

**Zur Biologie der Jugendstadien der Notothenioidei
(Pisces) an der Antarktischen Halbinsel**

**On the Biology of Early Life Stages of Notothenioid Fishes
(Pisces) off the Antarctic Peninsula**

Kellermann, A.

Inhaltsverzeichnis

	Zusammenfassung.....	5
	Summary.....	8
1.	<u>Einleitung</u>	12
1.1	Kenntnisstand.....	12
1.2	Fragestellungen.....	14
1.3	Das Untersuchungsgebiet: Topographie und Hydrographie...16	
2.	<u>Material und Methode</u>	19
2.1	Fanggeräte.....	19
2.2	Stationen und Fangprozeduren.....	21
2.2.1	"Walther Herwig" 1975/76 (WH 75/76-2).....	21
2.2.2	"Walther Herwig" 1977/78 (WH 77/78).....	23
2.2.3	"Walther Herwig" 1981 (WH 81-2).....	25
2.2.4	"John Biscoe" 1982 (JB 82).....	27
2.3	Bearbeitung der Fänge an Bord.....	28
2.4	Sortierarbeiten an Land.....	28
2.5	Materialumfang.....	29
2.6	Bestimmungsarbeiten.....	30
2.7	Netzvergleich und Quantifizierung der Fänge.....	32
2.8	Nahrungsuntersuchungen.....	34
2.8.1	Durchführung.....	34
2.8.2	Bestimmung der Nährtiere.....	34
2.8.3	Aufbereitung der Ergebnisse.....	35
2.8.4	Nahrungselektion.....	35
2.8.5	Nahrungsüberlappung.....	36
3.	<u>Ergebnisse</u>	37
3.1	Die Fischbrut der Notothenioidei im Untersuchungsgebiet während des Südsommers.....	37
3.1.1	Geographische Verbreitung.....	37
3.1.1.1	November 1977 bis März 1978 (WH 77/78).....	38
3.1.1.2	Januar/Februar 1976 (WH 75/76-2).....	50
3.1.1.3	März 1981 (WH 81-2).....	54
3.1.1.4	Februar 1982 (JB 82).....	59
3.1.2	Vertikale Verteilung.....	64
3.1.3	Diskussion zur Verbreitung.....	72
3.1.4	Längenfrequenzen und Wachstumsabschätzung.....	80
3.1.4.1	<u>Notothenia larseni</u>	80
3.1.4.2	<u>Pleuragramma antarcticum</u>	82

3.1.4.3	<u>Chionodraco rastrospinosus</u>	85
3.1.5	Diskussion zum Wachstum.....	88
3.2	Nahrungsökologie.....	90
3.2.1	<u>Notothenia larseni</u>	90
3.2.1.1	Die Nahrung der Brut von November 1977 bis März 1978....	90
3.2.1.2	Die Nahrung der Brut im Februar 1976 und Tagesgang der Nahrungsaufnahme.....	96
3.2.1.3	Die Nahrung der Postlarven im Februar 1982.....	101
3.2.1.4	Die Nahrung der Jungfische.....	104
3.2.1.5	Maulweiten und Beutegrößen der Larven und Postlarven..	106
3.2.2	<u>Pleuragramma antarcticum</u>	108
3.2.2.1	Die Nahrung der Jungfische im November 1977.....	108
3.2.2.2	Die Nahrung der Postlarven im März 1981.....	108
3.2.2.3	Die Nahrung der Jungfische im März 1981.....	110
3.2.2.4	Die Nahrung der Brut im Februar 1982.....	111
3.2.2.5	Die Nahrung der Jungfische im Februar 1982.....	113
3.2.2.6	Futtergrößen und Maulweiten der Postlarven und Jungfische.....	116
3.2.3	<u>Chionodraco rastrospinosus</u>	118
3.2.3.1	Die Nahrung der Larven, Postlarven und Jungfische von November 1977 bis März 1978.....	118
3.2.3.2	Die Nahrung der Postlarven und Jungfische in den übrigen Untersuchungsmonaten.....	119
3.2.3.3	Beutelangen in Abhängigkeit von Maulweite und Fischlänge.....	121
3.2.4	<u>Cryodraco antarcticus</u> . Die Nahrung der Postlarven und Jungfische in allen Untersuchungsmonaten.....	123
3.2.5	<u>Chaenodraco wilsoni</u> . Die Nahrung der Postlarven und Jungfische in allen Untersuchungsmonaten.....	124
3.2.6	Vergleichende Betrachtung.....	126
3.2.7	Diskussion zur Nahrungsökologie.....	129
4.	<u>Gesamtdiskussion</u>	135
5.	<u>Literaturverzeichnis</u>	139
6.	<u>Anhang</u>	149

Zusammenfassung

Die Ziele dieser Arbeit waren eine Bestandsaufnahme des Ichthyoplankton und der pelagischen Jungfischfauna der Notothenioidei westlich der Antarktischen Halbinsel (Bransfield Straße und angrenzende Seegebiete), die erste Informationen zur geographischen Verbreitung und vertikalen Verteilung, zum zeitlichen Auftreten während des Südsommers und zur Dauer der pelagischen Phasen liefert. Nahrungsanalysen sollten Aufschluß über die Nahrungsökologie der frühen Jugendstadien unter den Bedingungen des kurzen Südsommers und ihre trophischen Beziehungen im pelagischen Ökosystem der saisonalen Packeiszone geben. Weiterhin sollten für einige Arten Wachstumsraten bestimmt werden. Dafür stand Material von vier Antarktisexpeditionen mit FFS "Walther Herwig" und RRS "John Biscoe" zur Verfügung.

Larven, Postlarven und Jungfische von insgesamt 20 Arten wurden identifiziert. Drei Arten stellten in fast allen Untersuchungsjahren mehr als 90 % der Fischbrut und zeigten eine zeitliche Sukzession des Schlüpfens: Notothenia larseni, Pleuragramma antarcticum und Notothenia kempi. Häufigste Channichthyiden waren Chionodraco rastrospinosus. Die pelagische Jungfischfauna beherrschte Pleuragramma antarcticum mit meist 65-95 % der Individuen. Aufgrund der zeitlich - räumlichen Variation der Eisbedeckung in Küstennähe traten Postlarven von Notothenia nudifrons in mehreren Kohorten auf. Postlarven von Notothenia gibberifrons waren nur im Sommer 1975/76 sehr häufig vertreten, und 1977/78 war bei Pleuragramma antarcticum ein weitgehender Ausfall des Laicherfolgs zu beobachten, wahrscheinlich infolge ungünstiger Eisverhältnisse. Die Analyse der Vertikalverteilung anhand von Stufenfängen in den oberen 200 m und darunter bis maximal 750 m (Februar 1982) zeigte, daß gemessen an der Anzahl Tiere 23 % der Postlarven in 0-70 m, 48 % in 70-135 m und 29 % in 135-200 m vorkamen; in den oberen 200 m der Wassersäule hielten sich 98.6 % der Fischbrut auf. Bei Ausbildung einer starken Sprungschicht wurden 90 % der Postlarven in der erwärmten Deckschicht angetroffen.

Jugendstadien von Notothenia larseni waren von der nordöstlichen Bellingshausen See (Adelaide Island) bis in die nordwestliche Weddell See (Joinville Island) im Gebiet häufig. Schwerpunkt der geographischen Verbreitung im Sommer waren meist die östliche Bransfield Straße und der Schelf um Joinville Island. Die rückgerechnete Schlüpfperiode für 1977 reichte von Mitte September bis Anfang November. Die pelagische Phase erstreckte sich über den ersten und zweiten Sommer. Das Postlarvalwachstum verlief logarithmisch mit einer täglichen Wachstumsrate von

0.08 mm über den ersten Sommer, basierend auf der Längenfrequenzanalyse. Larven und frühe Postlarven ernährten sich von Calanoideneiern und -nauplien und cyclopoiden Copepoden von 0.13-0.33 mm Futtergröße. Aufgrund der Überlappung des Hauptverbreitungsgebiets der Postlarven mit Laichgebieten des Krill in der östlichen Bransfield Straße und bei Joinville Island wurden in den Sommermonaten Eier von Euphausia superba regelmäßig gefressen und stellten in allen Jahren 10-11 % des Futters. Krilleier wurden bevorzugt genommen und wurden im Februar 1976 offenbar kurz nach dem Ablachen des Krill nahe der Oberfläche gefressen. Die Nahrungsaufnahme setzte mit Anbruch des Tageslichts ein und zeigte zwei Hauptfreßphasen bis nach Einsetzen der Dämmerung. Größenselektion war bei Postlarven gering, bei Jungfischen stark ausgeprägt. Calanoide Copepoden waren häufigstes und bevorzugtes Jungfischfutter.

Postlarvale Pleuragramma antarcticum traten auf dem Nordschelf der Antarktischen Halbinsel in der nordöstlichen Bellingshausen See, im Palmer Archipel und auf dem Schelfgebiet um Joinville Island auf. Verbreitungsmuster und Wassermassentransport ließen auf den Eintrag der Brut aus benachbarten Laichgründen in der Bellingshausen See und nordwestlichen Weddell See schließen. Große Postlarvenvorkommen im Herbst 1981 und große Jungfischvorkommen im Sommer 1982 ließen darauf schließen, daß sich die Jungfischpopulation teils durch Zufuhr aus der Bellingshausen See rekrutiert. Postlarven und Jungfische zeigten unterschiedliche vertikale Verteilungsmuster. Mehr als 80 % der Postlarven hielten sich in den oberen 135 m auf, während mehr als 80 % der Juvenilen in 70-200 m vorkamen. Die Längenhäufigkeitsverteilungen ließen drei Längengruppen von 11-30 mm, 33-53 mm und 65-82 mm erkennen, die den Altersklassen 0, 1 und 2 zugeordnet wurden. Für das erste und das zweite Lebensjahr wurden tägliche Wachstumsraten abgeschätzt. Unter Verwendung von Literaturdaten errechnete sich ein Schlupf der Larven im Dezember. Hauptnahrung der Postlarven waren cyclopoide Copepoden, Calanoideneier und Tintinnen, und bei einjährigen Jungfischen calanoide Copepoden. Dabei war eine Verschiebung der Futterkomponenten vom Cyclopoidenfressen bei Postlarven zum Calanoidenfressen bei Jungfischen zu beobachten. Die Futtergröße nahm als Funktion der Fischlänge zu. Die maximale Futtergröße wurde bis wenigstens 45 mm Standardlänge von der Maulweite kontrolliert. Nahrungselektion war bei Postlarven und Jungfischen von der Futterdichte abhängig mit einer inversen Beziehung zwischen Futterdichte und Freßselektion. Dichteabhängige Größenselektion führte im Februar 1982 zu einer ausgeprägten Ressourcenaufteilung zwischen Postlarven und Jungfischen. Dieses Freßverhalten wurde interpretiert als Adaptation an die nahrungsarmen Bedingungen im Hauptverbreitungsgebiet der Art in der permanenten Packeiszone, um dort die Nahrungskonkurrenz zwischen den jüngsten Altersklassen zu minimieren. Der Fraß von Krill-

eiern ließ darauf schließen, daß die häufige Assoziation von einjährigen Jungfischen mit Euphausia superba mit lokalen Laichereignissen des Krill im Zusammenhang steht. Höhere Wachstumsraten und verringerte postlarvale Mortalität in der saisonalen Packeiszone aufgrund besseren Nahrungsangebots sind nicht unwahrscheinlich.

Die Brut von Notothenia kempi schlüpfte ab Anfang Januar entlang des Kontinentalschelfabhanges im Einflußbereich des Bellingshausen See Wassers. Die Schlüpfperiode erstreckte sich bis mindestens Ende Februar. Die Postlarven überwintern vor der Transformation zum Jungfisch. Die pelagische Postlarval- und Juvenilphase dauert daher bis zum zweiten Sommer. Aus dem Vorkommen der Adulten und den Funden der Brut im Warmen Tiefenwasser wurde geschlossen, daß die Eier in diesem Wasserkörper im Bereich des oberen Schelfabhanges abgelaicht werden. Aus dem Schlüpfzeitpunkt wurde unter Berücksichtigung der Eigröße eine Laichzeit im Frühjahr abgeleitet.

Larven, Postlarven und Jungfische von Chionodraco rastrospinosus waren von November bis März im Gebiet von Anvers Island bis Elephant Island verbreitet. Der Schwerpunkt der geographischen Verbreitung und potentielle Laichgebiete lagen auf dem Südschelf der Bransfield Straße bis in die nordwestliche Weddell See. Der Nordschelf der Süd Shetland Inseln als möglicher Laichplatz konnte nicht bestätigt werden. Für 1977 reichte die rückgerechnete Schlüpfzeitperiode von Mitte September bis Mitte Oktober. Die pelagische Postlarval- und Juvenilphase ist nach dem ersten Sommer abgeschlossen. Tagliche Wachstumsraten, die aus Längenfrequenzdaten abgeschätzt wurden, lagen bei 0.21 mm von Januar bis Februar und bei 0.37 mm von Februar bis März; das Wachstum verläuft logarithmisch. Larven und frühe Postlarven ernährten sich von überwinterten Furciliastadien des Krill und von nototheniider Fischbrut von 7-12 mm Länge. Das Verhältnis der Beutelänge zur Fischlänge betrug durchschnittlich 0.38 und erreichte maximal 0.56. Die Beutegröße nahm als Funktion der Fischlänge zu, wobei im Verlauf des Wachstums Thysanoessa macrura und juveniler Krill bei späten Postlarven und Jungfischen Hauptnahrung wurden. Postlarven und Jungfische von Cryodraco antarcticus treten von November bis März im Gebiet auf. Postlarven fressen im Frühjahr vorwiegend Furcilien und im Sommer Euphausiiden mit Fischbrut als Gelegenheitsnahrung. Postlarvale und juvenile Chaenodraco wilsoni waren von November bis März mit Einzelexemplaren in den Fängen vertreten. Nahrungsuntersuchungen konnten nur für den März 1981 an größerem Material durchgeführt werden und zeigten für Chaenodraco wilsoni die stärkste trophische Bindung an Krill.

Aus den Ergebnissen zur Verbreitung und zur Nahrungsökologie der Fischbrut wurde die Fortpflanzungsbiologie der notothenioiden Fische als Anpassung an die saisonale Entwicklung der Nahrungsressourcen im Pelagial interpretiert. Dabei wurden unter Einbeziehung von Literaturdaten zu Eigröße und Fruchtbarkeit zwei Reproduktionsstrategien abgeleitet: Die erste Gruppe sind Arten mit hoher Fruchtbarkeit, die im Spätherbst, Winter und Frühjahr zahlreiche kleine Eier ablaichen, aus denen sukzessive im Frühjahr und Sommer kleine Larven schlüpfen. Larven und Postlarven ernähren sich von Calanoideneiern und dem kleinen Copepodenplankton, wobei möglicherweise aufeinanderfolgende Reproduktionsmaxima calanoider Arten genutzt werden. Die zweite Gruppe sind Arten mit niedriger Fruchtbarkeit, die im Herbst große dotterreiche Eier ablaichen. Im Frühjahr schlüpfen große Larven mit kleinerem relativem Nahrungsbedarf, die an geringere Futterdichte und große Beutetiere angepaßt sind.

Summary

The objectives of this thesis were the assessment of the ichthyoplankton and the pelagic juvenile fish fauna of notothenioid fishes in waters west of the Antarctic Peninsula (Bransfield Strait and adjacent waters), providing first quantitative information on the geographical and vertical distribution, on the temporal occurrence during austral summer and the duration of pelagic stages. Investigations on food and feeding were expected to provide insight into the feeding ecology of early stages during the short austral summer and their trophic relationships in the pelagic food webs of the seasonal pack ice zone. Growth rates were also estimated for some species. The material used was collected on four expeditions with the FRV "Walther Herwig" and the RRS "John Biscoe" between 1975 and 1982.

Early stages and juveniles of a total of 20 species were identified. Three species predominated in the ichthyoplankton by more than 90 % of the total number observed and showed a temporal succession in hatching: Notothenia larseni, Pleuragramma antarcticum and Notothenia kempfi. The most abundant channichthyids were Chionodraco rastrospinosus. The pelagic juvenile fish fauna was predominated by Pleuragramma antarcticum by mostly 65-95 % of specimens. In Notothenia nudifrons, several cohorts of postlarvae occurred due to the temporal and spatial variation of coast near ice cover. Postlarval Notothenia gibberifrons occurred numerously only in summer 1975/76, and postlarval Pleuragramma antarcticum were almost completely lacking in the 1977/78 season, most likely due to unfavorable ice conditions. Analysis of the vertical distribution

by means of stratified hauls in the top 200 m and down to 750 m showed that 23 % of postlarvae occurred at 0-70 meters depth, 48 % at 70-135 meters and 29 % at 135-200 meters depth; 98.6 % of specimens were found in the top 200 m of the water column. In the presence of a distinct thermocline, 90 % of postlarvae were caught in the warmed surface layer.

Early stages of Notothenia larseni were abundant from the north-eastern Bellingshausen Sea (Adelaide Island) to the north-western Weddell Sea (South of Joinville Island). The main area of geographical distribution in summer was the eastern entrance of Bransfield Strait and the shelf off Joinville Island. The estimated hatching period for 1977 was mid September to early November. The postlarval and pelagic juvenile phases persisted over the first and second summer. Postlarval growth derived from length frequency analysis followed a logarithmic function and daily growth rate was 0.08 mm during the first summer. Larvae and early postlarvae fed on calanoid eggs, nauplii and cyclopoid copepods. Larval prey ranged from 0.13 to 0.33 mm in length. Since the main area of distribution coincided with spawning areas of krill in the eastern entrance of Bransfield Strait and off Joinville Island, eggs of Euphausia superba were regularly ingested and made up 10-11 % of the number of food items in all years. At some stations, they were the staple food of postlarvae. Eggs of krill were ingested selectively, and in February 1976 they were taken in the surface layer obviously shortly after the eggs were shed by the krill. Feeding commenced at dawn with two main feeding periods during the day and until after dusk. Food size selection was less pronounced in postlarvae, but distinct in juveniles. Calanoid copepods were the most abundant and preferably eaten food of juvenile one year old fish.

Postlarval Pleuragramma antarcticum occurred on the northern shelf of the Antarctic Peninsula in the north-eastern Bellingshausen Sea, in the Palmer Archipelago and on the shelf off Joinville Island. Their pattern of distribution and the predominant transport of water masses indicated a larval drift from neighboring spawning areas in the north-eastern Bellingshausen Sea and north-western Weddell Sea. Postlarvae and juveniles showed different patterns of vertical distribution. More than 80 % of postlarvae were caught in the upper 135 meters of the water column whereas more than 80 % percent of juveniles occurred between 70 and 200 meters. Length frequency analyses revealed three length groups between 11-30 mm, 33-53 mm and 62-82 mm standard length which were attributed to age groups 0, 1 and 2. Daily growth rates were estimated for the first and second years. Hatching was estimated to occur in December. Postlarvae fed mainly on calanoid eggs, cyclopoid copepods and tintin-

nids whereas one year old juvenile fish preyed on calanoid copepods. There was a shift from cyclopid feeding in postlarvae to calanoid feeding in juveniles, and food particle size increased as a function of fish length. Maximum prey size was controlled by mouth width up to a standard length of at least 45 mm. Prey selection in postlarvae and juveniles was food density dependent with an inverse relationship between food abundance and selective feeding. Density dependent size selection resulted in a distinct resource partitioning among postlarval and juvenile fishes in February 1982. This specific feeding behaviour is adaptive to the low zooplankton stocks of the high antarctic shelf waters to minimize food competition among the youngest age classes. Predation on krill eggs suggested that the frequently observed association of one year old juveniles with krill is related to local spawning events. Increased growth rates and reduced postlarval mortality in the seasonal pack ice zone due to a higher food supply are likely to occur.

Early stages of Notothenia kemp occurred from early January onwards along the continental shelf break in water masses influenced by the Bellingshausen Sea. Hatching continued until at least late February. Postlarvae overwinter before transformation and the pelagic juvenile phase persists until the second summer. The vertical distribution of adult fish and the records of postlarvae in the Warm Deep Water indicated that the eggs are spawned on the upper shelf break in this water body. The time of hatching and the size of ova suggest a spawning period of Notothenia kemp in spring.

Larval, postlarval and juvenile Chionodraco rastrospinosus were distributed from November until March from off Anvers Island to Elephant Island. The main area of geographical distribution and probable spawning sites were on the southern shelf of Bransfield Strait into the northern Weddell Sea. The northern shelf of the South Shetland Islands could not be corroborated as spawning area. In 1977, the estimated hatching period was mid September until mid October. The pelagic postlarval and juvenile phase ends after the first summer. Daily growth rates estimated from length frequency analysis were 0.21 mm between January and February and 0.37 mm between February and March; growth follows a logarithmic function. Larvae and early postlarvae preyed on late furcilia stages of krill and nototheniid ichthyoplankton. Larval prey ranged between 7 and 12 mm in length. The mean ratio of prey length versus fish length was 0.38 and varied between 0.26 and 0.56. Prey size increased as a function of fish length and Thysanoessa macrura and adolescent krill became the most abundant food during postlarval growth. Postlarval and juvenile Cryodraco antarcticus occur in the area from November until March. Postlarvae in spring preyed mostly on late furciliae of krill, and late postlarvae fed on euphausiids in summer and oc-

asionally take postlarval nototheniids. Postlarval and juvenile Chaenodraco wilsoni occurred with single specimens from November until March. The feeding of a larger number of specimens from March 1981 revealed the strongest trophic relationship to krill among the channichthyid species examined. All icefish species reflected the feeding habits of adult fish already at an early ontogenetic level.

From the occurrence and feeding habits of the early stages the reproductive biologies of notothenioid fishes are interpreted as adaptations to the seasonal development of pelagic food resources. Two reproductive strategies were deduced: One group includes species with high relative fecundity spawning numerous small eggs in late fall, winter and spring, from which small larvae hatch subsequently in species during spring and summer (e.g. Notothenia larseni, Pleuragramma antarcticum, Notothenia kempfi). Incubation periods may vary between 12 and 16 weeks. The larvae feed on calanoid eggs and the small copepod plankton, possibly using subsequent peaks of reproduction of calanoid copepods. The second group are species with low relative fecundity spawning large, yolky eggs in fall (e.g. Chionodraco rastrospinosus, Chaenodraco wilsoni). Incubation periods of around 20 weeks are suspected. In spring, large larvae with small relative food requirements hatch from these eggs which are well suited to make use of a patchy distributed food supply of large sized prey such as late furcilia stages of krill and notothenioid larvae.

1. Einleitung

1.1 Kenntnisstand

Im Südpolarmeer leben etwas mehr als 80 Arten der Unterordnung der Notothenioidei (Perciformes). Diese Unterordnung, die nur auf der Südhalbkugel vorkommt, ist im Südpolarmeer mit vier Familien vertreten, die etwa zwei Drittel der demersalen Fischarten und wahrscheinlich mehr als 90% der Individuen der antarktischen Bodenfischfauna stellen (DeWITT 1971, KOCK 1985a). Es sind dies die Nototheniiden (Antarktische Dorsche), die Channichthyiden (Eisfische), die Harpagiferiden (Plunderfische) sowie die Bathydraconiden (Drachenfische). Die Arten dieser vier Familien sind zu 95% endemisch für die Antarktis (DeWITT 1971).

Obwohl die Notothenioidei fast ausschließlich demersale Fische sind, zeigen viele Arten ernährungsökologische Beziehungen zum Pelagial, und hier vor allem zum antarktischen Krill, Euphausia superba DANA. Eisfische ernähren sich in erster Linie von Krill und Fisch (PERMITIN & TARVERDIYEVA 1979, KOCK 1981, TARGETT 1981, GUBSCH 1982 u.a.). Viele Nototheniiden und Harpagiferiden sind primär Benthosfresser, jedoch nutzen vor allem Nototheniiden zeitweise die großen Krillvorkommen (TARGETT 1981, DANIELS 1982, TAKAHASHI 1983, KOCK 1985a). Zur Stellung der Bathydraconiden als Konsumenten ist bislang wenig bekannt (DANIELS 1982). Eine der wenigen zeitlebens pelagischen Arten ist der "Antarktische Hering", Pleuragramma antarcticum, der sich ausschließlich von Plankton und Euphausiiden ernährt (ANDRIASHEV 1965, DeWITT & HOPKINS 1977, HUBOLD 1985b), und der im Pelagial der hochantarktischen Schelfs des Ross Meeres und der Weddell See die vorherrschende Fischart ist (DeWITT 1970, HUBOLD 1985b). Das Pelagial dominieren ansonsten die mesopelagischen Myctophiden und Paralepididen, deren ökologische Rolle jedoch noch weitgehend ungeklärt ist (KOCK 1985b).

In den antarktischen Ökosystemen sind notothenioide Fische für Vögel und Robben und teils auch für Zahnwale als Nahrungsressource von Bedeutung (KOCK 1985b). Eine kommerzielle Nutzung wird seit längerem im atlantischen und im indischen Sektor der Antarktis mit wechselnder Intensität betrieben (EVERSON 1977, KOCK 1981, KOCK et. al. 1985).

Den ersten Beitrag zur Kenntnis der frühen Lebensgeschichte der Notothenioidei leistete PAPPENHEIM (1912). Während der Deutschen Südpolar-Expedition 1901-03 wurden in der Davis See (Indischer Sektor des Südpolarmeeres) an die tausend Fischlarven gesammelt, die PAPPENHEIM als Brut von Pleuragramma antarcticum erkannte. Anhand des artenreichen Materials der britischen "Terra Nova" Expedition 1910 ins Ross Meer veröffentlichte REGAN (1916) die Beschreibungen früherer Stadien von sie-

ben Arten aus allen vier Familien, darunter sukzessive Stadien von P. antarcticum, Pagetopsis macropterus und Chionodraco kathleenae. Erst lange danach folgten vereinzelt weitere Beschreibungen notothenioider Jugendstadien (EVERSON 1968, CIECHOMSKI et al. 1976). Die erste umfangreiche Darstellung mit 12 Arten der Nototheniiden und Channichthyiden aus der Scotia See gab EFREMENKO (1979b,c), wobei er Entwicklungsreihen von fünf Arten präsentieren konnte: Notothenia larseni, N. gibberifrons, N. angustifrons, Champscephalus gunnari und Pseudochaenichthys georgianus.

Parallel dazu wurden die im Südpolarmeer auftretenden Myctophidenlarven und Jungfische beschrieben (REGAN 1916, KREFFT 1958, PERTSEEVA-OSSHTROUKOVA 1967, EFREMENKO 1972, 1976, 1977, RASOANARIVO und ABOUSOUAN 1983), sowie Brut und Jungfische der Paralepididae (Notolepis coatsi, EFREMENKO 1978) und frühe Stadien der Bathylagiden (Bathylagus antarcticus, EFREMENKO 1979a).

Den ersten Bestimmungsschlüssel legten NORTH und WHITE (1982) vor. Er enthält Bestimmungskriterien für 33 Arten der Notothenioiden, Myctophiden, Paralepididen, Bathylagiden, Lipariden und Muraenolepiden hauptsächlich von Süd Georgien und der Scotia See, aber auch aus den Gewässern der Antarktischen Halbinsel. Weitere elf Arten dieser taxonomischen Gruppen sowie der Macrouriden ergänzte der Fischlarvenatlas von EFREMENKO (1983). Die Anwendung der in diesen Arbeiten gegebenen Kriterien führt bei der Bestimmung teilweise zu unterschiedlichen Ergebnissen, da die Autoren hinsichtlich der Artzuordnung einiger Arten unterschiedlicher Auffassung sind. Insgesamt sind beide Arbeiten jedoch bei kritischer Anwendung der Bestimmungshilfen eine Grundlage für eine Einarbeitung in das antarktische Ichthyoplankton. Festzuhalten bleibt, daß von den eingangs erwähnten mehr als 80 Arten der Notothenioiden erst von 32 Arten Jugendstadien beschrieben sind, wobei häufig isolierte Larven-, Postlarven- oder Jungfischbeschreibungen und nur für wenige Arten sukzessive Reihen vorliegen.

Die meisten notothenioiden Fische zeichnen sich durch niedrige Fruchtbarkeit und große dotterreiche Eier aus (ANDRIASHEV 1965, MARSHALL 1964). Die Eier sind wahrscheinlich bei der Mehrzahl der Arten demersal (ANDRIASHEV 1965, MARSHALL 1953, KOCK 1985a), und bei einigen Arten wohl pelagisch (HUREAU 1970, PERMITIN 1973). Inkubationszeiten sind nach den bisher vorliegenden Ergebnissen sehr lang: 8-18 Wochen bei Harpagifer bispinis (DANIELS 1978), und 15-21 Wochen bei Notothenia neglecta (WHITE et al. 1982); die Eier der Herbst- und Frühjahrslaicher inkubieren daher über weite Teile des Winters. Brutpflege betreiben H. bispinis (DANIELS 1978) und Trematomus bernacchii (MORENO 1980).

Aus den Eiern schlüpfen meist große, pelagische Larven mit entwickeltem Maul und Augenpigment sowie mit großen Bauchflossen bei Channichthyiden (REGAN 1916). Beobachtete Schlüpfängen liegen bei 12-14 mm für N. neglecta (WHITE et al. 1982) und bei mehr als 14 mm für T. bernacchii (MORENO 1980). Für P. macropterus gibt REGAN (1916) eine Schlüpfänge von etwa 14 mm an. Eine Reihe anderer Arten ist durch geringe Eigröße mit entsprechend höherer Fruchtbarkeit ausgezeichnet. Hierzu gehören die Nototheniiden N. larseni, N. kempfi und N. nudifrons (PERMITIN & SILYANOVA 1971), und wahrscheinlich auch P. antarcticum, für deren Larven REGAN (1916) 6 mm als Schlüpfänge angibt.

Zur Ökologie der pelagischen Jugendstadien ist bisher wenig bekannt. Den ersten Versuch einer Fischbrutaufnahme in Relation zur Hydrographie machte SEIBERT (1977) bei Süd Georgien. In der südlichen Weddell See erbrachten quantitative Untersuchungen an der Brut von P. antarcticum hohe Konzentrationen an Postlarven bis zu mehr als 700 Tieren pro m², die mit Larvendichten subtropischer Engrauliden vergleichbar sind (HUBOLD 1985a). Hinweise auf hohe Mortalitätsraten postlarvaler P. antarcticum gaben DeWITT & TYLER (1960), die sie im Ross Meer in großer Anzahl tot an der Oberfläche treibend beobachteten. Aus Arbeiten an dieser Art stammen auch erste Wachstumsabschätzungen notothenioider Fischbrut (KELLER 1982, HUBOLD 1985a). Das "First International BIOMASS Experiment" (FIBEX), ein SCAR - Programm zur Quantifizierung der Krillvorkommen (HEMPEL 1983) ermöglichte gleichzeitig eine qualitative Aufnahme der geographischen Verbreitung der Fischbrut an der Antarktischen Halbinsel und in den Gewässern östlich davon (SLOSARCZYK & REMBISZEWSKI 1982, KELLERMANN & KOCK 1984, KELLERMANN & SLOSARCZYK 1984).

Einige Postlarven und Jungfische vor allem der Channichthyiden sind längere Zeit ihrer pelagischen Phase mit Krillschwärmen assoziiert und geraten so zum Beifang der Krillfischerei (REMBISZEWSKI et al. 1978, SLOSARCZYK & REMBISZEWSKI 1982). Magenuntersuchungen zeigten, daß die Nahrung postlarvaler Channichthyiden in erster Linie aus Euphausiiden, aber auch aus Fischbrut bestand (KAWAMURA 1976, REMBISZEWSKI et al. 1978). MARSHALL (1953) und HUBOLD (1985a) berichten von einzelnen Page-topsis Larven, die Larven von P. antarcticum gefressen hatten. Tagesperiodische Vertikalwanderungen wurden für N. gibberifrons nachgewiesen (WÖRNER & JAMES 1981).

1.2 Fragestellungen

Die bisherigen Ausführungen zeigen, daß trotz der ökologischen und kommerziellen Bedeutung der notothenioiden Fische unsere Kenntnis der frühen Lebensgeschichte lückenhaft und auf wenige Informationen zu einzel-

nen Arten gestützt ist. Da die Jahrgangsstärke und damit der Zuwachs eines Bestandes von der Überlebensrate der Brut abhängig ist, liefern Fischbrutuntersuchungen wertvolle Hinweise zum Verständnis von Bestandsschwankungen. Die Überlebensrate wird zunächst durch bestandsabhängige Faktoren wie Fruchtbarkeit und Eigröße beeinflusst, wobei dichteabhängige Regulationsmechanismen (CUSHING 1977) einwirken können. Als wichtigste Faktoren für das Überleben der frühen Stadien werden ein ausreichendes Angebot geeigneter Larvennahrung und Zehrung durch Bruträuber angesehen (HUNTER 1981). Eine hohe Eiproduktion mit einer entsprechend großen Anzahl Nachkommen scheint eher geeignet, hohe Wegfraßraten zu kompensieren (HEMPEL 1979), während die Erzeugung weniger, aber dottereicher Eier dagegen den größeren Larven ermöglicht, Futtermangel durch bessere Hungerfähigkeit zu überstehen (BLAXTER & HEMPEL 1963, HUNTER 1981). Die Drift der frühen Stadien setzt sie wechselnden hydrographischen Verhältnissen aus, die unterschiedlich günstige Aufwuchsbedingungen bieten. CUSHING (1975) weist auf die Bedeutung des Schlüpfzeitpunktes hin, der den Aufwuchs der Brut mit der saisonalen Entwicklung eines geeigneten Larvenfutters im Plankton synchronisiert. Diese nicht unumstrittene Hypothese ist für die antarktische Fischbrut von besonderem Interesse; Eisbedeckung und jährlicher Lichtzyklus begrenzen hier die Primärproduktion als Grundlage des pelagischen Nahrungsnetzes auf den kurzen Südsommer. Die isolierte Evolution der Notothenioidei im Südpolarmeer (DeWITT 1971) läßt unter diesem Aspekt spezifische Anpassungserscheinungen des Reproduktionszyklus erwarten.

Im Gegensatz zu den hochantarktischen Gebieten, die fast ganzjährig eisbedeckt sind (e.g. Weddell See und Ross Meer), liegt die Antarktische Halbinsel im Bereich der saisonalen Packeiszone, die sich durch starke Saisonalität der Eisbedeckung und hohe jährliche Produktivität auszeichnet (HEMPEL 1985). Ziel meiner Untersuchungen am Ichthyoplankton war zunächst eine Bestandsaufnahme der notothenioiden Fischbrut und pelagischen Jungfischfauna in den Seegebieten westlich der Antarktischen Halbinsel. Dabei standen folgende Fragen im Vordergrund:

Welche Arten treten auf und mit welcher Häufigkeit treten sie auf?
Wann treten sie auf, i.e. gibt es eine zeitliche Abfolge der Arten?
Wie lange dauert die pelagische Phase und wie hoch sind die Wachstumsraten bei einzelnen Arten?
Wie beeinflusst die Hydrographie des Gebietes die Verbreitung ?

Zur Beurteilung der Aufwuchs- und Überlebensbedingungen liefern Nahrungsuntersuchungen wertvolle Informationen, wobei der Vergleich mit dem Nahrungsangebot Rückschlüsse auf Selektionsmuster erlaubt. Futterpräferenzen von Fischlarven werden weitgehend durch die Partikelgröße beein-

flußt (HUNTER 1981), wobei die Maulweite das größenabhängige Freßverhalten kontrolliert (e.g. LAST 1978a,b, LAROCHE-LYCZKOWSKI 1982, HUNTER & KIMBRELL 1981). Damit schälen sich weitere Fragestellungen heraus:

Was fressen die Jugendstadien einzelner Arten, insbesondere welche Größenfraktionen werden gefressen? Wie beeinflußt die Maulweite das Freßverhalten? Wie werden die Nahrungsressourcen genutzt?

Nahrungsuntersuchungen und Wachstumsabschätzungen wurden auf die häufigsten und stetigsten Arten beschränkt. Mit Hilfe der gewonnenen Erkenntnisse soll ein Ansatz zum Verständnis der Reproduktionsbiologie der notothenioiden Fische unter Einbeziehung der Brutökologie erarbeitet werden. Zur Beantwortung der Fragestellungen stand umfangreiches Material von den ersten drei Antarktisexpeditionen von FFS "Walther Herwig" in den Jahren 1975/76, 1977/78 und 1981 aus dem atlantischen Sektor der Antarktis zur Verfügung, das nur teilweise in Form der oben genannten Diplomarbeit von SEIBERT sowie der Arbeit von JAMES und WÖRNER bearbeitet war. Weiterhin hatte ich Gelegenheit, auf der Antarktisexpedition von RRS "John Biscoe" 1982 selbst Material zu sammeln.

Da das Zielgebiet aller vier Reisen in der Hauptsache die Gewässer westlich und nordwestlich der Antarktischen Halbinsel waren, bot es sich an, das Untersuchungsgebiet dieser Arbeit auf dieses Seegebiet einzuengen.

1.3 Das Untersuchungsgebiet: Topographie und Hydrographie

Das Untersuchungsgebiet (Abb. 1.1) liegt im Einflußbereich zweier Wassermassen: Wasser südostpazifischen Ursprungs (Bellingshausen See Wasser), das mit der Westwinddrift entlang der Antarktischen Halbinsel nach Nordosten setzt und Wasser, das als Teil des zyklonischen Wirbels der Weddell See um die Spitze der Halbinsel in die Bransfield Straße strömt. Das Zusammentreffen beider Wassermassen in der Straße führt zu einer komplexen hydrographischen Situation, die erstmalig von CLOWES (1934) detailliert beschrieben wurde.

Die Bransfield Straße ist flächenmäßig in etwa dem Skagerak vergleichbar. Schelfgebiete als potentielle Fischlaichgründe sind im Südwesten nördlich des Palmer Archipels und der Biscoe Inseln sowie im Südteil der Bransfield Straße zu finden (Abb. 1.1, Kartenausschnitt). Der Schelf ist hier von tiefen küstennormalen Einschnitten durchsetzt und erstreckt sich über Joinville Island bis in die nordwestliche Weddell See. Ein weiteres Schelfgebiet liegt nördlich der Süd Shetland Inseln und reicht bis nach Elephant Island im Osten. Die Straße ist von mehre-

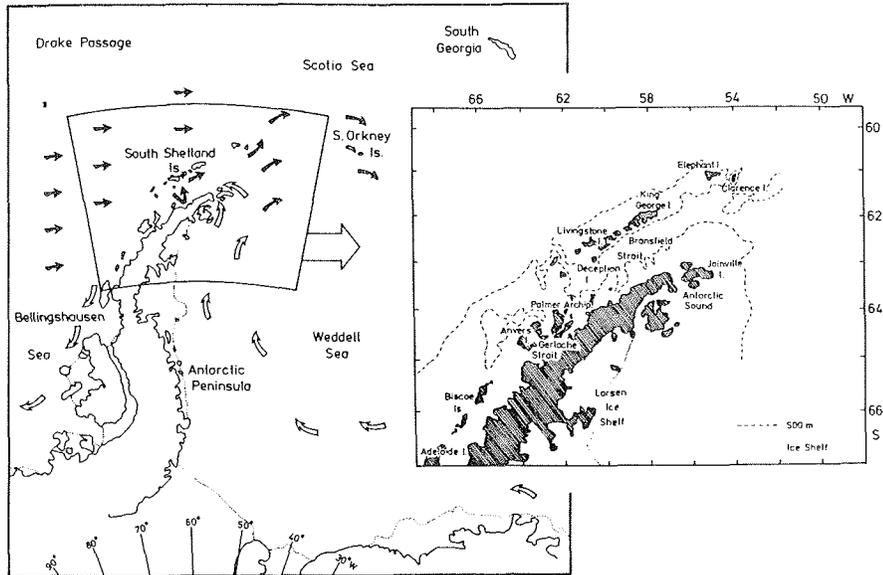


Abb. 1.1: Geographische Lage des Arbeitsgebiets zwischen pazifischem und atlantischem Sektor des Südpolarmeeres mit den vorherrschenden Richtungen der Oberflächenströmungen (nach TRESHNIKOV 1964 aus DEACON 1981, STEIN 1982, ANON. 1983). Schwarze Pfeile: Westwinddrift, weiße Pfeile: Ostwinddrift. Der Kartenausschnitt zeigt das Untersuchungsgebiet. Übersichtskarte und Ausschnitt in unterschiedlichen Projektionen.

ren tiefen Becken durchzogen, die im Südwesten durch das dem Palmer Archipel vorgelagerte Schelfgebiet und im Ostausgang durch eine flache Schwelle zwischen Joinville und Clarence Island begrenzt werden.

Nach CLOWES (1934) fließt das aus Südwest heransetzende Bellingshausen See Wasser durch die westlichen Süd Shetland Inseln in die Bransfield Straße ein und strömt entlang der Inselgruppe nach Nordosten. Ein südlicher Zweig dieses Wassers dringt an Deception Island vorbei in den Südteil der Bransfield Straße vor, beschreibt hier einen Mäander nach Nordwest und trifft dort wieder auf den nordöstlichen Strom entlang der Süd Shetland Inseln. Der östliche Teil der Straße wird durch kaltes und salzreiches Wasser aus der Weddell See beeinflusst, das entlang der Halbinsel nach Südwesten vordringt. Untersuchungen in jüngerer Zeit bestätigten weitgehend die Ergebnisse von CLOWES (ANON. 1982, 1983, HEYWOOD 1985) und führten zur Definition von Wasserlassen aus der Analyse von Profilen der potentiellen Temperatur und des Salzgehalts, die den Einfluß und die Vermischung beider Wassermassen widerspiegeln. Die Abb. 1.2 zeigt diese Wasserlassen, die aus den hydrographischen Daten im

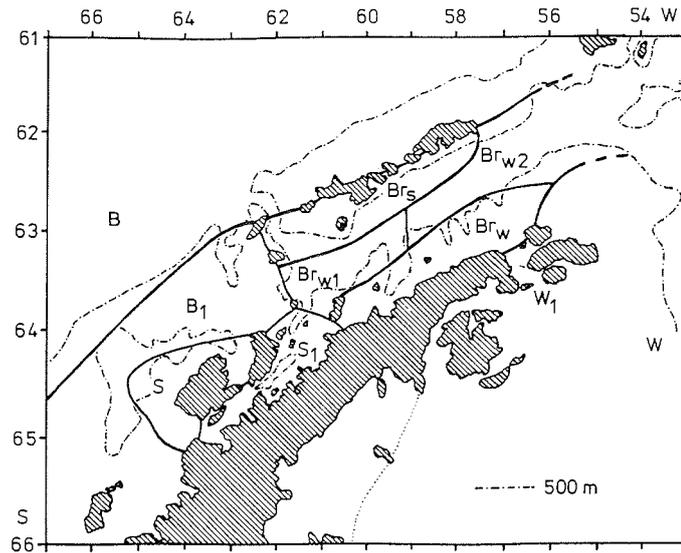


Abb. 1.2: Wasserklassen der Bransfield Straße und angrenzender Gewässer im Februar 1982 (verändert nach HEYWOOD 1985, siehe auch ANON. 1982). Erläuterung der Abkürzungen im Text.

Februar 1982 gewonnen wurden (HEYWOOD 1985). Die Wasserklasse B_1 bildet sich unter dem Einfluß des küstennahen Stroms aus der Bellingshausen See und durch Schmelzwasser aus dem Bellingshausen See Wasser B. Das Br_s Wasser im Norden der Straße repräsentiert den nordöstlich setzenden Zweig des einströmenden Bellingshausen Wassers. Kaltes und salzreiches Wasser (W_1) aus der Weddell See (W) dringt um Joinville Island und durch den Antarctic Sound in die Bransfield Straße ein. Auf seinem Weg über den südlichen Schelf wird es zur Wasserklasse Br_w modifiziert. Östlich des Palmer Archipels vermischt es sich mit dem einströmenden Bellingshausen See Wasser (Br_{w1}). Die Wasserklasse Br_{w2} im Ostausgang der Bransfield Straße bildet sich aus Weddell See Wasser, das über den Schelf um Joinville Island nach Norden setzt und unter den Einfluß des kalten Bodenwassers der tiefen Becken gerät. Die Wasserklassen S und S_1 um den Palmer Archipel leiten sich aus dem küstennahen B_1 Wasser ab, das dort unter den kombinierten Einfluß von Schmelzwasser und Sonneneinstrahlung gerät.

Die Gewässer um Elephant Island sind im Norden durch Bellingshausen See Wasser aus der südlichen Drake Passage geprägt, das zum Teil vom Nordschelf der Süd Shetland Inseln stammt (ANON. 1982). Südlich der Insel herrscht der Einfluß von Mischwasser aus der Bransfield Straße vor, wobei es jedoch durch Luftdruck- und Änderung der Windrichtung zu direkter Advektion von Weddell See Wasser kommen kann (STEIN 1979).

Ein besonderes Charakteristikum der Bransfield Straße ist das eigene Bodenwasser, das während der Bildung von Meereis im Winter auf dem nördlichen Schelf der Halbinsel entsteht und in die tiefen Becken der Bransfield Straße absinkt (CLOWES 1934). Warmes Tiefenwasser, das in den umliegenden Seegebieten zwischen dem Antarktischen Oberflächenwasser und dem Bodenwasser liegt, wird durch die flachen Schwellen an den Ausgängen der Straße in seinem Zustrom begrenzt und ist daher nur im Bereich dieser Schwellen anzutreffen (CLOWES 1934).

2. Material und Methode

2.1 Fanggeräte

Das Standardgerät zum Fang von Zooplankton und Mikronekton auf den Antarktisexpeditionen von "Walther Herwig" in den Jahren 1975/76, 1977/78 und 1981 war das "Rectangular Midwater Trawl 1+8" (RMT 1+8) (BAKER et al. 1973). Während der Expedition 1982 mit "John Biscoe" wurde eine weiterentwickelte Version, das RMT 1+8 M verwendet. Das RMT 1+8 besteht aus zwei übereinander angebrachten rechteckigen Schließnetzen. Das obere, kleinere Netz (RMT 1) hat eine Maschenweite von 320 μ und eine Netzöffnungsfläche von 1 m², das untere, große Netz (RMT 8) eine Maschenweite von 4,5 mm im Tunnel bzw. 1000 μ im Steert (cod end) sowie eine Netzöffnungsfläche von 8 m² auf. Die Netzöffnungsflächen gelten jeweils

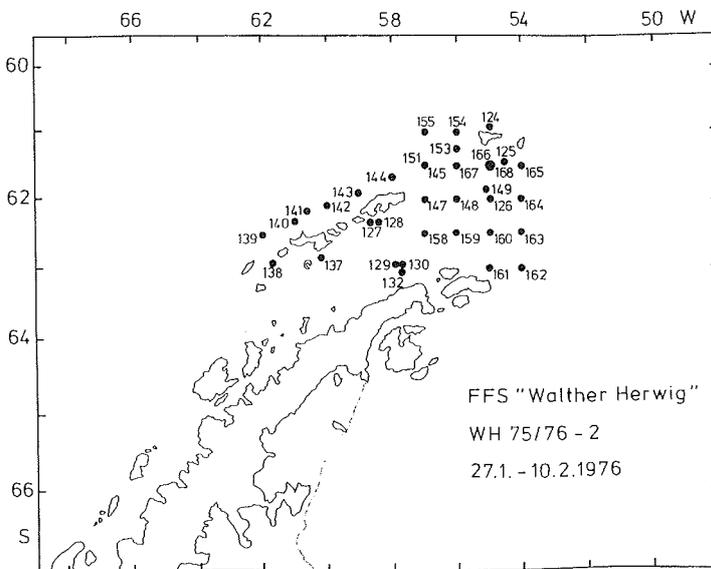


Abb. 2.1: Die RMT-Stationen des zweiten Abschnitts der Expedition 1975/76

Tab 2.1: Anzahl der Stationen und Hols vom 27. Januar bis 6. Februar 1976 (WH 75/76-2, ohne Dauerstation 168). Bei Nicht-Standardhols sind die jeweils geringsten und maximalen Fangtiefen angegeben.

	total	Schelf (≤ 500 m)	bis Grund- nähe	ozeanisch (> 500 m)	bis Grund- nähe
Anzahl Stationen	34	19	-	15	-
Anzahl Hols	34	19	2	15	0
Standardfangtiefen (0-215-0)	21	9	0	12	0
nicht Standardfang- tiefen (0-23, 145 m)	9	7	2	2	0
Schließhols (diverse Tiefen)	4	3	0	1	0

bei einem Anstellwinkel von 45° während des Schleppens, so daß bei der Quantifizierung der Fänge Schleppgeschwindigkeit und Holphase berücksichtigt werden müssen (POMMERANZ et al. 1982). Ein Netzmonitor am Gerät überträgt Fangtiefe, Wassertemperatur und die Geschwindigkeit des Netzes über ein Schlepphydrophon an ein Bordgerät. Von Bord aus werden beide Netze gleichzeitig über akustische Signale in den gewünschten Fangtiefen geöffnet und geschlossen. Das RMT 1+8 M ist ein aus dem einfachen RMT 1+8 entwickeltes Mehrfachschießnetz (ROE & SHALE 1979). Statt nur je eines Netzes sind drei kleine und drei große Netze übereinander angebracht, die jeweils paarweise nacheinander geöffnet und wieder geschlossen werden können. Das Schließen des zuerst geöffneten Netzpaars öffnet gleichzeitig das nächste und so fort. Mit einem Hol können so drei Tiefenhorizonte nacheinander befischt werden. Maschenweiten und Netzöffnungen entsprechen denen des einfachen RMT 1+8.

Neben dem RMT kamen auf dem zweiten Abschnitt der Expedition 1975/76 ein Neuston-Netz und 1977/78 das Neuston- und ein Bongonetz zum Einsatz. Das Neustonnetz erbrachte 1975/76 umfangreiches Material an Notothenia gibberifrons, während das Bongonetz nur sporadisch notothenioide Fischbrut fing. Diese Fänge wurden zwar vollständig ausgewertet, doch werden die Ergebnisse aus den beiden Netzen nur als ergänzende Information zu den RMT Fängen herangezogen, so daß auf eingehende Beschreibung dieser Netze verzichtet wird. Dies gilt auch für das während der Expedition 1982 verwendete Ringtrawl, mit dem in Oberflächennähe Tiere für physiologische Versuche gefangen wurden. Zusätzliches Material erbrachten auch die Einsätze eines 1216 Maschen Schwimmschleppnetzes während der beiden Abschnitte der Expedition 1981. Dieses pelagische Netz wurde auf Krillschwärme ausgesetzt und enthielt in einigen Fällen Postlarven und Jungfische als Beifang. Eine ausführliche Beschreibungen des Netzes gibt STEINBERG (in SAHRHAGE et al. 1978).

2.2 Stationen und Fangprozeduren

Wissenschaftliche Zielsetzung der ersten drei Antarktisexpeditionen von FFS "Walther Herwig" war neben einer Aufnahme der Grundfischbestände die Erforschung der Vorkommen des antarktischen Krill hinsichtlich seiner räumlichen und zeitlichen Verbreitung, seiner Ökologie und der Dynamik und Biomasse seiner Bestände (SAHRHAGE *et al.* 1978, HEMPEL *et al.* 1979, HEMPEL 1983). Stationsnetze und Zooplanktonfänge waren also nicht gezielt auf Ichthyoplankton ausgelegt, so daß die Fischbrut eher als Beifang zu betrachten ist. Die Expedition mit RRS "John Biscoe" beinhaltete ein breiter gestreutes Arbeitskonzept mit diversen Zooplankton-taxa inklusive der Fischbrut aber auch des Krill als Zielgruppen (HEMPEL und HEYWOOD 1982). Die Ausdehnung der Stationsnetze, Fangprozeduren und Standardfangtiefen wechselten von Reise zu Reise, was die Ergebnisse nur bedingt von Jahr zu Jahr vergleichbar macht.

2.2.1 "Walther Herwig" 1975/76 (WH 75/76-2)

Im Verlaufe dieser Expedition wurden auf dem ersten Abschnitt die Scotia See und das Seegebiet um Süd Georgien befischt, während sich der zweite Abschnitt mehr auf die Antarktische Halbinsel konzentrierte. Weitere Stationen lagen außerhalb des Untersuchungsgebietes dieser Arbeit in der nördlichen Weddell See und um die Süd Orkney Inseln. Der

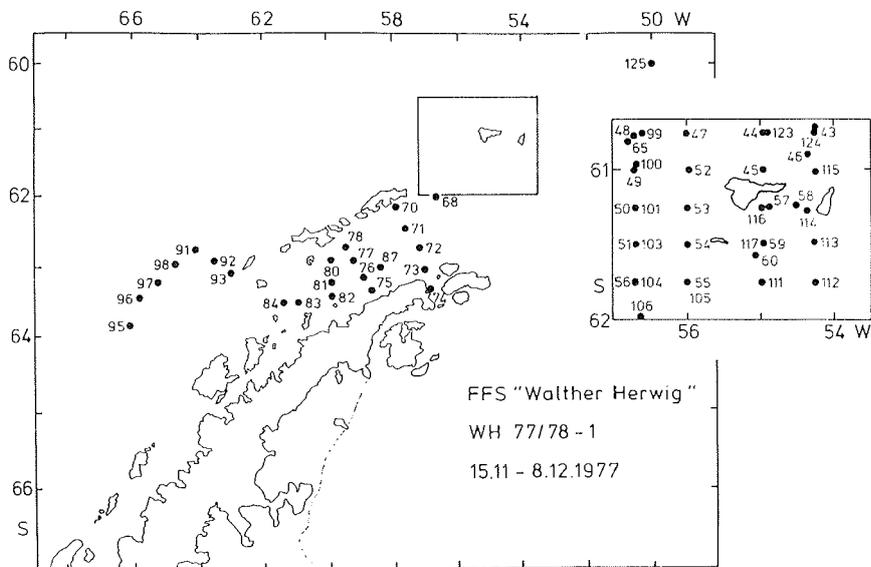


Abb. 2.2: Die RMT-Stationen des 1. Abschnitts der Expedition 1977/78. Die Ausschnittskarte zeigt die Box bei Elephant Island.

Tab. 2.2: Anzahl der Stationen und Hols vom 15. November bis 8. Dezember 1977 (WH 77/78-1). Bei Nicht-Standardhols sind die jeweils geringsten und maximalen Fangtiefen angegeben.

	total	Schelf (<500 m)	bis Grund- nähe	ozeanisch (>500 m)	bis Grund- nähe
Anzahl Stationen	58	20	-	38	-
Anzahl Hols	58	20	6	38	0
Standardfangtiefen (0-140)	50*	16	2	34	0
nicht Standardfang- tiefen (0-93, 300 m)	7	4	4	3	0
Schließhols (diverse Tiefen)	1	0	0	1	0

* 8 Doppelschräghols

dritte Fahrtabschnitt war auf Süd Georgien und ozeanische Seegebiete des atlantischen Sektors des Südpolarmeers beschränkt. Der genaue Fahrtverlauf sowie Stationskarten aller Fahrtabschnitte finden sich in SAHRHAGE et al. (1978).

Im Untersuchungsgebiet wurden während des zweiten Abschnitts 34 Hols auf 34 Stationen vom 27. Januar bis zum 6. Februar 1976 durchgeführt (Abb. 2.1). Weitere 36 Hols waren auf eine Dauerstation (St. 168) südlich von Elephant Island konzentriert (6.-10.2.). Standardhols waren Doppelschräghols von 0-215-0 m (mittlere Fangtiefe), das Netz wurde also offen bis zur Standardfangtiefe gefiert und ebenfalls offen gehievt. Betrug die Lottiefe weniger als 200 m, wurde das Netz bis nahe an den Grund gefiert. Weiterhin wurden zur Identifizierung von akustischen Echos einige Sondierhols meist in der Deckschicht durchgeführt. Schließhols dienten der gezielten Probennahme in Krillschwärmen in unterschiedlichen Wassertiefen. Dabei wurde das Netz erst auf der gewünschten Fangtiefe geöffnet und nach einem kurzen Horizontal- oder Schrägfang wieder geschlossen. Eine Übersicht über die Anzahl der unterschiedlichen Holtypen gibt Tabelle 2.1. Sondierhols und Hols über Lottiefen von weniger als 200 m sind dort als Nicht-Standardhols zusammengefaßt. Drei der 34 Hols waren Nachtfänge. Die 36 Hols der Dauerstation 168 waren zumeist Schließhols in definierten Tiefenhorizonten. Befischt wurden über einen Zeitraum von ca. 96 Stunden die Tiefenstufen 0-20, 20-50, 50-200, 200-400 und 400-600 m. Den Verlauf der Dauerstation schildert NAST (1979) ausführlich. Die Schiffsgeschwindigkeit betrug bei allen Hols 2-3 Knoten, und die Fier- und Hievgeschwindigkeit der Schlepptrosse lag meist bei 0.3 m/sec (0.2-0.5 m/sec) (POMMERANZ in SAHRHAGE et al. 1978).

2.2.2 "Walther Herwig" 1977/78 (WH 77/78)

Aufgrund der Erfahrungen während der ersten Expedition waren die Aktivitäten 1977/78 auf vier sogenannte Boxen konzentriert: das Seegebiet um Süd Georgien, ein festes Stationsnetz um Elephant Island und zwei mehr oder weniger lose Stationsnetze westlich der Antarktischen Halbinsel sowie östlich und südlich von Joinville Island. Alle vier Boxen und einige Schnitte über die Scotia See wurden zur Erfassung der jahreszeitlichen Veränderung von November 1977 bis April 1978 mehrfach aufgesucht. Detaillierte Informationen zum Fahrtverlauf und Stationskarten aller Fahrtabschnitte sind dem Expeditionsbericht von HEMPEL et al. (1979) zu entnehmen.

Das Untersuchungsgebiet wurde mit der Bransfield Straße und den Seegebieten westlich der Süd Shetland Inseln und um Elephant Island auf allen drei Abschnitten befischt. Der Schelf um Joinville I. mit der äußersten nordwestlichen Weddell See war aufgrund der Eislage nur auf dem zweiten und dritten Abschnitt zugänglich. Standardhols waren einfache Schräghols von 0-140 m, wobei das RMT offen gefiert und in der Standardtiefe geschlossen wurde. Betrug die gelotete Tiefe weniger oder wenig mehr als 140 m, wurde das Gerät bis in Grundnahe gesteuert und geschlossen. Die Schiffsgeschwindigkeit während des Schleppens lag bei 2.5-3 Knoten, die Fiergeschwindigkeit der Schlepptrosse betrug 0.3 m/sec (WÖRNER in HEMPEL et al. 1979).

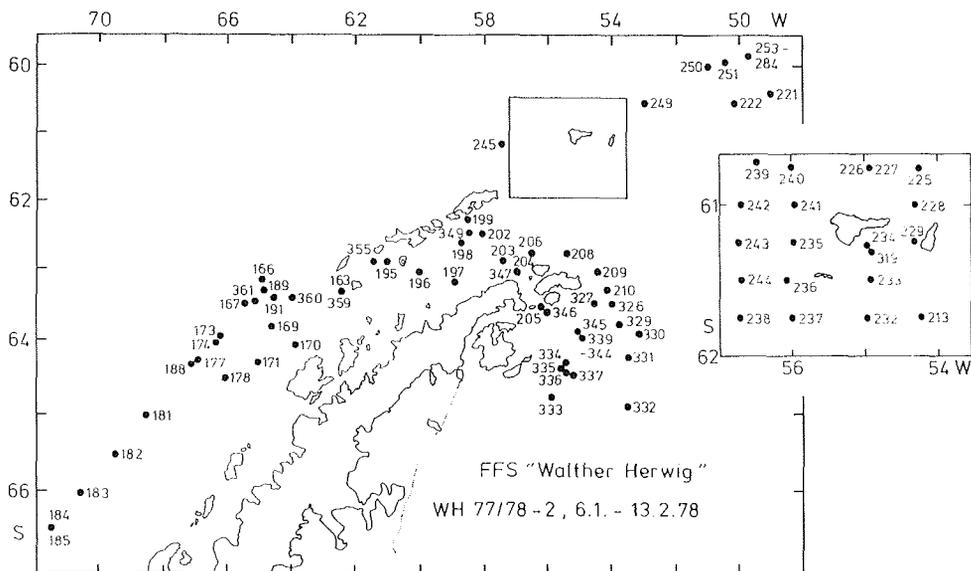


Abb. 2.3: Die RMT-Stationen des 2. Abschnitts der Expedition 1977/78. Die Ausschnittskarte zeigt die Box bei Elephant Island.

Während des ersten Abschnitts wurden im Untersuchungsgebiet vom 15.11. bis 8.12.77 58 Hols auf 58 Stationen durchgeführt (Abb. 2.2). Es wurden 50 Standardhols gefahren sowie 7 Hols in Nicht-Standardtiefen (Tab. 2.2). Ein Schließhol verlief von 10-600-20 m (St. 78). Bis auf einen Dämmerungsfang waren alle Hols Tagfänge.

Auf dem zweiten Fahrtabschnitt wurden vom 6.1. bis 13.2.78 auf 79 Stationen (Abb. 2.3) 93 Hols durchgeführt. Für spezielle Fragestellungen wie Erfassung der Verbreitung der Eier und Larven des Krill bzw. der Ausdehnung und Dichte von Krillschwärmen wurde auf einigen Stationen jeweils nur das RMT 1 bzw. RMT 8 gefahren. Hols mit dem singulären RMT 1 (n = 9) waren Doppelschräghols, solche mit dem RMT 8 (n = 9) waren Schließhols in diversen Fangtiefen. Mit dem RMT 1+8 wurden 42 Standardhols gefahren, dazu zwei mit dem singulären RMT 1. Eine Übersicht über die Anzahl Hols verschiedener Typen gibt Tabelle 2.3. Zehn Hols waren Nachtfänge.

Während des dritten Fahrtabschnitts wurden im Untersuchungsgebiet vom 3.3. bis 21.3.78 auf 74 Stationen (Abb. 2.4) 115 Hols durchgeführt. Auch hier wurden RMT 1 (n = 32) und RMT 8 (n = 7), letzteres zumeist für Schließfänge, jeweils allein eingesetzt. Von 63 Standardhols wurden 12 nur mit dem RMT 1 bestritten. Für alle übrigen Standardhols wurde das RMT 1+8 benutzt. Tabelle 2.4 zeigt die Anzahl der Hols unterschiedlichen Verlaufs. 17 Hols waren Nachtfänge.

