

**Zeitliche und räumliche Verteilung, Habitats-
präferenzen und Populationsdynamik benthischer
Copepoda Harpacticoida in der Potter Cove
(King George Island, Antarktis)**

**Temporal and spatial distribution, habitat preferences
and population dynamics of harpacticoid Copepods
in the Potter Cove (King George Island, Antarctica)**

Gritta Veit-Köhler

**Ber. Polarforsch. Meeresforsch. 383 (2001)
ISSN 0176 - 5027**

Gritta Veit-Köhler

AG Zoosystematik und Morphologie

Fachbereich 7

Carl von Ossietzky-Universität Oldenburg

D - 26111 Oldenburg

Die vorliegende Arbeit ist die im wesentlichen unveränderte Fassung einer Dissertation, die im März 2000 vom Fachbereich Biologie, Geo- und Umweltwissenschaften der Carl von Ossietzky-Universität Oldenburg angenommen wurde.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	V
Summary.....	VII
1. Einleitung	1
2. Untersuchungsgebiet	4
2.1 Geographische Lage	4
2.2 Topographie	4
2.3 Hydrographie	7
2.4 Ökologische Aspekte	8
2.4.1 Pelagische und benthische Primärproduktion	8
2.4.2 Makrobenthos	10
2.4.3 Meio- und Nanobenthos	11
3. Material und Methoden	12
3.1 Transekte und Zeitreihen	12
3.2 Probennahme und Probenbehandlung	13
3.3 Abiotische Sedimentparameter	15
3.3.1 Korngrößenanalyse und Sortierung	15
3.3.2 Wassergehalt und Porosität des Sediments	18
3.4 Biotische Sedimentparameter	19
3.4.1 TOM - aschefreies Trockengewicht	19
3.4.2 Kohlenstoff und Stickstoff	20
3.4.3 Chloroplastenpigmente	21
3.5 Meiofauna	24
3.5.1 Extraktion und Bearbeitung	24
3.5.2 Berechnung der Biovolumina	25
3.5.3 Eisackgröße und Eizahlen	27
3.6 Statistische Auswertungen	28
3.6.1 Spearmansche Rangkorrelation	28
3.6.2 Multiple lineare Regression	29

3.6.3 Verwandte Hardware und Software	30
4. Ergebnisse	31
4.1 Abiotische Sedimentparameter	31
4.1.1 Korngrößenanalyse	31
4.1.2 Wassergehalt und Porosität des Sediments	36
4.2 Biotische Sedimentparameter	39
4.2.1 TOM - aschefreies Trockengewicht	39
4.2.2 Organischer Kohlenstoff und Stickstoff	41
4.2.3 Chloroplastenpigmente	43
4.3 Abundanzen	50
4.3.1 Harpacticoida	50
4.3.2 <i>Pseudotachidius jubanyensis</i> Veit-Köhler & Willen, 1999	53
4.3.3 <i>Scottopsyllus (Scottopsyllus) praecipuus</i> Veit-Köhler, 2000.....	54
4.3.4 Peracarida	55
4.4 Biovolumen und Biotypen	58
4.4.1 Harpacticoida	58
4.4.1.1 Biovolumen	58
4.4.1.2 Biotypen	63
4.4.2 <i>Pseuotachidius jubanyensis</i>	65
4.4.3 <i>Scottopsyllus (S.) praecipuus</i>	67
4.5 Statistische Auswertung	69
4.6 Fortpflanzung	71
4.6.1 <i>Pseudotachidius jubanyensis</i>	71
4.6.1.1 Reproduktionsaufwand	76
4.6.2 <i>Scottopsyllus (S.) praecipuus</i>	77
4.6.2.1 Reproduktionsaufwand	81
4.6.3 Reproduktionsaufwand anderer Harpacticoida	82
4.7 Modellierung der Entwicklungs- und Generationszeiten	84

4.7.1 Datensammlung	84
4.7.2 Modellierung der Embryonalentwicklungszeit	91
4.7.3 Modellierung der Generationsdauer	95
4.7.4 Embryonalentwicklungszeit und Generationsdauer von <i>Pseudotachidius jubanyensis</i> und <i>Scottopsyllus (S.) praecipuus</i>	98
4.7.5 Embryonalentwicklungszeit und Generationsdauer anderer Harpacticoida in der Potter Cove	100
4.7.6 Vergleich von <i>Pseudotachidius jubanyensis</i> und <i>Scottopsyllus (S.) praecipuus</i> mit den kleineren Harpacticoida.....	103
5. Diskussion	107
5.1 Methodenkritik	107
5.1.1 Probennahme	107
5.1.2 Probenumfang	107
5.1.3 Probenbearbeitung	108
5.2 Sedimentgegebenheiten und ihre Auswirkung auf Besiedlungsdichten der Harpacticoida	108
5.2.1 Korngröße und Wassertiefe	108
5.2.2 TOM, Kohlenstoff, Stickstoff und C/N Verhältnis	109
5.2.3 Nahrungsansprüche	113
5.2.4 Besiedlungsdichten im Vergleich	114
5.3 Habitatwahl und Biovolumen	115
5.3.1 Harpacticoida	115
5.3.2 Peracarida	116
5.3.3 <i>Pseudotachidius jubanyensis</i>	116
5.3.4 <i>Scottopsyllus (S.) praecipuus</i>	119
5.4 Fortpflanzungsstrategien und Lebenszyklen	125
5.4.1 Adaptationen von Copepoden in Polargebieten	126
5.4.1.1 <i>Pseudotachidius jubanyensis</i>	127
5.4.1.2 <i>Scottopsyllus (S.) praecipuus</i>	130

5.4.2 Reproduktionszeitpunkt und Reproduktionsaufwand.....	131
5.4.2.1 Saisonale oder ganzjährige Fortpflanzung? ..	131
5.4.2.2 Investition in die Nachkommenschaft	133
5.4.2.3 Temperatureffekt und Eigröße	134
5.4.2.4 Strategien von <i>Pseudotachidius jubanyensis</i> und <i>Scottopsyllus (S.) praecipuus</i>	136
5.5 Modellierung von Embryonalentwicklungsdauer und Generationszeiten	138
5.5.1 Datensammlung	139
5.5.2 Embryonalentwicklungs- und Generationszeit- Modell für Copepoden	140
6. Literaturverzeichnis.....	144
7. Anhang.....	157
<i>Danksagung</i>	162

Zusammenfassung

Auf den Sand- und Weichböden der Potter Cove (King George Island, Südshetland Inseln) sollten erstmals die ökologischen Aspekte der Habitatwahl und die zeitlichen Entwicklungen von Populationen benthischer Copepoda Harpacticoida untersucht werden. Besonderes Augenmerk wurde dabei auf die beiden neu entdeckten Arten *Pseudotachidius jubanyensis* Veit-Köhler und Willen, 1999 und *Scottopsyllus (Scottopsyllus) praecipuus* Veit-Köhler, 2000 gelegt. Die Verbindung taxonomischer und ökologischer Herangehensweisen war deshalb ein weiteres Anliegen dieser Arbeit.

Das Probenmaterial wurde bei zwei Aufenthalten im Dallmann-Labor auf der argentinischen Station Jubany auf King George Island, Süd-Shetland Inseln 1994/95 und 1995/96 gesammelt. An Transekten auf den Sand- und Weichböden der zentralen Potter Cove und des Buchteingangs, sowie an einer Dauerstation in 20 m Tiefe wurden Abundanzen, Biomasse und Verteilung von Biotypen der benthischen Harpacticoida bestimmt. Dabei wurden Korrelationen zwischen der Menge und der Qualität des organischen Materials im Sediment und den Besiedlungsdichten und Biovolumina der Harpacticoida festgestellt. Makroalgendetritus bildet den Hauptbestandteil des im Sediment gefundenen organischen Materials. Es existiert eine Korrelation zwischen der Verteilung der Harpacticoida und der Konzentration an Chloroplastenpigmenten und deren Abbauprodukten. Physikalische Störungen haben einen negativen Einfluß auf die Individuenzahlen und die Biomasse, deshalb nehmen in beruhigteren Zonen in größerer Wassertiefe auch die Abundanzen zu.

Je nach Sedimentbeschaffenheit und Mächtigkeit der Detritusauflage sind entlang der beiden Transekte verschiedene Biotypen von Harpacticoida dominierend. So gibt es auf den fluiden Weichböden der tieferen Zonen viele Tiere mit grabender Lebensweise, epibenthische Tiere überwiegen auf den stark verfestigten sandigeren Böden und an Stellen mit großen Mengen von pflanzlichem Detritus kommen sogar phytale Arten vor. Nur auf den

Weichböden der beruhigten tieferen Bereiche der Potter Cove kommen die größten Harpacticoida der Zone, *Pseudotachidius jubanyensis* und *Scottopsyllus (S.) praecipuus*, vor.

Wie viele polare Invertebraten zeigen auch die benthischen Harpacticoida der Potter Cove eine Tendenz zur Verringerung der produzierten Eianzahl im Gegenzug zu einer verstärkten Investition in das einzelne Ei. Besonders extrem ausgeprägt ist diese K-Strategie bei den beiden neuen Arten. Die Möglichkeiten die Freilanddaten zur Dynamik ihrer Stadienverteilungen während eines antarktischen Sommers zu interpretieren waren durch die extrem lange Entwicklungszeit der Tiere und ihre relativ geringen Abundanzen begrenzt. Es wurde deshalb zusätzlich ein allgemein gültiges mathematisches Modell zur Vorhersage von Embryonalentwicklungszeit und Generationsdauer von Copepoden mit Hilfe einer multiplen linearen Regression auf der Grundlage einer umfangreichen Literatursammlung entwickelt.

Aufgrund der Modellberechnungen und der Feldergebnisse wird davon ausgegangen, daß *Pseudotachidius jubanyensis* und *Scottopsyllus (S.) praecipuus* einen einjährigen Lebenszyklus haben, während bei den meisten Vertretern der kleineren Arten mit deutlich kürzeren Generationszeiten zu rechnen ist.

Damit wurden erstmals in der Antarktis Entwicklungen von Freilandpopulationen einzelner Arten der Harpacticoida verfolgt und somit eine Aussage über ihre Dynamik möglich.

Summary

Ecological aspects of habitat selection and temporal population development of harpacticoid copepods from sandy and muddy sediments in Potter Cove (King George Island, South Shetland Islands) have been investigated for the first time. Two species new to science, *Pseudotachidius jubanyensis* Veit-Köhler and Willen, 1999 and *Scottopsyllus (Scottopsyllus) praecipuus* Veit-Köhler, 2000, have been studied in detail. Therefore, a further aim of this work was to combine taxonomical and ecological approaches.

Samples were collected in the course of two stays at the German Dallmann-Laboratory connected to the Argentinian Jubany Station, King George Island in 1994/95 and 1995/96. Abundances, biomass and distribution of biotypes of benthic harpacticoids were determined along transects at the sandy and muddy sediments of the central Potter Cove and the cove entrance and in a time series at 20 m depth. Correlations between mass and quality of organic material in the sediment and the abundance and biovolume of harpacticoids were detected. The main component of the organic material found in the sediment is macroalgal detritus. There exists a correlation between the concentration of chloroplastic pigments and their decomposition products and the distribution of harpacticoids. Physical disturbances negatively influence the individual density and biomass. Therefore abundances increase with depth.

Different biotypes of harpacticoids can be found along the two transects due to sediment composition and thickness of detritus cover. Animals with burrowing lifestyle dominate on the fluid muds of the deeper zones, while epibenthic species are the majority on sandy consolidated sediments. Even phytal species are common at sites with large quantities of algal detritus. The largest harpacticoids of the zone, *Pseudotachidius jubanyensis* and *Scottopsyllus (S.) praecipuus* are only found at the calm deeper sites of Potter Cove.

As in many other polar invertebrates there is a tendency in the benthic harpacticoids of Potter Cove towards a reduction of the number of eggs produced in combination with higher input in the individual offspring. This K-strategy is extremely pronounced in the two new species. Interpreting the field data of their developmental stage distributions during the antarctic summer was difficult due to their long development time and the relatively low abundances. Therefore a highly significant multiple model for the estimation of embryonal development time and generation time of copepods has been developed making use of a multiple linear regression on the base of a large-scale collection of data extracted from publications.

Based on the model calculations and the field data from the Antarctic *Pseudotachidius jubanyensis* and *Scottopsyllus (S.) praecipuus* seem to have a one-year life-cycle, while much shorter generation times are expected for most of the representatives of the smaller species.

In the present study field populations of selected species of harpacticoids in the Antarctic have been monitored for the first time which allowed for statements about their dynamics.

1. Einleitung

Ökologische Untersuchungen der Meiofauna in der Antarktis sind sehr selten. Das liegt neben der Unzugänglichkeit des Gebietes und den damit verbundenen Schwierigkeiten bei der Realisierung langfristiger Projekte hauptsächlich an der Tatsache, daß der weitaus größte Teil der gefundenen Arten der Wissenschaft noch unbekannt ist. Deshalb haben sich ökologische Untersuchungen an Meiofaunaorganismen in der Antarktis vor allem auf den Vergleich zwischen den Abundanz von Meiofauna Großtaxa wie Nematoden, Copepoden, Kinorhynchen, Ostracoden und Anneliden und ihren Korrelationen mit Umweltparametern beschränkt (Herman und Dahms 1992, Vanhove *et al.* 1995). Die umfangreichsten Meiofaunastudien im Südozean wurden im Intertidal und Sublitoral der Kerguelen zum Beispiel von Soyer und de Bovée (1977) und Bouvy und Soyer (1989) durchgeführt. Jedoch sind auch hier keine autökologischen Fragestellungen in Bezug auf einzelne Arten verfolgt worden. Betrachtet man die Copepoden als ganzes, ergibt sich aufgrund der verschiedenen Lebensweisen der Vertreter ihrer Ordnungen ein differenzierteres Bild: Neben den häufigen Untersuchungen der bekannteren pelagisch und kryopelagisch lebenden Calanoida und Cyclopoida (Kurbjewit *et al.* 1993, Tanimura *et al.* 1996, Atkinson *et al.* 1997) wurde von den Harpacticoida bisher nur eine der beschriebenen Arten, die in ihrem Lebenszyklus ans Meereis gebunden ist, autökologisch untersucht (Bergmans *et al.* 1991). Ein Vergleich zwischen den Anzahlen der bekannten Arten von Harpacticoida in Arktis und Antarktis zeigt die Ursache dieser deutlichen Diskrepanz: Für die Nordpolarregion wurden knapp viermal mehr Arten beschrieben als für die Antarktis (Wells 1986).

Der extreme Lebensraum kann bei Evertebraten zu einer Vielzahl von interessanten Anpassungen wie verlangsamtem Wachstum oder Diapause, niedriger Reproduktionsrate und verlängerten Lebenszyklen führen (Thorson 1950, Steele und Steele 1975, Picken 1980, Clarke 1982, Wägele 1987). Benthisch lebende Harpacticoida wurden in der Antarktis noch nicht autökologisch untersucht. So bleibt die umfassende taxonomische

Bearbeitung der Harpacticoida der Region als Voraussetzung für derartige Untersuchungen noch zu leisten. Erst dann kann mit synökologischen Fragestellungen an die Entschlüsselung der Interaktionen verschiedener Arten in einem Biotop herangegangen werden. Zusätzlich sind Anpassungen in Form von Überlebens- und Fortpflanzungsstrategien meist nur durch kontinuierliche und langfristige Forschungsarbeiten auf antarktischen Stationen und nicht durch einmalige Probennahmen von Forschungsschiffen aus ergründbar. Aber solche Zeitreihenuntersuchungen zur Entwicklung der Populationen einzelner Arten im Benthos der Antarktis fehlen bisher noch völlig.

In der vorliegenden Arbeit sind neben Fragestellungen, die die Harpacticoidenfauna der Weichböden der Potter Cove (King George Island, Südshetland Inseln) im allgemeinen betreffen, auch erstmals die zeitlichen Entwicklungen von Populationen zweier neuer und bereits im Vorfeld beschriebener Arten (Veit-Köhler und Willen 1999, Veit-Köhler, 2000) durchgeführt worden. Es wurde auf diese Symbiose von taxonomischer und ökologischer Arbeit Wert gelegt, um einen möglichen Weg aufzuzeigen, wie beide Disziplinen gemeinsam die Vielfalt der Lebensäußerungen antarktischer Harpacticoida erarbeiten sollten.

Im Vordergrund dieser Arbeit stehen somit folgende Fragen:

1. Welche Parameter sind ausschlaggebend für die Besiedlungsdichte und das Gesamtbiovolumen der Harpacticoida auf den Weichböden der Potter Cove?
2. Haben kurzfristige Nahrungspulse aus pelagischer und benthischer Primärproduktion Auswirkungen auf die Besiedlungsdichte?
3. Haben verschiedene Lebensformtypen unter diesen Bedingungen unterschiedliche Substratpräferenzen und welchen Lebensraum bevorzugen die beiden neuen Arten *Pseudotachidius jubanyensis* und *Scottopsyllus (S.) praecipuus* ?
4. Welche Fortpflanzungsstrategien sind bei den benthischen Harpacticoida zu beobachten und was unterscheidet *Pseudotachidius jubanyensis* und *Scottopsyllus (S.) praecipuus* von ihnen?

5. Läßt sich ein für eiertragende Copepoden allgemeingültiges mathematisches Modell zur Vorhersage von Entwicklungs- und Generationszeiten formulieren?

