)

Gebiet	n	Fischbiomasse (g/1000 m ²)	
		Median	geometrisches Mittel mit den Vertrauensbereichen
nordöstlicher Schelf	9	211,5	223,9 (223,6 /224,2)
Schelf vor Halley Bay	5	447,9	
Filchner-Graben	8	268,0	245,5 (245,2 /245,7)
südlicher Schelf	9	81,6	112,2 (111,9 /112,5)
Rønne-Vertiefung	4	87,8	

Am fischreichsten war der südöstliche Schelf vor Halley Bay mit einer Biomasse von 447,9 g/1000 m²; sowohl im Filchner-Graben als auch auf dem schmalen Schelf im Nordosten war die Biomasse geringer.

Deutlich fischärmer wurde die Fauna im südlichen Weddellmeer westlich des Filchner-Grabens ab Berkner-Insel bis zum Fuß der Antarktischen Halbinsel. Auf dem Schelf und in der Rønne-Vertiefung betrug die Biomasse nur 81,6 und 87,8 g/1000 m².

4.6. Klassifizierung der Fischfauna mit der Clusteranalyse und Gruppierung der Stationen

Anhand der Zusammensetzung der Fischfauna wird mit der Clusteranalyse eine geographische Gruppierung der Fangstationen vorgenommen. Die Ergebnisse werden in Dendrogrammen dargestellt. Dabei gibt die Abszisse die Stationsreihenfolge, die Ordinate die Distanzen der Stationen und der Stationscluster an. Als Distanzmaße wurden der Jaccard-Index und die Canberra-Metrik angewandt (Kapitel 3.2.). Zwei Verfahren kamen dabei zur Anwendung.

Sowohl nach dem Jaccard-Index, der die qualitative Artenzusammensetzung (Präsenz/Absenz) der Stationen miteinander vergleicht, als auch nach der Canberra-Metrik lassen sich bei einem Distanzmaß von 2,3 deutlich zwei Gruppen erkennen.

Die Gruppierung der Stationen in unterschiedliche "Regionen" spiegelt die bei diesen Stationen vorkommenden Wassertiefen wider. So ist eine deutliche Trennung der Stationen des Filchner-Grabens von den Stationen

auf den Schelfgebieten des östlichen und südlichen Weddellmeeres zu erkennen (Abb. 6). Die Stationen auf dem Schelf lassen sich wiederum in Stationen aus überwiegend größerer Tiefe (Cluster 2) von den Stationen im flacheren Schelfbereich (Cluster 1) unterscheiden.

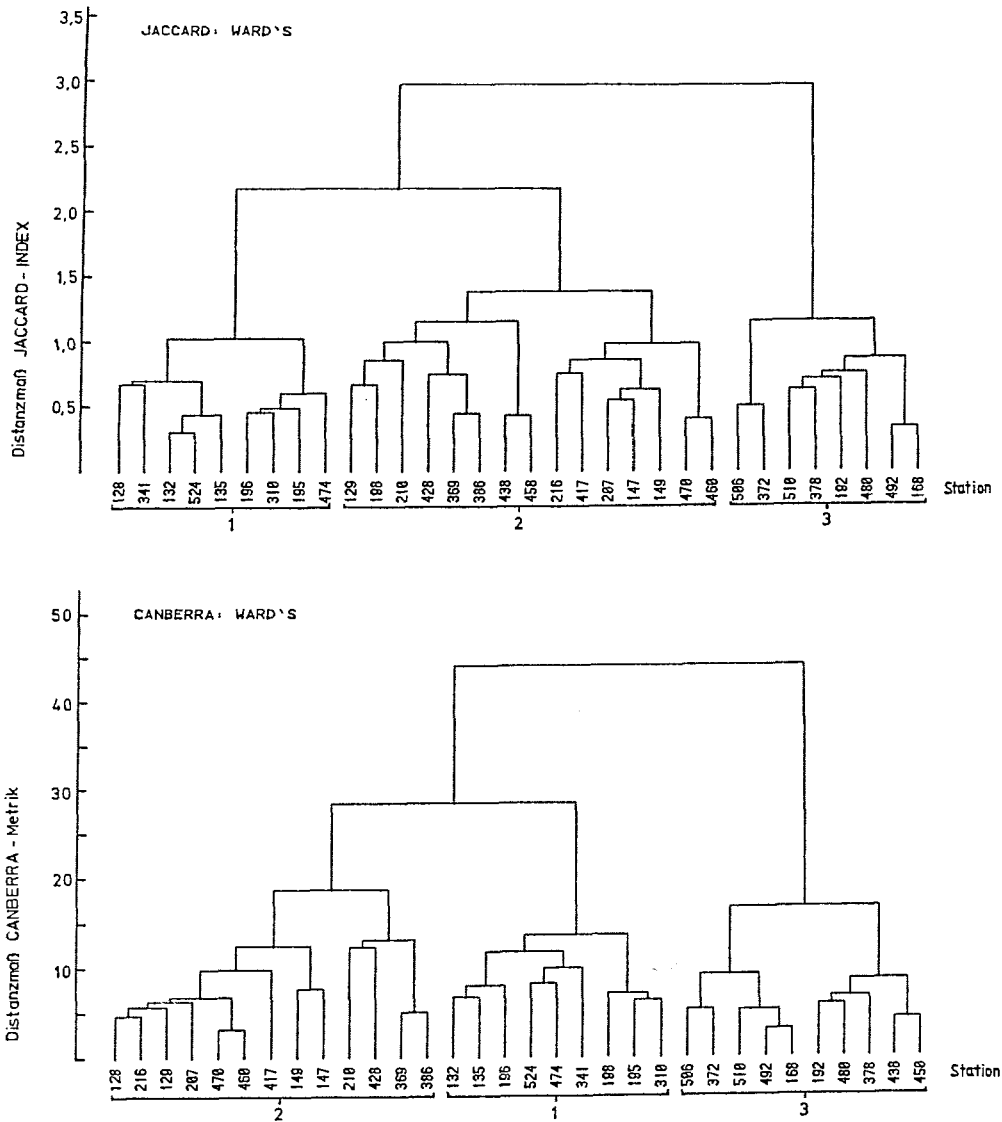


Abb.6: Gruppierung aller Agassiztrawl-Stationen im Weddellmeer: Dendrogramme der Clusteranalysen mit Jaccard-Index (oben) und Canberra-Metrik (unten). Verknüpfung mit dem Verfahren nach WARD.

Cluster 1 setzt sich aus 9 küstennahen Stationen des flacheren östlichen und südlichen Schelfs zusammen (Abb.7). In Cluster 2 werden 15 Stationen zusammengefaßt, die aus tieferen Schelfbereichen bis 660 m stammen, einschließlich zweier Stationen aus der Rönne Vertiefung. Die tiefen Stationen im Filchner-Graben und zwei Stationen in der Rönne-Vertiefung vor der Antarktischen Halbinsel bilden Cluster 3.

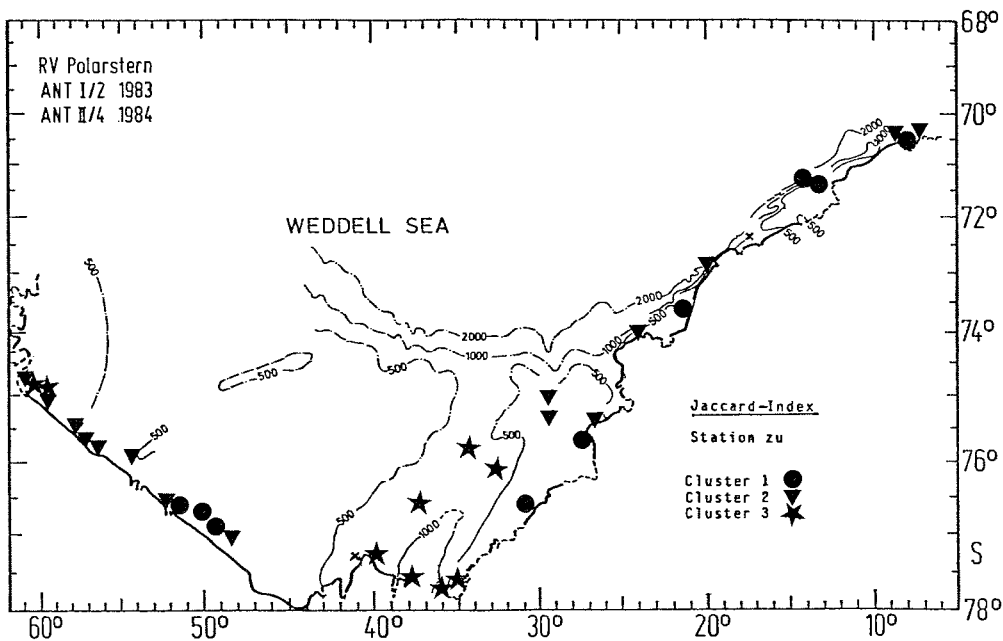


Abb.7: Geographische Verteilung der Stationscluster nach der Clusteranalyse mit dem Jaccard-Index

Die Gruppierung mit der Canberra-Metrik, bei der neben der Präsenz/Absenz der Arten auch die relativen Häufigkeiten berücksichtigt werden, ergab sich ein ähnliches Ergebnis wie mit dem Jaccard-Index. Bei einer Distanz von 20 ergaben sich drei Gruppen (Abb.7) die in ihrer Stationszusammensetzung den Clustern 1, 2, 3 des ersten Dendrogramms entsprechen. Davon abweichend werden vor allem zwei Stationen auf dem südlichen Schelf (438 und 450) dem Cluster 3 zugeordnet.

Gruppierung der Fischarten

Durch die Klassifizierung der Fischarten mit der Canberra-Metrik auf den 34 Stationen ergibt sich das in Abb. 8 dargestellte Dendrogramm. Bei einem Distanzmaß von 30 ergeben sich zwei Artengruppen, die sich auf niedrigerem Distanzniveau jeweils in zwei weitere Gruppen aufspalten.

Das erste Artencluster enthält nur die beiden Arten Trematomus scotti und Pagetopsis maculatus. Beide Arten sind auf dem gesamten östlichen

und südlichen Schelf des Weddellmeeres regelmäßig und mit hoher Abundanz vertreten und kennzeichnen die Cluster 1 und 2.

Im zweiten Artencluster sind die Arten zusammengefaßt, die überwiegend die flacheren Schelfgebiete des östlichen und südlichen Weddellmeeres besiedeln und Cluster 1 charakterisieren.

Das dritte Artencluster umfaßt vier Arten, die vorwiegend im Tiefen vorkommen und für den Bereich des Filchner-Grabens (Cluster 3) charakteristisch sind (Akarotaxis nudiceps, Trematomus loennbergi, Vomeridens infuscipinnis und auch Dolloidraco longedorsalis).

Das vierte Artencluster ist am umfangreichsten und in seiner Zusammensetzung sehr inhomogen. Es enthält Arten, die in allen Tiefenstufen vorkommen ebenso wie Arten, die spezifisch flachere Gebiete (Prionodraco evansii) oder größere Tiefen (Gerlachea australis) bevorzugen.

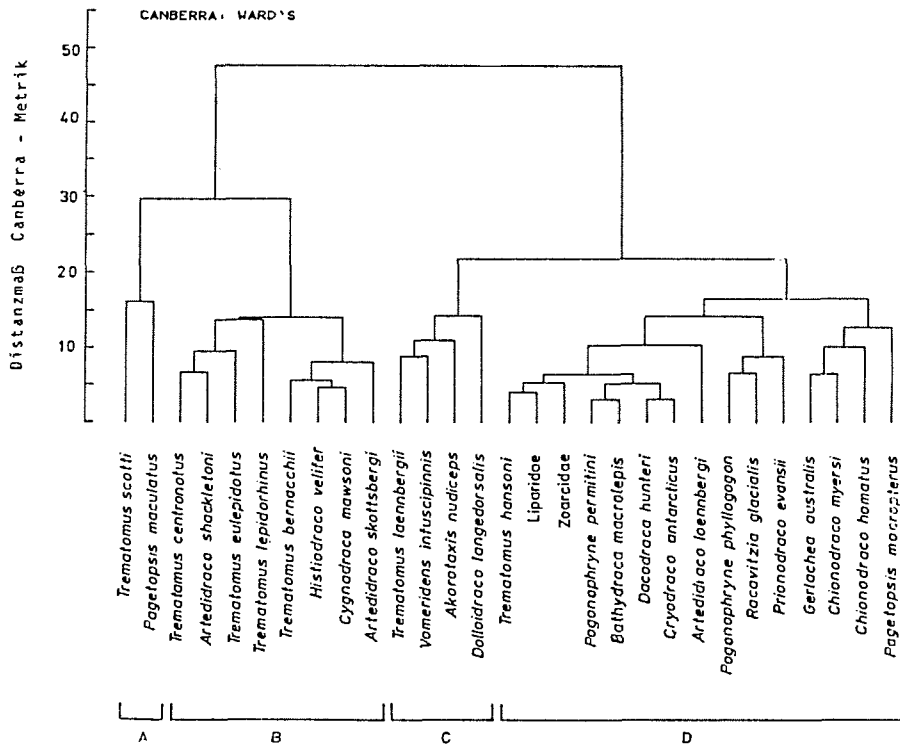


Abb.8: Dendrogramm der inversen Clusteranalyse für die Gruppierung der Fischarten (Canberra-Metrik, nach dem Verfahren von WARD)

Zusammenfassend ist festzustellen, dass sich die Cluster 1 und 3 gut durch "typische" Arten charakterisieren lassen. Cluster 2 scheint dagegen eine Stationsgruppierung darzustellen, die sich nicht durch einzelne charakteristische Arten kennzeichnen läßt und von der Zusammensetzung der Fischfauna eher einen Übergangsbereich zwischen flachem Schelf und Kontinentalabhang darstellt.

4.7. Die Fischarten des Weddellmeeres und deren Nahrungsbiologie

4.7.1. NOTOTHENIIDAE

4.7.1.1. *Trematomus scotti*

T.scotti war die häufigste Bodenfischart (18%) im Weddellmeer. Auf 10 von 21 Stationen war sie in den Fängen vorherrschend. Diese Art war auf dem gesamten Schelf des östlichen und südlichen Weddellmeeres verbreitet (Abb.9). In Tiefen von 630 bis 730 m kam sie dagegen nur vereinzelt vor.

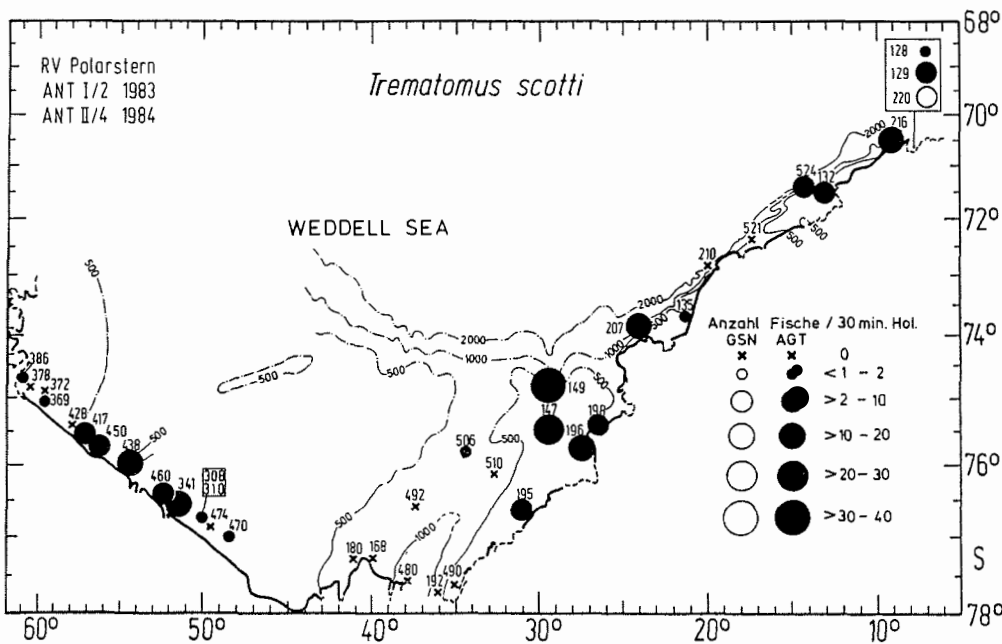


Abb.9: Verbreitung von *T.scotti* im Weddellmeer

Die Tiere waren 4,4 bis 16,0 cm lang und damit im Vergleich zu den anderen Nototheniiden relativ klein. Vorherrschend waren 5,0-6,9 und 10,0-10,9 cm lange Tiere (Abb. 10).

Die meisten geschlechtsreifen Adulten wurden im östlichen Weddellmeer gefangen. 54% aller Individuen auf dem Schelf des östlichen Weddellmeeres waren größer als 10,0 cm und geschlechtsreif (meist Weibchen im Reifestadium III). Auf dem Schelf des südlichen Weddellmeeres war dieser Prozentsatz mit 27% wesentlich niedriger. Vorherrschend waren hier Juvenile von 5 - 6,9 cm Länge.

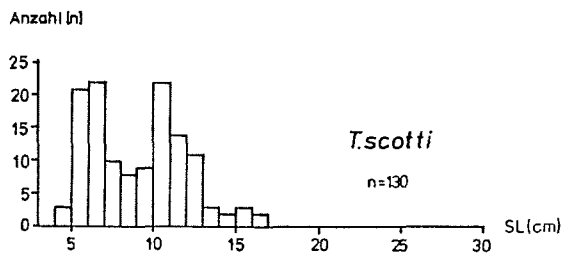


Abb. 10: Längenhäufigkeitsverteilung von *T. scotti*

Die Nahrung von *T. scotti*

An 130 Tieren wurde der Mageninhalt untersucht. 5,4% (7) der Tiere hatten einen leeren Magen.

Die Nahrungszusammensetzung aller Längensklassen aus dem Weddellmeer aus den Jahren 1983 und 1984 ist in Tab.7 aufgeführt.

Die Nahrung von *T. scotti* umfaßt ein breites Spektrum an Nährtieren, die fast ausschließlich dem Benthos zuzurechnen sind. Insgesamt wurden 31 verschiedene Nährtiergruppen gefressen, viele von ihnen nur gelegentlich.

Drei Viertel aller Fische hatten Polychaeten und Amphipoden gefressen. Beide Nährtiergruppen machten von der Biomasse her zwei Drittel der gesamten Nahrung aus und können als Nahrungsbasis dieser Art angesehen werden. Sedentäre Polychaeten wurden ebenso wie errante gefressen: in 20% aller Mägen befanden sich Polychaetenröhren. Zahlenmäßig bedeutend in der Nahrung waren mit einer Präsenz von 30% auch Isopoden und unbestimmbare Crustaceen. Kleinere Crustaceen wie Ostracoden und Harpacticiden wurden hauptsächlich von kleinen Fischen gefressen. In Tieren <6 cm SL kamen sie mit einer Präsenz von 28% am häufigsten vor. Mit zunehmender Fischlänge (ab 9,0 cm) wurden auch Echiuriden, Sipunculiden, Holothurien, Ophiuriden und Crinoiden gefressen.

Aufgrund der Nahrungszusammensetzung läßt sich *T. scotti* als reiner Benthosfresser mit offenbar opportunistischem Freßverhalten charakterisieren.

Regionale Unterschiede in der Nahrung von *T. scotti*

Unabhängig vom Fangort bestand die Nahrungswahl auf dem Schelf des östlichen als auch des südlichen Weddellmeeres zum größten Teil aus Amphipoden und Polychaeten, allerdings mit regionalen Unterschieden in den prozentualen Anteilen.

In der Atka-Bucht war der Anteil von Amphipoden und Polychaeten mit 80% besonders hoch. Amphipoden machten mehr als die Hälfte der Nahrung aus; die Gelegenheitsnahrung setzte sich aus nur wenigen Nährtieren zusammen.

Auf dem Schelf vor Halley Bay war der Anteil von Polychaeten und Amphipoden mit 42% aller Individuen deutlich geringer. Ein Drittel der Nahrung wurde von anderen Crustaceen eingenommen, vor allem unbestimmbaren Crustaceen, Ostracoden und Decapoden. Im Vergleich zu den

anderen Regionen ist das Nahrungsspektrum mit insgesamt 24 verschiedenen gefressenen Futterorganismen sehr weit. Gelegenheitsnahrung wie Echiuriden, Sipunculiden, Holothurien, Ophiuriden und Crinoiden nahm hier einen größeren Teil ein. Da in diesem Gebiet nur große Tiere zwischen 10,0 -16,0 cm gefangen wurden, handelt es sich hier möglicherweise zusätzlich um längenabhängige Einflüsse.

Auf dem Schelf vor dem Filchner-Rønne- Schelfeis stellten Polychaeten und Amphipoden wiederum über die Hälfte, im Südwesten über zwei Drittel der Nahrung.

Tab.7 : *T.scotti*: Nahrungszusammensetzung aller Längenklassen aus dem Weddellmeer
In den Spalten sind die Anzahl (n), die Präsenz P (%) der Nährtiere in den Mägen mit Nahrung und die Individuen- und Gewichtsdominanz D (%) als relativer Anteil an der Gesamtnahrung angegeben. Diversität und Evenness sind auf Individuenbasis berechnet.

Längenbereich: 4,4 -16,0
Anzahl Mägen: 130
leere Mägen: 7 (5,4%)

Nährtiere	n	P (%)	D (%) Ind.	D (%) Gew.
Crustacea indet.	46	29,3	8,1	4,3
Amphipoda indet.	244	74,0	34,4	28,2
Caprellidae	1	1,6	0,1	0,7
Isopoda	50	30,9	77,2	4,2
Tanaidacea	7	4,1	0,8	0,3
Decapoda	5	4,1	1,5	1,9
Mysidacea	8	6,5	0,9	0,9
Euphausia superba	1	0,8	0,1	0,8
Cumacea	15	7,3	1,4	0,7
Ostracoda	26	11,4	2,5	0,7
Harpacticidae	19	10,6	2,6	1,4
Polychaeta	166	77,2	25,5	38,4
Bivalvia	10	6,5	1,8	1,5
Gastropoda	25	8,9	2,2	2,1
Echiuroidea	1	0,8	0,1	0,0
Ophiuridea	7	4,1	1,1	0,7
Crinoidea	15	8,1	1,4	1,0
Holothuroidea	4	3,3	1,2	1,1
Echiurida	5	4,1	1,2	2,1
Sipunculida	3	2,4	0,7	0,6
Eier	18	4,9	1,6	0,5
Pisces	2	1,6	0,3	0,4
Bryozoa	5	4,1	0,8	0,0
Hydrozoa indet.	2	1,6	0,2	0,0
Medusae	1	0,8	0,1	0,0
Anthozoa indet.	12	6,5	1,3	0,1
Actinaria	2	1,6	0,2	0,0
Salpae	2	0,8	0,2	0,5
Pterobranchia	1	0,8	0,1	0,0
Ascidiae	1	0,8	0,1	0,5
nicht ident. Strukturen	6	4,9	-	2,1
nicht ident. Masse	-	-	-	3,5
<hr/>				
Anzahl der Taxa:		31		
Diversität:		0,97		
Evenness:		0,78		

4.7.1.2. Trematomus centronotus

T.centronotus kommt ausschließlich im flachen Schelfbereich des Weddellmeeres in Tiefen von 200 bis 300 m vor (Abb.11). Größere Mengen wurden im Nordosten des Weddellmeeres, in der Atka-Bucht und südlich des Vestkapps, gefangen. In den anderen Gebieten kam die Art nur vereinzelt vor.

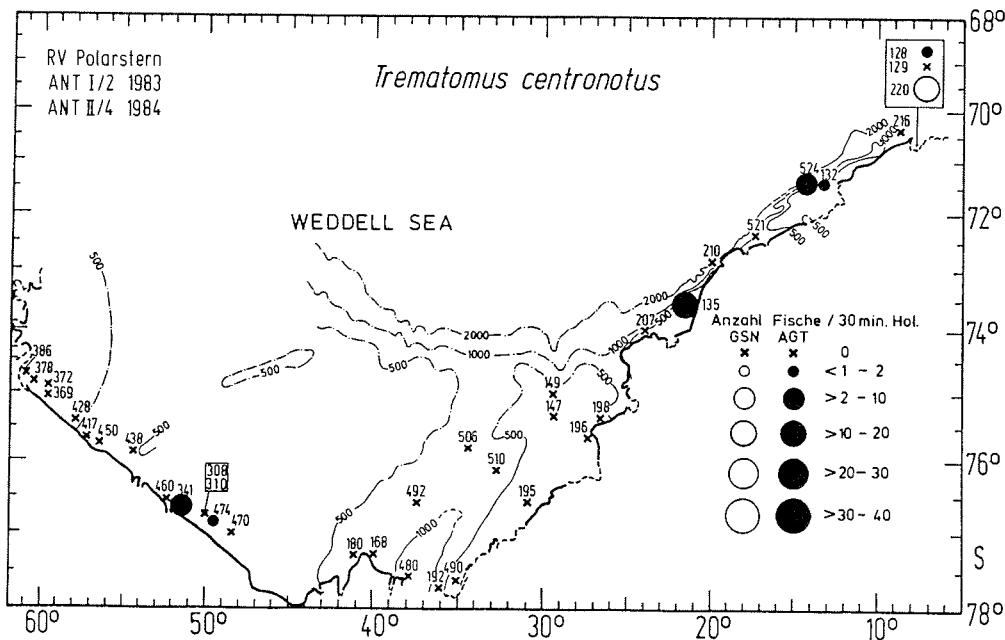


Abb.11: Verbreitung von T.centronotus im Weddellmeer

Die Tiere waren 4,6 bis 22,0 cm lang. In der Atka-Bucht überwogen die großen, 16 bis 22 cm langen Exemplare. Hierbei handelte es sich hauptsächlich um geschlechtsreife Weibchen im Reifestadium III und um einige geschlechtsreife Männchen.