Einige Hols, die im sogenannten "Korridor" in der südlichen Scotia See nordöstlich der Box um Elephant I. lagen (vgl. Abb. 2.2 - 2.4) sollen nur bei der Darstellung der geographischen Verbreitung berücksichtigt werden, da sie außerhalb des Schwerpunktes dieser Untersuchung liegen.

Tab. 2.3: Anzahl der Stationen und Hols vom 6. Januar bis 13. Februar 1978 (WH 77/78-2). Bei Nicht-Standardhols sind die jeweils geringsten und maximalen Fangtiefen angegeben.

	total	Schelf (<500 m)	bis Grund-nähe	ozeanisch (>500 m)	bis Grund-nähe
Anzahl Stationen	79	45	-	34	-
Anzahl Hols	92	49	13	43	2
Standardfangtiefen (0-140 m)	44*	18	1	26	1
nicht Standardfangtiefen (0-40, 1000 m)	26	21	10	5	1
Schließhols (diverse Tiefen)	22	10	2	12	0

* 4 Doppelschräghols

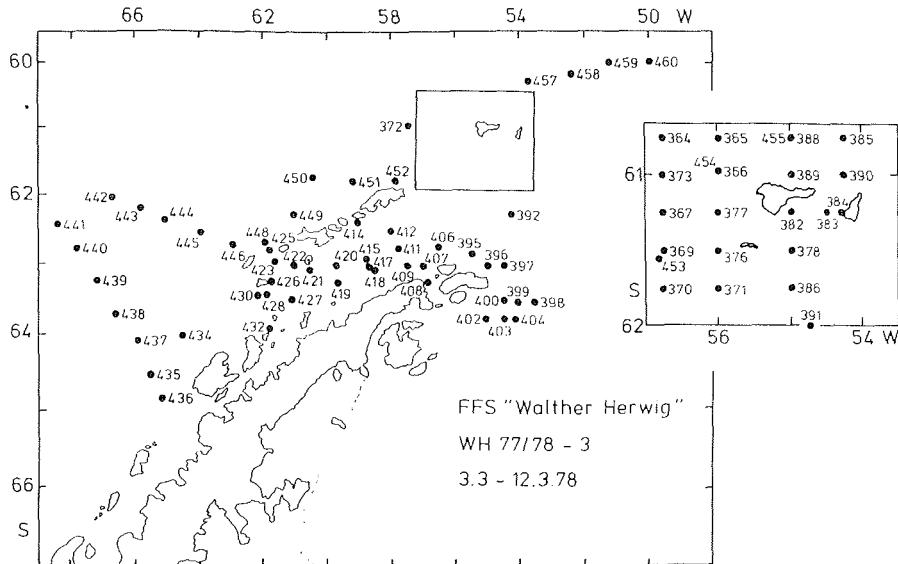


Abb. 2.4: Die RMT-Stationen des 3. Abschnitts der Expedition 1977/78. Die Ausschnittskarte zeigt die Box bei Elephant Island.

Tab. 2.4: Anzahl der Stationen und Hols vom 3. bis 21. März (WH 77/78-3). Bei Nicht-Standardhols sind die jeweils geringsten und maximalen Fangtiefen angegeben.

	total	Schelf (<500 m)	bis Grund- nähe	ozeanisch (>500 m)	bis Grund- nähe
Anzahl Stationen	74	41	-	33	-
Anzahl Hols	115	69	16	46	1
Standardfangtiefen (0-140 m)	63*	31	0	32	0
nicht Standardfang- tiefen (0-15, 1200 m)	24	19	9	5	0
Schließhols (diverse Tiefen)	28	19	7	9	1

* 5 Doppeltschräghols

2.2.3 "Walther Herwig" 1981 (WH 81-2)

Während der erste Abschnitt dieser Expedition im Januar/Februar in das eingangs erwähnte FIBEX Programm eingebunden war und das Seegebiet östlich von 56° West befischte, war der zweite Abschnitt hauptsächlich den Grundfischbeständen der Inselfschelfs des Scotia Bogens gewidmet. Ein

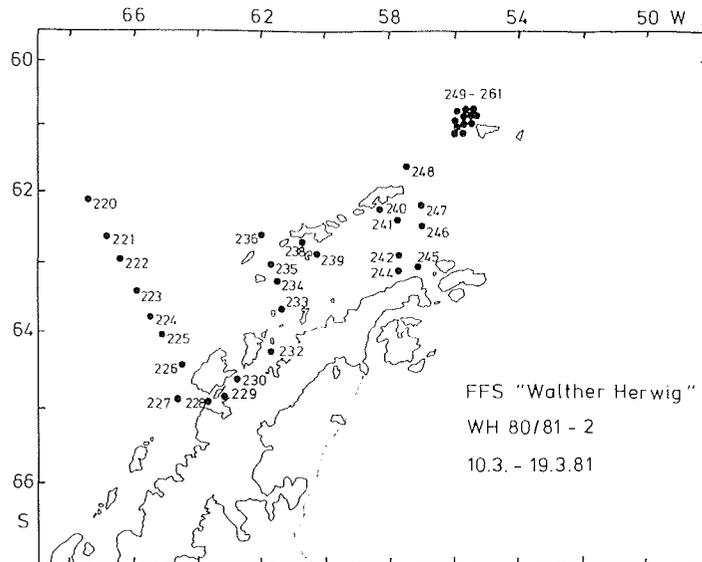


Abb. 2.5: Die RMT-Stationen des zweiten Abschnitts der Expedition 1981.

Tab. 2.5: Anzahl der Stationen und Hols vom 10. bis 19. März 1981 (WH 81-2). Bei Nicht-Standardhols sind die jeweils geringsten und maximalen Fangtiefen angegeben.

	total	Schelf (<500 m)	bis Grund- nähe	ozeanisch (>500 m)	bis Grund- nähe
Anzahl Stationen	39	23	-	16	-
Anzahl Hols	39	23	1	16	0
Standardfangtiefen (140-0 m)	28	15	1	13	0
nicht Standardfang- tiefen (0-30, 95 m)	11	8	0	3	0

begleitendes RMT-Programm diente in erster Linie der Erfassung des Krill. Leider mußte die Expedition am 19. März wegen eines Kupplungsdefekts der Maschine abgebrochen werden. Den Fahrtverlauf schildern HEMPEL et al. (1982).

Im Untersuchungsgebiet wurden während des zweiten Abschnitts 39 Hols auf 39 Stationen (Abb. 2.5) von westlich Anvers Island bis Elephant Island gefahren. Die Positionen der fischereibegleitenden RMT-Fänge bei Elephant Island richteten sich nach denen der Grundschieppnetzeinsätze. Standardhols waren Schräghols von 140-0 m, wobei die Netze geschlossen

gefiert, in der Standardtiefe geöffnet und gehievt wurden. Bei Lottiefen flacher als 140 m wurde das Netz in Grundnähe geöffnet und gehievt. Auf einigen Stationen befisheten einfache Schräghols gezielt Krillanzeigen in verschiedenen Wassertiefen (Tab. 2.5). Die Schleppgeschwindigkeit lag zwischen 1.5 und 3 Knoten, die Hievgeschwindigkeit der Schlepptrasse betrug 0.2 bis 0.5 m/sec (PIATKOWSKI & KLAGES 1983). Vier Hols waren Nachtfänge.

2.2.4 "John Biscoe" 1982 (JB 82)

Der hier behandelte Abschnitt der Expedition stellte ein Deutsch - Britisches Gemeinschaftsunternehmen dar, das im Anschluß an das "Offshore Biological Programme" des British Antarctic Survey durchgeführt wurde. Vom 2.2 bis 28.2.82 wurden im Untersuchungsgebiet 44 Stationen befishet (Abb. 2.6). Davon waren drei Dauerstationen, die nördlich und südlich von Elephant Island und nördlich von Adelaide Island eingerichtet wurden. Eine geplante Dauerstation in der nordwestlichen Weddell See mußte nach drei Hols wegen schlechten Wetters und der kritischen Eislage abgebrochen werden. Weitere Stationen lagen über dem Süd Orkney Graben und dem Schelf der Inseln und bei Süd Georgien. Den Fahrtverlauf schildern HEMPEL und HEYWOOD (1982).

Das hier eingesetzte RMT 1+8 M erlaubte eine Befischung mehrerer Tiefenhorizonte in einem Hol. Standardhols waren Schräghols von 200 m bis

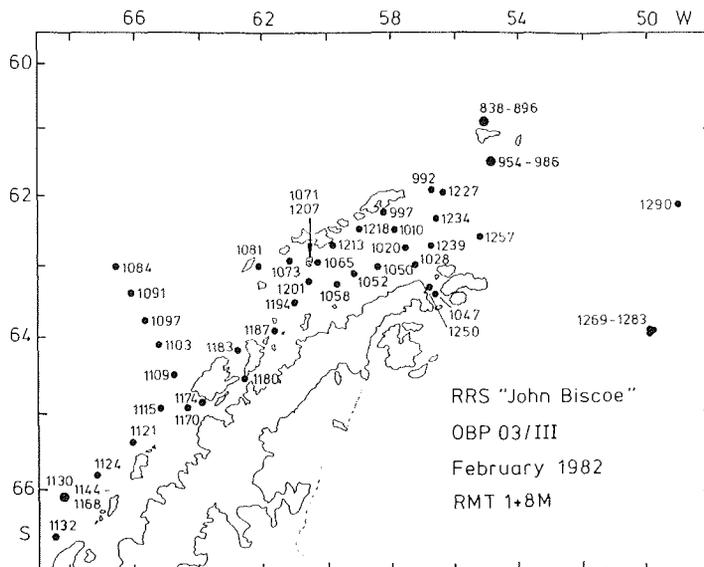


Abb. 2.6: Die RMT M Stationen der Expedition 1982.

Tab. 2.6: Anzahl der Stationen und Hols vom 2. bis 27. Februar 1982 (JB 82). "Tiefe Hols" bezeichnen Fangtiefen unterhalb 200 m, "flache Hols" Fangtiefen von weniger als 200 m.

	total	Schelf (<500 m)	bis Grund- nähe	ozeanisch (>500 m)	bis Grund- nähe
Anzahl Stationen	42	16	-	26	-
Anzahl Hols	69	23	2	46	0
Standardfangtiefen (200-Oberfläche)	57	17	1	40	0
nicht Standardfang- tiefen (tiefe Hols)	8	3	0	5	0
nicht Standardfang- tiefen (flache Hols)	4	3	1	1	0

zur Oberfläche, wobei das Netz geschlossen gefiert wurde. Die Schließ- und Öffnungstiefen der drei Netze richteten sich primär nach zuvor mit einem STD ermittelten hydrographischen Gegebenheiten. In einem Fall (St. 1180) konnte durch einen technischen Defekt nur das erste Netz ausgelöst werden, so daß hier ein einfacher Schräghol 200-0 m gefahren wurde. Bei Durchmischung oder ohne vorheriges STD wurden die Tiefenhorizonte zwischen 200-135 m, 135-70 m und 70 m bis knapp unter die Wasseroberfläche befischt (mittlere Schließtiefen). 57 der 69 Hols waren Standardhols (Tab. 2.6). 28 Hols waren auf die Dauerstationen konzentriert und waren zumeist Standardhols oder befisheten tiefere Horizonte unterhalb 200 m bis maximal 750 m ("tiefe Hols" in Tab. 2.6). Die Schleppgeschwindigkeit variierte zwischen 1.5 - 3 Knoten, die Hievgeschwindigkeit der Trosse betrug 0.1 - 0.3 m/sec (PIATKOWSKI 1983). 20 Hols waren Nachtfänge.

2.3 Bearbeitung der Fänge an Bord

Die RMT Zooplanktonfänge wurden unmittelbar nach dem Fang in methylstabilisierter, Borax - gepufferter 4 % Formaldehyd - Seewasser - Lösung fixiert. Große Tiere wie Medusen oder Fische wurden vorher entnommen und gesondert konserviert oder eingefroren. Das pH der fixierten Fänge wurde von Zeit zu Zeit kontrolliert und bei Bedarf neu eingestellt bzw. die Lösung komplett erneuert. Auf allen "Walther Herwig" - Reisen wurden bereits an Bord von sehr umfangreichen, meist Krill- und Salpenfängen repräsentative Unterproben von 0.5 bis 5 Liter Volumen genommen.

2.4 Sortierarbeiten an Land

Die Zooplanktonproben der ersten beiden "Walther Herwig" - Reisen wurden in einem dafür eingerichteten Sortierzentrum in Kiel sortiert. Hier

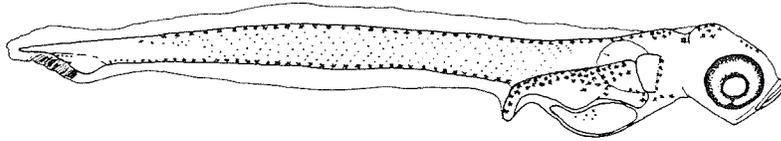


Abb. 2.7: Dottersacklarve von Trematomus newnesi aus dem November 1977 (Station 76). Standardlänge: 11,8 mm.

erfolgte eine allgemeine Sortierung des Materials nach Taxa, wobei das Ichthyoplankton als eine Gruppe separiert wurde. Fischbrut und Jungfische wurden zunächst aus den Gesamtproben aussortiert. Daran anschließend unterteilte ein modifizierter Folsom - Splitter die RMT 1 - Fänge in Probenaliquots. Detaillierte Schilderungen der Sortierarbeiten geben JAMES und WÖRNER (1978) und WÖRNER in HEMPEL et al. (1979). Die gleichfalls in Kiel sortierten RMT 1 - Fänge von 1981 wurden nur bei großen Probenvolumina mit Folsom - und Wiborg - Splitter geteilt (PIATKOWSKI et al. 1984). Abweichend vom Vorgehen auf den früheren Expeditionen wurden auf "John Biscoe" Larven, Postlarven und Jungfische bereits an Bord aus den lebendfrischen Fängen sortiert. Die Tiere wurden in ausgestrecktem Zustand durch Betropfen mit 4 % Formaldehyd - Seewasser - Lösung fixiert und anschließend gesondert eingemacht. Diese Prozedur erleichterte spätere Messungen und weitere Bearbeitung. Die Sortierarbeiten an den Planktonfängen in Kiel und am Alfred - Wegener - Institut in Bremerhaven ergaben, daß 98,4 % des Materials bereits an Bord aussortiert worden war.

2.5 Materialumfang

"Walther Herwig" 1975/76 - 2: Die Hols im Untersuchungsgebiet erbrachten 429 Postlarven und Jungfische der Notothenioidei im RMT 1 und 746 Exemplare im RMT 8. Davon stammten 185 Postlarven und Jungfische aus den RMT 1 - und 459 Tiere aus den RMT 8 - Fängen der Dauerstation 168.

"Walther Herwig" 1977/78: Im Untersuchungsgebiet wurden auf dem ersten Abschnitt 488 notothenioide Larven, Postlarven und Jungfische mit dem RMT 1 und 524 Exemplare mit dem RMT 8 gefangen. Das Material des zweiten Abschnitts belief sich auf 429 Postlarven und Jungfische im RMT 1 sowie 348 Exemplare im RMT 8. Der dritte Abschnitt erbrachte im RMT 1 129 Postlarven und Jungfische und 41 Exemplare im RMT 8.

"Walther Herwig" 1981 - 2: Während dieses Abschnitts wurden 375 Postlarven und Jungfische im RMT 1 und 736 Exemplare im RMT 8 gefangen.

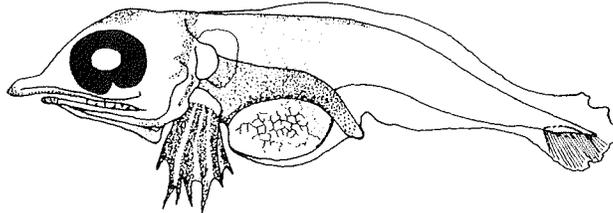


Abb. 2.8: Dottersacklarve eines Channichthyiden (Neopagetopsis ionah?) aus dem Januar 1978 (Station 204). Standardlänge: 12.0 mm.

"John Biscoe" 1982: Insgesamt konnten 521 notothenioide Postlarven und Jungfische mit dem RMT 1 M und 1086 Tiere mit dem RMT 8 M gefangen werden. Davon stammten 45 von der Dauerstation nördlich und 70 von der Dauerstation südlich von Elephant Island sowie 151 Exemplare von der Dauerstation bei Adelaide Island (RMT 1+8 M).

2.6 Bestimmungsarbeiten

Als Bestimmungsliteratur wurden der Bestimmungsschlüssel von NORTH und WHITE (1982) und der später erschienene Atlas von EFREMENKO (1983) in Verbindung mit den Beschreibungen von REGAN (1916) benutzt. Wie bereits eingangs erwähnt, führen die von NORTH und WHITE und EFREMENKO genannten Merkmale bei einigen Arten zu kontroversen Ergebnissen, so zum Beispiel bei Notothenia larseni und N. nudifrons sowie bei Artedidraco skottsbergi und Pogonophryne marmorata. Weiterhin war eine Reihe von Exemplaren nicht in den genannten Arbeiten enthalten und somit zunächst nicht bestimmbar. Daher wurden aus dem reichen Material der vier Expeditionen Entwicklungsreihen von der Larve oder Postlarve bis zum Jungfisch mit ausgebildeten meristischen Merkmalen zusammengestellt. Für N. nudifrons wurde die von EFREMENKO angegebene Beschreibung bestätigt. Im Gegensatz zu N. larseni sind bei Postlarven und Jungfischen dieser Art ventrale Abdominalpigmente vorhanden, während beide Arten eine dorsolaterale Melanophorenreihe aufweisen. Diese Reihe wird von NORTH und WHITE als entscheidendes Trennungsmerkmal für diese Arten genannt. Bei den Harpagiferiden A. skottsbergi und P. marmorata war keine Klärung möglich. Zur Diskussion dieses Problems sei hier auf KELLERMANN & KOCK (1984) und KELLERMANN & SLOSARCZYK (1984) verwiesen. Alle fraglichen Tiere wurden zunächst als Artedidraco spp. zusammengefaßt.

Jungfische von Pagothenia borchgrevinki und Trematomus scotti wurden anhand der Anzahl der Flossenstrahlen (NORMAN 1938) und der Anzahl der Wirbel (ANDRIASHEV 1959) identifiziert. Die Dottersacklarve von T. newnesi zeigt Abb. 2.7, Postlarve und Jungfisch beschreiben EVERSON (1968)

und EFREMENKO (1983). Einige wenige Exemplare konnten nicht sicher bestimmt werden und werden daher als Notothenioidei indet. geführt. So auch die in Abb. 2.8 gezeigte Dottersacklarve, die wahrscheinlich Neopagetopsis ionah ist. Fortgeschrittene Postlarven und Jungfische dieser Art konnten nach der Anzahl der Flossenstrahlen (NYBELIN 1947, ABE & SUZUKI 1978) bei Jungfischen bestimmt werden und waren nach ihrer Pigmentierung und ihrem Habitus den adulten Fischen bereits sehr ähnlich.

Zur Aufhellung und Anfärbung von Tieren bewährte sich das Verfahren nach HOLLISTER (1934) unter Verwendung von KOH und Alizarin S und anschließender Überführung in Glycerin, wenn man den letzten Schritt über mehrere Wochen ausdehnt. Als Schnellverfahren wurde die Aufhellung mit der Alkohol-Xylol-Reihe (RUSSELL 1976) verwendet, oder einfaches Filetieren mit dem Skalpell und direkter Auszählung der angefärbten Wirbel. Eine gute Zusammenstellung der Konservierungs- und weiteren Bearbeitungsmethoden antarktischer Fischbrut gibt HUREAU (1982).

Bei allen unbeschädigten Tieren wurden Standard- und Totallänge auf den unteren Millimeter genau gemessen. Alle Längenangaben in dieser Arbeit sind Standardlängen, soweit nicht anders vermerkt. Die verwendete Terminologie folgt der von RUSSELL (1976) vorgeschlagenen Einteilung in Larven (Dottersackstadien), Postlarven (nach vollendeter Aufzehrung des Dottersacks) und Jungfische (nach vollständiger Ausbildung der Dorsal- und Analflossenstrahlen).

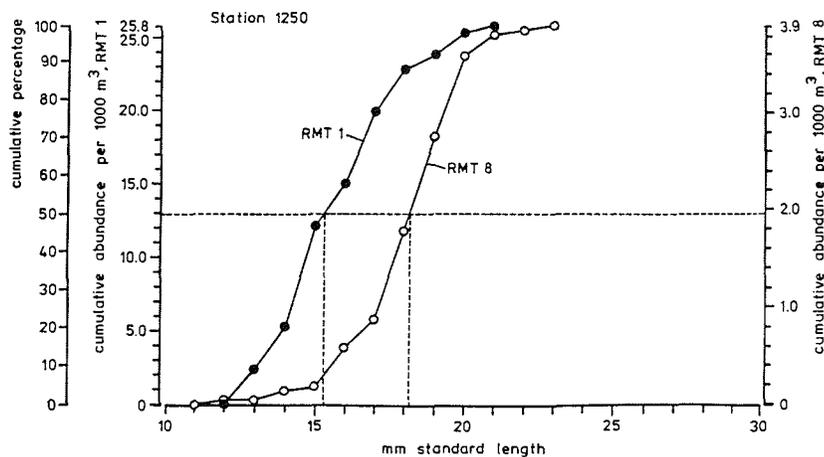


Abb. 2.9: Summenhäufigkeitsverteilungen postlarvaler P. antarcticum auf Station 1250 (Februar 1982) im RMT 1 und RMT 8. Kumulierte Abundanzen beider Netze auf getrennten Ordinaten; kumulierte Prozente für beide Netze. Medianlängen sind auf die horizontale 50 % Linie projiziert.

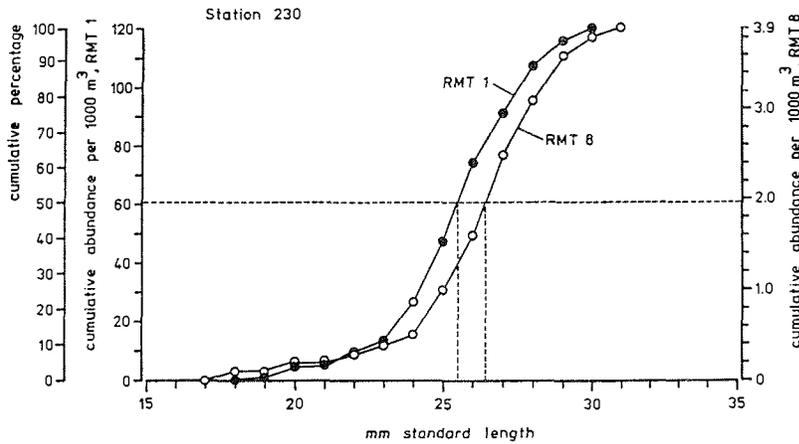


Abb. 2.10: Summenhäufigkeitsverteilungen postlarvaler *P. antarcticum* auf Station 230 (März 1981) im RMT 1 und RMT 8. Kumulierte Abundanzen beider Netze auf getrennten Ordinaten; kumulierte Prozente für beide Netze. Medianlängen sind auf die horizontale 50 % Linie projiziert.

2.7 Netzvergleich und Quantifizierung der Fänge

Die unterschiedlichen Maschenweiten von RMT 1 und RMT 8 ließen unterschiedliche Längenzusammensetzungen der Ichthyoplanktonfänge in den Netzen erwarten. Weiterhin war aufgrund der größeren Maschen des RMT 8 mit einer Unterschätzung der relativen Häufigkeiten kleiner Larven, Postlarven und Jungfische zu rechnen. In den Abb. 2.9 und 2.10 sind die Längenfrequenzen postlarvaler *Pleuragramma antarcticum* in RMT 1 und RMT 8 auf zwei Stationen im Februar 1982 und im März 1981 als Summenhäufigkeitsverteilungen dargestellt. Auf Station 1250 war die Abundanz der Postlarven im RMT 1 deutlich höher als im RMT 8 (Abb. 2.9). Die mittlere Länge der Tiere im RMT 1 war mit 15.3 mm (95% VB: 15 - 17 mm) signifikant von der im RMT 8 mit 18.2 mm (95% VB: 18 - 19 mm) verschieden. Auch größere Postlarven auf Station 230 waren im RMT 8 noch deutlich unterrepräsentiert (Abb. 2.10), obwohl die Längenfrequenzen bereits recht ähnlich sind. Die mittlere Länge im RMT 1 lag mit 25.5 mm (95% VB: 25 - 26 mm) jedoch noch deutlich unter der im RMT 8 von 26.4 mm (95% VB: 26 - 28 mm); die Mittelwerte waren signifikant verschieden (Mediantest mit $\alpha = 0.05$). Die RMT 8 Fänge liefern also bei postlarvalen *P. antarcticum* bis 31 mm Standardlänge eine Überschätzung der mittleren Länge und eine Unterschätzung der Abundanz.

Ein verändertes Bild boten juvenile *P. antarcticum*. Mit 33 - 48 mm Länge wurden die kleinsten Jungfische im November 1977 erfaßt. In diesem Monat wurden 258 Tiere im RMT 8 und nur fünf Tiere (38-43 mm) im RMT 1

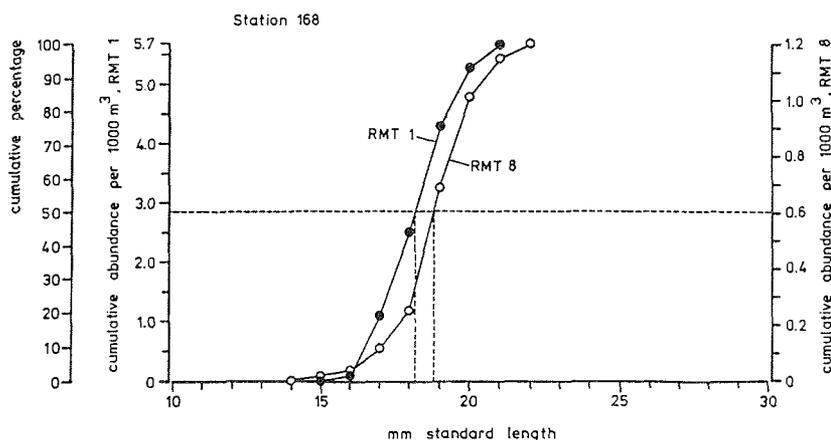


Abb. 2.11: Summenhäufigkeitsverteilungen postlarvaler *N. larseni* auf Station 168 (Februar 1976) im RMT 1 und RMT 8. Kumulierte Abundanzen beider Netze auf getrennten Ordinaten; kumulierte Prozente für beide Netze. Medianlängen sind auf die horizontale 50 % Linie projiziert.

gefangen, so daß von einer Fluchtreaktion gegenüber dem kleineren Netz ausgegangen werden kann. Die Transformation ist ab etwa 30 mm Länge abgeschlossen (KELLER 1982). Quantitative Erfassung durch das RMT 8 wird ab etwa 33 mm Standardlänge einsetzen, während die "avoidance" des RMT 1 sehr wahrscheinlich im Zusammenhang zu dem verbesserten Schwimmvermögen der Jungfische steht.

Die Abb. 2.11 zeigt die Summenhäufigkeitsverteilungen für postlarvale *N. larseni* im Februar 1976. Auch bei dieser Art liegt für das RMT 8 eine Unterschätzung der relativen Häufigkeit vor. Die Längenverteilung ist jedoch trotz der größeren Maschen hinreichend gut repräsentiert, da die mittleren Längen im RMT 1 mit 18.2 mm (95% VB: 18 - 19 mm) und im RMT 8 mit 18.8 mm (95% VB: 18.5 - 19.5 mm) statistisch nicht voneinander verschieden waren.

Aufgrund dieser Ergebnisse wurden die relativen Häufigkeiten für alle Larven, Postlarven und Jungfische unter 30 mm Standardlänge mit den Daten aus dem RMT 1 und für alle Larven, Postlarven und Jungfische über 30 mm Standardlänge mit den Daten aus dem RMT 8 berechnet. Für die Expedition 1975/76 wurden die Werte der vom RMT 1+8 filtrierte Seewasservolumina einem unveröffentlichten Manuskript von POMMERANZ *et al.* entnommen. Für die Expedition 1977/78 stellte POMMERANZ die Daten der filtrierte Seewasservolumina als persönliche Mitteilung zur Verfügung.

Für die Expedition 1981 sind die von POMMERANZ berechneten Werte der filtrierte Volumina in PIATKOWSKI und KLAGES (1983) veröffentlicht. Die filtrierte Seewasservolumina des RMT 1+8 M der Expedition 1982 sind bei PIATKOWSKI (1983) zusammengestellt.

2.8 Nahrungsuntersuchungen

Nahrungsuntersuchungen wurden an fünf häufigen Arten durchgeführt. Larven und Postlarven von Notothenia larseni (n = 528), Jungfische von N. larseni (n = 25); Postlarven von Pleuragramma antarcticum (n = 275), Jungfische von P. antarcticum (n = 277); Larven, Postlarven und Jungfische von Chionodraco rastrospinosus (n = 199); Postlarven und Jungfische von Cryodraco antarcticus (n = 30) und Postlarven und Jungfische von Chaenodraco wilsoni (n = 22).

2.8.1 Durchführung

Nur Exemplare mit unbeschädigtem Magen-Darm-Bereich wurden auf ihre Nahrung untersucht. Zunächst wurden Standardlänge und Totallänge unter dem Stereomikroskop auf 0.1 mm genau gemessen. Sofern die Kopfpattie nicht deformiert war, wurde die Maulweite von ventral auf 0.01 mm genau gemessen; hier wurde die Distanz zwischen den Kiefern gelenken als Maß gewählt. Dann wurde der gesamte Verdauungstrakt unter dem Stereomikroskop (WILD M 8) direkt hinter dem Schlund abgetrennt und aus der Bauchhöhle herausgelöst. Bei Larven und Postlarven benutzte ich hierzu zwei feine, zugeschliffene Nadeln, bei großen Exemplaren zwei Pinzetten. Dottersackreste und Fettaggregationen wurden notiert. Vorderdarm, Magen und Enddarm wurden nacheinander unter dem Stereomikroskop mit Nadeln geöffnet. Der Füllungsgrad wurde nach einer sechsteiligen Skala in Fünfteln abgeschätzt: 0: leer; 1: 1/5 voll; 2: 2/5 voll; 3: 3/5 voll; 4: 4/5 voll; 5: ganz gefüllt. Eine deutliche Überfüllung wurde gesondert notiert. Diese Abschätzung ist zwar subjektiv, bei einiger Übung jedoch hinreichend genau und reproduzierbar. Art, Anzahl und Größe der Nahrungsorganismen sowie Parasiten im Darmlumen wurden für die Darmabschnitte getrennt protokolliert.

Bei Copepoden wurde die Cephalothoraxlänge, bei Eiern der äußere Durchmesser und bei Euphausiiden die Länge vom Carapaxvorderrand bis zum Uropodenhinterrand gemessen. Bei allen anderen Nahrungsorganismen wurde die Totallänge gemessen. Die Messungen erfolgten mit geeichter Okularmeßplatte auf 0.1-0.01 mm genau. Die jeweiligen Vergrößerungen waren den Objektgrößen angemessen, es wurde also möglichst der gesamte Okularmeßbereich ausgenutzt.

2.8.2 Bestimmung der Nährtiere

Die Bestimmung der Copepoden erfolgte nach den Beschreibungen bei BRADY (1883), GIESBRECHT (1902), VERWOORT (1951) und MACKINTOSH (1934). Aufgrund ihres fortgeschrittenen Verdauungszustandes konnten viele Exemplare jedoch nicht mehr sicher bestimmt werden. Copepodeneier und

-nauplien konnten nicht näher bestimmt werden. Für Euphausiiden wurden die Arbeiten von DZIK & JAZDZEWSKI (1978) und KIRKWOOD (1982) benutzt. Eier von E. superba und E. crystallorophias ließen sich nach ihrem Durchmesser und nach der Größe des perivitellinen Raumes bestimmen. Eier von E. superba variieren in fixiertem Zustand zwischen 0.55-0.64 mm Durchmesser (FRASER 1936, HEMPEL 1979), während Eier von E. crystallorophias nur wenig kleiner sind, sich aber durch ihren sehr viel größeren perivitellinen Raum von Krilleiern unterscheiden (P. MARSCHALL, AWI pers. Mitt.). Stark angedaute Eier waren nach diesen Kriterien nicht mehr zu unterscheiden und wurden als Euphausiideneier zusammengefaßt.

2.8.3 Aufbereitung der Ergebnisse

Die Bedeutung von Planktonorganismen als Futter für Larven, Postlarven und Jungfische schlägt sich zum einen in der Anzahl nieder, in der sie gefressen werden. Der prozentuale Anteil der Individuen einer Nährtierart an der Gesamtzahl der Nährtiere in den Mägen (Dominanz) liefert daher ein Maß für den Stellenwert im Futter einer Fischart. Der Nachteil gegenüber der Verwendung der Biomasse liegt in der numerischen Gleichbewertung kleiner und großer Futterpartikel. Parallel durchgeführte Größemessungen erlauben aber eine Relativierung der Dominanzwerte. Zum anderen gibt die Stetigkeit des Auftretens einer Futterart in den Mägen Aufschluß darüber, ob sie regelmäßig gefressen wird oder als Gelegenheitsnahrung anzusehen ist. Ein Maß für die Stetigkeit ist der prozentuale Anteil der Mägen, die ein Nährtier enthalten an der Gesamtzahl der Mägen mit Nahrung (Präsenz). Die Ergebnisse der Nahrungsanalysen wurden für jede Art gepoolt und Anzahl, Größenbereiche, Dominanz und Präsenz für jede Futterart tabellarisch zusammengefaßt. Für die Nototheniidarten wurden die Ergebnisse nach Längenklassen aufgeschlüsselt und tabellarisch zusammengefaßt werden (Tab. 1-8 im Anhang).

2.8.4 Nahrungsselektion

Zwei Indices, die unabhängig von der Abundanz des Nahrungsangebots sind, schlägt JACOBS (1974) vor. Beide Indices liefern quantitativ vergleichbare Werte auch aus verschiedenen Stichproben, also für die Überprüfung des Selektionsverhaltens bei unterschiedlicher Menge des Nahrungsangebots. Eine Modifizierung des "Forage ratio", des Verhältnisses der Fraktionen einer Nährtierart in Magen und Angebot, ist der Quotient Q:

$$Q = \frac{r(1 - p)}{p(1 - r)}$$

wobei r die Fraktion der Nährtierart in den Mägen und p die Fraktion der Nährtierart im Nahrungsangebot ist. JACOBS empfiehlt den Logarithmus von Q , da $\log Q$ einen symmetrischen Bereich aufweist: negative Selektion liegt für Werte von $-\infty$ bis 0 und positive Selektion für 0 bis $+\infty$ vor. Eine Weiterentwicklung des bekannten Elektivitätsindex von IV-LEV ist D (JACOBS 1974):

$$D = \frac{r - p}{r+p - 2rp}$$

Negative Selektion liegt für Werte von -1 bis 0 und positive Selektion für 0 bis $+1$ vor. JACOBS legt die parallele Benutzung beider Indices nahe, wenn Nahrungsselektion bei unterschiedlichen Häufigkeiten einzelner Nährtiere herausgearbeitet werden soll, wie es bei Feldarbeiten meist der Fall ist. Eine Anwendung der Indices war nur mit den Daten der Expedition 1982 möglich, da nur hier das Nahrungsangebot aus dem engmaschigen Vertikalschließnetz (200μ) vorlag.

2.8.5 Nahrungsüberlappung

Eine der einfachsten Messungen der Nahrungsüberlappung da vielseitig in der Anwendung und problemlos zu interpretieren ist der Index von COLWELL und FUTUYMA (1971):

$$C_{ih} = 1 - 0.5 \sum_j |p_{ij} - p_{jh}|$$

wobei p_{ij} und p_{jh} die Nahrungsfraktionen der Fischarten i und h sind, die von der Nährtierart j gestellt werden. Durch die Multiplikation mit 0.5 erhält C_{ih} einen Bereich von 0 bis 1 , also keine Überlappung bei $C_{ih} = 0$ und vollständige Identität der Nahrungszusammensetzung bei $C_{ih} = 1$. Statt der Fraktionen der Nährtiere können auch die Fraktionen der Nährtiergrößen aus ihren Häufigkeitsverteilungen verwendet werden, so daß ein Vergleich der Nahrung zweier Fischarten hinsichtlich ihrer Futterarten und der Größenverteilung der Futterarten möglich ist.

3.0 Ergebnisse

3.1 Die Fischbrut der Notothenioidei während des Südsommers

3.1.1 Geographische Verbreitung

Das RMT-Material der vier Expeditionen erbrachte insgesamt 20 Arten im Untersuchungsgebiet (Tab. 3.1). Neun gehören zur Familie der Nototheniiden, sieben sind Channichthyiden und je zwei Arten Harpagiferiden und Bathydraconiden. Die Gesamtartenzahl ist als Mindestwert zu betrachten, da einige Exemplare bislang nicht bestimmt werden konnten. Ferner repräsentieren die unter Artedidraco spp. zusammengefaßten Tiere wenigstens zwei Arten.

Die Ergebnisse der einzelnen Expeditionen und Abschnitte wurden jeweils in Tabellen zusammengefaßt. Um die Vergleichbarkeit der Reisen und Abschnitte zu gewährleisten, wurden dabei nur Standardhols berücksichtigt. Da diese auch während eines Abschnittes teils als Einfachschräghols und teils als Doppelschräghols gefahren wurden und das Gerät je nach Expedition beim Hieven oder Fieren fing, basieren die Daten auf standardisierten Häufigkeiten pro 10³ m³ (Abundanzen). Die geographische Verbreitung schließt das Material aus den Schließhols und den Schräghols mit anderen als der Standardfangtiefe in die Betrachtung ein.

Die erste Spalte der Tabellen 3.2 bis 3.7 enthält für die einzelnen Arten die absolute Anzahl aller im RMT 1+8 gefangenen Larven und Postlarven, um eine Vorstellung vom Materialumfang zu geben. Für die Jungfische sind die Daten im rechten Teil der Tabellen zusammengefaßt. Die

Tab. 3.1: Gesamtartenliste des notothenioiden Ichthyoplankton im Gebiet.

<u>Nototheniidae</u>	<u>Channichthyidae</u>
Notothenia larseni Lönnberg, 1905	Chionodraco rastrospinosus DeWitt & Hureau, 1979
N. nudifrons Lönnberg, 1905	Cryodraco antarcticus Dollo, 1900
N. kempí Norman, 1937	Chaenodraco wilsoni Regan, 1914
N. gibberifrons Lönnberg, 1905	Chaenocephalus aceratus (Lönnberg, 1906)
Pleuragramma antarcticum Boulenger, 1912	Neopagetopsis ionah Nybelin, 1947
Trematomus newnesi Boulenger, 1902	Pseudochaenichthys georgianus Norman, 1937
T. scotti (Boulenger, 1907)	Pagetopsis macropterus (Boulenger, 1907)
T. eulepidotus (Regan, 1914)	
Pagothenia borchgrevinki (Boulenger, 1902)	
<u>Harpagiferidae</u>	<u>Bathydraconidae</u>
Harpagifer bispinis (Bloch-Schneider, 1801)	Parachaenichthys charcoti (Vaillant, 1906)
Artedidraco spp.	Prionodraco evansii Regan, 1912

zweite Spalte enthält als Maß für die Häufigkeit die Dominanz als prozentualen Anteil der Abundanzen einer Art auf allen Standardstationen an der Summe der Abundanzen aller Arten. Dabei werden alle Standardhols als Stichprobe aus der Grundgesamtheit des Ichthyoplankton im Untersuchungsgebiet betrachtet. Als zusätzliches Maß für die Stetigkeit der Dominanz wird im Text für die betreffenden Arten der Anteil der Standardstationen gegeben, auf denen sie in der Fischbrut bzw. pelagischen Jungfischfauna vorherrschten. Die dritte Spalte enthält die mittlere Abundanz (nur positive Stationen) mit dem Standardfehler des Mittelwertes als Zuverlässigkeitsmaß für dessen Schätzung. Als Streuungsmaß der Einzelwerte ist in Spalte vier der relative Variationskoeffizient angegeben. Die letzte Spalte enthält die Präsenz als Maß für die Stetigkeit des Auftretens. Sie ist der Prozentsatz der Standardstationen, auf denen Brut bzw. Jungfische einer Art auftraten.

Da die Expedition 1977/78 sich über den gesamten Südsommer erstreckte, wird sie den Ergebnissen der übrigen Expeditionen vorangestellt, um die saisonale Entwicklung des Ichthyoplankton und der Jungfischfauna darzustellen.

3.1.1.1 November 1977 bis März 1978

Vom 15. November bis zum 8. Dezember 1977 wurde das Gebiet von Elephant I. im Osten über die Bransfield Straße bis zur Eiskante westlich der Süd Shetland Inseln befischt. Der Zugang zum Schelf um Joinville I. war durch Packeis versperrt. Auch die Box um Elephant I. war nur in ihrem nordwestlichen Teil zugänglich, da die Packeisgrenze annähernd diagonal zwischen Elephant und Clarence I. nach Nordosten verlief. Das Eis zog sich hier Ende November zurück, so daß die Stationen im Südosten der Box erst Anfang Dezember befischt werden konnten.

Larven und Postlarven wurden auf fast vier Fünftel der Standardstationen angetroffen (Tab. 3.2). Die mittlere Abundanz der Larven und Postlarven betrug 17.1 pro 10^3 m^3 und die der Jungfische 5.2 pro 10^3 m^3 . 13 Arten wurden gefunden.

Häufigste Art war Notothenia larseni mit mehr als 90 % der Individuen und einer mittleren Abundanz von 19.5 . Die 7-14 mm langen Tiere waren auf 28 von 50 Standardstationen häufigste Art. Gut zwei Drittel (69 %) waren Larven mit Dottersackrest. N. larseni war über das gesamte Gebiet verbreitet (Abb. 3.1). In der Bransfield Straße lagen die Abundanzen zwischen 1.9 und 106.6 Tieren, während sie bei Elephant I. im November 0.1-5.8 betragen. Nach dem Abzug des Packeises Anfang Dezember waren Larven und Postlarven mit maximal 153.7 Tieren pro 10^3 m^3 auf allen

Tab. 3.2: Absolute Anzahl n (RMT 1+8), Dominanz D (%) als prozentualer Anteil an der Summe der Abundanzen aller Arten auf allen Standardstationen (664.6 Larven und Postlarven pro 10³ m³, 32.2 Jungfische pro 10³ m³), mittlere Abundanz \bar{x} mit deren Standardfehler s_x , relativer Variationskoeffizient V_r (%) und Präsenz P (%) der Larven, Postlarven und Jungfische auf den Standardstationen im November / Dezember 1977.

Art	Larven und Postlarven					Jungfische				
	absolute Anzahl	Dominanz (%)	mittlere Abundanz	Variat. koeff.	Präsenz (%)	absolute Anzahl	Dominanz (%)	mittlere Abundanz	Variat. koeff.	Präsenz (%)
	n	D (%)	$\bar{x} \pm s_x$	V_r (%)	P (%)	n	D (%)	$\bar{x} \pm s_x$	V_r (%)	P (%)
<i>Notothenia larseni</i>	512	91.1	19.5±6.1	32	62.0	2	0.3	-	-	2.0
<i>N. kemp</i>	5	0.1	0.1±0.02	18	10.0	-	-	-	-	-
<i>Pleuragramma antarcticum</i>	-	-	-	-	-	248	96.6	5.2±4.7	90	12.0
<i>Trematomus newnesi</i>	39	5.6	5.4±2.6	48	14.0	-	-	-	-	-
<i>T. scotti</i>	1	0.1	-	-	2.0	8	2.2	0.2±0.04	20	10.0
<i>Chionodraco rastrospinosus</i>	47	1.2	0.4±0.2	45	40.0	-	-	-	-	-
<i>Chaenodraco wilsoni</i>	4	0.1	-	-	8.0	-	-	-	-	-
<i>Chaenocephalus aceratus</i>	2	0.1	-	-	4.0	-	-	-	-	-
<i>Cryodraco antarcticus</i>	16	0.2	0.2±0.02	11	20.0	-	-	-	-	-
<i>Neopagetopsis ionah</i>	2	0.1	-	-	4.0	-	-	-	-	-
<i>Pseudochaenichthys georgianus</i>	4	0.1	-	-	2.0	-	-	-	-	-
<i>Harpagifer bispinis</i>	9	1.1	1.2±0.1	48	12.0	-	-	-	-	-
<i>Parachaenichthys charcoti</i>	5	0.3	-	-	4.0	1	0.6	-	-	2.0
<i>Notothenioidei</i> indet.	1	0.2	-	-	2.0	-	-	-	-	-
<i>Notothenioidei</i> total	647	100	17.1±5.3	31	78.0	259	100	5.2±4.7	90	14.0

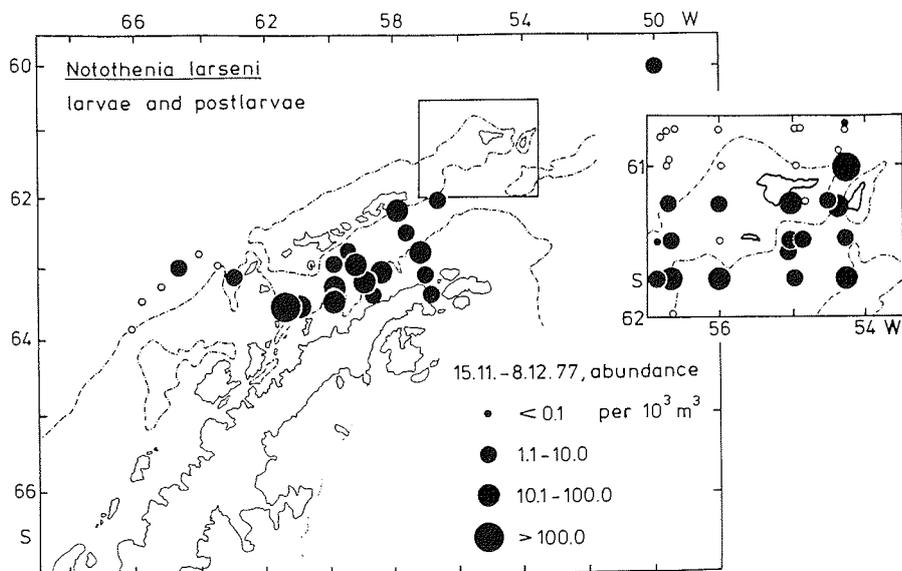


Abb. 3.1: *Notothenia larseni*; Verbreitung und Abundanz der Larven und Postlarven im November 1977. Kartenausschnitt: Box um Elephant Island.

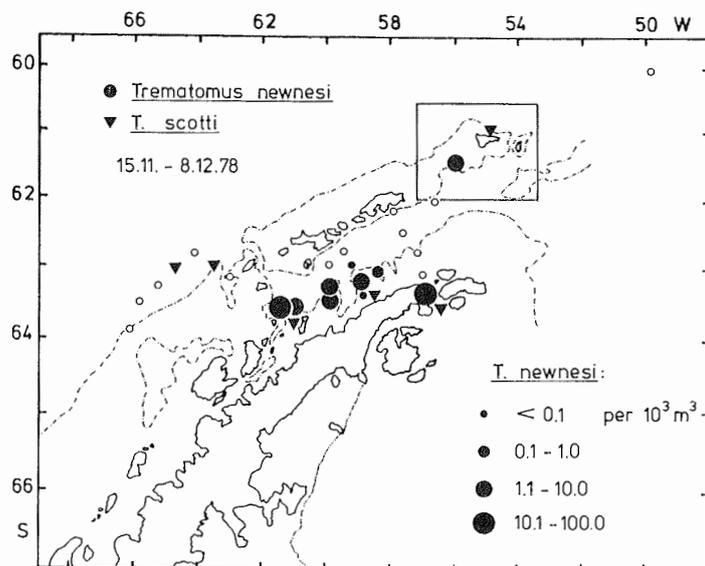


Abb. 3.2: *Trematomus newnesi*; Verbreitung und Abundanz der Larven und Postlarven im November 1977. *T. scotti*; Verbreitung der Postlarven und Jungfische im November 1977.

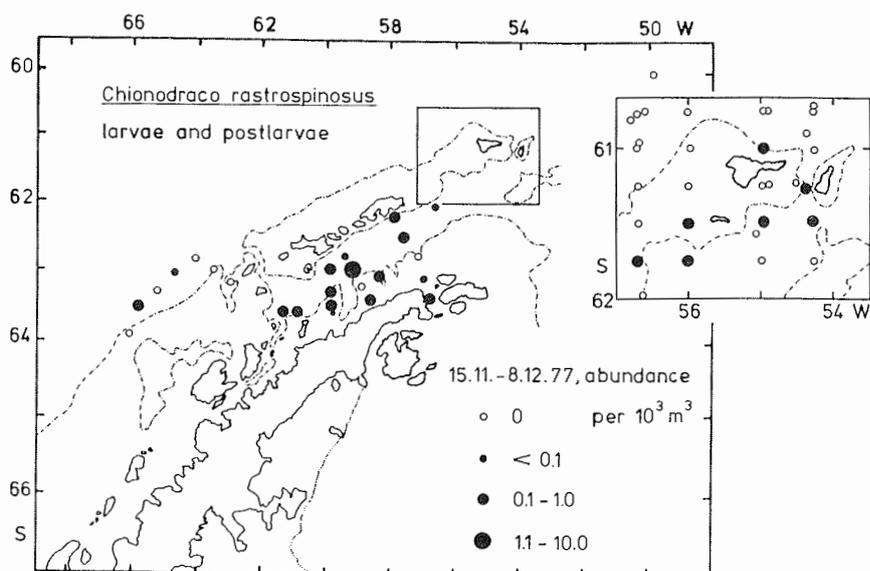


Abb. 3.3: *Chionodraco rastrospinosus*; Verbreitung und Abundanz der Larven und Postlarven im November 1977.

Stationen anzutreffen. Vier 38-50 mm lange Jungfische wurden östlich des Palmer Archipels und südlich Livingstone I. gefangen.

Zweithäufigste Art waren Larven und Postlarven von Trematomus newnesi von 11-22 mm Länge. Auf zwei von 50 Standardstationen waren die Tiere vorherrschend. Fast alle Nachweise waren auf den Schelf und Kontinentallabhang der Antarktischen Halbinsel beschränkt (Abb. 3.2). Die Abundanz betrug 0.1-16.2. Die zweite Trematomus Art T. scotti war mit einer späten Postlarve von 27 mm nördlich von Elephant I. und 27-36 mm langen frühen Jungfischen westlich der Süd Shetland Inseln, auf dem Südschelf der Bransfield Straße und im Antarctic Sound vereinzelt anzutreffen (Abb. 3.2).

Postlarven von Notothenia kemp von 27-35 mm Länge wurden mit fünf Exemplaren westlich der Süd Shetlands und in der Box um Elephant I. gefangen. Alle Fänge lagen am Schelfrand oder über dem Schelfabhang der Inseln.

Häufigster Channichthyide und dritthäufigste Art waren Larven und Postlarven von Chionodraco rastrospinosus. Der Anteil an Larven mit Dottersackrest betrug 25.5 %. C. rastrospinosus war von Elephant I. bis westlich der Süd Shetland Inseln regelmäßig anzutreffen (Abb. 3.3), war aber nur auf einer Standardstation dominante Art. Die Abundanz der 22-36 mm langen Tiere betrug in der Bransfield Straße weniger als 0.1-3.5 und bei Elephant I. 0.1-0.3 pro 10^3 m^3 . Von den übrigen Eisfischen trat Cryodraco antarcticus mit 32-44 mm langen Postlarven noch am häufigsten auf. Die Abundanz lag jedoch auf allen Stationen unter einem Tier pro 10^3 m^3 . Bis auf zwei Fänge in der Bransfield Straße waren die Vorkommen auf das Gebiet um Elephant I. beschränkt mit einem Fund weit nordöstlich der Insel (Abb. 3.4). Die restlichen Eisfischarten waren Postlarven von Chaenodraco wilsoni (30-37 mm, Abb. 3.4), Chaenocephalus aceratus (25 und 35 mm, Abb. 3.4), Neopagetopsis ionah (32 und 40 mm) und Pseudochaenichthys georgianus (32-38 mm).

Harpagiferiden und Bathydraconiden waren mit je einer Art vertreten. 7-12 mm lange Larven und Postlarven von Harpagifer bispinis fanden sich auf einigen Stationen bei Elephant I. und im südlichen Teil der Bransfield Straße mit 0.1-5.5 Tieren pro 10^3 m^3 . Parachaenichthys charcoti war mit Postlarven und Jungfischen von 13-40 mm Länge bei Elephant I. und in der Bransfield Straße vereinzelt in den Fängen anzutreffen.

Larven oder Postlarven von Pleuragramma antarcticum wurden nicht gefunden. Juvenile beherrschten die pelagische Jungfischfauna mit mehr als 90 % der Individuen und waren in 10 % der Standardhols dominanter Jungfisch. Der Verbreitungsschwerpunkt der 33-63 mm langen Tiere lag im

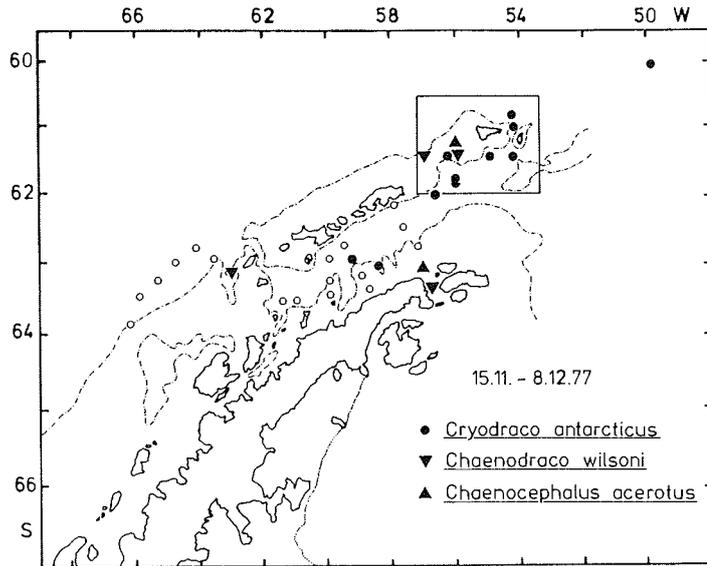


Abb. 3.4: Verbreitung der Postlarven von *Cryodraco antarcticus*, *Chaenodraco wilsoni* und *Chaenocephalus aceratus* im November 1977.

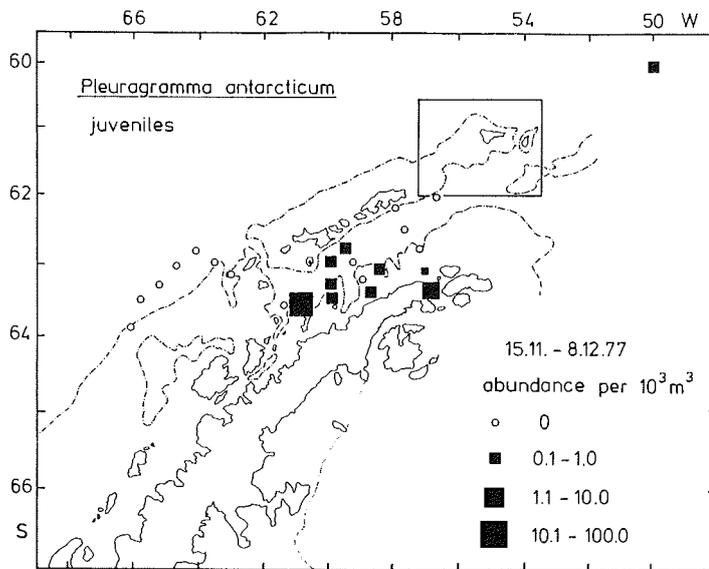


Abb. 3.5: *Pleuragramma antarcticum*; Verbreitung und Abundanz der Jungfische im November 1977.

Südteil der Bransfield Straße (Abb. 3.5). Der hohe relative Variationskoeffizient (Tab. 3.3) beruht auf einem Hol im östlichen Palmer Archipel, wo mit 28.3 Tieren pro 10^3 m^3 eine starke Jungfischkonzentration angetroffen wurde. Die Werte auf den übrigen Stationen lagen zwischen 0.1-0.9 pro 10^3 m^3 . In der Box um Elephant fehlte P. antarcticum.

Vom 6. Januar bis 13. Februar 1978 konnte das Stationsnetz nach Südwesten bis zum Polarkreis auf 72° westlicher Länge ausgedehnt werden, da dieses Gebiet inzwischen weitgehend eisfrei war. Auch der Schelf südlich von Joinville I. war jetzt zugänglich. Fischbrut war auf der Hälfte, Jungfische auf 14 % der Standardstationen anzutreffen (Tab. 3.3).

Die mittlere Abundanz aller Postlarven betrug mit 8.3 pro 10^3 m^3 noch etwa die Hälfte des Novemberwertes. Insgesamt wurden 16 Arten im Untersuchungsgebiet gezählt.

Häufigste Art war weiterhin N. larseni mit fast vier Fünfteln der Individuen. Die 9-20 mm langen Postlarven wurden auf gut einem Drittel der Standardstationen von nordwestlich der Biscoe Inseln bis zum äußersten Nordosten des Untersuchungsgebietes gefunden (Abb. 3.6) und waren in 13 der 44 Standardhols häufigste Art. Das Schwergewicht der Verbreitung lag auf dem Schelf bei Joinville I., wo die Postlarven bis etwa 65°S nachgewiesen wurden (nordwestliche Weddell See). Das Verbreitungsmuster in diesem Gebiet war durch hohe Postlarvenkonzentrationen bei sehr fleckenhafter Verteilung charakterisiert. Die Abundanzen auf den Standardstationen variierten hier zwischen 0.9-98.4 mit den Höchstwerten nördlich und südlich des Antarctic Sound. Einige Schräghols reichten bis in Bodennähe und erbrachten 1.8-23.1 Tiere pro 10^3 m^3 über 80 bis 248 m Lottiefe. Von acht Schließhols über Grund war aber nur einer positiv mit 15.6 Postlarven pro 10^3 m^3 . Auch von den vier Schließhols, die die oberen 50 m der Wassersäule befischten, war nur einer positiv mit 3.0 N. larseni pro 10^3 m^3 , so daß die Tiere weder in Boden- noch in Oberflächennahe bevorzugt nachzuweisen waren. Auch in der Bransfield Straße waren die Abundanzen mit 1.3-61.5 pro 10^3 m^3 sehr variabel, westlich der Süd Shetland Inseln dagegen homogen mit 4.1-6.5 pro 10^3 m^3 . Die Vorkommen bei Elephant I. waren mit 1.8-9.9 Tieren pro 10^3 m^3 viel dünner als noch im November (vgl. Abb. 3.1). Fünf Jungfische von N. larseni (50-58 mm) wurden auf dem Schelf südlich Joinville I. gefangen.

Postlarven von N. kempfi von 7 - 10 mm Länge traten entlang des äußeren Schelfrandes der Antarktischen Halbinsel vom äußersten Südwesten bis weit nordöstlich Elephant I. auf (Abb. 3.7). Sowohl westlich der Süd Shetland Inseln als auch im östlichen Teil des Gebiets waren die Abundanzen mit 1.7-8.6 bzw. 1.5-9.9 pro 10^3 m^3 gleichmäßig hoch (vgl. V_p in

Tab. 3.3: Absolute Anzahl n (RMT 1+8), Dominanz D (%) als prozentualer Anteil an der Summe der Abundanzen aller Arten auf allen Standardstationen (192.4 Postlarven pro 10³ m³, 6.0 Jungfische pro 10³ m³), mittlere Abundanz \bar{x} mit deren Standardfehler s_x , relativer Variationskoeffizient V_r (%) und Präsenz P (%) der Postlarven und Jungfische auf den Standardstationen im Januar / Februar 1978.

Art	Postlarven					Jungfische				
	absolute Anzahl	Dominanz D (%)	mittlere Abundanz $\bar{x} \pm s_x$	Variat. koeff. V_r (%)	Präsenz P (%)	absolute Anzahl	Dominanz D (%)	mittlere Abundanz $\bar{x} \pm s_x$	Variat. koeff. V_r (%)	Präsenz P (%)
<i>Notothenia larseni</i>	184	78.6	9.0±6.0	67	36.4	-	-	-	-	-
<i>N. nudifrons</i>	3	1.7	-	-	2.3	-	-	-	-	-
<i>N. kempfi</i>	27	18.3	5.9±1.3	22	13.6	1	0.2	-	-	2.3
<i>Pleuragramma antarcticum</i>	-	-	-	-	-	64	83.3	-	-	4.6
<i>Trematomus newnesi</i>	1	0.1	-	-	2.3	-	-	-	-	-
<i>T. scotti</i>	-	-	-	-	-	2	5.0	-	-	4.6
<i>T. eulepidotus</i>	-	-	-	-	-	1	1.7	-	-	2.3
<i>Pagothenia borchgrevinki</i>	-	-	-	-	-	2	3.3	-	-	2.3
<i>Chionodraco rastrospinosus</i>	12	0.4	0.2±0.04	20	9.1	-	-	-	-	-
<i>Chaenodraco wilsoni</i>	1	-	-	-	-	1	1.7	-	-	2.3
<i>Cryodraco antarcticus</i>	1	0.2	-	-	2.3	-	-	-	-	-
<i>Parachaenichthys charcoti</i>	-	-	-	-	-	1	1.7	-	-	2.3
<i>Notothenioidei</i> indet.	2	0.8	-	-	4.6	-	-	-	-	-
Notothenioidei total	230	100	8.3±4.5	55	50.0	72	100	-	-	13.6

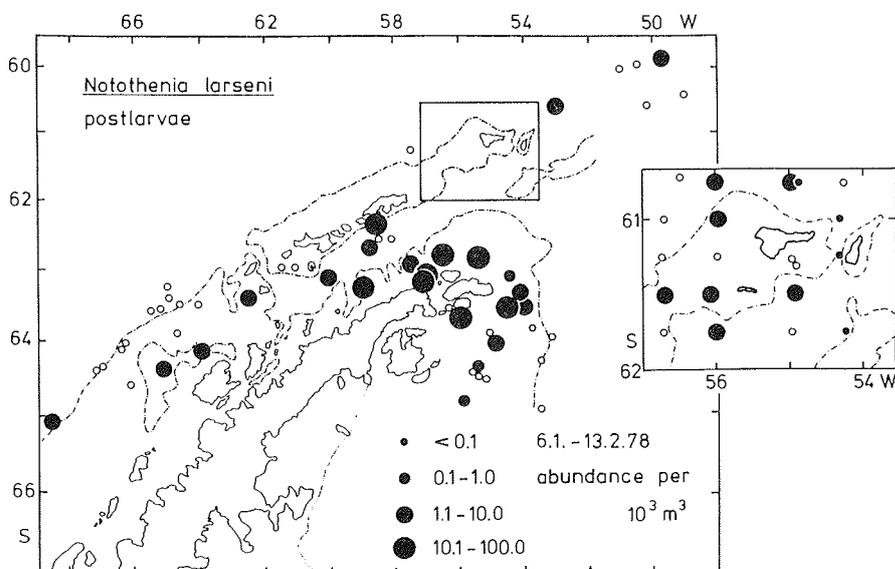


Abb. 3.6: *Notothenia larseni*; Verbreitung und Abundanz der Postlarven im Januar/Februar 1978.