Die Arbeit wurde im Rahmen des argentinisch-deutschen RASCALS-Programms (Research on Antarctic Shallow Coastal and Litoral Systems) durchgeführt. Eine Synopsis der Forschungsarbeiten im Dallmann-Labor und der Station Jubany wird von Wiencke *et al.* (1998) vorgestellt.

2. Untersuchungsgebiet

2.1 Geographische Lage

King George Island ist die größte der Südshetland Inseln. Diese Inselkette verläuft nördlich parallel zur Küste der antarktischen Halbinsel in einer südwest-nordöstlich verlaufenden Linie. Die dazwischen liegende Bransfield Straße hat eine maximale Breite von 120 km und eine durchschnittliche Tiefe von 500 bis 2000 m. Im Nordwesten ist King George Island durch die ca. 1000 km breite Drake Passage vom südamerikanischen Kontinent getrennt (NATMAP Antarctica NM 79/008.2, Canberra).

Nach Südosten zur Bransfield Straße ist die Küste von King George Island durch die zwei größeren Fjordsysteme Maxwell Bay und Admiralty Bay gegliedert. Die Maxwell Bay ist zusätzlich durch die sehr enge und flache Fildes Straße mit der Drake Passage verbunden. Die Potter Cove ist eine der beiden nordöstlich gelegenen Seitenbuchten der Maxwell Bay (Abb. 2.1). Die argentinische Forschungsstation Jubany mit dem argentinisch-deutschen Dallmann-Labor liegt am Südufer der Potter Cove bei $62^{\circ}14'12''\text{S}$ $58^{\circ}39'48''\text{W}$.

2.2 Topographie

King George Island besteht fast ganz aus Magmatiten verschiedener vulkanischer Perioden des Tertiär und Quartär, die einem präkambrischen Grundgebirgskomplex aufliegen. Eine frühtertiäre andine Intrusionsserie entspricht petrographisch den Vorkommen auf der Antarktischen Halbinsel. Die Insel ist zu 95 % von einer Inlandeiskappe bedeckt, die auf weiten Strecken spaltenreich zum Meer hin abbricht (Barsch *et al.* 1985).

Die innere Stirnseite der Potter Cove und das Nordufer werden vom Gletscher dominiert, dessen Eisskliffs regelmäßig bei Sturm und warmem Wetter in die Bucht kalben. Das flache Südufer der Bucht ist im Sommer eisfrei und mit Kies und grobem Sand vulkanischen Ursprungs bedeckt. Die Bucht selbst kann in

die 3,5 km² große äußere Bucht und die innere Bucht mit einer Fläche von knapp 2 km² unterteilt werden. Der Untergrund der äußeren Bucht, die eine maximale Tiefe von 90 m aufweist, besteht im Norden aus Geröllen und im Süden aus Festgestein mit einem ausgedehnten Gezeitenbereich (Kühne 1997).

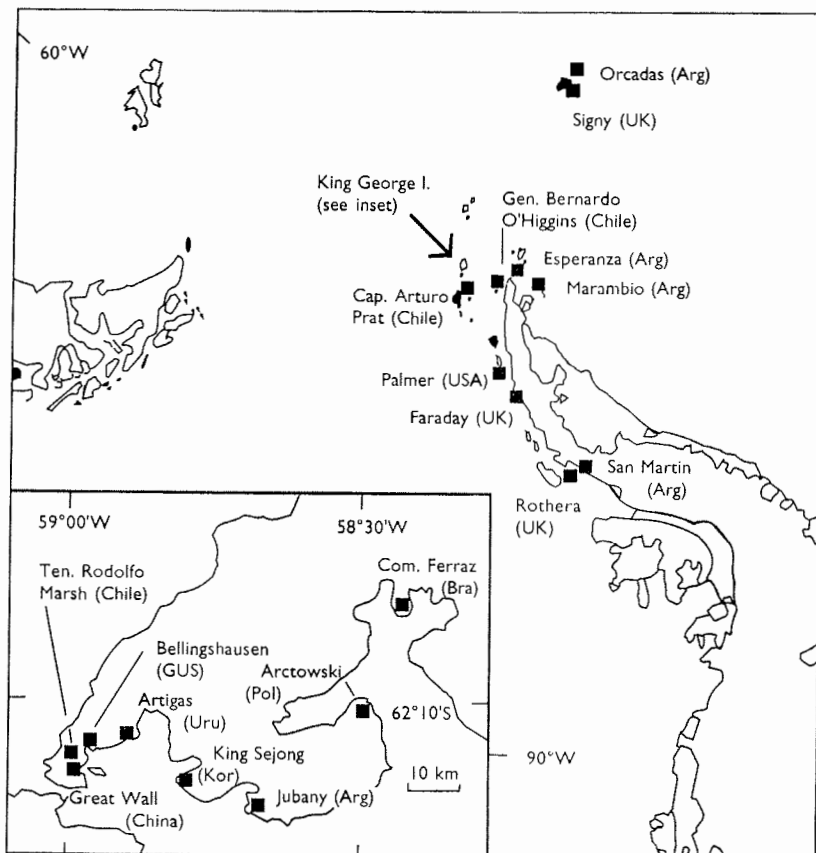


Abb. 2.1: Lage von King George Island und der argentinischen Station Jubany (AWI 1992)

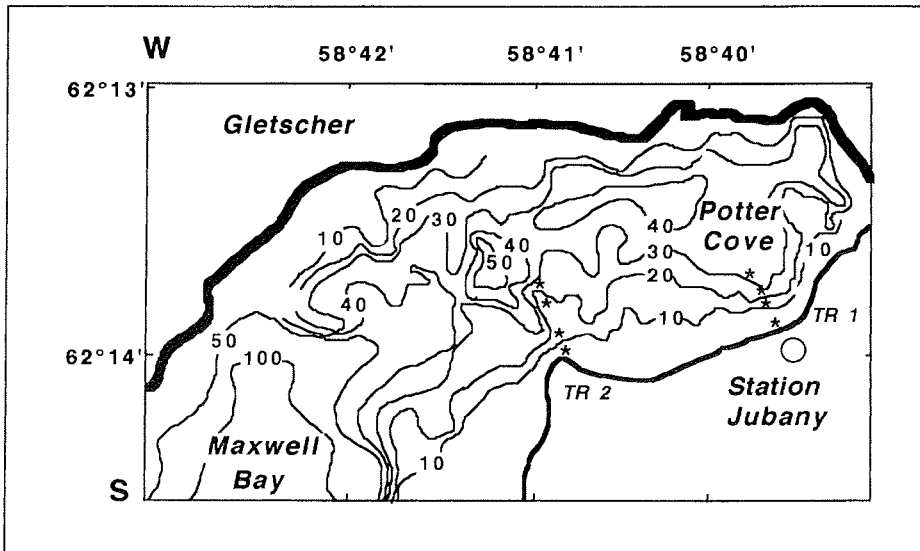


Abb. 2.2: Tiefenlinien in der Potter Cove und der angrenzenden Maxwell Bay sowie Lage der Station Jubany und der Transekte 1 (Buchtinneres) und 2 (Buchteingang) (aus Kühne (1997) verändert nach Barsch *et al.* 1985)

In der inneren Bucht beträgt die größte Wassertiefe etwa 45 m. Hier herrschen Weichböden vor (Iken 1996), zu deren Bildung Gletschersedimente aus drei kleineren Schmelzwasserbächen, die im Süden der Bucht münden (Klöser *et al.* 1994), und die Sedimentfracht des einströmenden Wassers aus der Maxwell Bay beitragen (Hong *et al.* 1991). Kühne (1997) unterteilt die Bucht in fünf Tiefenstufen zwischen 0 und 50 m Wassertiefe. Der auch in dieser Arbeit bearbeitete Tiefenbereich zwischen 0 und 30 m Tiefe umfaßt 62,5 % der Potter Cove, von dem lediglich ein Drittel auf die steil abfallende Nordseite der Bucht entfällt. Die restlichen Zweidrittel repräsentieren die Weichböden an der seichten Südküste.

Die innere Bucht wird von der äußeren durch eine bis in eine Tiefe von 30 m aufragende Schwelle getrennt. Diese bildet eine natürliche Barriere für größere Eisberge, die nicht bis ins Innere der Bucht vordringen können. So können kleinere Eisberge nur bis in eine Tiefe von ungefähr 20 m erhebliche Schädigungen des Benthos in der inneren Bucht verursachen.

2.3 Hydrographie

Entlang der Südshetland Inseln strömt im nördlichen Bereich der Bransfield Straße relativ warmes salzarmes Oberflächenwasser aus der Bellingshausensee nach Norden in die Scotiasee (Chang *et al.* 1990). Nachdem dieses Wasser an Nelson Island entlang in die Maxwell Bay fließt, passiert es zuerst die Buchten Edgell Bay, Collins Harbour und Marian Cove bevor es, bereits mit glazialen Sedimenten belastet, auf der nördlichen Seite in die Potter Cove einströmt (Hong *et al.* 1991).

Die Oberflächenströmungen der Potter Cove sind winddominiert. Die normalerweise vorherrschenden Westwinde verstärken den Einstrom und verhindern den Ausstrom von Oberflächenwasser. Im Südsommer kommt es daher ab Dezember/Januar zu einem Stau des Gletscherschmelzwassers im Inneren der Bucht und zur Ausbildung einer großflächigen, sedimentbelasteten und salzarmen Oberflächenschicht von bis zu drei Metern Dicke durch die kein Tageslicht mehr auf den Meeresboden dringt. Das salzreichere Oberflächenwasser sinkt am Kopfende der Bucht ab und verläßt die Bucht am Grund entlang des Südufers. Durch die häufig auftretenden Ostwinde wird diese Dynamik unterbrochen: Ein verstärkter Ausstrom von Oberflächenwasser zieht den Einstrom von Tiefenwasser auch entlang der Südküste nach sich (Klöser und Arntz 1994).

Weitere hydrographische Parameter in kleinskaliger zeitlicher und räumlicher Aufteilung werden von Schloss *et al.* (1998b) angegeben. In einer Einjahresstudie von Oktober 1995 bis Oktober 1996 wurden für die Frühjahrsmonate von November bis Dezember niedrige Wassertemperaturen (0,2 bis -1°C) und niedrige Salinitäten (33,2 - 33,6 ‰), für den Sommer wärmeres Wasser (bis maximal 2 °C im März) mit höheren Salinitäten (maximal 34 ‰) und für die Wintermonate niedrige Temperaturen bei hohen Salinitäten gemessen. Sehr hohe mittlere Windgeschwindigkeiten zwischen Oktober 1995 und März 1996 von 9 ms^{-1} mit Spitzenwerten bis zu 30 ms^{-1} führen in Kombination mit den Tiden zu einer hohen turbulenten kinetischen Energie in der Wassersäule. Durch die daraus resultierende vertikale Durchmischung kann sich keine stabile Stratifikation aufbauen, was zu fast

homogenen Verteilungen von Temperaturen und Salinitäten von 0 bis 30 m Wassertiefe führt.

2.4 Ökologische Aspekte

2.4.1 Pelagische und benthische Primärproduktion

Die physikalischen Gegebenheiten in der Potter Cove sind verantwortlich für die über Jahre hinweg beobachteten niedrigen Primärproduktionsraten des Phytoplanktons. Obwohl Nitrat, Phosphat und Silikat in ausreichender Menge im Wasser vorhanden sind, führen auch im antarktischen Sommer die vorherrschenden Konstellationen von PAR (Photosynthetically Active Radiation) und windbedingter Durchmischungstiefe in der Wassersäule nur zu einer stark eingeschränkten Phytoplanktonakkumulation. Im Frühjahr (Oktober 1995) ist die geschlossene Eisdecke mit Schneeauflage zunächst für eine Einschränkung der Lichtintensität verantwortlich, später (Dezember bis März 1995/96) verdunkelt der hohe Sedimenteintrag durch Schmelzwasser von Schnee und Gletschereis die Bucht. Die gemessenen Chlorophyll a Konzentrationen sind im Durchschnitt während der Wachstumsperiode mit 1 mgL^{-1} (max. 4 mgL^{-1}) sehr gering (Schloss *et al.* 1998b). Über die Wassertiefe bzw. die Tiefe der euphotischen Zone integrierte Chlorophyll a Konzentrationen in der Potter Cove ergeben Werte von $7,07 - 62,5 \text{ mgm}^{-2}$, was um mehr als die Hälfte niedriger als vergleichbare Werte aus anderen Buchten von King George Island und benachbarten Inseln ist (Schloss *et al.* 1998a).

Als Alternativen zur pelagischen Primärproduktion und somit eher als Nahrungsquelle für die große Masse benthischer Filtrierer in Frage kommend, werden Bakterien, Makroalgendetritus und resuspendiertes Mikrophyto-benthos diskutiert.

Litorale Grünalgen (*Enteromorpha bulbosa*, *Acrosiphonia arcta*) und Rotalgen des oberen Sublitorals (*Iridea cordata*) nutzen hohe Irradiationen und erreichen ihre Produktionspeaks im späten Frühjahr von November bis

Dezember. Im Gegensatz dazu antizipieren die meisten Braun- (*Ascoseira mirabilis*, *Desmarestia menziesii*) und Rotalgen des tieferen Sublitorals ihre Hauptwachstumszeit tageslängenabhängig schon im Spätwinter (Wiencke 1990). Während der Wachstumsphasen werden erhebliche Abbauprodukte der Reservestoffe wie der Florideenstärke bei den Rhodophyta oder des Laminarins und des Mannitols bei den Phaeophyceae beobachtet (Gómez *et al.* 1998). Besonders im Winter und Frühjahr sind Packeis und Eisberge für starke Abrasionen an den exponierten Hartsubstraten der nördlichen Potter Cove verantwortlich und tragen erheblich zur Bildung des überall auf den Sand- und Weichböden der Bucht zu findenden Makroalgendetritus bei.

Antarktische benthische Diatomeen sind eine wichtige Nahrungsquelle für benthische als auch für pelagische Primärkonsumenten. Die Bereiche ungestörter Weichböden und auch die exponierteren Sandböden des Schwellenbereiches zwischen innerer und äußerer Bucht werden, solange es die Lichtverhältnisse vor der Beschattung durch den Sedimenteintrag zulassen, von dichten Matten benthischer Diatomeen besiedelt. Die Diatomeen-Gemeinschaften des Weichbodens der Potter Cove sind gut abgrenzbar zu denen anderer Habitats. Einige Eisalgen wie *Amphora barrei*, *Auricula compacta* oder *Nitzschia stellata* werden oft, wenn auch in geringen Mengen, auf den Weichböden angetroffen. In den tieferen Gebieten sind dichte Matten der dominanten Art *Gyrosigma subsalina* zu beobachten. Diese Matten werden regelmäßig durch Sedimentationsvorgänge überdeckt. Dann können Algen wie *Navicula directa*, *Cylindrotheca closterium* und *Pinnularia quadratarea* vorübergehend die Herrschaft übernehmen, bevor sich die *Gyrosigma*-Matten wieder neu aufbauen (Klöser 1998). Resuspensionsprozesse sind in turbulenten Habitats wie der Potter Cove keine Seltenheit und tragen in großem Maße dazu bei, daß benthische Diatomeen regelmäßig im Phytoplankton gefunden werden (Klöser *et al.* 1994).

2.4.2 Makrobenthos

Kühne (1997) unterteilt die Makrofauna der Weichböden den physikalischen Faktoren folgend in drei Zonen. In Zone 1 (obere 5 bis 10 m des Sublitorals) ist sessiles Leben durch die starke Exposition weitgehend unmöglich. Anbrandende Wellen, winterliches Packeis und Brucheis (sog. Growler) lassen nur die Besiedlung durch vagile Tiere wie Amphipoden, Isopoden und die Napfschnecke *Nacella concinna* zu. Zahlreiche Strandungen von Eisbergen und die entsprechende Schädigung des Sedimentes sind auch noch in Zone 2 (ab 10 m Tiefe) zu beobachten. Die vagile Fauna setzt sich hier hauptsächlich aus Isopoden der Familie Serolidae, den Echinodermen *Odontaster validus* und *Sterechinus neumayeri* sowie der Schnecke *Neobuccinum undatum* zusammen. Die Infauna wird von der großen Muschel *Laternula elliptica*, der häufigen Anthozoe *Edwardsia sp.* und Pennatularen dominiert. Schließlich zeichnet sich die relativ störungsfreie Zone 3 ab etwa einer Tiefe von 20 bis 25 m durch eine arten- und individuenreiche sessile Epifauna mit Ascidien, Schwämmen, Anthozoen und terebelliden Polychaeten aus (Klöser und Arntz 1994, Sahade *et al.* 1998). Aggregationen solitärer Ascidien mit den dominanten Arten *Molgula pedunculata*, *Ascidia challengerii* und *Corella eumyota* (Kühne 1997) können hier eine Höhe von 50 cm über dem Meeresboden erreichen, große Schwämme der Art *Mycale acerata* sogar bis zu 1 m Höhe (Klöser und Arntz 1994, Kowalke 1998).

Bei Untersuchungen zu Individuendichten der Makroinfauna der Weichböden der Potter Cove fanden Kowalke und Abele (1998) die für von Eisgang und starken Sedimentationsereignissen betroffene antarktische Gebiete typischen Abundanzen und Gemeinschaften. Hohe Individuendichten von 7.233 Ind./m² werden nur in 10 m Tiefe erreicht. Unterhalb von 20 m nimmt die Individuendichte besonders stark ab und in 50 m Tiefe werden nur noch 1.779 Ind./m² gezählt. Ein weiterer abnehmender Trend ist vom ersten Transekt am Buchteingang zum letzten direkt vor dem Gletscher am Kopfende der Bucht zu beobachten. Die Verringerung der Abundanzen und die Veränderung der Faunenzusammensetzung sind auf die zunehmende Sedimentbelastung des Wassers zum Gletscher hin zurückzuführen.