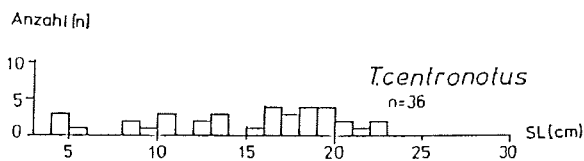


Abb.12: Längenhäufigkeitsverteilung von T.centronotus

Auf dem Schelf südlich des Vestkapp (Station 135) wurden ausschließlich kleinere, noch nicht geschlechtsreife Exemplare von 8,1 bis 13,5 cm Länge gefangen.

Die Nahrung von T.centronotus

11% (4) der untersuchten Mägen waren leer.

Die Nahrung von T.centronotus umfaßt ein breites Spektrum von 19 verschiedenen Nährtieren (Tab. 8), von denen den Amphipoden mit einer Gewichtsdominanz von über 50% die größte Bedeutung zukam. Mit 88 % wiesen sie die höchste Präsenz in den Mägen auf. Von zwei Dritteln aller Fische wurden Polychaeten gefressen, die aber im Vergleich zu T.scotti insgesamt geringer in der Nahrung vertreten waren. Polychaetenröhren in den Mägen der Fische wiesen bei dieser Art darauf hin, daß auch sessile Polychaeten gefressen wurden. Häufig gefressen wurden ebenfalls unbestimmbare Crustaceen, Isopoden und Gastropoden.

Tab. 8: T.centronotus:Nahrungszusammensetzung aller Längenklassen aus der Weddell-See
In den Spalten sind Anzahl(n), die Präsenz der Nährtiere in den Mägen mit Nahrung (P) und der relative Anteil an der Gesamtnahrung (Individuen- und Gewichtsdominanz D) angegeben. Diversität und Evenness sind auf Individuenbasis berechnet.

Längenbereich:	4,6 - 22,0 cm			
Anzahl Mägen:	36			
leere Mägen:	4 (11%)			
Nährtiere	n	P(%)	D(%) Ind.	D(%) Gew.
Crustaceen indet.	17	31,3	7,4	4,0
Amphipoda	186	87,5	53,3	52,2
Isopoda	28	28,1	5,6	4,4
Tanaidacea	3	6,3	0,7	0,1
Decapoda	1	3,1	0,2	0,1
Mysidacea	2	6,3	0,2	0,1
Euphausiacea	1	3,1	0,2	0,0
Cumacea	2	6,3	0,4	0,1
Ostracoda	2	6,3	0,6	0,1
Harpacticidae	3	6,3	1,3	0,1
Polychaeta	47	65,6	13,3	22,7
Gastropoda	13	18,8	6,7	2,2
Pteropoda	1	3,1	0,2	0,1
Cephalopoda	2	6,3	1,8	2,8
Echiurida	1	3,1	0,5	0,0
Priapulida	2	6,3	0,8	0,3
Pisces	6	18,8	2,5	6,9
Hydrozoa indet.	3	6,3	1,6	0,7
Pterobranchia	1	3,1	0,2	0,0
nicht ident.	-	-	-	3,1
Anzahl der Taxa:	19			
Diversität:	0,85			
Evenness:	0,68			

Kleinere Exemplare (4,6 bis 8,8 cm) hatten auch Harpacticiden gefressen, größere Fische (ab 15 cm) vor allem große Amphipoden, Decapoden, Mysidaceen und auch Cephalopoden und Priapuliden. Bei Tieren ab 19,0 cm Länge war die Fischnahrung von größerer Bedeutung. Auf die Gesamtnahrung bezogen machten sie 7% der Nahrungsbiomasse aus.

Mit wenigen Ausnahmen gehörten alle Nährtiere dem Benthos an. T.centronotus ist demnach ein charakteristischer Benthosfresser.

Die Nahrungszusammensetzung der Tiere aus den Gebieten Atka-Bucht und südlich des Vestkapp, für die ausreichend Material zur Verfügung stand, ergab nur geringe regionale Unterschiede.

In beiden Gebieten bildeten Amphipoden und Polychaeten die Hauptnahrung, wobei Amphipoden den bei weitem größten Anteil ausmachten. Bei den Tieren vom Vestkapp spielten sessile Polychaeten eine größere Rolle als in der Atka-Bucht. In der Atka-Bucht wurden außerdem Decapoden und Mysidaceen, Cephalopoden und Priapulden gefressen.

4.7.1.3. Trematomus lepidorhinus

T. lepidorhinus kam auf fast allen Stationen im östlichen Weddellmeer vor. Im südlichen Weddellmeer war diese Art nicht so häufig vertreten (Abb. 13).

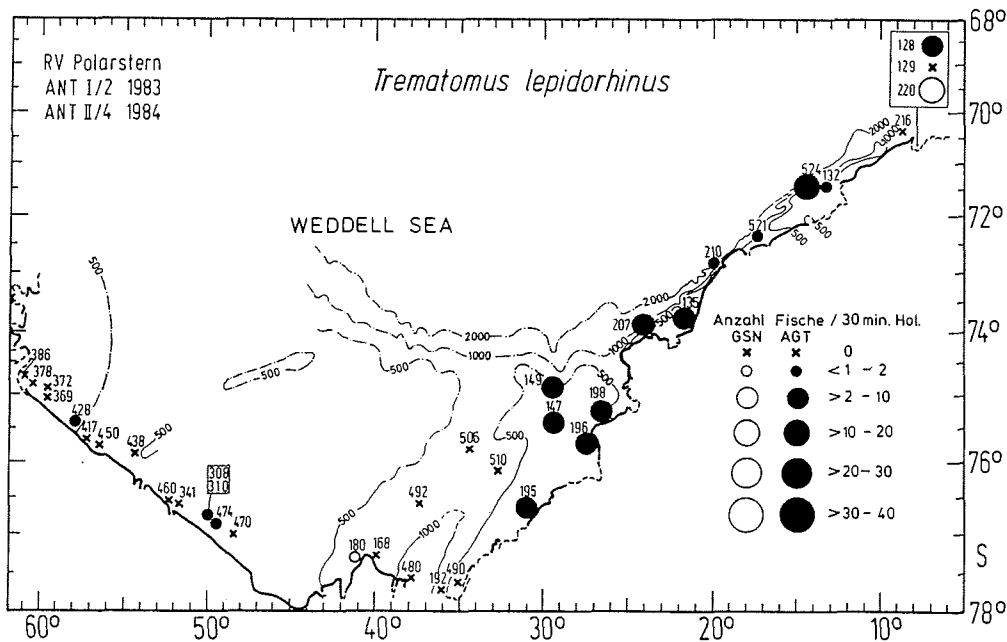


Abb.13: Verbreitung von T. lepidorhinus im Weddellmeer

96% aller Exemplare befanden sich im Längenbereich 7,2 bis 15,3 cm, der größte Fisch war 23,6 cm lang. Die Längenfrequenzen dieser Längengruppen waren normal verteilt (Abb. 14). Im Mittel waren die Tiere 11,6 + 2,1 cm lang und juvenil.

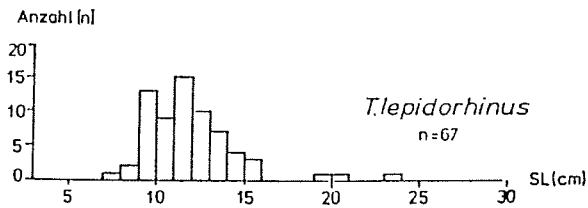


Abb.14: Längenhäufigkeitsverteilung von T. lepidorhinus

Die Nahrung von T. lepidorhinus

Von den 50 untersuchten Mägen waren 9 (18%) leer. In Tab. 9 ist die Anzahl der gefressenen Nährtiere, ihre Präsenz in den gefüllten Mägen und ihr prozentualer Anteil an der Gesamtnahrung (Dominanz) aufgeführt.

T. lepidorhinus fraß im Benthos vor allem vagile Epifauna, bezog aber auch einen Teil seiner Nahrung aus dem Pelagial, vor allem Mysidaceen und Copepoden. Die höchste Präsenz mit über 60% in den Mägen hatten Polychaeten: vom Gewicht her machten sie ein Drittel der Nahrung aus. Benthische Gammariden stellten ein Zehntel der Biomasse. Mit einer Präsenz von 30% zählten Mysidaceen und Copepoden ebenfalls zu den

Tab. 9: T. lepidorhinus: Nahrungszusammensetzung aller Längensklassen aus dem Weddellmeer
 In den Spalten sind Anzahl (n), die Präsenz P (%) der Nährtiere in den Mägen mit Nahrung und der relative Anteil an der Gesamtnahrung (Individuen- und Gewichtsdominanz D) angegeben. Diversität und Evenness sind auf Individuenbasis berechnet.

Längenbereich:	7,2 - 23,6 cm			
Anzahl Mägen:	68			
leere Mägen:	27			
Nährtiere	n	P(%)	D(%) Ind.	D(%) Gew.
Crustacea indet.	13	22,0	10,0	7,9
Amphipoda	23	36,6	14,9	10,5
Isopoda	1	2,4	0,4	1,4
Decapoda	1	2,4	0,6	2,4
Mysidacea	18	31,7	14,5	14,7
Euphausiacea	2	4,9	1,4	4,6
Cumacea	1	2,4	0,4	0,0
Copepoda	23	29,3	18,0	11,2
Polychaeta	32	63,4	26,4	34,3
Gastropoda	1	2,4	1,2	0,9
Eier	1	2,4	0,5	0,0
Chaetognatha	1	2,4	0,8	0,2
Pisces	4	12,2	7,7	7,1
Bryozoa	3	4,9	1,2	0,4
Siphonophora	1	2,4	0,4	1,4
nicht ident. Material	-	-	-	3,0
Anzahl der Taxa:	15			
Diversität:	0,65			
Evenness:	0,70			

regelmäßigen Beutetieren. Sie nahmen ein Viertel der Nahrung ein. Ein geringerer Anteil bestand aus weiteren planktischen Organismen wie Chaetognathen, Euphausiaceen und Siphonophoren. Der Fischanteil an der Nahrung betrug 7%. Copepoden hatten mit 44% eine hohe Präsenz in der Nahrung kleiner Tiere von 9,1 bis 10,9 cm Länge.

4.7.1.4. Trematomus eulepidotus

T.eulepidotus ist vor allem in Tiefen von 200 bis 410 m auf dem Schelf des östlichen und südlichen Weddellmeeres verbreitet (Abb.15). Nur eine der 13 Stationen, auf denen diese Art vorkam, lag in Tiefen von 630 m in der Ronne-Vertiefung an der Antarktischen Halbinsel. Das Vorkommen im südlichen Weddellmeer konzentrierte sich auf den südlichen, flacheren Teil des Schelfs.

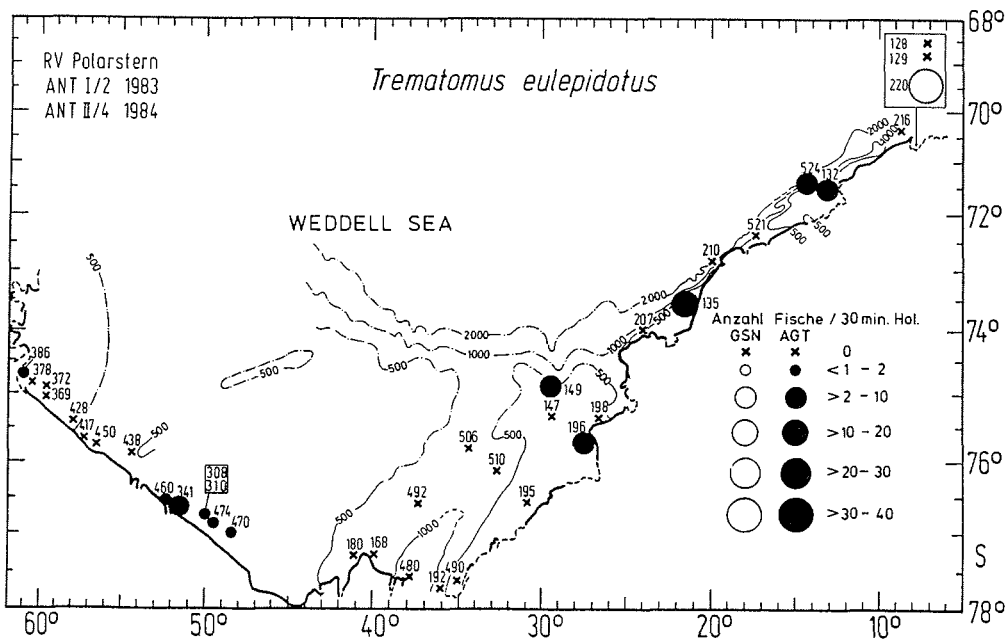


Abb. 15: Verbreitung von T.eulepidotus im Weddellmeer

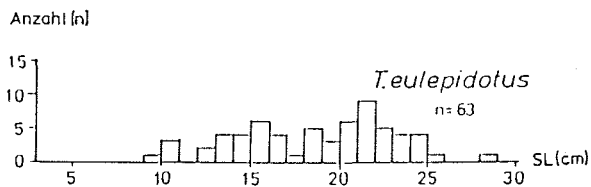


Abb. 16: Längenhäufigkeitsverteilung von T.eulepidotus

geschlechtsreife Männchen vorhanden; ab 20 cm Länge hatten die Adulten Gonaden im Reifestadium III.

Die Nahrung von Trematomus eulepidotus

Von den 63 untersuchten Mägen waren 8 (12,7%) leer.

Die Nahrung von *T. eulepidotus* umfaßte ein breites Spektrum an Nährtieren, von denen Euphausiäceen, Pteropoden und Copepoden bestimmend waren (Tab. 10).

Euphausiäceen, die in 70% aller Mägen vorkamen, machten den Hauptteil der Nahrung aus. Von der Biomasse her waren die Pteropoden neben den Euphausiäceen am bedeutendsten, obgleich sie nur auf den Stationen 220 und 524 im nordöstlichen Weddellmeer vorkamen. Copepoden wurden zwar häufig gefressen, nahmen aber nur ein Zehntel des Nahrungsgewichtes ein.

Neben dieser Hauptnahrung zählten Amphipoden, unbestimmbare Crustaceen, Polychaeten und Chaetognathen ebenfalls zu den regelmäßig gefressenen Nährtieren.

Tab.10: *T. eulepidotus*: Nahrungszusammensetzung aller Längenklassen aus dem Weddellmeer
In den Spalten sind Anzahl (n), die Präsenz P (%) der Nährtiere in den Mägen mit Nahrung und der relative Anteil an der Gesamtnahrung (Individuen- und Gewichtsdominanz D) angegeben. Diversität und Evenness sind auf Individuenbasis berechnet.

Längenbereich:	9,0 - 28,1 cm			
Anzahl Mägen:	63			
leere Mägen:	8 (12,7%)			
Nährtiere	n	P(%)	D(%) Ind.	D(%) Gew.
Crustacea indet.	20	14,6	5,3	2,0
Amphipoda	53	20,0	6,1	1,7
Isopoda	2	1,8	0,1	0,0
Mysidacea	4	5,5	1,1	1,2
Euphausiacea indet.	306	69,1	43,3	33,5
E. crystallorophias	79	23,6	9,1	17,9
E. superba	40	21,8	3,3	2,2
Cumacea	1	1,8	0,2	0,2
Copepoda	267	38,2	14,9	9,6
Polychaeta	13	9,1	2,2	1,5
Gastropoda	1	1,8	0,1	0,0
Pteropoda	30	54,6	10,9	19,7
Eier	1	1,8	0,1	0,0
Chaetognatha	9	10,9	3,7	2,6
Pisces	3	5,5	1,4	4,3
Bryozoa	4	7,3	0,5	0,0
Salpae	3	3,6	2,1	1,8
nicht identifiziert	-	-	-	1,5
Anzahl der Taxa:	17			
Diversität:	0,67			
Evenness:	0,55			

In der Nahrung von T.eulepidotus nimmt das Plankton den größten Anteil ein; benthische Organismen bilden dagegen einen geringen Nahrungsanteil.

Regionale Nahrungsunterschiede:

Im Nordosten in der Atka-Bucht wurden hauptsächlich und in großen Mengen Euphausiaceen und Pteropoden gefressen, auf Station 524 im Nordosten vor allem Peropoden und in geringerer Anzahl auch Amphipoden, aber keine Euphausiaceen. Auf dem Schelf des südlichen Weddellmeeres hatten die Tiere Copepoden und Euphausiaceen gefressen, vergleichsweise jedoch in geringer Anzahl.

4.7.1.5. Trematomus loennbergi

Das Hauptverbreitungsgebiet von T.loennbergi lag in der südlichen Weddell-See im Bereich des Filchner-Gräbens und vor dem Filchner-Rønne-Schelfeis ab 430 m Tiefe bis zur Rønne-Vertiefung an der Wurzel der Antarktischen Halbinsel. Die Art wurde auf insgesamt 11 Stationen (Abb.17) in Tiefen von 430 bis 1180 m gefangen. Die größten Mengen (58% aller Tiere) wurden mit dem Grundschieppnetz in der Gould-Bay gefangen.

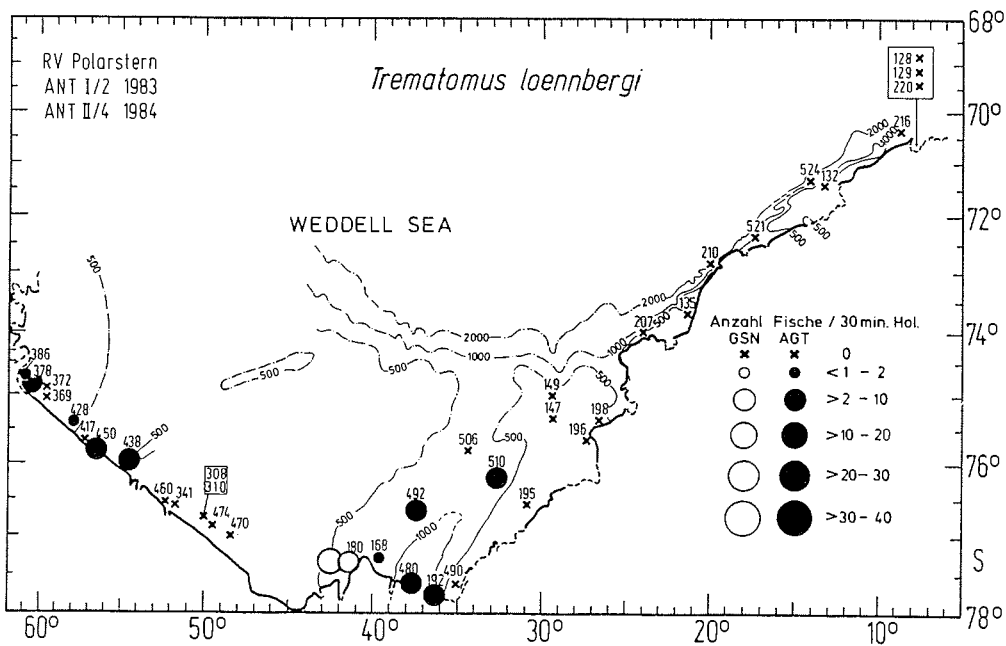


Abb. 17: Verbreitung von T.loennbergi im Weddellmeer

Die Tiere waren zwischen 7,6 und 29,2 cm lang. Die Längen-Häufigkeitsverteilung (Abb. 18) ist gleichmäßig und nur kleine Exemplare von 8,0 bis 9,9 cm Länge kamen häufiger vor.

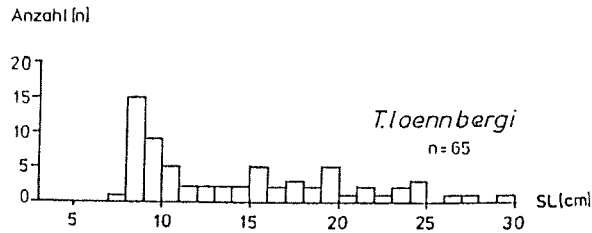


Abb. 18: Längenhäufigkeitsverteilung von T. loennbergi

Die Nahrung von T. loennbergi

65 Tiere wurden auf ihren Mageninhalt untersucht. 3% der Mägen waren leer.

Die Nahrungszusammensetzung dieser Art ist Tab. 11 zu entnehmen. T. loennbergi hatte eine Vielzahl verschiedener Organismen gefressen, von denen Polychaeten von der Biomasse her am stärksten vertreten waren und mit über 50% auch die höchste Präsenz in den Mägen aufwiesen. Unbestimmbare Crustaceen und Amphipoden stellten über ein Viertel der Nahrung. Decapoden und Mysidaceen waren ebenfalls von Bedeutung. Große Organismen des Benthos wie Echiuriden, Priapuliden, Sipunculiden,

Tab.11 : T. loennbergi: Nahrungszusammensetzung aller Längensklassen aus dem Weddellmeer
In den Spalten sind Anzahl(n), die Präsenz P(%) der Nährtiere in den Mägen mit Nahrung und der relative Anteil an der Gesamtnahrung (Individuen- und Gewichtsdominanz D) angegeben. Diversität und Evenness sind auf Individuenbasis berechnet.

Längenbereich:	7,6 - 29,2 cm			
Anzahl Mägen:	65			
leere Mägen:	1			
Nährtiere	n	P(%)	D(%) Ind.	D(%) Gew.
Crustacea indet.	27	39,1	17,3	14,5
Amphipoda	34	28,1	15,6	10,6
Isopoda	4	6,3	1,9	1,4
Decapoda	8	12,5	4,4	7,1
Mysidacea	7	9,4	3,1	5,8
Euphausiacea	1	1,6	0,4	0,0
Cumacea	3	4,7	2,0	2,6
Ostracoda	1	1,6	0,2	0,1
Copepoda	37	18,8	9,5	2,4
Polychaeta	41	53,1	19,5	21,8
Bivalvia	1	1,6	0,5	0,1
Holothuroidea	6	6,3	3,4	5,2
Echiurida	15	18,8	6,9	9,8
Priapulida	1	1,6	1,6	1,6
Sipunculida	4	6,3	1,6	1,1
Pisces	9	14,1	7,0	7,8
Medusae	2	1,6	0,5	1,0
Actinaria	1	1,6	0,5	0,5
nicht ident. Struktur	1	1,6	0,3	0,1
nicht ident. Material	-	-	-	6,7
Anzahl der Taxa:	20			
Diversität:	0,70			
Evenness:	0,69			

den und Holothurien und auch Fische bestimmten bis zu einem Zehntel der gefressenen Biomasse.

6,7% des Mageninhalts konnten nicht identifiziert werden. In einem großen Teil der Mägen befanden sich Foraminiferen aus dem Sediment.

Anders als bei T.scotti und T.centronotus wird die Nahrung dieser Art nicht nur von ein bis zwei Futterorganismen beherrscht, sondern weist eine hohe Diversität auf.

Längenabhängige Nahrungsunterschiede

In der Nahrung kleiner Fische (8,1 bis 9,6 cm Länge) hatten Copepoden mit fast 30% eine hohe Präsenz. Mit zunehmender Fischlänge wurden jedoch weniger Copepoden gefressen. Kleine Crustaceen wie Cumaceen, Ostracoden und Isopoden spielten insgesamt für T.loennbergi nur eine geringe Rolle; größere Organismen wie Decapoden, Mysidaceen, Cephalopoden, Holothurien, Echiuriden und Fische wurden bevorzugt gefressen. Der Fischanteil stieg mit zunehmender Fischgröße an. Bei kleinen Tieren (bis 10 cm) wiesen Polychaeten eine besonders hohe Präsenz auf.

Regionale Unterschiede in der Nahrung konnten nicht festgestellt werden.

Der Materialumfang von Pagothenia bernacchii und Pagothenia hansonii ist sehr gering.

4.7.1.6. Pagothenia bernacchii

P.bernacchii kam auf dem Schelf des östlichen und südlichen Weddellmeeres in Tiefen von 220 bis 370 m vor (Abb. 19).

Die Tiere waren 9,1 bis 23,0 cm lang.

Von den 10 untersuchten Tieren hatten alle gefressen.

Am häufigsten wurden benthische Organismen wie Amphipoden, Polychaeten und Isopoden gefressen (Tab. 12). Zusammen mit nicht bestimmbar Crustaceen nahmen diese Organismen mit über 80% den Hauptnahrungsteil ein. Sipunculiden und Echiuriden wurden von den größeren Tieren zusätzlich gefressen; kleinere (9,1 cm) Tiere hatten auch Copepoden im Magen.

P.bernacchii ist demnach ein reiner Benthos-Fresser, was durch zahlreiche Angaben in der Literatur bestätigt wird.

Eine ähnliche Nahrungszusammensetzung fand HUREAU (1966) bei P.bernacchii vom Adelie Land. Im McMurdo-Sound, wo in der Nahrung dieser Art errante Polychaeten dominierten, wurden außerdem noch Fische und Fischeier gefressen (EASTMAN, 1985).

An der Antarktischen Halbinsel war der Anteil der Polychaeten dagegen verhältnismäßig gering (DANIELS, 1982). Eine in erster Linie planktivore Ernährungsweise dieser Art fanden (MORENO, 1980; HEYWOOD und LIGHT, 1975) an der Antarktischen Halbinsel (Palmer Archipelago).