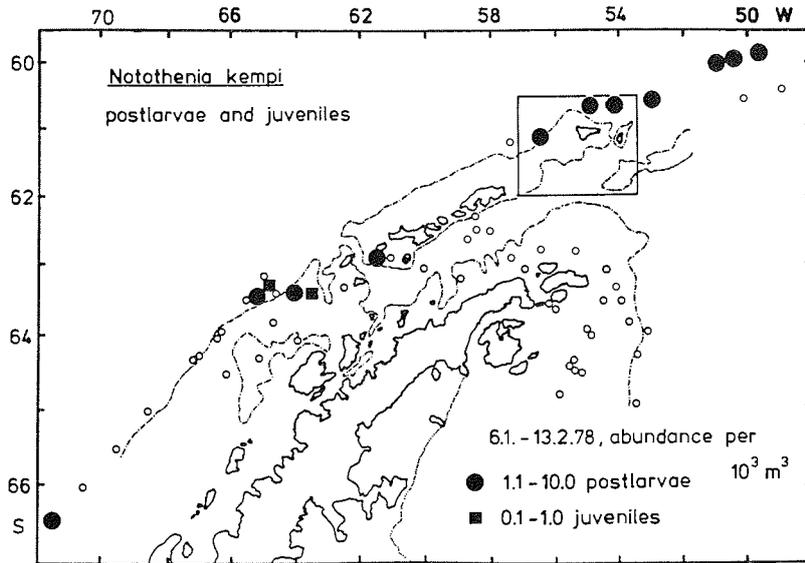


Abb. 3.7: Notothenia kempii; Verbreitung und Abundanz der Postlarven und Jungfische im Januar/Februar 1978.

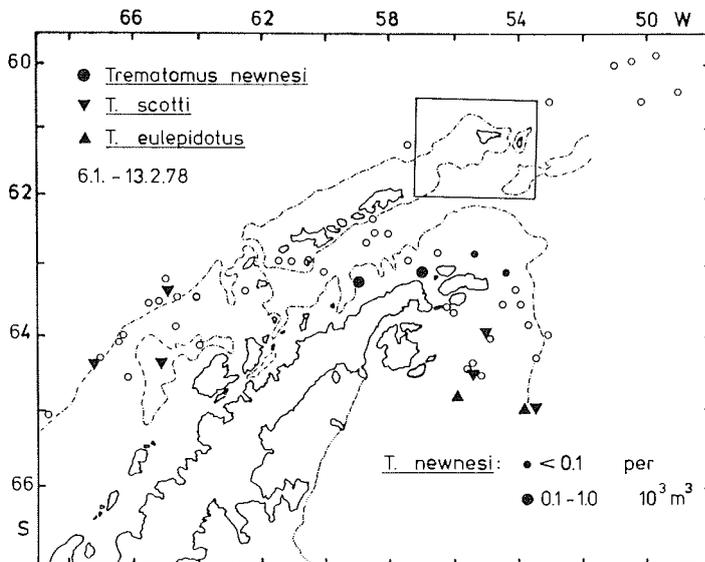


Abb. 3.8: Trematomus newnesi; Verbreitung und Abundanz der Postlarven und Jungfische im Januar/Februar 1978. T. scotti und T. eulepidotus; Verbreitung der Jungfische im Januar/Februar 1978.

Tab. 3.3). N. kempi dominierte auf vier der Standardstationen und war zweithäufigste Art. Jungfische (35-38 mm) wurden westlich der Süd Shetland Inseln gefangen.

Postlarvale N. nudifrons (10-23 mm) wurden ab Mitte Januar mit 0.1-3.5 Tieren pro 10^3 m^3 nur auf dem Schelf bei Joinville I. nachgewiesen. Wie bereits im November fanden sich Postlarven und frühe Jungfische von Trematomus newnesi (23-30 mm) auf dem Südschelf der Bransfield Straße und bei Joinville I. (Abb. 3.8). Auch Jungfische von T. scotti (31-41 mm) waren westlich von Anvers I. und südlich Joinville I. noch im Pelagial vertreten (Abb. 3.8). Jungfische von T. eulepidotus (30-34 mm) wurden nur in der nordwestlichen Weddell See gefunden (Abb. 3.8).

Häufigste Channichthyiden waren weiterhin Postlarven von Chionodraco rastrospinosus von 25-49 mm Länge. Abundanzen von 0.1-0.5 wurden von Anvers I. bis südlich Joinville I. registriert (Abb. 3.9). Hier wurden die Tiere auf fast allen Stationen angetroffen, während bei Elephant I. nur noch ein Nachweis lag. In einem Standardhol war C. rastrospinosus häufigste Art. Postlarven und Jungfische von Cryodraco antarcticus (48-66 mm) traten nur noch vereinzelt im Ostausgang der Bransfield Straße sowie nördlich und nordöstlich Elephant I. in der südlichen Scotia See auf. Chaenodraco wilsoni wurde mit zwei Jungfischen (47-51 mm), und Pagetopsis macropterus nördlich Joinville I. mit einer Postlarve (24 mm) gefangen.

Larvenfunde von Harpagifer bispinis (5-7 mm) wurden Mitte Januar im Flachwasser südlich King George I. gemacht. Ein postlarvaler Artedidraco spp. (14 mm) und zwei juvenile Parachaenichthys charcoti (42 und 45 mm) wurden bei Joinville I. gefangen.

Häufigste Jungfische mit mehr als vier Fünftel der Individuen waren auch im Januar/Februar Pleuragramma antarcticum (33-82 mm). Die große Mehrzahl der Fänge lag auf dem Schelf südlich Joinville I. mit Abundanzen von 0.1-4.9 Tieren pro 10^3 m^3 , während die Tiere im Westen des Gebiets und in der Bransfield Straße fast gänzlich fehlten (Abb. 3.10). Den einzigen Postlarvenfund des Abschnitts lieferte ein bodennaher Hol südlich Joinville I..

Die Stationsverteilung vom 3. bis 12. März 1978 war ähnlich der in den Vormonaten. Statt des ausgedehnten Schnittes nach Südwesten waren hier jedoch zwei Nordwest-Südost-Schnitte auf Anvers I. und die westlichen Süd Shetland Inseln gelegt und einige Stationen auf deren nördlichem Schelf eingerichtet worden. Das Stationsnetz südlich von Joinville I. dehnte sich nicht so weit in die nordwestliche Weddell See aus. Post-

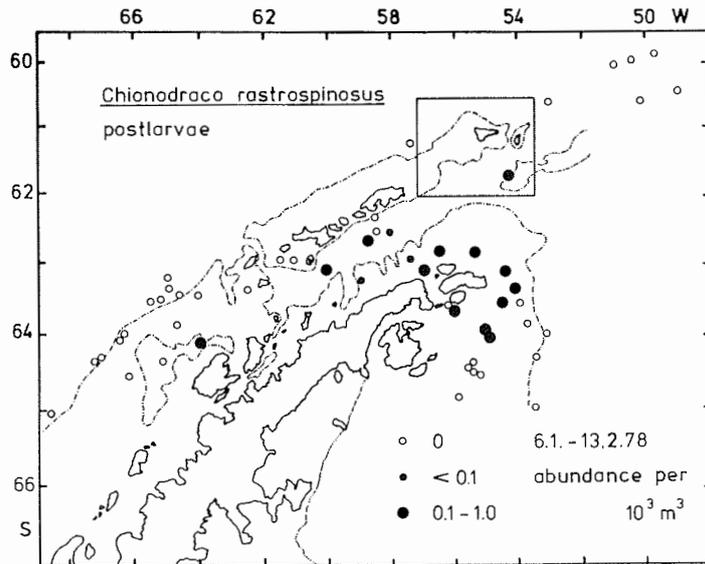


Abb. 3.9: *Chionodraco rastrospinosus*; Verbreitung und Abundanz der Postlarven im Januar/Februar 1978.

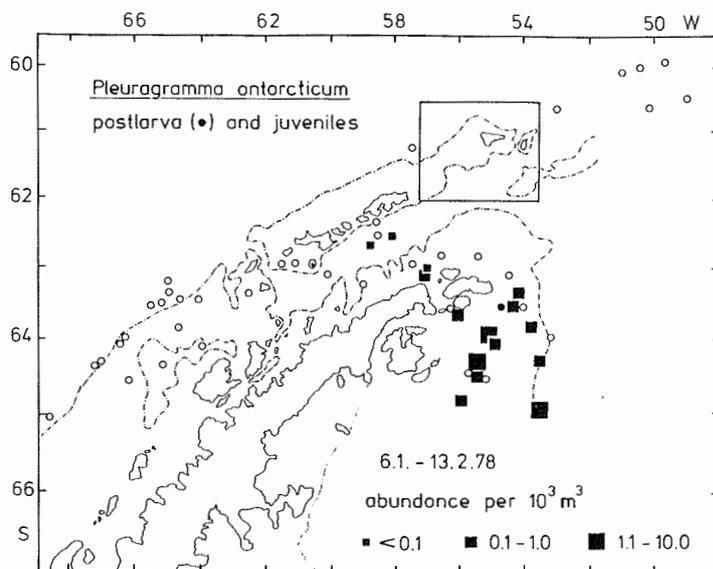


Abb. 3.10: *Pleuragramma antarcticum*; Verbreitung und Abundanz der Jungfische im Januar/Februar 1978 und Nachweis der Postlarve.

Tab. 3.4: Absolute Anzahl n (RMT 1+8), Dominanz D (%) als prozentualer Anteil an der Summe der Abundanzen aller Arten auf allen Standardstationen (53.5 Postlarven pro 10³ m³, 0.5 Jungfische pro 10³ m³), mittlere Abundanz \bar{x} mit deren Standardfehler s_x , relativer Variationskoeffizient V_r (%) und Präsenz P (%) der Postlarven und Jungfische auf den Standardstationen im März 1978.

Art	Postlarven					Jungfische				
	absolute Anzahl	Dominanz (%)	mittlere Abundanz $\bar{x} \pm s_x$	Variat. koeff. (%)	Präsenz (%)	absolute Anzahl	Dominanz (%)	mittlere Abundanz $\bar{x} \pm s_x$	Variat. koeff. (%)	Präsenz (%)
	n	D (%)	$\bar{x} \pm s_x$	V_r (%)	P (%)	n	D (%)	$\bar{x} \pm s_x$	V_r (%)	P (%)
<i>Notothenia larseni</i>	19	49.7	2.2±0.4	16	17.7	1	20.0	-	-	1.6
<i>N. kemp</i>	15	41.5	2.2±0.8	36	16.1	-	-	-	-	-
<i>Pleuragramma antarcticum</i>	2	5.8	-	-	3.2	2	40.0	-	-	3.2
<i>Chionodraco rastrospinosus</i>	1	0.2	-	-	1.6	-	-	-	-	-
<i>Chaenodraco wilsoni</i>	-	-	-	-	-	1	20.0	-	-	1.6
<i>Neopagetopsis ionah</i>	-	-	-	-	-	1	20.0	-	-	1.6
<i>Pagetopsis macropterus</i>	1	1.3	-	-	1.6	-	-	-	-	-
<i>Notothenioidei</i> indet.	1	1.5	-	-	3.2	-	-	-	-	-
<i>Notothenioidei</i> total	39	100	2.7±0.5	17	40.3	5	100	-	-	4.8

larven waren auf zwei Fünfteln der Standardstationen präsent (Tab. 3.4). Die mittlere Abundanz betrug mit 2.7 pro 10³ m³ etwa ein Viertel des Wertes der Vormonate. Zehn Arten wurden gefunden.

Häufigste Art mit knapp der Hälfte der Individuen war weiterhin *Notothenia larseni*. Die 15-22 mm langen Tiere traten mit meist 1.1-4.5 und maximal 57.4 Postlarven pro 10³ m³ auf den Stationen um Joinville I. und mit 1-2.2 Tieren pro 10³ m³ auf den übrigen Stationen im Untersuchungsgebiet auf (Abb. 3.11). Auf 9 von 63 Standardstationen (14 %) stellten die Postlarven den Hauptanteil der Fischbrut. Das Verbreitungsbild entspricht weitgehend dem der Vormonate; das Vorkommen um Elephant I. ist jedoch mit nur noch einem Nachweis stark reduziert. Jungfische wurden mit vier 49-53 mm langen Exemplaren bei Joinville I. und im Flachwasser nördlich des Palmer Archipels gefangen.

Auch Postlarven von *N. kemp* waren wieder über dem äußeren Schelf und Schelfabhang der Halbinsel und der Süd Shetland Inseln weit verbreitet (Abb. 3.12). Westlich der Inseln betrug die Abundanz 0.8 bis maximal 13.9, während bei Elephant I. bis 1.7 Tiere pro 10³ m³ gefangen wurden. Die 10-14 mm langen Postlarven waren die zweithäufigste Art im Gebiet und auf 8 von 63 Standardstationen (13 %) vorherrschend.

Trematomus newnesi war mit fünf juvenilen Exemplaren (30-34 mm) auf den Südschelf der Bransfield Straße beschränkt. Ein Jungfisch von *T. eulepidotus* (39 mm) wurde im Antarctic Sound gefangen, *T. scotti* trat nicht mehr in den Fängen auf.

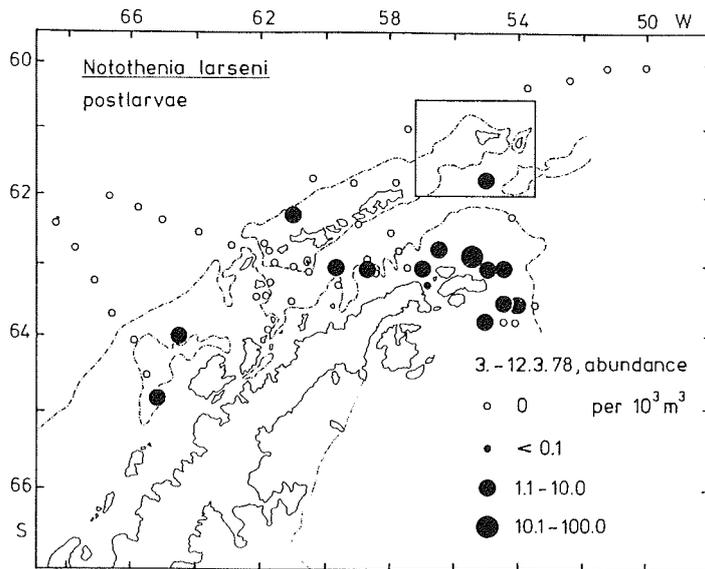


Abb. 3.11: *Nototothenia larseni*; Verbreitung und Abundanz der Postlarven im März 1978.

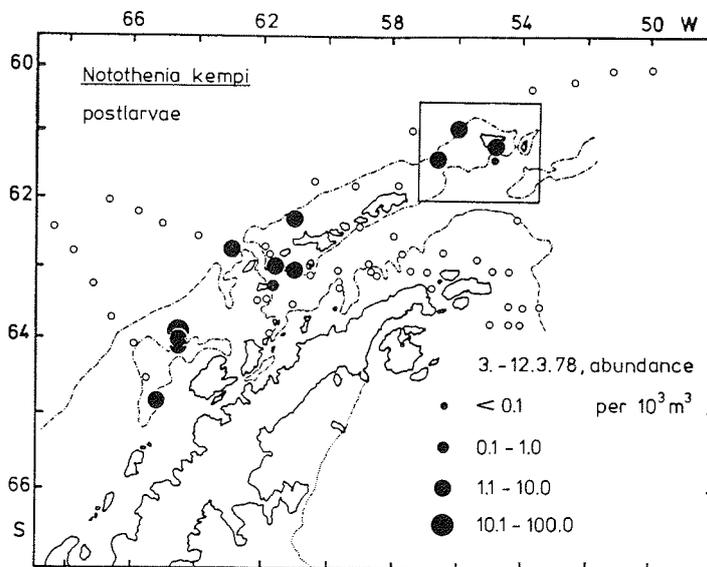


Abb. 3.12: *Nototothenia kempj*; Verbreitung und Abundanz der Postlarven im März 1978.

Postlarven von Pleuragramma antarcticum konnten auch auf diesem Abschnitt nur auf zwei Stationen östlich und südöstlich von Joinville I. mit drei Exemplaren nachgewiesen werden. Jungfische traten auf fünf Stationen in der Bransfield Straße, im Antarctic Sound und südlich mit weniger als 0.1 bis 1.1 pro 10^3 m^3 auf. Die 42-54 mm langen Tiere waren auf einer Standardstation vorherrschend.

Chionodraco rastrospinosus war nur noch mit einzelnen Postlarven (40-50 mm) und Jungfischen (53-66 mm) im Antarctic Sound und im Bereich seiner Ausgänge auf Flachwasserstationen vertreten. Dort lagen auch die Fänge eines juvenilen Chaenodraco wilsoni (67 mm), einer Postlarve von Pageotopsis macropterus (20 mm) und eines juvenilen Parachaenichthys charcoti (62 mm). Ein Neopagetopsis ionah (70 mm) wurde nordöstlich des Palmer Archipels über dem Schelfabhang gefangen.

3.1.1.2 Januar / Februar 1976

Zwischen dem Ostausgang der Bransfield Straße und 54°W wurde ein dichtes Stationsnetz von Elephant I. bis Joinville I. befischt. Einige Stationen wurden auf dem Schelf der Süd Shetland Inseln und westlich des Nordausganges des Antarctic Sound eingerichtet. Fischbrut war auf fast allen und Jungfische auf knapp einem Fünftel der Standardstationen prä-

Tab. 3.5: Absolute Anzahl n (RMT ± 8), Dominanz D (%) als prozentualer Anteil an der Summe der Abundanzen aller Arten auf allen Standardstationen (185.3 Postlarven pro 10^3 m^3 , 3.7 Jungfische pro 10^3 m^3), mittlere Abundanz \bar{x} mit deren Standardfehler s_x , relativer Variationskoeffizient V_r (%) und Präsenz P (%) der Larven, Postlarven und Jungfische auf den Standardstationen im Januar / Februar 1976.

Art	Postlarven					Jungfische				
	absolute Anzahl	Dominanz	mittlere Abundanz	Variat. koeff.	Präsenz	absolute Anzahl	Dominanz	mittlere Abundanz	Variat. koeff.	Präsenz
	n	D (%)	$\bar{x} \pm s_x$	V_r (%)	P (%)	n	D (%)	$\bar{x} \pm s_x$	V_r (%)	P (%)
<u>Notothenia larseni</u>	59	23.5	3.3 \pm 0.8	25	61.9	3	8.1	-	-	9.5
N. nudifrons	15	3.5	1.6 \pm 0.4	25	19.1	-	-	-	-	-
N. kempi	20	12.3	4.5 \pm 2.2	49	23.8	-	-	-	-	-
N. gibberifrons	38	14.8	3.3 \pm 1.7	51	38.1	-	-	-	-	-
<u>Pleuragramma antarcticum</u>	252	42.6	15.8 \pm 8.0	51	23.8	48	89.2	1.1 \pm 0.1	90	14.3
<u>Chionodraco rastrospinosus</u>	10	0.5	0.2 \pm 0.1	45	23.8	-	-	-	-	-
<u>Chaenodraco wilsoni</u>	1	0.1	-	-	4.8	-	-	-	-	-
<u>Cryodraco antarcticus</u>	1	0.1	-	-	4.8	-	-	-	-	-
<u>Artedidraco spp.</u>	2	0.1	-	-	9.5	-	-	-	-	-
<u>Parachaenichthys charcoti</u>	3	0.5	-	-	4.8	-	-	-	-	-
<u>Prionodraco evansii</u>	1	0.1	-	-	4.8	-	-	-	-	-
<u>Notothenioidei indet.</u>	3	2.1	-	-	4.8	1	2.7	-	-	4.8
<u>Notothenioidei total</u>	402	100	9.1 \pm 2.4	26	95.2	52	100	-	-	19.1

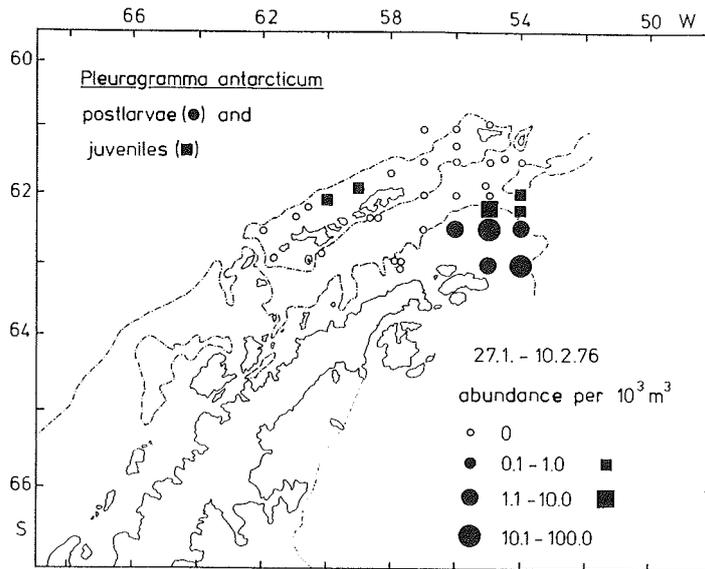


Abb. 3.13: *Pleuragramma antarcticum*; Verbreitung und Abundanz der Postlarven und Jungfische im Januar/Februar 1976.

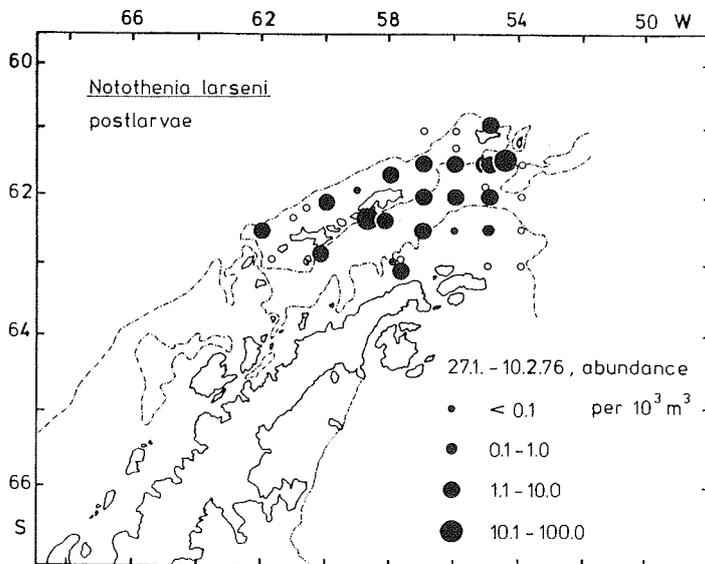


Abb. 3.14: *Notothenia larseni*; Verbreitung und Abundanz der Postlarven im Januar/Februar 1976.

sent (Tab. 3.5). Mit 9.3 Postlarven pro 10^3 m^3 war die mittlere Abundanz nur wenig höher als im Januar/Februar 1978. Insgesamt 15 Arten wurden einschließlich Dauerstation 168 gefunden.

Häufigste Art mit mehr als 40 % der Postlarven und fast 90 % der Jungfische war Pleuragramma antarcticum. Die 18-22 mm langen Postlarven waren auf den Schelf nordöstlich von Joinville I. beschränkt (Abb. 3.13), wo sie mit Abundanzen von 5.5-11.4 und maximal 47.6 Tieren pro 10^3 m^3 vorkamen. Auf allen fünf positiven von insgesamt 21 Standardstationen waren die Tiere dominante Art. Juvenile P. antarcticum (40-53 mm) traten mit 0.1-3.0 Tieren pro 10^3 m^3 zusammen mit den Postlarven auf. Sie dominierten auf den drei positiven Standardstationen die Jungfischfauna. Weitere Funde lagen auf dem Nordschelf der Süd Shetland Inseln.

Postlarvale Notothenia larseni herrschten auf 7 der 21 Standardstationen vor (33 %) und waren zweithäufigste Art. Die 13-21 mm langen Tiere waren auf fast allen Stationen anzutreffen (Abb. 3.14) und zeigten die höchste Präsenz mit fast zwei Dritteln der Standardstationen. Die Abundanz lag meist zwischen 0.1-9.1 und erreichte bis zu 17.3 und 29.1 Tiere pro 10^3 m^3 südlich King George und südlich Elephant I. . Jungfische von 47-50 mm Länge wurden in zwei Hols nördlich von Joinville I. und auf der Dauerstation bei Elephant I. gefangen.

Postlarven von N. gibberifrons, die in der Saison 1977/78 gänzlich fehlten, traten auf etwa zwei Fünfteln der Standardstationen auf und waren auf 2 Standardstationen häufigste Art. Verbreitungsschwerpunkt der 18-26 mm langen Tiere war das Gebiet südlich von Elephant I. (mittlere Länge 21.6 mm; Abb. 3.15). Fast alle positiven Hols lagen über dem Schelfabhang und über den tiefen Becken in der Bransfield Straße. Hier waren die Abundanzen höher als über den Schelfgebieten: dort waren es 0.1-2.2 Postlarven, während es über Wassertiefen von 650 bis 1450 m 0.1-15, meist aber 1.1-4.7 Postlarven pro 10^3 m^3 waren.

Postlarven von N. kempi blieben mit einer Ausnahme auf den nördlichen Teil des Stationsnetzes beschränkt (Abb. 3.16). Die 9-12 mm lange Brut trat mit 0.6-12 Tieren pro 10^3 m^3 über dem Schelf und Schelfabhang zwischen King George und Elephant I. und südlich der Inseln auf. N. kempi zeigte die zweitgrößte mittlere Abundanz und war auf 14 % der Standardstationen häufigste Art. Drei Jungfische (39-41 mm) wurden auf der Dauerstation 168 gefangen.

Postlarven von N. nudifrons waren wie im Januar/Februar 1978 über dem Schelf von Joinville I., aber auch südlich Elephant und bei King George I. mit 0.1-2.5 Tieren pro 10^3 m^3 anzutreffen (Abb. 3.17). Auch im Februar 1976 war der Längenbereich mit 12-27 mm recht weit. Die größeren,

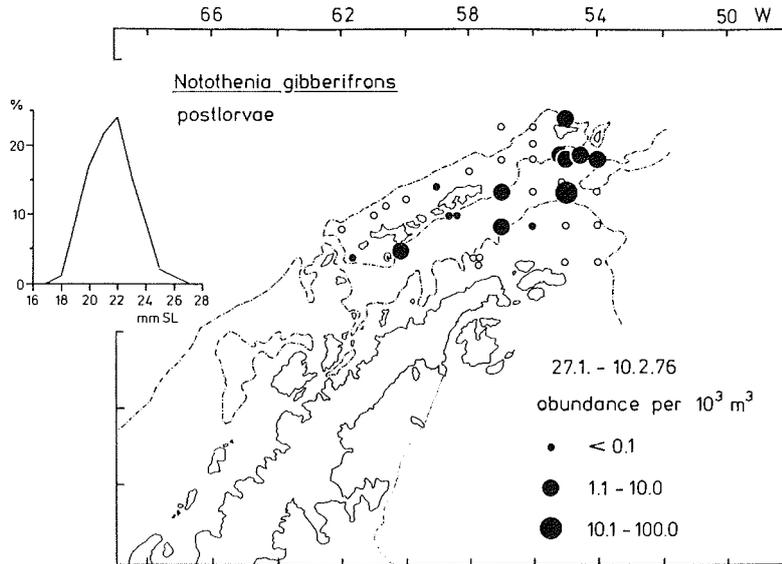


Abb. 3.15: *Nototothenia gibberifrons*; Verbreitung und Abundanz der Postlarven im Januar/Februar 1976 und Längenfrequenz auf Station 168 (n=100).

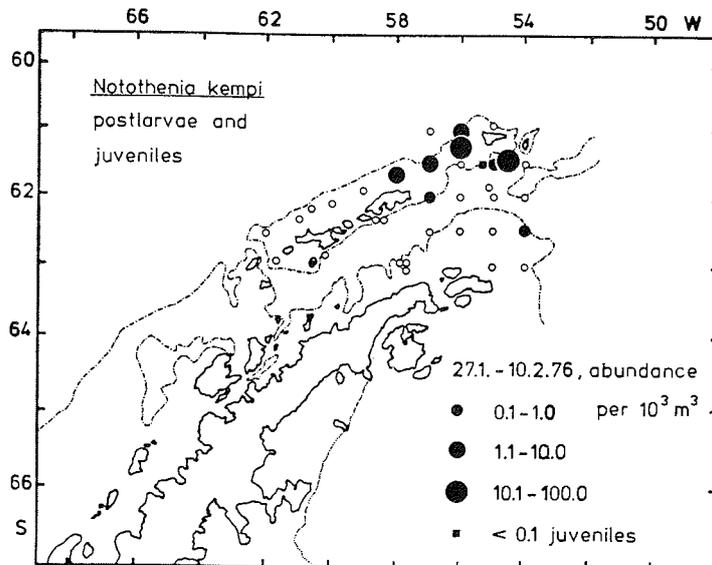


Abb. 3.16: *Nototothenia kempii*; Verbreitung und Abundanz der Postlarven und Jungfische im Januar/Februar 1976.

späten Postlarven waren überwiegend im RMT 8 vertreten, so daß hier zur Erstellung einer kompletten Längenhäufigkeitsverteilung die Daten beider Netze kombiniert wurden. Die polymodale Frequenz (St. 168, n = 102) zeigt einen ausgedehnten Gipfel 12-19 mm langer Postlarven und einen zweiten Größenbereich später Postlarven zwischen 22 und 27 mm.

Häufigster Channichthyide war auch im Februar 1976 Chionodraco rastrospinosus. Das Verbreitungsmuster der 34-56 mm langen Postlarven (Abb. 3.18) deckt sich recht gut mit dem im Januar/Februar 1978 bei gleich niedrigen Abundanz von 0.1-0.5 pro 10^3 m³. Cryodraco antarcticus wurde mit zwei Postlarven (61 und 64 mm) südlich King George und Clarence I. und mit sechs Postlarven und Jungfischen (48-81 mm) auf der Dauerstation 168 erfaßt. Alle Fänge lagen jenseits des Schelfrandes. Ein postlarvaler (46 mm) und ein juveniler Chaenodraco wilsoni (53 mm) fanden sich nordöstlich Joinville I. und südlich Elephant I..

Bathydraconiden waren mit postlarvalen Parachaenichthys charcoti und Prionodraco evansii von 18-22 mm bzw. 21-22 mm Länge vertreten, Harpagiferiden mit zwei Artedidraco spp. (18 und 34 mm) und sechs Harpagifer bispinis (8-14 mm).

Einige Arten wurden nur auf St. 168 gefangen: Postlarven von Trematomus newnesi (23-26 mm), ein juveniler T. scotti (39 mm) und sieben postlarvale Chaenocephalus aceratus (35-42 mm).

3.1.1.3 März 1981

Das befischte Gebiet war mit einem Schnitt aus Nordwest auf Anvers I. zu, drei Schnitten in der Bransfield Straße und einigen Stationen bei Elephant I. von ähnlicher Ausdehnung wie im März 1978, jedoch war das Stationsnetz vor allem in der Bransfield Straße dünner. Stationen nördlich der Süd Shetland Inseln und südlich von Joinville I. wurden nicht eingerichtet. Letztere entfielen, da sich das Packeis nördlich von Joinville I. in den Ostausgang der Bransfield Straße vorgeschoben hatte und ein Vordringen des Schiffes unmöglich machte.

Acht Arten wurden im Gebiet nachgewiesen (Tab. 3.6). Postlarven traten auf mehr als zwei Drittel der Standardstationen auf. Die mittlere Abundanz der Postlarven auf den Standardstationen betrug mit 22.2 pro 10^3 m³ etwa das siebenfache des Wertes im März 1978 (vgl. Tab. 3.4). Gleich drei Arten beherrschten auf je 11 % der Standardstationen die Fischbrut: Notothenia larseni bei Elephant Island, Pleuragramma antarcticum im Palmer Archipel und N. kempfi am Schelfabhang bei Anvers I..

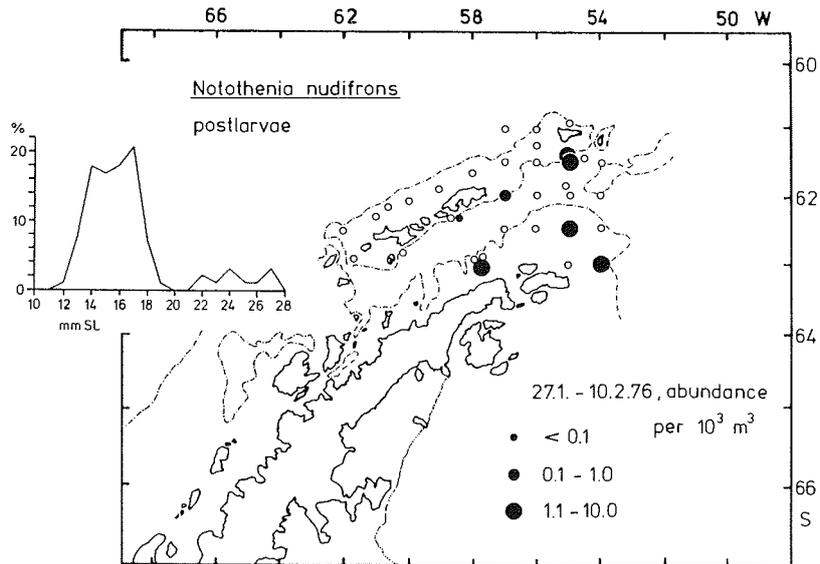


Abb. 3.17: *Notothenia nudifrons*; Verbreitung und Abundanz der Postlarven im Januar/Februar 1976 und Längenfrequenz auf Station 168 (n=102).

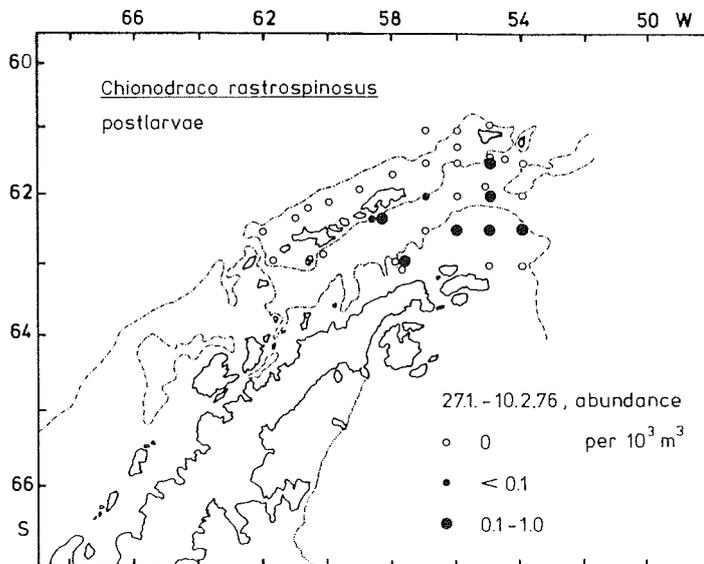


Abb. 3.18: *Chionodraco rastrospinosus*; Verbreitung und Abundanz der Postlarven im Januar/Februar 1976.

Tab. 3.6: Absolute Anzahl n (RMT 1+8), Dominanz D (%) als prozentualer Anteil an der Summe der Abundanzen aller Arten auf allen Standardstationen (443,9 Postlarven pro 10³ m³, 2,6 Jungfische pro 10³ m³), mittlere Abundanz \bar{x} mit deren Standardfehler s_x , relativer Variationskoeffizient V_r (%) und Präsenz P (%) der Postlarven und Jungfische auf den Standardstationen im März 1981.

Art	Postlarven					Jungfische				
	absolute Anzahl	Dominanz (%)	mittlere Abundanz	Variat. koeff.	Präsenz (%)	absolute Anzahl	Dominanz (%)	mittlere Abundanz	Variat. koeff.	Präsenz (%)
	n	D (%)	$\bar{x} \pm s_x$	V_r (%)	P (%)	n	D (%)	$\bar{x} \pm s_x$	V_r (%)	P (%)
<i>Notothenia larseni</i>	191	33.4	13.5±9.1	68	39.3	-	-	-	-	-
N. nudifrons	29	4.0	1.5±0.5	35	25.0	-	-	-	-	-
N. kempfi	116	29.7	14.6±8.3	57	32.1	-	-	-	-	-
N. gibberifrons	6	0.1	-	-	10.7	-	-	-	-	-
<i>Pleuragramma antarcticum</i>	215	32.8	76.5±60.7	79	25.0	8	42.3	-	-	3.6
<i>Chionodraco rastrospinosus</i>	4	0.1	-	-	10.0	2	11.5	-	-	3.6
<i>Chaenodraco wilsoni</i>	-	-	-	-	-	8	42.3	-	-	7.1
<i>Parachaenichthys charcoti</i>	-	-	-	-	-	1	3.9	-	-	3.6
Notothenioidei total	561	100	22.2±7.5	34	71.4	19	100	-	-	7.1

Postlarvale *N. larseni* von 16-25 mm Länge waren auf fast 40 % der Standardstationen präsent. Zwei Schwerpunkte der Verbreitung zeichneten sich ab (Abb. 3.19): bei Anvers I., wo die Abundanzen mit 1.9-5.3 nur geringe Schwankungen zeigten, und bei Elephant I., wo 0.1-23.2 und bis zu 102.2 Tiere pro 10³ m³ in einem bodennahen Hol registriert wurden.

Sehr ähnlich ist das Verbreitungsbild von *N. kempfi* (Abb. 3.20). Die 9-14 mm langen Postlarven waren jedoch auf dem Schnitt bei Anvers I. mit 1.9-65.8 pro 10³ m³ viel häufiger als *N. larseni*, während bei Elephant I. einzelne Exemplare nur im RMT 8 sehr dünne Postlarvenvorkommen anzeigten.

Mit einer Präsenz von einem Viertel der Standardstationen waren Postlarven von *N. nudifrons* über das ganze Untersuchungsgebiet verbreitet, kamen aber auf dem Schnitt auf Anvers I. mit 2.4-5.3 pro 10³ m³ am häufigsten vor (Abb. 3.21). *N. nudifrons* wurde bis in die Gerlache Straße hinein gefunden. Auch im März 1981 zeigte die Längenfrequenz (n = 46, RMT 1+8) eine schiefe Verteilung mit einigen bis zu 25 mm langen späten Postlarven (Abb. 3.21). Der Modalwert betrug 15 mm. Nachweise von *N. gibberifrons* waren mit einzelnen Postlarven (22-26 mm) über das Gebiet verstreut.

Postlarven von *Pleuragramma antarcticum* (18-30 mm) traten massiert in den Gewässern des Palmer Archipel auf (Abb. 3.22). Die Abundanzen nahmen vom ersten Auftreten der Postlarven über dem äußeren Schelf mit der Annäherung an die Halbinsel bis in die Gerlache Straße hinein beständig

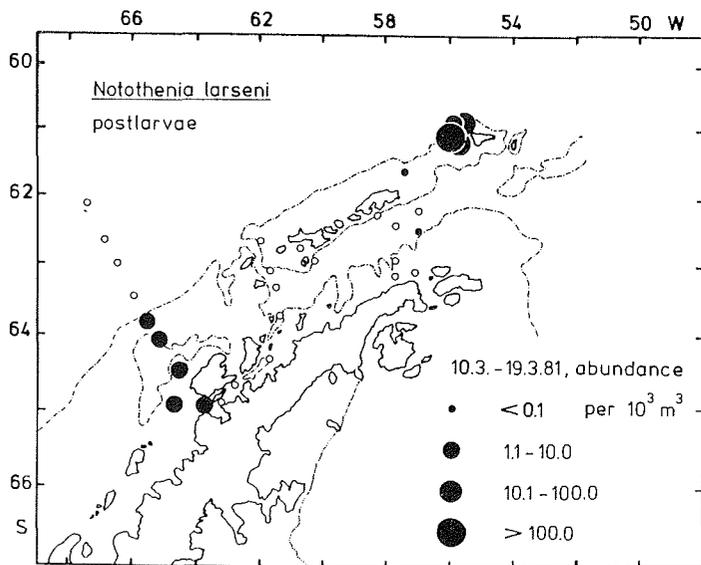


Abb. 3.19: Notothenia larseni; Verbreitung und Abundanz der Postlarven im März 1981.

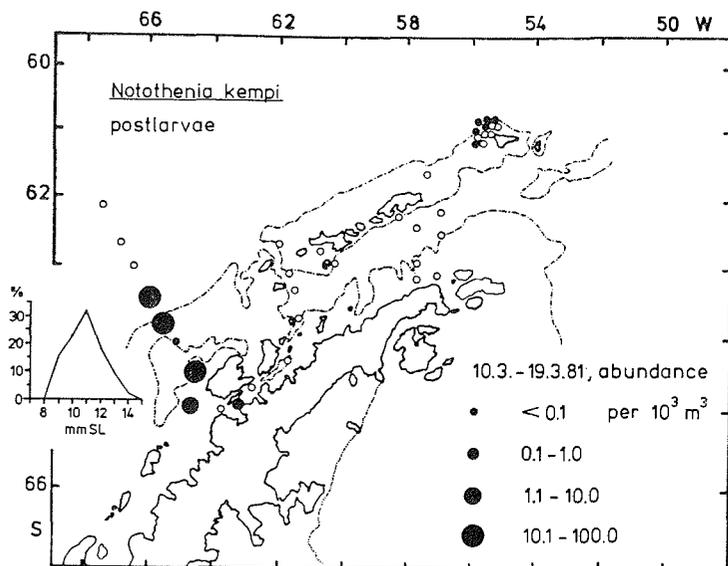


Abb. 3.20: Notothenia kempii; Verbreitung, Abundanz und Längenfrequenz (n = 44) der Postlarven im März 1981.

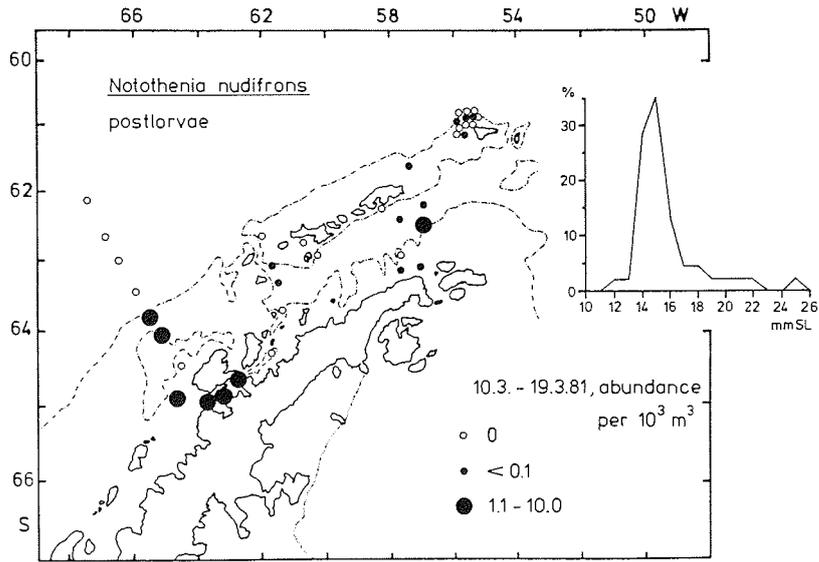


Abb. 3.21: Notothenia nudifrons; Verbreitung, Abundanz und Längenfrequenz (n=46) der Postlarven im März 1981.

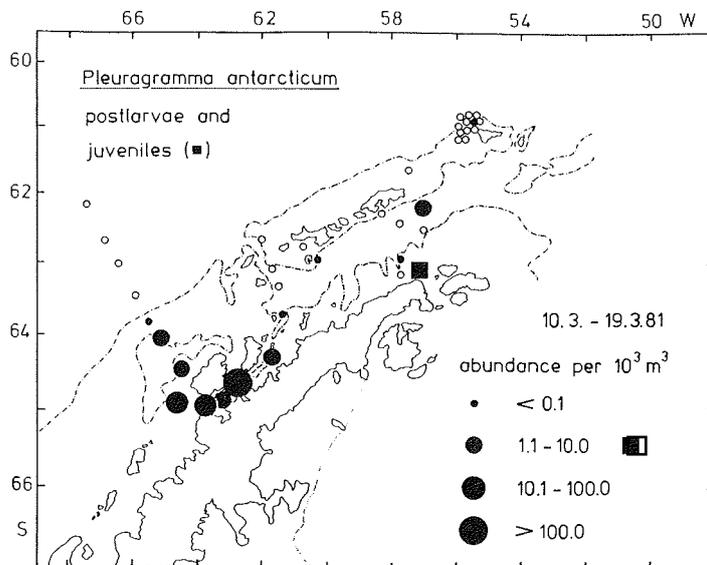


Abb. 3.22: Pleuragramma antarcticum; Verbreitung und Abundanz der Postlarven und Jungfische im März 1981.

zu: von weniger als 0.1 stiegen sie auf 7.7 und 43.4 pro 10^3 m^3 westlich des Eingangs zur Straße. In der Straße selbst erreichten die Werte 90 bis maximal 143.3 Tiere pro 10^3 m^3 in einem Anzeigenhol von 95-0 m. Im Ostausgang der Gerlache Straße nahmen die Abundanzen rasch ab. In der Bransfield Straße war P. antarcticum eher vereinzelt anzutreffen. Jungfische (67-77 mm) wurden nur in einem Hol nördlich des Antarctic Sound registriert (Abb. 3.22).

Chionodraco rastrospinosus wurde wie im März 1978 mit Postlarven (40-50 mm) und frühen Jungfischen (54 und 56 mm) im östlichen Palmer Archipel und am Nordausgang des Antarctic Sound mit 0.2-1.0 pro 10^3 m^3 nachgewiesen. Auf zwei Standardstationen waren die Tiere häufigste Art. Nördlich des Antarctic Sound lagen auch die Fänge juveniler Chaenodraco wilsoni (59-67 mm) und Parachaenichthys charcoti (53 mm).

3.1.1.4 Februar 1982

Die Ausdehnung des Stationsnetzes über das Untersuchungsgebiet war vergleichbar mit der im Januar/Februar 1978. Die Stationsdichte in der Bransfield Straße war hier jedoch höher. Der Schelf südlich von Joinville I. wurde nicht befischt. Der Schnitt von Nordwesten auf Anvers I. (siehe März 1978 und 1981) wurde auch auf dieser Expedition gefahren.

Die mittlere Abundanz der Postlarven (Tab. 3.7) entspricht in der Größenordnung den Werten vom Februar 1976 und Januar / Februar 1978 (vgl. Tab 3.3 und 3.5). Postlarven waren auf mehr als vier Fünfteln und Jungfische auf mehr als der Hälfte der Standardstationen präsent. Insgesamt wurden 12 Arten gefunden. Drei Arten stellten die Masse der Individuenzahl der Postlarven: P. antarcticum, N. kempi und N. larseni. Häufigste Jungfische waren P. antarcticum.

Nach Individuenzahl häufigste Art waren Postlarven von N. kempi. Sie waren gut einem Drittel der Standardstationen anzutreffen und auf 13 % davon vorherrschend. Die geographische Verbreitung und die Längenfrequenzen in den einzelnen Gebieten zeigt Abb. 3.23. Bei Elephant I. waren es 0.3-0.5 Postlarven pro 10^3 m^3 während in der Bransfield Straße bis zu 5.9 pro 10^3 m^3 über dem Schelfabhang der Süd Shetland Inseln registriert wurden. Die mittlere Länge (geometrisches Mittel) der Tiere in diesen Gebieten betrug 9.4 mm (Frequenz in der rechten Hälfte der Abb. 3.23, n = 24). Auf dem Schnitt auf Anvers I. waren es auf der Station über dem Kontinentalschelfabhang 28.7 Postlarven pro 10^3 m^3 mit einer mittleren Länge von 9.1 mm (obere Frequenz in der linken Hälfte der Abb., n = 42). Gleichmäßig hohe Abundanzen waren im Südwesten auf den Stationen westlich der Biscoe Inseln zu finden bei im Mittel 7.7

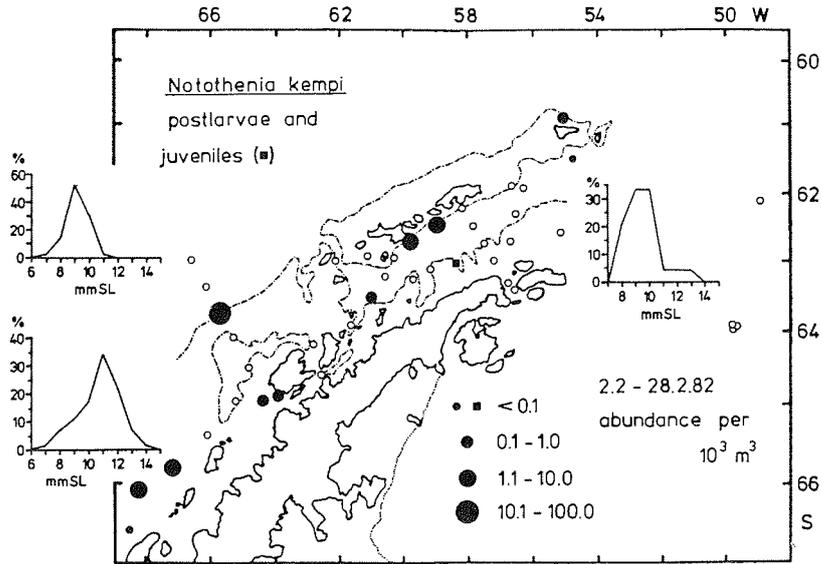


Abb. 3.23: Nototothenia kempii; Verbreitung, Abundanz und Längenfrequenzen der Postlarven im Februar 1982. Nähere Erläuterungen im Text.

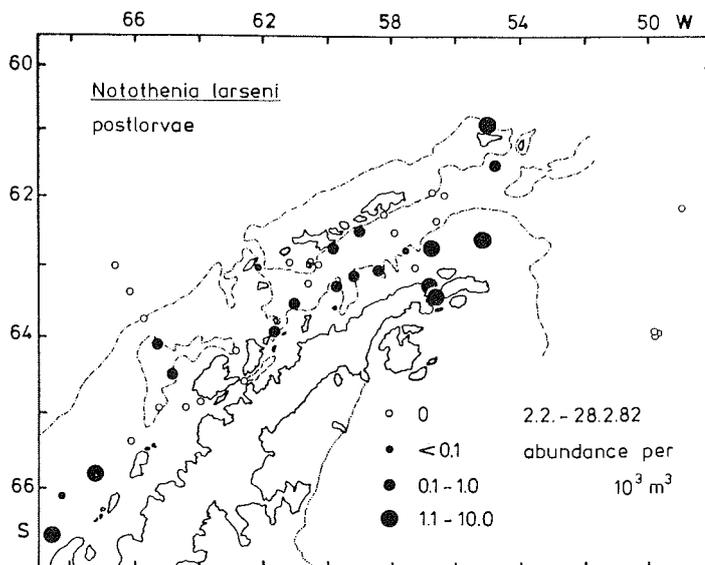


Abb. 3.24: Nototothenia larseni; Verbreitung und Abundanz der Postlarven im Februar 1982.

Tab. 3.7: Absolute Anzahl n (RMT 1+8 M), Dominanz D (%) als prozentualer Anteil an der Summe der Abundanzen aller Arten auf allen Standardstationen (217.4 Postlarven pro 10³ m³, 24.5 Jungfische pro 10³ m³), mittlere Abundanz \bar{x} mit deren Standardfehler s_x , relativer Variationskoeffizient V_r (%) und Präsenz P (%) der Postlarven und Jungfische auf den Standardstationen im Februar 1982.

Art	Postlarven					Jungfische				
	absolute Anzahl	Dominanz	mittlere Abundanz	Variat. koeff.	Präsenz	absolute Anzahl	Dominanz	mittlere Abundanz	Variat. koeff.	Präsenz
	n	D (%)	$\bar{x} \pm s_x$	V_r (%)	P (%)	n	D (%)	$\bar{x} \pm s_x$	V_r (%)	P (%)
<i>Notothenia larseni</i>	142	22.4	1.5±0.4	28	48.7	10	2.0	-	-	5.1
<i>N. nudifrons</i>	24	2.0	0.7±0.2	29	15.4	-	-	-	-	-
<i>N. kempfi</i>	227	41.1	5.3±3.1	58	25.6	1	0.4	-	-	2.6
<i>Pleuragramma antarcticum</i>	362	33.5	5.0±2.6	52	35.9	664	96.7	1.0±0.4	44	64.1
<i>Trematomus newnesi</i>	1	0.1	-	-	2.6	-	-	-	-	-
<i>T. eulepidotus</i>	2	0.1	-	-	5.1	-	-	-	-	-
<i>Chionodraco rastrospinosus</i>	12	0.4	0.1±0.0	-	15.4	-	-	-	-	-
<i>Pagetopsis macropterus</i>	1	0.1	-	-	2.6	-	-	-	-	-
<i>Artedidraco sp.</i>	3	0.1	-	-	7.7	-	-	-	-	-
<i>Parachaenichthys charcoti</i>	-	-	-	-	-	2	0.8	-	-	5.1
<i>Prionodraco evansii</i>	1	0.1	-	-	2.6	-	-	-	-	-
<i>Notothenioidei indet.</i>	5	0.3	-	-	5.1	-	-	-	-	-
<i>Notothenioidei total</i>	780	100	6.2±1.9	31	84.6	677	100	-	-	59.0

Tieren pro 10³ m³ mit einer mittleren Länge von 10.8 mm (untere Frequenz der Abb., n = 86). Die Längenfrequenzen bei Adelaide I. und bei Anvers I. waren signifikant voneinander verschieden (H-Test, $\alpha = 0.05$), unterschieden sich aber nicht von der Längenfrequenz in der Bransfield Straße und bei Elephant I.. Jungfische (37-40 mm) waren auf dem Südschelf der Bransfield Straße im RMT und in zwei nachts an der Oberfläche gefahrenen Ringtrawls bei Anvers I. und den Biscoe Inseln präsent.

Postlarven von *N. larseni* waren auf etwa jeder zweiten Standardstation anzutreffen und stellten auf 8 von 39 dieser Stationen (21 %) die häufigste Art. Die Verbreitung der 10-20 mm langen Tiere erstreckte sich über das gesamte Untersuchungsgebiet (Abb. 3.24). Die Abundanzen waren auf den meisten Stationen gleichmäßig niedrig: in den Hols bei Elephant I. waren es 0.5-2.0, südwestlich des Palmer Archipels meist 0.4-3.0 und in der Bransfield Straße 0.5-1.0 pro 10³ m³. Lediglich auf den Stationen im Antarctic Sound und nördlich von Joinville I. waren die Werte mit 1.9-8.1 und maximal 9.8 Tieren pro 10³ m³ in einem bodennahen Hol (140 m) höher. Jungfische (47-55 mm) wurden südlich von Elephant I. und auf dem Südschelf der Bransfield Straße gefunden.

Postlarven von *P. antarcticum* (11-21 mm) wurden von nördlich Adelaide I. bis nördlich Joinville I. auf gut einem Drittel der Standardstationen angetroffen (Abb. 3.25). Auf 7 von 39 Standardstationen waren die

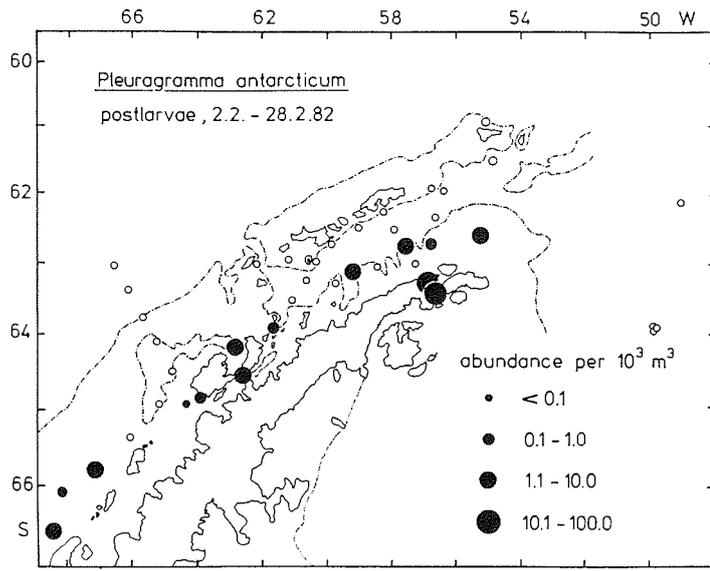


Abb. 3.25: *Pleuragramma antarcticum*; Verbreitung und Abundanz der Postlarven im Februar 1982.

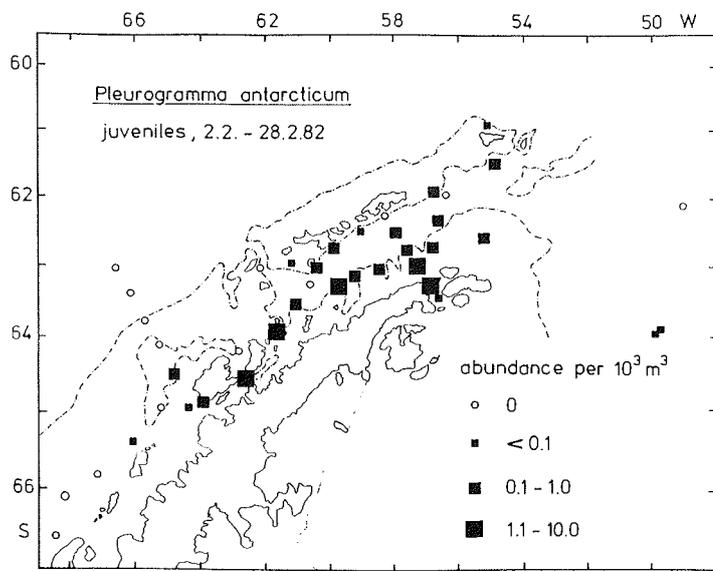


Abb. 3.26: *Pleuragramma antarcticum*; Verbreitung und Abundanz der Jungfische im Februar 1982.

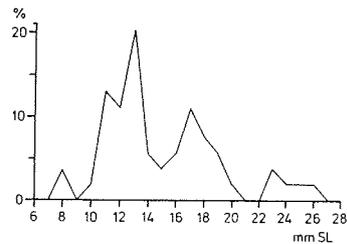


Abb. 3.27: Nototothenia nudifrons; Längenfrequenz der Postlarven im Februar 1982 (n=54).

Tiere vorherrschend. Drei Verbreitungsschwerpunkte zeichnen sich im Februar 1982 ab: die nordöstliche Bellingshausen See im Südwesten des Untersuchungsgebiets, der Palmer Archipel und der Nordostschelf der Antarktischen Halbinsel bis Joinville I. Die Abundanzen betragen in allen drei Gebieten meist 0.7-1.5 pro 10^3 m³. Die höchsten Konzentrationen wurden auf den Stationen in der nordöstlichen Bellingshausen See mit 8.8 und im Antarctic Sound mit 32.6 pro 10^3 m³ registriert.

Bei den Jungfischen fällt die im Vergleich zum Januar/Februar 1978 ungewöhnlich weite Verbreitung auf (Abb. 3.26): sie waren auf fast zwei Dritteln der Standardstationen präsent und auf 22 von 39 dieser Stationen vorherrschend. Im äußersten Südwesten fehlten die Tiere. Die Abundanzen lagen meist zwischen 0.1-1.0, erreichten aber nur auf dem Südschelf der Bransfield Straße und vor allem im Palmer Archipel Werte von 1.7-9.8 pro 10^3 m³.

Postlarven von N. nudifrons traten von westlich der Biscoe Inseln bis zum Antarctic Sound auf dem Nordschelf der Halbinsel auf, sowie in der Kraterlagune von Deception I.. Die Abundanzen lagen meist bei 0.5-0.8 pro 10^3 m³. Die Längenfrequenz (Abb. 3.27) zeigt das gewohnte Bild einer polymodalen Verteilung (n = 54, RMT 1+8). Wenigstens drei Kohorten mit Modalwerten von 13, 17 und 23 mm sind auszumachen.

Die Trematomus Arten waren mit einer Postlarve von T. newnesi (24 mm) im Antarctic Sound und mit späten Postlarven von T. eulepidotus (30-35 mm) nördlich von Adelaide I. und in der Gerlache Straße vertreten.

Die Verbreitung der 31-51 mm langen Postlarven von C. rastrispinosus zeigte ein ganz ähnliches Muster wie im Januar/Februar 1978 und Februar 1976 mit dem Schwerpunkt des Auftretens auf dem nordöstlichen Schelf der Halbinsel bis Joinville I.. Auf zwei von 39 Standardstationen waren die Postlarven vorherrschend. Die Abundanzen überstiegen jedoch nicht

0.2 pro 10^3 m^3 . Weitere Channichthyiden waren eine 18 mm lange Postlarve von Pagetopsis macropterus im Antarctic Sound, ein 74 mm langer juveniler Cryodraco antarcticus bei King George I., und ein Jungfisch von Neopagetopsis ionah (68 mm) bei Elephant I..