2.4.3 Meio- und Nanobenthos

Die Untersuchungen des Meio- und Nanobenthos der Potter Cove stehen erst an ihrem Anfang. Von der Meiofauna (42 - 1000 μm (Higgins und Thiel 1988)) werden bislang nur einige Großtaxa bearbeitet. Mayer und Spindler (1998) gehen nach ersten Ergebnissen davon aus, daß benthische Foraminiferen in der Potter Cove weit verbreitet sind und eine wichtige ökologische Rolle spielen. Einige Ergebnisse der hier vorliegenden Studie zur räumlichen Verteilung der Harpacticoida und der kleinen Peracarida auf den Weich- und Sandböden der Potter Cove wurden ebenso bereits vorgestellt (Veit-Köhler 1998). Im Größenbereich des Nanobenthos (2 - 42 μm (Higgins und Thiel 1988)) werden Abundanzen und Biovolumina verschiedenster Komponenten des mikrobiellen Nahrungsnetzes der Potter Cove untersucht. Neben Bakterien, Algen und Ciliaten scheinen heterotrophe Flagellaten eine wichtige Rolle in der Sekundärproduktion des Systems zu spielen (Dietrich und Arndt 1998).

3. Material und Methoden

3.1 Transekte und Zeitreihen

Sedimentproben zur Untersuchung der Meiofauna sowie biotischer und abiotischer Sedimentparameter wurden an einer Dauerstation im Zentrum der Bucht auf Weichboden in 20 m Tiefe im Zeitraum vom 06.11.95 bis zum 09.02.96 genommen. Ebenso wurden zwei Transekte mit Stationen in 5 m, 10 m, 20 m, und 30 m Tiefe zwischen dem 01.02.96 und 09.02.96 beprobt. Transekt 1 liegt im Zentrum der Bucht im rechten Winkel vom Strand an der Casa Bomba aus gefahren (Abb. 2.2). Dort herrschen in der geschützten Umgebung Weichböden vor. Die tieferen Probestationen dieses Transektes weisen keine starken Strömungen auf und werden nicht so oft durch Eisberge gestört wie die Stationen von Transekt 2. Dieses liegt auf dem Rücken, der den inneren Teil der Bucht vom äußeren trennt (im rechten Winkel vom Strand an der Punta Elefante aus gefahren, Abb. 2.2). Hier befindet sich eine stark exponierte Zone mit Sandböden in den oberen Stationen. Starke bodennahe Strömungen sind bei Transekt 2 ständig vorhanden. Ob die Hauptströmung buchteinwärts oder buchtauswärts gerichtet ist, hängt von der Oberflächenströmung ab, die den dominierenden Winden entsprechend variiert (Klöser und Arntz 1994).

Tab. 3.1: Termine der Probennahmen im Südsommer 1995/96 (jeweils sechs Parallelen)

Dauerstation (Buchtinneres, 20 m Tiefe)

1995:	06.11.	16.11.	01.12.	06.12.	16.12.	24.12.
1996:	05.01.	13.01.	01.02.			

Transekt 1 (Buchtinneres, 5, 10, 20 und 30 m Tiefe)

1996:	01.02. - 06.02.
-------	-----------------

Transekt 2 (Buchteingang, 5, 10, 20 und 30 m Tiefe)

1996: 07.02. - 09.02.

Zusätzlich existieren aus dem Südsommer 1994/95 zwei Zeitreihen, die allerdings nicht in vollem Umfang den hier besprochenen Untersuchungen unterworfen wurden. Sie werden daher zu Vergleichszwecken vor allem zur Ergänzung der Ergebnisse der Fortpflanzungsstrategien herangezogen.

Tab. 3.2: Termine der Probennahmen im Südsommer 1994/95 (jeweils sechs Parallelen)

Dauerstation (Buchtinneres, 30 m Tiefe)

1994: 13.11. 06.12.

1995: 06.01.

Dauerstation (Buchteingang, 20 m Tiefe)

1994: 23.11. 04.12. 12.12.

1995: 07.01. 14.01. 08.02.

3.2 Probennahme und Probenbehandlung

Zur Beschaffung der Sedimentproben waren Taucheinsätze unter dem Eis, vom Rand des Eises oder vom Schlauchboot aus nötig. Dazu wurden in einem Sammelnetz sechs Stechzylinder mit einer Fläche von jeweils 80 cm² und einer Höhe von 12 cm mit in die entsprechende Tiefe genommen. Dort wurden sie voneinander unabhängig plaziert, etwa bis zur Hälfte ins

Sediment gedrückt, oben und unten mit einem Plastikdeckel verschlossen und so ungestört wie möglich an die Oberfläche gebracht.

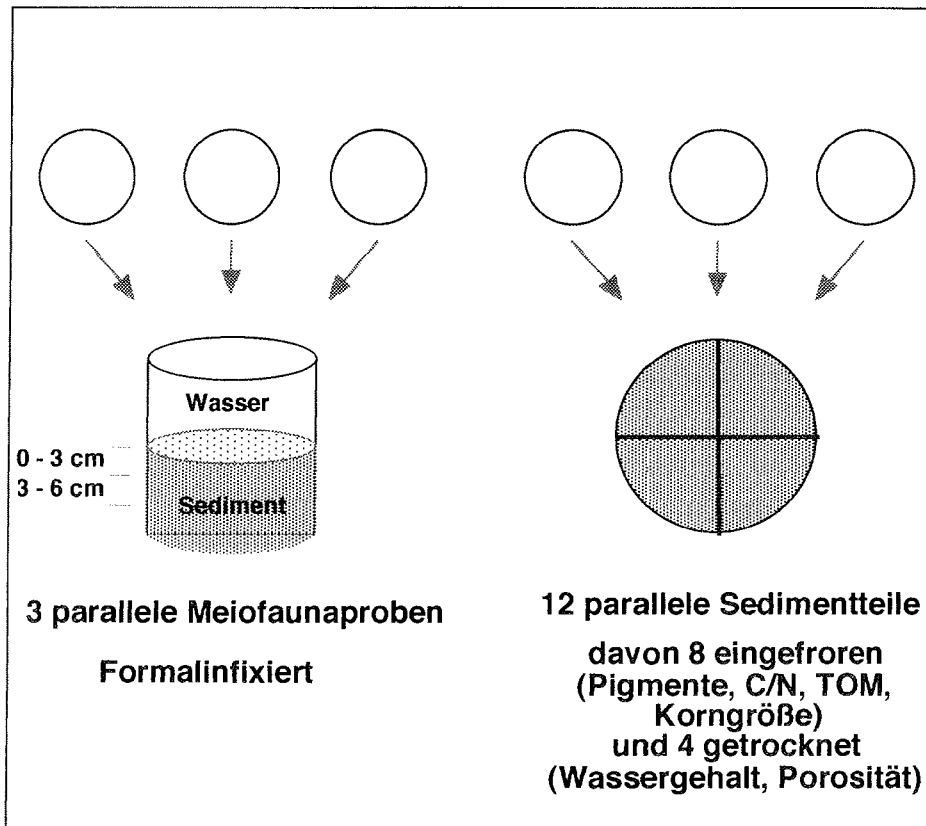


Abb. 3.1: Schema der Aufteilung der sechs Parallelen in Proben für die Meiofauna und für die sedimentologischen Untersuchungen (nach Trennung mit kreuzförmigem Plastikeinsatz)

Zur Bearbeitung der Meiofauna wurde bei jeweils drei Sedimentkernen das Oberflächenwasser abgesaugt und durch ein Gazesieb ($64 \mu\text{m}$) filtriert. Das Filtrat wurde mit der oberen Sedimentschicht (0 - 3 cm) vereint und mit Formalin fixiert. Die Sedimentschicht von 3 - 6 cm wurde ebenfalls fixiert. Die

Proben wurden zur weiteren Bearbeitung an die Universität Oldenburg verschifft.

Die restlichen drei Sedimentkerne wurden im Probennahmezylinder mit einem kreuzförmigen Plastikeinsatz in jeweils vier gleiche Teile getrennt und die Schicht der oberen 3 cm weiterbearbeitet. Von den so entstehenden 12 Sedimentteilen wurden vier bei 70 °C getrocknet und acht für verschiedene Analysen bei -20 °C eingefroren. Die gefrorenen Proben wurden teilweise im Dallmann-Labor (Chloroplastenpigmente) und in der Universität Oldenburg (Korngrößen, C/N, TOM) analysiert. Die Proben, die in lückenloser Kühlkette nach Oldenburg verbracht werden konnten, wurden dort mit Hilfe eines Lyophilisators (Lyovac GT2, Leybold-Heraeus) gefriergetrocknet und danach teilweise in einer Kugelmühle (Fritsche) homogenisiert.

3.3 Abiotische Sedimentparameter

3.3.1 Korngrößenanalyse und Sortierung

Die Struktur des Sediments spielt eine wichtige - wenn nicht die wichtigste - Rolle bei der Besiedlung des Benthos durch Organismen im Größenbereich der Meiofauna. Der Anteil und die Verteilung kleinerer Sedimentpartikel beeinflusst den Grad der Nutzbarkeit des Interstitiums durch Lebewesen verschiedener Größenklassen (Giere *et al.* 1988).

Um die Korngrößenverteilung zu bestimmen, wurde eine Kombination der gebräuchlichen Methoden zur Aufarbeitung des Sediments und zur Fraktionierung durch Sieben verwandt. Die Analysen wurden ausschließlich für die anorganischen Sedimentbestandteile durchgeführt, da Tonminerale durch organische Verbindungen, Kalk und Sesquioxide koaguliert werden und somit eine falsche Korngrößenverteilung vorgetäuscht wird.

Nach Buchanan (1984) wurden ca. 30 g des gefriergetrockneten Sediments mit 100 ml aqua dest. versetzt und auf einem Sandbad mit wiederholten Gaben (5 ml) von 30 %igem H₂O₂ zur Beseitigung organischer Bestandteile

solange erwärmt, bis kein Aufschäumen mehr zu beobachten war. Durch anschließendes Kochen wurde das überschüssige H_2O_2 entfernt. Nach dem Abkühlen wurden 25 ml 37 %ige HCl zugegeben und gerührt. Der klare Überstand wurde nach dem Absetzen abgesaugt und das Sediment zweimal mit aqua dest. ausgewaschen. Nach der vollständigen Trocknung bei 105 °C wurde das Sediment vorsichtig homogenisiert und genau 20 g in eine 250 ml PE-Flasche eingewogen, diese zur Hälfte mit aqua dest. aufgefüllt und mindestens 2 Stunden über Kopf zum Dispergieren der Probe geschüttelt.

Anschließend wurde die Probe über einen Siebturm mit den Maschenweiten 2000 μm , 630 μm , 200 μm , 63 μm , und 20 μm naß gesiebt. Es wurde solange mit aqua dest. gespült, bis keine sichtbare Trübe mehr durchlief. Die einzelnen Fraktionen wurden getrocknet und gewogen. Das Gewicht der Feinschluff- und Tonfraktion wurde durch Trocknen des aufgefangenen Spülwassers bestimmt.

Bei der Bewertung eines Sediments spielt auch seine Sortierung eine wichtige Rolle. Dieses Maß der Verteilung der Größenklassen um die mittlere Korngröße gibt Aufschluß über Homogenität oder Heterogenität des Sediments. Zur besseren Handhabbarkeit wurden die Maschenweiten der einzelnen Siebfraktionen nach folgender Formel in Phi-Werte umgerechnet (Giere *et al.* 1988):

$$\Phi = -\log_2 \text{Partikeldurchmesser [mm]} \quad [3.1]$$

Tab. 3.3: Maschenweiten der Siebfraktionen und zugehörige Phi (Φ)-Skala der Partikelgröße

Größenklasse	Siebfraktion	Φ - Wert
Kies	> 2000 μm	< -1
Grobsand	bis 630 μm	0,67
Mittelsand	bis 200 μm	2,32
Feinsand	bis 63 μm	4
Grobschluff	bis 20 μm	5,64
Schluff und Ton	< 20 μm	> 5,64

Der Median und die Quartile der Korngrößenverteilung der einzelnen Stationen wurden graphisch mit Hilfe einer kumulativen Darstellung der Trockengewichte pro Größenklasse ermittelt. Das graphische Mittel (Md: Mean diameter) sowie die einschließende graphische Standardabweichung (QDI: Inclusive graphic quartile deviation) und die einschließende graphische Asymmetrie (Skl: Inclusive graphic skewness) wurden nach folgenden Formeln berechnet (Folk 1974):

$$\text{Md} = \frac{(\Phi 16 + \Phi 50 + \Phi 84)}{3} \quad [3.2]$$

$$\text{QDI} = \frac{(\Phi 84 - \Phi 16)}{4} + \frac{(\Phi 95 - \Phi 5)}{6,6} \quad [3.3]$$

$$\text{Skl} = \frac{\Phi 16 + \Phi 84 - 2\Phi 50}{2(\Phi 84 - \Phi 16)} + \frac{\Phi 5 + \Phi 95 - 2\Phi 50}{2(\Phi 95 - \Phi 5)} \quad [3.4]$$

Der graphische Mittelwert allein beschreibt ein Sediment nicht ausreichend. Die hier verwandte einschließende graphische Standardabweichung (QDI) umfaßt 90 % der Verteilung und ist somit ein gutes Maß für die Sortierung. Die Sortierungsklassen nach dieser Methode sind folgende:

Tab. 3.4: Sortierungsklassen von Sedimenten mit Hilfe der einschließenden graphischen Standardabweichung QDI nach Folk (1974)

QDI	Sortierung
< 0,35	sehr gut
0,35 - 0,50	gut
0,50 - 0,71	mäßig gut
0,71 - 1,00	mäßig
1,00 - 2,00	schlecht
2,00 - 4,00	sehr schlecht
> 4,00	extrem schlecht

Die einschließende graphische Asymmetrie (Skl) beachtet die ungleichmäßige Verteilung der Korngrößen entlang der kumulativen Kurve. Eine positive Asymmetrie deutet auf eine Dominanz von Korngrößen hin, die größer als der mittlere Durchmesser (Md) sind. Bei einem Sediment mit negativer Skl überwiegen die feineren Bestandteile.

Tab. 3.5: Abweichungstendenzen vom Mittelwert Md innerhalb einer Korngrößenverteilung mit Hilfe der einschließenden graphischen Asymmetrie Skl nach Folk (1974)

Skl	Abweichung
+1,00 bis +0,30	stark "fein" verschoben
+0,30 bis +0,10	"fein" verschoben
+0,10 bis -0,10	symmetrisch
-0,10 bis -0,30	"grob" verschoben
-0,30 bis -1,00	stark "grob" verschoben

3.3.2 Wassergehalt und Porosität des Sediments

Wassergehalt und Porosität geben ebenfalls einen weiteren Einblick in die Beschaffenheit eines Sediments. In Kombination mit der Betrachtung der

Granulometrie werden die Möglichkeiten für die Ausnutzung des Lebensraumes durch Meiofaunaorganismen deutlicher.

Jeweils vier der in Abb. 3.1 nach der Probenteilung erhaltenen Sedimentteile aus drei verschiedenen Stechzylindern mit einem Volumen von 60 cm³ wurden naß gewogen und bei 70 °C mehrere Tage getrocknet. Nach dem Abkühlen wurde erneut gewogen und der Wassergehalt in Prozent aus dem Gewichtsverlust errechnet.

Die Porosität P (%) wurde nach Holme und McIntyre (1984) nach folgender Formel errechnet:

$$P = 100 \frac{FG - TG}{\frac{FG - TG}{1,025} + \frac{TG}{2,65}} \quad [3.5]$$

FG= Gewicht der feuchten Probe

TG= Gewicht der getrockneten Probe

1,025 g cm⁻³ = Dichte des Meerwassers

2,65 g cm⁻³ = Dichte des Sediments, Wert für Quartz

3.4 Biotische Sedimentparameter

3.4.1 TOM - aschefreies Trockengewicht

Das aschefreie Trockengewicht (TOM - total organic matter) gibt Auskunft über den Gesamtgehalt an toter und lebendiger organischer Substanz im Sediment.

Zur Bestimmung des gesamten organischen Gehalts des Sediments wurden 2 bis 2,5 g der gefriergetrockneten Proben in Porzellantiegel eingewogen und vier Stunden bei 500 °C im Muffelofen (Carbolite Sheffield ESF 3) verascht.

Diese Temperatur darf nicht überschritten werden, da ansonsten auch Bicarbonate zerfallen und das Aschegewicht zu gering ausfällt. Nach dem Abkühlen wurde die Asche in den Tiegeln ausgewogen und das aschefreie Trockengewicht berechnet.

3.4.2 Kohlenstoff und Stickstoff

Organische Kohlenstoff- und Stickstoffmengen geben im Gegensatz zur reinen Messung des gesamten organischen Materials eines Sediments Informationen über die Qualität der organischen Komponente. Durch die Berechnung des C/N Wertes kann eingeschätzt werden, ob es sich lediglich um eine Ansammlung toten Materials (z.B. Makroalgendetritus) oder um hauptsächlich lebendes Material (Bakterien, Mikroalgen, Meiobenthos) handelt (Greiser und Faubel 1988).