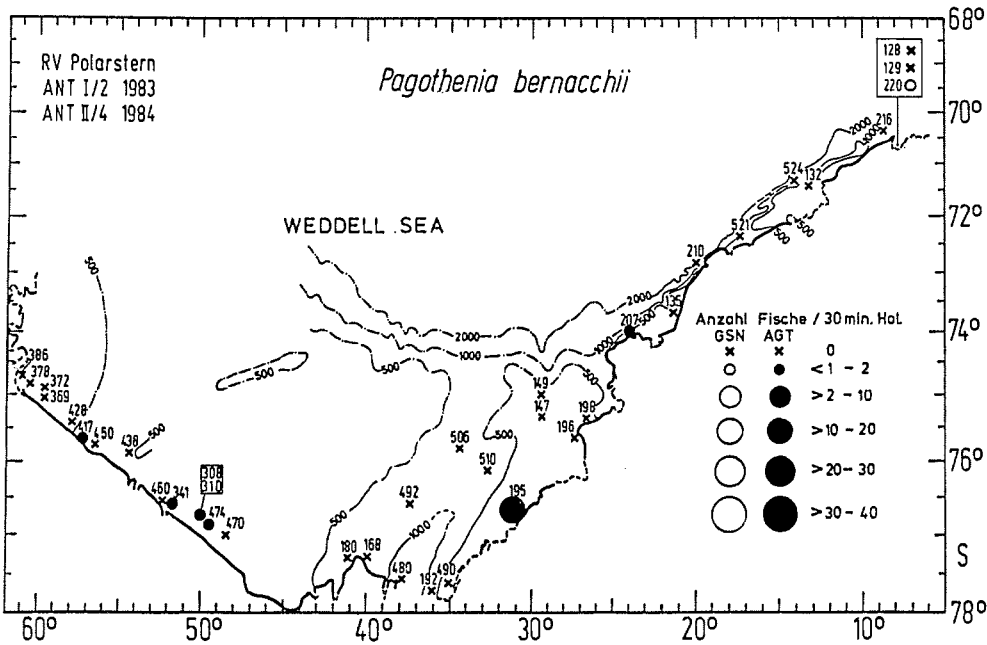


Abb. 19: Verbreitung von *P.bernacchii* im Weddellmeer

Tab.12: Nahrungszusammensetzung von *P.bernacchii* und *P.hansoni*
In den Spalten sind die Anzahl (n), die Präsenz P (%)
der Nährtiere in den Mägen mit Nahrung und die
Dominanz D (%) als relativer Anteil an der Gesamtnahrung
angegeben.

	<i>P.bernacchii</i>			<i>P.hansoni</i>		
	n	P(%)	D(%)	n	P(%)	D(%)
Standardlängen:	9,1 - 23,0 cm			22,0 - 32,4		
untersuchte Mägen:	10			6		
leere Mägen:	0			3		
Nährtiere	n	P(%)	D(%)	n	P(%)	D(%)
Crustaceen indet	4	40	15,6	-	-	-
Amphipoda	15	70	24,2	1	33	3,3
Isopoda	10	60	14,0	-	-	-
Copepoda	2	10	3,3	-	-	-
Polychaeta	10	70	32,3	1	33	11,1
Gastropoda	2	10	1,8	-	-	-
Echiurida	1	10	1,4	1	33	11,1
Sipunculida	4	20	4,2	-	-	-
Eier	-	-	-	9	33	30,0
Pisces	-	-	-	1	33	11,1
Bryozoa	1	10	0,9	1	33	11,1
Hydrozoa	1	10	1,4	-	-	-
Anzahl der Taxa:	11			6		
Diversität:	0,89			0,47		
Evenness:	0,65			0,49		

Eine Erklärung für diese unterschiedlichen Nahrungsgewohnheiten bietet die Annahme, daß diese Art ein opportunistisches Freßverhalten aufweist. An der Antarktischen Halbinsel, wo Krill häufig ist, frißt diese ansonsten rein benthische Fischart auch pelagisch.

Pagothenia hansonii

Alle Exemplare dieser Art stammen aus Fängen des nordöstlichen Weddellmeeres aus Tiefen von 200 bis 260 m (Abb. 20). Die Tiere hatten eine Länge von 22,0 bis 32,4 cm.

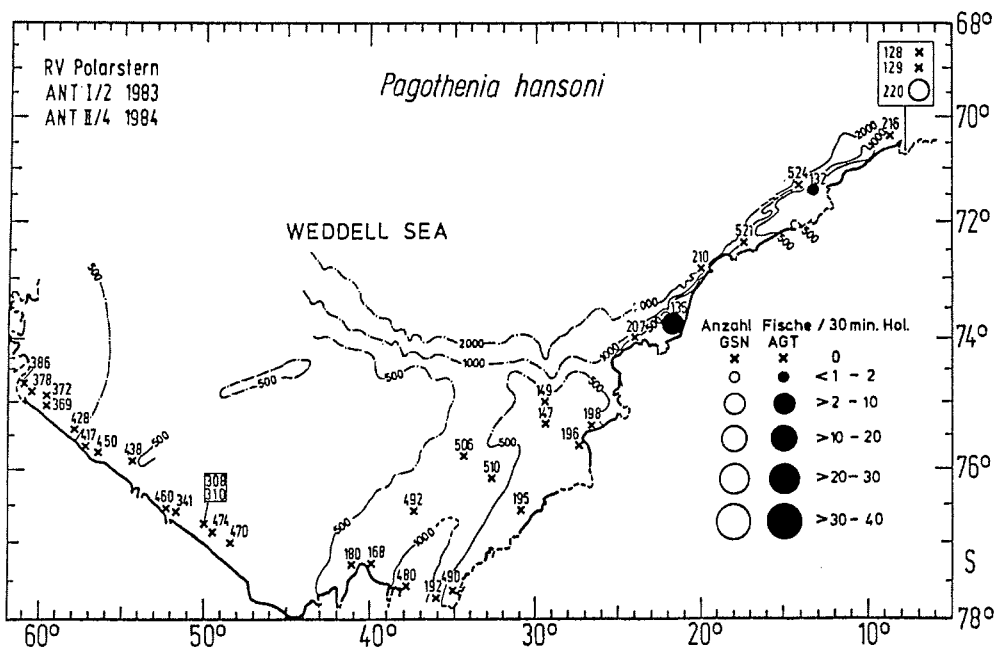


Abb.: Verbreitung von P.hansonii im Weddellmeer

Die Hälfte der 6 untersuchten Mägen war leer. Gefressen wurden mit der gleichen Präsenz Amphipoden, Polychaeten, Echiuriden, Fische, Eier und Bryozoen. Bei einem Fisch überwogen Fischeier in der Nahrung. Von der Biomasse her kam den Polychaeten, Amphipoden, Echiuriden und Fischen insgesamt jedoch eine größere Bedeutung zu.

Von Fischeiern in der Nahrung von P.hansonii wurde auch vom McMurdo-Sound (EASTMAN, 1985) und aus der Lützw-Holm-Bay (NAITO, 1982) berichtet.

In Untersuchungen in der Lützw-Holm-Bay (Ostantarktis) waren P.bernacchii und P.hansonii die häufigsten Fischarten. P.bernacchii dominierte im Littoral bis 100 m Tiefe. P.hansonii war in diesem Bereich zweithäufigste Fischart und herrschte in Tiefen von 100 bis 150 m vor. Unterhalb von 200 m nahm der Anteil beider Arten am Gesamtfang ab (NAITO, 1982).

4.7.2. ARTEDIDRACONIDAE

4.7.2.1. Dolloidraco longedorsalis

D.longedorsalis ist die am häufigsten gefangene Fischart aus den Jahren 1983 und 1984 im Weddellmeer.

Hauptverbreitungsgebiete sind die Tiefenbereiche unter 600 m des südlichen Weddellmeeres (Abb.21). Auf den küstenfernen Stationen nordöstlich des Filchner-Grabens und in der Gould-Bay herrschte D.longedorsalis in den Fängen vor. Die Art kam auch auf dem Schelf vor.

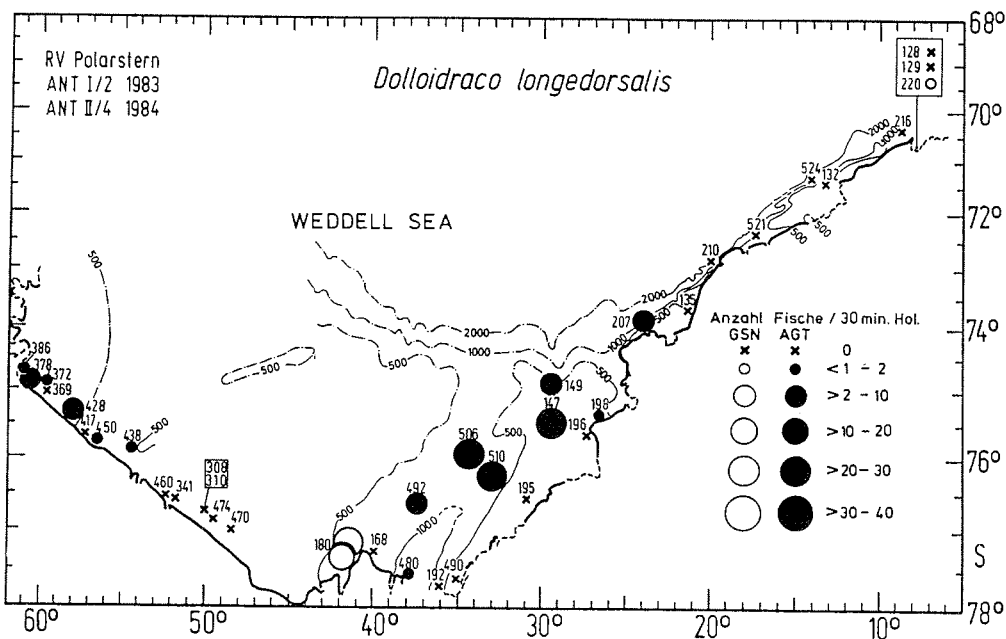


Abb.21: Verbreitung von D.longedorsalis im Weddellmeer

Abb. 22 zeigt die Längenverteilung der Tiere.

Die Nahrung von D.longedorsalis

148 Fische von 16 Stationen in der östlichen und südlichen Weddell-See wurden auf ihren Mageninhalt untersucht. 17 (11,5%) hatten einen leeren Magen. Tab. 13 gibt die Anzahl der gefressenen Nährtiere, ihre Präsenz in den gefüllten Mägen und ihren prozentualen Anteil an der Gesamtnahrung aller Individuen (Dominanz) wieder. Angegeben sind weiterhin die Anzahl der gefressenen Nährtierarten und die Diversität des Nahrungsspektrums.

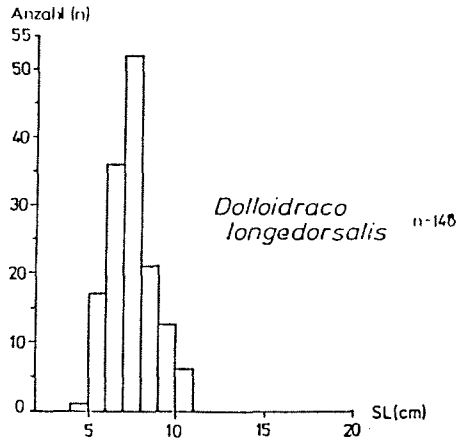


Abb.22: Längenhäufigkeitsverteilung von D.longedorsalis

Errante Polychaeten wurden am zahlreichsten gefressen und waren in 80% aller Mägen vorhanden. Crustaceen nehmen mit einem Drittel an der Gesamtnahrung einen weiteren bedeutenden Anteil ein. Nur 5% der Nahrung wird von Molluscen, Hydrozoen, Anthozoen und Eiern gestellt.

Tab.13: D.longedorsalis: Nahrungszusammensetzung aller Längenklassen aus dem Weddellmeer.
In den Spalten sind die Anzahl(n), die Präsenz P (%) der Nährtiere in den Mägen mit Nahrung und der relative Anteil an der Gesamtnahrung (Individuen- und Gewichtsdominanz D) angegeben. Diversität und Evenness sind auf Individuenbasis berechnet.

Standardlängen: 4,3 - 10,8 cm
mittlere Länge: 7,4 + 1,3 cm
untersuchte Mägen: 148
leere Mägen: 17 (11%)

Nährtiere	n	P(%)	D(%) Ind.	D(%) Gew.
Crustacea, indet.	41	27,5	15,2	11,6
Amphipoda	25	13,7	7,4	5,9
Isopoda	13	9,2	4,5	3,1
Tanaidacea	1	0,8	0,8	0,0
Mysidacea	1	0,8	0,3	0,6
Euphausiacea	1	0,8	0,3	0,2
Cumacea	7	5,3	2,3	1,1
Ostracoda	3	1,5	0,5	0,1
Copepoda	6	4,6	1,7	1,0
Polychaeta	162	80,9	62,3	68,8
Bivalvia	8	4,6	1,4	1,8
Gastropoda	2	1,5	1,6	0,8
Scaphopoda	1	0,8	0,2	0,0
Hydrozoa	1	0,8	0,2	0,0
Anthozoa	1	0,8	0,2	0,0
Actinaria	2	0,8	0,4	0,0
nicht ident.	-	-	-	4,9

Anzahl der Taxa: 17
Diversität: 0,35
Evenness: 0,41

Bei den meisten Tieren hatte der Magen einen sehr geringen Füllungsgrad und enthielt nur noch Reste. Einzelne Mägen dagegen waren zu drei Viertel und mehr gefüllt. Es ist zu vermuten, daß diese kleinen am Boden sitzenden Fische nach der Methode des "sit and wait" ihre Nahrung erbeuten, ganze Tiere verschlingen und bis zur nächsten Nahrungsaufnahme längere Zeit versteichen kann und auf diese Weise wenig Energie verbrauchen.

Regionale Unterschiede in der Nahrungszusammensetzung

Unterschiede in der Nahrungszusammensetzung bestanden zwischen dem Tiefenbereich des südlichen Weddellmeeres und dem Schelf. Auf dem östlichen Schelf vor Halley Bay bestand die Nahrung von D.longedorsalis zu 70% aus Crustaceen mit Amphipoden als vorherrschendem Futter. Polychaeten wurden zwar ebenfalls häufig (mit einer Präsenz von 30%) gefressen, bestimmten aber nicht den Hauptnahrungsteil. Im Filchner-Graben und in der Gould-Bay ernährten sich die Tiere hauptsächlich von Polychaeten. Im Gegensatz zur Schelfregion waren Crustaceen hier von geringerer Bedeutung. In der Gould-Bay war die Diversität des Nahrungsspektrums auffallend gering.

4.7.2.2. Artedidraco skottsbergi

Die 39 untersuchten A.skottsbergi (Abb. 22) waren von 3,1 bis 11,1 cm lang. Sie stammten aus 220 bis 460 m Tiefe.

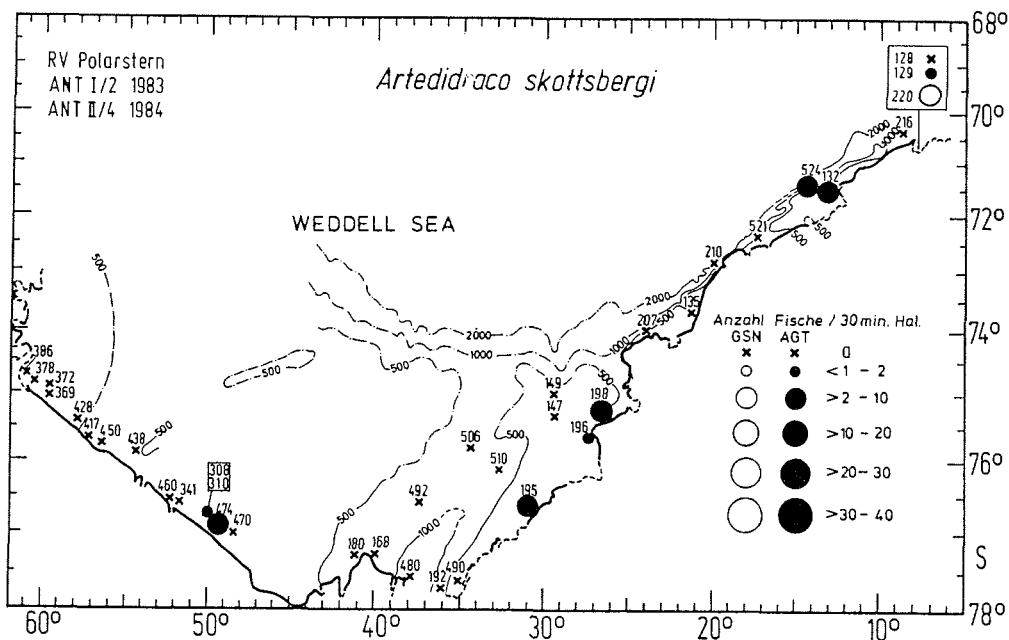


Abb.22: Verbreitung von A.skottsbergi im Weddellmeer

Bei den 10,6 bis 11,1 cm langen Tieren handelte es sich um geschlechtsreife Weibchen mit Gonaden im Reifestadium III.

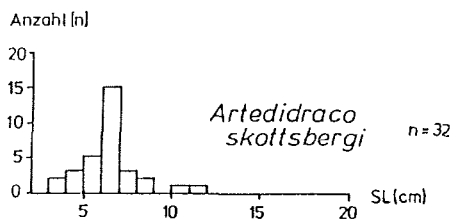


Abb.23: Längenhäufigkeitsverteilung von A.skottsbergi

Von den untersuchten Mägen waren 2 (5,1%) leer. Insgesamt wiesen die Mägen einen sehr geringen Füllungsgrad auf. Fast die Hälfte aller Mägen war nur zu ein Viertel und weniger gefüllt. Einen gut gefüllten Magen hatten 20% der Fische.

Polychaeten stellten die Hauptnahrung von A.skottsbergi; sie machten zahlen- und gewichtsmäßig über die Hälfte der Nahrung aus und wiesen die höchste Nährtierpräsenz auf. Amphipoden und unbestimmbare

Crustaceen stellten mit insgesamt einem Drittel der Gesamtnahrung eine weitere bedeutende Nahrungsquelle. Weiterhin wurden vereinzelt Isopoden, Cumaceen, Ostracoden, Gastropoden und Anthozoen gefressen (Tab. 14). 6% des Mageninhalts waren nicht zu identifizieren.

Die von Wyanski und Targett (1981) aus verschiedenen geographischen Gebieten stammenden *A.skottsbergi* hatten ebenfalls hauptsächlich Polychaeten und Amphipoden gefressen. Daneben wurden in geringeren Mengen Isopoden und Cumaceen, aber auch Mysidaceen und calanoide Copepoden gefressen.

4.7.2.3. *Artedidraco loennbergi*

Alle 23 *A.loennbergi* stammen aus den Fängen der ANT II-Reise vom Schelf vor dem Filchner-Ronne-Schelfeis (Abb. 24).

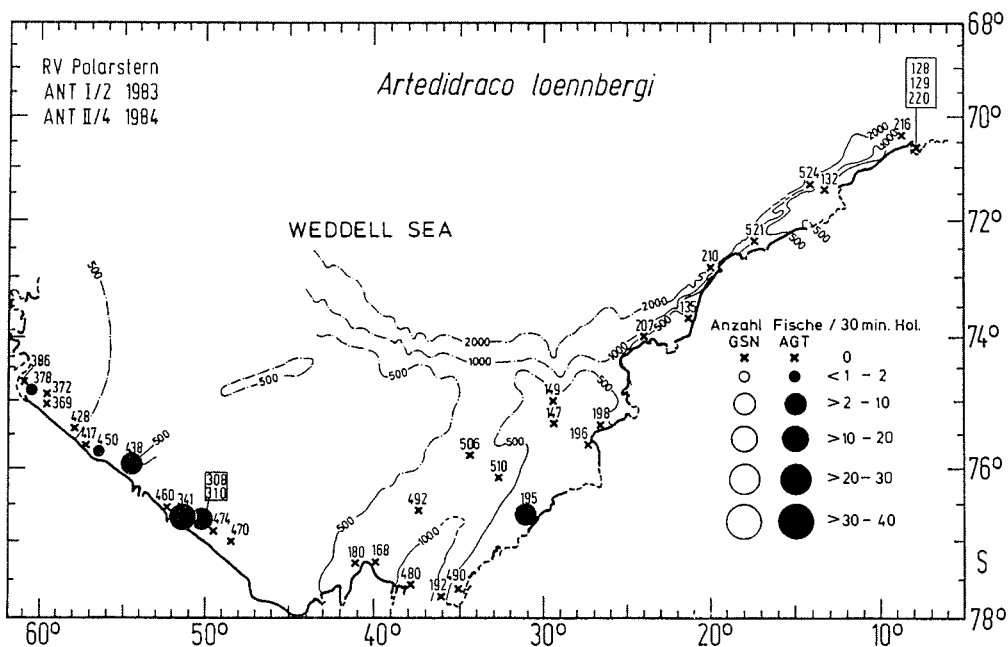


Abb.24: Verbreitung von *A.loennbergi* im Weddellmeer

Sie waren 4,5 bis 8,1 cm lang (Abb. 25) und kamen ganz überwiegend aus Tiefen von 295 m. Nur ein Exemplar wurde im Tiefenbereich 646-661 m gefangen.

Alle Tiere hatten gefressen.

Polychaeten, Amphipoden, Isopoden und unbestimmbare Crustaceen bildeten die Hauptnahrungsquellen dieser Art. Die höchste Nährtierpräsenz wiesen die Polychaeten auf: sie waren in zwei Drittel aller Mägen

vorhanden und machten gewichtsmäßig fast die Hälfte der Nahrung aus. Außerdem wurden noch Tanaidaceen, Cumaceen, Copepoden, Gastropoden und Actinarien gefressen (Tab. 14).

Die von WYANSKI und TARGETT (1981) untersuchten Exemplare vergleichbarer Länge hatten vorwiegend errante Polychaeten und Amphipoden und ebenfalls in größeren Mengen Isopoden gefressen. Vereinzelt wurden Crustaceen indet., Mysidaceen, calanoide Copepoden, Cumaceen und Pycnogoniden gefressen.

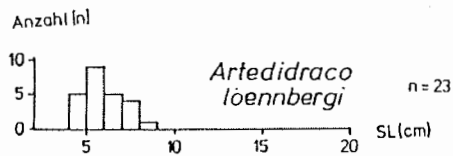


Abb.25: Längenhäufigkeitsverteilung von *A. lönnbergi*

4.7.2.4. *Artedidraco shackletoni*

Die 3,9 bis 10,6 cm langen Tiere stammen aus 220 bis 450 m Tiefe (Abb. 26).

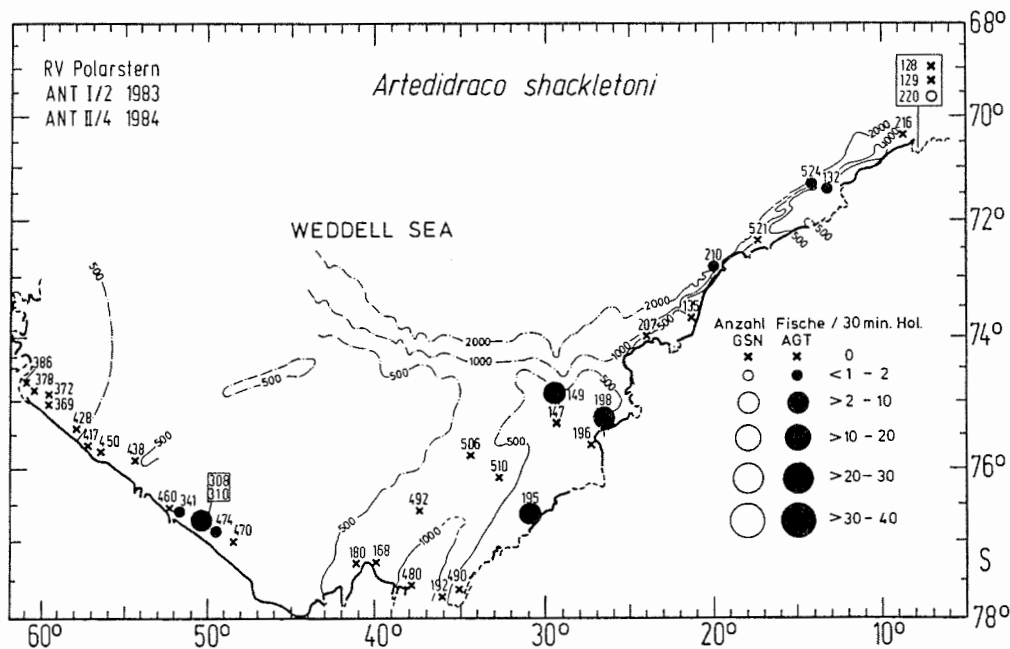


Abb.26: Verbreitung von *A. shackletoni* im Weddellmeer

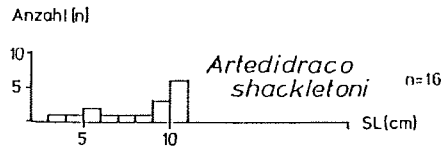


Abb.27: Längenhäufigkeitsverteilung von *A.shackletoni*

Von den 16 untersuchten Mägen waren 7 (44%) leer.
Die Hauptnahrung bestand aus erranten Polychaeten, die gewichtsmäßig über 86 % der Nahrung ausmachten und in allen Mägen mit Nahrung vorkamen. Am zweithäufigsten wurden Isopoden gefressen, die aber nur ein Zehntel der Biomasse stellten (Tab.14).

Tab.14: Nahrungszusammensetzung von *A.skottsbergi*, *A.loennbergi* und *A.shackletoni*.
In den Spalten sind die Anzahl (n), die Präsenz P (%) der Nährtiere in den Mägen mit Nahrung und der relative Anteil an der Gesamtnahrung (Individuen- und Gewichtsdominanz D) angegeben. Diversität und Evenness sind auf Individuenbasis berechnet.