Einziger Harpagiferide war Artedidraco spp. mit 18-20 mm langen Postlarven im Antarctic Sound und auf dem Südschelf der Bransfield Straße. Parachaenichthys charcoti war mit zwei Jungfischen (51 und 55 mm) und Prionodraco evansii mit einer Postlarve (23 mm) vertreten.

3.1.2 Vertikale Verteilung

Die Dauerstation 168 südlich von Elephant I. und die stratifizierten Hols mit dem RMT M während der Expedition 1982 boten Gelegenheit, Informationen zur vertikalen Verteilung der Fischbrut zu gewinnen. Dabei soll zunächst mit Hilfe der Hols der Dauerstation 168 die Tiefenzonierung der Fischbrut innerhalb eines sehr eng begrenzten Seegebiets aufgezeigt werden, bevor anhand zweier Schnitte eine großräumige Darstellung der Vertikalverteilung der häufigsten Arten im Februar 1982 gegeben wird.

Die Dauerstation 168 lag mit Lottiefen von 600-1160 m über dem Schelfabhang südlich von Elephant I. . Unterhalb der erwärmten Deckschicht bis 50 m mit Wassertemperaturen von 1.8° bis 1.0°C war ein allmählicher Temperaturübergang bis zum kalten Bodenwasser in etwa 550-600 m Tiefe zu beobachten (STEIN 1979, Fig.9, Seite 84). Die Temperaturen betragen von 50 bis 200 m etwa 1.0° bis 0°C und von 200 bis 400 m etwa 0° bis -0.5°C und nahmen bis 600 m auf -1.0°C ab. Der Wind wehte in den ersten Tagen der Dauerstation aus NNW und drehte später auf W (STEIN 1979).

34 der 36 Hols der Station 168 wurden nach den jeweils befischten Tiefenstufen (vgl. 2.2.1) zusammengefaßt. Zwei Hols wurden nicht berücksichtigt, da sie wegen technischer Fehler von 400-0 m und horizontal in 400 m Tiefe gefischt hatten. Aufgrund der unterschiedlichen Mächtigkeiten der befischten Tiefenstufen wurden die Abundanzen pro 10^3 m^3 in Werte pro m^2 umgerechnet und dann die mittlere Abundanz (Mediane) in den jeweiligen Tiefenstufen berechnet. Die drei oberen Tiefenhorizonte von 0 bis 200 m wurden zunächst auf Tag - Nacht Unterschiede geprüft, wobei die sechs Dämmerungsfänge zu den Tagfängen gezählt wurden. In der obersten Schicht von 20 bis 0 m hielten sich tagsüber (6 Hols) im Mittel 0.30 Tiere ($0.07-1.08$) pro m^2 auf, während ihre Anzahl in den Nachtfängen (4 Hols) mit im Mittel 0.64 pro m^2 ($0.09-0.77$) erhöht schien; der Unterschied war jedoch nicht signifikant (Mediantest, $\alpha =$

0.05). In 50 bis 20 m (4 Hols) waren es am Tage im Mittel 0.02 Postlarven pro m² (0.004-0.42); in die Nachtstunden fielen hier nur zwei Fänge mit 0.40 und 0.72 pro m². Auch der Tiefenhorizont 200 bis 50 m wies mit durchschnittlich 0.02 Tieren am Tage (5 Hols, 0-0.17) niedrigere Postlarvenzahlen pro m² auf, als die beiden Nachtfänge mit je 0.24 Tieren pro m². Da in allen drei Tiefenstufen die Tendenz zu größeren Fängen bei Dunkelheit vorlag, ist Fluchtreaktion zumindest vor dem RMT 1 nicht völlig ausgeschlossen. Der nicht signifikante Tag - Nacht Unterschied in der oberen Schicht, die dieser Effekt am stärksten treffen sollte, zeigt aber eher, daß die Streuung der Abundanz größer ist als der Einfluß des Tageslichts. Eine Ursache für die beobachteten Differenzen kann aber Vertikalwanderung sein.

Die Postlarven der häufigsten Arten besiedelten unterschiedlich weite Tiefenbereiche (Tab. 3.8). Für die Nototheniiden N. larseni und N. nudifrons war der 50 bis 200 m Horizont die untere Verbreitungsgrenze. N. larseni war überwiegend in 0-20 m anzutreffen, trat aber noch bis 200 m gleichmäßig häufig und regelmäßig auf. Dagegen war N. nudifrons fast nur in der Deckschicht angesiedelt. Postlarvale N. kempfi blieben auf die oberen 50 m beschränkt, und auch Jungfische wurden in zwei Hols in der Tiefenstufe 50 bis 20 m gefangen. N. gibberifrons kamen in allen befischten Horizonten vor, am häufigsten aber von 0 bis 20 m. Nach WÖRNER & JAMES (1981) waren die Postlarven im Gebiet nachts an der Oberfläche konzentriert (Neustonfänge), was nach den vorliegenden Daten Vertikalwanderung über mindestens 400 m bedeutet (nur einer der fünf positiven Fänge unterhalb 200 m war ein Nachtfang). Diese Autoren gaben

Tab. 3.8: Dauerstation 168, 6.-10.2.76; mittlere Abundanz pro m² (N/m²), Anzahl der positiven Hols (n) und absolute Anzahl (abs. Anz.) der Postlarven einiger Arten und der gesamten Fischbrut in den befischten Tiefenstufen. Bei Channichthyiden sind auch Juvenile eingeschlossen. In der untersten Zeile sind die prozentualen Anteile basierend auf den mittleren Abundanz in den Tiefenstufen angegeben.

Arten	Fangtiefen Anzahl der Hols		20 - 0 m n = 10		20 - 50 m n = 6		200 - 50 m n = 7		400 - 200 m n = 6		600 - 400 m n = 5	
	N/m ²	(n)	abs. Anz.	N/m ²	(n)	abs. Anz.	N/m ²	(n)	abs. Anz.	N/m ²	(n)	abs. Anz.
<u>Notothenia larseni</u>	0.26	(9)	260	0.11	(5)	34	0.12	(4)	26	-	-	-
<u>N. nudifrons</u>	0.15	(8)	112	0.13	(4)	48	0.01	(2)	5	-	-	-
<u>N. kempfi</u>	0.04	(2)	4	0.002	(1)	1	-	-	-	-	-	-
<u>N. gibberifrons</u>	0.06	(7)	144	0.003	(3)	19	0.02	(5)	19	0.02	(3)	4
<u>Chionodraco rastrospinosus</u>	0.003	(5)	8	0.004	(5)	5	0.02	(2)	3	0.02	(5)	21
<u>Chaenodraco wilsoni</u>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02	(1)	1
<u>Cryodraco antarcticus</u>	0.002	(2)	2	0.004	(1)	1	-	-	-	0.02	(3)	3
<u>Chaenocephalus aceratus</u>	0.003	(3)	6	0.003	(1)	1	-	-	-	-	-	-
gesamte Fischbrut	0.44	(10)	543	0.28	(6)	113	0.03	(7)	53	0.05	(6)	29
relative Anteile (%)	53.7			34.2			3.7			6.1		2.4

als untere Grenze des Vorkommens tagsüber 200 m an, nahmen also offenbar an, daß die darunter gefangenen Exemplare beim Hieven des geschlossenen Netzes im Oberflächenwasser hineingeraten waren. Auf diese Möglichkeit des Fanges bei nicht ganz aufliegenden Schließstangen des Netzes und vertörnten Flappen weist auch NAST (1979) hin. Die kleineren und häufigeren Nototheniiden wie N. larseni waren davon jedoch nicht betroffen. Immerhin trägt die Vertikalwanderung von N. gibberifrons zur Erklärung der Tag - Nacht Differenzen der Oberflächenfänge bei.

Von den Channichthyiden zeigten Postlarven und Jungfische von C. rastrospinosus noch die weiteste Vertikalverteilung, wobei die meisten Tiere in den Horizonten unterhalb 50 m angetroffen wurden. In 400 bis 200 m Tiefe wurden bis zu sechs, und in 600 bis 400 m bis zu fünf Tiere in einem Hol gefangen. Eine Längenstaffelung der Postlarven mit der Tiefe lag nicht vor. C. antarcticus war mit einzelnen Exemplaren in 0 bis 50 m und in drei von sechs Hols in 400 bis 200 m Tiefe vertreten. Dagegen waren die Funde von C. aceratus auf die Deckschicht beschränkt.

Insgesamt wurden im Mittel mit 0.44 Tieren pro m² 53.7 % der Jugendstadien in den oberen 20 m und weitere 34.2 % in 20 bis 50 m angetroffen. Damit hielten sich fast 90 % der Jugendstadien in der Deckschicht auf. Mit 3.7 % kam nur noch ein geringer Teil der Fischbrut zwischen 50 und 200 m vor. Darunter wurden bis an den Bereich des Bodenwassers vor allem Postlarven und Jungfische von Eisfischen gefangen.

Die beiden Dauerstationen im Februar 1982 nördlich und südlich von Elephant I. über drei (9 Hols) bzw. zwei Tage (11 Hols) erbrachten nur geringe Anzahlen an Postlarven (vgl. 2.5), die eine ausführliche Darstellung nicht rechtfertigten. Statt dessen soll für die drei häufigsten Arten P. antarcticum, N. larseni und N. kempi die vertikale Verteilung großräumig in Verbindung mit den hydrographischen Verhältnissen analysiert werden. Da Schwerpunkte der Verbreitung dieser Arten auf dem Nordschelf der Antarktischen Halbinsel lagen, wurden zwei küstenparallele Schnitte in der südlichen Bransfield Straße und auf dem Schelf südwestlich des Palmer Archipels ausgewählt, die im direkten Einzugsbereich des Weddell See Wassers und des Bellingshausen See Wassers lagen. Der erste Schnitt verläuft von der Station 1257 (vgl. Abb. 2.6) unter Einbeziehung des Antarctic Sound über die Stationen 1050 bis 1058 nach Südwesten und weiter über die Station 1194 bis zur Station 1180 in die Gerlache Straße hinein. Der zweite Schnitt verläuft von der Station 1174 bei Anvers I. über Station 1115 annähernd küstenparallel nach Adelaide I. bis Station 1132, wobei die Hols der Dauerstation mit einbezogen wurden.

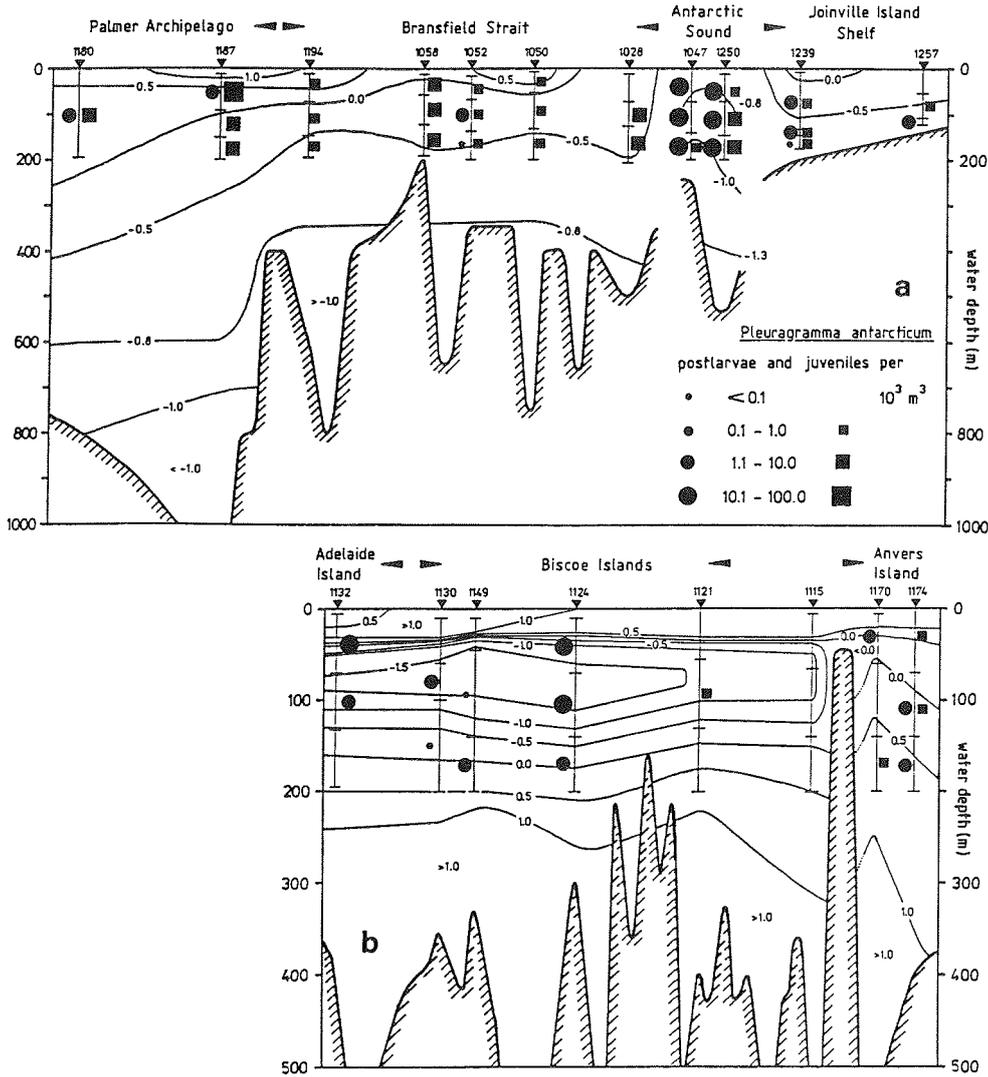


Abb. 3.28: *Pleuragramma antarcticum*; vertikale Verteilung der Postlarven und Jungfische auf einem Schnitt entlang der Antarktischen Halbinsel im Februar 1982. a) Joinville Island bis Gerlache Straße; b) Anvers Island bis Adelaide Island. Die Stationen 1047 und 1250 im Antarctic Sound liegen senkrecht zur Hauptachse des Schnitts. Hydrographische Daten nach HEYWOOD (pers. Mitt.).

Die Abb. 3.28a gibt die vertikale Verteilung postlarvaler und juveniler *P. antarcticum* auf dem Schnitt in der südlichen Bransfield Straße wieder. Die Stationen im Antarctic Sound liegen senkrecht zur Hauptachse des Schnitts. Die Bodentopographie zeigt rechts das flache Schelfgebiet nördlich von Joinville I. und in der Bildmitte die tiefen küstennorma-

len Einschnitte auf dem Südschelf. Links ist ein Ausläufer des Rinnensystems erfaßt, das die Gerlache Straße durchzieht. Die Temperaturisothermen nach Daten von HEYWOOD (pers. Mitt.) lassen den Einschub kalten (und salzreichen) Weddell See Wassers im Antarctic Sound erkennen. Die Ausdehnung des modifizierten Weddell Wassers auf dem Schnitt reicht von Station 1239 bis zur Station 1052 mit einer homogenen vertikalen Temperaturverteilung und einer saisonal erwärmten Deckschicht. Westlich dieser Station markiert die Aufwölbung der 0° Isotherme etwa den Bereich, in dem das von Nordwesten hierher vordringende Bellingshausen Wasser den Mäander beschreibt und sich mit dem modifizierten Weddell Wasser vermischt. Die Stationen 1187 und 1180 liegen bereits in den gut durchmischten Gewässern des östlichen Palmer Archipels und der Gerlache Straße mit einer ausgeprägten saisonal erwärmten Deckschicht.

Postlarven von P. antarcticum traten im Antarctic Sound und auf der benachbarten Station 1239 in allen befischten Tiefen auf. Im Antarctic Sound fanden sich auf beiden Stationen die höchsten Konzentrationen zwischen 70 und 140 m (17.7 und 55.0 pro 10^3 m^3), und die niedrigsten unterhalb 140 m (10.1 und 15.9 pro 10^3 m^3). In der Oberflächenschicht waren es 14.4 und 27.6 Tiere pro 10^3 m^3 . Weitere Funde lagen im Einflußbereich des Weddell Wassers auf Station 1052 unterhalb 70 m und auf Station 1257 in Bodennahe. Im Ostteil des Palmer Archipels waren die Postlarven in den oberen 90 m über der 0°C Isotherme anzutreffen.

Jungfische kamen über den gesamten Schnitt in allen befischten Tiefenhorizonten vor. Die höchsten Konzentrationen traten in der untersten Fangtiefe (200-135 m) mit 0.1-7.1 pro 10^3 m^3 auf mit abnehmenden Werten zur Oberfläche hin: 0.1-2.3 in 140-70 m und 0.1 bis 2.2 in 70-0 m. Die Ausnahme war Station 1187 im Ostteil des Palmer Archipels, wo mit 21.7 Jungfischen pro 10^3 m^3 in der oberflächennächsten Schicht die höchsten Abundanzen registriert wurden und die Werte in den unteren Horizonten über 7.5 auf 2.5 pro 10^3 m^3 abnahmen.

Der zweite Schnitt südwestlich von Anvers I. zeigt eine gänzlich andere hydrographische Situation (Abb. 3.28b). Unterhalb der saisonalen Deckschicht liegt als Überbleibsel der winterlichen Vertikalkonvektion das Bellingshausen See Winter Wasser etwa innerhalb der -0.5°C Isotherme mit Kerntemperaturen von weniger als -1.5°C. Unterhalb dieses Wasserkörpers ist ab etwa 250 m der Übergang zum Warmen Tiefenwasser auszumachen. Das Tiefenwasser selbst liegt in größerer Tiefe seewärts des Schnittes und ist daher in der Abb. 3.30b nicht dargestellt. Bei Adelaide I. ist in der Deckschicht der Einfluß der Schmelzwässer der Gletscher der Insel erkennbar. Die beiden Stationen bei Anvers I. liegen im westlichen Eingang zur Gerlache Straße.

Auf diesem Schnitt waren postlarvale P. antarcticum im Südwesten im Winter Wasser, aber auch in den in die Deckschicht reichenden Fängen zu finden. Die Stationen 1130 und 1149 sind die beiden Nachweise auf der Dauerstation querab der südlichen Biscoe Inseln. Unterhalb 200 m wurden hier keine Postlarven mehr angetroffen. In der Deckschicht betrug die Abundanz im Einflußbereich des Schmelzwassers bei Adelaide I. 14.4 und auf Station 1124 10.4 Tiere pro 10^3 m^3 . Im Winterwasser war die Verteilung sehr fleckenhaft mit Abundanzen von weniger als 0.1 bis 14.8. In der untersten Tiefenstufe hielten sich nicht mehr als 2.9 Tiere pro 10^3 m^3 auf. Bei Anvers I. kamen die Tiere jenseits der Schwelle in der Oberflächenschicht, weiter unter Land aber erst unterhalb 70 m vor. Jungfische traten auf diesem Schnitt nur auf Station 1121 im Winter Wasser auf. Bei Anvers I. war die Vertikalverteilung der der Postlarven entgegengesetzt.

Unter Einbeziehung aller positiven Stationen lagen die höchsten Konzentrationen postlarvaler P. antarcticum in der mittleren Tiefenstufe von 70 bis 135 m und die geringsten in 135 bis 200 m. Die aus den Werten pro 10^3 m^3 in Werte pro m^2 umgerechneten Abundanzen betragen in 0-70 m im Mittel 0.31 ± 0.51 , in 70-135 m lagen sie bei 0.49 ± 1.08 und in 135-200 m bei 0.15 ± 0.26 Postlarven pro m^2 ($n = 15$ Standardhols). Damit waren 32.6 % der Tiere in der obersten, 51.6 % in der mittleren und 15.8 % in der untersten Tiefenstufe anzutreffen. Die absoluten Anzahlen (RMT 1+8 M) beliefen sich auf 105 Tiere (29.8%) in 0-70 m, 157 Tiere (44.5 %) in 135-200 m und 91 Tiere (25.8 %) in 135-200 m.

Im Gegensatz dazu waren juvenile P. antarcticum in Oberflächennähe weniger und mit zunehmender Fangtiefe häufiger anzutreffen. In 0-70 m betrug die mittlere Abundanz 0.018 ± 0.026 , in 70-135 m 0.028 ± 0.040 und in 135-200 m 0.046 ± 0.118 Jungfische pro m^2 ($n = 25$ positive Standardhols), was Anteilen von 19.6 %, 30.4 % und 50.0 % in diesen Tiefenstufen entspricht. Die absoluten Anzahlen (RMT 1+8 M) in den respektiven Tiefen waren 58 (16.8 %), 104 (30.1 %) und 184 Tiere (53.2 %). Station 1187 wurde von den Berechnungen ausgeschlossen, da ihre Daten diese Ergebnisse auf den Kopf gestellt hätten; sie war nach der 4- σ -Regel als Ausreißer anzusehen (SACHS 1974), da die Abundanz in 0-70 m mit 0.16 pro m^2 größer war, als die vierfache Standardabweichung der mittleren Abundanz in dieser Fangtiefe.

Die Unterschiede zwischen den Tiefenstufen sind aufgrund der hohen Streuung der Abundanzen nicht abzusichern. Die relativen wie auch die absoluten Häufigkeiten lassen aber in der Tendenz die unterschiedlichen vertikalen Verbreitungsmuster der Postlarven und Jungfische erkennen: Mehr als 80 % der Postlarven hielten sich in den oberen 135 m auf, während mehr als 80 % der Jungfische in 70 bis 200 m vorkamen.

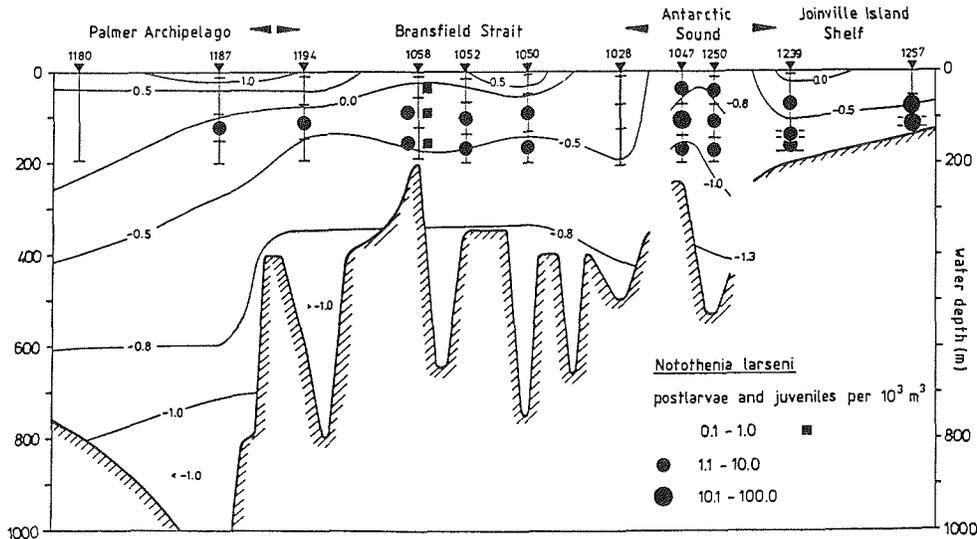


Abb. 3.29: *Notothenia larseni*; vertikale Verteilung der Postlarven und Jungfische auf einem Schnitt entlang der Antarktischen Halbinsel (Joinville Island bis Gerlache Straße) im Februar 1982. Die Stationen 1047 und 1250 im Antarctic Sound liegen senkrecht zur Hauptachse des Schnitts. Hydrographische Daten nach HEYWOOD (pers. Mitt.).

Die Abb. 3.29 gibt die vertikale Verteilung der Postlarven und Jungfische von *N. larseni* auf dem ersten Schnitt wieder. Postlarven waren im Antarctic Sound und bei Joinville I. in der gesamten befischten Wassersäule mit 1.5 - 14.2 pro 10³ m³ anzutreffen. Auf dem Südschelf der Bransfield Straße fällt die Beschränkung auf die unteren Tiefenstufen auf. Auf Station 1050 liegt die oberste Tiefenstufe über der 0°C Isotherme, auf den Stationen 1052 und 1058 verläuft sie durch die Fangbereiche der oberen Netze, so die erwärmte Deckschicht von den Postlarven offenbar gemieden wird. Auch im Ostteil des Palmer Archipels fällt die obere Schließtiefe der positiven Fänge annähernd mit der 0°C Isotherme zusammen. Die höchsten Konzentrationen wurden auf der nordöstlichsten Station über dem flachen Schelf von Joinville I. mit 10.5 und 18.8 pro 10³ m³ in Bodennähe registriert. Jungfische traten auf Station 1058 in der Bransfield Straße in der gesamten Wassersäule auf (Abb. 3.29).

Postlarven von *N. kempfi* waren im Februar 1982 auf dem südwestlichen Schnitt häufig. Hier traten sie fast ausschließlich im Bellingshausen See Winter Wasser und im Einflußbereich des Warmen Tiefenwassers darunter auf (Abb. 3.30). Zwischen 70 und 200 Metern waren die Abundanzen mit meist 13.1-22.1 Tieren pro 10³ m³ am höchsten, unterhalb 200 m betrug sie meist 1.2-2.3 pro 10³ m³. Auf Station 1154 waren die Tiere auch in der Deckschicht zu finden, die untere Schließtiefe des Netze lag jedoch in der oberen Peripherie des Winter Wassers. Ein Nachweis

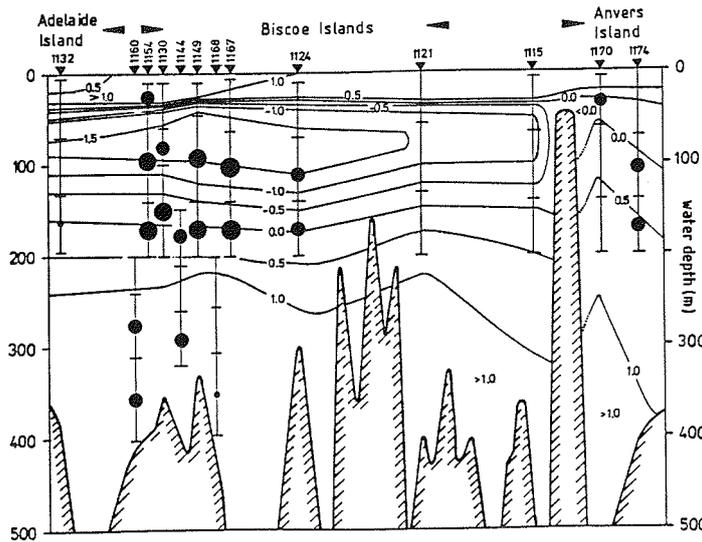


Abb. 3.30: *N. kempii*; vertikale Verteilung der Postlarven auf einem Schnitt entlang der Antarktischen Halbinsel im Februar 1982 (Anvers Island bis Adelaide Island). Zur relativen Häufigkeit vgl. Abb. 3.29 a.

von *N. kempii* lag nördlich von Anvers I. am äußeren Schelfrand (vgl. Abb. 3.23). Auf diesem Schnitt lag das Winter Wasser etwa zwischen 40 und 110 m und darunter die Temperaturinversion zum Warmen Tiefenwasser (HEYWOOD 1985). Postlarven fehlten in der Deckschicht und traten erst im Tiefenhorizont 40-140 m mit 66.3 und von 210-140 m mit 14.6 Tieren pro 10^3 m^3 auf. *N. kempii* war also auch hier auf das Winter Wasser und tiefere Wasserschichten beschränkt.

Schließlich soll anhand der Stufenfänge im Februar 1982 das vertikale Verteilungsmuster der gesamten Fischbrut im Untersuchungsgebiet gegeben werden. Gemessen an der mittleren Abundanz pro m^2 ($n = 37$ für Fischbrut positive Hols) waren in der obersten Tiefenstufe (0-70 m) mit 0.22 ± 0.45 Postlarven 18.6 %, in der mittleren Stufe (70-135 m) mit 0.68 ± 1.37 Tieren 57.6 % und in der untersten Stufe (135-200 m) mit 0.28 ± 0.42 Tieren pro m^2 noch 23.7 % der Fischbrut anzutreffen. Somit hielten sich gut drei Viertel der Fischbrut in den oberen 135 Metern der befischten Wassersäule auf, wobei mehr als die Hälfte der Tiere zwischen 70 und 135 m gefangen wurde. Die Gesamtzahl der Postlarven im RMT 1+8 M belief sich in 0-70 m auf 177 Tiere (23.2 %), in 70-135 m auf 366 (48.0 %) und in 135-200 m auf 220 Postlarven (28.8 %). Unterhalb 200 m wurden insgesamt nur elf Exemplare, davon neun *N. kempii* gefangen. Gemessen an der Gesamtanzahl aller Individuen im RMT 1+8 M ($n = 774$) machten diese elf Postlarven lediglich 1.4 % aus.

3.1.3 Diskussion zur Verbreitung

Aus der Vertikalverteilung der Fischbrut im Februar 1982 ist klar ersichtlich, daß eine Standardfangtiefe von 140 m (Expeditionen 1977/78 und 1981) das tieferstehende Ichthyoplankton nicht erfaßte; dieser Mangel war 1977/78 durch die tiefen Fänge auf Krilleier und -larven nur zum Teil kompensiert. Vor allem im November/Dezember dürfte bei einigen Arten der Anteil an Dottersackstadien unterschätzt sein, da sie sich eher noch in tieferem Wasser aufhalten werden; nur sechs der 20 Hols über dem Schelf reichten aber bis in Grundnahe. Im Januar und Februar fischten die meisten der grundnahen Hols über dem Schelfgebiet bei Joinville I., wo bei mehreren Arten der Verbreitungsschwerpunkt lag. Auf die relative Häufigkeit haben die unterschiedlichen Standardtiefen keine große Auswirkung. Unter der Annahme, daß sich bei 200 m Standardtiefe das filtrierte Seewasservolumen des RMT 1+8 gegenüber 135 m um etwa 48 % vergrößert, die Postlarvenzahl aber nur um 41 % zunimmt (Februar 1982), liegt der Fehler für die Abundanz bei einer Standardtiefe von 140 m gegenüber 200 m grob bei 15 % Überschätzung. Die Abundanz der Jungfische von Pleuragramma antarcticum wird jedoch bei 140 m stark unterschätzt, da die Anzahl Fische um gut 110 % zunimmt (Februar 1982), und der Korrekturfaktor damit bei etwa 2.3 liegt. Hols bis 200 m Tiefe erwiesen sich als ausreichend zur Erfassung von wenigstens 90 % der Fischbrut bei intensiver kleinräumiger Aufnahme (St. 168), und von fast 100 % bei extensivem großräumigem Stationsnetz.

Im Gegensatz zu den gutdurchmischten Gewässern in der Bransfield Straße wurde auf der Dauerstation südlich von Elephant I. eine ausgeprägte Sprungschicht und eine ganz andere Vertikalverteilung der Fischbrut angetroffen. Den stärksten Kontrast bildete die hohe Konzentration postlarvaler Nothothenia larseni in der erwärmten Deckschicht, während sie im Oberflächenwasser im Süden der Bransfield Straße im Februar 1982 nicht gefunden wurden. Die Gewässer südlich von Elephant I. werden hauptsächlich durch Wassermassen aus der Bransfield Straße beeinflusst (HEYWOOD 1985). Es kann jedoch kurzzeitig zur Advektion von Wasserkörpern aus der Weddell See kommen, wie es auch während der Dauerstation unterhalb der Deckschicht beobachtet wurde (STEIN 1979). Aufgrund des starken Unterschiedes zwischen den Abundanzen der Fischbrut in der Deckschicht und im durchmischten Wasser darunter kann es sich um Postlarven verschiedener Herkunft handeln, wobei die Sprungschicht den vertikalen Austausch weitgehend unterbindet. Die auf die Deckschicht beschränkte Fischbrut wäre dann mit der vorherrschenden Windrichtung im Oberflächenwasser vom Schelf der Insel verdriftet (vgl. STEIN 1979), während die Postlarven im unteren, durchmischten Wasserkörper mit großräumigen Transportvorgängen an den Schelfabhang gelangt sind.

Von den wenigstens 20 Arten, die im Untersuchungsgebiet gefunden wurden, stellten drei Arten zusammen in fast allen Jahren mehr als 90 % der Fischbrut: Notothenia larseni, N. kempi und Pleuragramma antarcticum, bei letzterer von 1977/78 einmal abgesehen. Im Sommer 1976 war mit N. gibberifrons noch eine weitere Art stark vertreten, die aber in den anderen Jahren nicht oder nur vereinzelt vorkam. Im Ichthyoplankton der südlichen Weddell See fand KELLER (1982) elf notothenioide Arten. Postlarven von P. antarcticum herrschten dort in mehreren Sommern mit 85-98 % der Individuen vor (KELLER 1982, HUBOLD 1984). Im Untersuchungsgebiet wurden so hohe Dominanzen nur im Frühjahr bei N. larseni registriert. Die Werte gingen dann bis zum Januar/Februar auf etwa die Hälfte des Novemberwertes zurück, während mit frisch geschlüpften N. kempi, postlarvalen N. nudifrons und P. antarcticum weitere häufige Arten hinzutraten, und die Dominanzverhältnisse im Ichthyoplankton ausglich. Die pelagische Jungfischfauna wurde aber fast durchweg zu 65-95 % von P. antarcticum beherrscht, was die durchgehend pelagische Lebensweise dieser Art widerspiegelt, da die anderen Jungfische früher oder später zur benthischen Phase übergehen. Für die häufigsten Arten sollen die Ergebnisse zur Verbreitung ausführlicher diskutiert werden:

Notothenia larseni. Die Brut war in allen Jahren über das gesamte Untersuchungsgebiet verbreitet. Adulte Fische wurden von Adelaide I. im Südwesten bis Elephant I. im Nordosten nachgewiesen und sind in mäßigen Tiefen überall häufig anzutreffen (DANIELS 1982, IWAMI & ABE 1982, KOCK 1982, LIPPS & DANIELS 1983). Da Larven und Postlarven im November 1977 im gesamten eisfreien Teil der Bransfield Straße und bei Elephant I. auf fast allen Stationen südlich von 61°S angetroffen wurden, gibt es wahrscheinlich auf allen Schelfgebieten Laichgründe. Die vielen ozeanischen Funde weisen daraufhin, daß bereits ein großer Teil der Larven in die zentrale Bransfield Straße verdriftet ist, und mit dem Strom im Norden der Straße über den Schelf südlich von Elephant I. gelangt ist. Mehrere isolierte Funde lagen in der südlichen Scotia See. Bis zum Januar/Februar und März 1978 war eine Ausdünnung der Postlarvenpopulation besonders um Elephant I. zu beobachten, während auf dem Schelf bei Joinville I. nach dem Abzug des Packeises hohe Postlarvenkonzentrationen vorkamen. Die Rolle des Schelfs um Joinville I. als potentiell Laichgebiet ist zunächst schwer einzuschätzen, da hier keine Daten aus Grundschieppnetzfangen vorliegen. Eine Ausbreitung der Postlarven nach Süden mit dem Abzug des Packeises erscheint zunächst naheliegend, wäre aber der Ausbreitungsrichtung der Wassermassen entgegengesetzt. Vielmehr ist anzunehmen, daß die Brut mit dem küstennahen Weddell Wasser aus den südlichen Schelfgebieten zum Antarctic Sound und nach Joinville I. transportiert wird, wo es auf dem flachen Schelf zur Anreicherung von Postlarven kommt. Die höchsten Abundanzen lagen auch im Februar

1982 bei Joinville I.; der Eintrag von Brut im Antarctic Sound erstreckte sich über den gesamten oberen Teil der Wassersäule.

Notothenia kempfi. Die Art ist zirkumantarktisch verbreitet, kommt aber hauptsächlich in größeren Tiefen auf dem oberen Schelfabhang vor (PERMITIN 1969, DEWITT 1971). DeVRIES & LIN (1977) konnten für N. kempfi die bei notothenioiden Fischen übliche Gefrierresistenz des Blutes nicht nachweisen, und betonen die Bedeutung des warmen Tiefenwassers für das Überleben der Fische. Im Untersuchungsgebiet sind sie von Elephant I. (KOCK 1982) und nördlich der Süd Shetland Inseln (IWAMI & ABE 1982) bis in die Schelfgebiete des Palmer Archipels und der Biscoe Inseln verbreitet (GUBSCH & HOFFMANN 1981), wo sie erst ab 300 m Tiefe in größeren Mengen gefangen wurden (SOSINSKI & SKORA 1979).

Da die frühen Postlarven ab Anfang Januar entlang des Schelfabhanges des Kontinent und der Süd Shetland Inseln im Ichthyoplankton auftraten, werden die Eier wahrscheinlich im Warmen Tiefenwasser auf dem oberen Schelfabhang abgelaicht. In der Bransfield Straße, wo dieser Wasserkörper weitgehend fehlt (CLOWES 1934, vgl. 1.3), wurden auch nur auf wenigen Stationen Postlarven gefunden. Die Ausdehnung des Laichgebiets dürfte im Januar/Februar 1978 aufgrund seiner Tiefenlage stark unterschätzt sein. Im Februar 1982 wurden die Tiere im Südwesten noch im Bereich der Temperaturinversion, zum größten Teil aber bereits im kalten Winterwasser angetroffen. Die signifikanten Größenunterschiede der Brut aus verschiedenen Gebieten in diesem Monat lassen auf eine bis in den Februar anhaltende Schlüpfperiode schließen; noch in den Märzmonaten traten sehr kleine Tiere auf. Die Verdriftung ist durch die lange Schlüpfperiode nur schwer zu rekonstruieren. Wahrscheinlich folgt sie der Ausbreitung des Bellingshausen See Winter Wassers nach Nordosten, wobei kontinuierlich schlüpfende Brut hinzutritt. Im März 1978 wurden im Einstrombereich dieses Wassers bei den westlichen Süd Shetland Inseln Postlarven über dem Schelfabhang angetroffen, und auch im Februar 1982 blieben die Tiere in der Bransfield Straße auf den Einflußbereich des Bellingshausen See Wassers beschränkt.

Der oben erwähnte Mangel an frostschtützenden Glykoproteinen bei Adulten steht zunächst im Widerspruch zu den Vorkommen der Brut im Winter Wasser mit Kerntemperaturen von -1.5°C . Ferner überwintern die Postlarven vor der Transformation wie die Funde später Postlarven im November 1977 zeigen. Hieraus ließe sich die Forderung nach der Fähigkeit der frühen Stadien ableiten, diese Proteine zu synthetisieren, um die lange pelagische Phase mit möglichen Eiskristallkontakten vor allem im Winter zu überleben. Diese Fähigkeit ginge dann mit oder nach der Transformation oder mit dem Übergang zum Bodenleben verloren.

Notothenia nudifrons. Postlarven dieser Flachwasserart waren im Gebiet weit verbreitet, traten jedoch erst ab Januar in den Fangen auf. Ungeöhnlich waren die polymodalen Längenfrequenzen oder entsprechend weiten Längenbereiche. Nach PERMITIN & SILYANOVA (1971) laicht die Art vermutlich im Herbst in Küstennähe oberhalb 100 m ab. Diese Autoren weisen ausdrücklich auf die synchrone Eireifung hin, so daß Portionslaichen auszuschließen ist. DANIELS (1978) beobachtete bei Harpagifer bispinis, die ihre Nester (Brutpflege) bis ins untere Litoral hinauf anlegen, daß der Schlupf im Frühjahr mit dem Aufbrechen der Eisdecke und zunehmender Länge des Tageslichts einsetzte. Larven von H. bispinis wurden 1977/78 noch im Januar gefunden (vgl. 3.1.2.2). Bei der weiten Verbreitung adulter N. nudifrons von südlich Adelaide I. bis Elephant I. (LIPPS & DANIELS 1983, KOCK 1982) könnten mehrere Kohorten aufgrund der zeitlich-räumlichen Variation des Aufbrechens der Eisdecke auftreten. Das Abbläichen und Schlüpfen im Flachwasser erklärt auch das späte Auftreten der Tiere in den überwiegend küstenfernen Fangen. In der Gerlache Straße im Palmer Archipel wurde Brut von N. larseni nie gefunden, von N. nudifrons dagegen regelmäßig. Durch das tiefe Rinnensystem sind Flachwassergebiete hier nur sehr schmal und der Schelfabhang steil. Dies erhärtet die Annahme, daß N. nudifrons im Flachwasser abbläicht, N. larseni dagegen eher auf dem tieferen Schelf.

Chionodraco rastrospinosus. Das Verbreitungsmuster des häufigsten Eisfisches im Ichthyoplankton war dem von N. larseni sehr ähnlich; beide Arten kamen von November bis Februar auf 34 von 41 für die Eisfische positiven Stationen gemeinsam vor, wobei die Abundanzen immer ein bis zwei Zehnerpotenzen unter N. larseni lagen. Nach Südwesten kamen Larven und Postlarven aber nur bis westlich Anvers I. vor. Adulte C. rastrospinosus sind die wohl häufigsten Eisfische auf den Schelfs nördlich und südwestlich des Palmer Archipels und nördlich der Süd Shetland Inseln (IWAMI & ABE 1982, GUBSCH & HOFFMANN 1981), treten aber südlich von 67°S und bei Elephant I. nur noch in Einzelexemplaren auf (GUBSCH 1982, KOCK 1982). Dies deckt sich weitgehend mit der Verbreitung der Larven und Postlarven im November/Dezember 1977. Der Nordschelf der Süd Shetlands als möglicher Laichplatz (GUBSCH & HOFFMANN 1981) konnte hier nicht bestätigt werden; vielmehr sind der Südschelf der Bransfield Straße bis Joinville I. und die nordwestliche Weddell See als mögliche Laichgründe anzusprechen. Im Januar/Februar 1981 kamen Postlarven entlang der Eiskante östlich Joinville I. bis etwa 50°W in Weddell Wasser vor (KELLERMANN & KOCK 1984), häufigste Art waren sie auch in Krillfangen in der Bransfield Straße (SŁOSARCZYK & REMBISZEWSKI 1982).

Die übrigen Eisfische kamen im Untersuchungsgebiet nur sporadisch vor. Eine Ursache ist nach den Ergebnissen zur Vertikalverteilung in der unzureichenden Standardfangtiefe zu suchen, möglich ist aber auch Flucht-

reaktion vor dem RMT 8. Pseudochaenichthys georgianus und Chaenocephalus aceratus treten aber als Adulte bei den Süd Shetland Inseln und westlich des Palmer Archipels in der Grundschieppnetzfisherei nur als Beifang auf (GUBSCH 1982). Unter Berücksichtigung der geringen relativen Fruchtbarkeit dieser Arten (PERMITIN 1973, vgl. Tab. 4.1) dürfte daher die tatsächliche Häufigkeit der Brut kaum unterschätzt sein. Der einzige bekannte Fang- und wahrscheinlich auch Laichplatz adulter Chaenodraco wilsoni ist der Schelf bei Joinville I. (GUBSCH 1982). Jungfische waren im Februar und März 1981 als Krillbeifang in der Bransfield Straße häufig vertreten (SLOSARCZYK & REMBISZEWSKI 1982). Zur gleichen Zeit (März 1981) fanden sich dort juvenile Tiere in nur drei RMT Fangen so daß (wie auch im März 1978) die Verbreitung unterschätzt wurde.

Pleuragramma antarcticum. Postlarven traten hauptsächlich in drei Gebieten auf: im Einstrombereich des Weddell See Wassers auf dem Südschelf der Bransfield Straße bis Joinville I., in der nordöstlichen Bellingshausen See und im Palmer Archipel. Bisher waren die Nachweise der Brut auf die nördliche Davis See (PAPPENHEIM 1912), das Ross Meer (REGAN 1916, DeWITT & TYLER 1960) und die südliche Weddell See (KELLER 1983, HUBOLD 1984, 1985a) beschränkt, wo sie meist massenhaft vorkam. Laichgebiete der zirkumantarktischen Art liegen somit in Seegebieten an der Kontinentalschelfeiskante. Im Untersuchungsgebiet wurden bei den Biscoe Inseln durch Grundschieppnetz- und pelagische Fischerei Konzentrationen festgestellt (SOSINSKI & SKORA 1979). DANIELS & LIPPS (1982) beschreiben die Adulten als verbreitet von südlich Adelaide I. bis zum Palmer Archipel, wobei stellenweise Schwärme von mehreren tausend Tieren unter dem Meereis beobachtet wurden (DANIELS 1982). Nördlich der Süd Shetland Inseln und bei Elephant I. wurde die Art mit nur wenigen Exemplaren oder als Beifang in Grundschieppnetzen registriert (IWAMI & ABE 1982, KOCK 1982).

In der inneren Weddell See erreichten die Postlarven in mehreren Jahren Abundanzen von durchschnittlich 9-140 und maximal 300-3700 Tieren pro 10^3 m^3 (KELLER 1983, HUBOLD 1984). An der Antarktischen Halbinsel betragen die mittleren Abundanzen in den Februarmonaten 5-16 und im März 1981 77 Tiere pro 10^3 m^3 . Höchstwerte lagen bei 33-143 pro 10^3 m^3 . Die Unterschiede liegen im Bereich einer Zehnerpotenz, womit das Untersuchungsgebiet eher als Peripherie benachbarter Laichgründe anzusprechen ist.

Schelfeisregionen als potentielle Laichgebiete an der Halbinsel liegen im Südwesten südlich von Adelaide I. und mit dem Larsen Schelfeis in der nordwestlichen Weddell See. Die fleckenhafte Verteilung der Postlarven im Bellingshausen See Winter Wasser im Südwesten (Februar 1982)

läßt auf eine Verdriftung mit dem nordöstlich setzenden Wasser aus weiter südlich gelegenen Laichgründen schließen, die bis zum Palmer Archipel reicht. Die hohen Abundanzen später Postlarven im März 1981 wären damit als Hinweis auf eine weit nach Norden reichende Drift großer Larvenvorkommen zu werten. Die Annahme eines Laichgebietes südlich der Spitze der Halbinsel läßt sich aus den hohen Konzentrationen an Postlarven ableiten, die mit dem Weddell See Wasser durch den Antarctic Sound und über Joinville I. in die Bransfield Straße gelangen.

Der nahezu vollständige Ausfall von Postlarven in der Saison 1977/78 kann mit dem jetzigen Stand der Kenntnisse nicht befriedigend erklärt werden, dokumentiert aber jährliche Schwankungen des Laicherfolges. Diese wurden auch in der südlichen Weddell See beobachtet und dort mit der veränderlichen Position und Ausdehnung einer küstennahen Polynia in Zusammenhang gebracht (HUBOLD, 1984), was jedoch der langjährigen Verfolgung bedarf. Immerhin war 1977/78 der Schelf bei Joinville I. noch im November eisbedeckt.

Wie die Verbreitung juveniler P. antarcticum im November 1977 zeigt, waren die Tiere nach der Überwinterung bereits über die Bransfield Straße verteilt. Das größte Vorkommen lag im östlichen Palmer Archipel. Von Januar bis März 1978 traten die meisten Tiere im Ostteil der Straße und in der nordwestlichen Weddell See meist über dem flachen Schelf auf, die unzureichende Standardfangtiefe wird aber die Verbreitung im übrigen Gebiet unterschätzt haben. Eine ungewöhnlich weite Verbreitung der Jungfische in der Straße zeigte sich aber im Februar 1982. Hier muß ein Zusammenhang zu den großen Vorkommen später Postlarven im März 1981 im Palmer Archipel angenommen werden, zumal dort einer der reichsten Jungfischfänge im Februar 1982 gemacht wurde. Daraus folgt, daß sich die Jungfischpopulation in der Bransfield Straße teils aus der Weddell See, teils aber auch durch Eintrag von Brut aus der Bellingshausen See rekrutiert.

Die relative Häufigkeit der Jungfische ist deutlich höher als in der inneren Weddell See. Dort waren es meist 0.01 - 0.1, maximal 5.3 pro 10^3 m^3 (HUBOLD 1984), während die mittlere Abundanz hier 1.0 - 5.2, maximal 28 Tiere pro 10^3 m^3 betrug, also um wenigstens eine Zehnerpotenz höher lag. Dies kann auf verringerte Mortalität der Postlarven an der Antarktischen Halbinsel hindeuten, jedoch ist von einem zusätzlichen Eintrag von Jungfischen aus der nordwestlichen Weddell See auszugehen. Für den Südwesten des Untersuchungsgebietes kann eine Einwanderung juveniler P. antarcticum ausgeschlossen werden.

Der Artenreichtum des Ichthyoplankton war auf dem Südschelf der Bransfield Straße bis Joinville I. am größten. Dies wurde auch im Beifang

von Krillfängen beobachtet (SLOSARCZYK & REMBISZEWSKI 1982). In diesem Gebiet sind neben N. larseni und N. nudifrons vor allem Laichplätze von C. rastropinosus, Chaenodraco wilsoni und Trematomus newnesi zu suchen. Zusätzlich wird aber Fischbrut aus dem Schelfgebiet südlich von Joinville I. mit dem Küstenwasser eingebracht; hier lagen Funde von Pagetopsis macropterus, T. eulepidotus, T. scotti und Prionodraco evansii, sämtlich Arten, deren Verbreitungsschwerpunkte in der südlichen Weddell See liegen (KOCK et al. 1984). Die Antarktische Halbinsel repräsentiert ein Übergangsbereich zwischen der hochantarktischen Fischfauna der permanenten Packeiszone und der der überwiegend eisfreien Zone der Inseln des nördlichen Scotia Bogens (PERMITIN 1977). Dies spiegelt sich im Ichthyoplankton wider; mit den Arten der Gattung Notothenia und den Eisfischen P. georgianus und C. aceratus waren auch Arten vertreten, deren Verbreitung bis Süd Georgien reicht.

Die Individuendichten des Ichthyoplankton zeigte gemessen an der mittleren Abundanz in den Sommermonaten Januar und Februar keine dramatischen jährlichen Schwankungen. Einzelne Arten aber kamen durchaus mit variierenden Häufigkeiten vor; bei N. larseni lag auch unter Berücksichtigung der Überschätzung der Postlarvenzahlen 1977/78 offenbar ein starker Jahrgang vor und N. gibberifrons zeigte wie P. antarcticum in dieser Saison, aber auch 1982 Totalausfall. Zumindest für 1977/78 ist er als sicher anzunehmen, da bei Elephant I., wo die Art 1975/76 häufig war, ein engmaschiges Stationsnetz lag und da weiterhin zahlreiche Neustonfänge getätigt wurden. Bei Süd Georgien wurde Brut von N. gibberifrons auch 1977/78 und 1982 gefunden (eigene unveröff. Daten). Die Annahme eines Zusammenhanges zwischen den hohen Larvenvorkommen an N. larseni und dem Ausfall der beiden Arten scheint attraktiv, wäre zum gegenwärtigen Kenntnisstand aber verfrüht.

Die überwiegende Mehrzahl der notothenioiden Arten war im Ichthyoplankton des Gebiets bereits im Frühjahr anzutreffen. Die Dauer der larvalen und postlarvalen sowie der pelagischen Jungfischphase zeigte aber teils erhebliche interspezifische Unterschiede; nicht alle Arten beenden ihre pelagische Entwicklung innerhalb einer Saison (Abb. 3.31). P. antarcticum ist hier die Ausnahme, da der gesamte Lebenszyklus im Pelagial verläuft. Die Larven schlüpfen bereits im Dezember (REGAN 1916, vgl. 3.1.4.2), Postlarven treten jedoch erst ab Anfang Februar im Untersuchungsgebiet auf. N. larseni und N. kempfi haben beide eine ausgedehnte Postlarvalphase und sind noch während des zweiten Sommers als Jungfisch pelagisch. Bei N. larseni liegt die Metamorphose in den Wintermonaten, während die erst im Sommer schlüpfenden N. kempfi noch als Postlarven überwintern. N. kempfi laicht nach PERMITIN & SILYANOVA (1971) im Herbst. Die Inkubationszeit wäre aber bei Eidurchmessern von 0.6-1.3 mm (op. cit., vgl. Tab. 4.1) ungewöhnlich lang. Die vorliegenden Ergebnisse zum

Schlupf lassen eher auf ein Abbläichen im Frühjahr schließen. Juvenile N. larseni von 54-59 mm Länge wurden bei den Süd Orkneys im August im Flachwasser gefangen (EVERSON 1969), und gehen offenbar erst zu Beginn des Winters in die benthische Phase. Bei juvenilen N. kemp setzt sie gegen Ende Februar ein; bei den Süd Orkneys wurden 60 mm lange Jungfische im März im Grundschieppnetz gefangen (PERMITIN 1969). N. nudifrons wird sehr viel früher schlüpfen, als aus Abb. 3.31 ersichtlich; die Postlarvalphase erstreckt sich über einen längeren Zeitraum und vermutlich noch über den März hinaus, da auch Postlarven im März noch keine Ansätze von Jungfischpigment zeigten.

Trematomus newnesi und T. scotti beenden beide ihre pelagische Entwicklung im ersten Sommer, unterscheiden sich aber hinsichtlich der Dauer der pelagischen Juvenilphase erheblich. T. scotti schlüpft vermutlich im Winter, T. newnesi schlüpft im Frühjahr. Auch die drei häufigsten Eisfischarten im Ichthyoplankton des Gebiets schließen ihre pelagische Entwicklung im ersten Sommer ab. C. antarcticus und vor allem C. rastrospinosus haben eine ausgedehnte Postlarvalentwicklung den Sommer über, während C. wilsoni bereits ab Anfang Januar nur noch als Juvenile anzutreffen waren. Bei den Süd Orkneys waren 47-52 mm lange C. rastrospinosus noch Anfang April in pelagischen Fangen vertreten (PERMITIN 1969). C. antarcticus geht ab Ende Februar zum Bodenleben über; dies stimmt mit den Beobachtungen von PERMITIN (1969) überein, der Jungfische von 74-92 mm Totallänge von Mitte Februar bis Anfang März pelagisch und zeitgleich 72-98 mm lange Tiere bereits im Grundschieppnetz fing. In Krillfängen traten C. antarcticus in der Bransfield Straße noch Anfang März auf (SLOSARCZYK & REMBISZEWSKI 1982).

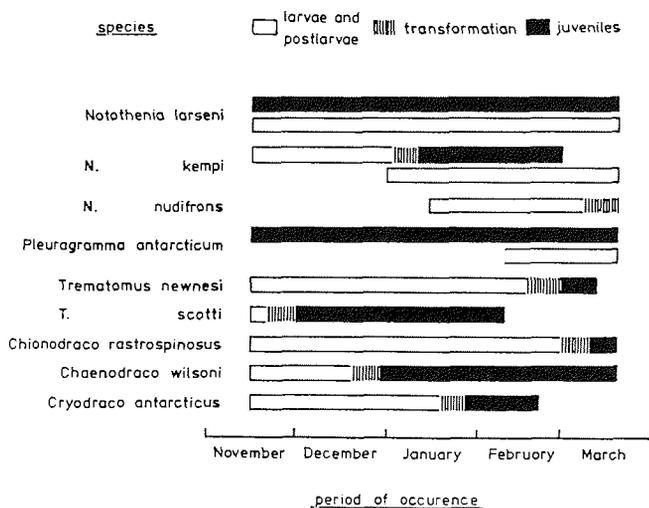


Abb. 3.31: Dauer der pelagischen Larval-, Postlarval- und Juvenilphasen der häufigen und stetigen Arten während des Untersuchungszeitraums.

3.1.4 Längenfrequenzen und Wachstumsabschätzung

Für die Erstellung der Längenfrequenzen der Larven und Postlarven wurden nur die RMT 1 Fänge und für die Längenfrequenzen der Jungfische die RMT 8 Fänge verwendet (vgl. 2.7). Bei C. rastrispinosus wurden aufgrund des geringen Materialumfangs die Tiere aus beiden Netzen zusammengefaßt. Alle Längenfrequenzen wurden auf Normalverteilung getestet. Bei einem Materialumfang von mehr als 80 gemessenen Tieren fand der von SACHS (1974) vorgestellte Test von DAVID et al. Verwendung (Quotient aus Spannweite und Standardabweichung). Bei kleinerem Materialumfang wurde anhand von Schiefe und Exzess auf Normalverteilung getestet.

3.1.4.1 Notothenia larseni

Die Längenhäufigkeitsverteilungen der Larven und Postlarven aller Untersuchungsmonate sind in Abb. 3.32 dargestellt. Der Materialumfang im Februar war zu gering, so daß nur die Frequenz aus dem Januar gegeben wird. Alle Längenfrequenzen waren normalverteilt. Mittlere Längen, Standardabweichungen und Vertrauensbereiche sind in Tab. 3.9 zusammengefaßt. Die Längenfrequenzen der Saison 1977/78 lassen die Verschiebung der Gipfel heranwachsender Larven und Postlarven verfolgen. Im November/Dezember waren bis zur 13 mm Klasse Dottersackstadien vertreten. Im Januar zeigt die leicht rechtssteile Verteilung den noch großen Anteil kleiner Postlarven an und die mittlere Länge hat nur wenig zugelegt. Im Gegensatz zum November/Dezember hatten auch die kleinen Tiere keine Dottersackreste mehr. Für diesen Befund sind zwei Ursachen möglich: 1. Später geschlüpfte Larven zehren den Dottervorrat schneller auf; 2. Kleine Postlarven sind Tiere mit schlechtem Wachstum. Die Längenfrequenz im März 1978 ist eher homogen mit einer geringeren Standardabweichung als in den Vormonaten, die mittlere Länge mit 18.4 mm deutlich abgesetzt. Die Längenfrequenz im Januar/Februar 1976 ist bimodal mit einem Nebengipfel bei 15 mm. Postlarven im Februar 1982 sind im Vergleich zu 1976 signifikant kleiner, da sich die Vertrauensbereiche nicht überlappen. Die Differenz der mittleren Längen im März 1978 und 1981 korrespondiert mit der zeitlichen Differenz ihrer Erhebung.

Tab. 3.9: Notothenia larseni: Mittelwerte (\bar{x}), Standardabweichungen (s_x) und 95 % Vertrauensbereiche (VB) der Mittelwerte der Längenhäufigkeitsverteilungen der Abb. 3.32.

	\bar{x} (mm)	s_x (%)	95%-VB (mm)
Januar/Februar 1976	17.5	10.3	17.2 - 17.8
November 1977	10.4	11.5	10.2 - 10.6
Januar 1978	12.3	11.4	12.28 - 12.32
März 1978	18.4	7.6	18.0 - 18.7
März 1981	20.0	8.0	19.8 - 20.3
Februar 1982	15.1	13.3	14.7 - 15.5

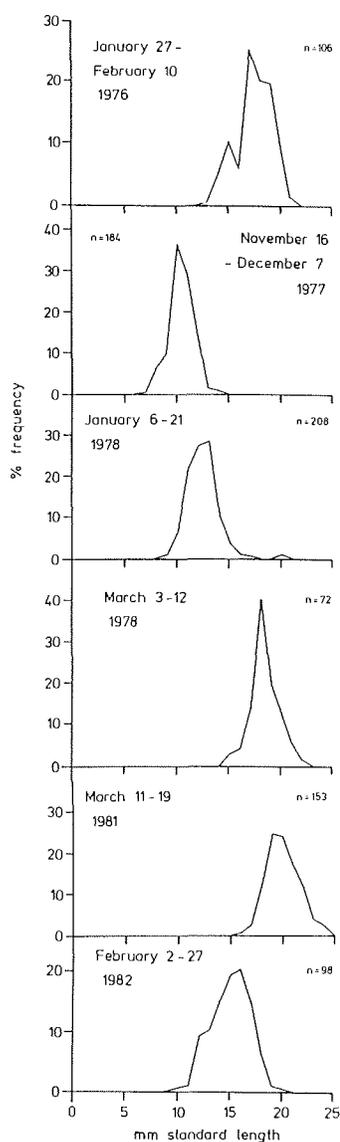


Abb. 3.32: *N. larseni*; Längenfrequenzen der Larven und Postlarven in allen Untersuchungsmonaten. n ist jeweils die Anzahl gemessener Tiere.

Die Normalverteilung aller Längenhäufigkeitsverteilungen erlaubte die Berechnung einer Wachstumskurve für larvale und postlarvale *N. larseni* (Abb. 3.33) durch nicht-lineare Regression der mittleren Längen über die Zeit. Der Mittelwert aus dem Januar/Februar 1976 wurde bei der Korrelation nicht berücksichtigt, da er sich von dem im Februar 1982 (und Januar 1978) abhebt, und da die Längenfrequenz nicht unimodal war. Die Standardlänge ist durch die Beziehung:

$$SL = 9.36 * e^{0.006 * t}$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von 0.955 mit der Zeit korreliert (Korrelationskoeffizient $\neq 0$, $n = 5$), wobei 0.006 der spezifische exponentielle Wachstumsfaktor, t eine fortlaufende Rangzahl der Tage des Südsommers und SL die Standardlänge bedeuten. Die Zahl 9.36 steht für den Ordinatenabschnitt (mittlere Länge) zum Zeitpunkt des Tages 0 (hier der 16.11.). Die mittlere Wachstumsrate pro Tag beträgt 0.08 mm über den Zeitraum November bis März.