Die hier verwandte Methode zur Bestimmung des organischen Kohlenstoffs und Stickstoffs beruht auf einer gaschromatographischen Trennung der Verbrennungsprodukte der Sedimentprobe und der Messung ihrer Konzentration mit einem Wärmeleitfähigkeitsdetektor. Die Proben werden im C/N Analysator bei 1020 °C in einer mit Wolframoxid und Kupferspänen gefüllten Quarzsäule verbrannt. Dabei wird zur vollständigen Oxidation das Trägergas Helium kurzfristig mit Sauerstoff angereichert. Das Verbrennungsgemisch durchläuft den Wolframoxid-Katalysator und eine Kupferfraktion, wodurch die Stickoxide reduziert und der überschüssige Sauerstoff entfernt werden. Kohlendioxid und elementarer Stickstoff werden anschließend in einer Chromatographiesäule getrennt und ihre Konzentrationen mit einem Wärmeleitfähigkeitsdetektor gemessen.

Zur Vorbereitung der Proben wurde 1 g des gefriergetrockneten und in der Kugelmühle homogenisierten Sediments mit 1 ml 1m HCl zur Zerstörung der anorganischen Kohlenstoffverbindungen versetzt. Anschließend wurden die Proben bei 70 °C getrocknet und erneut homogenisiert. Die Einwaage von 40 bis 50 mg pro Probe in kleine Zinkhütchen erfolgte mit einer hochempfindlichen Cahn-Waage (Model 4700 automatic electrobalance), die anschließende Analyse mit einem C/N Analyzer (Fison). Standards wurden

zur Einstellung des Gerätes und jeweils nach 10 Proben gemessen (Methionina, 9,39 % N, 40,25 % C, 21,49 % S).

Der am C/N Analyzer angeschlossene PC gab direkt die Integrale der Flächen unter den Peaks für Kohlenstoff und Stickstoff aus. Die Angaben der Prozentanteile der beiden Elemente am eingewogenen Sediment wurden zur Berechnung des molaren C/N Verhältnisses nach der folgenden Formel herangezogen:

$$\text{C/N molar} = (\text{C \%} / 12) / (\text{N \%} / 14) \quad [3.6]$$

3.4.3 Chloroplastenpigmente

Die Primärproduktion ist der treibende Prozeß in einem Ökosystem. Neben der Freisetzung von Sauerstoff wird die Versorgung mit Energie und Nahrung gewährleistet. Als Grundlage zur Beurteilung von Primärproduktion und Pflanzenbiomasse in einem Habitat dient die Bestimmung der Chloroplastenpigmente. Messungen von Phaeophytinen und Phaeophorbiden, den Degradationsprodukten des Chlorophylls, lassen Rückschlüsse über Umsatz und Abbau pflanzlichen Materials im Ökosystem zu (Greiser und Faubel 1988). Schließlich kann die Relation von Carotinoiden zu Chlorophyll als ein Index für das Verhältnis von heterotrophem zu autotrophem Metabolismus in der Gemeinschaft herangezogen werden (Odum 1971).

Die Analyse der Gehalte an Chloroplastenpigmenten in den über die gesamte Kampagne 1995/96 gesammelten und bei -20 °C aufbewahrten Sedimentproben wurden vom 13.02.1996 bis zum 16.02.1996 im Dallmann Labor in Jubany durchgeführt. Die aufgetauten Proben wurden mit jeweils 30 ml 90 %igem Aceton versetzt und im gekühlten Mörser gut homogenisiert. Die verschlossenen und abgedunkelten Proben wurden zur weiteren Reaktion im Kühlschrank aufbewahrt, nach ca. 2 Stunden nochmals umgerührt und nach ca. 20 Stunden Extraktionszeit weiterverarbeitet. Der Überstand wurde

abpipettiert und zur Klärung 15 min bei 5 °C mit 4500 rpm in einer Eppendorf-Zentrifuge aufgetrennt. Die anschließende Photometrie des Extraktes erfolgte bei verschiedenen Wellenlängen (s. Formeln [3.7] bis [3.12]) in einem Shimadzu UV - 1202 Photometer. Die einzelnen Messungen wurden um den Trübungsfaktor (gemessen bei 750 nm) korrigiert.

Formeln zur Berechnung von Chlorophyll a, b und c nach Strickland und Parsons (1972):

$$\text{Chl a } [\mu\text{g/ml}] = 11,6 E_{665} - 1,31 E_{645} - 0,14 E_{630} \quad [3.7]$$

$$\text{Chl b } [\mu\text{g/ml}] = 20,7 E_{645} - 4,34 E_{665} - 4,42 E_{630} \quad [3.8]$$

$$\text{Chl c } [\mu\text{g/ml}] = 55 E_{630} - 4,64 E_{665} - 16,3 E_{645} \quad [3.9]$$

E = Extinktion bei der angegebenen Wellenlänge minus Extinktion bei 750 nm

Zur Berechnung der Carotinoide mußte der Trübungsfaktor zweimal von den Werten für E510 und dreimal von den Werten für E 480 abgezogen werden.

Formel zur Berechnung des gesamten Carotinoid-Gehaltes nach Richards und Thompson (1952):

$$\text{Carotinoide } [\mu\text{g/ml}] = 7,6 (E_{480} - 1,49 E_{510}) \quad [3.10]$$

Zur Berechnung der Phaeopigmente wurde nach den Messungen für die oben genannten Wellenlängen die Extinktion bei 665 nm gemessen, danach das in der Küvette befindliche Extrakt mit 2 Tropfen 0,2 N HCl angesäuert und nochmals die Extinktion bei derselben Wellenlänge gemessen. Auch diese Werte wurden korrigiert.

Formeln zur Berechnung von Chlorophyll a in Relation zu den vorhandenen Phaeopigmenten verändert nach Parsons *et al.* (1984):

$$\text{Chl a } [\mu\text{g/gTG}] = \frac{26,7 (E_0 - E_a) \times V}{\text{TG} \times L} \quad [3.11]$$

$$\text{Phaeop. } [\mu\text{g/gTG}] = \frac{26,7 (1,7 E_a - E_0) \times V}{\text{TG} \times L} \quad [3.12]$$

E_0 = Absorption bei 665 nm vor Ansäuerung

E_a = Absorption bei 665 nm nach Ansäuerung

V = Gesamtvolumen von Wassergehalt der Probe und zugegebenem Aceton

TG = Trockengewicht der Sedimentprobe

L = Küvettenlänge [cm]

Da das für diese Berechnung notwendige Trockengewicht der einzelnen Sedimentprobe nicht direkt bestimmt werden konnte, wurden die Werte der pro Station und Probennahmetag an vier Sedimentteilen parallel gemessenen Wassergehalte zugrundegelegt.

In den Ergebnissen wird die Summe der Chlorophyll a und Phaeopigment Konzentrationen zusätzlich als sogenannter CPE Wert angegeben (Chloroplasten Äquivalente). Dieser Wert ist ein Maß für den der Fauna verfügbaren pflanzlichen Anteil der organischen Substanz im Sediment.

3.5 Meiofauna

3.5.1 Extraktion und Bearbeitung

Die Methode der Extraktion der Meiofauna aus dem Sediment beruht auf den Dichteunterschieden zwischen den Sedimentpartikeln und den Tieren. Mit Hilfe eines Polymers als Flotationsmedium werden die Proben zentrifugiert. Allerdings wird bei dieser Methode auch organischer Detritus mit abgeschieden, was das Sortieren der Proben erschwert.

Die fixierten Proben der oberen Sedimentschicht (0 - 3 cm) wurden mit Leitungswasser über einem 40 μm Analysensieb ausgewaschen. Das gewaschene Sediment jeder Probe wurde auf vier Zentrifugationsbecher aufgeteilt, mit einem kolloidalen Silicapolymer (Fa. Ludox) auf jeweils 200 ml aufgefüllt, mit einem Eßlöffel Kaolin versetzt und gründlich umgerührt. Anschließend wurde bei 5000 rpm für fünf Minuten zentrifugiert (Megafuge 1.0, Jürgens Heraeus, Sepatech). Meiofauna und organisches Material wurden dadurch von den dichteren anorganischen Sedimentbestandteilen getrennt (Pfannkuche und Thiel 1988). Nach dem Zentrifugationsgang wurde der Überstand dekantiert und über einem 40 μm Sieb mit Leitungswasser ausgewaschen. Dieser Vorgang wurde dreimal wiederholt.

Um die Dichte der Copepoda Harpacticoida pro 10 cm^2 der Sedimentoberfläche bestimmen zu können, mußten die nun sedimentfreien Bestandteile der Proben aufgeteilt werden, da eine erhebliche Menge an organischem Detritus die Sortierzeit über die Maßen verlängerte. Mit Hilfe eines nachgebauten Meiofauna-Probenteilers nach Jensen (1982) wurden die Proben in acht gleiche Teile aufgetrennt von denen jeweils drei zufällig zum Sortieren ausgewählt wurden. Diese Unterproben wurden mit Bengalrosa angefärbt und tropfenweise unter der Stereolupe (Wild Heerbrugg) in einem Labyrinthschälchen durchgesehen. Die Copepoden (Nauplien, Copepodide und Adulte) wurden zum Aufhellen in Hohlschliffobjektträger mit Glycerin-Lactat übertragen. Ebenfalls in der Meiofauna vertretene Peracarida (Amphipoda, Cumacea, Isopoda, Tanaidacea) wurden in 5 %igem Formalin aufbewahrt. Dieser Vorgang wurde jeweils für zwei parallele Proben pro Probentag bzw. Transektstation

durchgeführt. Die Individuen wurden gezählt und die Dichte für 10 cm^2 Sedimentoberfläche berechnet.

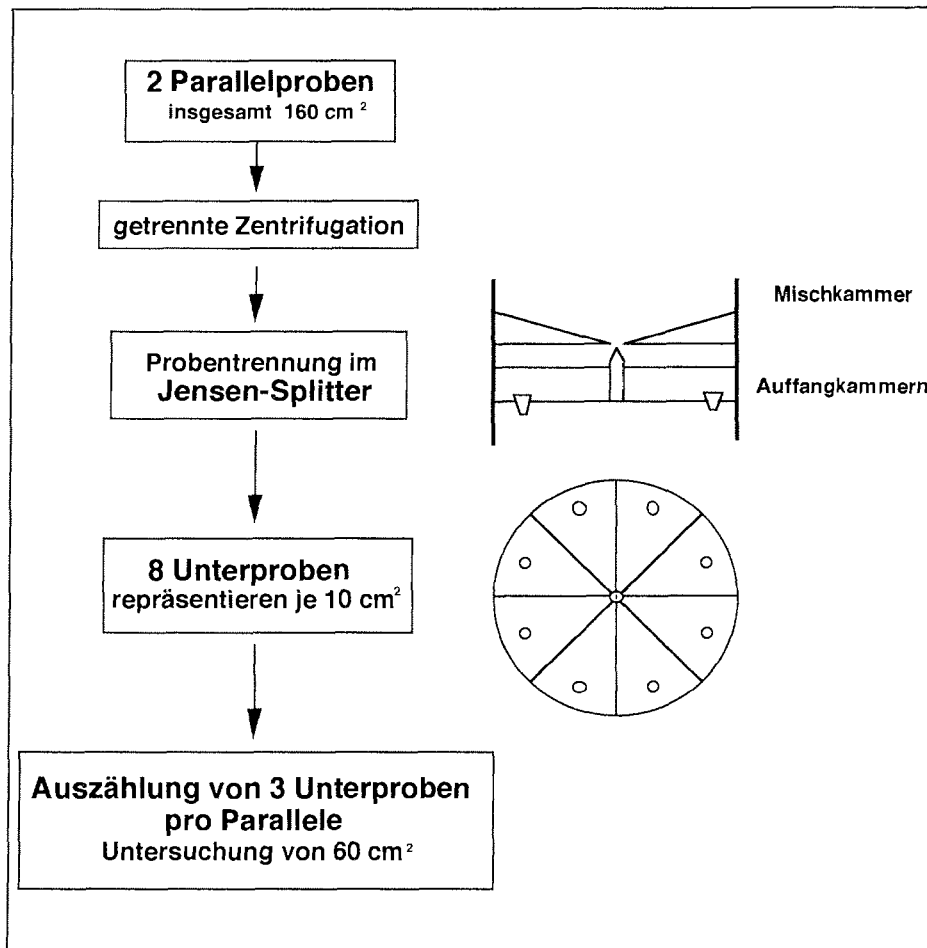


Abb. 3.2: Schematische Darstellung des Bearbeitungsprozesses der Meiofaunaprobenn

3.5.2 Berechnung der Biovolumina

Biovolumina geben einen besseren Eindruck von der Ökologie der untersuchten Arten und können zu deren Abgrenzung innerhalb einer Artengemeinschaft dienen. Im Gegensatz zur Angabe reiner

Individuenzahlen, kann die zusätzliche Bestimmung des Biovolumens auch die Unterschiede zwischen einzelnen Standorten deutlicher machen.

Mit Hilfe von Modellen der typischen Körperformen von harpacticoiden Copepoden ermittelten Warwick und Gee (1984) Umrechnungsfaktoren für die Biovolumina der einzelnen Erscheinungsformen (Abb. 3.3). Zur Bestimmung des Biovolumens eines Individuums werden dessen Körperlänge und maximale dorsale Breite gemessen und nach der Formel mit dem körperform-abhängigen Umrechnungsfaktor multipliziert.

$$\text{Körpervolumen [nl]} = \text{Länge [mm]} \times (\text{Breite[mm]})^2 \times C \quad [3.13]$$

Nach Warwick und Gee wurden *Pseudotachidius jubanyensis* als „pyriform“ und *Scottopsyllus (S.) praecipuus* als „cylindrical“ eingestuft und ihr Körpervolumen mit den Umrechnungsfaktoren $C = 400$ bzw. $C = 750$ berechnet. Alle Postnaupliastadien (teilweise nach Geschlechtern getrennt) und Adulte der neuen Arten wurden berücksichtigt.

Zusätzlich wurden zur Charakterisierung der Standorte und als Vergleichsmöglichkeit zu den beiden großen Arten pro Transekt und pro Tiefenstufe (insgesamt 8 Standorte) je 100 weitere bzw. alle vorhandenen Tiere vermessen. Dazu wurde die Körperlänge der zufällig ausgewählten Individuen mit Hilfe eines Zeichentubus auf einem Leitz Diaplan Mikroskop von lateral und die maximale Körperbreite von dorsal oder ventral bei 100facher Vergrößerung abgezeichnet. Der Conversionsfaktor für das jeweilige Individuum wurde aufgrund seiner Körperform in Übereinstimmung mit den Zeichnungen von Warwick und Gee (1984) festgelegt (Abb. 3.3). Die Umrechnung der gemessenen [cm] in [μm] erfolgte mit Hilfe des Maßstabes eines Objektmikrometers.

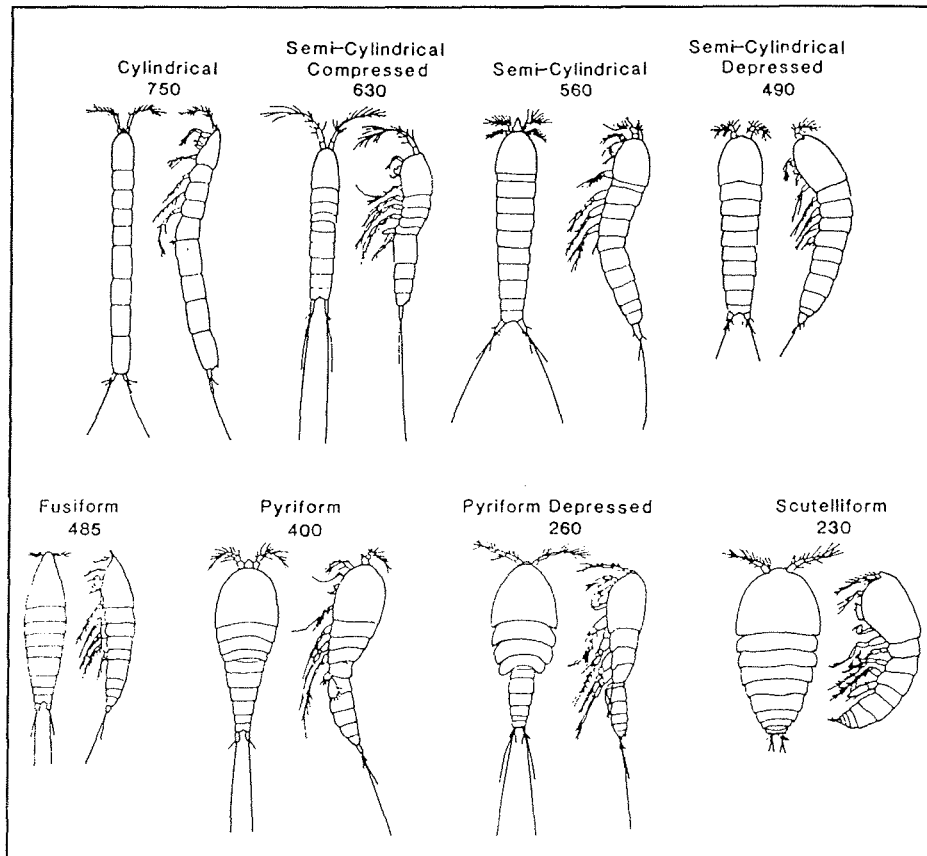


Abb. 3.3: Körperformen mit jeweiligem Conversionsfaktor aus Warwick und Gee (1984)

3.5.3 Eisackgröße und Eizahlen

Reproduktionsaufwand und Investition in den einzelnen Nachkommen sind wichtige Kriterien auf der Suche nach den Reproduktionsstrategien bestimmter Arten und den allgemeinen Tendenzen innerhalb eines festgelegten Ökosystems.