	A.skottsbergi				A.loennbergi				A.shackletoni			
	n	P(%)	D(%) Ind.	D(%) Gew.	n	P(%)	D(%) Ind.	D(%) Gew.	n	P(%)	D(%) Ind.	D(%) Gew.
Standardlängen:	3,1-11,1 cm				4,5-8,1 cm				3,9-10,6 cm			
Anzahl Mägen:	39				23				16			
leere Mägen:	2				0				7			
Crustaceen indet.	15	32,4	23,1	20,7	6	21,7	13,0	11,6	2	22,2	7,8	1,4
Amphipoda	13	27,0	10,7	14,0	15	43,5	19,6	22,8	-	-	-	-
Isopoda	2	2,7	1,4	2,0	11	30,4	16,2	11,8	5	33,3	18,5	10,0
Tanaidacea	-	-	-	-	2	8,7	1,2	1,4	-	-	-	-
Cumacea	7	13,5	5,5	3,4	2	8,7	2,2	0,6	-	-	-	-
Ostracoda	5	8,1	3,9	3,8	-	-	-	-	-	-	-	-
Copepoda	-	-	-	-	2	8,7	3,6	0,7	-	-	-	-
Polychaeta	36	73,0	50,4	50,1	15	65,2	38,5	46,8	13	100	73,7	86,2
Gastropoda	14	5,4	3,0	0,1	1	4,4	4,4	4,3	-	-	-	-
Anthozoa indet.	1	2,7	0,6	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
Actinaria	-	-	-	-	2	4,4	1,5	-	-	-	-	-
nicht ident.	-	-	-	5,9	-	-	-	-	-	-	-	2,4
Anzahl der Taxa:	8				9				3			
Diversität:	0,40				0,48				0,36			
Evenness:	0,46				0,46				0,52			

4.7.2.5. Pogonophryne permitini

Die 5,1 bis 14,9 cm langen P.permitini stammten aus Tiefen von 430 bis 840 m (Abb. 28).

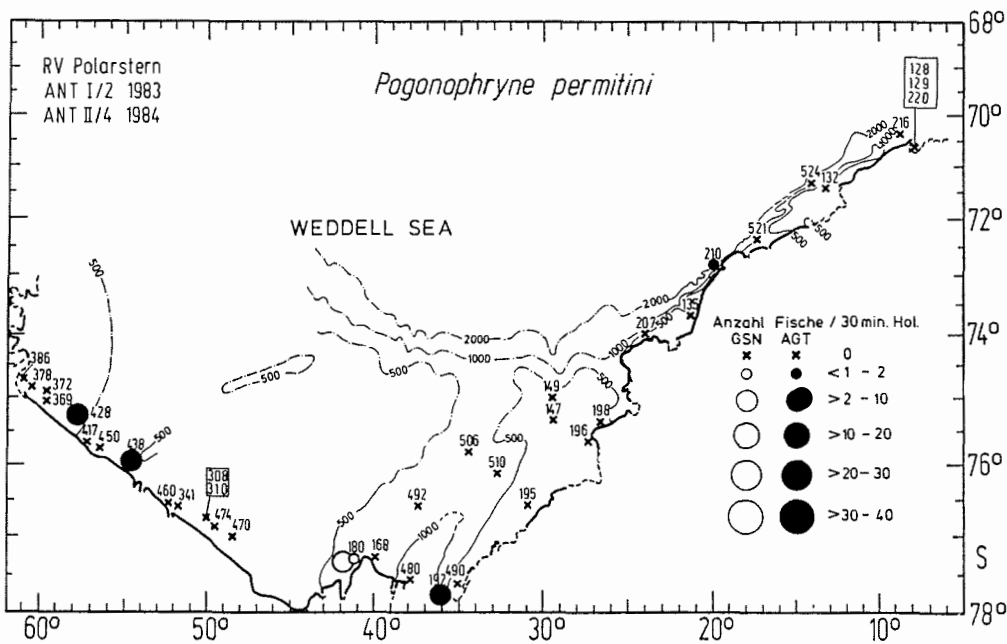


Abb.28: Verbreitung von P.permitini

Von den 19 untersuchten Exemplaren hatten 5 (26%) einen leeren Magen. Amphipoden waren die Hauptnahrungsquelle von P.permitini (Tab. 15). Sie stellten fast zwei Drittel der Individuen und machten über die Hälfte der Biomasse aus. Daneben wurden nur noch Polychaeten und Isopoden in größeren Mengen gefressen.

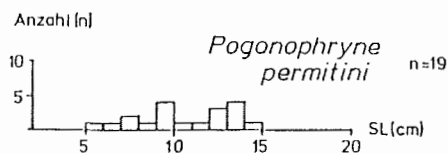


Abb.29: Längenhäufigkeitsverteilung von P.permitini

Anders als bei den Arten der Gattung Artedidraco und bei Dolloidraco longedorsalis spielten Polychaeten eine geringere Rolle. Sie waren zwar in fast 30% aller Mägen präsent, ihr Gewichtsanteil betrug bei dieser Art jedoch nur 19% an der Gesamtnahrung.

Neben Amphipoden wurden von den größeren Tieren (9,0-12,0 cm) auch Mysidaceen gefressen.

Von WYANSKI und TARGETT (1981) wurden 21 Tiere von 4,3 bis 16,4 cm Länge untersucht, die vom Schelfabhang bis aus 1120 m Tiefe stammten.

Die kleineren Exemplare (<10,0 cm) fraßen hauptsächlich Amphipoden. Errante Polychaeten wurden in größeren, sedentäre Polychaeten in kleinen Mengen gefressen. Außerdem gehörten noch nicht identifizierbare Crustaceen, Cumaceen, Euphausiaceen, Isopoden und calanoide Copepoden zur Nahrung. Die größeren Tiere von über 10,0 cm Länge konsumierten mehr Isopoden und weniger Amphipoden als kleinere Exemplare, obwohl Amphipoden weiterhin die Hauptnahrungskomponente blieben. Octopoden, errante und nicht identifizierte Polychaeten wurden weniger gefressen (WYANSKI & TARGETT, 1981).

4.7.2.6. Pogonophryne phyllopogon

P.phyllopogon kam vor allem auf dem Schelf vor und nicht wie P.permitini auch in größeren Tiefen. Die Tiere waren 7,3 bis 22,5 cm lang.

Der Materialumfang dieser Art war mit 6 Exemplaren sehr gering, ein Exemplar hatte einen leeren Magen.

Die Nahrung von P.phyllopogon war der von P.permitini sehr ähnlich. Über die Hälfte aller Nährtiere waren Amphipoden; ihr prozentualer Gewichtsanteil an der Nahrung betrug 69 % (Tab.15). Der Anteil nicht identifizierbarer Crustaceen war mit 19 % relativ hoch.

Tab.15: Nahrungszusammensetzung von Pogonophryne permitini und P.phyllopogon

In den Spalten sind die Anzahl (n), die Präsenz P (%) der Nährtiere in den Mägen mit Nahrung und die Individuen- und Gewichtsdominanz D(%) als relativer Anteil an der Gesamtnahrung angegeben. Diversität und Evenness sind auf Individuenbasis berechnet.

	P.permitini				P.phyllopogon			
Standardlängen:	5,1-14,9 cm				7,3-22,5			
Anzahl Mägen:	19				6			
leere Mägen:	5				1			
Nährtiere	n	P(%)	D(%) Ind.	D(%) Gew.	n	P(%)	D(%) Ind.	D(%) Gew.
Crustaceae indet.	1	7,1	1,4	0,1	5	40	26	18,5
Amphipoda	53	85,7	63,6	52,0	10	80	52	68,7
Isopoda	15	21,4	10,0	24,4	2	20	4	4,5
Mysidacea	3	21,4	4,4	4,8	1	20	4	3,1
Polychaeta	4	28,6	14,9	18,5	1	20	10	5,2
Crinoidea	-	-	-	-	1	20	2	0,0
Hydrozoa	2	7,1	2,9	-	-	-	-	-
Scaphopoda	2	7,1	2,9	-	-	-	-	-
nicht ident.	-	-	-	0,2	-	-	-	-
Anzahl der Taxa:	7				7			
Diversität:	0,45				0,54			
Evenness:	0,57				0,53			

4.7.3. BATHYDRACONIDAE

4.7.3.1. *Akarotaxis nudiceps*

A. nudiceps kam hauptsächlich in tieferen Regionen des südlichen Weddellmeeres in 673 bis 870 m Tiefe vor (Abb. 31). Auf dem östlichen Schelf war diese Art nicht vertreten.

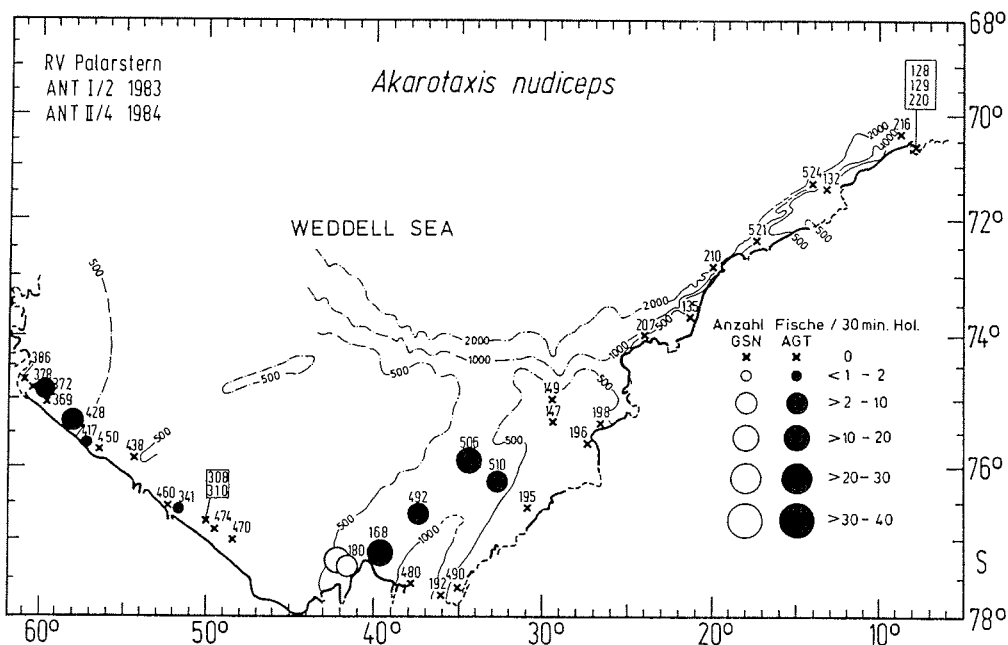


Abb. 31: Verbreitung von *A. nudiceps* im Weddellmeer

Die Tiere waren 7,3 bis 12,3 cm lang, wobei zwei Drittel der gefangenen Tiere eine Länge von 10,0 bis 11,9 cm aufwiesen (Abb.32). In der Gould-Bay waren die Tiere mit einer Ausnahme 9,5 bis 12,3 cm lang.

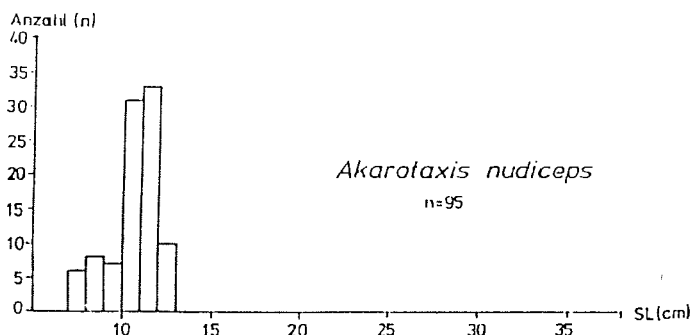


Abb. 32: Längenhäufigkeitsverteilung von *A. nudiceps*

In den Fängen auf dem Schelf vor dem Filchner-Ronne-Schelfeis überwogen die kleineren Exemplare unter 9,0 cm Länge.

Die Nahrung von *Akarotaxis nudiceps*

Es wurden 95 Tiere auf ihren Mageninhalt untersucht. 13,7 % der Mägen waren leer.

Die Nahrung von *A.nudiceps* bestand hauptsächlich aus Mysidaceen und Copepoden, die mit über 50 % die höchste Präsenz in den Mägen aufwiesen und gewichtsmäßig fast ein Drittel der Nahrung stellten (Tab.16). Benthische Organismen wie Amphipoden, Isopoden und Cumaceen wurden ebenfalls gefressen. Polychaeten spielen anteilmäßig mit 9% nur eine geringe Rolle, gehörten aber mit einer Präsenz von 23 % zu den regelmäßig gefressenen Nährtieren.

Tab.16: *A.nudiceps*: Nahrungszusammensetzung aller Längensklassen aus der Weddell-See.
In den Spalten sind die Anzahl (n), die Präsenz P(%) der Nährtiere in den Mägen mit Nahrung und der relative Anteil an der Gesamtnahrung (Individuen- und Gewichtsdominanz D) angegeben. Diversität und Evenness sind auf Individuenbasis berechnet.

Standardlänge:	7,3 - 12,3 cm			
Anzahl Tiere:	95			
leere Mägen:	13			
Nährtiere	n	P(%)	D(%) Ind.	D(%) Gew.
Crustacea indet.	20	22,0	13,4	10,2
Amphipoda	17	15,9	7,3	7,3
Isopoda	16	18,3	11,8	11,8
Mysidacea	38	35,4	20,6	26,7
Cumacea	9	8,5	2,1	3,0
Copepoda	163	54,9	42,2	31,8
Polychaeta	23	23,2	8,5	9,2
Anzahl Taxa:	7			
Diversität:	0,42			
Evenness:	0,50			

Aufgrund der Hauptnahrungskomponenten von *A.nudiceps* läßt sich die Ernährungsweise dieser Art als benthopelagisch charakterisieren.

Es bestehen gewisse qualitative Unterschiede in der Nahrungszusammensetzung zwischen den Exemplaren, die in der Gould-Bay gefangen wurden, und denen, die in der küstenfernen, nordöstlich des Filchner-Grabens gelegenen Region gefangenen wurden. Die Nahrung in der Gould-Bay setzte sich etwa zu gleichen Teilen aus Copepoden, Mysidaceen und nicht identifizierten Crustaceen zusammen. In der anderen Region überwogen Copepoden in der Nahrung.

4.7.3.2. Gerlachea australis

G.australis wurde in Tiefen von 430 bis 840 m vor allem im südlichen Weddellmeer gefangen. In größeren Mengen trat die Art nur in den Fängen in der Vahsel-Bucht und der Gould-Bay auf (Abb.32).

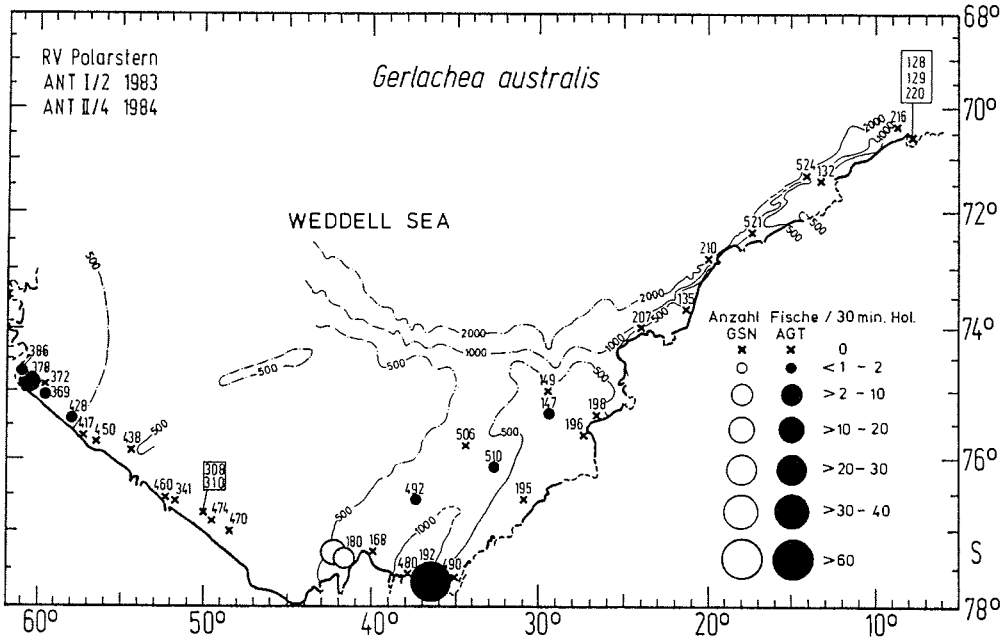


Abb. 33: Verbreitung von G.australis im Weddellmeer

Das Längenspektrum umfaßt Tiere von 13,0 bis 23,6 cm Länge (Abb.34). 75% aller gefangenen Exemplare waren größer als 18,0 cm. In der Gould-Bay hatten sie eine mittlere Länge von 17,9 cm. Der größte Teil der Tiere lag im Längenbereich von 17,0 bis 20,9 cm und war durchschnittlich etwas kleiner als die in der Vahsel-Bucht gefangenen Tiere von 18,0 bis 23,6 cm Länge. Alle waren adult; ab 21,0 cm Länge standen die Männchen im Reifestadium III.

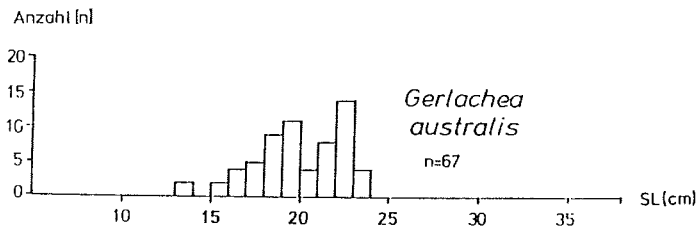


Abb. 34: Längenhäufigkeitsverteilung von G.australis

Die Nahrung von Gerlachea australis

Ein großer Teil der Mägen (54%) war leer. In der Vahsel-Bucht lag der Prozentsatz leerer Mägen mit 85% der untersuchten Fische besonders hoch. In Tab. 17 ist die Nahrungszusammensetzung aufgeführt.

Tab.17: G.australis: Nahrungszusammensetzung aller Längenklassen aus der Weddell-See.
In den Spalten sind die Anzahl (n), die Präsenz P(%) der Nährtiere in den Mägen mit Nahrung und der relative Anteil an der Gesamtnahrung (Individuen- und Gewichtsdominanz D) angegeben. Diversität und Evenness sind auf Individuenbasis berechnet.

Standardlänge:	13,0 - 25,5 cm			
Anzahl Tiere:	63			
leere Mägen:	34			
Nährtiere	n	P(%)	D(%) Ind.	D(%) Gew.
<hr/>				
Crustacea indet.	3	6,9	2,6	2,5
Amphipoda	18	24,1	15,1	12,7
Mysidacea	19	31,0	27,0	20,7
Euphausiacea	109	58,8	52,5	63,1
E.crystallorophias	5	6,9	2,8	1,1
<hr/>				
Anzahl Taxa:	5			
Diversität:	0,16			
Evenness:	0,24			

Hauptnahrungsquelle war Euphausia crystallorophias, die in zwei Drittel aller gefüllter Mägen vorkam. Ebenfalls häufig gefressen wurden Mysidaceen und Amphipoden, die zusammen aber nur ein Drittel der gefressenen Biomasse ausmachen. Das Nahrungsspektrum dieser Art umfaßt demnach nur eine geringe Anzahl verschiedener Taxa, die überwiegend dem Plankton angehören.

Zu ähnlichen Ergebnissen kamen KOCK et al. (1984). Tiere vergleichbarer Länge hatten hauptsächlich pelagische Hyperiidien und Euphausiaceen gefressen.

4.7.3.3. Prionodraco evansii (REGAN)

P.evansii kam auf dem flacheren Schelf des östlichen und südlichen Weddellmeeres in Tiefen von 200 bis 350 m Tiefe vor (Abb. 35). Die Tiere waren 6,7 bis 13,7 cm lang (Abb.36).

Von den 28 untersuchten Tieren hatten 2 einen leeren Magen. Diese Art besaß ein weites Nahrungsspektrum, das sich hauptsächlich aus verschiedenen Crustaceen zusammensetzte. Die höchste Präsenz in den Mägen wiesen Copepoden mit 65% und Polychaeten mit 58% auf. Zahlenmäßig nahmen die Copepoden den größten Teil der Nahrung ein; prozentual folgten dann unbestimmbare Crustaceen, Amphipoden und erst an vierter Stelle Polychaeten. In der gewichtsmäßigen Nahrungszusammensetzung kam Copepoden und Polychaeten dagegen die gleiche Bedeutung zu (Tab.18).

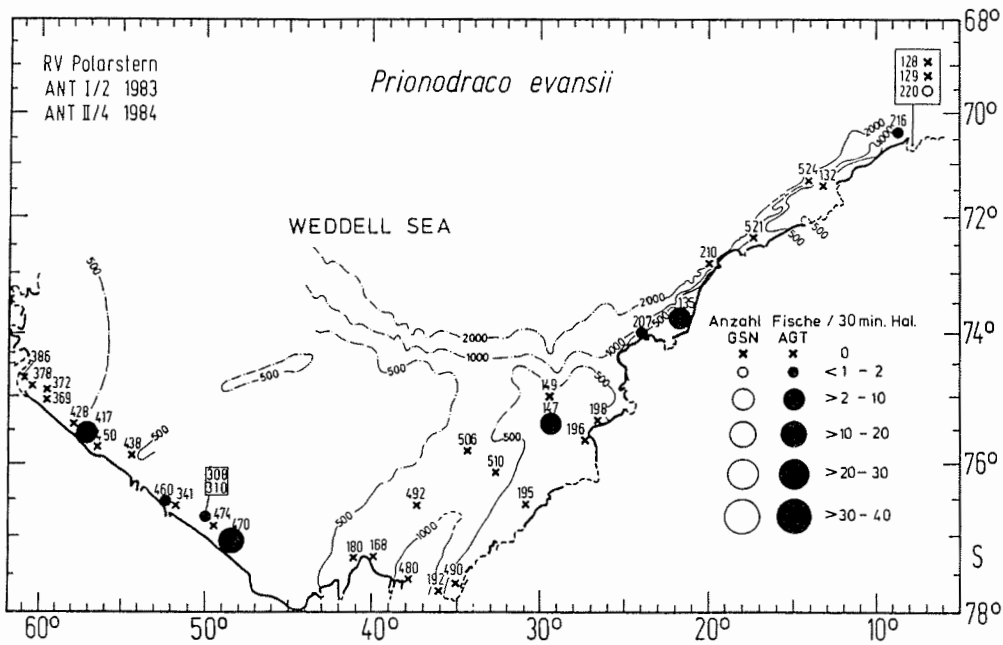


Abb. 35: Verbreitung von *P.evansii* im Weddellmeer

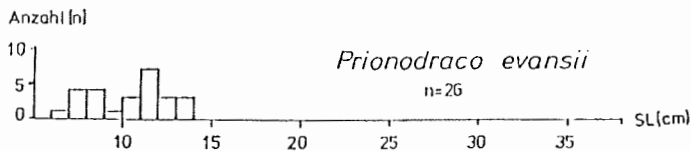


Abb. 36: Längenhäufigkeitsverteilung von *P.evansii*

Beispielsweise wurden von den 6,7 bis 12,9 cm langen Tieren auf Station 470 (Filchner-Station) von 93% aller Tiere mit gefülltem Magen Copepoden gefressen, die zahlenmäßig dominierten. Ihre mittlere Anzahl betrug 32 Copepoden pro Magen. Eine ebenfalls hohe Präsenz in den Mägen wiesen die Polychaeten mit 80% auf.

P.evansii fraß zum einen planktonische Organismen wie Copepoden, Euphausiaceen, Chaetognathen und bathypelagische Mysidaceen, zum anderen bodennahe Cumaceen, Isopoden, Amphipoden, Ostracoden und Polychaeten zu annähernd gleichen Teilen. Die Nahrung ist demnach benthopelagischen Typs.

Die Untersuchungen von KOCK *et al.* (1984) an *P.evansii* vom Schelf vor dem Filchner-Rønne-Schelfeis weisen diese Art als überwiegenden Benthosfresser aus. Die Tiere hatten in erster Linie Polychaeten und Amphipoden gefressen, jedoch ebenfalls Mysidaceen, Euphausiaceen und Copepoden. Westlich der Antarktischen Halbinsel dominierten Polychaeten, Amphipoden, Cumaceen und Euphausiaceen in der Nahrung (DANIELS,

1982). Cumaceen und Euphausiaceen wurden von den in der Weddell-See 1983 und 1984 gefangenen Tieren nur zu geringen Anteilen gefressen.

4.7.3.4. *Cygnodraco mawsoni* (WAITE)

Diese Art kam nur auf dem flachen Teil des Schelf in 200 bis 370 m Tiefe vor (Abb. 37).