Die kleinsten gefangenen Larven im November waren 7.8 mm lang. Der Eidurchmesser von *N. larseni* mit reifen Gonaden betrug bei den Süd Shetland und Süd Orkney Inseln maximal 2.0 mm (PERMITIN & SILYANOVA 1971). Betrachtet man den Umfang des Eis U als Mindestschlüpflänge der Larven, dann ergibt sich mit $U = 2 \pi r$ ein Wert von 6.3 mm. Die tatsächliche Schlüpfgröße dürfte damit bei etwa 7 mm liegen. Extrapoliert man die Regressionskurve der Abb. 3.33 bis zur angenommenen Schlüpflänge, resultiert als mittlerer Schlüpfzeitpunkt der erste Oktober. Anhand der Standardabweichung kann der Schlüpfbeginn innerhalb der Population angenähert bestimmt werden, wenn man annimmt,

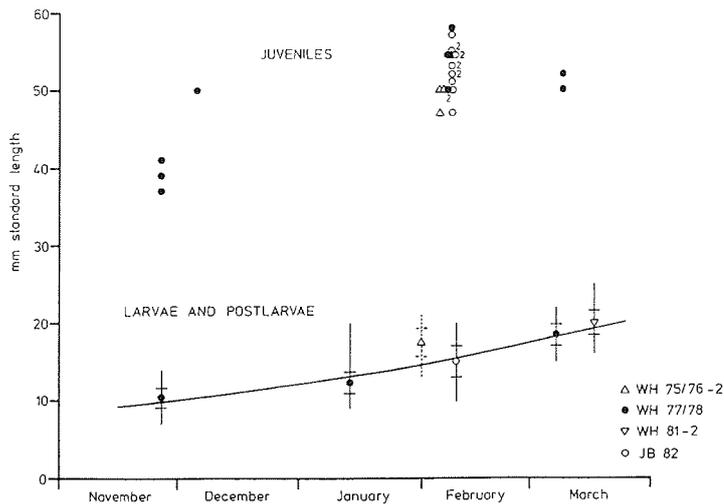


Abb. 3.33: *Notothenia larseni*; mittlere Standardlängen der Larven und Postlarven und Standardlängen aller gefangenen Jungfische über den Südsommer. Larven und Postlarven: Symbole sind Mittelwerte, Balken die Standardabweichung und die Vertikalen die Bereiche der Längenfrequenzen. Jungfische: jeder Punkt stellt ein einzelnes Tier dar, Ziffern geben bei gleichen Längen die Anzahl gemessener Exemplare an.

daß die um diesen Betrag größeren Postlarven zu einem früheren Zeitpunkt geschlüpft sind. Mit $sx = 1.2$ mm und der mittleren Wachstumsrate errechnet sich ein Zeitraum von ca. 2 Wochen und ein frühester Schlüpftermin von Mitte September. Mitte November waren noch etwa zwei Drittel der Tiere Larven. Bis mindestens Anfang November dürften demnach noch Larven geschlüpft sein.

Die Jungfische von *N. larseni* sind als Altersklasse 1 anzusprechen (Abb. 3.33), wie die Schuppenanalysen an meinem Material bestätigten (FREYTAG, unveröffentlichte Daten). Der Median der Standardlängen der Jungfische vom Februar 1982 beträgt 53 mm ($n = 12$). Legt man die Differenz zwischen den mittleren Längen der Postlarven und Jungfische im Februar 1982 als Längenwachstumsleistung eines Jahres zugrunde, ergibt sich ein mittlerer Längenzuwachs von 0.10 mm pro Tag.

3.1.4.2 *Pleuragramma antarcticum*

Die für Postlarven und Jungfische getrennt berechneten Längenfrequenzen zeigt Abb. 3.34. Mittelwerte und Standardabweichungen sind in Tabelle 3.10 zusammengestellt. Nicht alle Längenfrequenzen waren normalverteilt. Bei geringem Materialumfang wurden Mediane verwendet.

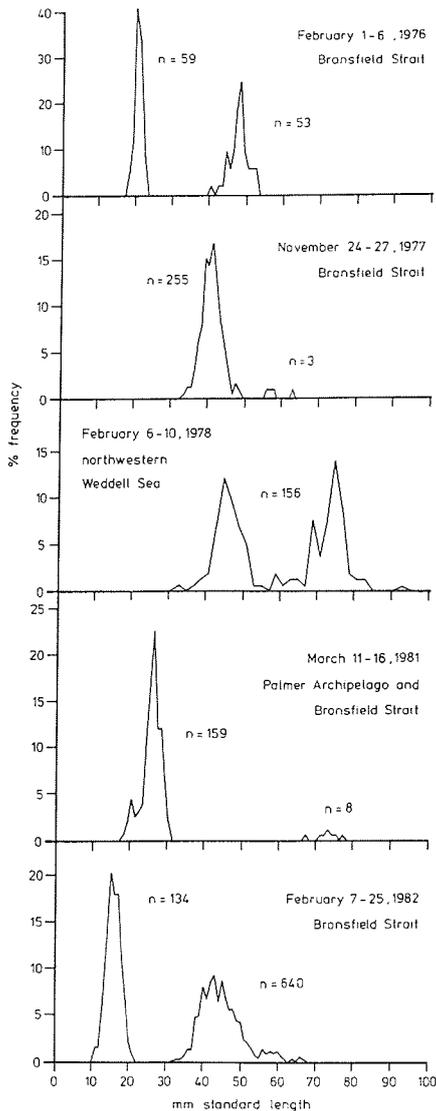


Abb. 3.34: *Pleuragramma antarcticum*; Längenfrequenzen der Postlarven und Jungfische in allen Monaten. n ist jeweils die Anzahl gemessener Tiere.

Drei Längengruppen sind zu unterscheiden: Postlarven zwischen 11 und 30 mm im Februar 1976 und 1982 sowie im März 1981, Jungfische zwischen 33 und etwa 53 mm im November 1977, Februar 1976, 1982 und 1978 sowie eine zweite deutlich abgesetzte Längengruppe mit Jungfischen zwischen etwa 65 und 82 mm im Februar 1978 und März 1981. Diese Längengruppen können den Altersklassen 0, 1 und 2 zugeordnet werden. Bei Jungfischen traten im November 1977 und im Februar 1978 und 1982 Tiere mit intermediären Längen von etwa 55-65 mm auf, die zunächst keiner Altersklasse zugeordnet werden können. Jungfische im November 1977 (33-48 mm) repräsentieren überwinterte Tiere im Frühjahr. Mittelwerte und Längenfrequenzen der Altersklasse 1 in den Sommermonaten Januar und Februar sind recht gut vergleichbar. In Abb. 3.35 sind mittlere Längen und Standardlängen einzelner *P. antarcticum* aus allen Untersuchungsjahren aufgetragen. Besser noch als aus den Längenfrequenzen sind die Altersklassen und intermediären Längenbereiche zu erkennen. Unklar bleibt, ob es sich zum Beispiel im November 1977 bei den von der Masse der übrigen abgesetzten Jungfischen (56-63 mm) bereits um die Altersklasse 2 oder um vorwüchsige Einjährige handelt.

Jungfische mit intermediären Längen waren auf den Südschelf der Bransfield Straße und auf die nordwestliche Weddell See beschränkt. Auch die Altersklasse 2 trat in keinem der Fänge im nördlichen Teil der Straße auf. Anhand der weiten Verbreitung juveniler *P. antarcticum* im Februar 1982 läßt sich dies gut dokumentieren (Abb. 3.36). Dazu wurden getrennte Längenfrequenzen für die aus den Hauptwassermassen des Gebiets abgeleiteten Wasserklassen (W_1 , Br_W ; S_1 , S ; vgl. Abb. 1.2) und für die Mischwasserbereiche der zentralen

Tab. 3.10: *Pleuragramma antarcticum*: Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s_x) der Längenhäufigkeitsverteilungen der Abb. 3.34; die dort nicht dargestellten Tiere aus dem März 1978 sind mit in die Tabelle aufgenommen. Werte in Klammern beruhen auf geringem Stichprobenumfang und sind Mediane.

		Altersklassen								
		0			1			2		
		x (mm)	sx (%)	n	x (mm)	sx (%)	n	x (mm)	sx (%)	n
Februar	1976	20.2	4.5	59	47.3	5.5	53	-	-	-
November	1977	-	-	-	40.3	6.5	255	-	-	-
Februar	1978	-	-	-	46.2**	23.6	78	73.5**	8.4	78
Marz	1978	-	-	-	(50)	-	18	-	-	-
Marz	1981	25.3**	43.1	159	-	-	-	(73)	-	8
Februar	1982	15.9	12.0	134	44.1	9.5	599*	-	-	-

* Tiere mit intermediären Standardlängen nicht berücksichtigt
 ** geometrisches Mittel

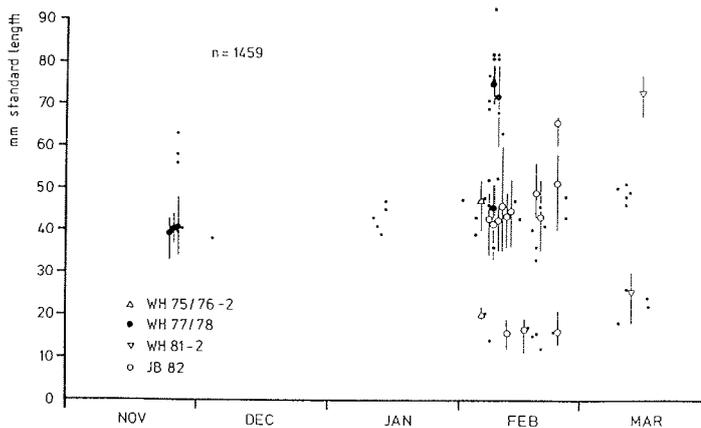


Abb. 3.35: *Pleuragramma antarcticum*; Standardlängen der Postlarven und Jungfische über den Südsommer. Die Symbole sind Mittelwerte, Vertikalen Bereiche der Längenfrequenzen; Punkte sind einzelne oder wenige Tiere.

Bransfield Straße (Br_{w1} , Br_{w2}) erstellt. Die kumulierte Frequenz der Jungfische im direkten Einflußbereich des Weddell See Wassers zeigt einen Wendepunkt bei etwa 53 mm, während die Verteilungen in den anderen Wasserlassen unimodal sind.

Eine Abschätzung der postlarvalen Wachstumsrate innerhalb einer Saison ist wegen des Ausfalls 1977/78 leider nicht möglich. Wie *N. larseni* waren auch die Postlarven von *P. antarcticum* im Februar 1976 größer als im Februar 1982. Legt man für eine Abschätzung der Wachstumsrate die mittleren Längen im Februar 1982 und im März 1981 zugrunde, dann beträgt der tägliche Längenzuwachs mit einem Zeitraum von 30 Tagen (Mitte Februar - Mitte März) 0.32 mm. KELLER (1982) und HUBOLD (1985a) ermit-

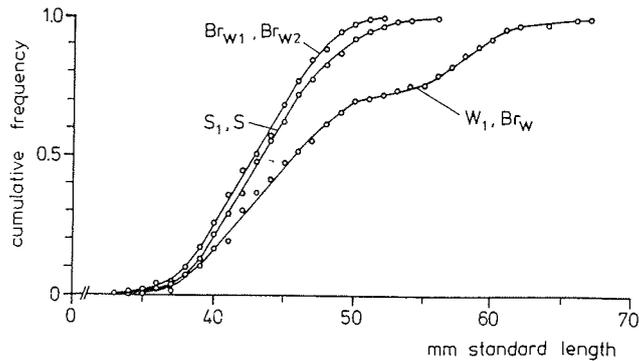


Abb. 3.36: *Pleuragramma antarcticum*; kumulative Längenfrequenzen der Jungfische (Februar 1982) in verschiedenen Wasserklassen der Bransfield Straße.

telten auf der Basis sukzessiver Modal- und Mittelwerte Wachstumsraten von 0.20 und 0.24 mm pro Tag an Postlarven aus der südlichen Weddell See. Eine um etwa 50 % höhere Wachstumsrate an der Antarktischen Halbinsel erscheint jedoch unrealistisch, zumal der Berechnung Daten aus verschiedenen Jahren zugrunde liegen.

Die Altersklasse 1 konnte von November 1977 bis Februar 1978 verfolgt werden, wenn auch in verschiedenen Gebieten. Die Differenz der Mittelwerte beträgt 5.9 mm über einen mittleren Zeitraum von 75 Tagen. Die sommerliche Wachstumsrate der Jungfische beläuft sich somit auf 0.08 mm pro Tag.

REGAN (1916) gibt als Schlüpfänge für die Larven 6 mm an. Unter Verwendung der Daten von KELLER (1982) und HUBOLD (1985) von 0.20 bzw. 0.24 mm pro Tag kann das ungefähre Alter und damit der ungefähre Schlupfzeitpunkt abgeschätzt werden. Für Postlarven im Februar 1976 ergibt sich mit einem Alter von 8-10 Wochen ein Schlupfzeitraum von Anfang bis Mitte Dezember, für die kleineren Tiere im Februar 1982 ein Alter von 6-7 Wochen und ein Schlupf gegen Ende Dezember. Die späten Postlarven im März 1981 wären 12-14 Wochen alt und Mitte bis Ende Dezember geschlüpft.

3.1.4.3 *Chionodraco rastrospinosus*

Aufgrund des geringen Materialumfangs sind die Längenhäufigkeiten in Absolutwerten angegeben (Abb. 3.37). Keine der Längenfrequenzen war normalverteilt; mittlere Längen sind daher Mediane (Tab. 3.11). Die Häufigkeitsverteilung im November/Dezember 1977 repräsentiert Larven und Postlarven mit einer mittleren Länge von 29 mm (Abb. 3.37). Die Larven waren 22-32 mm, die kleinsten Postlarven 22 mm lang; die Aufzehr-

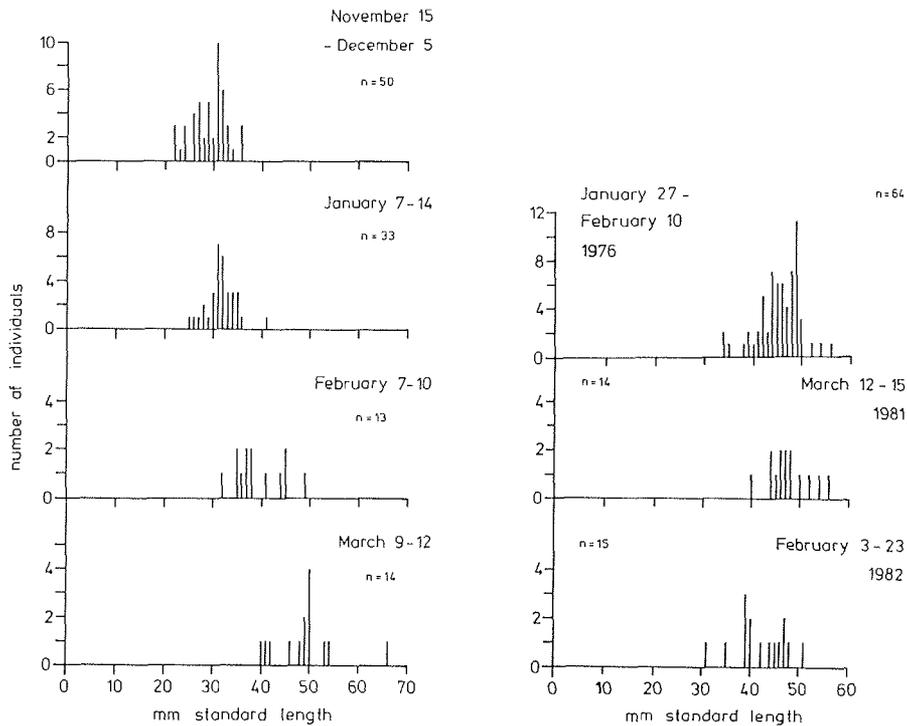


Abb. 3.37 : *Chionodraco rastrispinosus*; Längenfrequenzen der Larven, Postlarven und Jungfische von November 1977 bis März 1978 und in den übrigen Untersuchungsmonaten. n ist die Anzahl gemessener Tiere.

rungsdauer des Dottersacks variiert offenbar individuell erheblich. Die Verteilung im Januar ist nur wenig verschoben, jedoch wurden keine Dottersackreste mehr festgestellt. Auch hier (vgl. 3.1.4.1) liegt sehr schlechtes Wachstum oder eher schnellere Absorption des Dottervorrats bei spät geschlüpften Tieren vor. Erst im Februar und März ist eine deutliche Zunahme der Standardlängen zu verzeichnen. Im März sind ab 53 mm Länge erste Jungfische präsent. Auch postlarvale *C. rastrispinosus* waren im Januar/Februar 1976 (Abb. 3.37) signifikant größer als im Februar 1978 und Februar 1982.

In Abb. 3.38 sind die Mediane und Längenbereiche der postlarvalen und juvenilen *C. rastrispinosus* aller Untersuchungsjahre über den Zeitraum von November bis März aufgetragen (Frühjahr bis Herbst) und für 1977/78 alle Einzelmessungen. Die zahlreichen kleinen Tiere im Januar 1978 deuten auf einen anhaltenden Zuwachs der postlarvalen Population durch spät geschlüpfte Larven. Die Zentralwerte und Längenbereiche vom März 1981 und Februar 1982 sind mit den entsprechenden Daten von 1978 gut

Tab. 3.11: *Chionodraco rastrospinosus*: Mediane und 95 % Vertrauensbereiche (VB) der Mediane der Längenhäufigkeitsverteilungen der Abb. 3.37.

	Median (mm)	95%-VB (mm)
Januar/Februar 1976	46	45 - 47
November/Dezember 1977	29	28 - 31
Januar 1978	32	31 - 33
Februar 1978	38	35 - 45
März 1978	49	46 - 50
März 1981	47	44 - 50
Februar 1982	42	37 - 45

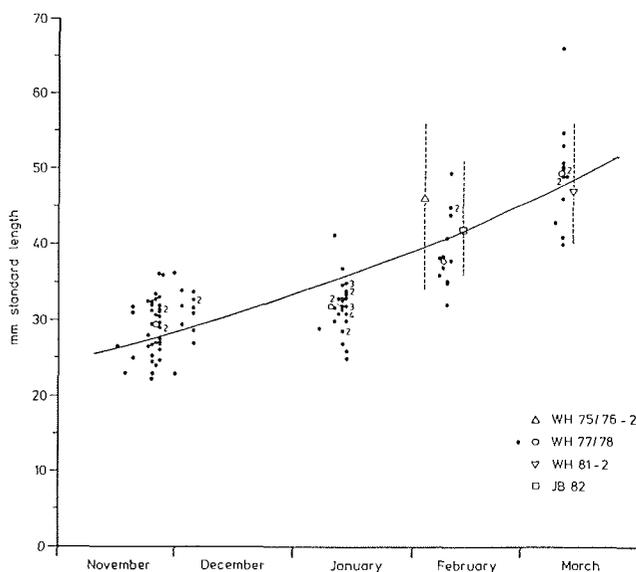


Abb. 3.38: *Chionodraco rastrospinosus*; Hypothetische Wachstumskurve und Standardlängen der Larven, Postlarven und Jungfische über den Südsommer. Symbole sind Mediane, die Vertikalen die Bereiche der Längenfrequenzen. Punkte sind alle Tiere der Saison 1977/78. Ziffern geben bei gleichen Längen die Anzahl gemessener Tiere an.

vergleichbar. Die Verteilung der Einzelmeßwerte und Mediane zeigt Tendenz zu exponentiellem Wachstum. Daher wurde per Hand eine Exponentialfunktion als hypothetische Wachstumskurve an die Meßpunkte angepaßt. Eine Abschätzung der täglichen Längenwachstumsrate soll nur anhand der Daten von 1977/78 vorgenommen werden. Mit der Mediandifferenz zwischen November und März von 20 mm und der Zeitdifferenz von 105 Tagen ergibt sich eine Wachstumsrate von 0.19 mm pro Tag. Eine schrittweise Abschätzung zwischen den einzelnen Monaten trägt aber dem exponentiellen Verlauf des Wachstums besser Rechnung. Zwischen November/Dezember und

Januar nahm der Median um 3 mm zu, was einen täglichen Längenzuwachs von 0.07 mm über 46 Tage ergibt. Der Längenzuwachs von Januar bis Februar von 6 mm bedeutet eine Wachstumsrate von 0.21 mm pro Tag (29 Tage), und die Mediandifferenz von 11 mm zwischen Februar und März über 30 Tage ist gleich einem täglichen Längenzuwachs von 0.37 mm.

Daten zum Eidurchmesser wurden von GUBSCH (1982) bei den Süd Shetland Inseln erhoben. Der mittlere von GUBSCH registrierte Durchmesser reifer Eier betrug 4.8, das Maximum 5.0 mm, woraus sich Mindestschlüpflängen von 15.1 - 15.7 mm errechnen. Larvallängen anderer Eisfische liegen bei 17.8 mm (Pseudochaenichthys georgianus) und 18.5 mm (Chaenocephalus aceratus) (EFREMENKO 1983). Mit der geschätzten Schlüpflänge von 16 mm ergibt sich ein mittlerer Schlüpftermin Ende September, legt man den Median im November 1977 und eine Wachstumsrate von 0.21 mm pro Tag zugrunde. Eine Rückrechnung mit dem Median im Januar 1978 ergibt einen Schlupf Ende Oktober, so daß wohl von einer über vier Wochen anhaltenden Schlüpfperiode ausgegangen werden kann.

3.1.5 Diskussion zum Wachstum

Abschätzungen von Wachstumsraten und Schlüpfzeitpunkten auf der Grundlage von Längenfrequenzen sind mit methodischen Unsicherheiten behaftet. Tiere gleicher Länge sind nicht notwendigerweise gleichalt, so daß Längenfrequenzen nicht den Altersaufbau einer Larvenpopulation widerspiegeln; i.e. die mittlere Länge stellt kein mittleres Alter dar und Verschiebungen mittlerer Längen über die Zeit liefern keinen altersbedingten Längenzuwachs. Die Streuung der mittleren Länge, die durch individuelle Wachstumsunterschiede und unterschiedliche Schlüpftermine verursacht wird, lag jedoch bei den nototheniiden Larven und Postlarven meist unter 12 %; im Februar 1982, wo Längen aus dem am weitesten ausgedehnten Untersuchungsgebiet zusammengefaßt wurden, war sie bei Notothenia larseni und Pleuragramma antarcticum am größten.

Bei allen drei untersuchten Arten lagen die mittleren Längen im Januar/Februar 1976 über denen aus den Vergleichsmonaten 1978 und 1982. Zum einen kann die Ursache in einem früheren Schlüpftermin liegen. Zum anderen ist besseres Längenwachstum aufgrund reichlichen Nahrungsangebots oder temperaturbedingt denkbar. Hinweise auf erhöhte Wassertemperaturen 1975/76 liegen nicht vor, jedoch berichtet PIATKOWSKI (1985), daß die Abundanz des Makrozooplankton weit höher war als 1977/78.

Die beobachteten Längenbereiche der Altersklassen 0, 1 und 2 von P. antarcticum stimmen gut mit Literaturdaten überein. Im Ross Meer waren Postlarven gegen Ende des ersten Sommers 15-25 mm und nach einem Jahr etwa 35 mm lang (REGAN 1916). DEWITT & TYLER (1960) fanden Ende Dezem-

ber postlarvale Längen von 8-9 mm und ordneten nach den Angaben von REGAN die Altersklassen 1 und 2 Längen von 30-40 bzw. 50-70 mm zu. In der südlichen Weddell See wurden Anfang Februar 8-16 mm lange und Mitte Februar 13-26 mm lange Postlarven gefangen (KELLER 1983). Im Januar/Februar 1981 waren Jungfische bei Joinville I. 38-52 und 66-76 mm lang (KELLERMANN & KOCK 1984). Die rückgerechnete Schlüpfperiode von Anfang bis Ende Dezember deckt sich gut mit den Angaben bei REGAN (Dezember).

Ein täglicher Längenzuwachs der Postlarven an der Antarktischen Halbinsel, der um etwa 50 % über dem in der südlichen Weddell See liegt, erscheint unrealistisch. Besseres Wachstum der Brut von P. antarcticum in der saisonalen Packeiszone aufgrund der geringeren Individuendichte und besseren Nahrungsangebots ist jedoch nicht ausgeschlossen. Unterschiedliches Längenzuwachs in beiden Gebieten könnte zur Erklärung der intermediären Längengruppen im Einflußbereich des Weddell See Wassers beitragen, nimmt man an, daß ein Teil der Jungfische aus hohen Breiten mit den nördlich setzenden Wassermassen des Weddell See Wirbels zur Antarktischen Halbinsel gelangt. HUBOLD (1984) berichtet, daß sich in der Weddell See die Jungfische im Gegensatz zu den Postlarven in der Ostwinddrift aufhalten wo Verdriftung möglich wäre. Diese Tiere treten dann an der Halbinsel als Zweijährige mit Jungfischen aus der nordwestlichen Weddell See auf, sind aber durch ihre kleineren Längen von ihnen abgesetzt. Juvenile der Altersklasse 1 in der südlichen Weddell See waren im Januar und Februar mit Modal- und mittleren Längen von 31 bzw. 32-35 mm (HUBOLD 1985a) deutlich kleiner als in der Bransfield Straße im Sommer (vgl. Tab. 3.10). Dabei handelte es sich allerdings um Bongofänge, die die mittleren Längen unterschätzt haben können.

Die geringsten postlarvalen Wachstumsraten der untersuchten Arten hatten N. larseni, vergleichbar am ehesten denen juveniler P. antarcticum. Auch das Längenzuwachs adulter Fische ist verglichen mit dem anderer Nototheniiden sehr gering (SHUST & PINSKAYA 1979). Im Januar 1978 wurden offenbar spät geschlüpfte Postlarven von N. larseni und C. rastrospinosus angetroffen. Schlechtes Wachstum der kleinen Larven würde niedrige und wohl letale tägliche Zuwachsraten bedeuten und ist recht unwahrscheinlich. Die zu geringen Standardfangtiefen werden diese Larven im November/Dezember, also schon einige Zeit nach der Schlüpfperiode nicht erfaßt haben (vgl. 3.1.3). Die mittleren Längen im November/Dezember sind damit überschätzt; bei N. larseni weniger als bei C. rastrospinosus, da diese Eisfische vermutlich bis in größere Tiefen ablaichen als andere notothenioide Fische (PERMITIN 1973).

Direkte Vergleichswerte zu den Längenbereichen von C. rastrospinosus liegen für den Februar 1976 und den März 1981 aus polnischen Schwimmschleppnetzfangen vor. REMBISZEWSKI et al. (1978) geben Standardlängen

von 35-51 mm für Chionodraco sp. (C. rastrospinosus, vgl. SLOSARCZYK & REMBISZEWSKI 1982) aus Fängen östlich von King George I. an, was sich gut mit dem vorliegenden Material aus dem RMT deckt. Postlarven und Jungfische aus Krillfängen in der Bransfield Straße im März 1981 waren 38-65 mm lang mit einer mittleren Länge von 51.7 mm (SLOSARCZYK, im Druck), womit der Längenbereich, vor allem aber der Mittelwert in den RMT Fängen um 4.7 mm (10 %) unterschätzt wäre (vgl. Tab. 3.11). Fluchtreaktion später Postlarven und Jungfische gegenüber dem RMT ist damit nicht unwahrscheinlich und dürfte bei etwa 50 mm SL einsetzen, da größere Tiere in den Fängen meist nur vereinzelt vertreten waren. Mit dem zu hohen Mittelwert im November/Dezember 1977 und der zu unterstellenden Unterschätzung der mittleren Länge im März 1978 sind die täglichen Wachstumsraten von C. rastrospinosus unterschätzt. Am stärksten wirkt sich dies sicher für den Zeitraum bis Januar aus, während die Zuwachsraten bis Februar und März eher realistisch sind; SLOSARCZYK (im Druck) ermittelte auf der Basis von Modalwerten 0.36 mm pro Tag für postlarvale und juvenile Tiere im März 1981. Korrigierte man den Märzwert um 10 % nach oben, ergab sich von Februar bis März ein täglicher Längenzuwachs von 0.53 mm.

3.2 Nahrungsökologie

3.2.1 Notothenia larseni

Wie bereits bei der geographischen Verbreitung werden auch hier die Ergebnisse des Sommers 1977/78 den übrigen Monaten vorangestellt, um die Veränderung der Nahrungszusammensetzung im Verlauf der frühen Ontogenese während des Südsommers zu beschreiben. Die Jungfischnahrung wird für alle Reisen zusammengefaßt zuletzt abgehandelt.

3.2.1.1 Die Nahrung der Brut von November 1977 bis März 1978

November 1977: 155 Larven und Postlarven von 12 Stationen in der Bransfield Straße wurden auf ihren Magen-Darm-Inhalt untersucht. Die mittlere Länge der 7-13 mm langen N. larseni betrug 10.5 mm. 36 Tiere (23.2 %) hatten nicht gefressen. Tab. 3.12 zeigt die Größenbereiche der Futtertiere, ihre Anzahl und den prozentualen Anteil an der Gesamtnahrung (Dominanz) sowie ihre Präsenz in den gefüllten Magen-Darm-Trakten (der Kürze halber im Weiteren als "Mägen" bezeichnet). Copepodeneier fanden sich in mehr als der Hälfte der Mägen und wurden mit 41 % der Futterpartikel am zahlreichsten gefressen. Nauplien wurden in geringeren Mengen, aber noch von knapp einem Fünftel der Tiere genommen. Stärkste Nahrungsfraction waren aber Copepoden; am häufigsten traten die Cyclopoiden Oncaea spp. und Oithona spp. auf, während calanoide Copepoden von geringer Bedeutung waren. Euphausiideneier wurden nur von wenigen Tieren gefressen.

Tab. 3.12: *Notothenia larseni*; Nahrungszusammensetzung der Larven und Postlarven im November 1977 von 7-13 mm SL (mittlere SL: 10.5 ± 1.1 mm). Angegeben sind Größenbereich, Anzahl (n), der relative Anteil an der Gesamtnahrung (D) und die Präsenz der Nährtiere (FO) in den Mägen mit Nahrung.

untersuchte Mägen: 155; 3.3 ± 2.5 Nährtiere pro Magen
Anzahl leerer Mägen: 36 (23.2 %)

Nährtiere	Größe (mm)	n	D (%)	FO(%)
<i>Oncaea</i> spp.	0.21 - 0.51	63	16.6	29.4
<i>Oithona</i> spp.	0.37 - 0.55	41	10.8	17.7
<i>Ctenocalanus</i> sp.	0.51 - 0.57	3	0.8	3.4
<i>Microcalanus pygmaeus</i>	0.25	2	0.5	1.7
<i>Calanus propinquus</i>	0.82	1	0.3	0.8
Copepoden indet.	0.3 - 0.8	63	16.6	16.0
Copepodeneier	0.13 - 0.19	155	40.8	56.3
Copepodennauplien	0.16 - 0.49	28	7.4	19.3
Euphausiideneier	0.32 - 0.58	6	1.6	5.0
Sonstiges*	0.08 - 0.18	4	1.1	3.3
Unbestimmbar	-	14	3.7	11.8
Dottersackrest (Larven)	-	109	-	70.3

* Eier (0.08mm); Spermium (0.8mm); Diatomeenkette;

Bei Nahrungsuntersuchungen an Heringslarven fand SCHNACK (1971), daß Copepodeneier den Verdauungstrakt fast unversehrt passieren und offenbar nicht verdaut werden konnten. Dies war hier nicht der Fall: Copepodeneier und auch die viel größeren Euphausiideneier wurden oft mit gesprengter Eihülle angetroffen, wobei der Eihalt noch unversehrt sein konnte oder schon mazeriert war. In den meisten Fällen waren die Eier noch meßbar und nicht deformiert. Offenbar wird zunächst nachdem die Eihülle an irgendeiner Stelle perforiert ist (Micropyle?), das Innere verdaut, wobei die Hülle mehr und mehr aufplatzt und schließlich als Stapel zusammenhängender halbmondförmiger Bruchstücke unverdaut ausgeschieden wird.

Copepoden, die mit Eiern zusammen in den Mägen auftraten, waren in der Regel stärker angedaut. Das Größenspektrum der häufigsten Futterarten (ohne unbestimmbare Copepoden) reichte von 0.13-0.55 mm (Abb. 3.39) mit Copepodeneiern und -nauplien am unteren Ende. Die Masse der *Oncaea* spp. war zwischen 0.22 und 0.38 mm lang (Carapaxlänge), bei *Oithona* spp. handelte es sich hauptsächlich um größere Tiere. Die wenigen *Ctenocalanus* sp. (0.51-0.57 mm) und Euphausiideneier (0.32-0.58 mm) fallen in den oberen Bereich des Beutegrößenspektrums. Größte Beute war *Calanus propinquus* mit 0.82 mm Carapaxlänge.

Mehr als zwei Drittel der untersuchten Tiere (70.3 %) waren Larven mit Dottersackresten. Während die kleinsten *N. larseni* von 7-8 mm Länge noch alle Larven waren, hatte bei 9 mm Länge etwa ein Fünftel der Brut den Dottervorrat bereits resorbiert (Postlarven, Abb. 3.40); der Larvenanteil sank aber erst ab 12 mm unter zwei Drittel ab. Gleichzeitig nahm das Volumen des Dottersackrestes rasch ab, das noch bei einzelnen 10 mm langen Tieren dem des Magen-Darmtraktes gleichkam. Den wachsenden Freßerfolg der Larven kennzeichnet die größenabhängige Abnahme des Anteils der Tiere ohne Nahrung (Abb. 3.40): bei den Dottersackstadien nahm dieser Anteil durch die 7-11 mm Klassen nur langsam ab, während die kleinsten Postlarven bereits alle gefressen hatten. Nur in der 10

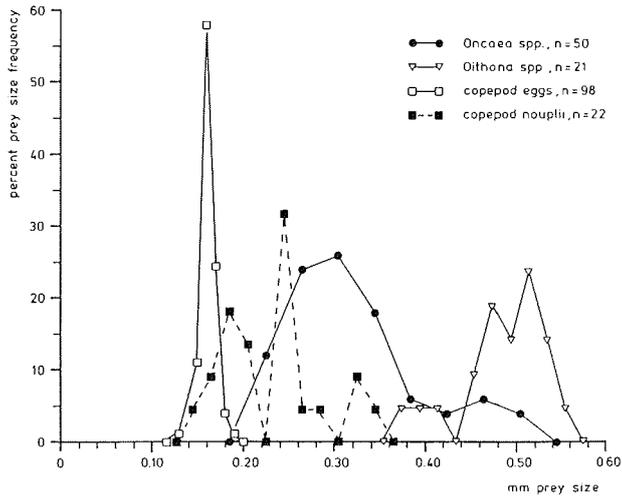


Abb. 3.39: *Notothenia larseni*; Größenfrequenzen (Durchmesser, Carapaxlängen) der häufigsten Nährtiere der Larven und Postlarven im November 1977.

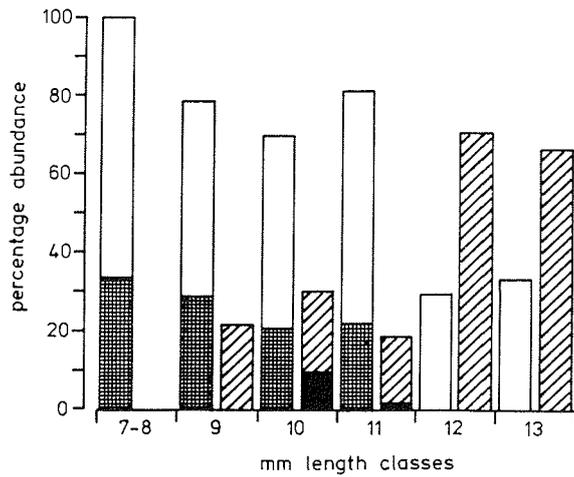


Abb. 3.40: *Notothenia larseni*; Prozentuale Anteile an Larven (weiße Säulen) und Postlarven (schraffierte Säulen) in den Längenklassen 7-13 mm mit den Anteilen an Larven mit leeren Mägen (gerasterte Teile der weißen Säulen) und Postlarven mit leeren Mägen (schwarze Teile der schraffierten Säulen).

mm Klasse waren die Anteile leerer Mägen mit 30 bzw. 31 % bei Larven und Postlarven etwa gleichhoch. Ab 12 mm Länge hatten alle Tiere Futter in den Mägen. Die kleinsten Larven von 7-8 mm Länge hatten Chitinstücke und kleine Invertebrateneier in den Mägen und in der 9 mm Klasse wurden bereits Copepoden und Copepodeneier und -nauplien verzehrt (Anhang,

Tab. 1). Copepodeneier waren auch bei größeren Larven und Postlarven mit Abstand die bedeutendste Nahrung, während ab 10 mm Länge vor allem cyclopoide Copepoden zunehmend an Bedeutung gewannen.

Januar/Februar 1978: Die 107 aus dem Januar/Februar 1978 untersuchten Tiere stammen von sieben Stationen im Ostausgang der Bransfield Straße und über dem Schelf um Joinville I. einschließlich des Antarctic Sound. Hier lag das Hauptverbreitungsgebiet postlarvaler N. larseni (vgl. Abb. 3.6). Für eine getrennte Darstellung der Ergebnisse in beiden Monaten war der Materialumfang im Februar zu gering. Bemerkenswert ist die hohe Freßintensität im Januar/Februar 1978.

Copepoden stellten Januar/Februar einen viel größeren Anteil an der Nahrung als noch im November (Tab. 3.13). Häufigstes Nährtier war Oncaea spp., die von mehr als zwei Dritteln der Postlarven gefressen wurde. Nach Dominanz und Präsenz zweithäufigster Copepode war Ctenocalanus sp.. Calanoide wurden mit mehr Arten, aber auch weit häufiger und stetiger konsumiert als im November. Copepodeneier und -nauplien traten nur noch vereinzelt als Futter auf. In großer Menge wurden Euphausiideeneier gefressen. Eier von E. superba stellten den zweithöchsten

Nahrungsanteil (abgesehen von unbestimmbaren Copepoden) und wurden von einem Viertel der Postlarven genommen. Krill- und nicht mehr meßbare Euphausiideeneier wurden auf allen Stationen gefressen, allerdings in unterschiedlichem Umfang (Abb. 3.41): Station 197 auf dem Südschelf der Bransfield Straße war mit 85 m Lottiefe eine flache Station, die bis fast zum Boden befischt wurde. Postlarvale N. larseni hatten hier fast ausschließlich Copepoden gefressen, Euphausiideeneier machten nur 1 % der Nahrung aus. Station 204 lag im Nordausgang des Antarctic Sound über 160 m Lottiefe mit einer Holtiefe von 0-118-0 m. Ein Drittel der Nahrung waren Euphausiideeneier (n = 67), von denen 61 als Krill-eier identifiziert werden konn-

Tab. 3.13: Notothenia larseni; Futterzusammensetzung der Postlarven im Januar/Februar 1978 von 9-13 mm SL (mittlere SL: 12,6 ± 1,5). Angegeben sind Größenbereich, Anzahl (n), der relative Anteil am Gesamtfutter (D) und die Präsenz der Nährtiere (FO) in den Magen mit Nahrung.

untersuchte Magen: 107; 6,5 ± 4,4 Nährtiere pro Magen
Anzahl leerer Magen: 1 (0,9 %)

Nährtiere	Größe (mm)	n	D(%)	FO(%)
<u>Oncaea</u> spp.	0,21 - 0,53	282	42,3	71,7
<u>Oithona</u> spp.	0,52 - 0,57	10	1,5	7,6
<u>Ctenocalanus</u> sp.	0,44 - 0,69	43	6,5	18,9
<u>Microcalanus</u> pygmaeus	0,53 - 0,55	10	1,5	3,8
<u>Metridia</u> gerlachei	0,93 - 1,10	4	0,6	2,8
sonstige Copepoden*	0,80	2	0,3	1,9
Copepoden indet.	0,3 - 1,1	202	30,3	46,2
Copepodeneier	0,15 - 0,17	9	1,4	6,6
Copepodennauplien	0,43 - 0,45	3	0,5	3,8
<u>E. superba</u> Eier	0,56 - 0,65	77	11,6	25,5
<u>E. superba</u> Nauplien	0,68	1	0,2	0,9
Euphausiideeneier	0,50 - 0,55	22	3,3	17,0
Sonstiges	0,22	1	0,2	0,9

* Euchaeta sp., Stephos longipes

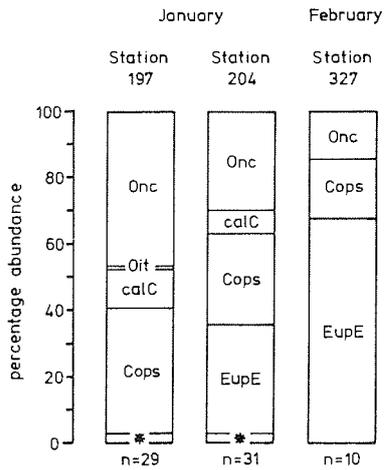


Abb. 3.41: *Notothenia larseni*; Nahrungszusammensetzung der Postlarven auf drei Stationen im Januar/Februar 1978. n ist die Anzahl untersuchter Mägen mit Nahrung. *: Euphausiiden-eier und Copepodennauplien (St.197) bzw. Copepodeneier und -nauplien (St. 204).

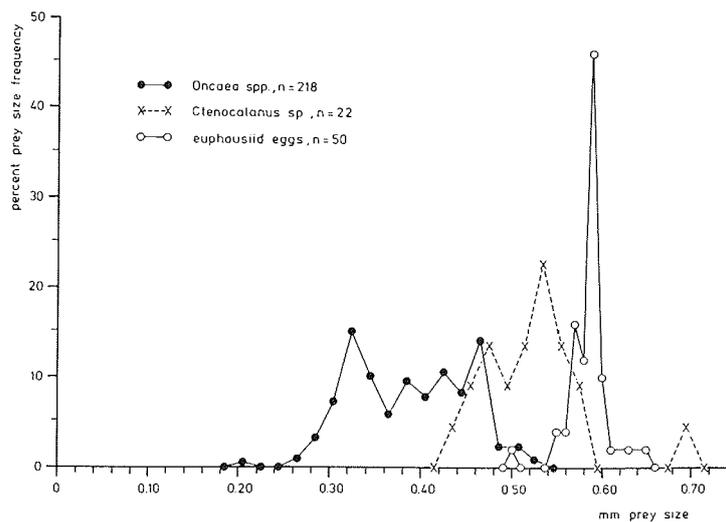


Abb. 3.42: *Notothenia larseni*; Größenfrequenzen (Durchmesser und Carapaxlängen) der häufigsten Nährtiere der Postlarven Januar/Februar 1978.

nten. 90.3 % der untersuchten Tiere hatten Eier gefressen. Die Station 327 südöstlich von Joinville I. über 225 m Lottiefe wurde von 215-165 m befishet. Mehr als zwei Drittel der Nahrung bestand aus Euphausiiden-eiern, die in 9 von 10 Mägen gefunden wurden. Die Eier wurden also sowohl in den oberen 100 m der Wassersäule als auch in Bodennähe gefressen, und waren hier lokal als Larvenfutter von großer Bedeutung.

Copepoden, vor allem *Oncaea* spp. und Krilleier waren in allen Längensklassen Hauptnahrung und wurden am häufigsten gefressen. Das Größenspektrum des Futters reichte von 0.15 mm großen Copepodeneiern bis zu 1.10 mm großen calanoiden Copepoditen. Die Größenverteilung der häufig-

sten Futtertiere zeigt Abb. 3.42. Die polymodale Frequenz von Oncaea spp. deutet auf den Fraß mehrerer Arten oder Stadien. Copepodite von Ctenocalanus sp. deckten in etwa den gleichen Größenbereich ab wie Oithona spp. im November. Euphausiideneier zeigten einen einem ausgeprägten Gipfel der Krilleier zwischen 0.55 und 0.65 mm.

März 1978: Der geringe Materialumfang von Anfang März 1978 begrenzte die Anzahl untersuchter Postlarven auf 48 N. larseni von neun Stationen aus dem gleichen Gebiet wie in den Vormonaten. Der Anteil leerer Mägen war mit 12.5 % deutlich höher als im Januar/Februar. Einzelne Tiere hatten Fett angesetzt, das sich als gelbliches Kugelaggregat an Leber und Darmschlinge anschmiegte.

Die Nahrung der Postlarven bestand fast ausschließlich aus Copepoden (Tab. 3.14). Fast die Hälfte der identifizierten Nährtiere gehörte der Gattung Oncaea an, die in 81 % der Mägen präsent war. Mit deutlich geringeren Dominanzen und Präsenzen folgten Oithona spp. und Metridia gerlachei Copepodite. Die restlichen calanoiden Copepoden waren, abgesehen von der erhöhten Präsenz von Ctenocalanus sp. von geringer Bedeutung. Einzelne Copepodeneier und -nauplien traten in nur wenigen Mägen auf. Euphausiideneier fehlten, dafür wurden vereinzelt Calyptopen des

Krill gefressen, allerdings in viel geringerer Menge als zuvor Eier. Oncaea spp. waren in allen Längensklassen häufigstes und zahlreichstes Futter.

Tab. 3.14: Notothenia larseni; Nahrungszusammensetzung der Postlarven im März 1978 von 15-22 mm SL (mittlere SL: 18.6 ± 1.4). Angegeben sind Größenbereich, Anzahl (n), der relative Anteil an der Gesamtnahrung (D) und die Präsenz der Nährtiere (FO) in den Mägen mit Nahrung.

untersuchte Mägen: 48; 4.9 ± 3.5 Nährtiere pro Magen
Anzahl leerer Mägen: 6 (12.5 %)

Nährtiere	Größe (mm)	n	D(%)	FO(%)
<u>Oncaea</u> spp.	0.25 - 0.53	96	47.8	81.0
<u>Oithona</u> spp.	0.52 - 0.57	10	5.0	7.1
<u>Ctenocalanus</u> sp.	0.56	3	1.5	9.5
<u>Microcalanus</u> pygmaeus	0.38	1	0.5	2.4
<u>Calanus</u> propinquus	-	1	0.5	2.4
<u>Metridia</u> gerlachei	0.80 - 1.58	5	2.5	11.9
<u>Acrocalanus</u> sp.	-	1	0.5	2.4
Copepoden indet.	0.4 - 0.7	77	38.3	47.6
Copepodeneier	-	1	0.5	2.4
Copepodennauplien	0.28 - 0.37	2	1.0	4.8
<u>E. superba</u> Calyptopen	0.84 - 0.91	3	1.5	7.1
Unbestimmbar	-	1	0.5	2.4

In Abb. 3.43 zeigt die Carapaxlängenfrequenz von Oncaea spp. ein Maximum bei 0.4 mm, ihr Bereich ist mit 0.25-0.68 mm gegenüber den Vormonaten zu größeren Tieren hin verschoben. Das untere Ende der Längensfrequenz der restlichen Futtertiere bilden kleine calanoide Copepoden und -nauplien sowie Oithona spp., nach oben schließen sich Calyptopen und Copepodite von M. gerlachei an. Damit liegt im März 1978 mit 0.25-1.58 mm das weiteste Größenspektrum aller Untersuchungsmonate vor.

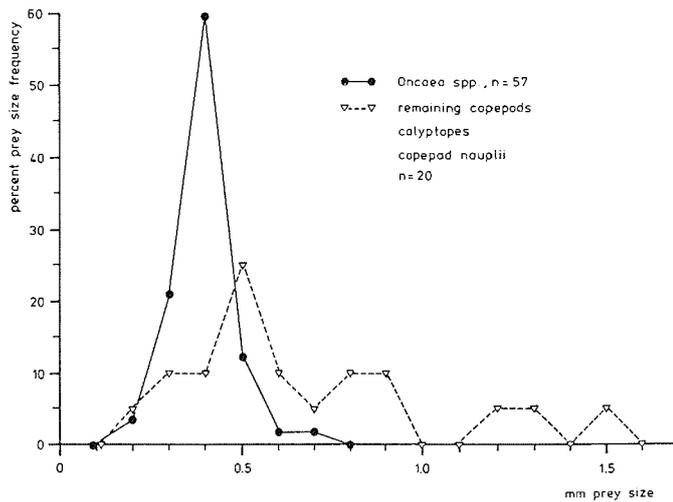


Abb. 3.43: *Notothenia larseni*; Größenfrequenzen (Carapaxlängen) der häufigsten Nährtiere der Postlarven im März 1978.

3.2.1.2 Die Nahrung der Brut im Februar 1976 und Tagesgang der Nahrungsaufnahme

Alle 136 untersuchten Postlarven stammen von der Dauerstation 168 südlich von Elephant I.. Bei der Nahrungszusammensetzung aller Tiere (Tab. 3.15) fällt das Fehlen von *Oncaea* spp. auf, deren dominante Rolle hier *Oithona* spp. ausfüllt. Zahlreichste und am häufigsten gefressene calanoid Copepodite waren Copepodite von *Calanoides acutus*. Wie im Januar/Februar 1978 wurden Krill- und Euphausiideneier von etwa einem Viertel der Postlarven genommen, während Copepodeneier ohne Bedeutung waren. *Oithona* spp., Euphausiideneier und *C. acutus* waren in allen Längensklassen häufigstes Futter (Anhang, Tab. 4). Einzelne Tiere zwischen 18-23 mm Länge hatten Fett angesetzt. In diesen Längensklassen waren Postlarven auch mit Invasionsstadien (Pleroceroide) tetraphyllider Cestoden befallen, die unter der Bezeichnung *Scolex pleuronectis* zusammengefaßt werden und die Fr. A. BARTSCH, AWI Bremerhaven, freundlicherweise bestimmte. Die Tiere waren an der Mageninnenwand festgesaugt oder frei im Darmlumen (Anhang, Tab. 4).

Tab. 3.15: *Notothenia larseni*; Nahrung der Postlarven im Februar 1976 (Station 168) von 15-23 mm SL (mittlere SL: 19.0 ± 1.5). Angegeben sind Größenbereich Anzahl (n), der relative Anteil an der Gesamtnahrung (D) und die Präsenz der Nährtiere in den Magen mit Nahrung (FO).

untersuchte Magen: 136; 4.3 ± 3.4 Nährtiere pro Magen
Anzahl leerer Magen: 5 (3.7 %)

Nährtiere	Größe (mm)	n	D(%)	FO(%)
<i>Oithona</i> spp.	0.43 - 0.66	262	54.7	57.3
<i>Ctenocalanus</i> sp.	0.51 - 0.86	17	3.6	9.2
<i>Calanoides acutus</i>	0.70 - 2.56	30	6.3	18.3
<i>Calanus propinquus</i>	0.94 - 2.56	8	1.7	5.3
sonstige Copepoden*	0.88 - 1.76	4	0.8	3.1
Copepoden indet.	0.8 - 1.4	105	21.9	56.5
Copepodeneier	0.17 - 0.25	3	0.6	2.3
<i>E. superba</i> Eier	0.56 - 0.63	17	3.6	6.9
Euphausiideneier	0.51 - 0.55	30	6.3	22.9
Euphausiidennauplien	0.45	1	0.2	0.8
Unbestimmbar	-	2	0.4	1.5

* *Euchaeta* sp., *Clausocalanus* sp., *Rhincalanus gigas*

Das Größenspektrum der Futterpartikel reichte von 0.17 mm großen Copepodeneiern bis zu calanoiden Copepoden mit 2.56 mm Carapaxlänge. Die Größenfrequenz der häufigsten Nährtiere ist gegenüber allen übrigen Untersuchungsmonaten nach oben erweitert (Abb. 3.44). Die Langenfrequenz von *Oithona* spp. ist am ehesten der vom März 1978 vergleichbar mit einer ähnlich homogenen Verteilung. Calanoide Copepodite kennzeichnen mehrere voneinander abgesetzte Langenbereiche. Euphausiideneier hatten die gewohnte Verteilung mit einem Gipfel der Krilleier bei 0.59 mm.

Die Dauerstation 168 vom 7.2. - 10.2.76 bot die Möglichkeit zur Analyse der Menge und Zusammensetzung der Nahrung in Abhängigkeit von Fangtiefe

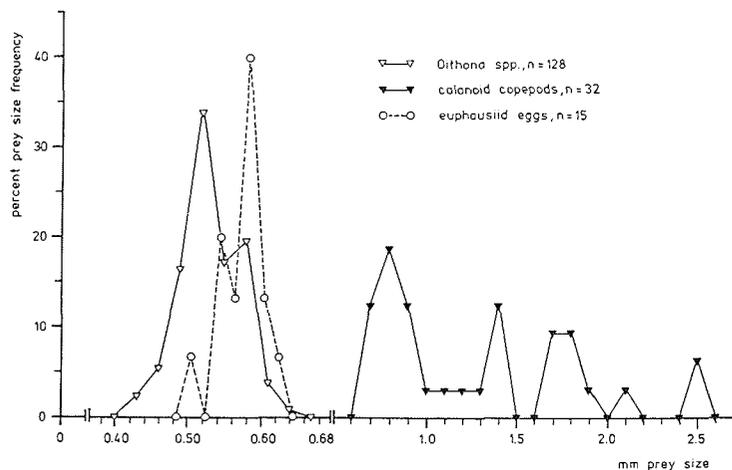


Abb. 3.44: *Notothenia larseni*; Größenfrequenzen (Durchmesser und Carapaxlängen) der häufigsten Nährtiere auf Dauerstation 168 Februar 1976.

Tab. 3.16: *Notothenia larseni*; Nahrungszusammensetzung der Postlarven in den drei oberen Tiefenstufen der Dauerstation 168 (6.2. - 10.2.76). In den Spalten sind Anzahl (n), Anzahl pro Magen und die Präsenz der Nährtiere in den Magen mit Nahrung (FO) angegeben.

Tiefenstufen	20 - 0 m			50 - 20 m			200 - 50 m		
untersuchte Magen:	105			20			11		
leere Magen:	2 (1.9%)			1 (5.0%)			2 (18.2%)		
Nährtiere	n	n/Magen	FO(%)	n	n/Magen	FO(%)	n	n/Magen	FO(%)
<i>Oithona</i> spp.	237	2.30	57.3	22	1.16	42.1	3	0.33	11.1
<i>Ctenocalanus</i> sp.	14	0.14	8.7	2	0.11	10.5	1	0.05	11.1
<i>Calanoides acutus</i>	23	0.22	20.4	3	0.16	10.5	4	0.44	33.3
<i>Calanus propinquus</i>	8	0.08	6.8	-	-	-	-	-	-
sonstige Calanoide	4	0.04	2.9	-	-	-	-	-	-
Copepoden indet.	65	0.63	47.6	29	1.53	73.7	11	1.22	100.0
Copepodeneier	3	0.03	2.9	-	-	-	-	-	-
<i>E. superba</i> Eier	17	0.17	8.7	-	-	-	-	-	-
Euphausiideneier	26	0.25	27.2	3	0.16	15.8	1	0.05	11.1
Euphausiidennauplien	1	0.01	1.0	-	-	-	-	-	-

und Tageszeit. Da auf der Dauerstation 168 mehr als 90 % der Postlarven in den oberen 50 Metern der Wassersäule vorkamen (vgl. 3.1.2), war der Materialumfang aus den einzelnen Tiefenstufen für die Nahrungsanalysen ungleich groß, was den tiefenabhängigen Vergleich des Futters erschwerte. Tab. 3.16 zeigt die absoluten Häufigkeiten der Nährtiere in allen Mägen, die Anzahl pro Magen sowie die Präsenz der Nährtiere in den Tiefenstufen 20-0, 50-20 und 200-50 m. Die Hauptnährtiere wurden in allen drei Tiefenstufen gefressen. *Oithona* spp. trat in den oberen 20 m am häufigsten in den Mägen auf. Auch Euphausiideneier wurden dort von etwa jeder vierten, in 20-50 m von etwa jeder sechsten und unterhalb 50 m nur noch von etwa einem Zehntel der Postlarven verzehrt; sicher als *E. superba* anzusprechende Eier wurden nur in den oberen 20 Metern in den Mägen gefunden. Copepodite von *C. acutus* wurden im untersten Tiefenhorizont häufiger genommen, die übrigen Calanoiden dagegen mehr in Oberflächennähe.

Zur Ermittlung des Tagesganges der Nahrungsaufnahme wurde für jeden Hol der mittlere Füllungsgrad des vorderen, erweiterten Darmabschnitts (Magen) und des hinteren, verjüngten Darmabschnitts (Enddarm) berechnet (geometrisches Mittel). Im Oesophagus wurde nur bei einem Tier Nahrung gefunden. Die mittleren Füllungsgrade der Postlarvenmägen und -därme in den einzelnen Hols wurden nach Tageszeit der Fänge über eine 24-Stunden-Zeitskala aufgetragen (Abb. 3.45). Die Daten der einzelnen Hols enthält Tab. 3.17. Aus einigen Hols standen nur wenige Tiere zur Verfügung. Schreckdefakation, die bei der Fixierung auftreten kann, ist weitgehend auszuschließen, da der hintere Darmabschnitt häufig bis zum

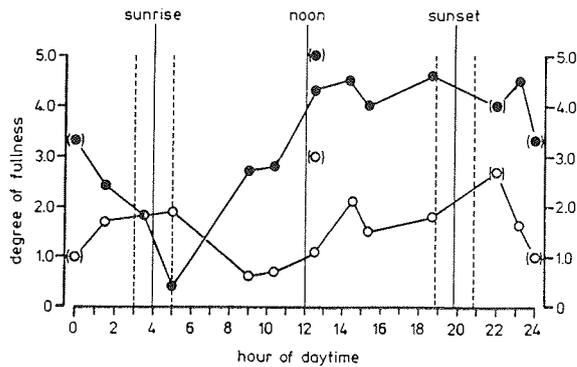


Abb. 3.45: *Notothenia larseni*; Tagesgang der Füllungsgrade des Magens (gefüllte Kreise) und Darmabschnitts (leere Kreise) der Postlarven aus allen Fangtiefen auf Dauerstation 168.

Rectum gefüllt war. Auch Netzfraß und Ausspeien der Nahrung dürften kaum eine Rolle gespielt haben, da nur einmal im Oesophagus eine leicht angedaute *Oithona* spp. gefunden wurde, und da auch der Anteil leerer Mägen mit 3.7 % sehr gering war.

Der Füllungsgrad des Magens nimmt nach der Morgendämmerung im Laufe des Vormittags fast kontinuierlich zu und erreicht ein erstes Maximum nach Mittag. Danach sinkt er leicht ab und steigt dann bis zur Dämmerung wieder an. Bis etwa drei Stunden nach Sonnenuntergang beträgt die Magenfüllung vier Fünftel und mehr. Erst danach sinkt der Füllungsgrad deutlich ab und verringert sich während der zweiten Nachthälfte auf weniger als ein Fünftel nach Sonnenaufgang. Der Füllungsgrad des hinteren Darmabschnitts zeigt drei Perioden zunehmender Füllung, i.e. es wird jeweils mehr Nahrung aus dem Magen aufgenommen als ausgeschieden. Die erste Periode verläuft parallel zur Abnahme der Magenfüllung in der zweiten Nachthälfte. Mit beginnender Nahrungsaufnahme während der Vormittagsstunden sinkt die Darmfüllung ab. Erst am späten Vormittag steigt sie langsam wieder an und erreicht mit leichter Verzögerung gegenüber dem Magen das Maximum nach Mittag. Die dritte Periode zunehmender Füllung erstreckt sich bis zum Einbruch der Dunkelheit. Danach sinkt der Füllungsgrad bis Mitternacht auf ein Fünftel ab.

Trotz der Unsicherheiten, die in dem geringen Materialumfang bei einigen Hols und in der Kombination von Daten aus mehreren Tiefenstufen begründet sind (vgl. Tab. 3.17), zeichnet sich ein deutlicher Tagesgang der Nahrungsaufnahme ab. Mit oder kurz nach Anbruch des Tageslichts beginnen die Tiere zu fressen. Diese erste Phase der Nahrungsaufnahme hält bis gegen Mittag an. Bereits vorher wird das erste verdaute Futter in den Darm abgegeben. Im Laufe des Nachmittags setzt eine zweite Freiß-

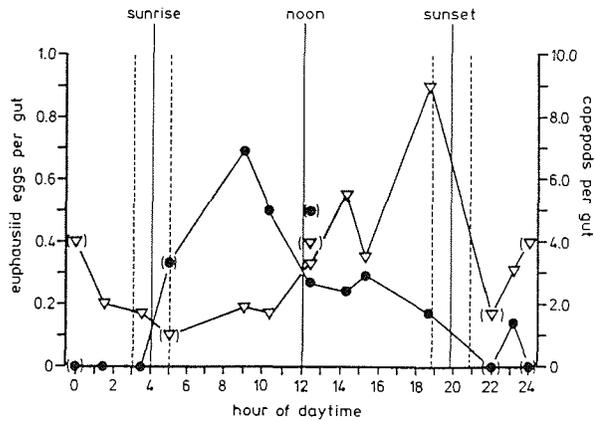


Abb. 3.46: *Notothenia larseni*; Tagesgang der Anzahl Euphausiideneier pro Magen (gefüllte Kreise) und der Anzahl Copepoden pro Magen (Dreiecke) auf Dauerstation 168; Postlarven aus allen Fangtiefen.

phase ein, die bis zur Dämmerung anhält. Das Futter wird zum Großteil aber erst in der zweiten Nachthälfte in den Darm abgegeben, wie der verzögerte Anstieg seines Füllungsgrades zeigt. Ein ganz ähnlicher Tagesgang wurde bei Plattfisch- und Dorschlarven beobachtet (LAST 1978a,b).

In seinen Untersuchungen zur Vertikalverteilung des Krill auf der Dauerstation 168 fand NAST (1978), daß Adulte tagsüber in tieferen Wasserschichten standen, während sie nachts in den oberen 20 Metern konzentriert waren. Da Krilleier vorwiegend in diesem Tiefenhorizont gefressen wurden, war es von Interesse, die Nahrungsdaten auf tageszeitliche Unterschiede zu analysieren. Analog zum Füllungsgrad wurde die Anzahl Nährtiere pro Magen für jeden Hol ermittelt. Dieses wurde für alle Euphausiideneier (inkl. *E. superba*) und für Copepoden durchgeführt. Das Ergebnis zeigt Abb. 3.46, die Anzahlen pro Magen enthält Tab. 3.17. Euphausiideneier wurden fast ausschließlich tagsüber gefressen mit einem deutlichen Schwergewicht in den Vormittags- und Mittagsstunden. Der tageszeitliche Verlauf der Häufigkeit der Copepoden in den Mägen folgt dem allgemeinen Tagesgang der Nahrungsaufnahme, der ja überwiegend auf Copepoden beruht. Immerhin fällt auf, daß Copepoden ganz überwiegend in der zweiten Tageshälfte gefressen wurden.

Daten zur vertikalen und zeitlichen Verteilung der Krilleier auf der Dauerstation 168 gibt HEMPEL (1978). In den oberen 50 Metern Wassersäule waren sechs der fünfzehn durchgeführten Hols (RMT 1) positiv für Krilleier. Fünf der sechs Hols waren Tag- und Dämmerungshols und er-

Tab. 3.17: *Notothenia larseni*; Holnummern, Fangtiefen, Fangbeginn und die Anzahl untersuchter Postlarven der Hols der Dauerstation 168, aus denen Magen untersucht wurden. Weiterhin sind die Füllungsgrade des Magen-Darm-Traktes sowie die Anzahl der Hauptnährtiere pro Magen angegeben.