Während der Messungen zur Berechnung der Körpervolumina in Abschnitt 4.4 wurden die Umfänge der Eisäcke aller gefundenen graviden Weibchen von lateral abgezeichnet. Um die Berechnungen des Eisackvolumens zu ermöglichen, wurde ihre Form als Ellipsoid angenommen, was der natürlichen

Form sehr nahe kommt. Die besonders geformten Eisäcke der neuen Arten *Pseudotachidius jubanyensis* und *Scottopsyllus (S.) praecipuus* wurden als quaderförmig angesehen und ihre Volumina mit den Maßen Länge x Breite x Höhe berechnet.

Anschließend wurden die Eisäcke der vermessenen Weibchen mit Präpariernadeln unter dem Binokular vorsichtig zerzupft und die Anzahl der Eier durch Durchfokussieren bei 250facher Vergrößerung unter dem Mikroskop bestimmt. Dabei wurden die Zählungen sowohl in lateraler Lage als auch anschließend von ventral durchgeführt um größtmögliche Zählsicherheit zu gewährleisten.

3.6 Statistische Auswertungen

3.6.1 Spearmansche Rangkorrelation

Mit dem Spearmanschen Rang-Korrelationskoeffizient r_s können Zusammenhänge zwischen zwei nicht normalverteilten Reihen untersucht werden. Beide Reihen werden durch die Zuordnung von Rangzahlen transformiert, die Differenzen D der n Rangpaare quadriert und dann summiert. Bei gleichen Werten werden mittlere Rangplätze zugeordnet. Dieser Test beantwortet die Frage, ob eine Korrelation zwischen den beiden Reihen vorliegt und ob diese positiv oder negativ ist. Das Signifikanzniveau des immer zwischen 1 und -1 liegenden r_s wird anhand einer Tabelle überprüft.

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum D^2}{n(n^2 - 1)} \quad [3.14]$$

Der Spearmansche Rang-Korrelationstest wurde gewählt, weil er auch bei kleinem Stichprobenumfang und nicht normalverteilten Meßwerten exakt arbeitet. Außerdem müssen die zu vergleichenden Werte nicht transformiert werden (Sachs 1974).

Bei gleichen Werten innerhalb einer Rangreihe werden mittlere Rangzahlen zugeordnet. Bei einer Häufung dieser Bindungen (mehr als 1/5 der Beobachtungen) kann der r_s Wert nicht verwandt werden, da er die Korrelation in diesem Fall überschätzt. Es wird die Prüfgröße $r_{s,B}$ berechnet, bei der die Häufigkeiten t_x und t_y der gleichen Ranggrößen innerhalb der beiden Rangreihen X und Y berücksichtigt werden.

$$r_{s,B} = 1 - \frac{6 \sum D^2}{(n^3 - n) - (T_x + T_y)} \quad [3.15]$$

$$T_x = 0,5 \sum (t_x^3 - t_x) \quad [3.16]$$

$$T_y = 0,5 \sum (t_y^3 - t_y) \quad [3.17]$$

Die notwendigen Berechnungen wurden in einer Excel-Tabelle programmiert.

3.6.2 Multiple lineare Regression

Mit Hilfe der multiplen linearen Regression wurden Modelle zur Vorhersage von Embryonalentwicklungszeit und Generationsdauer von eisacktragenden Copepoden erstellt.

Bei einer multiplen linearen Regression wird der als linear vorausgesetzte Zusammenhang zwischen einem Regressanden y , in diesem Fall der Embryonalentwicklungszeit oder der Generationsdauer, und mehreren Regressoren x_i , hier z. B. Temperatur, Eigewicht, Adultgewicht, untersucht. Es ergibt sich eine Regressionsfunktion der Form

$$y(x_1, x_2, \dots, x_i) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_i x_i \quad (i = 1, \dots, N) \quad [3.18]$$

Theoretisch kann man sich die rechnergestützte Analyse folgendermaßen vorstellen: Es ist vorausgesetzt, daß zu einem y -Wert alle x -Werte vorliegen. Aus der so erhaltenen Meßwerttabelle wird eine Matrix erstellt, die die Summen, die Summen der Quadrate und die Produkte der verschiedenen Regressoren enthält. Das resultierende lineare Gleichungssystem kann gelöst werden und man erhält die Werte für die gesuchten Multiplikatoren β .

Die Differenzen zwischen den durch die Regressionsgleichung geschätzten Werten y' und den tatsächlichen Werten aus der Meßwerttabelle y werden als Residuen bezeichnet. Durch die graphische Darstellung der Residuen in Abhängigkeit von y' können systematische Fehler entdeckt werden. Die Punktwolke muß gleichmäßig um eine Abszisse verteilt sein und darf keine Richtungsorientierung aufweisen.

Um die Genauigkeit der Regressionsgleichung zu demonstrieren, werden Graphen der Ursprungswerte y gegen die berechneten Werte y' dargestellt. Die ideale Lösung wäre eine lineare Winkelhalbierende zwischen der x - und der y -Achse (Rasch 1983).

Die Berechnungen wurden mit dem Programm SuperANOVA durchgeführt.

3.6.3 Verwandte Hardware und Software

Die rechnerischen, statistischen und schriftlichen Auswertungen erfolgten mit einem Apus 3000 Rechner mit Macintosh System Mac OS 8.0. Als Programme wurden Microsoft Word 6 für die Textverarbeitung, Microsoft Excel 5 zur Verwaltung und Bearbeitung der Rohdaten, KaleidaGraph 2.1 zur Erstellung von Graphen und MacDraw II 1.1 für die Zeichnungen verwendet. Die Auswertungen im Statistikprogramm SuperANOVA wurden am Alfred-Wegener-Institut durchgeführt.

4. Ergebnisse

4.1 Abiotische Sedimentparameter

4.1.1 Korngrößenanalyse

Die Analyse der Korngrößen an den Tiefenstufen der beiden Transekte zeigt deutlich, daß die Verteilung graduellen Veränderungen mit zunehmender Tiefe unterliegt.

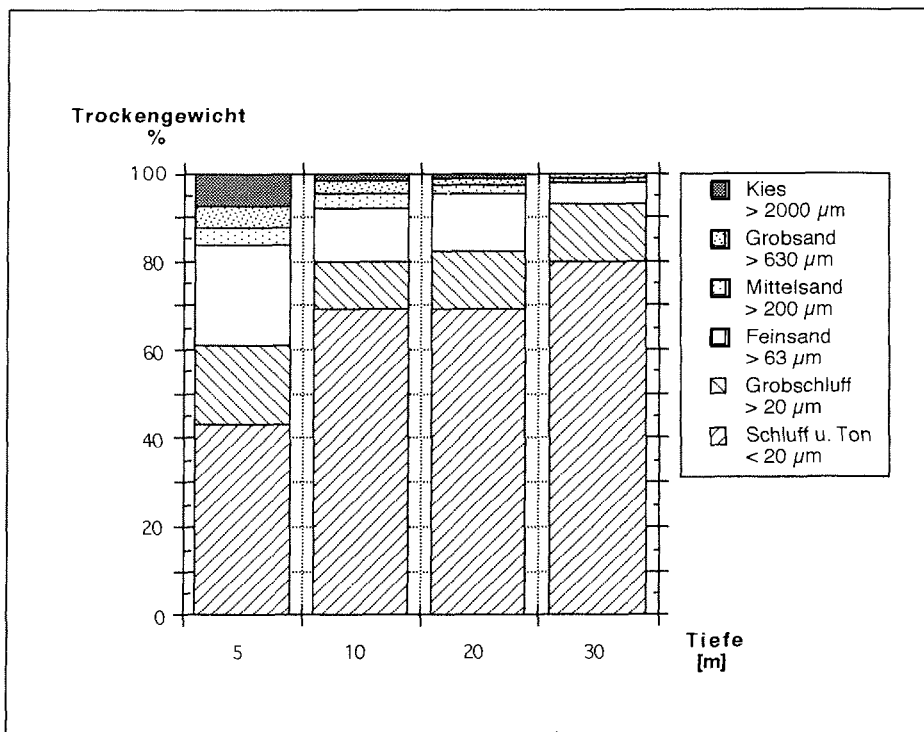


Abb. 4.1: Prozentuale Korngrößenverteilung in 5, 10, 20 und 30 m Tiefe entlang Transekt 1 (Buchtinneres)

Transekt 1 im Buchtinneren zeichnet sich durch einen hohen Schluff- und Tonanteil von 43,4 % bereits in 5 m Tiefe aus (Abb. 4.1). Der Anteil dieser Korngrößenfraktion steigt in 30 m Tiefe auf 80 % des gesamten Trockengewichtes an. Kies, Grobsand und Mittelsand spielen nur in 5 und 10 m Tiefe eine Rolle. Die Feinsandfraktion nimmt zwischen 5 und 30 m Tiefe von 22,5 % auf 5,5 % ab, wobei allerdings kaum ein Unterschied zwischen 10 und 20 m zu verzeichnen ist. Der Grobschluffanteil hat sein Maximum mit 17,5 % in 5 m Tiefe. Den niedrigsten Wert erzielt diese Fraktion in 10 m Tiefe bevor sie sich in 20 und 30 m zwischen 12,5 und 13,0 % einpendelt.

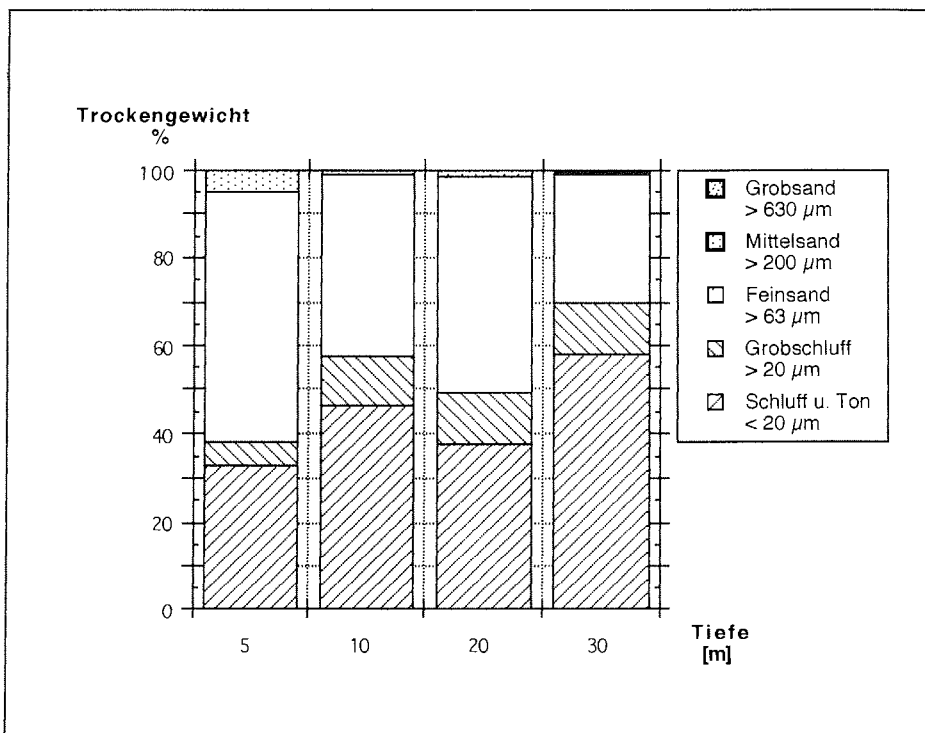


Abb. 4.2: Prozentuale Korngrößenverteilung in 5, 10, 20 und 30 m Tiefe entlang Transekt 2 (Buchteingang)

Feiner Sand mit einem Anteil von 57,4 % bis 49 % am Trockengewicht ist die Hauptkomponente des Sediments von Transekt 2 am Buchteingang zwischen 5 m und 20 m Tiefe. Nur in 30 m Tiefe wird die Feinschluff- und Tonfraktion mit 58 % dominierend, während der Feinsand auf 29,2 % abnimmt. Grobschluff steigt von 5,4 % in 5 m Tiefe auf 11,1 % in 10 m Tiefe und ändert seinen Anteil mit zunehmender Tiefe nur noch geringfügig. Die Anteile von Kies und Grobsand sind in allen vier Tiefenstufen vernachlässigbar, und auch Mittelsand hat nur in 5 m Tiefe einen nennenswerten Anteil von 4,6 % am Gesamtrockengewicht des Sediments.

Die kumulativen Kurven der Abbildungen 4.3 und 4.4 zeigen für beide Transekte in allen Tiefenstufen nicht den typischen sigmoidalen Verlauf. Das hängt mit der Tatsache zusammen, daß die größten Fraktionen von den kleineren Partikeln gestellt werden und nicht von Partikeln mittlerer Größe. Aus diesem Grund wurde auch darauf verzichtet die kumulativen Kurven nochmals mit der y-Achse als Wahrscheinlichkeitsachse darzustellen, weil schon aus diesen Kurven die zur Berechnung von einschließender graphischer Standardabweichung QDI und einschließender graphischer Asymmetrie S_{kl} notwendigen Quartile ohne Probleme abgelesen werden konnten.

Die mittlere Partikelgröße M_d von Transekt 1 (Tab. 4.1) ist durchgehend sehr gering und bewegt sich ab 10 m Tiefe mit Φ -Werten zwischen 6,42 und 7,2 nur noch im Schluff- und Tonbereich. Die einschließende graphische Standardabweichung QDI zeigt mit ihren sehr hohen Werten, daß es sich ab 10 m Tiefe um ein „sehr schlecht sortiertes“, also sehr heterogenes Sediment handelt. In 5 m Tiefe ist die Sortierung „schlecht“ (vergl. Tab. 3.3). Schließlich geben die negativen Werte der einschließenden graphischen Asymmetrie S_{kl} den Hinweis, daß der Wert für die mittlere Partikelgröße M_d zwischen 10 und 30 m die Fraktionen mit größeren Korngrößen als M_d mißachtet. Es liegt somit eine „grob“ Verschiebung der Verteilungskurven vor. Lediglich die Verteilung in 5 m Tiefe ist symmetrisch (vergl. Tab. 3.4).

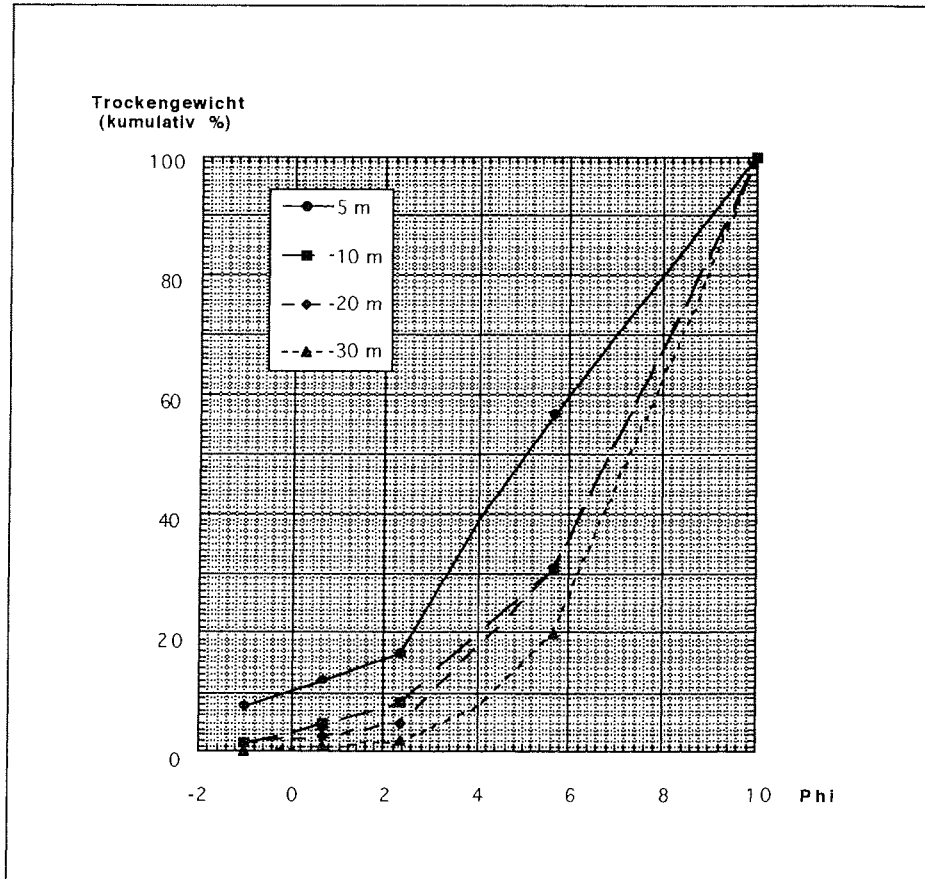


Abb. 4.3: Kumulatives Trockengewicht der Korngrößenfraktionen (Φ -Intervalle) von Transekt 1 (Buchtinneres)

Tab. 4.1: Mittlere Partikelgröße (Md), einschließlich graphische Standardabweichung (QDI) und einschließlich graphische Asymmetrie (Ski) der vier Tiefenstufen von Transekt 1 (Buchtinneres)

Tiefe [m]	Md: Φ	[μm]	QDI	Ski
5	5,23	27	3,27	-0,05
10	6,42	12	2,75	-0,3
20	6,55	11	2,42	-0,2
30	7,2	7	1,98	-0,16