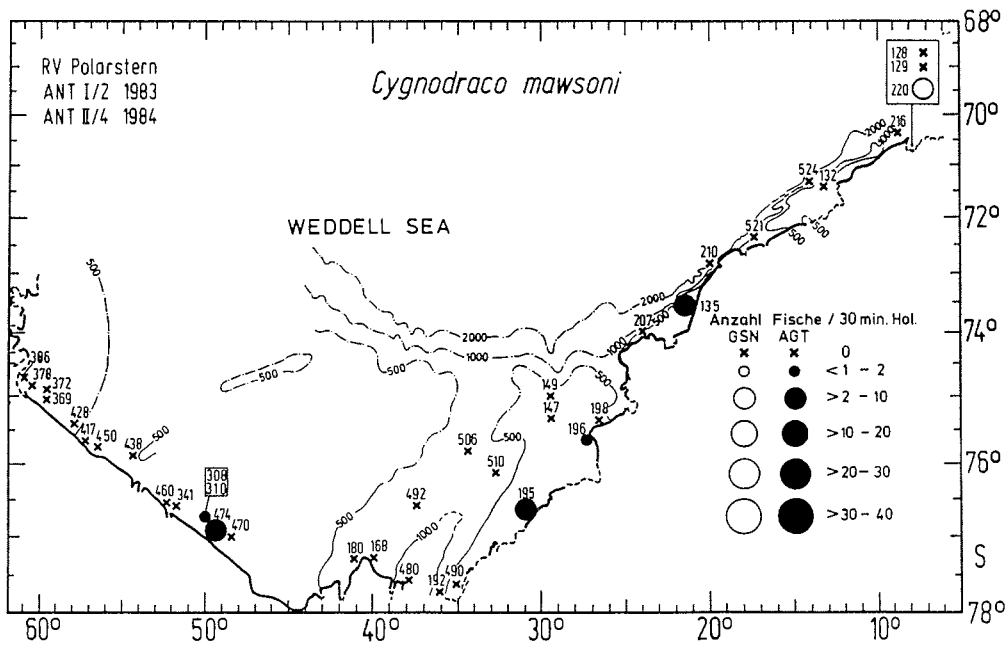


Abb. 37: Verbreitung von *C. mawsoni* im Weddellmeer

Die Tiere waren zwischen 13,2 und 35,8 cm lang (Abb. 38). Die kleinen 13,2 bis 15,4 cm langen Exemplare waren juvenil. Bei den Tieren von 32,8 bis 35,8 cm Länge handelte es sich um geschlechtsreife Männchen mit entwickelter Gonade (Reifegrad III).

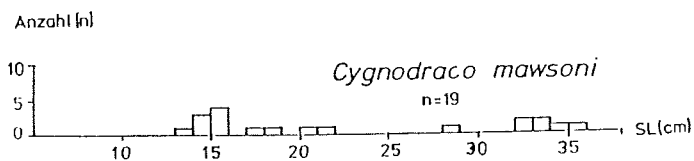


Abb. 38: Längenhäufigkeitsverteilung von *C. mawsoni*

In der Literatur werden Männchen ab 18,6 cm als adult beschrieben (KOCK et al. 1984). Ab 25,9 cm besaßen die Tiere eine entwickelte Gonade.

3 Exemplare hatten einen leeren Magen. Mit einer Gewichtsdominanz von 37 % waren Fische in der Nahrung von *C.mawsoni* von großer Bedeutung. Sie waren mit einer Präsenz von fast 50 % am häufigsten gefressen worden. Ebenfalls regelmäßig gefressen wurden Crustaceen und hier vor allem benthische Amphipoden, Mysidaceen und Decapoden (Tab.18) *Cygnodraco mawsoni* kann als Bodenfresser eingeordnet werden, der bevorzugt größere und auch schnell bewegliche Organismen frißt. Die Ergebnisse werden von KOCK et al.(1984) bestätigt. Auch hier hatten die Tiere vorwiegend benthische Organismen (Amphipoden, Decapoden, unbestimmbare Crustaceen, Polychaeten) und Fische gefressen.

4.7.3.5. *Racovitzia glacialis*

Die 13 Exemplare von *R.glacialis* waren 12,1 bis 28,7 cm lang. Bei den größeren Exemplaren (21 cm) handelte es sich um zwei geschlechtsreife Weibchen mit Gonaden des Reifegrades III und um ein Männchen mit Reifegrad II-III. Die kleineren Tiere (11,2 -14,3 cm) waren juvenil.

Von den untersuchten Mägen waren 5 leer. Die Tiere hatten hauptsächlich Mysidaceen gefressen. Sie waren in allen Mägen mit Nahrung vorhanden und nahmen aufgrund ihrer Biomasse drei Viertel der Gesamtnahrung ein. Den verbleibenden Anteil bildeten vor allem Fische und Tanaidaceen (Tab.18). *R.glacialis* frißt demnach benthische und vor allem bewegliche Organismen im bodennahen Wasser.

Tab.18: Nahrungszusammensetzung von *Prionodraco evansii*, *Racovitzia glacialis* und *Cygnodraco mawsoni*.

In den Spalten sind die Anzahl (n), die Präsenz P (%) der Nährtiere in den Mägen mit Nahrung und der relative Anteil an der Gesamtnahrung (Individuen- und Gewichtsdominanz D) angegeben. Diversität und Evenness sind auf Individuenbasis berechnet.

Fischart:	<i>P.evansii</i>				<i>R.glacialis</i>				<i>C.mawsoni</i>			
Standardlänge:	6,7 - 13,7 cm				12,1 - 28,7 cm				13,2 - 35,8 cm			
Anzahl Tiere:	28				13				18			
leere Mägen:	2				5				3			
Nährtiere	n	P(%)	D(%) Ind.	D(%) Gew.	n	P(%)	D(%) Ind.	D(%) Gew.	n	P(%)	D(%) Ind.	D(%) Gew.
Crustacea indet.	14	34,6	13,7	12,7	-	-	-	-	6	40,0	30,0	28,1
Amphipoda	21	34,6	11,8	12,5	1	12,5	6,3	0,9	6	26,7	16,7	20,6
Isopoda	5	11,5	2,0	0,8	1	12,5	3,1	0,8	-	-	-	-
Tanaidacea	-	-	-	-	2	12,5	6,3	10,3	-	-	-	-
Decapoda	-	-	-	-	-	-	-	-	3	13,3	4,9	4,1
Mysidacea	5	7,7	4,6	4,2	11	100,0	74,0	75,5	6	20,0	13,3	10,1
E.crystallorophias	5	3,9	1,5	3,4	-	-	-	-	5	6,9	2,8	0,0
Cumacea	2	3,9	1,5	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-
Ostracoda	2	7,7	2,0	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-
Copepoda	566	65,4	50,1	31,3	-	-	-	-	-	-	-	-
Polychaeta	26	57,7	7,6	28,3	1	12,5	4,2	0,1	-	-	-	-
Pteropoda	-	-	-	-	-	-	-	-	1	6,7	1,3	0,0
Chaetognatha	2	7,7	5,1	4,6	-	-	-	-	-	-	-	-
Pisces	-	-	-	-	1	12,5	6,3	12,3	14	46,7	33,8	37,1
nicht ident.	-	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Anzahl Taxa:	11				6				6			
Diversität:	0,43				0,38				0,34			
Evenness:	0,40				0,48				0,46			

4.7.3.6. Vomeridens infuscipinnis

V. infuscipinnis gehört zu den selten gefangenen Arten. Sie kommt wie A. nudiceps bevorzugt in größeren Tiefen vor und wurde im südlichen Weddellmeer in Tiefen von 400 bis 782 m gefangen (Abb. 39).

Auch das Nahrungsspektrum ist dem von A. nudiceps sehr ähnlich (Tab. 19). Es bestand hauptsächlich aus Mysidaceen, Copepoden und nicht identifizierbaren Crustaceen und zu einem geringen Teil aus Polychaeten.

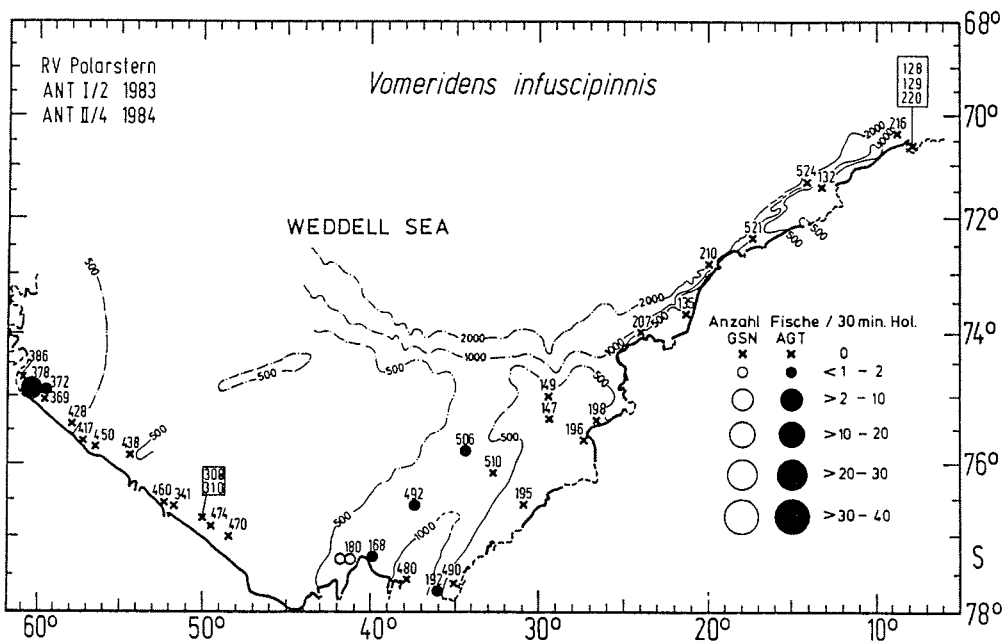


Abb. 39: Verbreitung von V. infuscipinnis im Weddellmeer

Tab. 19: Nahrungszusammensetzung von Vomeridens infuscipinnis

In den Spalten sind die Anzahl(n), die Präsenz P(%) der Nährtiere in den Mägen mit Nahrung und der relative Anteil an der Gesamtnahrung (Individuen- und Gewichtsdominanz D) angegeben. Diversität und Evenness sind auf Individuenbasis berechnet.

Standardlänge: 10,6 - 22,9 cm
 Anzahl Tiere: 12
 leere Mägen: 4

Nährtiere	n	P(%)	D(%) Ind.	D(%) Gew.
Crustacea indet.	2	25,0	12,5	6,2
Mysidacea	5	50,0	43,8	49,8
Copepoda	5	50,0	37,5	43,7
Polychaeta	1	12,5	6,3	0,6

Anzahl Taxa: 4
 Diversität: 0,26
 Evenness: 0,38

4.7.4. CHANNICHTHYIDAE

4.7.4.1. *Pagetopsis maculatus* (BARSUKOV & PERMITIN)

Das Hauptverbreitungsgebiet dieser Art liegt in der Ostantarktis (BARSUKOV & PERMITIN, 1958; KOCK et al., 1984). In der Westantarktis war diese Art bisher nur mit einigen Exemplaren nachgewiesen worden (GUBSCH, 1982).

Pagetopsis maculatus ist in diesem Material der häufigste Vertreter der Channichthyiden. Er kommt im gesamten östlichen Weddellmeer, einschließlich der Stationen entlang der Schelfeiskante im südlichen Weddellmeer (Abb.40).

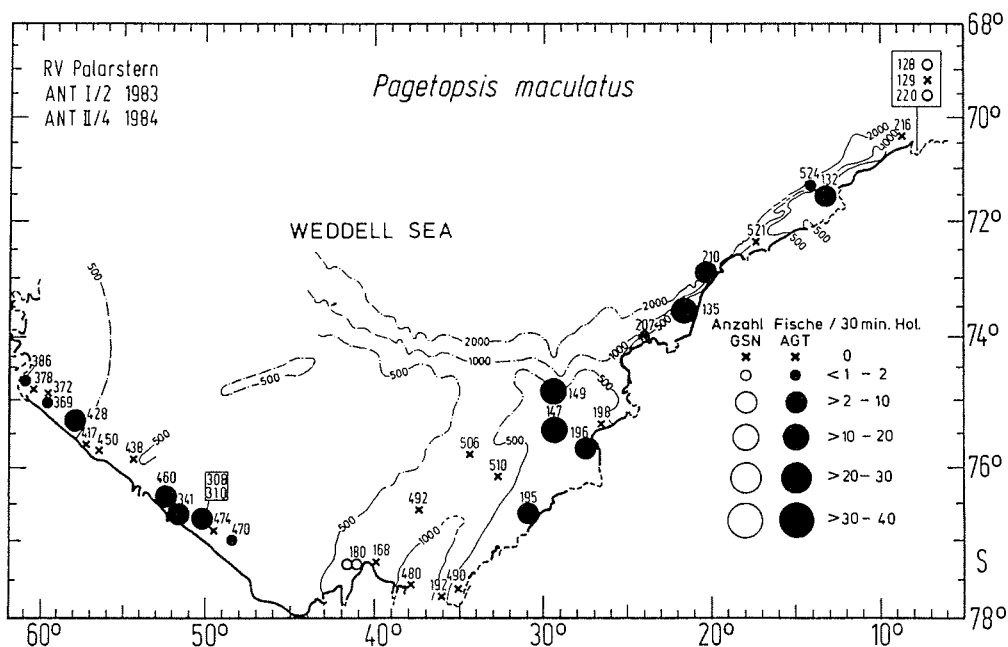


Abb. 40: Verbreitung von *P. maculatus* im Weddellmeer

Die Tiere waren 11,2 bis 19,4 cm lang. Ihre Längenfrequenzen waren normalverteilt. Ihre mittlere Länge betrug $15,0 \pm 1,8$ cm.

Die Nahrung von *Pagetopsis maculatus*

57 Tiere wurden auf ihren Mageninhalt untersucht, 12,2 % der Mägen waren leer.

P. maculatus ist in seiner Ernährung sehr spezialisiert auf Euphausiaceen. Sie kamen in 92 % der Mägen vor und bestimmten 88% der gesamten Nahrung. Weiterhin wurden Fische (*Pleuragramma antarcticum*) und unbestimmbare Crustaceen in den Mägen festgestellt.

Der größte Teil der Euphausiaceen bestand aus E.crystallorophias; E.superba wurde seltener gefressen. Da Euphausiaceen schnell verdaut werden, konnten nicht alle Nährtiere bis zur Art bestimmt werden. Von allen gefressenen Euphausiaceen wurden 46 % als E.crystallorophias und 9% als E.superba bestimmt. Die Nahrungszusammensetzung ist Tab. 20 zu entnehmen.

Tab.20: Pagetopsis maculatus: Nahrungszusammensetzung aller Längengruppen aus der Weddell-See
In den Spalten sind die Anzahl (n), die Präsenz P(%) der Nährtiere in den Mägen mit Nahrung und die Individuen- und Gewichtsdominanz D (%) als relativer Anteil an der Gesamtnahrung angegeben. Diversität und Evenness sind auf Individuenbasis berechnet.

Längenbereich:	11,2 - 19,4 cm			
mittlere Länge:	15,0 + 1,8 cm			
Anzahl untersuchter Mägen:	57			
leere Mägen:	7 (12,2%)			
Nährtiere	n	P(%)	D(%) Ind.	D(%) Gew.
Crustaceen indet.	25	6	4,0	4,2
Euphausiaceen	185	74	57,1	58,7
<u>E.crystallorophias</u>	191	40	23,4	22,7
<u>E.superba</u>	39	18	7,2	5,9
Pisces	9	16	7,3	8,6
Anzahl der Taxa:	4			
Diversität:	0,28			
Evenness:	0,34			

4.7.4.2. Pagetopsis macropterus (Boulenger)

P.macropterus ist an den Küsten des antarktischen Festlandes und an der Antarktischen Halbinsel sowie auf den Schelfs der South Shetland und South Orkney Islands verbreitet (BARSUKOV und PERMITIN, 1958; NORMAN, 1938, PERMITIN, 1977; RESECK, 1961, GUBSCH, 1982).

Die Art wurde hauptsächlich in Tiefen von 230 bis 460 m gefangen, aber im südlichen Weddellmeer auch bis in 640 m Tiefe (Abb. 41).

Die Tiere waren 9,6 bis 24,9 cm lang. Die kleineren 9,6 bis 12,4 cm langen Exemplare stammen aus dem südlichen Weddellmeer. Bei ihnen handelte es sich um juvenile Tiere. Auf dem Schelf des östlichen Weddellmeeres wurden größere Tiere von 22,0 bis 24,9 cm Länge gefangen. Diese Tiere besaßen bereits eine entwickelte Gonade. Die an der Antarktischen Halbinsel gefangenen Tieren bis zu 22 cm Länge waren noch juvenil. Eine gewisse Reifeentwicklung zeigte sich im Längenbereich ab 24 cm (GUBSCH, 1982).

Die Nahrung von P.macropterus bestand aus Fischen und Euphausiaceen (E.crystallorophias). In 62% aller Mägen konnten Fischreste und in 54% aller Mägen Euphausiaceen nachgewiesen werden. Ein Teil der Tiere hatte sowohl Euphausiaceen als auch Fische gefressen, die meisten größeren Exemplare aber ausschließlich Fische. In der gewichtsmäßigen Zusammensetzung der Nahrung machten Fische über die Hälfte der Gesamtnahrung

aus (Tab. 21).

Von den 13 untersuchten Exemplaren hatten alle einen gefüllten Magen.

Bei Exemplaren von der Antarktischen Halbinsel bestand die Nahrung aus Krill und Fischen, wobei häufig Krill und Fischreste gleichzeitig in den Mägen vorkamen (GUBSCH, 1982). In den Mägen von Jungtieren wurden Exemplare von Thysanoessa spec. nachgewiesen (REMBISZEWSKI et al., 1978).

Die beiden Vertreter der Gattung Pagetopsis kommen bevorzugt auf dem Schelf vor. Pagetopsis macropterus hat sich in seiner Ernährung vor allem auf Fisch und Euphausiaceen spezialisiert, wogegen die Nahrung von P. maculatus hauptsächlich aus Euphausiaceen besteht.

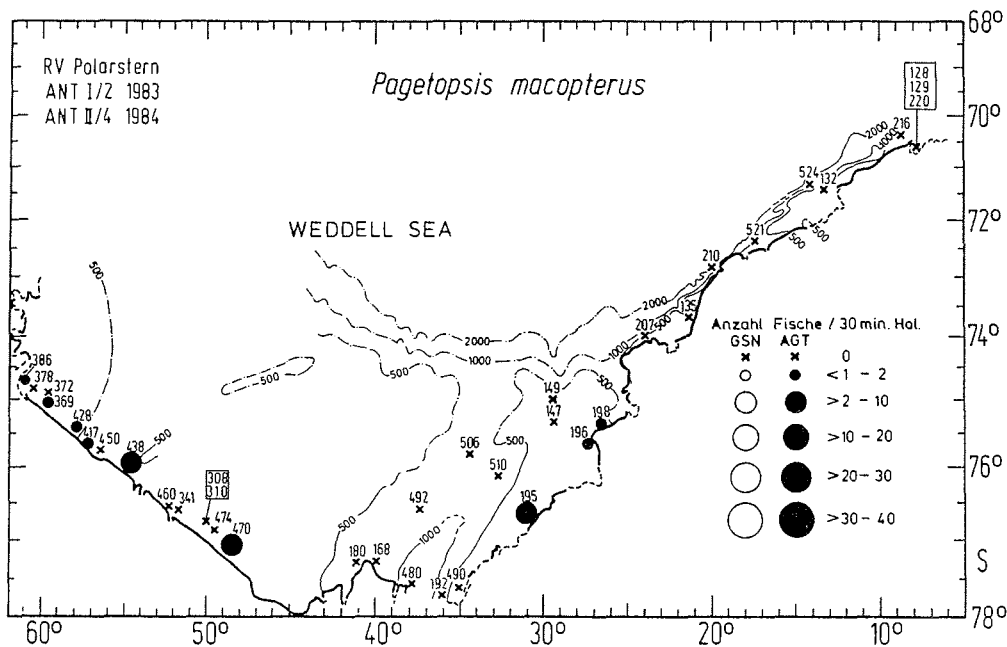


Abb.41: Verbreitung von P. macropterus im Weddellmeer

4.7.4.3. Dacodraco hunteri (Waite)

Diese Art ist bisher nur von wenigen Exemplaren bekannt.

Im Weddellmeer kam sie bevorzugt im Filchner-Graben in Tiefen von 675 bis 1184 m vor. Ein Exemplar stammt aus dem östlichen Weddellmeer aus 437 bis 450 m Tiefe.

Diese Befund unterstützen die von NYBELIN (1947) vorgenommene Zuordnung von D. hunteri zur Gruppe eurybather Arten in mittleren Tiefen mit einer oberen Verbreitungsgrenze bei 300 - 610 m Tiefe.

Bei den 1983 gefangenen Exemplaren handelt es sich für das Weddellmeer um Erstfunde.

Die Tiere hatten eine Länge von 14,5 bis 26,0 cm. Von den 7 Exemplaren hatten nur 2 einen gefüllten Magen. Ihre Nahrung bestand aus Fischen (Nototheniiden).

Wahrscheinlich ist diese Art circumpolar verbreitet. Noch 1965 galt als alleiniges Verbreitungsgebiet der Ostteil der Antarktis (ANDRIASHEV, 1965). Hinweise für die Verbreitung an der Antarktischen Halbinsel gaben REMBISZEWSKI et al. (1978) und DeWITT und HUREAU (1979). Von zwei Exemplaren von 27 cm Länge westlich der Antarktischen Halbinsel berichtet GUBSCH (1982).

4.7.4.4. Chaenodraco wilsoni (Regan)

Ch.wilsoni ist an der Küste des antarktischen Kontinents, der South Shetland- und South Orkney Islands verbreitet (PERMITIN, 1977). Diese Art war nur mit einigen Exemplaren in den Fängen auf dem nordöstlichen Schelf und in der Rønne-Vertiefung im südwestlichsten Teil des Weddellmeeres vertreten.

Die Tiere waren 6,3 bis 21,9 cm lang. Die Nahrung dieser Tiere bestand bei den großen Tieren (14,6 - 21,9 cm) ausschließlich aus Euphausiaceen. Im Magen des 6,3 cm langen Exemplars befand sich eine Mysidacee (Tab. 21).

Alleinige Nahrung der von der Antarktischen Halbinsel stammenden Tiere war Krill (GUBSCH, 1982).

4.7.4.5. Cryodraco antarcticus (Dollo)

C.antarcticus gehört zu den circumpolar verbreiteten Arten (NORMAN, 1938; PERMITIN & TARVERDIYEVA, 1972). Von dieser Art wurden 6 Exemplare auf dem Schelf des östlichen Weddellmeeres in Tiefen von 260 bis 450 m gefangen. Die Tiere waren zwischen 19,9 und 43,9 cm lang.

Nur in einem 31,3 cm langen Fisch fand sich Nahrung: Zwei Euphausiaceen und ein Fisch (Pleuragramma antarcticum), der 99,9% der Biomasse ausmachte.

Die Nahrung von C.antarcticus von den Süd Shetland Inseln bestand ebenfalls aus Fisch und Euphausiaceen (TAKAHASHI, 1982). Bei den gefressenen Fischen handelte es sich hauptsächlich um Nototheniiden, die in 50% aller Mägen mit Nahrung vorkamen. Channichthyiden wurden seltener gefressen.

Nach Untersuchungen von TAKAHASHI (1982) änderte sich das Freßverhalten der Tiere in Abhängigkeit von der Fischlänge. Mit zunehmender Fischgröße gewannen die Nototheniiden in der Ernährung an Bedeutung. Große Exemplare (38 - 57 cm) hatten ausschließlich Fische gefressen (GUBSCH, 1982).

4.7.4.6. Chionodraco hamatus

Diese Art ist an den Küsten des antarktischen Kontinentes verbreitet. Sie kam im östlichen und südlichen Weddellmeer in Tiefen von 220 bis 717 m vor.

Tab. 21: Nahrungszusammensetzung von Pagetopsis macropterus und Chaenodraco wilsoni
 In den Spalten sind Anzahl (n), die Präsenz P(%) der Nährtiere in den Mägen mit Nahrung und der relative Anteil an der Gesamtnahrung (Individuen- und Gewichtsdominanz D) angegeben. Diversität und Evenness sind auf Individuenbasis berechnet.

	<u>P.macropterus</u>				<u>Ch.wilsoni</u>			
	n	P(%)	D(%) Ind.	D(%) Gew.	n	P(%)	D(%) Ind.	D(%) Gew.
Standardlängen (cm):	9,6 - 24,9				6,3 - 21,9			
Anzahl der Tiere:	13				4			
leere Mägen:	0				1			
Nährtiere	n	P(%)	D(%) Ind.	D(%) Gew.	n	P(%)	D(%) Ind.	D(%) Gew.
Euphausiaceae indet.	45	46,2	29,8	26,3	11	66,7	66,7	66,7
E.crystallorophias	30	38,5	26,3	12,2	-	-	-	-
E.superba	1	7,7	1,0	7,7	-	-	-	-
Mysidacea	-	-	-	-	1	33,3	33,3	33,3
Pisces	11	61,5	42,9	53,8	-	-	-	-
Anzahl der Taxa:	4				2			
Diversität:	0,27				0			
Evenness:	0,35				0			

Tab. 22: Nahrungszusammensetzung von Chionodraco hamatus und Ch.myersi
 In den Spalten sind Anzahl (n), die Präsenz P (%) der Nährtiere in den Mägen mit Nahrung und der relative Anteil an der Gesamtnahrung (Individuen- und Gewichtsdominanz D) angegeben. Diversität und Evenness sind auf Individuenbasis berechnet.

	<u>Ch.hamatus</u>				<u>Ch.myersi</u>			
	n	P(%)	D(%) Ind.	D(%) Gew.	n	P(%)	D(%) Ind.	D(%) Gew.
Standardlängen (cm):	9,5 - 41,0				13,3 - 27,0			
Anzahl der Tiere:	11				7			
leere Mägen:	7				4			
Nährtiere	n	P(%)	D(%) Ind.	D(%) Gew.	n	P(%)	D(%) Ind.	D(%) Gew.
Euphausiaceae indet.	4	25	25	33,3	21	25	23,9	24,4
Copepoda	1	25	25	-	-	-	-	-
Pisces	2	50	50	66,7	4	100	76,1	76,0
Anzahl der Taxa:	3				2			
Diversität:	0				0,05			
Evenness:	0				0,07			

Die Exemplare hatten eine Länge von 9,5 bis 41,0 cm.