Hol Nr.	Fangtiefe	Fangbeginn (GMT-4)	untersuchte Tiere	Füllungsgrad Magen	Füllungsgrad Enddarm	Euphausiideneier pro Magen	Copepoden pro Magen
299	20 - 0 m	18.36	6	4.6	1.8	0.17	9.0
311	22 - 0 m	9.02	37 (2 leer)	2.7	0.6	0.69	1.9
313	52 - 23 m	12.26	2	5	3	0.50	4.0
317	26 - 0 m	14.22	17	4.5	2.1	0.24	5.5
321	60 - 20 m	23.10	14	4.5	1.7	0.14	3.1
325	205 - 0 m	5.00	5 (2 leer)	0.4	1.4	0.33	1.0
331	25 - 0 m	10.23	6	2.8	0.7	0.50	1.7
341	200 - 50 m	0.00	2	3.3	1	-	4.0
347	26 - 0 m	12.30	11	4.3	1.1	0.27	3.3
355	23 - 0 m	22.00	3	4	2.7	-	1.7
359	82 - 55 m	1.30	4	2.4	1.7	-	2.0
360	52 - 25 m	3.30	4 (1 leer)	1.8	1.8	-	1.7
368	30 - 0 m	15.20	24	4.0	1.5	0.29	3.5

brachten 9-54 Eier pro 10^3 m^3 . Nur einer von insgesamt fünf Nachthols in der Oberflächenschicht enthielt 6 Eier pro 10^3 m^3 . Nach den Daten dieser Autorin sind Krill Eier also in den oberen 50 Metern offenbar tagsüber häufiger als nachts. Der Schwerpunkt des Auftretens der Eier von *E. superba* lag aber in 50-400 m Wassertiefe (HEMPEL 1979).

3.2.1.3 Die Nahrung der Brut im Februar 1982

Tab. 3.18: *Notothenia larseni*; Nahrungszusammensetzung der Postlarven im Februar 1982 von 11-19 mm SL (mittlere SL: 15.6 ± 1.5). Angegeben sind Größenbereich, Anzahl (n), der relative Anteil an der Gesamtnahrung (D) und die Präsenz der Nährtiere in den Magen mit Nahrung (FO).

untersuchte Mägen: 82; 5.6 ± 4.9 Nährtiere pro Magen
Anzahl leerer Mägen: 9 (11.0 %)

Nährtiere	Größe (mm)	n	D(%)	FO(%)
<i>Oncaea</i> spp.	0.30 - 0.67	251	65.7	48.0
<i>Oithona</i> spp.	0.50 - 0.76	7	1.8	6.9
<i>Ctenocalanus</i> sp.	0.51	1	0.3	1.4
<i>Microcalanus</i> pygmaeus	0.31 - 0.62	5	1.3	2.7
<i>Calanus</i> propinquus	1.06	3	0.8	2.7
sonstige Copepoden*	0.73 - 1.00	6	1.6	5.5
Copepoden indet.	0.5 - 0.7	43	11.3	26.0
Copepodeneier	0.16	1	0.3	1.4
<i>E. superba</i> Eier	0.58 - 0.62	12	3.1	8.2
Euphausiideneier	0.55 - 0.57	26	6.8	26.0
<i>E. superba</i> Kopplien	0.67 - 0.94	22	5.8	19.2
Sonstiges	-	1	0.3	1.4
Unbestimmbar	-	4	1.1	5.5

* *Clausocalanus* sp., *Acrocalanus* sp., *Metridia* gerlachei

82 Postlarven von *N. larseni* wurden von sieben Stationen auf dem Südschelf der Bransfield Straße bis Joinville I. untersucht. Die Nahrungszusammensetzung ist in Tab. 3.18 aufgeführt. Etwa ein Zehntel der Tiere hatte nicht gefressen. Copepoden stellten den Hauptanteil der Nahrung, die auch hier durch Euphausiideneier bereichert war. Fast zwei Drittel der Nährtiere waren Copepodite und Adulte von *Oncaea* spp., die von etwa jeder zweiten Postlarve gefressen wurden. *Oithona* spp. und calanoide Copepodite, die mit sechs Arten vertreten waren, wurden nur vereinzelt als Gelegenheitsnahrung genommen. Alle Euphausiideneier zusammengenommen machten knapp

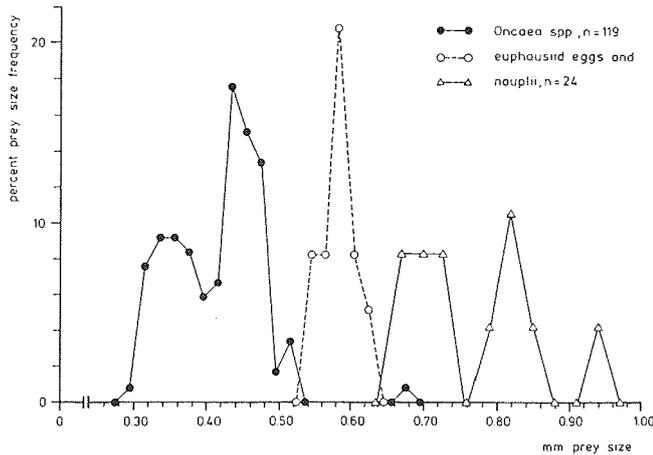


Abb. 3.47: *Notothenia larseni*; Größenfrequenzen (Durchmesser und Carapaxlängen) der häufigsten Nährtiere der Postlarven im Februar 1982.

ein Zehntel der Futtertiere aus und wurden von gut einem Drittel der Postlarven gefressen. 12 Eier konnten *E. superba* zugeordnet werden. Auffallend ist das vergleichsweise häufige Auftreten von Larvenstadien des Krill in knapp einem Fünftel der Mägen.

Die Längenfrequenz von *Oncaea* spp. (Abb. 3.47) zeigt zwei ausgeprägte Peaks bei 0.35 und 0.44 mm. Im Januar/Februar 1978 lagen diese Peaks bei 0.33 und 0.47 mm. Die Häufigkeitsverteilung der Euphausiideierei

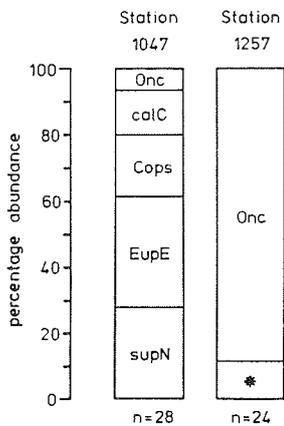


Abb. 3.48: *Notothenia larseni*; Nahrungszusammensetzung der Postlarven auf zwei Stationen im Februar 1982. n ist die Anzahl untersuchter Mägen mit Nahrung. *: *Oithona* und calanoide Copepoden.

bietet das gewohnte Bild mit dem Gipfel der Krill Eier bei 0.59 mm. Nach oben schließen sich Krilllarven mit Nauplien und größeren Metanauplien an. Der Größenbereich aller gemessenen Nährtiere lag zwischen 0.16 und 1.06 mm. In den Vergleichsmonaten lag er zwischen 0.15-1.10 mm.

Wie im Januar/Februar 1978 gab es Unterschiede in der Futterzusammensetzung auf den Stationen hinsichtlich des Fraßes von Euphausiideiereiern. Die Abb. 3.48 zeigt die Fraktionen der Nährtiere auf den Stationen 1047 (Antarctic Sound) und 1257 (nördlich Joinville I.). Auf Station 1047 bestand die Nah-

nung zu knapp 40 % aus Copepoden und zu einem Drittel aus Euphausiiden-eiern, von denen etwa die Hälfte als Krilleier anzusprechen war. Ein weiteres Drittel stellten Larvenstadien von E. superba. Ein völlig anderes Bild bot Station 1257, auf der Oncaea spp. fast 90 % der Nahrung ausmachten.

Für die Station 1047 lagen die relativen Häufigkeiten der Copepoden und der Eier und Larven des Krill aus Planktonfängen mit dem Vertikal-schließnetz vor (MARSCHALL & MIZDALSKI 1985), so daß mit diesen Daten das Freßverhalten postlarvaler N. larseni auf Selektion überprüft werden soll. Tab. 3.19 zeigt die Häufigkeiten und Fraktionen der Copepoden und der Eier und Larven des Krill in den Mägen und im Vertikalnetz von 200-0 m sowie die Indices log Q und D nach JACOBS (1974). Aufgrund der geringen Anzahlen der Calanoiden in den Mägen wurden sie als "gefressene Calanoide" zusammengefaßt. Da auf Station 1047 nur Eier des Krill gefunden wurden, sind alle Euphausiideneier aus den Mägen als Krilleier zusammengefaßt. Die Planktonkonzentration an potentiellen Futtertieren, i.e. Cyclopoide und calanoide Copepodite sowie Eier und Larven des Krill betrug 35 pro m³. Eine stark negative Selektion liegt für Oncaea spp. vor, die das dominante Element im Zooplankton war, von den Post-larven jedoch nicht dementsprechend häufig gefressen wurden. Calanoide wurden schwach positiv selektiert, während eine kräftig positive Selektion für Krilleier und -larven bestand. Von Station 1257 liegen keine Planktondaten für Copepoden vor. Euphausiideneier wurden weder im RMT 1 noch im Vertikalnetz registriert.

Weiterhin ermöglichten die Stufenfänge eine Differenzierung des Eifraßes nach den verschiedenen Fangtiefen des RMT auf der Station 1047. In 200 - 140 m Tiefe wurden 0.3 Eier pro Magen gefressen, in 140 - 70 m 0.8 Eier und in 70 - 0 m 1.1 Eier pro Magen. Der Eifraß war also in der untersten Tiefenstufe am geringsten und nahm zur Oberfläche hin zu.

Tab. 3.19: Notothenia larseni; Anzahlen (N) und Fraktionen (r) der Nährtiere in den Mägen der Postlarven sowie Abundanzen pro 10³ m³ (NVN) und Fraktionen (p) der Nährtiere im umgebenden Plankton aus dem Vertikalnetz auf Station 1047 (11.2.82). Selektionsindices D und log Q nach JACOBS (1974).

Station 1047, Antarctic Sound, 200 - 0 m; 28 untersuchte Mägen

	N	r	NVN	p	D	log Q
<u>Oncaea</u> spp.	5	0.082	17662	0.715	-0.93	-1.45
gefressene Calanoide*	10	0.164	2761	0.112	0.22	0.19
Krilleier	25	0.410	2857	0.116	0.68	0.72
Krillnauplien und Metanauplien	21	0.344	1428	0.058	0.79	0.93

* Microcalanus pygmaeus, Acrocalanus sp., Ctenocalanus sp., Clausocalanus sp.

Tab. 3.20: *Motothenia larseni*; Nahrungszusammensetzung der Jungfische in allen Untersuchungsmonaten. Angegeben sind die Anzahl (n), der relative Anteil an der Gesamtnahrung (D) und die Präsenz der Nährtiere in den Mägen mit Nahrung (FO).

Saison	Nov. 1977			Febr. 1978			März 1978			Feb. 1982		
Standardlängen	37-50 mm			50-58 mm			50-52 mm			47-55 mm		
untersuchte Mägen:	n = 4			n = 5			n = 4			n = 12		
leere Mägen:	n = 0			n = 0			n = 0			n = 1 (8.3%)		
	n	D(%)	FO(%)	n	D(%)	FO(%)	n	D(%)	FO(%)	n	D(%)	FO(%)
<i>Metridia gerlachei</i>	2	40.0	50.0	1	0.2	20.0	27	46.6	75.0	161	77.0	72.7
<i>Calanus propinquus</i>	-	-	-	1	0.2	20.0	6	10.3	25.0	26	12.4	54.6
<i>Calanoides acutus</i>	-	-	-	5	1.0	40.0	-	-	-	1	0.5	9.1
sonstige Copepoden ¹⁾	1	20.0	25.0	-	-	-	1	1.7	25.0	2	1.0	9.1
Copepoden indet.	1	20.0	25.0	7	1.4	80.0	18	31.0	100.0	6	2.9	54.6
Amphipoden ²⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1.4	18.2
<i>Euphausia</i> sp. ³⁾	-	-	-	-	-	-	1	1.7	25.0	6	2.9	54.6
<i>E. superba</i> Eier	-	-	-	473	97.1	80.0	4	6.9	25.0	2	1.0	18.2
Chaetognathen	-	-	-	-	-	-	1	1.7	25.0	2	1.0	18.2
Sonstiges ⁴⁾	1	20.0	25.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-

1) *Rhincalanus gigas*

4) Cirripedier-nauplius

1) *Heterorhabdus*

3) Euphausiiden-rest

1) *Oithona* spp.

2) *Hyperietta dilatata*, *Primno* sp.

3) *E. crystallorophias*

3.2.1.4 Die Nahrung der Jungfische

Im Vergleich zu den Larven und Postlarven stand nur eine kleine Anzahl von Jungfischen zur Verfügung. Das Material aus dem Februar 1976 konnte nicht verwendet werden, da die lange Lagerzeit in Formol von den Fischen zwar unbeschadet überstanden worden war, die Magen-Darm-Inhalte aber bis zur Unkenntlichkeit aufgelöst und bestenfalls grob als Copepoden zu identifizieren waren.

Die Ergebnisse der Nahrungsuntersuchungen an allen Jungfischen von November 1977 bis März 1978 und vom Februar 1982 sind in Tab. 3.20 dargestellt. Calanoide Copepoden beherrschten die Nahrung: Copepodite und Adulte von *M. gerlachei*, Copepodite von *C. propinquus* und Copepodite und Adulte von *C. acutus* waren die am häufigsten und zahlreichsten gefressenen Copepoden. Daneben wurden vereinzelt cyclopoide Copepoden, Euphausiiden (15.5 mm), Amphipoden und Chaetognathen (11.5 mm) genommen. Die große Anzahl Krilleier im Februar 1978 stammt aus den Mägen von vier Jungfischen, die auf Station 327 südöstlich von Joinville I. 26 - 228 Krilleier gefressen hatten. Hier war auch der Anteil der Eier in den Mägen der Postlarven besonders hoch (vgl. Abb. 3.41). Im März 1978 bestand die Nahrung der Jungfische vorwiegend aus Copepoden mit einem großen Anteil an Copepoditen von *M. gerlachei*. Fast alle Jungfische hatten Fett angesetzt, das den gesamten peritonealen Raum ausfüllte.

Aus dem Februar 1982 lag mit 12 Jungfischen das größte Material vor. Auf der Dauerstation südlich von Elephant Island wurden vier Tiere gefangen, deren Futter aus Amphipoden und Krilleiern bestand. Die restlichen acht juvenilen N. larseni stammten von der Station 1058 auf dem Südschelf der Bransfield Straße. Da von dieser Station das Nahrungsangebot an Copepoden vorlag, soll das Freßverhalten der Jungfische auf Selektion geprüft werden (Tab. 3.21). Die Gesamtdichte an Copepoden im Plankton betrug 95 pro m³. Trotz des großen Vorkommens von Oithona spp. im Plankton wurden nur zwei Tiere in den Magen gefunden. M. gerlachei und C. propinquus wurden kräftig, C. acutus schwach positive selektiert. Dieses Freßmuster wird auch aus dem Futter von November 1977 bis März 1978 deutlich; größere aber seltene calanoide Copepoden wurden gegenüber kleineren Calanoiden und vor allem gegenüber den kleineren Cyclopoiden bevorzugt. Abb. 3.49 zeigt die Längenfrequenz der Calanoiden. Der Gipfel repräsentiert hauptsächlich Copepoditstadien von M. gerlachei und C. propinquus und ab etwa 3.5 mm adulte M. gerlachei.

Tab. 3.21: Notothenia larseni; Anzahlen (N) und Fraktionen (r) der Copepoden in den Magen der Jungfische sowie Abundanzen pro 10³ m³ (HVN) und Fraktionen (p) der Copepoden im umgebenden Plankton aus dem Vertikalnetz auf Station 1058 (12.2.82). Selektionsindices D und log Q nach JACOBS (1974).

Station 1058, Bransfield Str., Südschelf, 200 - 0 m, n = 11 Magen

	N	r	HVN	p	D	log Q
Oithona spp.	2	0.011	48452	0.710	-0.99	-2.34
Metridia gerlachei	161	0.847	18709	0.274	0.87	1.17
Calanus propinquus	26	0.137	855	0.013	0.85	1.08
Calanoides acutus	1	0.005	209	0.003	0.25	0.22

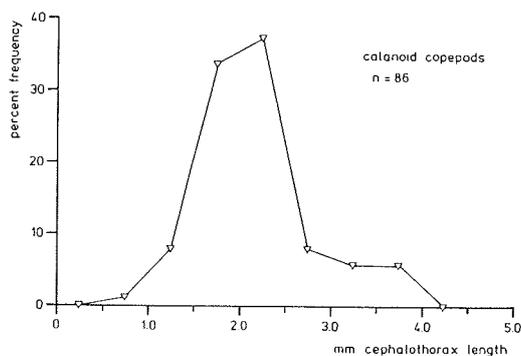


Abb. 3.49: Notothenia larseni; Carapaxlängenfrequenz der calanoiden Copepoden aus den Magen der Jungfische auf Station 1058 (Februar 1982).

3.2.1.5 Maulweiten und Beutegrößen der Larven und Postlarven

An 212 Larven und Postlarven von N. larseni zwischen 7.8 und 24.2 mm Standardlänge konnte die Maulweite gemessen werden. Zwischen beiden Parametern bestand eine lineare Abhängigkeit mit $r^2 = 0.907$ (Abb. 3.50), die Maulweite wächst also isometrisch mit der Länge.

Zur Analyse der Futtergrößen über den untersuchten larvalen und postlarvalen Längenbereich wurde für jede Längenklasse in den einzelnen Monaten und Jahren die mittlere Größe (Carapaxlänge bzw. Eidurchmesser) der Nährtiere berechnet. Wie in 3.2.1.1 erwähnt, war die Verdauungsgeschwindigkeit von Eiern langsamer als die von Copepoden, so daß bisweilen mehr Größenmessungen von Eiern als von Copepoden vorlagen; hier wurde die Carapaxlängenfrequenz der Copepoden auf die Gesamtanzahl hochgerechnet und dann der Mittelwert bestimmt. Eine Normalverteilung der Partikelgrößen lag nur selten vor, so daß allgemein der Median als Mittelwert verwendet wurde. Sein Vorzug gegenüber dem arithmetischem Mittel liegt in der Unempfindlichkeit gegenüber Extremwerten, i.e. einzelne sehr kleine oder sehr große Nährtiere haben wenig Einfluß auf die mittlere Partikelgröße. Mittlere sowie Maximal- und Mindestgröße wurden auf Unabhängigkeit von Standardlänge und Maulweite geprüft (SPEARMAN Rangkorrelation). Dieser Test wurde auf die Daten von 1977/78 beschränkt, da hier dem größengrößenabhängigen Freßverhalten das Nahrungsangebot im Laufe einer Saison zugrunde lag und somit der Einfluß jährlicher Unterschiede ausgeschlossen wurde.

Die Abb. 3.51 zeigt die Mediane, Quartilenspanne (erste und dritte Quartile) und den Gesamtbereich der Futtergrößen in den larvalen und postlarvalen Längenklassen aller Untersuchungsmonate und -jahre als Funktion der Standardlänge und Maulweite (Maulweiten aus obiger Regression). Die ersten drei Werte sowie der fünfte und siebente Wert repräsentieren larvale und postlarvale N. larseni aus dem November 1977. Die mittlere Nährtiergröße stieg hier über einen Larvenlängenbereich von 3

mm von 0.17 mm auf etwa das Doppelte (0.33 mm) an. Ältere Larven und Postlarven bevorzugten also bei gleichem Nahrungsangebot größeres Futter. Mit wachsender Länge und Maulweite nahm die mittlere Beutegröße nur langsam zu und lag meist zwischen 0.4 und 0.5 mm. Auch

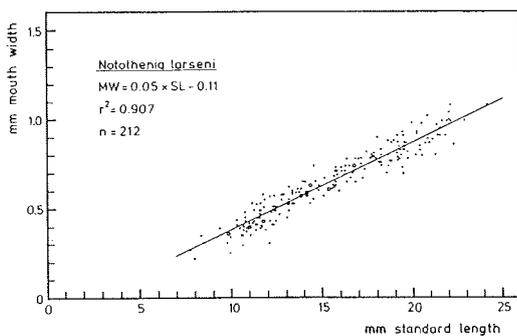


Abb. 3.50: Notothenia larseni; Beziehung zwischen Maulweite und Standardlänge der Larven und Postlarven.

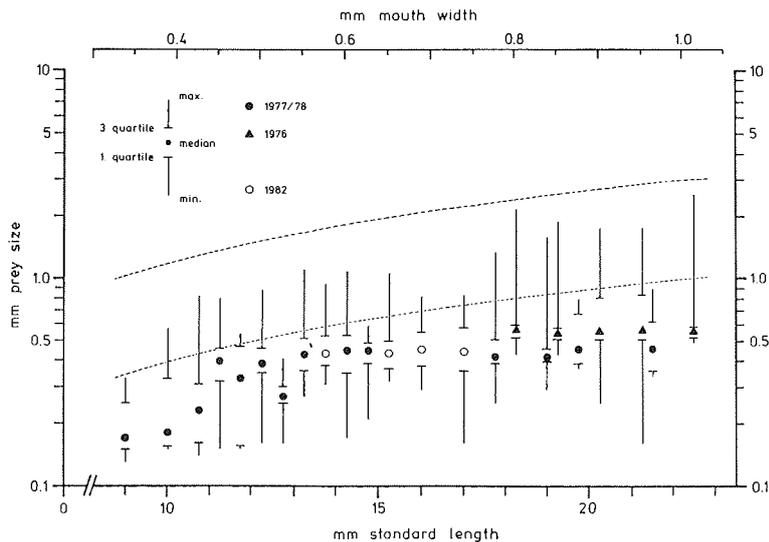


Abb. 3.51: *Nototothenia larseni*; mittlere Größen, Quartilenspannen und Größenbereiche der Nährtiere in den larvalen und postlarvalen Längenklassen als Funktion von Standardlänge und Maulweite.

die Maximalgröße der Nährtiere nahm zunächst deutlich und bei größeren Postlarven nur allmählich zu, wobei es sich bei den größten gefressenen Beutetieren ab etwa 1 mm Länge ausschließlich um calanoide Copepoden handelte. Die Mindestgröße der Nährtiere, Copepodeneier, -nauplien und kleine Cyclopoide, zeigte gleiche Tendenz.

Mittlere sowie Maximal- und Mindestbeutegrößen zeigten signifikante Abhängigkeiten von Standardlänge und Maulweite, wobei die Maxima die schlechteste ($r = 0.564$) Korrelation aufwies, gefolgt vom Median ($r = 0.869$) und der Mindestgröße mit der stärksten Korrelation ($r = 0.937$). Alle Korrelationen waren signifikant $\neq 0$ ($r_S^* = 0.459$, $\alpha = 0.05$; $r_S^* = 0.534$, $\alpha = 0.025$; $n = 14$).

Die kritische, durch die Maulweite limitierte Nährtiergröße ist deren Weite. Carapaxlänge und -weite von Copepoden werden jedoch innerhalb gewisser Grenzen in einem artspezifischen Verhältnis stehen, welches verallgemeinert mit 3 zu 1 angenommen werden soll. Die maximal freißbare Copepodenlänge ist somit gleich der dreifachen Maulweite. Sie ist in der Abb. 3.51 durch die obere gestrichelte Linie dargestellt. Bis auf eine Ausnahme blieben die Maxima in allen Längenklassen meist deutlich unter diesem Limit. Die untere gestrichelte Linie repräsentiert Nährtiere, deren Größe gleich der Maulweite ist. Da die Quartilenspannen immer unterhalb dieser Linie lagen, waren stets mehr als 75 % der Nährtiergrößen kleiner als die Maulweite.

3.2.2 Pleuragramma antarcticum

3.2.2.1 Die Nahrung der Jungfische im November 1977

Tab. 3.22: Pleuragramma antarcticum; Futterzusammensetzung der Jungfische im November 1977 von 34-46 mm SL (mittlere SL: 39.1 ± 2.4). Angegeben sind Größenbereich, Anzahl (n), der relative Anteil am Gesamtfutter (D) und die Präsenz der Nährtiere in den Mägen mit Nahrung (F0).

untersuchte Mägen: 50; 5.1 ± 5.1 Nährtiere pro Magen
Anzahl leerer Mägen: 6 (12 %)

Nährtier	Größe (mm)	n	D (%)	F0(%)
<u>Oncaea</u> spp.	0.29 - 0.43	6	2.6	9.1
<u>Oithona</u> spp.	0.38 - 0.59	49	21.6	34.1
<u>Calanus propinquus</u>	0.85 - 3.30	7	3.1	18.2
<u>Calanoides acutus</u>	0.89 - 4.65	6	2.6	11.4
<u>Metridia gerlachei</u>	0.73 - 2.45	23	10.1	29.5
<u>Microcalanus pygmaeus</u>	0.48, 0.50	20	8.8	2.3
<u>Euchaeta</u> sp.	1.30 - 1.95	5	2.2	9.1
<u>Ctenocalanus</u> sp.	0.47 - 1.00	24	10.6	20.5
<u>Clausocalanus</u> sp.	0.33 - 0.74	8	3.5	4.6
<u>Heterorhabdus</u> sp.	1.44	1	0.4	2.3
Copepoden indet.	0.7 - 0.8	65	28.6	65.9
Copepodennauplien	0.25 - 0.45	5	2.2	4.6
Euphausiideneier	0.32 - 0.35	3	1.3	4.6
Euphausiidennauplien	0.43	2	0.9	2.3
Sonstiges	-	3	1.3	6.8

Aus dem November 1977 wurden 50 juvenile P. antarcticum von acht Stationen in der Bransfield Straße auf ihre Nahrung untersucht. Alle Jungfische hatten Fett angesetzt. 19 der Tiere (38.0 %) waren mit Invasionsstadien von Cestoden befallen. Über 90 % des Futters bestand aus meist calanoiden Copepoden (Tab. 3.22). Nach Anzahl häufigstes Futter und in etwa einem Drittel der Mägen zu finden war Oithona spp., gefolgt von Ctenocalanus sp. und Copepoditen von M. gerlachei mit je einem Anteil von 10 % des Futters und einer Präsenz von 20-30 % der Mägen. Copepodite von C. propinquus wurden in geringer Anzahl, aber regelmäßig gefressen. Die wenigen Euphausiideneier und -nauplien

sind nach Größe und Zeitpunkt Thysanoessa sp. zuzuordnen. Copepodeneier wurden nicht genommen, Copepodennauplien waren ohne Bedeutung.

Das Futtergrößenspektrum reichte von 0.25 mm großen Copepodennauplien bis zu adulten C. acutus von 4.65 mm Carapaxlänge. Abb. 3.52 zeigt die Carapaxlängenfrequenzen der cyclopoiden und calanoiden Copepoden. Mehr als 50 % der Calanoiden fiel in die 0.5-1.0 mm Klasse. Große Copepodite und Adulte (C. propinquus, C. acutus, M. gerlachei) waren in den 2.0 bis 5.0 mm Klassen vertreten. Die Längenfrequenz der Cyclopoiden zeigte zwei Peaks bei 0.5 mm und 0.56 mm mit Copepoditstadien und Adulten von Oithona spp..

3.2.2.2 Die Nahrung der Postlarven im März 1981

Die 105 untersuchten P. antarcticum aus dem März 1981 stammten von fünf Stationen in den Gewässern des Palmer Archipels (St. 227 - 232, vgl. Abb. 2.5). Mehr als die Hälfte aller Tiere (55.2 %) hatte Fett an Leber und Darmschlinge angesetzt, wobei der Anteil der Tiere mit Fett durch

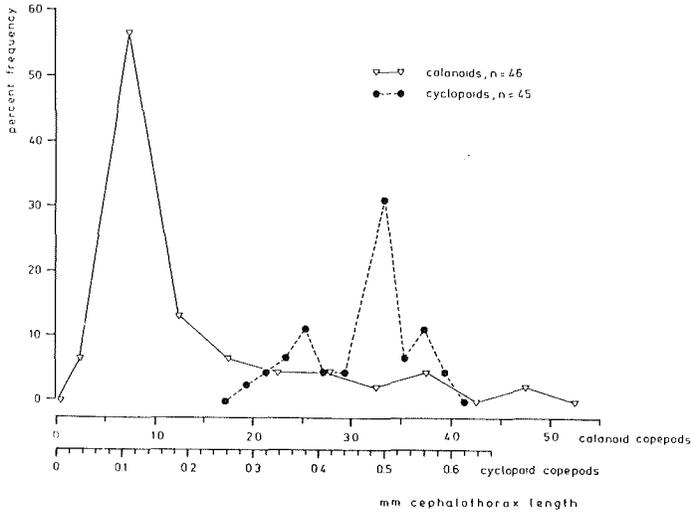


Abb. 3.52: *Pleuragramma antarcticum*; Carapaxlängenfrequenzen der calanoiden und cyclopoiden Copepoden aus den Mägen der Jungfische im November 1977.

Tab. 3.23: *Pleuragramma antarcticum*; Nahrungszusammensetzung der Postlarven im März 1981 von 18-31 mm SL (mittlere SL: 25.7 ± 9.9). Angegeben sind Größenbereich, Anzahl (n), der relative Anteil an der Gesamtnahrung (D) und die Präsenz der Nährtiere in den Mägen mit Nahrung (FO).

untersuchte Mägen: 105; 6.6 ± 7.1 Nährtiere pro Magen
Anzahl leerer Mägen: 10 (9.5 %)

Nährtiere	Größe (mm)	n	D (%)	FO (%)
<i>Oncaea</i> spp.	0.22 - 0.97	202	34.6	35.8
<i>Oithona</i> spp.	0.35, 0.53	2	0.3	2.1
<i>Ctenocalanus</i> sp.	0.38 - 0.55	6	1.0	4.2
<i>Microcalanus pygmaeus</i>	0.50 - 0.67	13	2.2	4.2
<i>Calanoides acutus</i>	0.65 - 3.75	20	3.4	15.8
<i>Calanus propinquus</i>	0.74 - 2.16	5	0.9	4.2
sonstige Copepoden*	2.8	6	1.0	4.2
Copepoden indet.	0.3 - 0.8	159	27.2	42.1
<hr/>				
Copepodeneier	0.15 - 0.18	138	23.6	44.2
Copepodennauplien	0.20 - 0.49	13	2.2	10.5
<hr/>				
Molluskenlaich	0.55 - 0.65	17	2.9	14.8
<hr/>				
Sonstiges	0.08 - 0.80	2	0.3	2.1
Unbestimmbar		1	0.2	1.1

* Harpacticiden, *Rhincalanus gigas*

Copepodeneier zeigten vor allem bei Postlarven bis 25 mm hohe Präsenzen, *C. acutus* wurde erst ab 25 mm häufiger gefressen (Anhang, Tab. 7).

die Längenklassen zunahm. Die Futterzusammensetzung zeigt Tab. 3.23. Mehr als zwei Drittel aller Futtertiere waren Copepoden, von denen *Oncaea* spp. am zahlreichsten und häufigsten gefressen wurde. Unter den Calanoiden hoben sich nur Copepodite von *C. acutus* durch ihre erhöhte Präsenz hervor. Copepodeneier waren zweithäufigstes Futter und waren wie im Februar 1982 in fast jedem zweiten Magen vertreten. Copepodennauplien stellten nur einen geringen Anteil der Nahrung, fanden sich aber in einem Zehntel der Mägen. Statt der Tintinnen, im Februar 1982 häufiges Futter, wurden hier von vielen Postlarven Laichpäckchen gefressen, wie sie von pelagischen Mollusken bekannt sind.

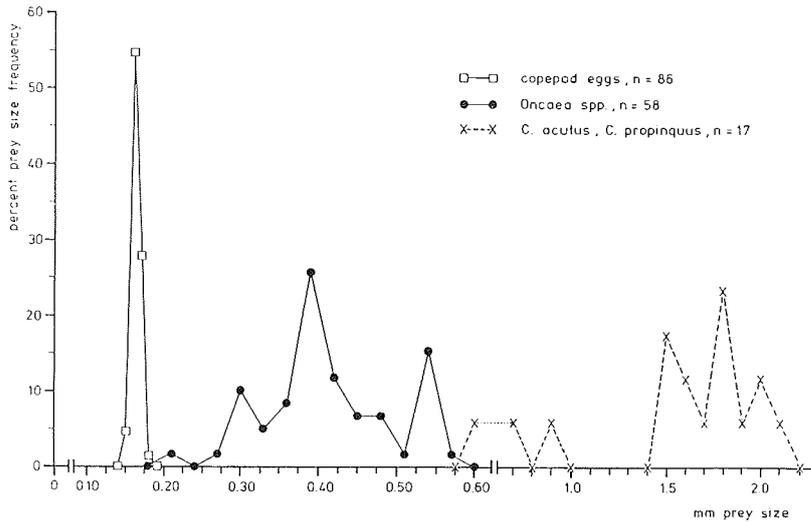


Abb. 3.53: *Pleuragramma antarcticum*; Größenfrequenzen (Carapaxlängen, Durchmesser) der häufigsten Nährtiere der Postlarven im März 1981.

Das Größenspektrum der Futterpartikel reichte von 0.15 mm großen Copepodeneiern bis zu adulten *C. acutus* von 3.75 mm Carapaxlänge. Die Längenfrequenz von *Oncaea* spp. ist polymodal, während *C. acutus* und *C. propinquus* mit frühen Copepoditen in dem linken Bereich ihrer Längenfrequenz vertreten waren, und der rechte Teil überwiegend größere Copepodite von *C. acutus* waren (Abb. 3.53).

3.2.2.3 Die Nahrung der Jungfische im März 1981

Tab. 3.24: *Pleuragramma antarcticum*; Futterzusammensetzung der Jungfische auf Station 245 im März 1981 (67-77 mm SL). Angegeben sind Größenbereiche, Anzahl (n), der relative Anteil am Gesamtfutter (D) und die Präsenz der Nährtiere in den Mägen mit Nahrung (FO).

Untersuchte Mägen: 8; Nährtiere pro Magen: 10.0 ± 4.1
Anzahl leerer Mägen: 1 (12.5 %)

Nährtiere	Größe (mm)	n	D (%)	FO(%)
<i>Calanus propinquus</i>	2.18 - 4.52	14	20.0	71.4
<i>Calanoides acutus</i>	3.28 - 4.52	14	20.0	57.1
<i>Metridia gerlachei</i>	1.40 - 2.81	12	17.1	57.1
<i>Rhincalanus gigas</i>	-	2	2.9	28.6
<i>Euchaeta</i> sp.	3.20 - 5.23	5	7.1	57.1
<i>Haloptilus ocellatus</i>	-	1	1.4	14.3
Copepoden indet.	-	15	21.4	57.1
Polychaetenreste	-	4	5.7	57.1
Chaetognathen	12 - 19	3	4.3	14.3

Aus dem März 1981 waren acht Jungfische der Altersklasse 2 von einer Station am Nordausgang des Antarctic Sound verfügbar. Eines der 67-77 mm langen Tiere hatte nichts gefressen, ein Exemplar von 71 mm Länge hatte drei Cestodenfinten im Magen. Alle Tiere hatten Fett angesetzt. Die Nahrungszusammensetzung zeigt Tab. 3.24. Große Copepodite und Adulte von *C. acutus* und *C. propinquus* waren die häufigste Nahrung, dicht gefolgt von Copepoditen von *M. gerlachei*. Cyclopoide fehlten vollständig; auch die nicht mehr bestimmbareren Copepoden waren Calanoide. Weiterhin

wurden Polychaeten und Chaetognathen gefressen. Der Größenbereich der Nährtiere von 1.4-5.2 mm liegt deutlich über dem der einjährigen Jungfische; dort lag der Großteil der Futtergrößen zwischen 0.5 und 1.0 mm.

3.2.2.4 Die Nahrung der Brut im Februar 1982

170 *P. antarcticum* von neun Stationen in der nordöstlichen Bellingshausen See, im Palmer Archipel und auf dem Südschelf der Bransfield Straße einschließlich des Antarctic Sound wurden untersucht. Gut ein Fünftel der Tiere hatte nicht gefressen. Zwei Postlarven hatten einen aufgeblähten Oesophagus, offenbar durch einen wieder ausgespienen großen Copepoden. Anzeichen von Schreckdefäkation bei der Fixierung wie ähnlich aufgetriebene Enddärme wurden nicht beobachtet, aufgeblähte Enddärme mit Füllung hingegen des öfteren. Einige Postlarven (4.7 %) hatten Fett angesetzt und zwei Postlarven waren mit Pleroceroideen infestiert (Anhang, Tab. 6).

Die Nahrungszusammensetzung der Postlarven zeigt Tab. 3.25. Copepoden, vor allem *Oncaea* spp. stellten den Hauptanteil der Nahrung. Die identifizierbaren calanoiden Copepoden waren Copepodite von *Ctenocalanus* sp. und *M. gerlachei*; die große Anzahl unbestimmbarer Copepoden läßt aber eine höhere Artenzahl vermuten. Copepodeneier wurden in großer Anzahl von knapp der Hälfte der Tiere gefressen. Eier von *E. superba* wurden vor allem auf den Stationen in der nordöstlichen Bellingshausen See und zusammen mit Larven auf den Stationen im Antarctic Sound genommen. Tintinnen waren in einem Zehntel der Mägen präsent und machten etwa 10 % des Futters aus. Copepoden und Copepodeneier waren in fast allen Längenklassen zahlreichstes und am häufigsten gefressenes Futter (Anhang, Tab. 6). Das Größenspektrum des Postlarvenfutters reichte von Copepodeneiern mit 0.15 mm Durchmesser bis zu Calyptopen von 1.86 mm Länge. Die Häufigkeitsverteilungen der Copepodeneier, der *Oncaea* spp. und der Krillleier zeigt Abb. 3.54. Die Länge der wenigen Tintinnenschalen variierte zwischen

Tab. 3.25: *Pleuragramma antarcticum*; Futterzusammensetzung der Postlarven im Februar 1982 von 13-22 mm SL (mittlere SL: 16.7 ± 1.9), Angegeben sind Größenbereich, Anzahl (n), der relative Anteil an der Gesamtnahrung (D) und die Präsenz der Nährtiere in den Mägen mit Nahrung (FO).

untersuchte Mägen: 170; 3.2 ± 2.1 Nährtiere pro Magen
Anzahl leerer Mägen: 37 (21.8 %)

Nährtiere	Größe (mm)	n	D (%)	FO(%)
<i>Oncaea</i> spp.	0.28 - 0.52	41	11.9	18.1
<i>Ctenocalanus</i> sp.	0.41 - 0.71	4	1.2	1.5
<i>Metridia gerlachei</i>	1.26	3	0.9	1.5
Copepoden indet.	0.3 - 0.6	78	22.7	32.3
Copepodeneier	0.15 - 0.18	119	34.6	45.9
Copepodennauplien	0.33 - 0.35	8	2.3	2.3
<i>E. superba</i> Eier	0.58 - 0.61	18	5.2	9.8
<i>E. superba</i> Nauplien	0.80 - 0.95	8	2.3	4.5
<i>E. superba</i> Calyptopen	1.62 - 1.86	5	1.5	2.3
Tintinnen	0.32 - 0.47	35	10.2	10.5
Sonstiges	0.08 - 0.94	6	1.7	3.8
Unbestimmbar	-	19	5.5	14.3

den vor allem auf den Stationen in der nordöstlichen Bellingshausen See und zusammen mit Larven auf den Stationen im Antarctic Sound genommen. Tintinnen waren in einem Zehntel der Mägen präsent und machten etwa 10 % des Futters aus. Copepoden und Copepodeneier waren in fast allen Längenklassen zahlreichstes und am häufigsten gefressenes Futter (Anhang, Tab. 6). Das Größenspektrum des Postlarvenfutters reichte von Copepodeneiern mit 0.15 mm Durchmesser bis zu Calyptopen von 1.86 mm Länge. Die Häufigkeitsverteilungen der Copepodeneier, der *Oncaea* spp. und der Krillleier zeigt Abb. 3.54. Die Länge der wenigen Tintinnenschalen variierte zwischen

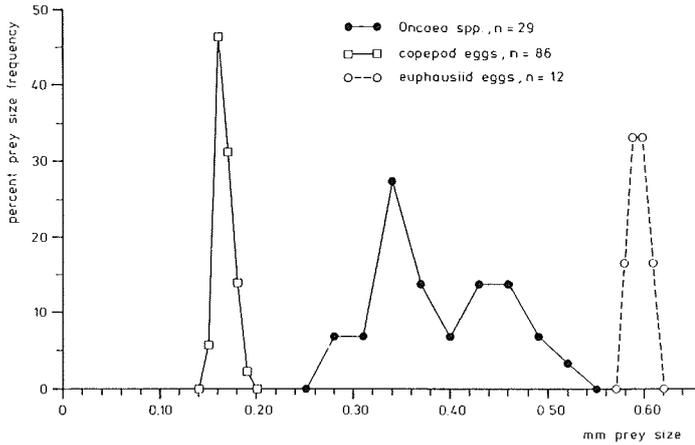


Abb. 3.54: *Pleuragramma antarcticum*; Größenfrequenzen (Carapaxlängen, Durchmesser) der häufigsten Nährtiere der Postlarven im Februar 1982.

0,32 und 0,47 mm. Die Längenfrequenz von *Oncaea* spp. ist bimodal mit Gipfeln von Copepoditen und Adulten. Copepoden- und Krillier zeigten die gewohnte Verteilung.

Copepodeneier, *Oncaea* spp., Tintinnen und Krillier als häufigstes Futter wurden auf fast allen Stationen gefressen. Große Unterschiede gab es jedoch in der Nahrung auf den Stationen 1047 und 1250 im Antarctic Sound, die mit etwa zweiwöchigem Abstand befishet wurden. Auf Station

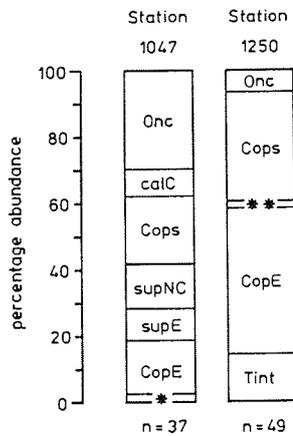


Abb. 3.55: *Pleuragramma antarcticum*; Nahrungszusammensetzung der Postlarven auf zwei Stationen im Februar 1982. n ist die Anzahl untersuchter Mägen mit Nahrung. *: Copepodennauplien; **: Larvenstadien *E. superba*.

1047 stellten Copepoden fast 60 %, Eier und Larvenstadien des Krill etwa ein Fünftel und Copepodeneier etwas weniger als ein Fünftel des Futters (Abb. 3.55). Auf Station 1250 waren Copepodeneier vorherrschend, während Larvenstadien von *E. superba* praktisch bedeutungslos waren. Eier, Nauplien und Metanauplien des Krill waren hier im Plankton viel seltener als auf Station 1047 (vgl. MARSCHALL & MIZDALSKI 1985), Calyptopen traten jedoch im Plankton um etwa das fünffache zahlreicher auf als zwei Wochen zuvor.

Tab. 3.26: Pleuragramma antarcticum; Anzahlen (N) und Fraktionen (r) der Nährtiere in den Mägen der Postlarven sowie Abundanzen pro 10³ m³ (NVN) und Fraktionen (p) der Nährtiere im umgebenden Plankton aus dem Vertikalnetz auf Station 1047 (11.2.82). Selektionsindices D und log Q nach JACOBS (1974).

Station 1047, Antarctic Sound, 200 - 0 m; n = 37 untersuchte Mägen						
	N	r	NVN	p	D	log Q
<u>Oncaea</u> spp.	22	0.489	17662	0.735	-0.49	-0.46
<u>Metridia gerlachei</u>	3	0.067	1049	0.044	0.22	0.19
<u>Ctenocalanus</u> sp.	3	0.067	572	0.024	0.49	0.47
Krilleier	7	0.156	2857	0.119	0.16	0.13
Krillnauplien und Metanauplien	6	0.133	1428	0.059	0.42	0.39
Krillcalyptopen	4	0.089	468	0.020	0.65	0.68

Weiteren Einblick in die Nahrungsgewohnheiten lieferte der Vergleich der Nahrungszusammensetzung mit dem Angebot auf Station 1047 (Tab. 3.26). Für Station 1250 lagen keine Planktondaten für Copepodeneier und Tintinnen vor. Die Konzentration potentiell geeigneten Larvenfutters im Plankton (vgl. 3.2.1.3) betrug 35 pro m³ (ohne Copepodeneier). Oncaea spp. wurde deutlich negativ selektiert zugunsten calanoider Copepoden und Larvenstadien des Krill, vor allem Calyptopen. Krilleier wurden nur schwach bevorzugt.

3.2.2.5 Die Nahrung der Jungfische im Februar 1982

Aus dem Februar 1982 wurden 128 juvenile P. antarcticum von 15 Stationen in der Bransfield Straße und im Palmer Archipel untersucht. Weitere 62 Tiere stammten aus den Hols der Dauerstation südlich von Elephant I. und 29 Exemplare von Station 1250 im Antarctic Sound. Ein Teil der Tiere war mit Plerocercoiden befallen, die meist einzeln in den Pylorus-säcken und nur selten frei im Darmlumen vorkamen; Bis zu fünf Exemplare wurden in einem Magen gefunden (Mittel: 1.8 ± 1.1). Von den 219 untersuchten P. antarcticum waren 80 (36.5 %) mit insgesamt 144 Parasiten infestiert. Alle Tiere hatten Fett angesetzt.

Das Futter der Juvenilen in der Bransfield Straße und im Palmer Archipel zeigt Tab. 3.27. Etwa 90 % der Nahrung bestand aus vorwiegend calanoiden Copepoden. C. propinquus war mit zahlreichen Copepoditen und einigen adulten Weibchen in etwa einem Viertel der Mägen präsent und nach Anzahl häufigstes Futter. Zweithäufigstes Nährtier war Oncaea spp. gefolgt von Copepoditen von M. gerlachei. Oithona spp. stellte zwar nur etwa ein Zehntel der Nahrung, trat aber in gut einem Viertel der Mägen auf. Einige Jungfische hatten nicht mehr bestimmbare Euphausiiden um 25 mm Länge gefressen.

Tab. 3.27: *Pleuragramma antarcticum*; Futterzusammensetzung der Jungfische in der Bransfield Straße und im Palmer Archipel im Februar 1982 von 33-59 mm SL (mittlere SL: 43,3 ± 4,3). Angegeben sind Größenbereiche, Anzahl (n), der relative Anteil am Gesamtfutter (D) und die Präsenz der Nährtiere in den Mägen mit Nahrung (FO).

untersuchte Mägen: 128; 7,7 ± 9,7 Nährtiere pro Magen Anzahl leerer Mägen: 5 (3,9 %)				
Nährtiere	Größe (mm)	n	D (%)	FO(%)
<i>Oncaea</i> spp.	0.33 - 0.63	119	15.8	16.3
<i>Oithona</i> spp.	0.31 - 0.73	79	10.5	26.8
<i>Calanus propinquus</i>	0.73 - 4.32	146	19.3	26.0
<i>Calanoides acutus</i>	0.63 - 5.17	9	1.2	6.5
<i>Metridia gerlachei</i>	0.61 - 2.68	92	12.2	12.2
<i>Ctenocalanus</i> sp.	0.35 - 1.14	24	3.2	8.9
<i>Microcalanus pygmaeus</i>	0.45 - 0.59	5	0.7	2.4
<i>Euchaeta</i> sp.	0.75 - 2.21	11	1.5	4.9
<i>Stephos longipes</i>	0.53 - 0.67	40	5.3	4.9
sonstige Copepoden*	0.55 - 1.77	3	0.4	2.4
Copepoden indet.	0.5 - 3.9	143	18.9	39.8
<hr/>				
Copepodennauplien	0.35 - 0.47	4	0.5	2.4
Euphausiideneier	-	2	0.3	1.6
<i>E. superba</i> Eier	0.57 - 0.61	6	0.8	4.9
Euphaus.-metanauplien	0.76 - 1.14	16	2.1	8.1
Euphaus.-calyptopen	1.39 - 2.40	14	1.9	5.7
<hr/>				
<i>Euphausia</i> sp.	(25 mm)	7	0.9	5.7
Polychaetenreste	0.98 - 0.99	13	1.7	8.9
<hr/>				
Sonstiges	0.59 - 0.87	3	0.4	2.4
Unbestimmbar	-	19	2.5	13.8

* *Rhincalanus gigas*, *Aetideopsis* sp.

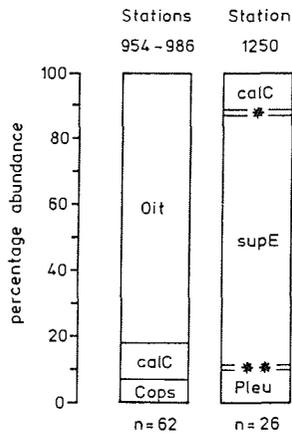


Abb. 3.5E: *Pleuragramma antarcticum*; Nahrungszusammensetzung der Jungfische auf der Dauerstation südlich Elephant I. und auf Station 1250 im Antarctic Sound. *: Copepodennauplien und larvaler Krill; **: *E. superba*. n ist die Anzahl untersuchter Mägen mit Nahrung.

Von der bisherigen Betrachtung ausgeschlossen blieben die Jungfische von der Dauerstation südlich von Elephant I. und von Station 1250 im Antarctic Sound, da ihre Nahrung ein deutlich abweichendes Bild zeigte (Abb. 3.56). Südlich von Elephant I. stellten *Oithona* spp. mehr als 80 % der Futtertiere und wurden von 40,3 % der Jungfische verzehrt. Bis zu 70 *Oithona* wurden in einem Magen gefunden. Auf Station 1250 bestand das Futter zu gut drei Vierteln aus Eiern von *E. superba*, die von einem Großteil der Jungfische (58 %) genommen wurden. Bis zu 30 Eier fanden sich in einem Magen. Calanoide Copepoden, in der Bransfield Straße die Hauptnahrung, machten auf beiden Stationen nur gut 10 % des Futters aus, waren aber in etwa der Hälfte der Mägen präsent. Ungewöhnlich ist das Auftreten einiger postlarvaler Artgenossen in den Mägen. Ein Jungfisch von 57 mm Länge aus 70-10 m Fangtiefe und fünf weitere Jungfische von 55-63 mm Länge aus 200-135 m Fangtiefe hatten insgesamt 17 Postlarven (zwischen 1 bis 6 je Magen) von etwa 12-15 mm Standardlänge gefressen. Einige Tiere schienen frisch gefressen, während sich bei anderen schon angedauten das Augenpigment bereits im Darm befand, so daß wenigstens in diesen Fällen Netzfraß ausgeschlossen werden kann. Postlarvale *P. antarcticum* traten im Antarctic Sound in großer Anzahl zusammen mit den Jungfischen auf (vgl. Abb. 3.28a).

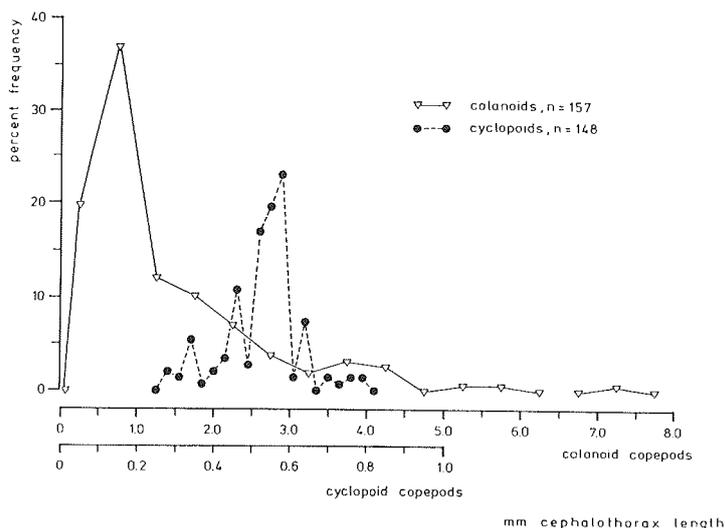


Abb. 3.57: *Pleuragramma antarcticum*; Carapaxlängenfrequenzen der calanoiden und cyclopoiden Copepoden aus den Mägen der Jungfische im Februar 1982.

Das Größenspektrum des Futters reichte von 0.28 mm langen *Oithona* spp. bis zu 7.18 mm langen *Rhincalanus gigas*, und darüber hinaus bis zu etwa 25 mm langen Euphausiiden. Die Carapaxlängenfrequenz der calanoiden und cyclopoiden Copepoden zeigt Abb. 3.57. Wie im November 1977 liegt das Maximum der calanoiden Längenfrequenz zwischen 0.5 und 1.0 mm. Nach rechts schließt sich die Mehrzahl der Copepodite von *C. acutus* und *C. propinquus* an, während ab etwa 3 mm adulte *C. acutus* und ab etwa 5 mm adulte *R. gigas* repräsentiert sind.

Zur Analyse des Freßverhaltens juveniler *P. antarcticum* wurden drei Stationen ausgewählt, von denen eine genügend große Anzahl von Tieren untersucht worden war und von denen das begleitende Zooplankton bekannt war. Tab. 3.28 zeigt die Häufigkeiten und Fraktionen der Futtertiere in Mägen und Plankton sowie die Selektionsindices D und $\log Q$ für die Stationen 1028 und 1058 auf dem Südschelf der Bransfield Straße und Hol 960 südlich von Elephant I.. Auf Station 1028 betrug die Gesamtkonzentration an Copepoden im Plankton 25 pro m^3 . Die cyclopoiden und die kleinen calanoiden *Microcalanus pygmaeus* wurden negativ selektiert, *Ctenocalanus* sp. und *Calanus propinquus* mäßig bevorzugt. Starke positive Selektion lag für die großen Calanoiden *Metridia gerlachei*, *Calanoides acutus*, *Euchaeta* sp. und *Rhincalanus gigas* vor. Die Gesamtkonzentration an Copepoden auf Station 1058 war mit 95 pro m^3 etwa um das vierfache höher. *Oithona* zeigte hier die stärkste negative Selektion,

Tab. 3.28: *P. antarcticum*; Anzahlen (N) und Fraktionen (r) der Nährtiere in den Mägen der Jungfische sowie Abundanz pro 10³ m³ (NVN) und Fraktionen (p) der Nährtiere im umgebenden Plankton aus dem Vertikalnetz auf drei Stationen in der Bransfield Straße und südlich von Elephant Island. Selektionsindices D und log Q nach JACOBS (1974).

Station 1028, Bransfield Straße, Südschelf, 200 - 0 m; n = 28 Mägen

	N	r	NVN	p	D	log Q
<i>Oithona</i> spp.	19	0.317	14416	0.579	-0.49	-0.47
<i>Oncaea</i> spp.	10	0.167	6234	0.250	-0.25	-0.22
<i>Metridia gerlachei</i>	15	0.250	624	0.025	0.86	1.11
<i>Calanus propinquus</i>	3	0.050	519	0.021	0.42	0.39
<i>Calanoides acutus</i>	3	0.050	26	0.001	0.96	1.70
<i>Euchaeta</i> sp.	2	0.033	65	0.003	0.84	1.05
<i>Ctenocalanus</i> sp.	4	0.067	650	0.026	0.46	0.43
<i>Microcalanus pygmaeus</i>	3	0.050	2363	0.095	-0.33	-0.30
<i>Rhincalanus gigas</i>	1	0.017	0	0.000	1.00	+∞

Station 1058, Bransfield Straße, Südschelf, 200 - 0 m*; n = 15 Mägen

	N	r	NVN	p	D	log Q
<i>Oithona</i> spp.	17	0.090	48452	0.563	-0.86	-1.11
<i>Oncaea</i> spp.	72	0.383	15726	0.183	0.47	0.44
<i>Metridia gerlachei</i>	74	0.394	17018	0.198	0.45	0.42
<i>Calanus propinquus</i>	6	0.032	790	0.009	0.57	0.56
<i>Ctenocalanus</i> sp.	14	0.074	3790	0.044	0.27	0.24
<i>Stephos longipes</i>	5	0.027	307	0.004	0.75	0.84

Station 960, Dauerstation Elephant I. Süd, 200 - 0 m; n = 24 Mägen

	N	r	NVN	p	D	log Q
<i>Oithona</i> spp.	40	0.645	16309	0.909	-0.69	-0.74
<i>Calanus propinquus</i>	4	0.065	260	0.015	0.64	0.66
<i>Calanoides acutus</i>	6	0.097	0	0.000	1.00	+∞
<i>Ctenocalanus</i> sp.	2	0.032	1376	0.077	-0.43	-0.40
<i>Rhincalanus gigas</i>	10	0.161	0	0.000	1.00	+∞

*Holtiefe des Vertikalnetz 160 m

während die Werte für *Oncaea* der mäßigen Präferenz für die großen Calanoiden *M. gerlachei* oder *C. propinquus* vergleichbar waren. *Stephos longipes* wurde stark positiv selektiert. Auf Station 960 war die Copepodendichte im Plankton mit 23 pro m³ wiederum geringer. *Oithona* und *Ctenocalanus* sp. wurden negativ selektiert, während die großen Calanoiden kräftig bevorzugt wurden.

3.2.2.6 Futtergrößen und Maulweiten der Postlarven und Jungfische

An 225 Postlarven und Jungfischen von 13-63 mm Länge konnte die Maulweite gemessen werden. Zwischen Maulweite und Standardlänge bestand eine logarithmische Beziehung (Abb. 3.58). Analog zu dem für *N. larseni* beschriebenen Verfahren wurden die Größen der Beuteorganismen nach Län-

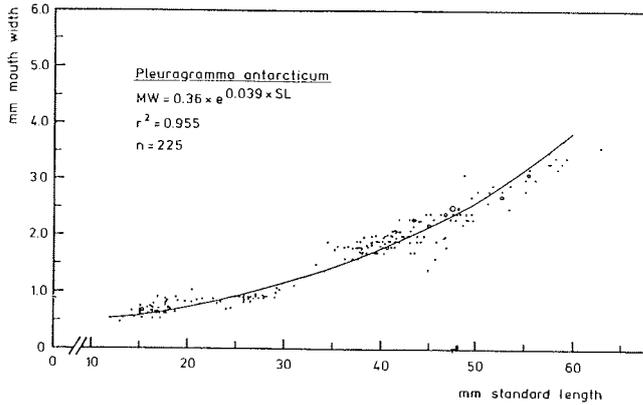


Abb. 3.58: *Pleuragramma antarcticum*; Beziehung zwischen Maulweite und Standardlänge bei Postlarven und Jungfischen.

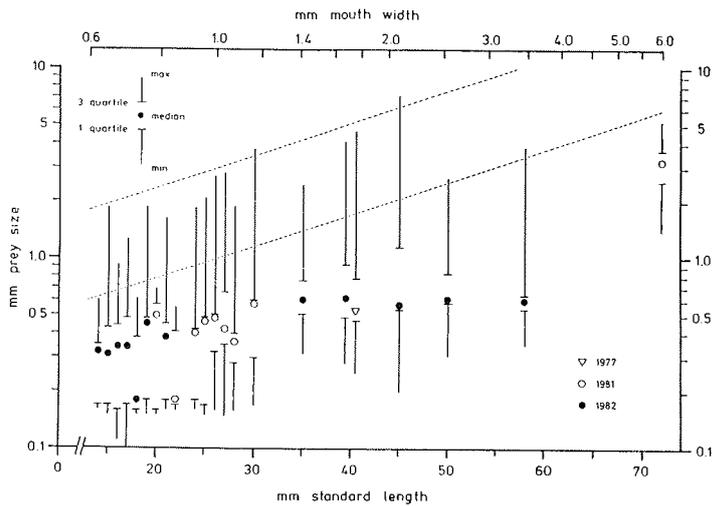


Abb. 3.59: *Pleuragramma antarcticum*; mittlere Größen, Quartilenspannen und Größenbereiche der Nährtiere in den postlarvalen und juvenilen Längenklassen als Funktion von Standardlänge und Maulweite.

genklassen gruppiert und die mittleren Beutegröße (Mediane) und Quartilenspanne berechnet. Für Postlarven bis 30 mm Länge wurden meist Klassenbreiten von 1 mm und für Jungfische von 5 mm gewählt. Abb. 3.59 zeigt die mittleren Futtergrößen, Quartilenspannen und Größenbereiche der Nährtiere für postlarvale und juvenile *P. antarcticum* als Funktion von Standardlänge und Maulweite (Maulweiten aus obiger Regression). Die untere gestrichelte Linie entspricht auch hier einer Futtergröße gleich der Maulweite, die obere Futtergrößen gleich ihrem dreifachen Betrag (vgl. 3.2.1.5). Diese theoretische Obergrenze der Futtergröße wurde nur in wenigen Fällen leicht überschritten und ihr Verlauf paßt sich der Zunahme der Futtergrößenmaxima (calanoide Copepoden) recht gut an;

die Futtergrößenmaxima zeigten auch die stärkste Korrelation mit Standardlänge und Maulweite (SPEARMAN^a); $r_s = 0.827$; $r_s^* = 0.497$; $\alpha = 0.05$ bzw. $r_s^* = 0.580$; $\alpha = 0.025$). Euphausiiden und Chaetognathen wurden hier nicht berücksichtigt. Die mittlere Nährtiergröße nahm bei Postlarven nur geringfügig zwischen 0.3 und 0.5 mm zu und zeigte bei Jungfischen keine erkennbare Zunahme ($r_s = 0.814$). Die Futtergrößenminima waren stets kleiner als 0.2 mm und zeigten erst bei Jungfischen erkennbare Zunahme ($r_s = 0.778$). Erst die Altersklasse 2 war in Median, Maximum und Minimum deutlich von den kleinen Tieren abgesetzt.