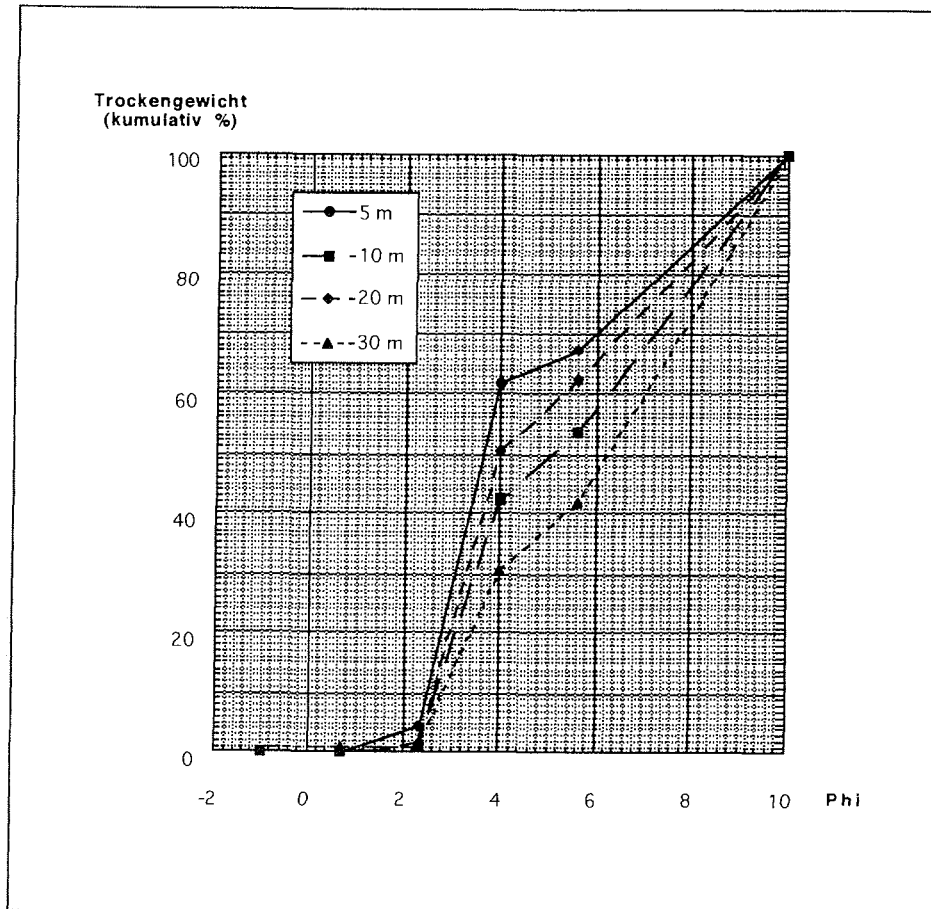


Abb. 4.4: Kumulatives Trockengewicht der Korngrößenfraktionen (Φ -Intervalle) von Transekt 2 (Buchteingang)

Tab. 4.2: Mittlere Partikelgröße (Md), einschließlich graphische Standardabweichung (QDI) und einschließlich graphische Asymmetrie (Skl) der vier Tiefenstufen von Transekt 2 (Buchteingang)

Tiefe [m]	Md: Φ	[μm]	QDI	Skl
5	4,65	40	2,32	0,16
10	5,52	22	2,47	0,22
20	4,97	32	2,4	0,56
30	6,05	15	2,5	-0,06

In Tabelle 4.2 sind Md, QDI und SkI von Transekt 2 angegeben. Auch hier zeichnen sich alle vier Tiefenstufen durch eine geringe mittlere Partikelgröße Md zwischen 15 und 40 μm aus. Allerdings sind hier die Md Werte der Tiefen 5, 10 und 20 m noch dem Grobschluff zuzurechnen. Alle vier Stationen weisen „sehr schlecht sortierte“, also heterogene, ungleichmäßig verteilte Sedimente auf (vergl. Tab. 3.3). Die Berechnung der einschließenden graphischen Asymmetrie SkI zeigt an Transekt 2 allerdings, daß in 5 und 10 m Tiefe Partikel mit einem kleineren als dem mittleren Durchmesser mißachtet werden. In 20 m Tiefe gibt der Wert für SkI sogar eine starke „fein“ Verschiebung an. Nur in 30 m Tiefe ist die Verteilung der Korngrößenfraktionen symmetrisch.

Grundlegende Unterschiede zwischen beiden Transekten sind also zuerst aus den mittleren Partikelgrößen abzulesen. Transekt 1 hat im direkten Vergleich der einzelnen Tiefenstufen jeweils die geringere mittlere Korngröße vorzuweisen. Obwohl alle Stationen an beiden Transekten mindestens als „schlecht sortiert“ zu betrachten sind, hat diese Sortierung doch an beiden Transekten unterschiedliche Gründe. An Transekt 1 ist zwar die mittlere Korngröße geringer, dafür ist der Anteil an gröberen Partikeln größer. An Transekt 2 verhält es sich genau umgekehrt: Die mittlere Korngröße ist größer, dafür liegt eine Verschiebung zu kleineren Partikeln vor.

4.1.2 Wassergehalt und Porosität des Sediments

Betrachtet man den Wassergehalt des Sediments, kann man deutliche Unterschiede zwischen den vier Tiefenstufen innerhalb jedes Transekts und auch zwischen den beiden Transekten feststellen. Zwar ist die aus vier echten Parallelen errechnete Standardabweichung der 10 m Station von Transekt 2 sehr hoch, aber diese Station nimmt aufgrund der hohen Detritusfracht und der daraus resultierenden weiteren großen Unterschiede zu allen anderen Stationen sowieso eine Sonderstellung ein.

Innerhalb des ersten Transekts sind die beiden mittleren Tiefenstufen 10 und 20 m mit 46,3 und 47 % Wassergehalt deutlich von der flacheren 5 m (31,7 %) und der tieferen 30 m (52,5 %) Station getrennt. Das bleibt auch bei Berücksichtigung der Standardabweichungen bestehen. Dieser Befund deckt sich gut mit den Unterschieden der Korngrößenverteilung aus Abb. 4.1 und den fast gleichen Mittleren Partikeldurchmessern und QDI-Werten aus Tab. 4.1. Die Werte für die Porosität entlang des Transektes 1 steigern sich mit zunehmendem Wassergehalt. Es ist also nicht der Fall, daß ein größerer Gehalt von Feinsand wie er in 5 m Tiefe zu finden ist, auch eine höhere Porosität nach sich zieht, denn die entstehenden Lücken zwischen den Partikeln werden durch den hohen Anteil feiner Sedimentpartikel geschlossen. Mit zunehmender Tiefe wird das Sediment fluider und auch die Porosität nimmt zu.

Tab. 4.3: Wassergehalt und Porosität des Sediments entlang zweier Transekte in Prozent

Tiefe	Wassergehalt	Porosität
Trans. 1 5	31,7 ± 6,1	55,4 ± 7,2
10	46,3 ± 2,7	70,7 ± 2,4
20	47,0 ± 2,7	71,3 ± 2,4
30	52,5 ± 2,1	75,9 ± 1,6
Trans. 2 5	29,0 ± 0,7	52,6 ± 0,9
10	50,3 ± 15,6	72,5 ± 12,3
20	39,9 ± 2,2	64,7 ± 2,2
30	45,7 ± 1,3	70,2 ± 1,2

Auch bei Transekt 2 am Buchtausgang gibt es deutliche Unterschiede zwischen den Tiefenstufen 5, 20 und 30 m. Läßt man den abweichenden 10 m Wert aus der Betrachtung heraus, so steigen auch hier die Werte mit zunehmender Tiefe von 29 % auf 45,7 % an. Allerdings bleibt auf allen Tiefen

mit Ausnahme der 10 m (50,3 %) der Wassergehalt unter den Werten der entsprechenden Tiefen an Transekt 1, was sicherlich auch durch den größeren Anteil von Feinsand (Abb. 4.2) und die hohen Anteile feinsten Partikel am gesamten Transekt 2 zu begründen ist. Die Porosität bewegt sich in ähnlich geringen Dimensionen wie an Transekt 1 und steigt ebenfalls mit zunehmender Fluidität des Sediments an. Die 10 m Station wird durch ähnlich hohe Porositätswerte wie die tiefste Station an Transekt 1 gekennzeichnet.

Betrachtet man die Veränderungen des Wassergehalts im Sediment an der Dauerstation auf 20 m Tiefe im Buchtinneren, dann bemerkt man keine allzu großen Schwankungen zwischen den einzelnen Probestermen. Am 6.12. werden maximal 51,8 % erreicht, am 1.2. liegt das Minimum der gemessenen Werte bei 47 %. Zusammenhänge dieser wenn auch geringen Schwankungen mit biotischen Sedimentparametern werden zu diskutieren sein. Auch die Porosität schwankt nur leicht von Termin zu Termin und bleibt in einem mittleren Bereich stabil. Die Werte sind typisch für die Weichböden der tieferen Stationen von Transekt 1.

Tab. 4.4: Wassergehalt und Porosität in Prozent im Sediment an einer Dauerstation auf 20m Tiefe im Buchtinneren

Datum	Wassergehalt	Porosität
16.11.	48,1 ± 1,6	72,3 ± 1,3
1.12.	50,9 ± 1,5	74,6 ± 1,2
6.12.	51,8 ± 1,1	75,3 ± 0,9
16.12.	51,4 ± 1,1	75,0 ± 0,8
24.12.	49,3 ± 1,2	73,3 ± 1,0
5.1.	51,1 ± 2,4	74,8 ± 1,9
13.1.	45,3 ± 2,8	69,8 ± 2,5
1.2.	47,0 ± 2,7	71,3 ± 2,4

4.2 Biotische Sedimentparameter

4.2.1 TOM - aschefreies Trockengewicht

Der Gesamtgehalt an organischem Material in den oberen 3 cm des Sediments schwankt für Transekt 1 nur geringfügig und liegt gleichmäßig zwischen $5,13 \pm 0,86$ % und $5,48 \pm 0,13$ % des Sedimenttrockengewichts in 5, 10 und 30 m Tiefe (Abb. 4.5). Lediglich in 20 m Tiefe ist ein Minimum von $4,79 \pm 0,1$ % zu beobachten. Transekt 2 am Buchteingang hat seinen maximalen Gehalt an organischer Substanz im Sediment in 10 m Tiefe (6,15 %). Abgesehen von dieser hohen Konzentration, die auf die Beprobung in einer detritusreichen Senke zurückzuführen ist (eigene Beobachtung), steigt der Gehalt an organischer Substanz entlang des Transekts mit zunehmender Tiefe von $4,4 \pm 0,26$ % in 5 m Tiefe auf $5,4 \pm 0,17$ % in 30 m Tiefe an.

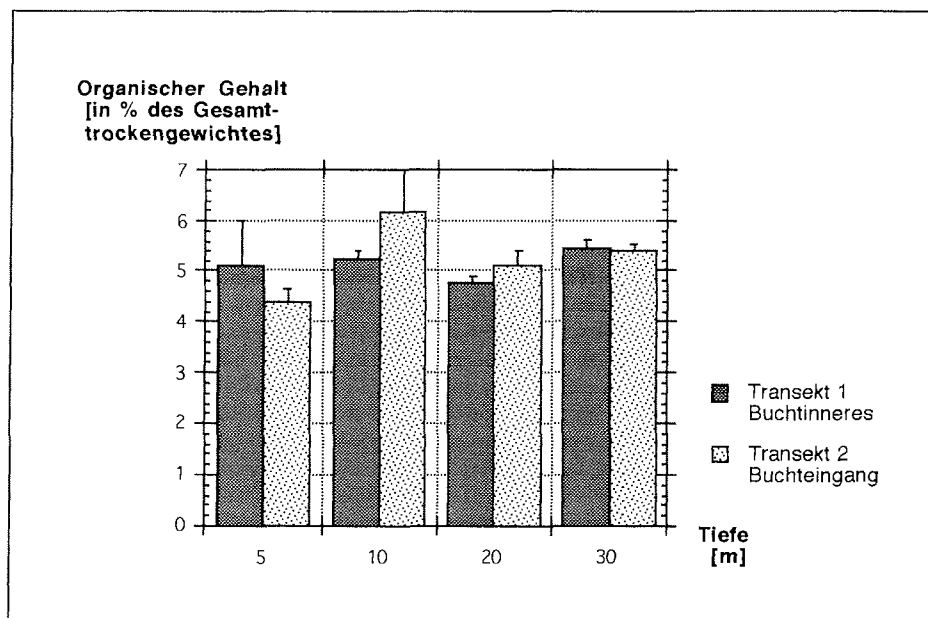


Abb. 4.5: Gehalt an organischem Material TOM im Sediment entlang der Transekte 1 und 2

Die Standardabweichungen sind relativ gering, was auf eine homogene Verteilung des organischen Materials schließen läßt. Nur in den unruhigeren flachen Bereichen sind die Schwankungen zwischen den Parallelen größer. Es sind zwar Unterschiede im Gehalt an organischer Substanz zwischen den einzelnen Tiefenstufen entlang jedes Transekts zu beobachten, aber auf der gleichen Tiefe kann man zwischen den beiden Transekten trotz teilweise großer Unterschiede der Mittelwerte aufgrund der Standardabweichungen nicht unterscheiden.

Im Laufe des Beobachtungszeitraumes von November 1995 bis Februar 1996 veränderte sich der Gehalt an organischer Substanz in den oberen 3 cm des Sediments einer Dauerstation in 20 m Tiefe im Buchtinneren nur innerhalb einer geringen Variationsbreite (Abb. 4.6). Die Schwankungen bewegten sich zwischen $5,17 \pm 0,17$ % des Gesamtrockengewichtes am 16.11. und $5,79 \pm 0,19$ % am 5.1.

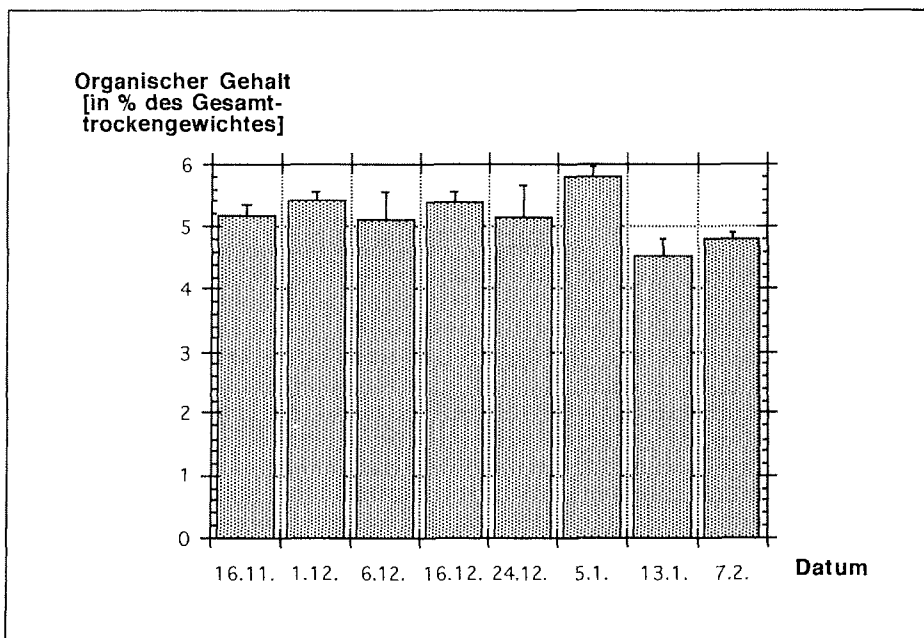


Abb. 4.6: Gehalt an organischer Substanz in den oberen 3 cm des Sediments an einer Dauerstation in 20 m Tiefe im Buchtinneren

Auffällig sind jedoch die beiden letzten Probenentage, die, auch wenn ihre Standardabweichungen berücksichtigt werden, einen sehr viel geringeren Anteil organischen Materials im Sediment aufwiesen als alle vorhergehenden Probenentage. Am 13.1. wurde mit $4,52 \pm 0,28$ % der geringste Wert des gesamten Beobachtungszeitraumes gemessen und auch am 7.2. war der Anteil der organischen Substanz am Gesamttrockengewicht des Sediments mit $4,79 \pm 0,1$ % noch geringer als zwischen Mitte November und Anfang Januar.

Die Zusammenhänge der beobachteten Schwankungen mit der Möglichkeit zur benthischen Primärproduktion und kurzfristigen Nahrungspulsen aus dem Pelagial werden zu diskutieren sein.

4.2.2 Organischer Kohlenstoff und Stickstoff

Transekt 1 zeichnet sich durch eine mit der Tiefe tendenziell sinkende Menge an organischem Kohlenstoff und Stickstoff in den oberen 3 cm des Sediments aus (Abb. 4.7). Das molare C/N Verhältnis ist aber an allen Stationen geringer als an den Stationen des Transekts 2. Beobachtungen beim Tauchen zeigten einen dicht geschlossenen Diatomeenrasen, der sicherlich einen großen Beitrag zu diesem zum Stickstoff hin verschobenen C/N Wert leistet. Das organische Material an diesem Transekt wird also hauptsächlich von lebenden Organismen wie Mikroalgen, Bakterien und auch Meiobenthos gestellt.