Ein großer Teil der Mägen war leer. Bei Chionodraco hamatus überwogen die Fische in der Nahrung. Von den 3 Exemplaren mit gefülltem Magen hatte der 18,3 cm lange Fisch Euphausiaceen und die größeren (20,5 und 25,5 cm) ausschließlich Fisch gefressen (Tab. 22).

Ein 15,5 cm langer Ch.hamatus aus den Planktonfängen hatte Copepoden gefressen.

4.7.4.7. Chionodraco myersi

Ch.myersi wurde auf 4 Stationen im Weddellmeer in 440 bis 660 m Tiefe gefangen.

Von den 7 gefangenen Exemplaren hatten 5 einen leeren Magen. Das kleine Exemplar (13,3 cm) hatte sehr viele Euphausiaceen und einen Fisch gefressen. Die Nahrung des größeren Tieres (25,5 cm) bestand aus Fisch.

An der Antarktischen Halbinsel kommt hauptsächlich Chionodraco rastrospinosus vor (TAKAHASHI, 1982), deren Nahrung sich aus Krill, Nototheniiden, Channichthyiden, Myctophiden und Amphipoden zusammensetzt. Krill wurde am häufigsten gefressen. Nototheniiden waren in 10% aller Mägen vorhanden. Mit zunehmender Fischlänge nahm der gewichtsmäßige Fischanteil jedoch zu (TAKAHASHI, 1982).

Danach scheint sich die Nahrungspräferenz der Chionodraco-Arten mit zunehmender Fischgröße von kleinen Planktonorganismen und Euphausiaceen über eine gemischte Nahrung aus Euphausiaceen und Fischen hin zu fast reiner Fischnahrung zu verändern.

4.8. Zusammenfassende Nahrungsbetrachtung

4.8.1. Ernährungstypen der Fischarten

Wie aus den oben genannten Ausführungen ersichtlich lassen sich die einzelnen Fischarten bestimmten Freßtypen zuordnen. Generell kann zwischen Benthosfressern, Planktonfressern, benthopelagisch fressenden und piscivoren Arten unterschieden werden.

Zu den Benthosfressern gehören vor allem Nototheniiden und Artedidraconiden. Trematomus- und Pagothenia-Arten haben das breiteste Nahrungsspektrum. Artedidraconiden sind reine Benthosfresser, jedoch auf wenige Nährtiere spezialisiert.

Die Tendenz zu größerer Spezialisierung ist generell unter benthopelagischen und pelagischen Fressern zu beobachten. Unter den Planktonfressern waren die Channichthyiden am spezialisiertesten. Außer Euphausiaceen fraßen viele auch Fisch; wenige Arten waren jedoch rein piscivor. Von den anderen Familien fraßen nur wenige Arten Plankton (T.eulepidotus von den Nototheniiden, G.australis von den Bathydraconiden).

Die in bodennahen Wasserschichten fressenden Arten hatten unterschiedlich starke Beziehungen zum Benthos oder Pelagial. Hierzu gehören die meisten Bathydraconiden, aber auch einige Nototheniiden (T.lepidorhinus und tendenziell auch T.loennbergi).

Nekton als Nahrung spielte insbesondere bei den Channichthyiden eine Rolle, aber auch bei Cygnodraco mawsoni und mit zunehmender Körpergröße auch bei den meisten Trematomus-Arten. Ein bedeutender Fischräuber ist auch Dissostichus mawsoni. Unter der Fischnahrung war Pleuragramma antarcticum von großer Bedeutung. Demersale Nototheniiden wurden jedoch ebenfalls gefressen.

4.8.2. Nahrungsüberlappung zwischen den Fischarten

Als Maß für die Ähnlichkeit der Nahrung zwischen zwei Fischarten sind in Tabelle 23 die Koeffizienten C_{jh} für die proportionale Nahrungsüberlappung aufgeführt.

Arten, die verschiedenen Freßtypen angehören, hatten nur eine geringe Ähnlichkeit in der Nahrung von weniger als 30%. Eine hohe Ähnlichkeit bestand zwischen Arten des pelagischen Nahrungskomplexes (>60%) und zwischen den benthosfressenden Arten (50-75%). Bei benthopelagischen Arten lag die Übereinstimmung bei ca. 40-60%.

Planktonfresser und hier vor allem Trematomus eulepidotus, Gerlachea australis und Pagetopsis maculatus hatten mit anderen Arten nur eine sehr geringe Ähnlichkeit. Da sie alle Euphausia crystallorophias fraßen, war die Überlappung unter ihnen mit 60 - 66% besonders hoch.

Für alle anderen Planktonfresser und benthopelagischen Arten war die Überschneidung in der Nahrung mit anderen Arten <30%. Dies gilt

besonders für alle Channichthyiden, die mit den meisten Nototheniiden und Bathydraconiden nur wenig Gemeinsamkeiten aufwiesen. Keine Ähnlichkeit bestand mit den Artedidraconiden. Mit Fischfressern (z.B. Cygnodraco mawsoni) lag das gemeinsame Nahrungsspektrum bei 30%.

Unter den Channichthyiden selbst war die Ähnlichkeit in der Nahrung davon abhängig, wie hoch der Anteil der Euphausiiden oder der Fischanteil war. So sind der piscivore Dacodraco hunteri und der Euphausiaceenfresser Chaenodraco wilsoni völlig verschieden in der Wahl der Nahrung. Chionodraco hamatus und Chionodraco myersi hatten dagegen die gleiche Nahrungspräferenz. Obwohl Pagetopsis maculatus und Pagetopsis macropterus die gleichen Nährtiere fraßen, betrug die Ähnlichkeit nur 55 %, da sich eine Art fast ausschließlich auf Euphausiaceen, die andere mehr auf Fischnahrung spezialisiert hatte.

Bei den benthosfressenden Nototheniiden und Artedidraconiden waren die Anteile der gemeinsam genutzten Nahrungsressourcen relativ hoch (40 bis 75%).

Die relativ hohen Überschneidungen bei den Nototheniiden (Trematomus scotti, Trematomus centronotus, Trematomus loennbergi, Pagetopsis hansonii, Pagetopsis bernacchii) bezogen sich hauptsächlich auf die Epifauna, bei Trematomus scotti und Trematomus centronotus vor allem auf den hohen Polychaeten- und Amphipodenanteil im Futter.

Errante Polychaeten und Amphipoden wurden ebenfalls von den Artedidraconiden gefressen. Zwischen Dolloidraco longedorsalis und den Arten der Gattung Artedidraco gab aufgrund des hohen Polychaetenanteils eine relativ hohe Überschneidung von 70%. Mit Pogonophryne permitini und Pogonophryne phyllopopogen war die Ähnlichkeit geringer (<30%), da diese hauptsächlich Amphipoden fraßen.

Artedidraconiden und Bathydraconiden nutzten im wesentlichen andere Nahrungsressourcen. Nur mit Akarotaxis nudiceps (ca.30%), und mit Prionodraco evansii (30 - 56%) bestanden aufgrund der höheren Benthosanteile im Futter größere Gemeinsamkeiten.

Obwohl fast alle Bathydraconiden im benthopelagisch-pelagischen Bereich fraßen, war ihre interspezifische Überlappung relativ gering (20-30%), da sie sich auf verschiedene Nährtiergruppen spezialisiert hatten. Zu höheren Überlappungen von über 60% kam es lediglich von Akarotaxis nudiceps mit Prionodraco evansii bzw. mit Vomeridens infuscipinnis. Cygnodraco mawsoni fraß zwar auch Mysidaceen und Amphipoden, Überschneidungen von >35% traten aber mit anderen Fischfressern wie Gymnodraco acuticeps auf.

Von den Bathydraconiden hatten nur Prionodraco evansii, Akarotaxis nudiceps mit den benthopelagischen Nototheniiden (Trematomus loennbergi, Trematomus lepidorhinus) größere Ähnlichkeit in der Nahrung (39 - 60%). Im pelagischen Bereich war die Nahrung von Trematomus eulepidotus und Gerlachea australis sehr ähnlich.

4.8.1. Nahrungsüberlappung zwischen den Arten im Filchner-Graben

Bei den 5 häufigsten Arten dieser Region im südlichen Weddellmeer lag die proportionale Nahrungsüberlappung zwischen 9 und 48 % (Tab.23).

Die größten Gemeinsamkeiten in der Nahrung hatten D.longedorsalis und T.loennbergi, die sich beide vorwiegend benthisch ernährten. Beide Fischarten nutzten zu 30-39 % die gleichen Nahrungsressourcen wie A.nudiceps, der sich benthopelagisch-pelagisch ernährte; die gemeinsam genutzte Nahrungsgrundlage stellte die vagile Epifauna dar. Zu Überlappungen im pelagischen Bereich kam es mit G.australis. Diese Art wiederum hatte aufgrund eines geringen Benthosanteils in der Nahrung nur geringe Überschneidungen mit D.longedorsalis und T.loennbergi.

Die Nahrung von Pleuragramma antarcticum bestand aus Heteropoden, Euphausiaceen, Amphipoden, Copepoden, Mysidaceen und Chaetognathen (HUBOLD, 1985 b), wobei zahlenmäßig Heteropoden überwogen; von der Biomasse kam den Euphausiaceen jedoch eine größere Bedeutung zu. Die für die Berechnung bei HUBOLD (1984 b) entnommenen Individuenzahlen ergeben wahrscheinlich einen geringeren Überlappungskoeffizienten, was vor allem bei den Euphausiaceen von Bedeutung ist. Überlappungen gab es mit T.loennbergi nur geringfügig bei den Amphipoden (23%) und im pelagischen Bereich mit G.australis vor allem bei Euphausiaceen (33%).

Die Nahrungsressourcen der einzelnen Arten waren vertikal gegliedert: D.longedorsalis und T.loennbergi fraßen am Boden, A.nudiceps vorwiegend in den bodennahen Wasserschichten und G.australis und P.antarcticum im Pelagial.

4.8.2. Nahrungsüberlappung zwischen den Fischarten auf dem Schelf

Auf dem Schelf des östlichen und südlichen Weddellmeeres überwogen bei weitem die Benthosfresser (T.scotti, T.centronotus, A.skottsbergi, A.shackletoni, A.loennbergi und regional begrenzt auch D.longedorsalis), die einen relativ hohen Grad an Überlappung in der Nahrung hatten. Alle fraßen vor allem vagile Epifauna. T.lepidorhinus und P.evansii hatten aufgrund der höheren Benthosanteile im Futter größere Ähnlichkeit mit den Benthos- als mit den Planktonfressern. Da T.eulepidotus und P.maculatus pelagisch fressen, waren hier Überschneidungen mit den anderen Arten am geringsten.

5. Diskussion

5.1. Fangmethoden

Bevor die Zusammensetzung und Verbreitung der Arten behandelt wird, soll auf die unterschiedliche Fängigkeit der Fanggeräte, Agassiztrawl- und Grundschieppnetz, eingegangen werden.

Mit Ausnahme von Dissostichus mawsoni, des größten antarktischen Fisches, wurden mit dem Grundschieppnetz keine anderen Arten erfaßt als mit dem Agassiztrawl. In den Grundschieppnetzen wurden jedoch einige Arten (T.eulepidotus, große T.centronotus, T.loennbergi) in größeren Mengen gefangen. Größere Fischarten wie beispielsweise Gerlachea australis wurden in vergleichbaren Gebieten mit dem Agassiztrawl ebenfalls in großen Mengen gefangen.

Die geringe Anzahl großer Channichthyiden (Chaenodraco wilsoni und Chionodraco myersi) in den Fängen beruht eventuell darauf, daß diese vor dem Netz flüchten können. Da Ch.myersi jedoch nur in einzelnen Grundschieppnetzfangen aus der Ross-See (ABE & IWAMI, 1981) und des Weddellmeeres (EKAU, 1988) und dann gehäuft vorkam, kann dies auch an der fleckhaften Verbreitung liegen.

In der Längenverteilung der gefangenen Arten bestanden zwischen Grundschieppnetz und Agassiztrawl keine Unterschiede. Das Artenspektrum kleinerer Arten wurde in beiden Netzen in gleicher Weise erfaßt.

Die Artenzahl war in den 3 Grundschieppnetzen (12-20 Arten) höher als im Agassiztrawl (3-12 Arten pro Hol). Grundschieppnetzfangen aus der Ross-See (ABE & IWAMI, 1981) enthielten jedoch ebenfalls nur 6-11 Arten pro Hol.

5.2. Fischfauna und Artenvielfalt

Das Weddellmeer kann als alter Lebensraum angesehen werden, in dem sich aufgrund der geographischen Isolation und der über 10-15 Millionen Jahre weitgehend gleichbleibenden Umweltbedingungen eine hohe Artenvielfalt ausgebildet hat. Dies steht im Gegensatz zu vielen früheren Vermutungen. Die hohe Diversität deutet auf ein ausgereiftes System hin, wobei jedoch die Beziehung zwischen Ursache und Wirkung von Diversität und Stabilität nicht klar ist (ODUM, 1973).

Vergleiche hinsichtlich der Diversität in den einzelnen Gebieten sind nur unter Berücksichtigung unterschiedlicher Fangmethoden möglich und entsprechend unsicher. In der Ross-See (ABE & IWAMI, 1981) und an den Süd-Shetland Inseln (ABE & IWAMI, 1982; TAKAHSHI, 1983) liegen den Werten Grundschieppnetzfangen zugrunde; Ergebnisse von TARGETT (1981) an den Inseln des Scotia-Bogens beruhen auf Fängen mit einem Blake Trawl. Die relativ hohe mittlere Diversität ($H'=1,57$) gilt für die Schelfgebiete und ist mit der Ross-See, die ebenfalls ein hochantarktisches Gebiet ist, vergleichbar ($H'=1,68$; IWAMI & ABE, 1981). Erst in mehr als 700 m Tiefe werden Artenreichtum und Diversität im Weddellmeer geringer.

Grundschieppnetzfangen im Weddellmeer wiesen Werte von 2,35 auf dem

Schelf (Atka-Bucht) und 1,88 in Tiefen von mehr als 600 m (Gould-Bay) auf.

Im Vergleich zu diesen hochantarktischen Gewässern haben die Inseln des Scotia-Bogens eine geringere Diversität: H' liegt bei den Süd-Orkney-Inseln und bei Süd-Georgien zwischen 0,48 und 1,30, mit Ausnahme der Süd-Sandwich-Inseln, die entsprechend ihrer jungen geologischen Alters noch geringere Werte von $H'=0,19$ aufweisen (TARGETT, 1981). Ein weiterer Unterschied zur Fischfauna des Weddellmeeres besteht in der Verteilung der Individuen auf die einzelnen Fischarten: auf allen Schelfregionen dieser Inselgruppen ist die Evenness relativ gering. Einige wenige Arten repräsentieren über 90% der Individuen. Beispielsweise wurden in Süd-Georgien 92% aller Individuen von N.angustifrons, N.nudifrons und N.gibberifrons gestellt (TARGETT, 1981). In der Fischfauna der Süd-Orkney-Inseln dominieren ebenfalls 1 bis 3 Notothenia-Arten (TARGETT, 1981).

Für den südlichen, antarktischen Teil der Scotia-See mit den Süd-Shetland-Inseln und der Antarktischen Halbinsel liegen unterschiedliche Daten vor. In diesem sehr fischreichen Gebiet der Antarktis ist die Artenzahl insgesamt hoch. Bei den Süd-Shetland-Inseln wurden insgesamt 46 Arten aus 29 Gattungen und 10 Familien registriert (PERMITIN, 1977). KOCK et al. (1980) fingen in diesem Bereich 29 Arten. Die Biomasse in dieser Region ist jedoch sehr viel höher als in der Weddell-See. In einzelnen Fängen erreichten die häufigsten Arten Notothenia rossii marmorata und Champscephalus gunnari einen Fangtrag von mehr als 10 -20 t/h (KOCK et al. 1980).

Unter den 36 Fischarten (IWAMI & ABE, 1982) an den Süd-Shetland-Inseln dominierte Notothenia gibberifrons mit 51,9% aller Individuen und 44,7% der Biomasse in den Fängen (TAKAHASHI, 1982). Die Diversität, berechnet nach Grundschleppnetzfangen, lag im Mittel bei 1,67 (TAKAHASHI, 1982) und war damit etwas geringer als im Weddellmeer.

Sehr geringe Diversitätswerte von 0,24 - 0,84 werden von DANIELS & LIPPS (1982) für Fänge an der Westseite der Antarktischen Halbinsel angegeben; diese Werte sind aber mit den Daten der vorliegenden Arbeit nicht vergleichbar, da andere Fangmethoden eingesetzt wurden.

5.3. Die Fischfauna des Weddellmeeres im Vergleich mit der Ross-See und den Gebieten der saisonalen Packeiszone

In der Antarktis gehören die meisten Fische den 4 Familien Nototheniidae, Artedidraconidae, Bathydraconidae und Channichthyidae an. Mit über 98% aller Individuen ist dieser Anteil im Weddellmeer wie in der Ross-See (DeWITT, 1971) besonders hoch. Auf den Schelfregionen des Weddellmeeres sind die Nototheniiden von der Anzahl und Biomasse am stärksten vertreten.

Ein Vergleich mit der Fischfauna der Ross-See betrifft in erster Linie das Vorkommen der Arten, da quantitative Daten über die Zusammensetzung der Fauna nur begrenzt vorliegen. In einzelnen Fängen war der Anteil der Channichthyiden besonders hoch (IWAMI & ABE, 1981). Andere Untersuchungen geben vor allen Dingen qualitative Informationen über die Fauna (EASTMAN, 1985). Danach ist die Artenzusammensetzung der Fischfauna im

Weddellmeer und in der Ross-See sehr ähnlich. Außer Trematomus nicolai (Ross-See, IWAMI & ABE, 1981) und Trematomus newnesi (Weddellmeer, KÖCK et al., 1984) kommen alle anderen Nototheniiden auch in der Ross-See vor.

Im Weddellmeer sind die Nototheniiden mit 12 Arten vertreten, die außer drei Arten alle der Gattung Trematomus angehören. Als einzige pelagische Fischart nimmt Pleuragramma antarcticum sowohl im Weddellmeer (HUBOLD, 1984) als auch in der Ross-See (DeWITT, 1971; EASTMAN, 1985) eine Sonderstellung im System ein.

Zahlreiche Arten im Weddellmeer und in der Ross-See können als hochantarktische Arten bezeichnet werden; so kommen Trematomus centronotus und T. lepidorhinus nur in den hochantarktischen Gewässern vor. T. loennbergi ist circumpolar verbreitet, hat aber seine Hauptverbreitung am antarktischen Kontinent. Die Gattung Notothenia fehlt völlig. Die anderen häufigen Nototheniiden wie T. scotti und T. eulepidotus haben ihre Hauptverbreitung auf den Schelfgebieten des antarktischen Kontinentes, kommen aber auch bei den Süd-Shetland Inseln (TARVERDIYEVA & PINSKAYA, 1980) und bei den Süd-Orkney-Inseln (TARGETT, 1981) vereinzelt vor. Bei Pagothenia hansonii und P. bernacchii handelt es sich ebenfalls um circumpolare Arten, deren Verbreitung bis nach Süd-Georgien reicht (PERMITIN, 1969). Bei den South-Sandwich-Inseln und an den subantarktischen Inseln, einschließlich der Inseln Bouvet und Heard ist die Gattung Trematomus nicht mehr vertreten (WILLIAMS, 1983).

Von den Channichthyiden wurden außer Dacodraco hunteri alle anderen Arten ebenfalls in der Ross-See (TAKAHASHI & NEMOTO, 1984) gefangen. Häufigster Channichthyide war jedoch Chionodraco myersi (TAKAHASHI & NEMOTO, 1984).

Für Artedidraconiden und speziell für Bathydraconiden liegen aus der Ross-See nur wenige Daten vor; bei diesen einzelnen Fängen handelte es sich jedoch vor allem um Arten, die ebenfalls im Weddellmeer und nur selten an der Antarktischen Halbinsel gefangen wurden.

Die Fischfauna im Bereich der saisonalen Packeiszone (HEMPEL, 1985) besitzt in der Faunenzusammensetzung Übergangscharakter (PERMITIN, 1969). An der Antarktischen Halbinsel, den Süd-Shetland und Süd-Orkney-Inseln sind andere Arten vorherrschend und bestandsbildend als auf dem hochantarktischen Schelf. So kommen zwar, wie oben bereits erwähnt, auch einige Trematomus-Arten in dieser Region vor, wesentliches Element der Fischfauna sind jedoch die Arten der Gattung Notothenia.

Die Channichthyiden sind vor allem mit Champscephalus aceratus, Pseudochaenichthys georgianus und Chaenocephalus aceratus vertreten und kommen im Weddellmeer und in der Ross-See nicht vor. Hochantarktisch sind dagegen Pagetopsis maculatus, Dacodraco hunteri, Chionodraco hamatus sowie Ch. myersi, deren Gattung an der Antarktischen Halbinsel durch Ch. rastrispinosus vertreten ist. Circumpolar verbreitet sind Cryodraco antarcticus, Chaenodraco wilsoni und auch Pagetopsis macrop-terus.

Artedidraconiden und Bathydraconiden sind im Weddellmeer in stärkerem Maße vertreten als an der Antarktischen Halbinsel und den Inseln des

Scotia-Bogens.

An der Antarktischen Halbinsel sind die Artedidraconiden vor allem mit der Gattung Pogonophryne und Harpagifer bispinis vertreten, der dort seine südliche Verbreitungsgrenze hat. Die Gattung Artedidraco kommt vor allem auf dem hochantarktischen Schelf vor; Artedidraco shackletoni und Artedidraco oriane sind nur aus dem Weddellmeer und der Ross-See bekannt. Dolloidraco longedorsalis ist circumpolar verbreitet, hat aber seine Hauptverbreitung in der hochantarktischen Region.

Von den Bathydraconiden ist nur Psilodraco breviceps ausschließlich in Süd Georgien bekannt (NORMAN, 1938; PERMITIN, 1969). Pseudochaenichthys charcoti wurde an der Antarktischen Halbinsel gefangen, nicht jedoch im Weddellmeer. Gerlachea australis, Prionodraco evansii und Gerlachea acuticeps sind dagegen an der Halbinsel wie im Weddellmeer und in der Ross-See in den Fängen vertreten. Als hochantarktisch können die Arten der Gattung Bathydraco (B.marri, B.macrolepis, B.scotiae) und Akarotaxis nudiceps angesehen werden. Einzelne Fänge von Akarotaxis nudiceps sowie Vomeridens infuscipinnis an der Halbinsel, südlich von Adelaide Island (DeWITT & HUREAU, 1979), weisen diese Arten als circumantarktisch aus.

Von den cryopelagischen Arten (ANDRIASHEV, 1970) wurde Pagothenia borchgrevinki gefangen, nicht aber Pagothenia brachysoma und Trematomus newnesi.

5.4. Zoogeographische Einordnung der Fauna des Weddellmeeres

Die Grundlagen für die zoogeographische Einteilung der antarktischen Bodenfishfauna wurden von REGAN (1914), NORMAN (1938) und NYBELIN (1947, 1951) gelegt. Diese Vorstellungen konnten aufgrund zunehmender Kenntnisse über die Verbreitung der einzelnen Fischarten von ANDRIASHEV (1965) und KOCK (1985) weiterentwickelt werden. Danach werden innerhalb der Antarktischen Konvergenz drei Gebiete unterschieden: die Süd-Georgien Provinz, das Gebiet um die Antarktische Halbinsel und das Gebiet um den eigentlichen Antarktischen Kontinent. Dies stimmt im wesentlichen mit der Einteilung nach der Eisbedeckung in eisfreie Zone, saisonale und permanente Packeiszone (HEMPEL, 1985) überein.

Wie in Kapitel 5.3. in dem Vergleich mit anderen Gebieten der Antarktis ausgeführt, besitzt die demersale Fischfauna des Weddellmeeres hinsichtlich der Artenzusammensetzung und Dominanz bestimmter Arten größere Ähnlichkeit mit der Ross-See und anderen Gebieten des hochantarktischen Schelfs als mit der Antarktischen Halbinsel. Zahlreiche Arten, die bisher nur auf dem hochantarktischen Schelf entlang des Kontinents gefangen wurden, sind auch in diesem Meeresgebiet vorhanden. Ebenso zeigen die Befunde, daß zahlreiche Arten eine circumantarktische Verbreitung besitzen.

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zeigen, daß die Fischfauna des Weddellmeeres in die "Glacial Subregion" und dort in den Greater Antarctic District (KOCK, 1985) eingeordnet werden kann (Abb.42).