3.2.3 Chionodraco rastrospinosus

3.2.3.1 Die Nahrung der Larven, Postlarven und Jungfische von November 1977 bis März 1978

In Tab. 3.29 ist die Nahrung während der Saison 1977/78 nach Monaten getrennt zusammengestellt. Aus dem November/Dezember wurden 12 Larven mit Dottersackrest und 35 Postlarven von 23 Stationen untersucht (vgl. Abb. 3.3). Häufigstes Futter waren bei beiden Furcilien, die von 63 % der Larven und von 41 % der Postlarven genommen wurden. Aufgrund des fortgeschrittenen Verdauungszustands konnten nur elf der Furcilien als Stadium V und VI von E. superba (7-15 mm Länge) sicher bestimmt werden. Die zweite Nahrungsfraction bestand aus nototheniider Fischbrut mit Larven und Postlarven von Notothenia larseni (8-11 mm SL) und Trematomus newnesi als häufigste Arten. Fischbrut stellte bei postlarvalen Eisfischen einen größeren Nahrungsanteil als bei Larven. Den höheren Freißerfolg des Postlarvalstadiums dokumentiert der gegenüber den Larven um etwa zwei Drittel reduzierte Anteil leerer Magen.

Aus dem Januar wurden 33 Tiere von elf Stationen verarbeitet (vgl. Abb. 3.9) Mehr als 50 % des Futters von C. rastrospinosus war nototheniide Fischbrut in fast der Hälfte der gefüllten Magen. Häufigste Art war N. larseni (10-15 mm). Die Euphausiidenfraction bestand vorwiegend aus juvenilem Krill (17-20 mm) und Thysanoessa macrura (12-13 mm) und nur noch eine Furcilia (15 mm) wurde gefunden. 10 Tiere hatten nicht gefressen. Aus dem Februar wurden 12 Postlarven von fünf Stationen untersucht. Euphausiiden wurden mit juvenilem und adultem Krill und vor allem T. macrura (16-18 mm) häufiger erbeutet als Fischbrut, wobei es sich wie im Vormonat um N. larseni handeln dürfte, da sie die häufigste Art im Ichthyoplankton war. In einem Magen wurde ein Calanoides acutus Copepodit gefunden. Von den 14 Postlarven und Jungfischen, die im März auf fünf Stationen im Bereich des Antarctic Sound gefangen wurden, hat-

a) nur Daten vom Februar 1982 berücksichtigt, n = 12

Tab. 3.29: *Chionodraco rastrospinosus*; Nahrungszusammensetzung aller untersuchten Larven, Postlarven und Jungfische von November 1977 bis März 1978. In den Spalten sind Anzahl (n), der relative Anteil an der Gesamtnahrung (D) und die Präsenz der Nährtiere in den Mägen mit Nahrung (FO) angegeben.

	November / Dezember 1977			Januar 1978			Februar 1978			März 1978					
	Larven			Postlarven			Postlarven			Postlarven/Jungfische					
Standardlängen:	22-32 mm			22-36 mm			25-41 mm			32-49 mm			40-66 mm		
Untersuchte Mägen:	n = 12			n = 35			n = 33			n = 12			n = 14		
Anzahl leerer Mägen:	n = 4 (33.3%)			n = 4 (11.4%)			n = 10 (30.3%)			n = 1 (8.3%)			n = 0		
Nährtierart	n	D (%)	FO(%)	n	D (%)	FO(%)	n	D (%)	FO(%)	n	D (%)	FO(%)	n	D (%)	FO(%)
Furcilien	5*	55.6	62.5	18*	51.4	41.9	1	3.7	4.3	-	-	-	-	-	-
<i>E. superba</i> , juvenil	-	-	-	-	-	-	3	11.1	13.0	1	9.1	9.1	-	-	-
<i>E. superba</i> , adult	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	9.1	9.1	1	4.8	7.1
<i>Thysanoessa macrura</i>	-	-	-	-	-	-	3	11.1	13.0	4	36.4	36.4	20	95.2	92.9
Euphausiiden total	5	55.6	62.5	18	51.4	41.9	7	25.9	30.4	6	54.6	63.6	21	100.0	100.0
<i>Notothenia larseni</i>	2	22.2	12.5	6	17.1	9.7	11	40.7	34.8	-	-	-	-	-	-
<i>N. neglecta</i>	-	-	-	1	2.9	3.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Trematomus newnesi</i>	-	-	-	4	11.4	12.9	1	3.7	4.3	-	-	-	-	-	-
Larven/Postlarv. indet.	-	-	-	1	2.9	3.2	2	7.4	8.7	4	36.4	36.4	-	-	-
Larven/Postlarv. total	2	22.2	12.5	12	34.3	29.0	14	51.8	47.8	4	36.4	36.4	-	-	-
Pigmentreste	1	11.1	12.5	4	11.4	12.9	6	22.2	26.1	-	-	-	-	-	-
unbestimmbar	1	11.1	12.5	1	2.9	3.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sonstiges	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1*	9.1	9.1	-	-	-

* 11 *E. superba* V, VI

* *C. acutus*

ten alle gefressen. Fast alle Tiere hatten *T. macrura* (16-27 mm) erbeutet und nur ein Jungfisch eine *E. superba*; Fischbrut fehlte. Zwei 50 und 66 mm lange Eisfische hatten Fett angesetzt.

3.2.3.2 Die Nahrung der Postlarven und Jungfische in den übrigen Untersuchungsjahren.

Auch in den anderen Untersuchungsjahren traten mit larvalen, juvenilen und adulten Euphausiiden und nototheniider Fischbrut zwei Nahrungsfraktionen bei *C. rastrospinosus* auf (Tab. 3.36).

Januar/Februar 1976: Das Postlarvenfutter auf der Dauerstation 168 und in der Bransfield Straße ist in der Tabelle getrennt ausgewiesen. Der Anteil leerer Mägen war in beiden Gebieten etwa gleich groß. Euphausiiden, in der Mehrzahl *T. macrura* von 14-18 mm Länge stellten jeweils den Hauptanteil der Nahrung und wurden von mehr als zwei Drittel der *C. rastrospinosus* erbeutet. Furcilien, meist Furcilia VI Stadien von *T. macrura* (5-9 mm) wurden in beiden Gebieten nur von sehr wenigen Postlarven genommen. Mit *N. larseni* (13-15 mm), *N. gibberifrons* (21-25 mm) und *P. antarcticum* (17-18 mm) wurden die drei häufigsten Arten der nototheniiden Fischbrut im Februar 1976 (vgl. Tab. 3.4) gefressen; postlarvale *P. antarcticum* nördlich von Joinville I., wo die RMT - Fänge dichte Konzentrationen dieser Art anzeigten.

Tab. 3.30: *Chionodraco rastrospinosus*; Futterzusammensetzung aller untersuchten Postlarven und Jungfische in den übrigen Untersuchungsmonaten. In den Spalten sind die Anzahl (n), der relative Anteil am Gesamtfutter (D) und die Präsenz der Nährtiere in den Mägen mit Nahrung (FO) angegeben.

	Januar/Februar 1976 Postlarven/Jungfische St. 168			34-49 mm übrige Stat.			März 1981 Postlarven/Jungfische			Februar 1982 Postlarven		
	n	D (%)	FO(%)	n	D (%)	FO(%)	n	D (%)	FO(%)	n	D (%)	FO(%)
Standardlängen:	35-56 mm			34-49 mm			36-56 mm			31-51 mm		
untersuchte Mägen:	n = 48			n = 16			n = 14			n = 15		
Anzahl leerer Mägen:	n = 8 (16.7%)			n = 3 (18.8%)			n = 2 (14.3%)			n = 2 (13.3%)		
Nährtierart	n	D (%)	FO(%)	n	D (%)	FO(%)	n	D (%)	FO(%)	n	D (%)	FO(%)
Furcilien	8*	17.0	5.0	9*	33.3	15.4	8*	38.1	16.7	-	-	-
<i>E. superba</i> juvenil	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	6.7	7.7
<i>E. superba</i>	-	-	-	-	-	-	3	14.3	25.0	3	20.0	23.1
<i>Thysanoessa macrura</i>	16	34.0	37.5	4	14.8	23.1	4	19.0	33.3	-	-	-
Euphausiiden indet.	10	21.3	25.0	4	14.8	30.8	4	19.0	33.3	4	26.7	30.8
Euphausiiden total	34	72.3	67.5	17	62.9	69.3	19	90.4	83.3	8	53.4	53.8
<i>Notothenia larseni</i>	-	-	-	2	7.4	7.7	-	-	-	1	6.7	7.7
<i>N. gibberifrons</i>	9	19.1	22.5	1	3.7	7.7	-	-	-	-	-	-
<i>P. antarcticum</i>	-	-	-	4	14.8	23.1	1	4.8	8.3	3	20.0	15.4
Postlarven indet.	1	2.1	2.5	1	3.7	7.7	-	-	-	-	-	-
Postlarven total	10	21.2	25.0	8	29.6	38.5	1	4.8	8.3	4	26.7	23.1
Pigmentreste unbestimmbar	-	-	-	2	7.4	15.4	-	-	-	2	13.3	15.4
	3	6.4	7.5	-	-	-	1	4.8	8.3	1	6.7	7.7

* 14 *T. macrura*, Furcilia VI

* 2 *E. superba*, Furcilia II

Eine Analyse der tageszeitlichen Freßaktivität anhand des Materials von Station 168 war nicht möglich, da aufgrund des geringen Materialumfangs pro Hol die individuelle Variation der Freßintensität einen möglichen Tagesgang überlagert. Es gab aber keine Hinweise auf erhöhte Freßaktivität bei Tageslicht; von den 36 Postlarven, die aus allen Tiefenstufen tagsüber gefangen wurden (16 Hols), hatten 6 (16.7 %) leere Mägen, und von den 12 Tieren aus den Nachtfängen (4 Hols) hatten zwei (16.7 %) nichts gefressen. Auch der Verdauungszustand des Futters zeigte keine tageszeitlichen Unterschiede; selbst Postlarven, die nach Mitternacht gefangen wurden, enthielten Beute mit nur geringen Verdauungsspuren (mazeriertes Pigment).

Im März 1981 stammten die 14 untersuchten *C. rastrospinosus* von fünf RMT - Stationen und aus zwei Krillschwimmnetzschleppnetzfängen im Süden der Bransfield Straße. Zwei Tiere hatten nicht gefressen. 90 % der Nahrung bestand aus Euphausiiden, in erster Linie *T. macrura* (18 mm) und Krill von 20-30 mm Länge. Furcilien, darunter Furcilia II Stadien von *E. superba* (5-8 mm) wurden auch hier nur in zwei Eisfischmägen gefunden. 64.3 % der Tiere hatten Fett angesetzt.

Aus dem Februar 1982 wurden C. rastrospinosus von acht Stationen untersucht. Euphausiiden, hier juvenile und adulte E. superba (18-21 mm) waren doppelt so stark und häufig vertreten wie nototheniide Fischbrut, die aus P. antarcticum (12-20 mm) und N. larseni (16 mm) bestand. 40 % der C. rastrospinosus hatten Fett angesetzt.

3.2.3.3 Beutelängen in Abhängigkeit von Maulweite und Fischlänge

An 104 larvalen, postlarvalen und juvenilen C. rastrospinosus von 22.2 - 66 mm Standardlänge konnte die Maulweite gemessen werden. Zwischen Maulweite und Standardlänge bestand eine lineare Abhängigkeit (Abb. 3.60, Korrelationskoeffizient signifikant $\neq 0$). Die Streuung der Maulweite ist verhältnismäßig groß verglichen mit den Messungen, die an den beiden nototheniiden Arten durchgeführt wurden (vgl. Abb. 3.51, 3.59). Channichthyiden besitzen recht flexible Ober- und Unterkiefer, so daß damit auch die Weite zwischen den Kiefergelenken variabler ausfiel.

Anhand der Daten von 1977/78 konnte die saisonale Veränderung der Nahrungsgewohnheiten von C. rastrospinosus gezeigt werden. Während die Larven und Postlarven zunächst Furcilien und nototheniide Brut erbeuteten,

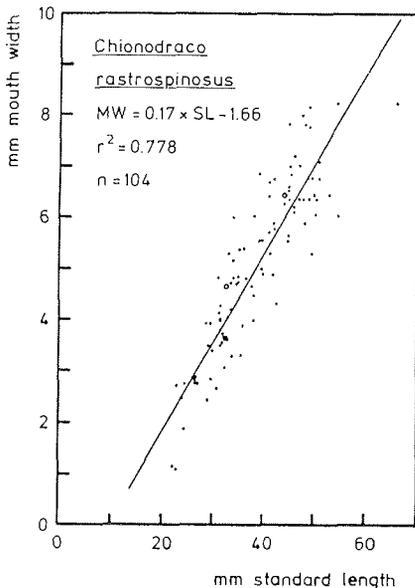


Abb. 3.60: Chionodraco rastrospinosus; Beziehung zwischen Maulweite und Standardlänge bei Larven, Postlarven, Jungfischen

gewannen juvenile und adulte E. superba, vor allem aber T. macrura bei größeren Postlarven und Jungfischen zunehmend an Bedeutung. In Abb. 3.61 sind die Längen der meßbaren Beutetiere von C. rastrospinosus aus der Saison 1977/78 als Funktion von Standardlänge und Maulweite dargestellt (Maulweiten aus obiger Regression). Zwischen der Länge larvaler, postlarvaler und juveniler C. rastrospinosus und der Länge ihrer Beutetiere bestand eine lineare Abhängigkeit (Korrelationskoeffizient signifikant $\neq 0$). Die saisonale Änderung der Nahrung geht also mit einer klaren Größenselektion während der Ontogenese einher. Die gleiche Abhängigkeit besteht aber auch zur Maulweite,

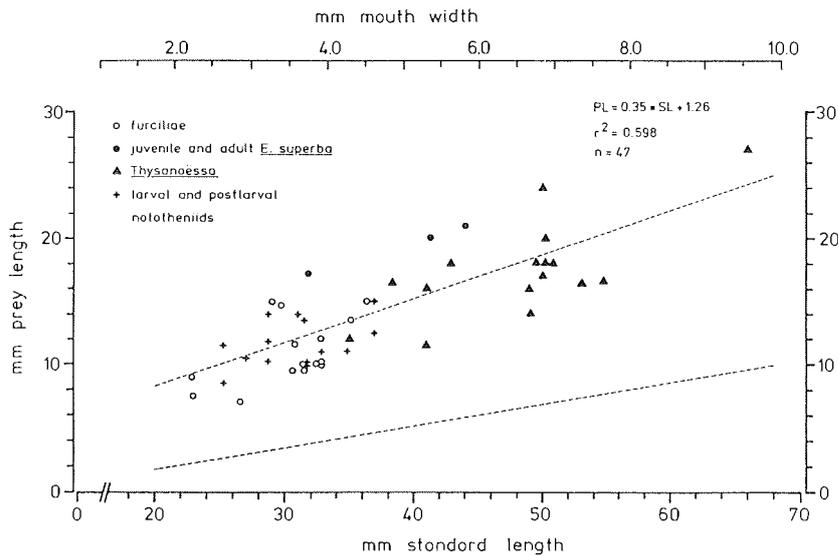


Abb. 3.61: *Chionodraco rastrispinosus*; Beutelängen der Larven, Postlarven und Jungfische (1977/78) als Funktion von Standardlänge und Maulweite.

die Beutelänge wächst mit Standardlänge und Maulweite. Mit der unteren gestrichelten Geraden ist die Regressionsgrade aus Abb. 3.60 als die Beutelänge gegeben, die genau der Maulweite entspricht. Aus der Differenz der Regressionskoeffizienten ist ersichtlich, daß die Beutelänge schneller zunimmt als die Maulweite.

Damit stellt sich die Frage, ob die Größenselektion überhaupt von der Maulweite abhängig war, oder ob sie allein von der Länge der Fische abhängig war. Dies ist mit Hilfe der partiellen Korrelation überprüfbar, die darüber Aufschluß gibt, ob eine Beziehung zwischen Beutelänge und Maulweite bei gegebener Standardlänge einem echten Zusammenhang entspricht, oder ob die Beziehung zwischen beiden Parametern auf ihre Zunahme mit der Standardlänge zurückgeht. Dabei werden die Bestimmtheitsmaße r^2 und die Korrelationskoeffizienten r der Regressionen zwischen den einzelnen Parametern verwendet (SACHS 1974). Das Verfahren wurde nur mit *C. rastrispinosus* aus der Saison 1977/78 durchgeführt, für die alle drei Parameter vorlagen. Tab. 3.31 enthält die Ergebnisse der Korrelationen zwischen den einzelnen Parametern, die partiellen Korrelationskoeffizienten $r_{BL, MW, SL}$ für den Zusammenhang zwischen Beutelänge und Maulweite bei gegebener Standardlänge und $r_{SL, BL, MW}$ für den Zusammenhang zwischen Beutelänge und Standardlänge bei gegebener Maulweite. (alle Korrelationskoeffizienten r signifikant $\neq 0$). Der partielle Korrelationskoeffizient $r_{BL, MW, SL}$ war nicht signifikant, womit ein funktionaler Zusammenhang zwischen Beutelänge und Maulweite bei gegebener

Tab. 3.31: Chionodraco rastrospinosus; Regressionsgleichungen und Koeffizienten der Korrelation zwischen Standardlänge, Maulweite und Beutelänge sowie partielle Korrelationskoeffizienten und Signifikanzgrenzen der partiellen Korrelationen dieser Parameter für Larven, Postlarven und Jungfische aus der Saison 1977/78. r_{Tab} aus SACHS (1974, S.330).

korrelierte Parameter*	Regressionsgleichung	n	r	partielle Korrelationskoeff.		r_{Tab} , ($\alpha = 0.05$)
				r BL MW,SL	r SL BL,MW	
SL - MW	MW = 0.14 * SL - 0.61	25	0,884	0,146	0,564	0.344 (22 FG)
SL - BL	BL = 0.41 * SL - 2.48	25	0,864	n. sign.	sign.	
MW - BL	BL = 2.22 * MW + 3.51	25	0,789			

* SL = Standardlänge, BL = Beutelänge, MW = Maulweite

Standardlänge abzulehnen ist, während ein signifikanter Zusammenhang zwischen Beutelänge und Standardlänge bei gegebener Maulweite vorlag. Die Zunahme der Länge der gefressenen Tiere mit der Maulweite beruht also auf der Zunahme beider Parameter mit der Standardlänge von C. rastrospinosus, womit die Größenselektion allein von der Fischlänge abhängig war.

Es wird allerdings kaum zu erwarten sein, daß die Maulweite keinerlei Einfluß auf die Beutegröße hat. Eine Ursache für den Zusammenhang zwischen Beute- und Standardlänge ist sicher in der Zunahme der Schwimgeschwindigkeit mit der Länge zu suchen. Das Verhältnis der Länge der Nährtiere zur Länge larvaler, postlarvaler und juveniler C. rastrospinosus variierte zwischen 0.26 und 0.56 mit einem Mittelwert von 0.38 ± 0.07 für alle Nahrungskategorien. Juvenile und adulte E. superba lagen mit 0.35-0.56 meist über dem mittleren Verhältnis, so auch postlarvale N. gibberifrons (Dauerstation 168) mit 0.45-0.56 der Standardlänge ihrer Räuber. Hingegen waren die Nährtiere wenigsten 1.8 mal, höchstens aber etwa 4.5 mal so lang wie das Maul weit. Der Mittelwert betrug 3.0 ± 0.6 , also die dreifache Maulweite.

3.2.4 Cryodraco antarcticus. Die Nahrung der Postlarven und Jungfische im November 1977, Januar 1978 und Februar 1976.

Nur insgesamt 30 Postlarven und Jungfische dieser seltenen Art wurden auf ihre Nahrung untersucht. Davon stammten 21 aus der Saison 1977/78 und neun aus dem Februar 1976. Das einzige Exemplar im Februar 1982 hatte nichts gefressen. Die Nahrung in diesen Monaten ist in Tab. 3.32 zusammenfassend dargestellt. Im Gegensatz zu C. rastrospinosus bestand das Futter ganz überwiegend aus larvalen und adulten Euphausiiden, und nur eine Fischlarve wurde gefunden. Aus dem November/Dezember 1977 wurden 18 Postlarven von 13 Stationen in der Bransfield Straße und bei Elephant I. untersucht (vgl. Abb. 3.4). Ein Tier hatte nicht gefressen. Die mittlere Länge der 32-44 mm langen Tiere betrug 39.5 mm (Median).

Tab. 3.32: *Cryodraco antarcticus*; Nahrungszusammensetzung aller untersuchten Postlarven und Jungfische im November/Dezember 1977, Januar 1978 und Februar 1976. Angegeben sind Längenbereich, Anzahl (n), der relative Anteil an der Gesamtnahrung (D) und die Präsenz der Nährtiere in den Magen mit Nahrung (FO).

	Nov./Dez. 1977 Postlarven				Jan. 1978 Postl./Jungf.				Jan./Febr. 1976 Postl./Jungf.			
Standardlängen:	32-44 mm				48, 53, 66 mm				48-81 mm			
untersuchte Mägen:	n = 18				n = 3				n = 9			
Anzahl leerer Mägen:	n = 1 (5.6%)				n = 0				n = 4 (44.4%)			
Nährtierart	n	Langen	D (%)	FO(%)	n	Langen	D (%)	FO(%)	n	Langen	D (%)	FO(%)
Furcilien	13*	8-15 mm	56.5	64.7	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>E. superba</i> juvenil	-	-	-	-	2	17 mm	66.7	66.7	-	-	-	-
<i>Thysanoessa</i>	5	14-18 mm	21.7	23.5	1	-	33.3	33.3	2	19 mm	40.0	40.0
Euphausiiden indet.	5	-	21.7	29.4	-	-	-	-	1	-	20.0	20.0
<i>N. gibberifrons</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	20 mm	20.0	20.0
Pigmentreste	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	20.0	20.0

* 10 *E. superba*, V,VI

Mehr als die Hälfte des Futters waren Furcilien, die von fast zwei Dritteln der Postlarven gefressen wurden. Die meisten Furcilien konnten als Stadium V und VI von *E. superba* (8-15 mm) bestimmt werden. Den Rest machten *T. macrura* (14-18 mm) und nicht mehr bestimmbar Euphausiiden aus. Der Materialumfang aus den restlichen Monaten war sehr begrenzt, aber Euphausiiden, *E. superba* und *T. macrura*, und Fischbrut (*N. gibberifrons*) waren das Futter aller Postlarven und Jungfische.

Das Verhältnis der Beutellänge zur Standardlänge variierte zwischen 0.22 und 0.42 mit einem mittleren Verhältnis von 0.31 (Median), also einer Beutellänge von etwa einem Drittel der Fischlänge. Die Länge der Nährtiere betrug auch bei *C. antarcticus* ein Vielfaches der Maulweite und belief sich auf das 2.5 bis 8.3 fache mit einem Median von 5.9.

3.2.5 *Chaenodraco wilsoni*. Die Nahrung der Postlarven und Jungfische in allen Untersuchungsmonaten

Insgesamt 22 Exemplare von *C. wilsoni* konnten auf ihre Nahrung untersucht werden. Die Beutetiere der einzelnen Exemplare, die von November 1977 bis März 1978 und im Februar 1976 gefangen wurden, zeigt Tab. 3.33. Postlarven von 30-35 mm Länge im November 1977 hatten späte Furcilien von *E. superba* und *E. crystallorophias* gefressen. Die Jungfische aus dem Januar 1978 hatten juvenilen Krill und *T. macrura* erbeutet. Von den beiden Tieren im Februar 1976 hatte die Postlarve (45 mm) juvenilen Krill gefressen. Eine größere Anzahl von Jungfischen lag aus dem März

Tab. 3.33: *Chaenodraco wilsoni*; Beutetiere der während 1977/78 und im Februar 1976 gefangenen Postlarven und Jungfische.

SL	Nährtier, Länge	Gebiet	Datum
30.9	<i>E. superba</i> , Furcilia V	Elephant Island	18.11.77
31.6	<i>E. crystallophias</i> , Furcilia, 11.5 mm	Elephant Island	19.11.77
35.9	Euphausiidenrest	Bransfield Strait	24.11.77
50.8	<i>E. superba</i> , juvenil, 17.0 mm	NW Anvers Island	07.01.78
47.0	<i>Thysanoessa</i> 18.5 mm	Elephant Island	14.01.78
64.0	Euphausiidenrest	SO Joinville Island	09.03.78
45.0	<i>E. superba</i> , juvenil, 23,5 mm	N Joinville Island	06.02.76
52.0	Magen leer	S Elephant I.	10.02.76

1981 vor. Neun Tiere von drei RMT- Stationen in der Bransfield Straße wurden durch weitere fünf aus zwei Schwimmschleppnetzfangen im Ostausgang der Bransfield Straße ergänzt. Mit mehr als der Hälfte der Beutetiere waren juvenile und adulte *E. superba* die Hauptnahrung, wobei Adulte von gut zwei Dritteln der *C. wilsoni* gefressen wurden (Tab. 3.34). *T. macrura* machte nur ein Fünftel der Nahrung aus. Die *Themisto gaudichaudii* wurden zusammen mit Krill in den Mägen der Jungfische in den Schwimmschleppnetzfangen gefunden. Die Amphipoden sind wie auch *T. macrura* häufig mit Krill assoziiert. Alle *C. wilsoni* hatten reichlich Fett angesetzt.

Die Länge der Beutetiere im Verhältnis zur Standardlänge variierte zwischen 0.27 und 0.56 mit einem mittleren Verhältnis von 0.37 ± 0.09 . Im Verhältnis zur Maulweite betrug die Beutelänge mit 2.07-3.63 das zwei- bis etwa dreieinhalbfache mit einem Medianwert von 2.95, also etwa der dreifachen Maulweite.

Tab. 3.34: *Chaenodraco wilsoni*; Futterzusammensetzung der Jungfische aus dem März 1981 (52-67 mm SL). Angegeben sind Längenbereich, Anzahl (n), der relative Anteil am Gesamtfutter (D) und die Präsenz der Nährtiere in den Mägen mit Nahrung (FO).

Anzahl untersuchter Mägen: 14 Anzahl leerer Mägen: 1 (7.1 %)				
Nährtiere	n	Längen (mm)	D (%)	FO (%)
<i>E. superba</i> juvenil	6	18-19	20.7	23.1
<i>E. superba</i> adult	10	21-33	34.5	69.2
<i>Thysanoessa</i>	6	18	20.7	15.4
Euphausiiden	4	-	13.8	30.8
<i>Themisto gaudichaudii</i>	3	16	10.3	23.1

3.2.6 Vergleichende Betrachtung

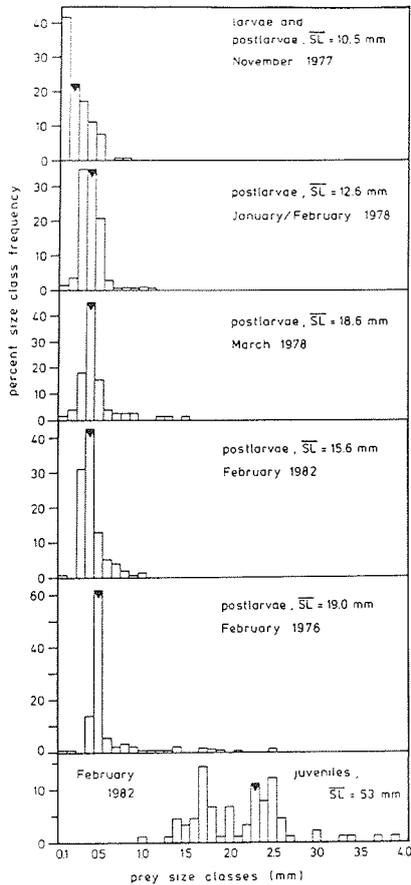


Abb. 3.62: *Notothenia larseni*; Größenverteilungen der Nährtiere der Larven, Postlarven und Jungfische in allen Monaten (0.1 mm Klassen). SL = mittlere Standardlänge der untersuchten Tiere. Dreiecke markieren die Medianklassen.

Die Nahrungszusammensetzung larvaler und postlarvaler *Notothenia larseni* von November/Dezember 1977 bis März 1978 läßt eine saisonale Verschiebung der Hauptfutterbestandteile erkennen. Während bei Larven und frühen Postlarven zunächst Copepodeneier neben Cyclopoiden einen großen Futteranteil stellten, vergrößerte sich der Copepodenanteil bis zum Herbst auf über 90 %. Während der Hauptlaichsaison von *Euphausia superba* im Januar/Februar waren Krillleier wesentliche Futterkomponenten. Der Jahr zu Jahr Vergleich zeigt, daß in den Sommermonaten aller Untersuchungsjahre die Copepodenfraktion mit 83-88 % der Futterpartikel nur sehr wenig variiert; vor allem aber ist der Anteil Krillleier mit jeweils 9.9 % im im Februar 1976 und 1982 und mit 11.8 % im Januar/Februar 1978 bemerkenswert konstant. Die Futtergrößenfrequenzen aller Untersuchungsmonate einschließlich der der Jungfische sind in Abb. 3.62 zusammengestellt. Während bei den Larven und frühen Postlarven im November/Dezember die 0.1 und 0.2 mm Größenklassen noch mit mehr als 60 % des Futters überwogen, fielen im Januar/Februar mehr als 70 % bereits in die 0.3 und 0.4 mm Klassen. Im März war die Größenfrequenz einer Normalverteilung um die Medianklasse 0.4 mm angenähert. Verteilungsform und Zentralwert im

Februar 1982 stimmen gut mit dem Januar/Februar 1978 überein. Die Verteilungsform im Februar 1976 entspricht eher der postlarvalen N. larsoni etwa gleicher Standardlänge im März 1978; der Zentralwert liegt jedoch höher. Futtergrößenspektrum und durchschnittliche Beutegröße (2,3 mm) der einjährigen Jungfische sind von der Altersklasse 0 deutlich abgesetzt (Station 1058, Februar 1982).

Leider konnte die Futterzusammensetzung von postlarvalen Pleuragramma antarcticum nicht in einer Saison verfolgt werden. Der Vergleich der Nahrung von Postlarven und Jungfischen läßt aber die Verschiebung der Hauptfutterkomponenten während der ersten Lebensjahre erkennen. Calanoideneier, mit Cyclopiden noch Nahrungsgrundlage der Postlarven, waren

nach der ersten Überwinterung bei Jungfischen ohne Bedeutung; Calanoide Copepodite stellten die Hauptnahrung. Cyclopoide hatten hier mit 20-30 % noch wesentlichen Anteil und werden erst im zweiten Sommer offenbar nicht mehr genommen. Die Futtergrößenfrequenzen aus allen Untersuchungsmonaten zeigt Abb. 3.63. Mehr als 40 % der Futtergrößen der Postlarven lagen im Februar 1982 in der 0,1 mm Klasse und noch mehr als 20 % im März 1981. Der höhere Copepodenanteil im März schlägt sich in der gleichmäßigen Verteilung des Futters auf die Klassen bis 0,5 mm und einem entsprechend höheren Zentralwert nieder. Die Beutegrößenverteilung der Jungfische (AG 1) ist unimodal mit Zentralwerten von 0,5 mm; im November 1977 waren gut 16 % des Jungfischfutters größer als 1 mm, im Februar 1982 gut 20 % (jeweils fast ausschließlich Calanoide)

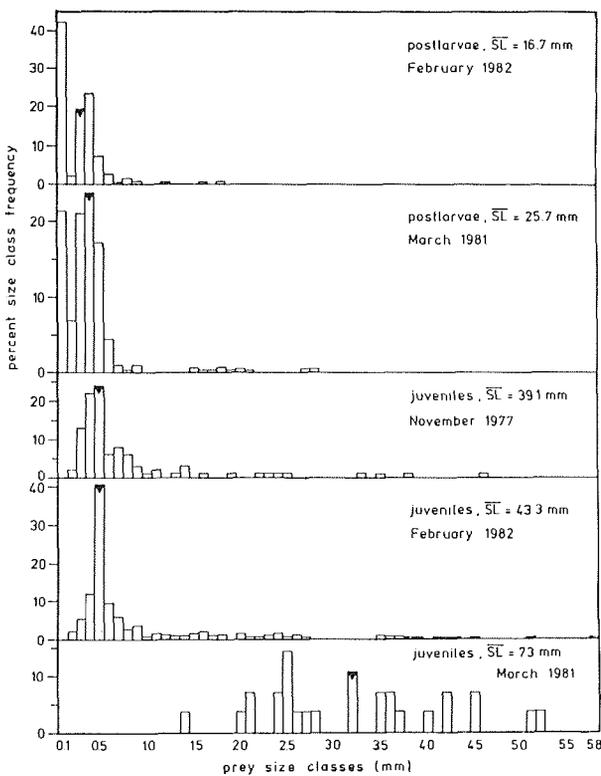


Abb. 3.63: Pleuragramma antarcticum; Größenverteilungen der Nährtiere der Postlarven und Jungfische in allen Monaten (0,1 mm Klassen). SL = mittlere Standardlänge der untersuchten Tiere. Dreiecke markieren die Medianklassen.

Tab. 3.35: Nahrungsüberlappung postlarvaler und juveniler *P. antarcticum* und postlarvaler und juveniler *N. larseni* im Februar 1982 und November 1977 basierend auf den relativen Anteilen der Nahrtiere (oberhalb der Diagonalen) und auf den relativen Anteilen der 0.1 mm Klassen der Nahrtiergrößenfrequenzen (unterhalb der Diagonalen, aus den Abbn. 3.62 und 3.63).

Februar 1982	<i>P. antarcticum</i> AG 0	<i>P. antarcticum</i> AG 1	<i>N. larseni</i> AG 0	<i>N. larseni</i> AG 1
<i>P. antarcticum</i> AG 0		0.431	0.358	0.046
<i>P. antarcticum</i> AG 1	0.294		0.362	0.437*
<i>N. larseni</i> AG 0	0.548	0.421		0.027
<i>N. larseni</i> AG 1	0.019	0.162	0.006	

November 1977	<i>P. antarcticum</i> AG 1	<i>N. larseni</i> AG 0
<i>P. antarcticum</i> AG 1		0.382
<i>N. larseni</i> AG 0	0.337	

* nur Daten von Station 1058

Deutlich abgesetzt ist erst die Futtergrößenfrequenz der zweijährigen Jungfische. Mit einer durchschnittlichen Beutegröße von 3.2 mm war sie gut mit der einjährigen *N. larseni* vergleichbar; Zentralwerte und Verteilungsformen waren nicht voneinander verschieden (Mediantest, $\alpha=0.05$).

Aufgrund der bis gegen Ende des zweiten Sommers ausgedehnten pelagischen Phase von *N. larseni* traten beide Arten häufig zusammen auf; vor allem die gleichzeitigen, hohen Vorkommen von Larven und Postlarven von *N. larseni* und juvenilen *P. antarcticum* im Frühjahr 1977, aber auch von Postlarven und Jungfischen im Februar 1982 verdienen besondere Beachtung unter dem Aspekt der Nahrungskonkurrenz. Die proportionalen Nahrungsüberlappungen nach Futterart und -größen sind in Tab. 3.35 für diese Monate zusammengestellt. Unbestimmbare Copepoden wurden in die Berechnung einbezogen, da ihr Ausschluß eine Übergewichtung der übrigen Futterarten zur Folge gehabt hätte. Dieser konservative Ansatz, der von dem ungünstigsten Fall ausgeht, daß alle diese Copepoden einer Art angehören, die von allen Tieren gefressen wurde, beinhaltet also eine leichte Überschätzungen der Überlappung nach Futterarten. Larven und Postlarven von *N. larseni* und juvenile *P. antarcticum* zeigten im Frühjahr 1977 stärkere Überlappung nach Futterartanteilen (Cyclopoide) als nach -größen; im Februar 1982 lag der umgekehrte Fall vor, da Postlarven einen höheren Calanoidenanteil im Futter hatten, während Jungfische weiterhin häufig Cyclopiden konsumierten. Postlarven beider Arten überlappten in den Größenfraktionen stärker als den Futterarten. Die intraspezifische Nahrungsüberschneidung bei *P. antarcticum* war nach Futterarten (*Oncaea* spp.) weit höher als nach -größen. Jungfische von *N. larseni* waren nach beiden Kriterien klar von den Postlarvalstadien beider Arten abgesetzt; mit juvenilen *P. antarcticum* fiel die Überlap-

pung nach Arten vergleichsweise hoch (Calanoide), nach Größenfraktionen dagegen erwartungsgemäß niedrig aus (vgl. Abbn. 3.62, 3.63). Alle hier verglichenen mittleren Futtergrößen und -verteilungen waren auf dem 95 % Niveau signifikant verschieden (Mediantest).

Eine saisonale Verschiebung der Futterkomponenten war auch bei den frühen Stadien des Eisfisches Chionodraco rastrospinosus zu beobachten. Krillfurcilien waren die Hauptnahrung im Frühjahr, während im Sommer und Herbst juveniler Krill, vor allem aber Thysanoessa macrura an Bedeutung gewannen. Notothenioide Fischbrut war in allen Februarmonaten mit 21-36 % der Beute regelmäßig vertreten, im Herbst waren jeweils Euphausiiden Haupt- bzw. ausschließliches Futter. Auch bei frühen Postlarven von Cryodraco antarcticus waren Krillfurcilien wichtigste Futtertiere. Die Überlappung mit C. rastrospinosus im Frühjahr 1977 war mit 0.551 (Futterarten) auch entsprechend hoch. Auch die wenigen frühen Postlarven von Chaenodraco wilsoni hatten Furcilien verzehrt, während sich Jungfische im Herbst 1981 vorwiegend von Krill ernährten. Die Überlappung von C. wilsoni mit C. rastrospinosus, die hier mehr T. macrura und Furcilien gefressen hatten, betrug 0.470.

3.2.7 Diskussion zur Nahrungsökologie

Zwischen den frühen Jugendstadien der Nototheniiden und Channichthyiden zeigten sich klare Unterschiede in der Nahrungswahl. Im Futter der Nototheniiden fand sich ein breites, durch Copepoden geprägtes Nahrungsspektrum, während bei Eisfischen eine ausgesprochene Spezialisierung auf Euphausiiden und Fischbrut vorlag. Beiden gemeinsam war die Nutzung des Antarktischen Krill, Euphausia superba, der mit Eiern, Larven oder Juvenilen bei allen untersuchten Arten im Futter vertreten war.

Bereits die Dottersackstadien hatten bei Notothenia larseni zu fressen begonnen, wobei der Freßerfolg gemessen am Anteil Magen mit Nahrung schon bei kleinsten Larven mit 70 % recht hoch war. Wie experimentelle Arbeiten an clupeiformen Larven gezeigt haben, ist der Freßerfolg der Dottersackstadien anfangs sehr gering und erfordert hohe Partikelkonzentrationen für ihr Überleben (ROSENTHAL & HEMPEL 1970, HUNTER 1972). Der hohe Freßerfolg läßt daher auf entsprechend günstige Aufwuchsbedingungen mit ausreichenden Futterkonzentrationen schließen, eine direkte Beurteilung der Planktonumgebung ist mangels Daten vom November/Dezember 1977 und ohne Kenntnis des Schwellenwertes aber nicht möglich. Nach VORONINA (1968) ist das Frühjahr die Hauptlaichsaison vieler calanoider Copepodenarten. Bei Calanus acutus beginnt das Laichgeschäft im November und erreicht im Dezember das Maximum (ANDREWS 1966). SCHNACK *et al.* (1985a) fanden Anfang Dezember in der Bransfield Straße Männchen von Metridia gerlachei mit Spermatothoren. Große Vorkommen an Eiern und

Nauplien im Frühjahrsplankton sind daher sehr wahrscheinlich. Copepodeneier liefern zwar wenig Biomasse und damit Energie pro Fangaufwand, sind jedoch leichter aufzunehmen als Nauplien und Copepodite (und wohl häufiger). Aufgrund der im Vergleich zu Daten von Pleuragramma antarcticum aus der südlichen Weddell See mäßigen Larvenkonzentrationen ist kaum intraspezifische Nahrungskonkurrenz zu erwarten. Aus der mittleren Abundanz im November/Dezember 1977 von 19.5 pro 10^3 m³ errechnet sich ein Volumen von gut 50 m³, das einem einzelnen Tier zur Verfügung stand, gleichmäßige Verteilung über die Wassersäule vorausgesetzt. Auch die beobachteten Höchstwerte von 107 pro 10^3 m³ bedeuten immer noch knapp 10 m³ pro Tier. Auch dieser "konkurrenzfreie Raum" (SCHNACK 1971) dürfte kaum von einer durchschnittlich 10.4 mm langen Larve voll genutzt werden. Für Heringslarven von 12-14 mm Totallänge geben ROSENTHAL & HEMPEL (1970) ein tägliches Suchvolumen von 30-40 Litern an. Zu Nahrungskonkurrenz um cyclopoide Copepoden kann es durch juvenile P. antarcticum kommen; die Jungfische nahmen aber durchschnittlich größeres Futter mit einem höheren Anteil an Oithona, während larvale und postlarvale N. larseni mehr Oncaea, meist aber Calanoideneier nahmen.

Krilleier waren in den Sommermonaten regelmäßiges Postlarvenfutter. Dabei dürfte es sich um eine sehr gehaltvolle Ressource handeln, da die Eier den Energiebedarf der Nauplien und Metanauplien für den "developmental ascent" (MARR 1962) enthalten, der ohne Nahrungsaufnahme verläuft. Im Januar und Februar 1978 lag das Hauptverbreitungsgebiet von N. larseni im Ostteil der Bransfield Straße auf dem Schelf um Joinville I., wo vor allem im Februar Laichgebiete des Krill nachgewiesen werden konnten (HEMPEL *et al.* 1979). Hier waren Krilleier zum Teil die Hauptnahrung und wurden über dem flachen Schelf in Bodennähe aber auch in der Oberflächenschicht in großer Menge verzehrt. Im Antarctic Sound waren Krilleier im Februar 1982 bevorzugtes Postlarvenfutter; am stärksten war der Freßdruck in den oberen 70 Metern. Südlich von Elephant Island im Februar 1976 wurden die Eier fast ausschließlich in den oberen 20 Metern, und zwar ganz überwiegend vormittags gefressen. NAST (1978) hatte hier nächtliche Krillkonzentrationen in den oberen 50 Metern gefunden, Laichaktivität konnte aber durch große Eimengen in den Planktonfängen nicht belegt werden (vgl. 3.2.1.2). Unter Berücksichtigung der hohen Sinkgeschwindigkeiten (MARSCHALL 1983) müssen die Eier jedoch kurze Zeit nach dem Ablaichen gefressen worden sein.

Jungfische von N. larseni teilten mit den Postlarven nur die Vorliebe für Krilleier; Größenselektion war bei Juvenilen viel ausgeprägter als bei Postlarven, was letztlich zu dem deutlich abgesetzten Futtergrößenspektrum im Februar 1982 führte. Ältere Jungfische und Adulte ernähren sich ab etwa 80 mm SL vorwiegend von Krill, Amphipoden, Mysidaceen und erranten Polychaeten (DANIELS 1982, TAKAHASHI 1983, TARGETT 1981).

Im Gegensatz dazu verläuft die ontogenetische Nahrungsumstellung bei Pleuragramma antarcticum viel allmählicher. In den ersten Sommern war die Verschiebung vom Cyclopoidenfutter bei Postlarven zum Calanoidenfutter der Jungfische zu beobachten. Parallel nahm der Anteil gefüllter Mägen, aber auch der Parasitenbefall, wahrscheinlich infolge des höheren Calanoidenanteils, zu. Ältere Jungfische und Adulte konsumieren vorwiegend calanoide Copepoden und Euphausiiden (DeWITT & HOPKINS 1977, HUBOLD 1985b) mit einer fischlängenabhängigen Verschiebung hin zu Euphausiiden (GORELOVA & GERASIMCHUK 1981). Trotz dieses allmählichen Futterwechsels war die Überlappung nach Arten zwischen Postlarven und Jungfischen im Februar 1982 nur mäßig; Hauptnahrung der einen waren Cyclopoide, Calanoideneier und Tintinnen, Calanoide, aber auch Cyclopoide bei den anderen. Beide nahmen aber verschiedene Größenfraktionen des Planktons. Den größten Anteil an der Überschneidung hatten Oncaea spp., von denen Postlarven und Jungfische jedoch verschiedene Größenfraktionen nutzten, so daß hier effektive Ressourcenaufteilung vorliegt.

Diese Ressourcenteilung beruht auf dem spezifischen gröbenselektiven Freßverhalten beider Altersklassen. Die durchschnittliche Futtergröße, besonders aber die maximale Partikelgröße war fischlängenabhängig, wobei die Zunahme der Maximalgröße von der Maulweite kontrolliert wurde, zumindest bis zu einer Länge von 45-50 mm. Das selektive Freßverhalten war jedoch abhängig von der Konzentration des Futters im Plankton. Bei geringen Futterkonzentrationen fraßen juvenile P. antarcticum bevorzugt die großen calanoiden Copepoden und konsumierten gleichzeitig das häufigste Futter; Oncaea spp. in der Bransfield Straße und Oithona spp. bei Elephant Island. Bei erhöhten Futterdichten war die Selektion großer calanoider Arten viel weniger ausgeprägt und schloß die häufigen Oncaea spp. mit ein. Das Freßverhalten ist somit dichteabhängig mit einem umgekehrten Verhältnis zwischen Futterkonzentration und Futterselektion. Das Freßverhalten der Postlarven im Antarctic Sound (St. 1047) war ähnlich dem der Jungfische bei geringen Futterdichten; die Selektion war durch die Futtergröße beeinflusst, während mit Oncaea spp. die häufigsten Zooplankter gefressen wurden. Die Partikelkonzentration im Plankton mag vergleichsweise hoch erscheinen, aber Postlarven benötigen aufgrund ihres geringeren Freßerfolges höhere Futterdichten als Jungfische. Calanoideneier mußten hier ausgeklammert werden, da keine Planktondaten vorlagen. Nimmt man an, daß ihre Konzentration ein Mehrfaches der Krilleidichte betrug, würden sich die übrigen Planktonfraktionen erheblich verringern und damit höhere Selektionswerte liefern; für Postlarven wäre dann das Gegenteil der Fall, i.e. selektives Fressen würde bei hohen Futterkonzentrationen auftreten. Andererseits hatten sie auf Station 1250 hauptsächlich Calanoideneier und Tintinnen gefressen; dort betrug die Dichte geeigneten Futters 45 pro m³ zuzüglich der Calanoideneier und Tintinnen. Die größeren Calyptopen waren um etwa das

fünffache häufiger als auf Station 1047 (vgl. MARSCHALL & MIZDALSKI 1984), wurden jedoch kaum gefressen. Dieser Befund erhärtet also eher, daß auch das Freßverhalten postlarvaler P. antarcticum bei geringen Futterkonzentrationen selektiv ist, und daß sie auf Station 1250 große Vorkommen an Calanoideneiern und Tintinnen nutzten, was zu einem weniger spezialisierten Futter führte.

Im Hauptverbreitungsgebiet der Postlarven und Jungfische auf dem Nord-schelf der Antarktischen Halbinsel lagen die Copepodenkonzentrationen in den oberen 200 m meist zwischen 11-50 pro m³ (Februar 1982, SCHNACK et al. 1985b). Im Palmer Archipel wurden in den oberen 200 m im Herbst 1983 Zooplanktondichten von 20-40 pro m³ gefunden (Croker Passage, HOPKINS 1985). Die obigen "geringen" Futterkonzentrationen entsprechen also eher der normalen Planktonumgebung im Gebiet. Beide Altersklassen haben zwar umgekehrte vertikale Verbreitungsmuster (vgl. 3.1.2), immerhin kam aber ein Drittel der Jungfische in der Tiefenstufe vor, die von einem Großteil der Postlarven (46 %) bevorzugt wurde (vgl. HUBOLD 1984). Die dichteabhängige Größenselektion verhindert jedoch Nahrungskonkurrenz zwischen den Altersklassen; gemeinsame Ressourcennutzung kann bei hoher Futterdichte auftreten, wird aber durch die Häufigkeit des Futters kompensiert. Konkurrenz um Cyclopoide wird durch Fraß verschiedener Größenfraktionen minimiert.

Dieses spezifische Freßverhalten von P. antarcticum erscheint vorteilhaft in Gebieten mit dünnen Zooplanktonbeständen. Das eigentliche Verbreitungs- und Laichgebiet der Art sind die mehr oder weniger permanent eisbedeckten hochantarktischen Schelfgewässer, die durch niedrige Zooplanktonbiomasse (HEMPEL 1985), aber auch durch große Brutvorkommen gekennzeichnet sind (vgl. 3.1.3). Futtermangel könnte für Massenmortalität verantwortlich sein, wie sie von DeWITT & TYLER (1970) im McMurdo Sund (Ross Meer) beobachtet wurde. Das dichteabhängige Selektionsverhalten mit einem umgekehrten Verhältnis zwischen Futterdichte und -selektion ist daher als Adaptation an die zooplanktonarmen Verhältnisse in der permanenten Packeiszone zu interpretieren, um Nahrungskonkurrenz zwischen den jüngsten Altersklassen zu minimieren. In diesen Gebieten wird letztlich auch der Ursprung der Entwicklung von P. antarcticum ins Pelagial vermutet (HUBOLD & EKAU im Druck).

Abweichend von der üblichen Nahrung hatten Jungfische im Antarctic Sound große Mengen Krilleier und die eigene Brut gefressen. Kannibalismus wurde auch bei älteren Jungfischen in der Prydz Bay beobachtet (GORELOVA & GERASIMCHUK 1981), nicht dagegen bei Adulten in der Weddell See (HUBOLD 1985b); HUBOLD schloß daraus, daß die vertikale Trennung der Altersklassen Kannibalismus weitgehend ausschließt. EASTMAN (1985) berichtet, daß die Brut im McMurdo Sund häufige Beute der Adulten sind

und hält dies unter den extrem nahrungsarmen Bedingungen im Pelagial für notwendig für das Überleben der Fische. Im Lichte der vorliegenden Ergebnisse erscheint Kannibalismus als die letztmögliche Form der Nahrungselektion als Antwort auf extrem niedrige Futterkonzentration. Im Antarctic Sound ist jedoch eher das gemeinsame Vorkommen der Brut mit relativ großen Jungfischen, die normalerweise tiefer stehen, für Kannibalismus verantwortlich, was letztlich die Auffassung von HUBOLD (1985b) stützt.

Der hohe Anteil an Krilleiern im Futter der Jungfische fiel im Antarctic Sound mit großen Krillvorkommen und Eikonzentrationen im Plankton zusammen (PIATKOWSKI 1985b, MARSCHALL & MIZDALSKI 1984); offenbar nutzen die Jungfische hier ähnlich wie postlarvale N. larseni das Ablai-chen des Krill kräftig aus. Die Vergesellschaftung einjähriger P. antarcticum mit Krill ist in der saisonalen Packeiszone häufig zu beobachten (REMBISZEWSKI et al. 1978, KELLERMANN & SLOSARCZYK 1984 u.a.). Da aber der Krill selbst nur vereinzelt gefressen wurde, steht diese Assoziation vielmehr mit lokalen Laichereignissen von E. superba in Zusammenhang.

Auch Larven von Chionodraco rastrospinosus hatten bereits vor der vollständigen Aufzehrung des Dottervorrats gefressen, wobei der Freißerfolg der Postlarven mit etwa 90 % gefüllter Mägen höher war als der der Larven mit zwei Dritteln. Das Futter der frühen Stadien waren Krillfurcilien und nototheniide Fischbrut. Die Furciliastadien V und VI repräsentieren die überwinterte Sommergeneration des Vorjahres (FRASER 1936, MARR 1962). GUZMAN (1983) berichtet über große Vorkommen später Furcilien unter dem Packeis bei den Süd Shetland Inseln im September 1976, die im Frühjahr der zurückweichenden Eiskante und der nachfolgenden Phytoplanktonblüte folgten. In der Bransfield Straße traten späte Furcilien (mittlere Länge: 12 mm) im Oktober 1983 sehr häufig auf (SIEGEL 1986, vgl. MARR 1962). Mit N. larseni und Trematomus newnesi wurden die beiden häufigsten Arten im Ichthyoplankton im November/Dezember 1977 genutzt. Die Schlüpfperioden von C. rastrospinosus und N. larseni (und T. newnesi), aber auch die Schlüpfgebiete überlappten stark und beide Arten wurden häufig zusammen gefangen. Der Rückgang des Furcilienanteils am Futter und die Zunahme des Fischbrutanteils bis Januar 1978 hängt zum Teil mit der Entwicklung juvenilen Krills zusammen, der zunehmend größeren Anteil an der Krillpopulation hatte (SIEGEL 1986, vgl. MARR 1962). Kleine Postlarven erbeuteten daher mehr Fischbrut, während die größeren aufgrund ihrer höheren Schwimmgeschwindigkeit den juvenilen Krill und Thysanoessa macrura fressen konnten (vgl. Abb. 3.61). Ähnliche Ursachen liegen sehr wahrscheinlich dem Rückgang des Fischbrutanteils bis Februar und März zugrunde; die Abundanz von N. larseni nahm von 9.9 im Sommer auf 2.2 pro 10³ m³ im März ab, während gleich-

zeitig das exponentielle Wachstum von C. rastrospinosus die Nutzung zunehmend größerer Futtertiere erlaubte. WILLIAMS (1985) beobachtete auch bei 21-78 mm langen Chionodraco sp. in der Prydz Bay eine längenabhängige Zunahme des Euphausiidenanteils.

Späte Krillfurcilien waren auch bei postlarvalen Cryodraco antarcticus im Frühjahr 1977 häufigstes Futter und dürften, bei allem Vorbehalt hinsichtlich der wenigen untersuchten Tiere, auch bei Chaenodraco wilsoni wichtigstes Larvenfutter sein. Nahrungskonkurrenz unter den Eisfischlarven wird kaum gefährlich sein, da Furcilien wie die Adulten in Schwärmen auftreten können (MARR 1962). Die Ergebnisse zum Futter von C. antarcticus und C. wilsoni in den Sommermonaten, aufgrund des geringen Materialumfangs mit einiger Unsicherheit behaftet, werden durch die Literatur erhärtet; Euphausiiden, meist E. superba waren im Sommer die ausschließliche Nahrung von Postlarven und Jungfischen (REMBISZEWSKI et al. 1978, KAWAMURA 1976), Fischbrut ist bei C. antarcticus also eher Gelegenheitsnahrung. Alle drei untersuchten Eisfischarten sind mit Krillschwärmen assoziiert (SLOSARCZYK & REMBISZEWSKI 1982, KELLERMANN & KOCK 1984), wobei die Bindung für C. wilsoni sehr eng und die anderen Arten schwächer ist (KELLERMANN & SLOSARCZYK 1984). Bei C. rastrospinosus dokumentiert der hohe Fischbrutanteil bis Februar diese lockere Bindung, während im März mit T. macrura und E. superba als Hauptnahrung eine zunehmend engere Assoziierung auf der Hand liegt. In der Bransfield Straße waren die Eisfische von Mitte Februar bis gegen Ende März häufigste Beifangart (SLOSARCZYK & REMBISZEWSKI 1982). Für C. wilsoni lassen die Literaturdaten und vorliegenden Ergebnisse auf eine enge trophische Beziehung zu Krillschwärmen schließen. Adulte Eisfische ernähren sich von Fisch und Krill bei C. rastrospinosus und C. antarcticus und ausschließlich von Krill bei C. wilsoni (GUBSCH 1982, TAKAHASHI 1982). Die trophische Fixierung der Arten liegt also bereits auf sehr frühem ontogenetischem Niveau vor.

Zur Nutzung von notothenioider Fischbrut und Jungfischen durch höhere Glieder des Nahrungsnetzes ist wenig bekannt. KOCK (1981) berichtet, daß Pseudochaenichthys georgianus bei Süd Georgien Postlarven und Jungfische gefressen hatte, was im Untersuchungsgebiet von REMBISZEWSKI et al. (1978) bei Neopagetopsis ionah in Krillfängen registriert wurde. Schneesturmvogel (Pagodroma nivea) wurden auf dem Packeis beim Fang von Jungfischen beobachtet (EKLUND 1945). Während des Sommers füttern Skuas (Catharacta loennbergii) in der Gerlache Straße ihre Jungen zeitweise zu über 90 % mit Jungfischen von P. antarcticum (P. PIETZ, Univ. of Minnesota, pers. Mitt.). Der benthische Laich wird von vielen Autoren (EASTMAN 1985, MARSHALL 1953 u.a.) als Nahrung einiger notothenioider Fischarten und Robben genannt. Wirbellose Räuber wie Chaetognathen werden in der Literatur nirgends erwähnt.

4. Gesamtdiskussion

Von den insgesamt 20 identifizierten Arten im Ichthyoplankton an der Antarktischen Halbinsel waren wenigstens zehn bereits im Frühjahr mit Larven oder Postlarven präsent, während andere Arten erst später hinzutreten. Fast alle Eisfischarten schlüpfen im Frühjahr (Tab. 4.1). Die pelagische Postlarval- und Juvenilphase verläuft annähernd synchron und ist mit dem Ende des ersten Sommers abgeschlossen (vgl. 3.1.3). Laichzeiten im Herbst sind zumindest für zwei Arten gesichert. Dagegen ist bei den Nototheniiden eine deutliche Sukzession des Schlüpfens und teils auch der Laichzeiten zu beobachten. Die im späten Herbst abge-laichte Brut von Notothenia larseni schlüpft im zeitigen Frühjahr, was nach den Daten von EFREMENKO (1983) auch für N. gibberifrons angenommen werden kann. Pleuragramma antarcticum laicht im Winter (HUBOLD 1984). Die Larven schlüpfen im Dezember, werden aber erst im Sommer ins Ichthyoplankton der Bransfield Straße verdriftet. N. kempfi, für die eine Laichzeit im Frühjahr abgeleitet wurde, schlüpft ab Anfang Januar. Diese Arten zusammen stellten im Gebiet in fast allen Jahren mehr als 90 % der Fischbrut. Inkubationszeiten liegen somit bei Eisfischen im Bereich von etwa 20 Wochen und bei Nototheniiden etwa zwischen 12 und 16 Wochen. Der Vergleich mit bekannten Inkubationszeiten läßt diese Richtwerte unter Berücksichtigung der Oozytendurchmesser (Tab. 4.1) realistisch erscheinen; Eier von Harpagifer bispinis inkubieren 8-18 Wochen (DANIELS 1978) und Eier von N. neglecta von etwa 4.5 mm Durchmesser 15-21 Wochen (WHITE et al. 1982). Ausnahme bei den Eisfischen ist Chaenocephalus aceratus, der im späten Sommer ablaicht und im Winter schlüpft (SLOSARCZYK im Druck); Postlarvenfunde waren im Gebiet bereits im Sommer selten. N. nudifrons schlüpft in mehreren Kohorten wahrscheinlich vom Frühjahr bis in den Sommer hinein (vgl. 3.1.3). Die Ergebnisse zum Schlupf stehen nur zum Teil im Einklang mit den Angaben von EFREMENKO (1983), der die Entwicklung aller Arten als nahezu synchron ungeachtet der Laichzeit bezeichnet. Seine Angaben sind allerdings sehr pauschal und stehen hinsichtlich der Laichzeit einiger Arten im Widerspruch zur Literatur (e.g. N. larseni, N. gibberifrons).

Die frühen Stadien der drei untersuchten Eisfischarten, aber auch von Pseudochaenichthys georgianus (REMBISZEWSKI et al. 1978) zeigten eine enge trophische Bindung an Euphausiiden oder an Euphausiiden und Fischbrut. Der Schlupf im Frühjahr fällt mit dem Auftreten der späten Furciliastadien im Gebiet zusammen, aber auch mit dem Schlupf von nototheniider Fischbrut. Der trophische Komplex Chionodraco rastrospinosus - Notothenia larseni hat sein Gegenstück in der südlichen Weddell See mit Pagetopsis und Pleuragramma antarcticum (HUBOLD 1985a); N. larseni hat-

Tab. 4.1: Relative Fruchtbarkeit (Oozyten pro g Körpergewicht), Durchmesser reifer Oozyten, Schlüpf-
länge (mm), Laichzeit und Schlüpfperiode für einige notothenioide Fische an der Antarktischen Halbinsel;
nach verschiedenen Autoren und Daten der vorliegenden Arbeit (siehe Fußnoten).

Arten	relative Fruchtbarkeit	Oozyten- durchm.	Schlüpf- länge	Laichzeit	Schlüpf- periode
<i>Notothenia larseni</i>	64-104 4)	1.3-2.0 4)	7 14)	Spätherbst 4)	Frühjahr 14)
<i>Notothenia nudifrons</i>	36-51 4)	1.5-2.3 4)	?	Herbst 4)	{Frühjahr}14)
<i>Notothenia gibberifrons</i>	59,61 4)	0.4-1.2 4)	8 11)	Mitte Winter 4)	Frühjahr 11)
<i>Pleuragramma antarcticum</i>	50-80 12)	?	6 1)	Winter 12)	Frühsommer 14)
<i>Notothenia kempfi</i>	75-170 4)	0.6-1.3 4)	7 14)	Frühjahr 14)	Sommer 14)
<i>Chionodraco rastrospinosus</i>	4-5 9)	3.7-5.0 10)	16 14)	Herbst 9)	Frühjahr 13)14)
<i>Chaenodraco wilsoni</i>	?	4.1 10)	?	?	Frühjahr 13)14)
<i>Pseudochaenichthys georgianus</i>	5-9 8)*	4.2-4.5 10)	18 11)	Herbst 10)	Frühjahr 11)
<i>Cryodraco antarcticus</i>	?	?	?	?	Frühjahr 13)14)
<i>Chaenocephalus aceratus</i>	5-12 5)8)	2.4-4.4 5)8)	15 13)	Sommer 8)	Winter 13)
<i>Harpagifer bispinis</i>	?	2.5-2.8 2)	5 14)	Winter 6)	Frühjahr 2)6)14)
<i>Trematomus bernacchii</i>	?	4.1 3)*	14 7)	Frühjahr 3)*	Sommer 7)

1) Regan (1916); 2) Everson (1968); 3) Hureau (1970); 4) Permitin & Sil'yanova (1971); 5) Permitin (1973); 6) Daniels (1978); 7) Moreno (1980); 8) Kock (1981); 9) Kock (1982); 10) Gubsch (1982); 11) Efremenko (1983); 12) Hubold, unveröffentlichte Daten; 13) Slosarczyk, im Druck; 14) diese Arbeit;
*Daten von Terre Adélie bzw. Süd Georgien

te im Frühjahr in der Bransfield Straße eine ähnlich dominante Position. Die große Schlüpf-
länge und ein entsprechendes Suchvolumen ermöglichen den Eisfischlarven die erfolgreiche Nutzung großer und relativ seltener Beute, das große, bezahnte Maul ihre Bewältigung. Die enge trophische Beziehung der Channichthyiden zu Euphausiiden, speziell Euphausia superba und zu Nototheniiden deutet auf eine enge Wechselwirkung im Laufe ihrer gemeinsamen Koevolution und damit auf die adaptive Bedeutung von Eigröße, Fruchtbarkeit und Laichzeit.