Transekt 2 zeigt in 10 m Tiefe (Abb. 4.7) wie schon beim gesamten organischen Gehalt (Abb. 4.5) eine sehr starke Abweichung von den anderen Werten des Transekts, was auf eine Beprobung in einer detritusreichen Senke zurückzuführen ist. Deshalb wurde hier auch der höchste C/N Wert überhaupt mit 8,36 gemessen. Das generell durchgehend höhere C/N Verhältnis macht deutlich, daß es sich bei dem untersuchten organischen Material des Transektes 2 eher um tote organische Substanz handelt, was Beobachtungen beim Tauchen bestätigen. Es wird hier vor allem in Senken mit geringerer Strömung Makroalgendetritus abgelagert, der von den großen Beständen auf den Hartsubstraten am nördlichen Küstenabschnitt der Bucht stammt.

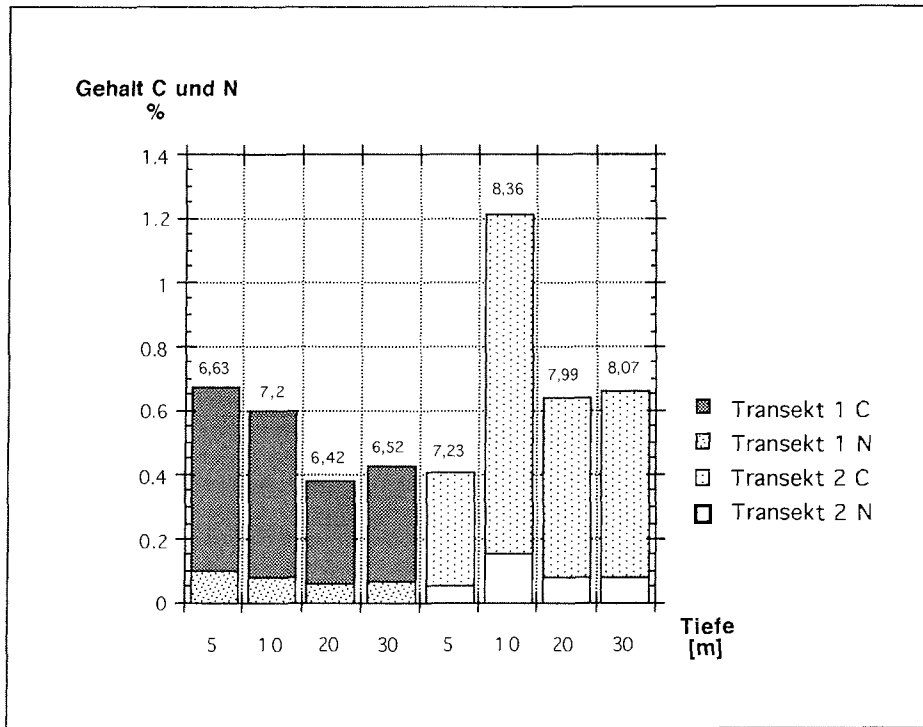


Abb. 4.7: Kohlenstoff- und Stickstoffgehalt in den oberen 3 cm des Sediments entlang zweier Transekte. Über den Balken ist das molare C/N Verhältnis angegeben.

An der Dauerstation setzt sich bei der Untersuchung der Kohlenstoff- und Stickstoffgehalte die Tendenz fort, die schon beim gesamten organischen Gehalt bemerkt wurde (Abb. 4.8). Gegen Ende des antarktischen Sommers wird der Gehalt der beiden Elemente im Sediment geringer. Aber das C/N Verhältnis bleibt relativ stabil, was bedeutet, daß es zu keiner Verschiebung zugunsten von schlecht abbaufähigem pflanzlichen Detritus kommt. Dies ist jedoch nur eine Tendenz, da es auch an vorhergehenden Proben Tagen zu derartigen Schwankungen kommt.

Die Analysen der Proben vom 13.1. mußten wegen technischer Probleme mehrfach wiederholt werden. Lange Wartezeiten von mehreren Monaten zwischen den ursprünglichen Messungen und dem Nachholtermin scheinen in den vorbehandelten, verschlossenen und trockenen Proben jedoch Veränderungen in der chemischen Zusammensetzung hervorgerufen zu

haben, die zu gänzlich unrealistischen Meßergebnissen führten. Aus diesem Grund wird auf die Verwendung der Daten dieses Termins bei dieser Analyse verzichtet.

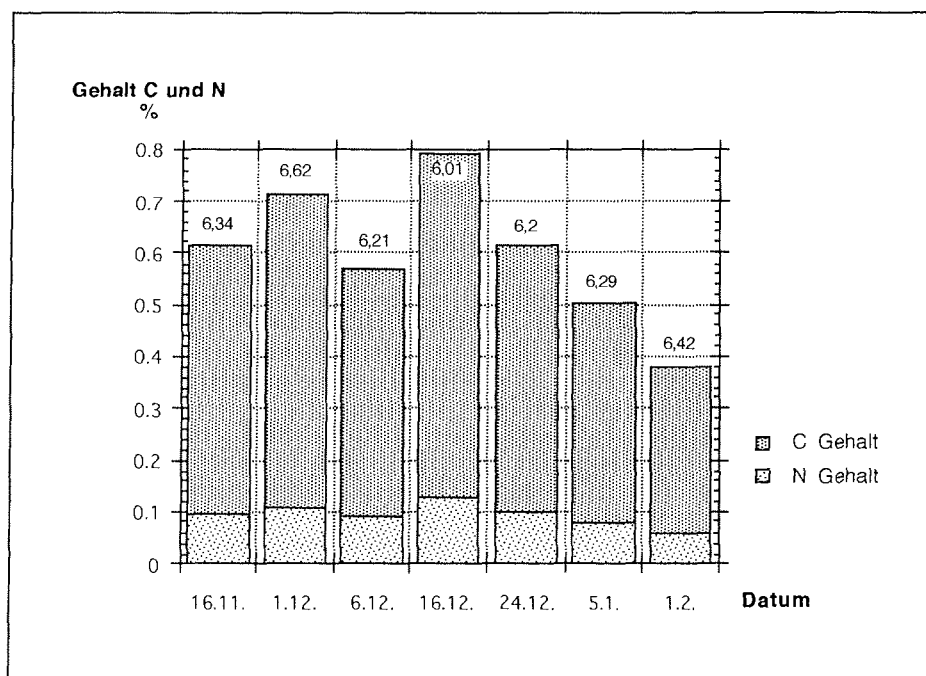


Abb. 4.8: Kohlenstoff- und Stickstoffgehalt des Sediments an einer Dauerstation in 20 m Tiefe im Buchtinneren. Über dem Balken jedes Proben-tages ist das molare C/N Verhältnis angegeben.

4.2.3 Chloroplastenpigmente

Bei der Betrachtung der Konzentrationen an Chloroplastenpigmenten entlang der beiden Transekte fällt auf, daß im Vergleich zu allen anderen Stationen in 5 m Tiefe im Inneren der Bucht die höchste Konzentration an Chlorophyll a und c sowie an Carotinoiden gemessen wurde (Abb. 4.9). Obwohl der Gehalt an organischer Substanz in 10 m Tiefe an Transekt 2 am Buchteingang sehr

viel höher als der in 5 m Tiefe an Transekt 1 ist, ist dort die Konzentration an frischen Chloroplastenpigmenten wesentlich geringer (Abb. 4.10).

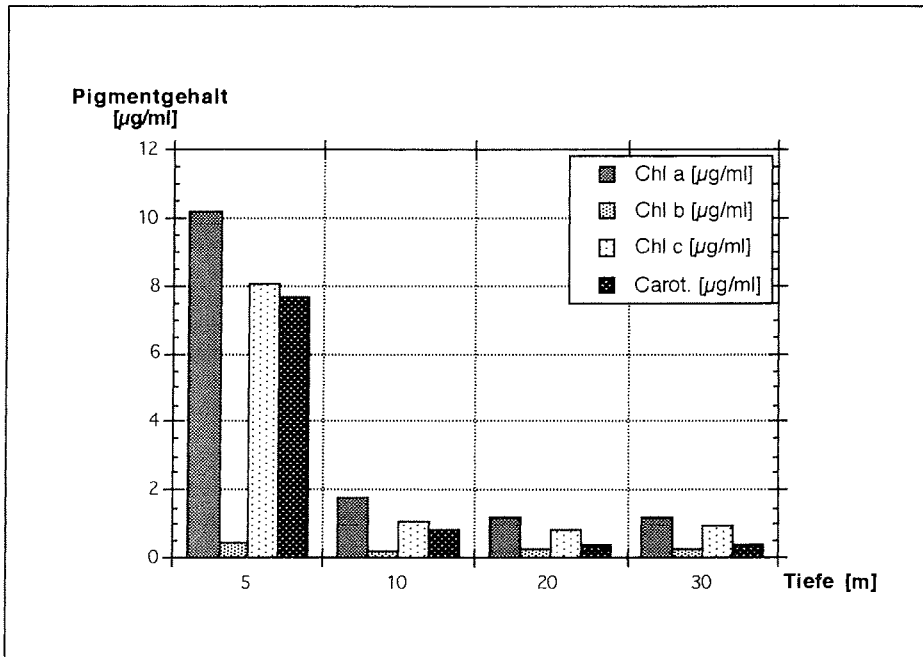


Abb. 4.9: Konzentrationen von Chlorophyll a, b und c sowie Carotinoide in den oberen 3 cm des Sediments entlang der Tiefenstufen von Transekt 1 (Buchtinneres)

Es wird davon ausgegangen, daß der stark erhöhte Chlorophyll a Wert in 5 m Tiefe an Transekt 1 von einem ausgeprägten Cyanophyceenrasen an dieser Station stammt. Cyanophyceen enthalten kein Chlorophyll b und haben als akzessorische Pigmente Carotinoide (Strasburger 1991). Auch der Carotinoidgehalt ist relativ gesehen an dieser Station sehr viel höher als an allen anderen Transektpunkten. Die hohe Cyanophyceendichte ist wahrscheinlich auf die kleinräumige Eutrophierung der Zone durch eine nahe Abwasserleitung der Station zurückzuführen. Inzwischen hat die Basis eine Kläranlage.

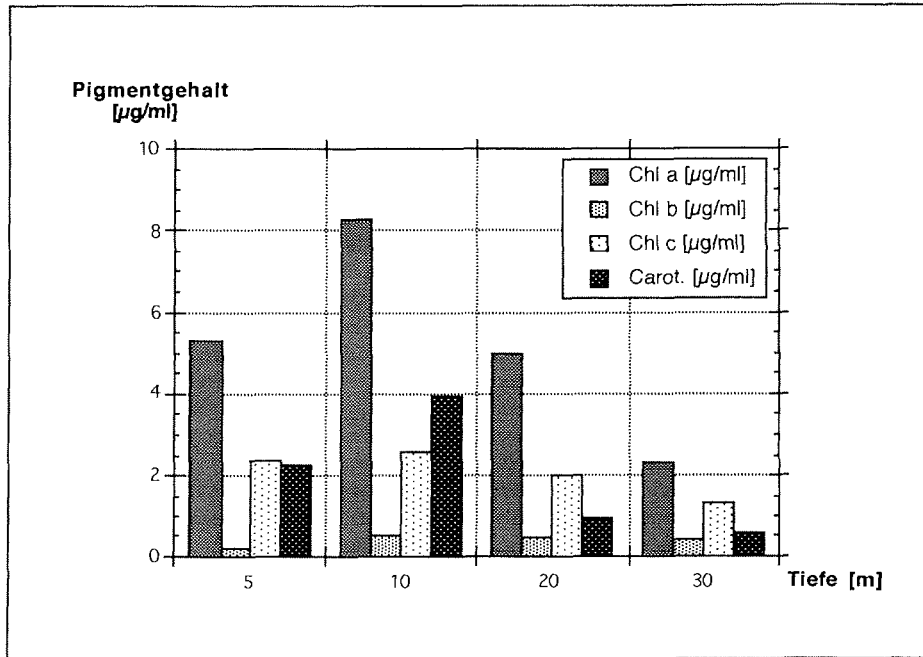


Abb. 4.10: Konzentrationen von Chlorophyll a, b und c sowie Carotinoide in den oberen 3 cm des Sediments entlang der Tiefenstufen von Transekt 2 (Buchteingang)

Die an allen Stationen zu findenden Diatomeen enthalten als Photosynthesepigmente Chlorophyll a und c und als akzessorisches Pigment unter anderem β -Carotin. Chlorophyll c wurde immer gefunden und weist auf die Allgegenwärtigkeit der Diatomeen hin. Allerdings haben auch die Phaeophyceen der großen Tangbestände die Pigmente Chlorophyll a und c sowie β -Carotin. Als einzige Algenklasse mit Chlorophyll b kommen für die Potter Cove die Grünalgen, Chlorophyta in Frage (Strasburger 1991). Makroalgen dieser Abteilung sind auf Hartsubstraten in der Potter Cove unter anderem durch Arten der Ulvophyceae, Cladophorophyceae und Chlorophyceae vertreten (Wiencke *et al.* 1998).

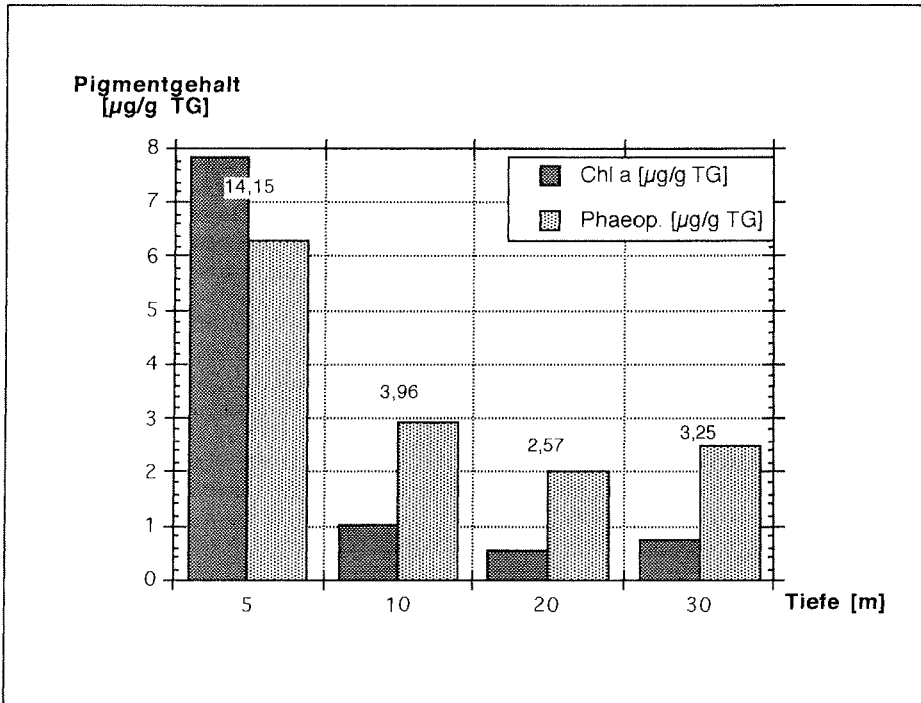


Abb. 4.11: Gehalt von Chlorophyll a im Vergleich zu Phaeopigmenten in den oberen 3 cm des Sediments entlang der Tiefenstufen von Transekt 1 (Buchtinneres). Über den Balken sind die jeweiligen CPE Werte angegeben.

Noch deutlicher werden die Unterschiede in den Auswirkungen der Produktion benthischer Mikroalgen und der Ablagerung von Makroalgendetritus, wenn man neben den aktiven Chloroplastenpigmenten auch deren Abbauprodukte, die Phaeopigmente in Betracht zieht. Hier wird deutlich, daß nur in 5 m Tiefe von Transekt 1 frisches pflanzliches Material überwiegt. An allen anderen Stationen und vor allem in der detritusreichen Senke in 10 m Tiefe an Transekt 2 überwiegt der Anteil der Phaeopigmente. Das ist ein eindeutiger Hinweis darauf, daß hier Detritus abgelagert wird und durch die zeitweilige Dunkelheit aufgrund des sedimentbelasteten Schmelzwassers benthische Diatomeen absterben.

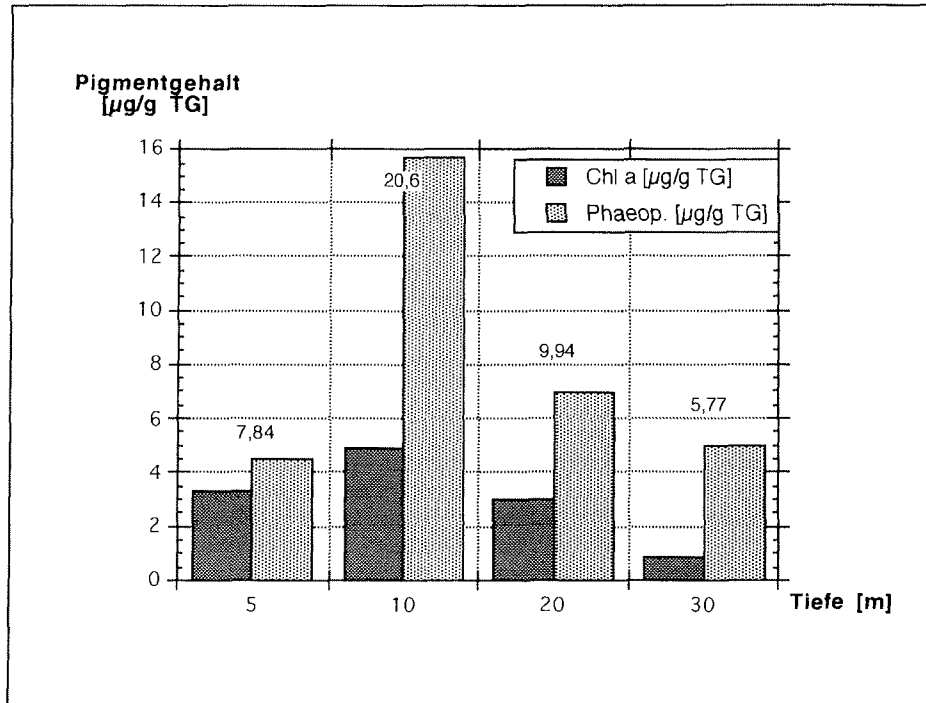


Abb. 4.12: Gehalt von Chlorophyll a im Vergleich zu Phaeopigmenten in den oberen 3 cm des Sediments entlang der Tiefenstufen von Transekt 2 (Buchteingang). Über den Balken sind die jeweiligen CPE Werte angegeben.