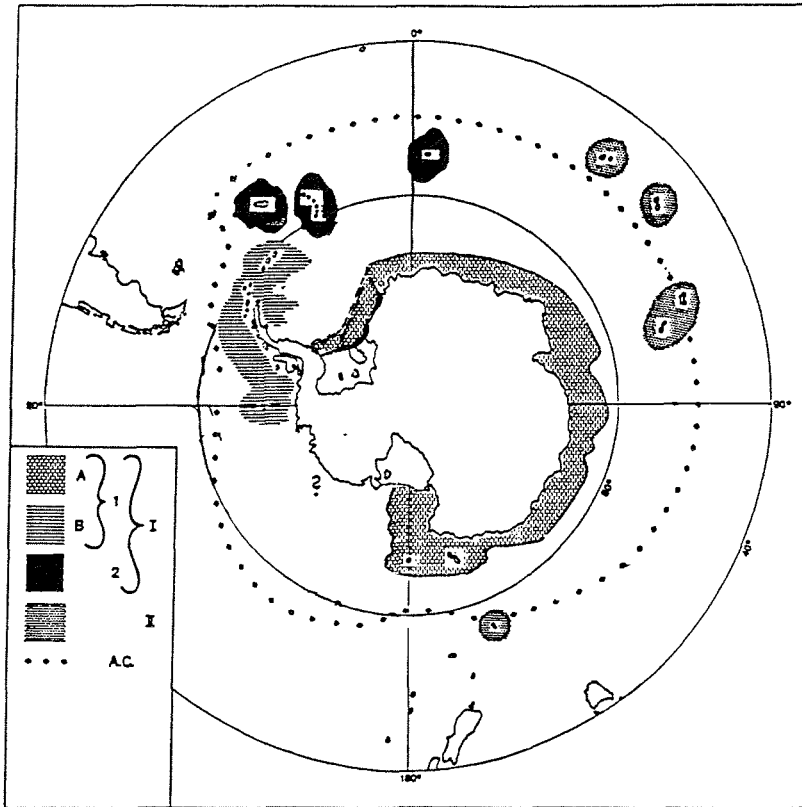


Abb.42: Einordnung der Fischfauna des Weddellmeeres in die Zoogeographische Einteilung des Südpolarmeeres (aus KOCK, 1985; mit Änderungen). I. Glacial Subregion; 1. Continental Province, A. Greater Antarctic District; B. Lesser Antarctic District; 2. South Georgian Province. II. Kerguelen Subregion; A.C. Mean position of the Antarctic Convergence.

5.5. Vertikale Verteilung der Arten im Weddellmeer

Auf dem Schelf dominieren die Nototheniiden, in Tiefen von über 700 m sind sie dagegen kaum noch vertreten. In diesen Tiefen sind Bathyracnoiden vorherrschend.

Die Clusteranalyse hat ergeben, daß sich die Fischfauna mit der Tiefe ändert. Wie in Kapitel 4.7. beschrieben können die Stationen zu 3 Gruppen mit unterschiedlicher Artenzusammensetzung und Wassertiefe zusammengefaßt werden. Der flache Schelf und der Filchner-Graben in mehr als 700 m Tiefe unterscheiden sich am deutlichsten in der Faunenzusammensetzung. In der dritten Gruppe sind alle Stationen bis 640 m Tiefe zusammengefaßt. Dieser Bereich stellt von der Besiedlung her einen Übergangsbereich dar, in dem sowohl reine Schelfbewohner als auch Arten aus größeren Tiefen vorkommen.

Das einfache Verteilungsmuster von Tiefseearten und Küstenformen wird im Weddellmeer wie auch in anderen Gebieten der Hochantarktis durch lokale "inner shelf depressions" zwischen 400 -1200 m Tiefe, die durch flachere Schwellen vom Kontinentalabhang getrennt sind (ANDRIASHEV, 1977), kompliziert. So ist der Filchner-Graben anders besiedelt als die Schelfgebiete des östlichen und südlichen Weddellmeeres, besitzt aber keine Tiefseefauna.

Auffallend im Filchner-Graben ist der geringere Anteil an Benthosfressern im Vergleich zu den Schelfgebieten. Die benthosfressenden Trematomus-Arten fehlen beispielsweise völlig. Es sind nur noch kleine Artedidraconiden vertreten. Möglicherweise sind diese besser an das geringere Nahrungsangebot angepaßt. Die Ernährung der meisten Arten in dieser Region ist benthopelagisch und pelagisch.

Durch die langanhaltende Eisbedeckung im südwestlichen Weddellmeer ist das Nahrungsangebot für die Fischarten auf dem Schelf im Pelagial geringer. Im Vergleich zum Schelf des östlichen Weddellmeeres sind weniger Euphausidenfresser und mehr Benthosfresser (T.scotti, A.loenbergi) vorhanden, als benthopelagische Art jedoch vor allem auch P.evansii (KOCK et al., 1984). Planktonfresser sind stärkeren Veränderungen im Nahrungsangebot unterworfen als Benthosfresser; diese sind mit einer Nahrung aus Amphipoden, Polychaeten etc. eher jahreszeitlich unabhängig.

Der Schelf im südlichen Weddellmeer ist außerdem geringer besiedelt als der östliche Schelf. Im flachen Teil des südlichen Schelfs ist die Benthosbiomasse zwar noch hoch (VOSS, 1988), besteht aber zum großen Teil aus Bryozoen, die als Fischnahrung keine Bedeutung haben. Auf dem Schelf des südlichen Weddellmeeres waren die benthopelagischen und planktivoren T.lepidorhinus und T.eulepidotus geringer vertreten als im östlichen Weddellmeer. Das Angebot an Euphausiaceen scheint hier geringer zu sein. T.eulepidotus fraß vor allem Copepoden und nur in geringerem Umfang Euphausiaceen/Mysidaceen.

5.6. Die Nahrung der Fische im Vergleich mit der Ross-See und der saisonalen Packeiszone

An der Antarktischen Halbinsel stellen Nototheniiden und Channichthyiden den größten Anteil der Fische dar. Diese Region ist wesentlich fischreicher als das Weddellmeer. Das Pelagial der saisonalen Packeiszone mit längeren Produktionsphasen ist biomassereicher als das des Weddellmeeres. Über das ganze Jahr betrachtet ist dies die produktivste Zone des südlichen Ozeans. Innerhalb des komplexen pelagischen Nahrungsnetzes ist hier die Nahrungskette Diatomeen - Krill - Wale, Robben, Pinguine von großer Bedeutung. Dies beruht vor allem auf den großen Krillvorkommen südlich der Antarktischen Divergenz und in der Weddell-Scotia- Konfluenz.

Die Bedeutung des Krills in der Nahrung der Nototheniiden und Channichthyiden hat bereits PERMITIN (1970) herausgestellt; die meisten Arten der Gattung *Notothenia* gehen zum Fressen ins Pelagial. Dies belegen auch Untersuchungen von TARVERDIYEVA & PINSKAYA (1980), die die *Notothenia*-Arten (N.gibberifrons, N.kempi, N.rossii marmorata, N.corriceps neglecta, N.larseni) und auch T.eulepidotus als Plankton-

fresser ausweisen, die an der Antarktischen Halbinsel hauptsächlich Krill fraßen. Bei den meisten Arten ist das Freßverhalten aber wohl eher opportunistisch. N.gibberifrons war in der Bransfield-Straße ein ausgesprochener Benthosfresser; auf dem Schelf von Biscoe Island und den Süd-Shetland- Inseln dagegen bestand die Nahrung zu einem größeren Teil aus Plankton. Der Anteil der Planktonfresser war mit 88% der untersuchten Arten sehr hoch. Zu den Planktonfressern zählten auch die meisten Channichthyiden (Chaenocephalus aceratus, Champscephalus gunnari).

In der permanenten Packeiszone ist die Primärproduktion im freien Wasser auf eine kurze Phase von einigen Wochen begrenzt, in der das Packeis teilweise aufbricht. Über diese Zeitspannen sind die Gebiete jedoch sehr produktiv. In der Packeiszone des inneren Weddellmeeres wurden Maximalwerte von 1,7 g C/m² d und im Durchschnitt 0,67 g C/m² d gemessen, die ungefähr das Doppelte der Sommerwerte 1978 und 1981 in der Bransfield-Straße ausmachten (v.BRÜCKEL, 1984). Über die Primärproduktion unter der Eisdecke und von den Eisalgen ist das Wissen noch gering. Durch die längere Eisbedeckung kann sich das Zooplankton vermutlich nicht so stark entwickeln wie in der saisonalen Packeiszone. Das Zooplankton der permanenten Packeiszone ist zwar an Individuen und an Biomasse ärmer im Vergleich zur Antarktischen Halbinsel, in der Artenzusammensetzung aber sehr ähnlich, mitunter sogar artenreicher (PIATKOWSKI, 1987). Lediglich in der Ostwinddrift ist die Biomasse höher. Krill, Salpen und andere Planktonorganismen werden im südlichen Weddellmeer bis in die Gould-Bay vor allem mit dem Küstenstrom transportiert.

Dies hat Auswirkungen auf die Ernährung und Zusammensetzung der Fischfauna dieser Regionen.

Auf dem Schelf des Weddellmeeres ist der Prozentsatz an Benthosfressern höher. Der Freßdruck auf das Benthos ist damit größer als an der Antarktischen Halbinsel, wo auch Arten, die sich im Weddellmeer rein benthisch ernährten, ins Pelagial gehen. Z.B. fraß T.scotti, dessen Nahrung primär aus Polychaeten und Amphipoden bestand, in einigen Regionen an der Antarktischen Halbinsel (Marguerite Bay) hauptsächlich Krill (DANIELS, 1982); an den Süd-Orkney-Inseln wiederum vor allem benthische Organismen (TARGETT, 1981).

Im südlichen Weddellmeer, im Filchner-Graben, geht der Anteil an Benthosfressern zugunsten benthopelagisch-pelagisch fressender Arten zurück. Dies ist eventuell eine Folge der geringeren Benthosbiomasse. Errante Polychaeten sind für die dominanten Fischarten von größerer Bedeutung als Amphipoden.

5.7. Trophische Einordnung der Fischarten

Für einen Vergleich der eigenen Ergebnisse mit früheren Befunden an Fischen aus der Ross-See (EASTMAN, 1985; TAKAHASHI & NEMOTO; 1982) und dem Weddellmeer (KOCK et al., 1984) stehen nur rein qualitative Angaben für wenige Arten zur Verfügung. Vergleiche auf der Basis quantitativer Untersuchungen sind möglich mit Arbeiten an der Antarktischen Halbinsel (DANIELS, 1982) und den Inseln des Scotia - Bogens und der Scotia - See (PERMITIN & TARVERDIYEVA, 1972, 1978; TARGETT, 1981).

Die größte Vielfalt hinsichtlich der Nahrungsgewohnheiten zeigten die Nototheniiden, obwohl gerade auch verwandte Arten einen hohen Grad an Ähnlichkeit in der Nahrung aufwiesen. Bei den meisten Arten handelte es sich um ausgesprochene Benthosfresser (Trematomus scotti, T.centronotus, Pagothenia hansonii, P.bernacchii), deren Hauptnahrung aus Epifauna bestand. Außer T.nicolai (Nektonfresser) und dem cryopelagischen P.borchgrevinkii waren die demersalen Nototheniiden auch in der Ross-See im Wesentlichen Benthosfresser (EASTMAN, 1985). Errante Polychaeten waren in der Nahrung der meisten benthischen Arten in der Ross-See vorherrschend (EASTMAN, 1985). Benthopelagisch fressen T.lepidorhinus und auch T.loennbergi. Untersuchungen an T.eulepidotus von KOCK et al., (1984) im Weddellmeer und DANIELS (1982) und PERMITIN & TARVERDIYEVA (1978) in der saisonalen Packeiszone weisen diese Art ebenfalls als typischen Planktonfresser aus.

Die Arten der Gattung Notothenia (N.gibberifrons, N.kempi, N.rossii marmorata, N.corriiceps neglecta, N.larseni) sind ebenfalls sehr vielfältig in ihren Nahrungsgewohnheiten (TARGETT, 1981; DANIELS, 1982; PERMITIN & TARVERDIYEVA, 1978).

Artedidraconiden besaßen alle ein ähnliches Fraßmuster: ihre Nährtiere waren meist aktive Organismen, die sich am Boden oder in der bodennahen Wassersäule aufhalten. Polychaeten, Amphipoden und Isopoden bildeten die Hauptnahrung. Die einzelnen Individuen zeigen eine stärkere Spezialisierung: oft fressen sie nur 1-2 verschiedene Taxa. Die Ergebnisse an Dolloidraco longedorsalis können mit denen von WYANSKI & TARGETT (1981) verglichen werden; in allen Fällen fraß D.longedorsalis hauptsächlich errante Polychaeten. Wie im Weddellmeer fraß Artedidraco skottsbergi an der Antarktischen Halbinsel und den Süd-Orkney-Inseln vor allem Polychaeten und Amphipoden (DANIELS, 1982; WYANSKI & TARGETT, 1981). Pogonophryne permitini hatte hauptsächlich Amphipoden und Isopoden, weniger Polychaeten gefressen (WYANSKI & TARGETT, 1981).

Die Bathydraconiden fressen vor allem in benthopelagisch-pelagischen Zonen. Eine Spezialisierung zu pelagischer Ernährung sowie zu Nektonfressern ist innerhalb der Familie in unterschiedlichem Maße verwirklicht. Die stärker an das Benthos gebundenen Arten haben ein breiteres Nahrungsspektrum als die (benthopelagischen) Arten.

Daten zur Nahrung der Bathydraconiden beschränken sich auf Prionodraco evansii von der Antarktischen Halbinsel (DANIELS, 1982) und P.evansii, Gerlachea australis und Cygnodraco mawsoni aus dem Weddellmeer (KOCK et al., 1984). Die größten benthischen Anteile in der Nahrung hatte Prionodraco evansii, der benthische Epifauna sowie Plankton fraß. Auf die möglicherweise primär benthische Ernährungsweise weisen Daten von KOCK et al. (1984) hin, wonach hauptsächlich Polychaeten und Amphipoden gefressen wurden. Akarotaxis nudiceps fraß benthopelagisch-pelagisch und hatte eine ähnliche Nahrungspräferenz wie Vomeridens infuscipinnis. Zu diesem benthopelagisch-pelagischen Komplex, bei dem Mysidaceen und Copepoden am bedeutendsten waren, gehörten auch die Arten der Gattung Bathyraco und Racovitzia glacialis. Cygnodraco mawsoni frist nekto-benthisch. Große und schnell schwimmende benthische Organismen und Fische wurden vor allem gefressen (KOCK et al., 1984). Am stärksten spezialisiert ist G.australis als Planktonfresser. Gymnodraco acuticeps war wie in der Ross-See (EASTMAN, 1985) piscivor.

Die Arten der Channichthyiden sind von allen anderen Familien am stärksten spezialisiert. Ihre Nahrung besteht hauptsächlich aus Fischen und/oder Euphausiaceen, wobei innerhalb der Familie bei den einzelnen Arten unterschiedliche Nahrungspräferenzen vorhanden sind. Obwohl die meisten Channichthyiden sich im Weddellmeer hauptsächlich von Fischen ernährten, ist die Tatsache bemerkenswert, daß mit Pagetopsis maculatus ein Euphausiaceenfresser der häufigste Channichthyide war. P. maculatus ist außerdem die kleinste Channichthyidenart. Sie wurde an der Antarktischen Halbinsel mit einem Exemplar nördlich von Joinville (GUBSCH, 1982) nachgewiesen; in der Ross-See wurden ebenfalls nur wenige Tiere, von denen jedoch keine Nahrungsuntersuchungen vorliegen, gefangen (IWAMI & ABE, 1982). Bei der größeren, verwandten Art Pagetopsis macropterus, die auch in der saisonalen Packeiszone verbreitet ist (GUBSCH, 1982; KOCK 1985), überwog dagegen die Fischnahrung.

Die meisten Channichthyiden in der Ross-See hatten Fische (EASTMAN 1985), insbesondere Pleuragramma antarcticum gefressen. Im Weddellmeer waren außer Chaenodraco wilsoni ebenfalls alle Channichthyiden Fischfresser, zumindest fakultative. Als piscivor ist vor allem Dacodraco hunteri einzuordnen. Die Nahrung von Cryodraco antarcticus, Chionodraco hamatus und Ch. myersi bestand überwiegend aus Fisch und aus Euphausiaceen. Untersuchungen an Ch. rastrorpinosus von der Antarktischen Halbinsel und den Süd-Shetland-Inseln zeigen, daß mit zunehmender Körpergröße der Fischanteil im Futter zunimmt (TAKAHASHI, 1983). Große Cryodraco antarcticus hatten in der saisonalen Packeiszone ausschließlich Fische (Myctophiden und Nototheniiden) gefressen (GUBSCH 1982); bei jungen Tieren konnten auch Euphausiaceen nachgewiesen werden (REMBISZEWSKI *et al.*, 1978). Chaenodraco wilsoni dagegen hat eine ausgeprägte Nahrungspräferenz für Euphausiaceen: im Weddellmeer fraß er E. crystallorophias, an der Antarktischen Halbinsel E. superba (GUBSCH 1982); selbst Larven fraßen bereits Krill-Furcilien (KELLERMANN, 1986). Die Nahrungsgewohnheiten der Adulten sind damit schon ontogenetisch früh festgelegt (KELLERMANN, 1986).

Bei den Süd-Orkney-Inseln konnten die meisten Channichthyiden als Planktonfresser eingeordnet werden (TARGETT, 1981; PERMITIN & TARVERDIYEVA, 1978); Nekton spielte jedoch ebenfalls eine große Rolle (PERMITIN & TARVERDIYEVA, 1978).

Zusammenfassend ergibt sich aus meinen eigenen Untersuchungen und den Literaturangaben folgendes Bild von der Nahrungswahl bei den vier häufigsten Fischfamilien der Antarktis:

Am wenigsten selektiv sind die Nototheniiden in ihrer Nahrungswahl. Sie fressen überwiegend im Benthos. Die anderen Familien, vor allem die Artedidraconiden und Channichthyiden sind spezialisierter in ihren Nahrungsgewohnheiten. Die Artedidraconiden sind zwar ausgesprochene Benthosfresser, jedoch auf wenige Nährtiergruppen spezialisiert. Eine noch stärkere Spezialisierung weisen die Channichthyiden auf, deren Nahrung sich nur aus zwei Futterkomponenten zusammensetzt und die vor allem pelagisch fressen. Die Bathydraconiden stellen in sich eine vielfältige Familie dar, deren Arten in der Mehrzahl auf das Fressen im Benthopelagial spezialisiert sind. Einzelne Vertreter haben stärkere Nahrungsbeziehungen zum Benthos oder fressen Nekton, andere haben sich zu Planktonfressern entwickelt.

Nach den vorliegenden Ergebnissen, ebenso wie nach früheren Untersuchungen von DANIELS (1982) und TARGETT (1981) ist das Nahrungsspektrum bei den Benthosfressern im allgemeinen groß. Dagegen sind die Planktonfresser wesentlich spezialisierter.

5.8. Die Bedeutung der Nahrungsressourcen für die Fischernahrung

Schwämme und Echinodermen, insbesondere Schlangensterne und Crinoiden sind im Benthos des Weddellmeeres sehr häufig und charakterisieren die Lebensgemeinschaften (VOSS, 1988), werden aber nur selten gefressen. Auch Bryozoen werden lediglich beim Fressen anderer Organismen mit verschlungen.

Schon ANDRIASHEV (1965) war der Meinung, daß die meiste Evertebratenbiomasse für Fische nicht nutzbar sei. Auch an den Inseln des Scotia-Bogens - mit Ausnahme der Süd-Sandwich-Inseln - bestand die Hauptbiomasse mehr oder weniger aus großen Schwämmen, Bryozoen, Tunikaten und Ophiuroiden, wobei Tunikaten vereinzelt von N.gibberifrons gefressen wurden (TARGETT, 1981).

Einem starken Freßdruck dagegen unterliegen Polychaeten, gammaroide Amphipoden, Isopoden, Cumaceen und Decapoden im Benthos. Es wird vor allem die vagile Epifauna gefressen. An gehälterten Tieren ist zu beobachten, daß die Tiere bei der Nahrungswahl auf die Bewegung der Beute als auslösenden Reiz reagieren. An der Antarktischen Halbinsel waren Polychaeten und Amphipoden ebenfalls die am häufigsten gefressenen Nährtiere (DANIELS, 1982).

Bei den Nototheniiden in der saisonalen Packeiszone tritt die Bedeutung der benthischen Organismen zur Erhaltung der Fischbiomasse zeitweise hinter den Krill zurück, die Fische bevorzugen Krill, wenn dieser verfügbar ist (TARVERDIYEVA & PINSKAYA, 1980; PERMITIN & TARVERDIYEVA, 1972, 1978; TARGETT, 1981; DANIELS, 1982).

Die Bedeutung der Epifauna in der Ernährung der Artedidraconiden haben auch WYANSKI & TARGETT (1981) und DUARTE & MORENO (1981) herausgestellt.

Die ohnehin spärliche Endofauna der Hochantarktis hat einen geringen Stellenwert in der Nahrung der Fische.

Nahrungsgrundlage für viele Arten waren im Hyperbenthos und Pelagial Mysidaceen, Copepoden und Euphausiaceen. Im Hyperbenthos stellten die Mysidaceen die wichtigste Nahrungsressource der meisten Bathydraconiden dar. Bei den pelagisch fressenden Fischarten war vor allem E. crystallorophias von großer Bedeutung; als Hauptnahrungskomponente spielte sie vor allem im östlichen und im südlichen Weddellmeer bis in die Gould-Bay eine große Rolle, weniger in südwestlichen Bereichen, die sich vor allem durch eine langanhaltende Eisbedeckung auszeichnen.

Als Nahrung für piscivore Fische sind die Nototheniiden und hier besonders Pleuragramma antarcticum am bedeutendsten. Sie werden vor allem von den Channichthyiden, aber auch von einigen Bathydraconiden und Trematomus-Arten gefressen. In der Ross - See kommt EASTMAN (1985) zu ähnlichen Ergebnissen. Als weit verbreitete Art im Pelagial ist P. antarcticum möglicherweise ein Ersatz für Euphausiaceen im Nahrungs-

gefüge (EASTMAN, 1985).

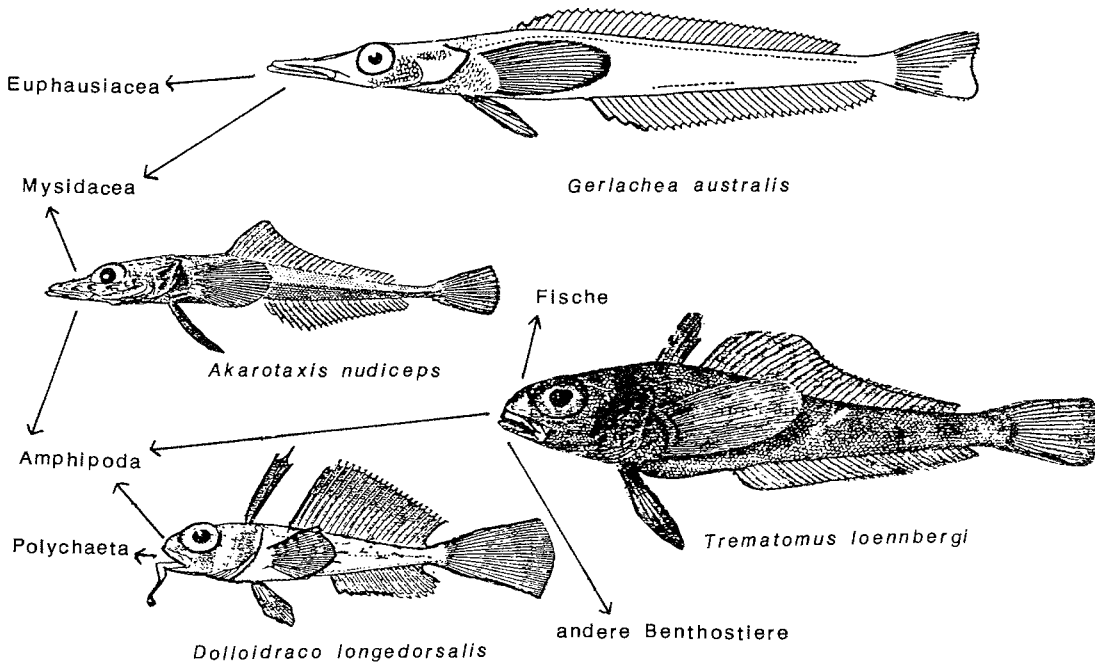
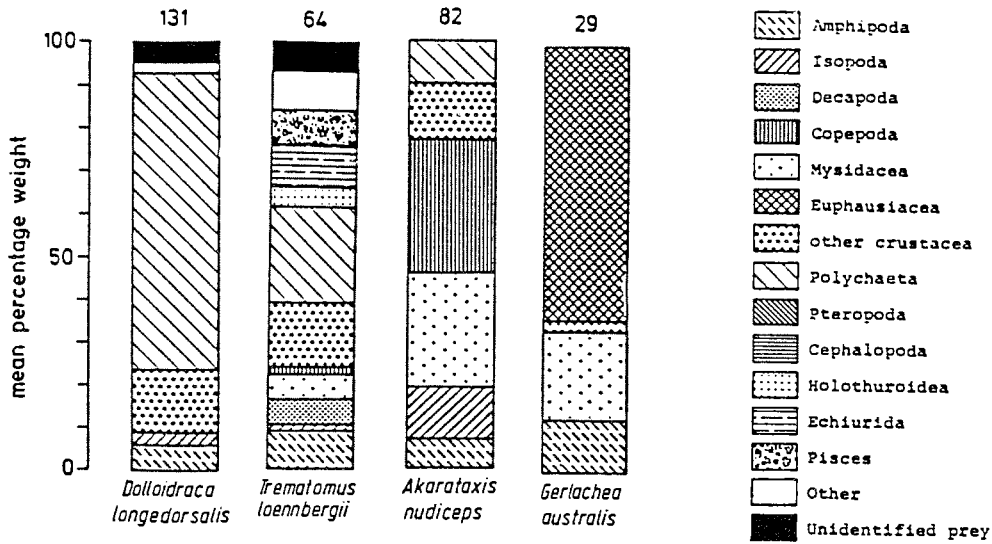


Abb. 43: Nahrungszusammensetzung der vier dominanten Fischarten im Filchner-Graben (oben) und die vertikale Gliederung ihres Habitates (unten)

5.9. Aufteilung der Nahrungsressourcen

Die Ergebnisse der Nahrungsuntersuchungen lassen eine Aufteilung der Nahrungsressourcen in vertikaler Richtung erkennen. So fressen die 4 dominanten Fischarten des Filchner-Grabens vorwiegend in verschiedenen Wasserschichten (Abb. 43). *Dolloidraco longedorsalis* fraß Benthos, *Trematomus loennbergi* Benthos und ebenfalls Nekton, *Akarotaxis nudiceps* ernährte sich im benthopelagisch-pelagischen Bereich und *Gerlachea australis* vom Plankton. Dies wird auch von KOCK et al. (1984) von Fischarten auf dem Schelf des Weddellmeeres und von DANIELS (1982) von Fischen an der Antarktischen Halbinsel bestätigt. Durch diese Aufteilung wird die Nahrungskonkurrenz unter den Fischarten herabgesetzt.