Die Bedeutung der Schlüpf-sukzession bei den Nototheniiden ist dagegen weniger leicht interpretierbar. Die frühen Stadien der untersuchten Arten wiesen in erster Linie trophische Beziehungen zum Copepodenplankton auf, aber auch zur Ontogenese des Krill. Der Jahresgang der calanoiden Copepodenbiomasse im Südpolarmeer zeigt nach VORONINA (1968) in den oberen 200 m der Wassersäule zwei Maxima. Das erste Maximum im Frühjahr bilden späte Copepoditstadien, die nach der Überwinterung im Tiefenwasser zur Häutung und Reproduktion aufsteigen. Das zweite, größere tritt später im Jahr auf und ist den im selben Sommer geschlüpften frühen Copepoditen zuzuordnen, bevor diese zur Überwinterung in tieferes Wasser abwandert. Einzelne calanoide Arten kommen dabei sukzessive ins Oberflächenwasser (VORONINA 1972). Für Calanus acutus wurde ein solcher Zyklus von ANDREWS (1966) nachgewiesen. Der sukzessive Schlupf der Nototheniiden im Plankton kann nun mit dem sukzessiven Auftreten von Eiern und Copepoditen mehrerer Calanoidenarten im Zusammenhang stehen; Calanoideneier waren wichtiges Larvenfutter von N. larseni, und von Postlarvalstadien von P. antarcticum von Februar bis März. Die

Funktion der Schlüpf sukzession mehrerer Arten, die durchweg hohe Fruchtbarkeit haben (Tab. 4.1), liegt vielleicht in der Vermeidung von Nahrungskonkurrenz unter den entsprechend zahlreichen Larven; dies impliziert Futterlimitierung im Frühjahr.

Die antarktischen Lebensgemeinschaften sind letztlich Produkte einer langen und isolierten Entwicklung unter mehr oder weniger konstanten Umweltbedingungen; notothenioide Fische haben ihren Reproduktionszyklus im Laufe der Koevolution mit dem Antarktischen Krill und den Entwicklungsabläufen im Zooplankton darauf abgestimmt, den frühen Stadien optimale Überlebenschancen zu ermöglichen. Unter Einbeziehung der Ergebnisse zur Nahrungsökologie kann die Reproduktionsbiologie als Anpassung an die saisonale Entwicklung im Pelagial interpretiert werden. Dabei sind anhand der Eigröße und Fruchtbarkeit zwei Gruppen auszumachen (Tab. 4.1): Arten mit hoher Fruchtbarkeit, die im Spätherbst, Winter und Frühjahr zahlreiche kleine Eier ablaichen, aus denen sukzessive im Frühjahr und Sommer kleine Larven schlüpfen (e.g. Notothenia larseni, N. kemp, Pleuragramma antarcticum). Larven und Postlarven ernähren sich von Calanoideneiern und dem kleinen Copepodenplankton, wobei möglicherweise aufeinanderfolgende Reproduktionsmaxima calanoider Arten genutzt werden. Die pelagischen Postlarval- und Juvenilphasen sind bei relativ niedrigen Wachstumsraten teils bis über den folgenden Winter ausgedehnt. Die zweite Gruppe sind Arten mit niedriger Fruchtbarkeit, die im Herbst große dotterreiche Eier ablaichen. Im Frühjahr schlüpfen große Larven mit kleinerem relativem Nahrungsbedarf und besserer Hungerfähigkeit (BLAXTER & HEMPEL 1963), die an geringere Futterdichte und große Beutetiere angepaßt sind. Hierzu gehören Chionodraco rastrospinosus, Chaenodraco wilsoni, Cryodraco antarcticus und wohl die meisten anderen Eisfische.

Ähnliche Laichstrategien beschrieb KOCK (1985a), der nach Herbst- und Frühjahrslaichern und Brutpflegenden Arten differenzierte. Brutpflege ist von Harpagifer bispinis und Trematomus bernacchii bekannt (DANIELS 1978, MORENO 1980, vgl. Tab. 4.1). EVERSON (1984) kommt aufgrund einer Literaturstudie zu dem Schluß, daß die Laichzeiten notothenioider Fische weniger auf die energetischen Bedürfnisse der Gonadenreifung, als vielmehr auf die im Frühjahr einsetzende Vegetationsperiode und damit auf die Bedürfnisse der Brut abgestimmt sind. Die vorliegenden Ergebnisse zeigen aber, daß nicht nur Anpassungen an den sommerlichen Produktionszyklus vorliegen, sondern auch an langzeitliche Entwicklungsabläufe wie den Reproduktionszyklus des Krill.

Eine Sonderstellung nimmt Pleuragramma antarcticum an der Antarktischen Halbinsel ein. Postlarvenzahlen in der permanenten Packeiszone der hochantarktischen Schelfgebiete sind weit höher als im Untersuchungsge-

biet, die Jungfischabundanz jedoch niedriger. Dies beruht zum Teil auf Einwanderung von Jungfischen in die Bransfield Straße. Die in dieser Arbeit abgeschätzten Wachstumsraten erscheinen zwar zu hoch gegriffen, jedoch ist besseres Wachstum in Verbindung mit geringerer Mortalität in der saisonalen Packeiszone aufgrund des besseren Nahrungsangebots durchaus denkbar. Der Laicherfolg ist jedoch hier wie dort offenbar starken jährlichen Variationen unterworfen.

5. Literaturverzeichnis

- ABE, T. & SUZUKI, M. (1978): Notes on some fishes associated with the Antarctic krill: I. Neopagetopsis ionah Nybelin. Antarct. Rec. Tokyo 62: 23-28
- ANDREWS, K.J.H. (1966): The distribution and life history of the Calanoides acutus (Giesbrecht). Discovery Rep. 34: 117-162
- ANDRIASHEV, A.P. (1959): On the number of vertebrae and some osteological features of the Antarctic fishes. Probl. Ichthyol., 12: 3-7
- ANDRIASHEV, A.P. (1965): A General Review of the Antarctic Fish Fauna. In: Van Mieghem, J. and J. & P. Van Oye (eds.): Biogeography and Ecology of Antarctica, Junk Publ., The Hague, pp 491-550
- ANONYMUS (1982): First Post-FIBEX Hydrographic Data Interpretation Workshop. Hamburg, F.R.G., September 20-26, 1982
BIOMASS Rep. Ser. 30
- ANONYMUS (1983): Second Post-FIBEX Hydrographic Data Interpretation Workshop. Hamburg, F.R.G., May 16-20, 1983
BIOMASS Rep. Ser. 31
- BAKER, A. de CH.; CLARKE, M.R. & HARRIS, M.J. (1973): The N.I.O. Combination Net (RMT 1+8) and further developments of Rectangular Midwater Trawls. J. Mar. Biol. Ass. U.K., 53: 167-184
- BLAXTER, J.H.S. & HEMPEL, G. (1963): The influence of egg size on herring larvae. J. Cons. Int. Explor. Mer, 28 (2): 211-240
- BRADY, G.S. (1883): Report on the copepoda collected by H.M.S Challenger during the years 1873-76. Rep. Sci. Res. H.M.S. Challenger 8, 1-142
- CIECHOMSKI, J.D. de & WEISS, G. (1976): Desarrollo y distribucion de postlarvas del Robalo Eleginops maclovinus (Valenciennes, 1830), de la Merluza negra Dissostichus eleginoides Smitt 1899 y de las notothenias Notothenia spp. Pisces Nototheniidae. Physis (Buenos Aires), Secc. A, 35 (91): 115-125
- CLOWES, A.J. (1934): Hydrology of the Bransfield Strait. Discov. Rep., IX: 1-64
- COLWELL, R.K. & FUTUYMA, D.J. (1971): On the measurement of niche breath and overlap. Ecology, 52: 567-576
- CUSHING, D.H. (1975): Marine Ecology and Fisheries. Cambridge University Press, 278 pp
- CUSHING, D.H. (1977): The Problem of Stock and Recruitment. In: J.A. Gulland (ed.): Fish Population Dynamics, John Wiley & Sons, 116-133
- DANIELS, R.A. (1978): Nesting Behaviour of Hapagifer bispinis in Arthur Harbour, Antarctic Peninsula. J. Fish. Biol., 12: 465-474
- DANIELS, R.A. (1982): Feeding ecology of some fishes of the Antarctic Peninsula. Fish. Bull., 80 (3): 575-588

- DANIELS, R.A. & LIPPS, J.H. (1982): Distribution and ecology of fishes of the Antarctic Peninsula. *J. Biogeogr.*, 9: 1-9
- DEACON, G.E.R. (1982): Physical and biological zonation in the Southern Ocean. *Deep Sea Res.*, 19: 1-15
- DeVRIES, A.L. & LIN, Y. (1977): The role of glycoprotein antifreezes in the survival of Antarctic fishes.
In: Llano, G.A. (Ed.): Adaptations within Antarctic Ecosystems. Proc. Third SCAR Symp. Antarct. Biol., Washington D.C. 1974, pp 439-458
- 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, pp 305-314
- DeWITT, H.H. (1971): Coastal and deep-water benthic fishes of the Antarctic. *Antarct. Map Folio Ser.*, 15: 1-10
- DeWITT, H.H. & HOPKINS, T.L. (1977): Aspects of the diet of the Antarctic silverfish, *Pleuragramma antarcticum*.
In: Llano, B.A. (Ed.): Adaptations within Antarctic Ecosystems, Gulf Publ. Cr., Houston, pp 557-567
- DeWITT, H.H. & TYLER, J.C. (1960): Fishes of the Stanford Antarctic Biological Research Program, 1958-1959.
Stanf. Ichthyolog. Bull., 7 (4): 162-199
- DZIK, J. & JAZDZEWSKI, K. (1978): The Euphausiid species of the Antarctic region. *Pol. Arch. Hydrobiol.*, 25 (3): 589-605
- EASTMAN, J. T. (1985): *Pleuragramma antarcticum* (Pisces, Nototheniidae) as Food for Other Fishes in McMurdo Sound, Antarctica.
Polar Biol., 4: 155-160
- EFREMENKO, F.N. (1972): Morphological peculiarities of *Electrona antarctica* Günther and *Gymnoscopelus braueri* Lönnberg and their distribution in the Scotia Sea. *Trudy VNIRO*, 90: 120-130
- EFREMENKO, F.N. (1976): Morphological characteristics of *Protomyctophum anderssoni* larvae (Myctophidae).
J. Ichthyol., 16 (6): 958-963
- EFREMENKO, F.N. (1977): Morphological features of the larvae of *Gymnoscopelus opisthopterus* (Myctophidae, Pisces).
J. Ichthyol., 17 (5): 797-799
- EFREMENKO, F.N. (1979a): A description of the larvae of *Bathylagus antarcticus* (Bathylagidae). *J. Ichthyol.* 19 (1): 156-161
- EFREMENKO, F.N. (1979b): Description of the Larvae of Six Species of the Family Chaenichthyidae from the Scotia Sea.
J. Ichthyol., 19 (3): 65-75
- EFREMENKO, F.N. (1979c): The Larvae of Six Species of the Family Nototheniidae from the Scotia Sea.
J. Ichthyol., 19 (6): 95-104
- EFREMENKO, F.N. (1983): Atlas of Fish Larvae of the Southern Ocean. *BIOMASS Handbook* 22: 1-74

- EKLUND, C.R. (1945): Condensed ornithology report, East Base, Palmer Land. Proc. Amer. Phil. Soc., 89: 299-304
- EVERSON, I. (1968): Larval stages of certain Antarctic fishes. Br. Antarct. Surv. Bull., 16: 65-70
- EVERSON, I. (1969): Inshore Fishes from the South Orkney and South Shetland Islands, The Antarctic Peninsula and South Georgia. Br. Antarct. Surv. Bull., 19: 89-96
- EVERSON, I. (1977): The Living Resources of the Southern Ocean. Southern Ocean Fisheries Survey Programme, GL0/S0/77/1. FAO, Rome: 1-156
- EVERSON, I. (1984): Fish biology. Antarctic Ecology, 2: 491-532 Academic Press
- FRASER, F.C. (1936): On the development and distribution of the young stages of krill. Discovery Rep. 14: 1-192
- GIESBRECHT, W. (1902): Copepoden. Expedition Antarctique Belge, Resultats du voyage du S.Y. Belgica en 1897-99, Zool., 1-49
- GORELOVA, T.A. & GERASIMCHUK, B.B. (1981): Data on nutrition and daily consumption of juvenile Pleuragramma antarcticum. In: Parin, N.V. (Ed.): Fishes of the open ocean. Shirsov Inst. Ocean., Acad. Sci. USSR, pp 103-109
- GUBSCH, G. (1982): Zur Verbreitung und zur Biologie der Eisfische (Chaenichthyidae) im atlantischen Sektor der Antarktis. Fischerei-Forsch., 20 (2): 39-47
- GUBSCH, G. & HOFFMANN, U. (1981): Forschungsreise eines Zubringertrawlers in die Antarktis. Fischerei-Forsch., 19 (1): 31-34
- GUZMANN, O. (1983): Distribution and abundance of Antarctic krill (Euphausia superba) in the Bransfield Strait. In: S.B. Schnack (ed.): On the Biology of Krill Euphausia superba. Ber. z. Polarforsch., Sonderheft 4: 169-190
- HEMPEL, G. (1979): Early Life History of Marine Fish. The Egg Stage. Wash. Sea Grant, Univ. Wash. Press, Seattle, London, pp 70
- HEMPEL, G. (1983): FIBEX - An international survey in the Southern Ocean: Review and outlook. In: Nemoto, T. and T. Matsuda (eds.): Proceedings of the BIOMASS colloquium in 1982. National Institute of Polar Research, Tokyo, 1983, pp 1-15
- 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, pp 3-33
- HEMPEL, G. & HEYWOOD, R.B. (1982): Joint Biological Expedition on RRS John Biscoe, February 1982. Ber. Polarforsch., 5: 1-39
- HEMPEL, G.; KOCK, K.H. & STEIN, M. (1982): Fahrtverlauf - Antarktis-Expedition 1981 der Bundesrepublik Deutschland mit FFS "Walther Herwig. Arch. FischWiss., 33 (1): 17-26

- HEMPEL, G.; SAHRHAGE, D.; SCHREIBER, W. & STEINBERG, R. (1979):
Antarktis-Expedition 1977/78 der Bundesrepublik Deutschland. Arch. Fischwiss., 30 (1): 1-119
- HEMPEL, I. (1978): Vertical distribution of eggs and nauplii of krill (Euphausia superba) south of Elephant Island. Meeresforsch. 27 (2): 119-123
- HEMPEL, I. (1983): Studies in eggs and larvae of Euphausia superba and Euphausia crystallorophias in the Atlantic Sector of the Southern Ocean.
In: S.B. Schnack (ed.): On the Biology of Krill Euphausia superba. Ber. z. Polarforsch., Sonderheft 4: 30-46
- HEMPEL, I.; HEMPEL, G. & A. de C. BAKER (1979): Early life history stages of krill (Euphausia superba) in Bransfield Strait and Weddell Sea. Meeresforsch., 27 (4): 267-281
- HEYWOOD, R.B. (1985): Environmental conditions in the Antarctic Peninsula area of the Southern Ocean during the Anglo-German Joint Biological Expedition, February 1982. Meeresforsch., 30 (4): 220-239
- HOLLISTER, G. (1934): Clearing and dyeing fish for bone study. Zoologica, N.Y., 12: 89-101
- 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. (1985a): Aspects of the early life history of the high antarctic silverfish, Pleuragramma antarcticum.
In: W.R. Siegfried, P.R. Condy, Laws, R.M. (Eds.): Antarctic Nutrient Cycles and Food Webs: Proc. 4th SCAR Symposium on Antarctic Biology, Springer, Berlin, pp 445-451
- HUBOLD, G. (1985b): Stomach contents of the Antarctic Silverfish Pleuragramma antarcticum from the southern and eastern Weddell Sea (Antarctica). Polar Biol., 5: 43-48
- HUNTER, J.R. (1972): Swimming and feeding behaviour of larval anchovy Engraulis mordax. Fish. Bull., 70: 821-838
- HUNTER, J.R. (1981): Feeding Ecology and Predation of Marine Fish Larvae. In: R. Lasker (ed.): Marine Fish Larvae, University of Wash. Press, Seattle, London, pp 34-74
- HUNTER, J.R. & KIMBRELL, C. (1981): Some aspects of the life history of laboratory reared pacific mackerel larvae (Scomber japonicus).
Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer, 178: 344
- HUREAU, J.C. (1970): Biologie comparée de quelques Poissons antarctiques. Bull. Inst. Oceanogr. Monaco, 68 (1391): 1-244
- HUREAU, J.C. (1982): Methods for studying early life history stages of Antarctic fishes. Cybium, 6 (1): 3-11
- 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. Pol. Res., Spec. Iss. 23: 55-63

- JACOBS, J. (1974): Quantitative measurement of food selection (A modification of the forage ratio and Ivlev's electivity index). *Oecologia* 14: 413-417
- JAMES, R. & WÖRNER, F.G. (1978): Results of the sorting of the micro-nekton and zooplankton material sampled by the German Antarctic Expedition 1975/76. *Ber. Inst. Meeresk. Kiel*, 59: 53 pp
- KAWAMURA, A. (1976): A note on the stomach contents of some fishes entangled in the exploratory trawl fishing for krill Euphausia superba DANA. In: S.Z. El-Sayed et al. (eds.): Selected contributions to the Woods Hole Conference on Marine Living Resources of the Southern Ocean 1976, BIOMASS, Vol. II, Cambridge: 69-71
- KELLER, R. (1982): Untersuchungen am Ichthyoplankton der Weddell See, insbesondere an Pleuragramma antarcticum (Boulenger, 1902). Diplomarbeit Univ. Kiel, Math. Nath. Fak., 1982
- KELLER, R. (1983): Contributions to the early life history of Pleuragramma antarcticum Boul. 1902 (Pisces, Nototheniidae) in the Weddell Sea. *Meeresforsch.*, 30 (1): 10-24
- KELLERMANN, A. & KOCK, K.H. (1984): Postlarval and juvenile Notothenioids (Pisces, Perciformes) in the southern Scotia Sea and northern Weddell Sea during FIBEX 1981. *Meeresforsch.*, 30 (2): 82-93
- KELLERMANN, A. & SLOSARCZYK, W. (1984): Distribution of postlarval and juvenile Notothenioidei in the Atlantic Sector of the Southern Ocean during FIBEX 1981. *BIOMASS Rep. Ser.* 36: 27 pp
- KIRKWOOD, J.M. (1982): A guide to the Euphausiacea of the Southern Ocean. *Anare Research Notes* 1: 1-45
- KOCK, K.H. (1981): Fischereibiologische Untersuchungen an drei antarktischen Fischarten: Champscephalus gunnari Lönnberg, 1905, Chaenocephalus aceratus (Lönnberg, 1906) und Pseudochaenichthys georgianus Norman, 1937 (Notothenioidei, Channichthyidae). *Mitt. Inst. Seef.* 32: 1-226
- KOCK, K.H. (1982): Fischereibiologische Untersuchungen bei Elephant Island im März 1981. *Arch. FischWiss.*, 33 (1): 127-142
- KOCK, K.H. (1985a): Marine Habitats - Antarctic Fish. In: Key Environments: Antarctica. Bonner, W.N. and Walton D.W.H. (eds.), Pergamon Press, Oxford: pp 173-192
- KOCK, K.H. (1985b): Marine Consumers: Fish and Squid. In: Environment International, Pergamon Press, in press
- 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
- KOCK, K.H., DUHAMEL, G. & HUREAU, J.C. (1985): Antarctic Fish Stocks. *BIOMASS Scient. Ser.*, 6: 143 pp

- LAROCHE-LYCZKOWSKI, J. (1982): Trophic patterns among larvae of five species of sculpins (family: Cottidae) in a Maine estuary. *Fish. Bull.*, 80: 827-840
- LAST, J.M. (1978a): The Food of Four Species of Pleuronectiform Larvae in the Eastern English Channel and Southern North Sea. *Mar. Biol.*, 45: 359-368
- LAST, J.M. (1978b): The Food of Three Species of Gadoid Larvae in the Eastern English Channel and Southern North Sea. *Mar. Biol.*, 48: 377-386
- MACKINTOSH, W.A. (1934): Distribution of the makroplankton in the Atlantic Sector of the Antarctic. *Discovery Rep.*, 9: 65-160
- MARR, J.W.S. (1962): The Natural History and Geography of the Antarctic Krill (*Euphausia superba*). *Discovery Rep.*, 32: 33-34
- MARSCHALL, H.-P. (1983): Sinking speed of krill eggs and timing of early life history stages.
In: S.B. Schnack (ed.): On the Biology of Krill *Euphausia superba*. *Ber. Polarforsch., Sonderheft 4*: 70-73
- MARSCHALL, S. & MIZDALSKI, E. (1985): Euphausiid larvae in plankton samples from the vicinity of the Antarctic Peninsula, February 1982. *Ber. Polarforsch.*, 21: 1-47
- MARSHALL, N.B. (1953): Egg Size in Arctic, Antarctic and Deep-Sea Fishes. *Evolution* 7: 328-341
- MARSHALL, N.B. (1964): *Fish.*
In: R. Priestley; R.J. Adie and G. de Q. Robin (eds.): Antarctic Research; A Review of British Scientific Achievement in Antarctica, Butterworth, London: pp 206-218
- MORENO, C.A. (1980): Observations on food and reproduction in *Trematomus bernacchii* (Pisces: Nototheniidae) from the Palmer Archipelago, Antarctica. *Copeia*, 1980: 171-173
- NAST, F. (1979): The vertical distribution of larval and adult krill (*Euphausia superba* Dana) on a time station south of Elephant Island, South Shetlands. *Meeresforsch.*, 27 (2): 103-118
- NORMAN, J.R. (1938): Coast Fishes. Part III. The Antarctic Zone. *Discovery Rep.*, XVIII: 3-104
- NORTH, A.W. & WHITE, M.G. (1982): Key to fish postlarvae from the Scotia Sea, Antarctica. *Cybium*, 6 (1): 13-32
- PAPPENHEIM, P. (1912): Die Fische der Deutschen Südpolar-Expedition 1901-1903. I: Die Fische der Antarktis und Subantarktis. *Deutsche Südpol. Exped. 1901-1903, XIII, Zool.* (5): 162-184
- PERMITIN, YU. YE. (1969): New data on species composition and distribution of fishes in the Scotia Sea, Antarctica (Second Communication). *Probl. Ichthyol.*, 9 (2): 167-181

- PERMITIN, YU. YE. (1973): Fecundity and Reproductive Biology of Icefish (Chaenichthyidae), Fish of the Family Muraenolepidae and Dragonfish (Bathodraconidae) of the Scotia Sea (Antarctica). *J. Ichthyol.* 13: 204-215
- 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. & SILYANOVA, Z.S. (1971): New Data on the Reproductive Biology and Fecundity of Fishes of the Genus NOTOTHENIA Rich. in the Scotia Sea (Antarctica). *J. Ichthyol.* 11 (5): 693-705
- PERMITIN, YU. YE. & TARVERDIYEVA, M.I. (1979): Feeding of fishes of the families Nototheniidae and Chaenichthyidae in the South Orkney Islands, Antarctica. *Biol. Morya*, 4 (2): 75-81
- PERTSEEVA-OSSHTRUUMOVA, T.A. (1967): Larvae of primitive Myctophids *Protomyctophum* and *Electrona* (Myctophidae, Pisces). *Akademia Nauk SSR, Trudy Inst. Okeanol.*, 84: 222-237
- PIATKOWSKI, U. (1982): Beitrage zur Verbreitung des Makrozooplanktons in der Scotia See und ihren angrenzenden Gebieten. Diplomarbeit, Math. Nat. Fak. Kiel. 149pp
- PIATKOWSKI, U. (1983): Joint Biological Expedition on RRS "John Biscoe", February 1982 (II). Data of micronekton and zooplankton hauls. *Ber. Polarforsch.*, 11: 1-40
- PIATKOWSKI, U. (1985): Distribution, abundance and diurnal migration of macrozooplankton in Antarctic surface waters. *Meeresforsch.*, 30: 264-279
- PIATKOWSKI, U.; HEMPEL, I. & RAKUSA-SUSZCEWSKI, S. (1984): FIBEX cruise zooplankton data. *Ber. Polarforsch.*, 16: 53 pp
- PIATKOWSKI, U. & KLAGES, N. (1983): German Antarctic Expedition 1980/81 with FRV "Walther Herwig" and RV "Meteor". First International BIOMASS Experiment (FIBEX). Data of micronekton and zooplankton hauls. *Ber. Polarforsch.*, 15: 1-59
- POMMERANZ, T.; HERRMANN, C. & KÜHN, A. (1982): Mouth angles of the Rectangular Midwater Trawl (RMT 1+8) during paying out and hauling. *Meeresforsch.*, 29 (4): 267-274
- POMMERANZ, T., HERRMANN, C. & KÜHN, A. (1981): Neu berechnete Werte der vom RMT 1+8 während der Antarktis-Expedition 1975/76 filtrierten Volumina. (unveröffentlichtes Manuskript)
- RASOANARIVO, R. & ABOUSSOVAN, A. (1983): Larves de *Electrona antarctica* (Günther, 1878) (Teleostéen, Myctophidae) recoltées durant la campagne FIBEX-MD/25 dans le Sud Ouest de l'Océan Indien. *Cybiun*, 7 (2): 75-86
- REGAN, C.T. (1916): Larval and Postlarval Fishes. I. Antarctic and Subantarctic Fishes. *Nat. Hist. Rep. British Antarctica "Terra Nova" Expedition 1910, Zool.* I (4): 125-156

- REMBISZEWSKI, J.M.; KRZEPTOWSKI, M. & LINKOWSKI, T.B. (1978): Fishes (Pisces) as by-catch in fisheries of krill Euphausia superba Dana (Euphausiacea, Crustacea).
Pol. Arch. Hydrobiol., 25 (3): 677-695
- ROE, H.S.J. & SHALE, D.M. (1979): A new multiple rectangular midwater trawl (RMT 1+8) and some modifications to the Institute of Oceanographic Science' RMT 1+8. Mar. Biol., 50: 283-288
- ROSENTHAL, H. & HEMPEL, G. (1970): Experimental studies in feeding and food requirements of herring larvae.
In: J.H. Steele (ed.): Marine Food Chains, Edinburgh, pp 344-364
- RUSSELL, F.S. (1976): The eggs and planktonic stages of British marine fishes.
Academic Press, London, New York, San Francisco: 524 pp
- SACHS, L. (1974): Statistische Auswertungsmethoden.
3. Auflage, Springer, Berlin Heidelberg New York, 545 pp
- SAHRHAGE, D.; SCHREIBER, W.; STEINBERG, R. & HEMPEL, G. (1978): Antarktis-Expedition 1975/76 der Bundesrepublik Deutschland. Arch. FischWiss., 29 (1): 1-96
- SCHNACK, D. (1971): Vergleichende Untersuchungen zur Nahrungsökologie von Heringslarven.
Diss. Math.-Naturwiss. Fak., CAU Kiel, 124 pp
- SCHNACK, S.; SMETACEK, V.; v. BODUNGEN, B. & STEGMANN, P. (1985a): Utilisation of phytoplankton by copepods in Antarctic waters during spring. In: S. Gray, Christiansen M.E. (eds.), Proc. 18th EMBS Marine Biology of Polar Regions and Effects of Stress on Marine Organisms: John Wiley, pp 65-81
- SCHNACK, S. B., MARSCHALL, S. & MIZDALSKI, E. (1985b): On the distribution of copepods and larvae of Euphausia superba in Antarctic waters during February 1982.
Meeresforsch., 30, (4): 251-263
- SEIBERT, W. (1977): Die Fischlarven um South Georgia des I. Abschnitts der Deutschen Antarktis-Expedition 1975/76.
Diplomarbeit Fachber. Math.-Nath. Univ. Kiel pp 61
- SHUST, K.V. & PINSKAYA, L.A. (1978): Age and rate of growth of six species of Nototheniid fish (Family Nototheniidae).
J. Ichthyol., 18: 743-749
- SIEGEL, V. (1986): Untersuchungen zur Biologie des antarktischen Krills Euphausia superba im Bereich der Bransfield Straße und angrenzender Gewässer. Diss. Mat. Nat. Fak. Univ. Hamburg, 244 pp
- SLOSARCZYK, W. (im Druck): Contribution to the early life history of Channichthyidae from the Bransfield Strait and South Georgia. Proc. V CEI, Stockholm 1985.

- SLOSARCZYK, W. & REMBISZEWSKI, J.M. (1982): The occurrence of juvenile Notothenioidei (Pisces) within krill concentrations in the region of the Bransfield Strait and the southern Drake passage. *Pol. Polar Res.*, 3 (3-4): 299-312
- SOSINSKI, J. & SKORA, K. (1979): Neue Arten industriemäßig verwertbarer Fische der antarktischen Region. (polnisch) *Biulityn morskiego instytutu rybackiego*, 4/54: 12-15
- STEIN, M. (1979): Stratification and currents off Elephant Island in the early February 1976. *Meeresforsch.*, 27: 75-87
- STEIN, M. (1982): Fischereiozeanographische Untersuchungen während FI-BEX 1981. *Arch. Fischwiss.*, 33 (1): 35-51
- TARGETT, T.E. (1981): Trophic ecology and structure of coastal Antarctic fish communities. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 4: 243-263
- 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 (ed.): Proceedings of the Biomass colloquium in 1982. National Institute of Polar Research, Tokyo, 1983: 183-192
- VERWOORT, W. (1951): Plankton copepods from the Atlantic Sector of the Antarctic.
Kon. Ned. Ak. u. Wet., Verh. Afd. Nat. Tweede Sectie, Deel XLVII, 4: 1-156
- VORONINA, N.M. (1968): The distribution of zooplankton in the Southern Ocean and its dependence on the circulation of water.
Sarsia, 34: 277-284
- VORONINA, N.M. (1972): Vertical structure of a pelagic community in the Antarctic. *Oceanology*, 12: 415-420
- WHITE, M.G.; NORTH, A.W.; TWELVES, E.L. & JONES, S. (1982): Early development of some Nototheniid fish from the Scotia Sea.
Cybius, 6 (1): 43-51
- WILLIAMS, R. (1985): Trophic Relationships Between Pelagic Fish and Euphausiids in Antarctic Waters.
In: W.R. Siegfried, P.R. Condy and R.M. Laws (Eds.): Antarctic Nutrient Cycles, Springer, pp 452-459
- WÖRNER, F.G. (1979): Liste der Mikronekton- und Zooplanktonfänge der 2. Deutschen Antarktis-Expedition 1977/78.
Ber. Inst. Meeresk. Kiel, 60: 82 pp
- WÖRNER, F.G. & JAMES, R. (1981): Early life history stages of the Antarctic fish *Notothenia gibberifrons* Lönnberg 1905.
Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer, 178: 196
- WÖRNER, F.G. & KÜHN, A. (1978): Liste der Mikronekton- und Zooplanktonfänge der deutschen Antarktis-Expedition 1975/76.
Ber. Inst. Meeresk. Kiel, 48: 55 pp

Danksagung

Diese Arbeit ist die Dissertation des Autors, die 1985 im Institut für Polarökologie in Kiel fertiggestellt wurde.

Herrn Prof. Dr. Hempel danke ich für das Vertrauen, das er mir bei der Überlassung des Themas entgegenbrachte und für die kritischen Kommentare bei der Entstehung dieser Arbeit.

Frau Dr. Schnack und den Herren Dr. Kock und Dr. Hubold danke ich für viele anregende Diskussionen. Meinen Kommilitonen und Kollegen am Institut für Polarökologie gilt mein Dank für ihre ständige Gesprächsbereitschaft und ein sehr gutes Arbeitsklima. Frau E. Mizdalski danke ich für die Nachbestimmung vieler Copepoden.

Herr Dr. Pommeranz überließ mir freundlicherweise unveröffentlichte Daten. Herr M. G. White gab wertvolle Ratschläge bei der Materialsammlung. Besatzungen und Wissenschaftler der beiden Forschungsschiffe FFS "Walther Herwig" und RRS "John Biscoe" zeigten sich stets hilfsbereit und waren bei der Materialsammlung unentbehrlich. Ihnen allen und den vielen Sortierern der Proben gilt mein Dank.

Meine Lebensgefährtin und Verlobte Silke Kühl trug durch ihre unermüdlige Hilfe wesentlich zum Gelingen dieser Arbeit bei und verlor nie die Geduld mit mir. Dafür schulde ich ihr Dank.

- 149 -

ANHANG

Tabelle 1: *Notothenia larseni*. Nahrungszusammensetzung der Larven und Postlarven im November/Dezember 1977 getrennt nach Längenklassen. Angegeben sind Anzahl (n), der Anteil an der Gesamtnahrung (D in %) und die Präsenz (FO in %) in den Mägen mit Nahrung.

Standardlängen	7-8 mm			9 mm			10 mm			11 mm			12 mm			13 mm		
untersuchte Mägen:	n = 6			n = 14			n = 53			n = 59			n = 17			n = 6		
leere Mägen:	n = 2 (33.3 %)			n = 4 (28.6 %)			n = 16 (30.2 %)			n = 14 (23.7 %)			n = 0			n = 0		
	n	D(%)	FO(%)	n	D(%)	FO(%)	n	D(%)	FO(%)	n	D(%)	FO(%)	n	D(%)	FO(%)	n	D(%)	FO(%)
<i>Oncaea</i> spp.	-	-	-	3	11.5	20.0	20	17.7	24.3	25	16.2	35.6	10	16.1	35.3	5	23.8	33.3
<i>Oithona</i> spp.	-	-	-	-	-	-	6	5.3	10.8	20	13.0	22.2	14	22.6	35.3	1	4.8	16.7
<i>Ctenocalanus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	1	0.9	2.7	2	1.3	6.7	-	-	-	-	-	-
<i>Microcalanus</i> pygmaeus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.3	4.4	-	-	-	-	-	-
<i>Calanus</i> propinquus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.7	2.2	-	-	-	-	-	-
Copepoden indet.	-	-	-	2	7.7	10.0	20	17.7	13.5	26	16.9	20.0	8	12.9	11.8	7	33.3	33.3
Copepodeneier	-	-	-	13	50.0	50.0	53	46.9	51.4	61	39.6	66.7	23	37.1	64.7	5	23.8	33.3
Copepodennauplien	-	-	-	6	23.1	30.0	6	5.3	13.5	12	7.8	24.4	3	4.8	17.7	1	4.8	16.7
Euphausiideneier	-	-	-	-	-	-	2	1.8	5.4	3	2.0	6.7	-	-	-	1	4.8	16.7
Sonstiges ¹⁾	1	25.0	25.0	-	-	-	-	-	-	1	0.7	2.2	1	1.6	5.9	1	4.8	16.7
Unbestimmbar	3	75.0	75.0	2	7.7	20.0	5	4.4	13.5	1	0.7	2.2	3	4.8	17.7	-	-	-
Dottersackstadien	6	-	100.0	11	-	78.6	37	-	69.8	48	-	81.4	5	-	29.4	2	-	33.3

1) Ei 0.08 mm
1) Stück Diatomeenkette
1) Ei 0.08 mm
1) Spermium 0.8 mm

Tabelle 2: *Notothenia larseni*. Nahrungszusammensetzung der Postlarven im Januar/Februar 1978 getrennt nach Längenklassen. Angegeben sind Anzahl (n), der Anteil an der Gesamtnahrung (D in %) und die Präsenz der Nährtiere (FO in %) in den Mägen mit Nahrung.

Standardlängen	9-10 mm			11 mm			12 mm			13 mm			14 mm			15 mm			16-19 mm			
untersuchte Mägen:	n = 5			n = 21			n = 26			n = 30			n = 12			n = 7			n =			
leere Mägen:	n = 0			n = 0			n = 0			n = 1 (3.3 %)			n = 0			n = 0			n =			
	n	D(%)	FO(%)	n	D(%)	FO(%)	n	D(%)	FO(%)	n	D(%)	FO(%)	n	D(%)	FO(%)	n	D(%)	FO(%)	n	D(%)	FO(%)	
<i>Oncaea</i> spp.	6	35.3	60.0	55	36.9	71.4	98	49.5	88.5	75	42.9	72.4	27	41.5	66.7	21	46.7	85.7	-	-	-	-
<i>Oithona</i> spp.	-	-	-	4	2.7	14.3	4	2.0	11.5	1	0.6	3.5	-	-	-	-	-	-	1	6.7	16.7	
<i>Ctenocalanus</i> sp.	2	11.8	20.0	13	8.7	14.3	6	3.0	23.1	6	3.4	13.8	11	16.9	25.0	5	11.1	42.2	-	-	-	
<i>Microcalanus</i> pygmaeus	-	-	-	-	-	-	4	2.0	3.9	4	2.3	6.9	2	3.1	8.3	-	-	-	-	-	-	
<i>Metridia</i> gerlachei	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1.7	6.9	-	-	-	-	-	-	1	6.7	16.7	
sonstige Copepoden ¹⁾	-	-	-	1	0.7	4.8	-	-	-	1	0.6	3.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Copepoden indet.	6	35.3	40.0	52	34.9	33.3	60	30.3	75.9	57	32.6	34.5	11	16.9	33.3	15	33.3	71.4	1	6.7	16.7	
Copepodeneier	-	-	-	5	3.4	19.1	2	1.0	3.9	-	-	-	1	1.5	8.3	-	-	-	1	6.7	16.7	
Copepodennauplien	-	-	-	-	-	-	2	1.0	11.5	1	0.6	3.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>E. superba</i> Eier	2	11.8	20.0	16	10.7	28.6	18	9.1	23.1	21	12.0	20.7	8	12.3	25.0	3	6.7	28.6	9	56.7	56.7	
<i>E. superba</i> Nauplius	-	-	-	-	-	-	1	0.5	3.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Euphausiideneier	1	5.9	40.0	3	2.0	14.3	3	1.5	7.7	6	3.4	20.7	5	7.7	25.0	1	2.2	14.3	3	18.2	18.2	
Sonstiges ²⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2.2	14.3	-	-	-	

1) *Euchaeta* sp.
1) *Stephos longipes*
2) Eissackchen

Tabelle 3: *Notothenia larseni*. Nahrungszusammensetzung der Postlarven im März 1978 getrennt nach Längenklassen. Angegeben sind Anzahl (n), der Anteil an der Gesamtnahrung (D in %) und die Präsenz der Nährtiere (FO in %) in den Mägen mit Nahrung.

Standardlängen	15-17 mm			18 mm			19 mm			20-22 mm		
untersuchte Mägen:	n = 9			n = 16			n = 14			n = 5		
leere Mägen:	n = 2 (22.2 %)			n = 1 (6.3 %)			n = 1 (7.1 %)			n = 2 (22.2 %)		
	n	D(%)	FO(%)	n	D(%)	FO(%)	n	D(%)	FO(%)	n	D(%)	FO(%)
<i>Oncaea</i> spp.	18	47.4	85.7	31	62.0	60.0	30	46.2	76.9	17	35.4	100.0
<i>Oithona</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	20.8	42.9
<i>Ctenocalanus</i> sp.	-	-	-	2	4.0	13.3	1	1.5	15.4	-	-	-
<i>Microcalanus</i> pygmaeus	-	-	-	1	2.0	6.7	-	-	-	-	-	-
<i>Calanus</i> propinquus	-	-	-	-	-	-	1	1.5	15.4	-	-	-
<i>Metridia</i> gerlachei	-	-	-	1	2.0	6.7	3	4.6	23.1	1	2.1	14.3
<i>Acrocalanus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2.1	14.3
Copepoden indet.	18	47.4	71.4	13	26.0	40.0	29	44.6	38.5	17	35.4	57.1
Copepodeneier	1	2.6	14.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Copepodennauplien	-	-	-	1	2.0	6.7	-	-	-	1	2.1	14.3
<i>E. superba</i> Calyptopen	1	2.6	14.3	-	-	-	1	1.5	7.7	1	2.1	14.3
Unbestimbar	-	-	-	1	2.0	6.7	-	-	-	-	-	-
Fett	-	-	-	1	-	6.3	-	-	-	2	-	22.2

Tabelle 4: *Notothenia larseni*. Nahrungszusammensetzung Postlarven im Februar 1976 getrennt nach Längenklassen. Angegeben sind Anzahl (n), der Anteil an der Gesamtnahrung (D in %) und die Präsenz (FO in %) in den Mägen mit Nahrung.

Standardlängen	15-16 mm			17 mm			18 mm			19 mm			20 mm			21 mm			22-23 mm		
untersuchte Mägen:	n = 4			n = 16			n = 37			n = 33			n = 24			n = 14			n = 8		
leere Mägen:	n = 0			n = 1 (6.3 %)			n = 0			n = 1 (3.0 %)			n = 2 (8.3 %)			n = 1 (7.1 %)			n = 0		
	n	D(%)	FO(%)	n	D(%)	FO(%)	n	D(%)	FO(%)	n	D(%)	FO(%)	n	D(%)	FO(%)	n	D(%)	FO(%)	n	D(%)	FO(%)
<i>Oithona</i> spp.	9	75.0	75.0	21	52.5	86.7	77	53.5	59.5	87	61.3	59.4	33	52.4	40.9	29	56.9	46.2	6	22.2	37.5
<i>Microcalanus</i> sp.	-	-	-	1	2.5	6.7	7	4.9	8.1	2	1.4	6.3	2	3.2	9.1	3	5.9	15.4	2	7.4	25.0
<i>Paracalanus</i> acutus	-	-	-	-	-	-	12	8.3	27.0	8	5.6	21.9	3	4.8	13.6	4	7.8	15.4	3	11.1	25.0
<i>Calanus</i> propinquus	-	-	-	1	2.5	6.7	1	0.7	2.7	-	-	-	3	4.8	13.6	1	2.0	7.7	2	7.4	12.5
stige Copepoden ¹⁾	-	-	-	-	-	-	1	0.7	2.7	2	1.4	6.3	-	-	-	1	2.0	7.7	-	-	-
Copepoden indet.	-	-	-	13	32.5	80.0	25	17.4	43.2	33	23.2	65.6	14	22.2	54.5	10	19.6	46.2	10	37.0	87.5
Copepodeneier	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1.6	4.6	2	3.9	15.4	-	-	-
<i>E. superba</i> Eier	-	-	-	2	5.0	6.7	10	6.9	10.8	2	1.4	3.1	1	1.6	4.6	1	2.0	7.7	1	3.7	12.5
hausiideneier	3	25.0	75.0	2	5.0	13.3	8	5.6	21.6	8	5.6	25.0	6	9.5	27.3	-	-	-	3	11.1	37.5
hausiidennauplien	-	-	-	-	-	-	1	0.7	2.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Unbestimbar	-	-	-	-	-	-	2	1.4	5.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fett	-	-	-	-	-	-	1	-	2.7	1	-	3.0	-	-	-	4	-	28.6	1	-	12.5

1) *Euchaeta* sp. 1) *Clausocalanus* sp. 1) *Rhincalanus* gigas

Tabelle 5: *Notothenia larseni*. Nahrungszusammensetzung der Postlarven im Februar 1982 getrennt nach Längsklassen. Angegeben sind Anzahl (n), der Anteil an der Gesamtnahrung (D in %) und die Präsenz der Nährtiere (FO in %) in den Mägen mit Nahrung.

Standardlängen untersuchte Mägen: leere Mägen:	11-13 mm			14 mm			15 mm			16 mm			17 mm			18-19 mm		
	n	D(%)	FO(%)	n	D(%)	FO(%)	n	D(%)	FO(%)	n	D(%)	FO(%)	n	D(%)	FO(%)	n	D(%)	FO(%)
	n = 6			n = 8			n = 22			n = 27			n = 13			n = 6		
	n = 0			n = 0			n = 4 (18.2 %)			n = 3 (11.1 %)			n = 1 (7.7 %)			n = 1 (16.7 %)		
<i>Oncaea</i> spp.	8	61.5	16.7	23	63.9	50.0	99	81.2	61.1	77	59.7	54.2	11	26.2	25.0	33	82.5	60.0
<i>Oithona</i> spp.	-	-	-	1	2.8	12.5	-	-	-	6	4.7	16.7	-	-	-	-	-	-
<i>Ctenocalanus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2.4	8.3	-	-	-
<i>Microcalanus pygmaeus</i>	-	-	-	-	-	-	2	1.6	5.6	3	2.3	4.2	-	-	-	-	-	-
<i>Calanus propinquus</i>	-	-	-	-	-	-	1	0.8	5.6	-	-	-	2	4.8	8.3	-	-	-
sonstige Copepoden ¹⁾	-	-	-	-	-	-	2	1.6	11.1	1	0.8	4.2	3	7.1	8.3	-	-	-
Copepoden indet.	-	-	-	3	8.3	12.5	6	4.9	27.8	20	15.5	29.2	8	19.1	16.7	6	15.0	80.0
<i>E. superba</i> Eier	-	-	-	2	5.6	12.5	4	3.3	22.2	3	2.3	12.5	5	11.9	8.3	-	-	-
Euphausiideneier	4	30.8	50.0	3	8.3	25.0	3	2.5	11.1	8	6.2	20.8	6	14.3	25.0	-	-	-
<i>E. superba</i> Nauplien	-	-	-	4	11.1	37.5	3	2.5	16.7	11	8.5	25.0	4	9.5	16.7	-	-	-
Sonstiges ²⁾	-	-	-	-	-	-	1	0.8	5.6	-	-	-	1	2.4	8.3	-	-	-
Unbestimmbar	1	7.7	16.7	-	-	-	1	0.8	5.6	-	-	-	1	2.4	8.3	1	2.5	20.0
Fett	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	3.7	-	-	-	-	-	-

1) *Clausocalanus* sp. 1) *M. gerlachei* 1) *Acrocalanus* sp.
Acrocalanus sp. 2) Copepodenei
2) Tintinne

Tabelle 6: *Pleuragramma antarcticum*. Nahrungszusammensetzung der Postlarven im Februar 1982 getrennt nach Längensklassen. Angegeben sind Anzahl (n), der Anteil an der Gesamtnahrung (D in %) und die Präsenz der Nährtiere (FO in %) in den Mägen mit Nahrung.

Standardlängen	13 mm			14 mm			15 mm			16 mm			17 mm			18 mm			19 mm			20-22 mm					
untersuchte Mägen:	n = 4			n = 18			n = 31			n = 25			n = 30			n = 28			n = 20			n = 14					
leere Mägen:	n = 3 (75.0 %)			n = 6 (33.3 %)			n = 11 (35.5 %)			n = 3 (12.0 %)			n = 6 (20.0 %)			n = 5 (17.9 %)			n = 3 (15.0 %)			n = 3 (21.4 %)					
	n	D (%)	FO(%)	n	D (%)	FO(%)	n	D (%)	FO(%)	n	D (%)	FO(%)	n	D (%)	FO(%)	n	D (%)	FO(%)	n	D (%)	FO(%)	n	D (%)	FO(%)			
<i>Oncaea</i> spp.	-	-	-	3	14.3	16.7	8	18.6	25.0	20	25.6	45.6	2	3.2	8.3	4	6.7	13.0	4	9.8	11.8	-	-	-	-	-	-
<i>Ctenocalanus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	3	7.0	5.0	-	-	-	1	1.6	4.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Metridia gerlachei</i>	-	-	-	-	-	-	2	4.7	5.0	-	-	-	1	1.6	4.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Copepoden indet.	-	-	-	4	19.1	33.3	13	30.2	45.0	12	15.4	31.8	8	12.7	16.7	14	23.3	30.4	13	31.7	41.2	14	43.8	45.5	-	-	-
Copepodeneier	-	-	-	6	28.6	50.0	11	25.6	36.4	20	25.6	36.4	28	44.4	54.2	28	46.7	56.5	14	34.2	47.1	12	37.5	45.5	-	-	-
Copepodennauplien	6	100.0	100.0	2	9.5	16.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>E. superba</i> Eier	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	6.4	18.2	7	11.1	20.8	6	10.0	17.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Euphausiidennauplien	-	-	-	1	4.7	8.3	-	-	-	5	6.4	13.6	-	-	-	-	-	-	2	4.9	11.8	-	-	-	-	-	-
<i>E. superba</i> Calyptop.	-	-	-	3	14.3	8.3	1	2.3	5.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3.1	9.1
Tintinnen	-	-	-	1	4.7	8.3	-	-	-	12	15.4	22.7	10	15.9	8.3	6	10.0	13.0	2	4.9	11.8	4	12.5	9.1	-	-	-
Sonstiges ¹⁾	-	-	-	-	-	-	1	2.3	5.0	2	2.6	9.1	2	3.2	8.3	-	-	-	1	2.4	6.7	-	-	-	-	-	-
Unbestimbar	-	-	-	1	4.7	8.3	4	9.3	20.0	2	2.6	9.1	4	6.4	16.7	2	3.3	8.7	5	12.2	29.4	1	3.1	9.1	-	-	-
Plerocercioide	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-
Fett	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	4.0	-	-	-	-	-	-	5	-	25.0	2	-	14.3	-	-	-

1) Ei 0.08 mm

1) *Limacina*
Eisäckchen

1) *Meduse*
Ei 0.08 mm

1) Eisäckchen

Tabélie 7: Pleuraggrana antarctica. Nahrungszusammensetzung der Postlarven im März 1981 getrennt nach Längenklassen. Angegeben sind Anzahl (n), der Anteil an der Gesamtnahrung (D in %) und die Präsenz der Nährtiere (F0 in %) in den Mägen mit Nahrung.

Standardlängen	untersuchte Mägen:	n = 7	n = 6	n = 8	n = 25	n = 19	n = 14	n = 15	n = 11
	leere Mägen:	n = 0	n = 0	n = 0	n = 4 (16.0 %)	n = 2 (10.5 %)	n = 1 (7.1 %)	n = 2 (13.3 %)	n = 1 (9.1 %)
		D (%)	F0 (%)	D (%)	F0 (%)	D (%)	F0 (%)	D (%)	F0 (%)
18-21 mm	Oncaea spp.	18	25.7	42.9	5	13.5	50.0	78	46.4
	Oithona spp.	-	-	-	2	5.4	25.0	-	-
	Ctenocalanus sp.	-	-	-	2	5.4	12.5	2	1.2
	Microcalanus pygmaeus	7	10.0	14.3	-	-	-	-	-
	Calanoides acutus	-	-	-	-	-	-	-	-
	Calanus propinquus	-	-	-	1	2.7	12.5	8	4.8
	sonstige Copepoden ¹⁾	3	4.3	14.3	-	-	-	-	-
	Copepodenindet.	13	18.6	42.9	15	40.5	62.5	28	16.7
22-23 mm	Copepodenauplien	-	-	-	-	-	-	-	-
	Copepodener	28	40.0	71.4	21	51.2	83.3	42	25.0
	Matiuskenläch	1	1.4	14.3	2	5.4	25.0	1	0.6
	Sonstiges ²⁾	-	-	-	-	-	-	-	-
	Unbestimbar	-	-	-	1	2.7	12.5	-	-
	Pterocercotide	-	-	-	3	37.5	19	-	-
24 mm	1) Harpacticiden	-	-	-	-	-	-	-	-
	1) Rhincaianus	6	-	-	42.1	-	-	8	-
	2) Meduse	-	-	-	-	-	-	-	-
	2) Et 0.80 mm	10	-	-	42.9	-	-	66.7	-
25 mm	1) Rhincaianus	4	8.2	23.1	3	3.8	23.1	3	3.8
26 mm	1) Rhincaianus	3	3.8	23.1	3	3.8	23.1	3	3.8
27 mm	1) Rhincaianus	4	8.2	23.1	4	8.2	23.1	4	8.2
28 mm	1) Rhincaianus	1	1.4	14.3	2	5.4	25.0	1	0.6
29-31 mm	1) Rhincaianus	8	-	-	72.7	-	-	66.7	-

Tabelle 8: *Pleuragramma antarcticum*. Nahrungszusammensetzung der Jungfische im Februar 1982 (Bransfield Straße und Palmer Archipel) getrennt nach Längenklassen. Angegeben sind Anzahl (n), der Anteil an der Gesamtnahrung (D in %) und die Präsenz der Nährtiere (FO in %) in den Mägen mit Nahrung.

Standardlängen	33-37 mm			38-42 mm			43-47 mm			48-52 mm			52-59 mm		
untersuchte Mägen:	n = 10			n = 41			n = 50			n = 17			n = 10		
leere Mägen:	n = 0			n = 1 (2,4 %)			n = 4 (8,0 %)			n = 0			n = 0		
	n	D(%)	FO(%)	n	D(%)	FO(%)	n	D(%)	FO(%)	n	D(%)	FO(%)	n	D(%)	FO(%)
<i>Oncaea</i> spp.	1	4,0	10,0	48	17,6	25,0	19	8,2	10,9	30	25,4	5,9	21	19,8	30,0
<i>Oithona</i> spp.	3	12,0	20,0	34	12,5	32,5	17	7,3	19,6	8	6,8	29,4	17	16,0	40,0
<i>Calanoides acutus</i>	1	4,0	10,0	2	0,7	5,0	3	1,3	4,3	1	0,9	5,9	2	1,9	20,0
<i>Calanus propinquus</i>	4	16,0	20,0	34	12,5	17,5	61	26,3	30,4	34	28,8	35,3	13	12,3	30,0
<i>Metridia gerlachei</i>	1	4,0	10,0	55	20,2	15,0	24	10,3	4,3	5	4,2	11,8	7	6,6	40,0
<i>Microcalanus pygmaeus</i>	-	-	-	2	0,7	2,5	1	0,4	2,2	2	1,7	5,9	-	-	-
<i>Euchaeta</i> sp.	1	4,0	10,0	8	2,9	7,5	1	0,4	2,2	-	-	-	1	0,9	10,0
<i>Ctenocalanus</i> sp.	2	8,0	10,0	7	2,6	12,5	6	2,6	8,7	9	7,6	5,9	-	-	-
<i>Stephos longipes</i>	1	4,0	10,0	22	8,1	5,0	10	4,3	4,3	-	-	-	7	6,6	10,0
sonstige Copepoden ¹⁾	-	-	-	2	0,7	5,0	1	0,4	2,2	-	-	-	-	-	-
Copepoden indet.	3	12,0	20,0	30	11,0	30,0	58	25,0	43,5	23	19,5	35,3	29	27,4	90,0
Copepodennauplien	1	4,0	10,0	-	-	-	1	0,4	2,2	-	-	-	2	1,9	10,0
<i>Euphaus.-metanauplien</i>	2	8,0	10,0	6	2,2	7,5	6	2,6	8,7	2	1,7	11,8	-	-	-
<i>Euphaus.-calyplopen</i>	-	-	-	6	2,2	10,0	7	3,0	4,3	1	0,9	5,9	-	-	-
<i>Euphausiideneier</i>	-	-	-	-	-	-	2	0,9	4,3	-	-	-	-	-	-
<i>E. superba</i> Eier	1	4,0	10,0	1	0,4	2,5	3	1,3	6,5	1	0,9	5,9	-	-	-
<i>Euphausiiden</i>	-	-	-	1	0,4	2,5	3	1,3	6,5	-	-	-	3	2,8	30,0
Polychaetenreste	2	8,0	20,0	4	1,5	10,0	5	2,2	10,9	-	-	-	2	1,9	20,0
Sonstiges ²⁾	-	-	-	-	-	-	1	0,4	2,2	-	-	-	2	1,9	20,0
Unbestimbar	2	8,0	20,0	11	4,0	22,5	4	1,7	8,7	2	1,7	11,8	-	-	-

1) *Aetideopsis*; 1) *Aetideopsis*;
Rhincalanus

2) *Chaetognath*;
Nauplius

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

Verkaufspreis/DM

- * **Sonderheft Nr. 1/1981** – „Die Antarktis und ihr Lebensraum“
Eine Einführung für Besucher – Herausgegeben im Auftrag von SCAR
- Heft Nr. 1/1982** – „Die Filchner-Schelfeis-Expedition 1980/1981“
zusammengestellt von Heinz Kohnen 11,50
- Heft Nr. 2/1982** – „Deutsche Antarktis-Expedition 1980/1981 mit FS ‚Meteor‘“
First International BIOMASS Experiment (FIBEX) – Liste der Zooplankton- und Mikronektonnetzfüge
zusammengestellt von Norbert Klages 10,—
- Heft Nr. 3/1982** – „Digitale und analoge Krill-Echolot-Rohdatenerfassung an Bord des Forschungsschiffes ‚Meteor‘“ (im Rahmen von FIBEX 1980/81, Fahrtabschnitt ANT III), von Bodo Morgenstern 19,50
- Heft Nr. 4/1982** – „Filchner-Schelfeis-Expedition 1980/81“
Liste der Planktonfänge und Lichtstärkemessungen
zusammengestellt von Gerd Hubold und H. Eberhard Drescher 12,50
- * **Heft Nr. 5/1982** – „Joint Biological Expedition on RRS ‚John Biscoe‘, February 1982“
by G. Hempel and R. B. Heywood
- * **Heft Nr. 6/1982** – „Antarktis-Expedition 1981/1982 (Unternehmen ‚Eiswarte‘)“
zusammengestellt von Gode Gravenhorst
- Heft Nr. 7/1982** – „Marin-Biologisches Begleitprogramm zur Standorterkundung 1979/80 mit MS ‚Polar-
sirkel‘ (Pre-Site Survey)“ – Stationslisten der Mikronekton- und Zooplanktonfänge sowie der Bodenfischerei
zusammengestellt von R. Schneppenheim 13,—
- Heft Nr. 8/1983** – „The Post-Fibex Data Interpretation Workshop“
by D. L. Cram and J.-C. Freytag with the collaboration of J. W. Schmidt, M. Mall, R. Kresse, T. Schwinghammer 10,—
- Heft Nr. 9/1983** – „Distribution of some groups of zooplankton in the inner Weddell Sea in summer 1979/80“
by I. Hempel, G. Hubold, B. Kaczmaruk, R. Keller, R. Weigmann-Haass 15,—
- Heft Nr. 10/1983** – „Fluor im antarktischen Ökosystem“ – DFG-Symposium November 1982
zusammengestellt von Dieter Adelung 23,—
- Heft Nr. 11/1983** – „Joint Biological Expedition on RRS ‚John Biscoe‘, February 1982 (II)“
Data of micronekton and zooplankton hauls, by Uwe Piatkowski 16,—
- Heft Nr. 12/1983** – „Das biologische Programm der ANTARKTIS-I-Expedition 1983 mit FS ‚Polarstern‘“
Stationslisten der Plankton-, Benthos- und Grundscheppnetzfüge und Liste der Probennahme an Robben
und Vögeln, von H. E. Drescher, G. Hubold, U. Piatkowski, J. Plötz und J. Voß 14,—
- * **Heft Nr. 13/1983** – „Die Antarktis-Expedition von MS ‚Polarbjörn‘ 1982/83“ (Sommercampagne zur
Atka-Bucht und zu den Kraul-Bergen), zusammengestellt von Heinz Kohnen
- * **Sonderheft Nr. 2/1983** – „Die erste Antarktis-Expedition von FS ‚Polarstern‘ (Kapstadt, 20. Januar 1983 –
Rio de Janeiro, 25. März 1983)“, Bericht des Fahrtleiters Prof. Dr. Gotthilf Hempel
- * **Sonderheft Nr. 3/1983** – „Sicherheit und Überleben bei Polarexpeditionen“
zusammengestellt von Heinz Kohnen
- Heft Nr. 14/1983** – „Die erste Antarktis-Expedition (ANTARKTIS I) von FS ‚Polarstern‘ 1982/83“
herausgegeben von Gotthilf Hempel 40,—
- Sonderheft Nr. 4/1983** – „On the Biology of Krill *Euphausia superba*“ – Proceedings of the Seminar
and Report of the Krill Ecology Group, Bremerhaven 12.–16. May 1983, edited by S. B. Schnack 75,—
- Heft Nr. 15/1983** – „German Antarctic Expedition 1980/81 with FRV ‚Walther Herwig‘ and RV ‚Meteor‘“ –
First International BIOMASS Experiment (FIBEX) – Data of micronekton and zooplankton hauls
by Uwe Piatkowski and Norbert Klages 22,50
- Sonderheft Nr. 5/1984** – „The observatories of the Georg-von-Neumayer Station“, by Ernst Augstein 8,—
- Heft Nr. 16/1984** – „FIBEX cruise zooplankton data“
by U. Piatkowski, I. Hempel and S. Rakusa-Suszczewski 19,—
- Heft Nr. 17/1984** – „Fahrtbericht (cruise report) der ‚Polarstern‘-Reise ARKTIS I, 1983“
von E. Augstein, G. Hempel und J. Thiede 29,—
- Heft Nr. 18/1984** – „Die Expedition ANTARKTIS II mit FS ‚Polarstern‘ 1983/84“,
Bericht von den Fahrtabschnitten 1, 2 und 3, herausgegeben von D. Fütterer 25,—
- Heft Nr. 19/1984** – „Die Expedition ANTARKTIS II, mit FS ‚Polarstern‘ 1983/84“,
Bericht vom Fahrtabschnitt 4, Punta Arenas–Kapstadt (ANT-II/4), herausgegeben von H. Kohnen 41,—
- Heft Nr. 20/1984** – „Die Expedition ARKTIS II des FS ‚Polarstern‘ 1984, mit Beiträgen des FS ‚Valdivia‘
und des Forschungsflugzeuges ‚Falcon 20‘ zum Marginal Ice Zone Experiment 1984 (MIZEX)“
von E. Augstein, G. Hempel, J. Schwarz, J. Thiede und W. Weigel 42,—