Nach Untersuchungen von SCHOENER (1974) ist eine niedrig gehaltene Nahrungsüberlappung unter den Arten durch eine Trennung ihrer Habitate häufiger von Bedeutung als eine Aufteilung der Futtertiere im gleichen Lebensraum. Es ist daher anzunehmen, daß sich diese oben beschriebenen Unterschiede in den Nahrungsnischen als Anpassungen herausgebildet haben, um Konkurrenz um die gleichen Nahrungsressourcen herabzusetzen oder zu vermeiden. Die Tatsache, daß die Nototheniiden verschiedene Ernährungstypen herausgebildet haben, die ihnen eine Nutzung verschiedener Nahrungsressourcen in unterschiedlichen Lebensräumen ermöglicht, mag mit ein Grund für die Dominanz dieser Arten in der gesamten Antarktis sein.

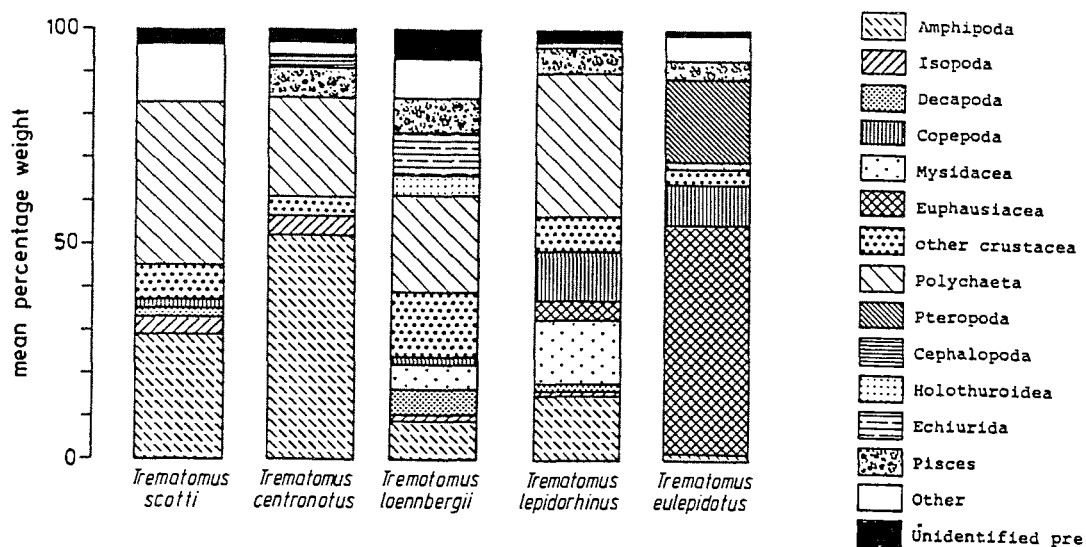


Abb. 44: Nahrungsspektren der Trematomus-Arten im Weddellmeer (nach der Ernährungsweise von links nach rechts in der Reihenfolge: Benthisch - benthopelagisch - pelagisch fressend angeordnet).

5.7. Evolutionäre Entwicklungen innerhalb der Nototheniiden

Phylogenetische Untersuchungen an Nototheniiden (ANDERSEN, 1984) und Untersuchungen zur Schwebfähigkeit einiger antarktischer Fische (DEVRIES & EASTMAN, 1985, 1981, 1978) lassen die Tendenz zur Eroberung der pelagischen Nische erkennen. Danach kann die These aufgestellt werden, daß sich einige primär benthische Nototheniiden evolutionsmäßig ins Pelagial entwickeln.

Es ist bemerkenswert, daß trotz des hohen Nahrungsangebots dieser Lebensraum fast ausschließlich von nur einer rein pelagischen Art, nämlich Pleuragramma antarcticum (HUBOLD, 1985 a), besiedelt wird.

Bei der Gattung Trematomus ist im Weddellmeer eine Entwicklung von der benthischen zur pelagischen Ernährungsweise zu beobachten, die sich auch im Habitus der einzelnen Fischarten erkennen läßt (Abb.44). Dieser Trend ist innerhalb der Gattung bei den Arten folgendermaßen verwirklicht:

- T.scotti, T.centronotus, P.hansoni sind Benthosfresser,
- T.loennbergi ist bereits benthopelagisch, aber mit starker Beziehung zum Benthos,
- T.lepidorhinus besiedelt die benthopelagische Nahrungsnische,
- T.eulepidotus ist ein Planktonfresser.

Literaturverzeichnis

- ANDERSEN, N.C. (1984): Genera and subfamilies of the family Nototheniidae (Pisces, Pisciformes) from the Antarctic and Subantarctic. *Steenstrupia* 10 (1): 1-34.
- ANDRIASHEV, A.P. (1965): A general review of the Antarctic fish fauna. Biogeography and ecology in Antarctica. Monogr. Biol. 15: 491-550.
- ANDRIASHEV, A.P. (1966): Field key to coastal species of fishes of east Antarctica. Inf. Bull. sov. ant. Eksped. 5: 392-395.
- ANDRIASHEV, A.P. (1970): Cryopelagic fishes of the Arctic and Antarctic and their significance in polar ecosystems. In: HOLDGATE, M.W. (ed.): Antarctic Ecology, 1. Academic Press, New York, pp. 297-304.
- ANDRIASHEV, A.P. (1980): A new liparid fish in McMurdo Sound. *Antarctic J. US* 15: 150.
- ANDRIASHEV, A.P. (1987): A general review of the Antarctic bottom fish fauna. In: KULLANDER, S.O. & FERNHOLM, B. (eds.): Proc. V. Congr. Europ. Ichthyol., Stockholm 1985: 357 - 372.
- ARNAUD, P. & HUREAU, J.C. (1966): Regime alimentaire de trois Teleosteens Nototheniidae antarctiques (Terre Adelie). *Bull. Inst. Oceanog. Monaco* 66: 1-24.
- ANDRIASHEV, A.P. & M. JAKUBOWSKI (1971): A morphological demonstration of the genetic separatenee of the Antarctic species Trematomus borchgrevinki and T. brachysoma and the new status of the genus Pagothenia Nichols & La Monte (Nototheniidae) (russ.). *Zool. Zhurn.* 50: 1041-1054.
- BARSUKOV, V.V. & PERMITIN, Yu.Ye. (1958): A new species of the genus genus Pagetopsis (family Chaenychthyidae) (russ.). *Zool. urnal* 37 (9): 1409-1411.
- BOCK, H.H. (1974): Automatische Klassifikation. *Vandenhoek & Ruprecht, Göttingen*, 1 - 457.
- BOESCH, D.F. (1972): Species diversity of marine macrobenthos in the Virginia area. *Ceasapeake Sci.* 13: 206-211.
- BRENNECKE, W. (1921): Die ozeanographischen Arbeiten der deutschen antarktischen Expedition 1911-1912. *Arch. Deutsche Seewarte*, 39 (1): 1-216.
- BRÖCKEL, K. von (1985): Primary production data from the south-eastern Weddell Sea. *Polar. Biol.* 4: 75-80.
- COLWELL, R.K. & FUTUYMA, D.J. (1971): On the measurement of niche breadth and overlap. *Ecology* 52: 567-576.
- CRADDOCK, C. (1978): Antarctica and Gondwanaland. *Antarctic J. US.* 5: 57-61.
- CARMACK, E.C. & T.D. FOSTER (1975): Circulation and distribution of oceanographic properties near the Filchner Ice Shelf. *Deep-Sea Res.* 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.
- DANIELS, R.A. (1982): Feeding ecology of some fishes of the Antarctic Peninsula. *Fish. Bull.* 80 (3): 575-588.
- DANIELS, R.A. & J.H. LIPPS (1982): Distribution and ecology of fishes of the Antarctic Peninsula. *J. Biogeogr.* 9: 1-9.

- DeVRIES, A.L. & EASTMAN, J.T. (1978): Lipid sacs as a buoyancy adaptation in an Antarctic fish. *Nature (London)* 271: 352-353.
- DeVRIES, A.L. & EASTMAN, J.T. (1981): Physiology and ecology of notothenioid fishes of the Ross Sea. *J. R. Soc. NZ* 11: 329-340.
- DeWITT, H.H. (1971): Coastal and deep-water benthic fishes of the Antarctic. *Antarct. Map Folio Ser.*, 15, American Geophysical Society, New York.
- DeWITT, H.H. (1970): The character of the midwater fish fauna of the Ross Sea, Antarctica. In: HOLDGATE, M.W. (ed.): *Antarctic ecology*, 1, Academic Press, London, pp. 305-314.
- DeWITT, H.H. & HOPKINS, T.L. (1977): Aspects of the diet of the Antarctic silverfish, *Pleuragramma antarcticum*. In: LLANO, G.A. (ed.): *Adaptations within Antarctic ecosystems. Proceedings of the third SCAR symposium on Antarctic biology*, Washington, D. C., 1974. Smithsonian Institution, Washington, D.C., pp. 557-567.
- DeWITT, H.H. & TYLER, J.C. (1960): Fishes of the Stanford Antarctic Biological Research Program, 1958-1959. *Stanford Ichthyol. Bull.* 7(4): 162-199.
- DOLLO, L. (1906): *Bathhydraco scotiae*, poisson abyssal nouveau recueilli par l' Expedition Antarctique Nationale Ecossaise. Note preliminaire. *Proc. R. Soc. Edinburgh* 26 (2): 65-75.
- DRESCHER, E., HUBOLD, H., PIATKOWSKY, U., PLÖTZ, J. & J. VOSS (1983): Das biologische Programm der Antarktis-I- Expedition 1983 mit FS "Polarstern". Stationslisten der Plankton-, Benthos- und Grundschleppnetzfüge und Liste der Probennahme an Robben und Vögeln. *Ber. Polarforsch.* 12: 1-34.
- DUARTE, W. E. & C. A. MORENO (1981): The specialized diet of *Harpagifer bispinis*: Its effect on the diversity of Antarctic intertidal amphipods. *Hydrobiologia* 80: 241-250.
- EAKIN, R.R. & KOCK, K.-H. (1986): Fishes of the genus *Pogonophryne* (Pisces, Harpagiferidae) collected during cruises of the Federal Republic of Germany (1975-1981) in West Antarctica and the Weddell Sea. *Arch. FischWiss.*
- EASTMAN, J.T. (1985): The evolution of neutrally buoyant notothenoid fishes: their specializations and potential interactions in the Antarctic marine food web. In: SIEGFRIED, R.W., CONDY, P.R., LAWS, R.M. (eds.), *Antarctic nutrient cycles and food webs*. Springer, Berlin.
- EASTMAN, J.T. & DeVRIES, A.L. (1981): Buoyancy adaptations in a swim-bladderless Antarctic fish. *J. Morphol.* 167: 91-102.
- EASTMAN, J.T. & DeVRIES, A.L. (1982): Buoyancy studies of notothenioid fishes in McMurdo Sound, Antarctica. *Copeia*: 385-393.
- EKAU, W. (1988): Ökomorphologie nototheniider Fische aus dem Weddellmeer, Antarktis. *Ber. Polarforsch.* 51: 1-140.
- EVERSON, I. (1977): The living resources of the Southern Ocean. Southern Ocean Fisheries Survey Programme, GLO/SO/77/1. FAO, Rome: 1-156.
- FOLDVIK, A. & T. KVINGE (1974): Conditional instability of sea water at freezing point. *Deep-Sea Res.* 21: 169-174.
- GOSSE, J. P. (1961): Poissons antarctiques recoltés par l' Expedition Belge Iris 1961. *Bull. Inst. Roy. Sci. Nat. Belg.* 37: 1-10.
- GUBSCH, G. (1982): Zur Verbreitung und zur Biologie der Eisfische (Chaenichthyidae) im atlantischen Sektor der Antarktis. *Fischerei-Forsch.*, 20 (2): 39-47.

- HELLMER, H. & M. BERSCH (1985): The Southern Ocean - A survey of oceanographic and marine meteorological research work. Ber. Polarforsch. 26: 1-115.
- HEMPEL, G. (1985): On the biology of polar seas, particularly the Southern Ocean. In: GRAY, J.S. & CHRISTIANSEN, M.E. (eds.): Marine Biology of Polar Regions and Effects of Stress on Marine Organisms. John Wiley & Sons Ltd., New York, pp. 3-34.
- HEYWOOD, R.B. & J.J. LIGHT (1975): First direct evidence of life under Antarctic shelf ice. Nature 254: 591-592.
- HOLLOWAY, H.L. (1969): Notes on the fishes collected at McMurdo Sound, Antarctica, during the austral summer of 1964-65, with information on the diets of two species. Va. J. Sci. 20: 188.
- HUBOLD, G. (1984): Spatial distribution of Pleuragramma antarcticum (Pisces: Nototheniidae) near the Filchner- and Larsen Ice Shelves (Weddell Sea/ Antarctica). Polar Biol. 3: 231-236.
- HUBOLD, G. (1985 a): Aspects of the early life history of the high Antarctic fish Pleuragramma antarcticum. In: SIEGFRIED, R.W., CONDY, P.R. & LAWS, R.M. (eds.): Antarctic nutrient cycles and food webs. Springer, Berlin: 445-451.
- HUBOLD, G. (1985 b): Stomach contents of the Antarctic silverfish Pleuragramma antarcticum from the southern and eastern Weddell Sea (Antarctica). Polar Biol. 5: 43-48.
- HUREAU, J.C. (1964): Contribution à la connaissance de Trematomus bernacchii Boulenger. In: CARRICK, R., HOLDGATE, M., PREVOST, J. (eds.), Biologie antarctique. Hermann Paris, pp. 481-487.
- HUREAU, J.C. (1966): Biologie comparée de quelques Poissons antarctiques (Nototheniidae). These.
- HUREAU, J.C. (1970): Biologie comparée de quelques Poissons antarctique (Nototheniidae). Bull. Inst. Océanogr. Monaco 68 1-244.
- IWAMI, T. & ABE, T. (1981): The collection of the fishes in the Ross Sea. Antarct. Rec. 71: 130-141.
- IWAMI, T. & ABE, T. (1982): Notes on the fishes collected during the 1980-1981 exploratory bottom trawl fishing off the South Shetland Islands. Mem. Natl. Inst. Polar Res., Spec. Issue, 23: 55-63.
- JOHN, D.D. (1936): The southern species of the genus Euphausia. Discovery Rep. 14: 195-323.
- KEAST, A. (1978): Trophic and spatial interrelationships in the fish species of an Ontario temperate lake. Env. Biol. Fish. 3: 7-31.
- KELLERMANN, A. & KOCK, K.-H. (1984): Postlarval and juvenile notothenioids (Pisces, Perciformes) in the Southern Scotia Sea and Northern Weddell Sea during FIBEX 1981. Meeresforschung 30: 82-93.
- KELLERMANN, A. (1986): Food and feeding of early stage Chionodraco rastrospinosus Dewitt & Hureau 1979 (Pisces; Notothenioidei) off the Antarctic Peninsula. Ann. Bras. Acad. Sci., Proc. Int. Symp. Aquat. Biol., Rio de Janeiro, 1985 (in press).
- KOCK, K.-H. (1981): Fischereibiologische Untersuchungen an drei antarktischen Fischarten: Champscocephalus gunnari Lönnberg, 1905, Chaenocephalus aceratus (Lönnberg, 1906), und Pseudochaenichthys georgianus Norman, 1937 (Notothenioidei, Channichthyidae). Mitt. Inst. Seef. 32: 1-226.
- KOCK, K.-H. (1985): Marine habitats - Antarctic fish. In: BONNER, W.N. & WALTON, D.W.H. (eds.): Key Environments: Antarctica. Oxford, New York, Pergamon Press: 173-192.

- KOCK, K.-H., NAST, F., STEIN, M. (1980): Some interactions between hydrography, krill and fish near Elephant Island in 1977/78. ICES C.M. 1980/ L:3. Biol. Oceanogr. Comm., 12 pp.
- KOCK, K.-H., SCHNEPPENHEIM, R. & SIEGEL, V. (1984): A contribution to the fish fauna of the Weddell Sea. Arch. FischWiss. 34 (2/3): 103-120.
- KOHNEH, H. (1984): Die Expeditionen ANTARKTIS-II mit FS "Polarstern" 1983/84. Bericht vom Fahrtabschnitt 4 Punta Arenas - Kapstadt (ANT-II/4). Ber. Polarforsch. 19: 106-115.
- MACKINTOSH, N.A. (1934): Distribution of the macroplankton in the Atlantic sector of the Antarctic. Discovery Rep. 9: 67-160.
- MACKINTOSH, N.A. (1973): Distribution of post-larval krill in the Antarctic. Discovery Rep. 36: 95-156.
- MARR, J.W.S. (1962): The natural history and geography of the Antarctic krill (Euphausia superba Dana). Discovery Rep. 32: 33-464.
- MORENO, C.A. (1980): Observations on food and reproduction in Trematomus bernacchii (Pisces: Nototheniidae) from the Palmer Archipelago, Antarctica. Copeia 1: 171-173.
- MORENO, C.A. & OSORIO, H.H. (1977): Bathymetric food habit changes in the Antarctic fish, Notothenia gibberifrons Lönnberg (Pisces: Nototheniidae). Hydrobiologica 55 (2): 139-144.
- NAITO, Y. (1982): Fish fauna in the northeastern parts of Lützw-Holm Bay with some notes on the stomach contents. Nat. Inst. Polar Res. 9-10, Tokyo: 63-72.
- NEMOTO, T. (1966): Thysanoessa euphausiids, comparative morphology, allomorphs and ecology. Sci. Rep. Whales Res. Inst. Tokyo 20: 109-155.
- NEMOTO, T & HARRISON, G. (1981): High Latitude Ecosystems. In: LONGHURST, A.R. (ed.), Analysis of marine Ecosystems, Academic Press, London.
- NORMAN, J.R. (1938): Coast fishes. Part III. The Antarctic Zone. Discovery Rep. XVIII: 3-104.
- NYBELIN, O. (1947): Antarctic fishes. Sci. Res. Norw. Antarct. Exp. 1927-1928, 26: 1-76.
- NYBELIN, O. (1951): Subantarctic and Antarctic fishes. Sci. Res. Bratteg Exp. 1947-48, 2: 1-32.
- ODUM, E.P. (1973): Fundamentals of ecology. W.B. Saunders Company (ed.), Philadelphia, Pa. 1971.
- OLSEN, S. (1955): A contribution to the systematics and biology of Chaenichthyid fishes from South Georgia. Nytt Mag. Zool. Oslo 3: 79-93.
- OWESEN, H.A. (1976): Artendiversität in der Ökologie. Rep. Sonderforschungsbereich 95, Univ. Kiel, 16.
- PERMITIN, YU. YE. (1977): Species composition and zoogeographical analysis of the bottom fish fauna of the Scotia Sea. J. Ichthyol. 17 (5): 710-726.
- PERMITIN, YU. YE. (1970): The consumption of krill by Antarctic fishes. In: HOLDGATE, M.W. (ed.): Antarctic ecology, 1. Academic Press, New York: 177-182.
- PERMITIN, Yu. Ye. (1969): New data on the species composition and distribution of fishes of the Scotia Sea in Antarctica (Second Communication). Probl. Ichthyol., Washington, D.C. 9 (2): 167 - 181.

- PERMITIN, Yu.Ye. & TARVERDIYEVA, M.J. (1978): Feeding of Antarctic cods (Nototheniidae) and icefishes (Chaenichthyidae) near the South Orkney Islands (russ.). *Biol. Morya* 2: 75-81.
- PERMITIN, Yu.Ye. & TARVERDIYEVA, M.J. (1972): The food of some species of Antarctic fishes in the South Georgia Island area. *J. Ichthyol.*, 12 (1): 104-114.
- PIATKOWSKY, U. (1987): Zoogeographische Untersuchungen und Gemeinschaftsanalysen an antarktischem Makroplankton. *Ber. Polarforsch.* 34: 1-150.
- RACUSA-SUSZCEWSKI, S. & PIASEK, A. (1973): Size, feeding and action of proteolytic enzymes in the Antarctic fish of *Trematomus* genus (Nototheniidae). *Bull. Acad. Pol. Sci. cl.II, Ser. Sci. Biol.* 21: 139-144.
- REGAN, C.T. (1914): Fishes, British Antarctic ("Terra Nova") Expedition 1910. *Nat. Hist. Rep., Zool.* I: 1-54.
- REMBISZEWSKI, J.M., KRZEPTOWSKI, M. & T.B. LINKOWSKI (1978): Fishes (Pisces) as by-catch in fisheries of krill *Euphausia superba* Dana (Euphausiacea, Crustacea). *Pol. Arch. Hydrobiol.*, 25 (3): 677-695.
- RESECK, J. (1961): A note on fishes from the Ross Sea, Antarctica. *New Zeal. J. Sci.* 4: 107-115.
- RICHARDSON, M. (1975): The dietary composition of some Antarctic fish. *Br. Antarctic Surv. Bull.* 41/42: 113-120.
- ROPELEWSKI, C.F. (1983): Spatial and temporal variations in Antarctic sea-ice (1973-82). *J. Clim. Appl. Met.* 22: 470-473.
- SCHOENER, T.W. (1970): Nonsynchronous spatial overlap of lizards in patchy habitats. *Ecol.* 51: 408-418.
- SHANNON, C.E. & W. WEAVER (1949): The mathematical theory of communication. Univ. Ill. Press, Urbana, 117 p.
- STEPHENSON, W. (1972): The use of computers in classifying marine bottom communities. *Oceanogr. South Pacific 1972, comp. R. Frazer. New Zealand Nat. Commn for UNESCO, Wellington: 1973.*
- TAKAHASHI, M. (1983): Trophic ecology of demersal fish community north of the South Shetland Islands, with notes on the ecological role of the krill. In: NEMOTO, T. and T. MATSUDA (eds.): *Proceedings of the Biomass colloquium in 1982. National Institute of Polar Research, Tokyo, 1983: 183-192.*
- TAKAHASHI, M. & NEMOTO, T. (1984): The food of the Antarctic fish in the Western Ross Sea in summer 1979. *Polar Biol.* 3: 237-239.
- TARGETT, T.E. (1981): Trophic ecology and structure of coastal Antarctic fish communities. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 4: 243-263.
- TARVERDIYEVA, M.I. & PINSKAYA, I.A. (1980): The feeding of fishes of the families Nototheniidae and Chaenichthyidae on the shelves of the Antarctic Peninsula and the South Shetlands. *J. Ichthyol.*, 20: 50-60.
- VOSS, J. (1988): Zoogeographie und Gemeinschaftsanalyse des Makrozoobenthos des Weddellmeeres (Antarktis). *Ber. Polarforsch.* 45. 1-144
- WHITTAKER, R.H. & C.W. FAIRBANKS (1958): A study of plankton copepod communities in the Columbia Basin, southeast Washington. *Ecology* 39: 46-65.
- WILLIAMS, R. (1983): Trophic relationships between pelagic fishes and euphausiids in Antarctic waters. In: SIEGFRIED, W.R., CONDY, P.R. & LAWS, R.M.: *Antarctic Nutrient Cycles and Food Webs. Springer Verlag, Berlin: 452-459.*

- WILLIAMS, W.T. & G.N. LANCE (1977): Hierarchical classificatory methods. In: ENSLEIN, K., RALSTON, A. and H.S. WILF: Statistical methods for digital computers. J. Wiley & Sons, N.Y.
- WISHART, D.C. (1975): Use manual of Clustan 1 C, Release 1, Comp. Center Univ. Lond. WC 10 AH: 124 pp.
- WYANSKI, D.S. & TARGETT, T.E. (1981): Feeding biology of the fishes in the endemic Antarctic family Harpagiferidae. Copeia: 686-693.
- YUKOV, V.L. (1971): The range of Dissostichus mawsoni Norman and some features of its biology. J. Ichthyol. 11: 8-18.

Danksagung

Mein Dank für die wissenschaftliche Betreuung gilt in besonderem Maße Herrn Prof. Dr. G. Hempel, der mir die Teilnahme an einer Antarktis-Expedition ermöglichte und mich bei der Entstehung der Arbeit durch wertvolle Hinweise und Anregungen unterstützt hat.

Die Bearbeitung der Fragestellung wurde weiterhin durch die Materialsammlung von Herrn Dr. G. Hubold und Herrn Dr. J. Voss ermöglicht, wofür ihnen mein Dank gilt.

Herr Dr. M. Meyer stellte dankenswerter Weise seine Programme für die Clusteranalyse zur Verfügung und gab wertvolle Ratschläge bei der Interpretation der Ergebnisse.

Frau Dr. S. Schiel und Frau E. Mizdalski danke ich für die Bestimmung der Copepoden, Herrn Dr. J. Gutt für die Bestimmung der Holothurien. Für technische Unterstützung bedanke ich mich bei Frau G. Dansauer.

Allen Kolleginnen und Kollegen des Alfred-Wegener-Instituts für Polar- und Meeresforschung und des Institutes für Polarökologie, besonders Herrn Dr. A. Kellermann, danke ich herzlich für die Unterstützung und ständige Diskussionsbereitschaft.