Die Chloroplasten Äquivalente (CPE) als Summe von Chlorophyll a und Phaeopigmenten sind ein Maß für den für die Fauna verfügbaren pflanzlichen Anteil an der organischen Substanz im Sediment. Abgesehen vom Cyanophyceenrasen, sind die CPE-Werte an Transekt 2 viel höher als an Transekt 1. Es wird dort generell mehr Detritus abgelagert und auch die Verdunkelung ist je nach Windsituation an diesem Transekt am Buchtausgang nicht so anhaltend wie im Buchtinneren. Deshalb wurden dort auch gegen Ende des Sommers noch intakte Diatomeenrasen beobachtet.

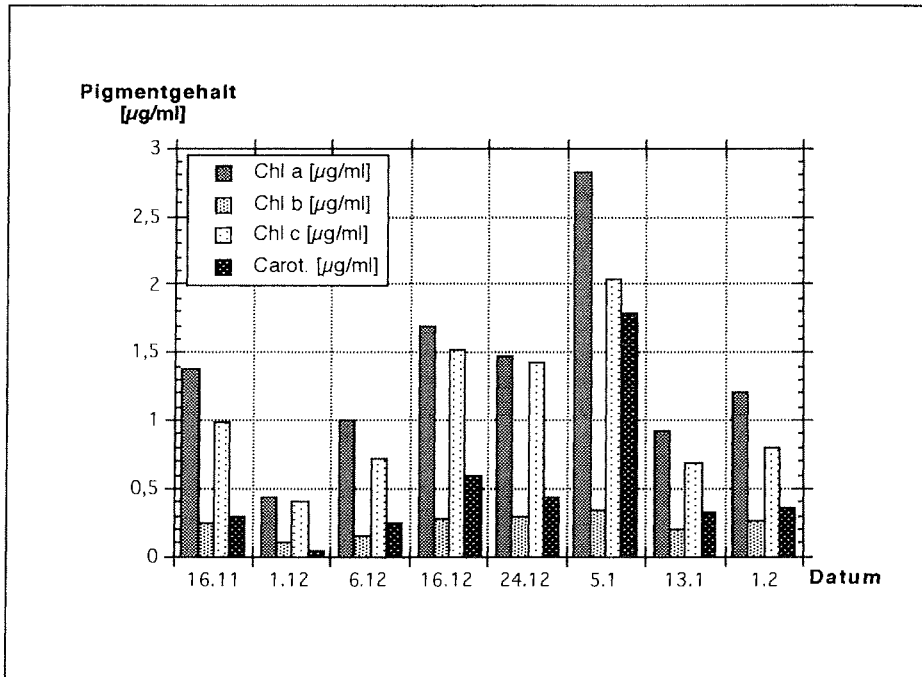


Abb. 4.13: Konzentrationen von Chlorophyll a, b und c sowie Carotinoide in den oberen 3 cm des Sediments an einer Dauerstation auf 20 m Tiefe im Inneren der Bucht

Ende November bricht die Eisdecke auf der Potter Cove auf. Benthische Primärproduktion setzt im klaren Wasser verstärkt ein und führt zu einer maximalen Pigmentkonzentration Anfang Januar. Schließlich wird diese Produktion durch die Verdunkelung stark beeinträchtigt (Abb. 4.13). Wiederholte Sedimentationsprozesse bedecken die benthischen Mikroalgen und es kommt zu einer Steigerung des Phaeopigmentgehaltes im Sediment (Abb. 4.14). Man kann im Laufe des Sommers deutlich verfolgen, wie der Gehalt an Phaeopigmenten zuerst größer als der an Chlorophyll a wird (6.12. - 16.12.) und schließlich sein Übergewicht zum Ende des Sommers hin immer stärker wird.

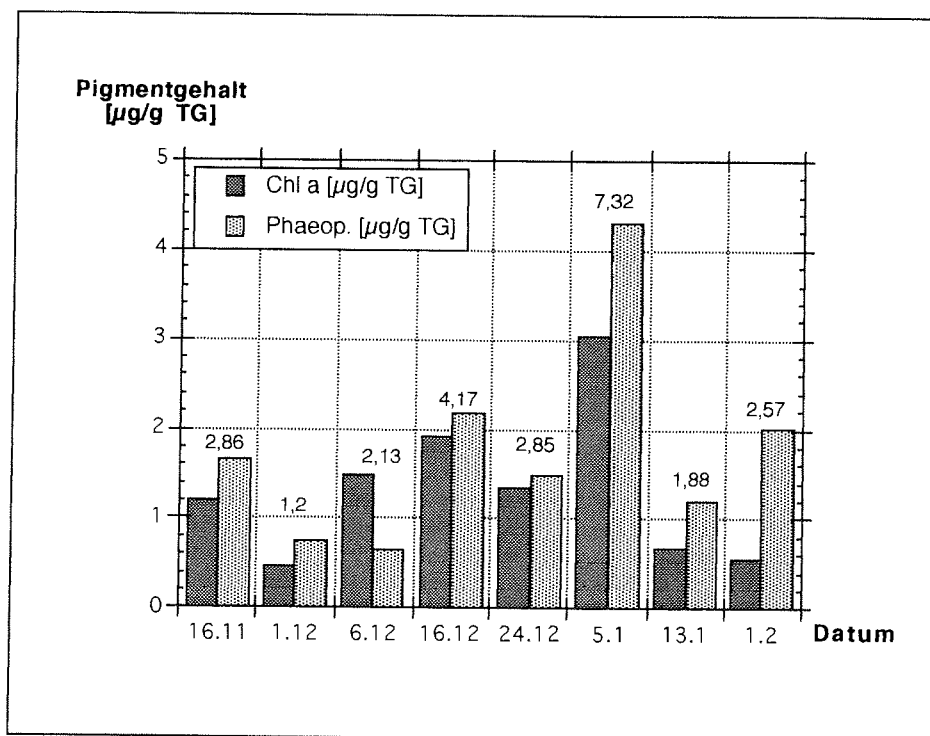


Abb. 4.14: Gehalt von Chlorophyll a im Vergleich zu Phaeopigmenten in den oberen 3 cm des Sediments an einer Dauerstation auf 20 m Tiefe im Inneren der Bucht. Über den Balken sind die jeweiligen CPE Werte angegeben.

4.3 Abundanzen

4.3.1 Harpacticoida

Die Abundanzen harpacticoider Copepoden (Adulte und Copepodide) wurden mit einer Beprobungsserie zwischen dem 1.2. und 9.2.96 entlang der beiden Transekte ermittelt (Abb. 4.15). In Transekt 1 steigen die Mediane der Individuendichten mit zunehmender Tiefe von 3 Individuen pro 10 cm^2 in 5 m Wassertiefe auf $78 \text{ Ind./}10 \text{ cm}^2$ in 30 m Tiefe. Entlang Transekt 2 erreichen die Copepoda Harpacticoida ihre maximale Dichte von $216 \text{ Ind./}10 \text{ cm}^2$ in 10 m Tiefe. Die Abundanzen sinken dann mit zunehmender Tiefe auf $68 \text{ Ind./}10 \text{ cm}^2$ in 30 m.

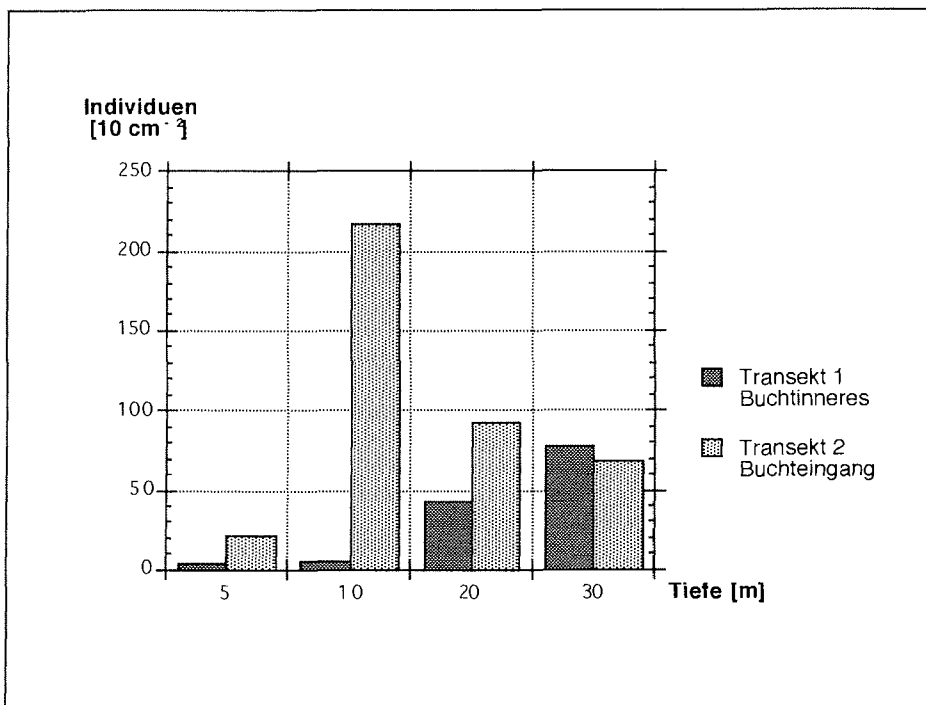


Abb. 4.15: Abundanzen der Harpacticoida (Adulte und Copepodide) entlang zweier Transekte (1.2.-9.2.96). Insgesamt wurden 1189 Individuen auf Flächen von je 40 cm^2 pro Tiefenstufe und Transekt gezählt.

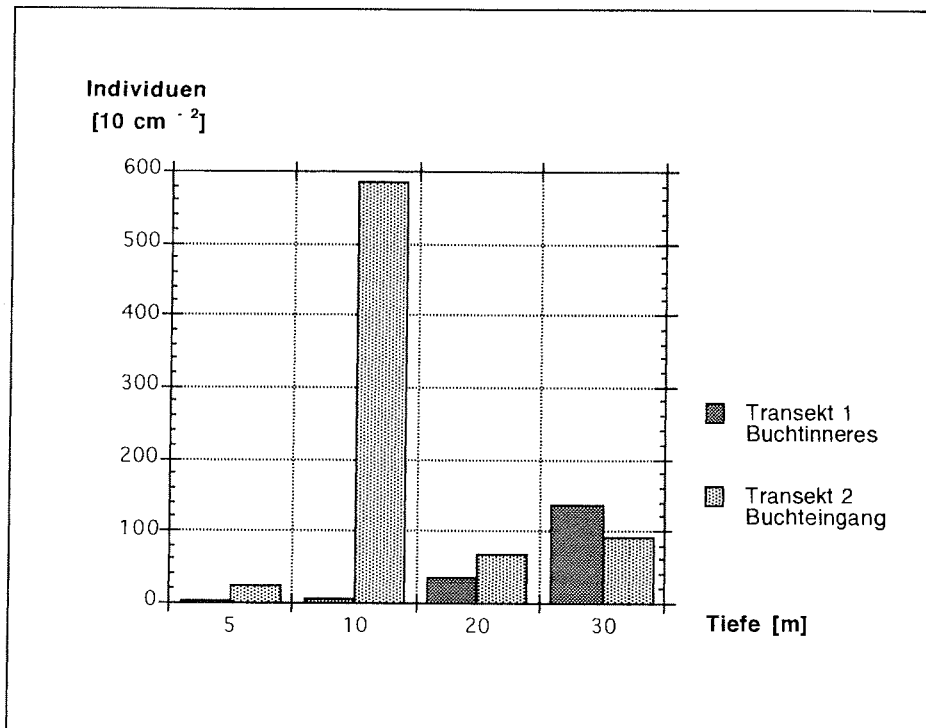


Abb. 4.16: Abundanzen der Nauplien entlang zweier Transekte (1.2.-9.2.96). Insgesamt wurden 1705 Individuen auf Flächen von je 40 cm² pro Tiefenstufe und Transekt gezählt.

Die Verteilung der Nauplien entlang der zwei Transekte (Abb 4.16) zeigt ein ähnliches Muster wie die der adulten Harpacticoida und der Copepodide. Die Mediane der Anzahlen der Nauplien pro 10 cm² Sedimentoberfläche steigen an Transekt 1 im Buchtinneren kontinuierlich mit der Tiefe von 3 Ind./10 cm² auf 136 Ind./10 cm² an. Auch die Nauplien reagieren auf die besonderen Umstände in 10 m Tiefe an Transekt 2 und erreichen dort ihre maximale Dichte mit 584 Ind./10 cm². Abgesehen von dieser Situation ist auch entlang Transekt 2 eine Steigerung der Individuendichten mit der Tiefe von 23 auf 91 Ind./10 cm² zu verzeichnen.

Bei der Betrachtung der Mediane der Individuendichten der Copepoda Harpacticoida an der Dauerstation in 20 m Tiefe im Buchtinneren über einen Zeitraum von November 1995 bis Februar 1996 (Abb. 4.17) fällt zuerst die

vergleichsweise geringe Copepodenzahl pro 10 cm^2 auf. Desweiteren wird die stark variierende Gesamtindividuenzahl deutlich.

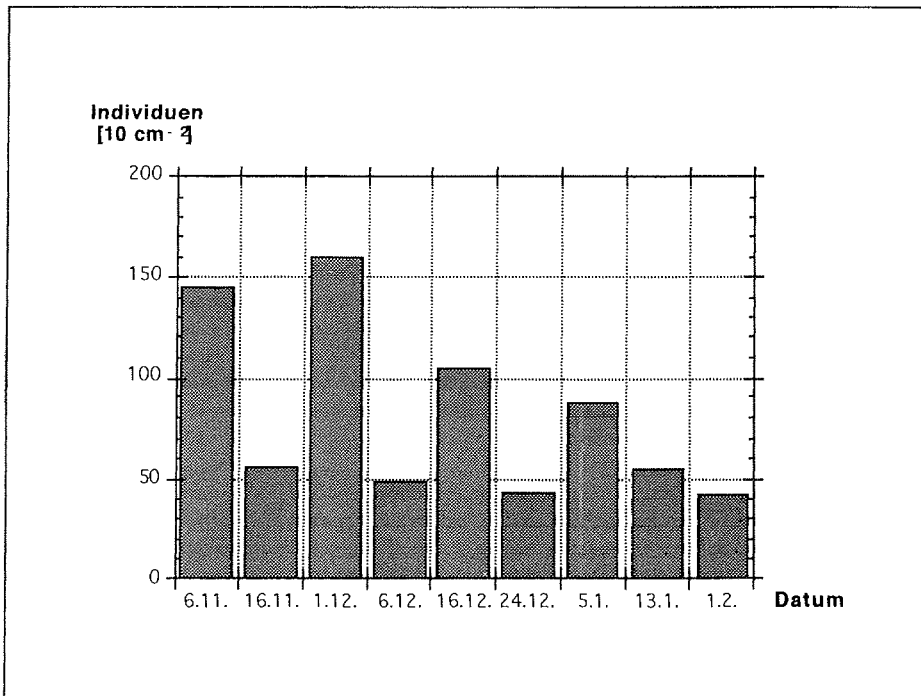


Abb. 4.17: Abundanzen der Harpacticoida (Adulte und Copepodide) an einer Dauerstation auf 20 m Tiefe im Buchtinneren. Insgesamt wurden 4314 Individuen auf Flächen von 60 cm^2 pro Probenstag gezählt.

Obwohl mit jeweils zwei parallelen Stechrohrproben pro Probenstag gearbeitet wurde, die die sehr große Probenfläche von 160 cm^2 umfaßten und deren Zentrifugate mit dem Jensen-Splitter in gleichmäßige Unterproben aufgeteilt wurden (s. Kap. 3.5.1), sind die Ergebnisse zwischen den beiden Parallelen sehr schwankend. Es muß sich um einen sehr fleckenhaft besiedelten Lebensraum handeln, obwohl an der Dauerstation visuell ein sehr einheitliches Bild des Sediments vorherrschte. Allerdings wird in einer allgemeinen Tendenz über den antarktischen Sommer hinweg eine sinkende Anzahl der Individuen pro Flächeneinheit sichtbar.

4.3.2 *Pseudotachidius jubanyensis* Veit-Köhler & Willen, 1999

Die neue Art *Pseudotachidius jubanyensis* aus der Familie der Thalestridae wurde auf den Weichböden der Potter Cove entdeckt und von Veit-Köhler und Willen (1999) beschrieben. Sie zeichnet sich besonders durch ihre Körpergröße sowie ihre Habitatwahl gegenüber ihren näheren Verwandten aus. Auch die extrem großen Nauplien konnten identifiziert werden.

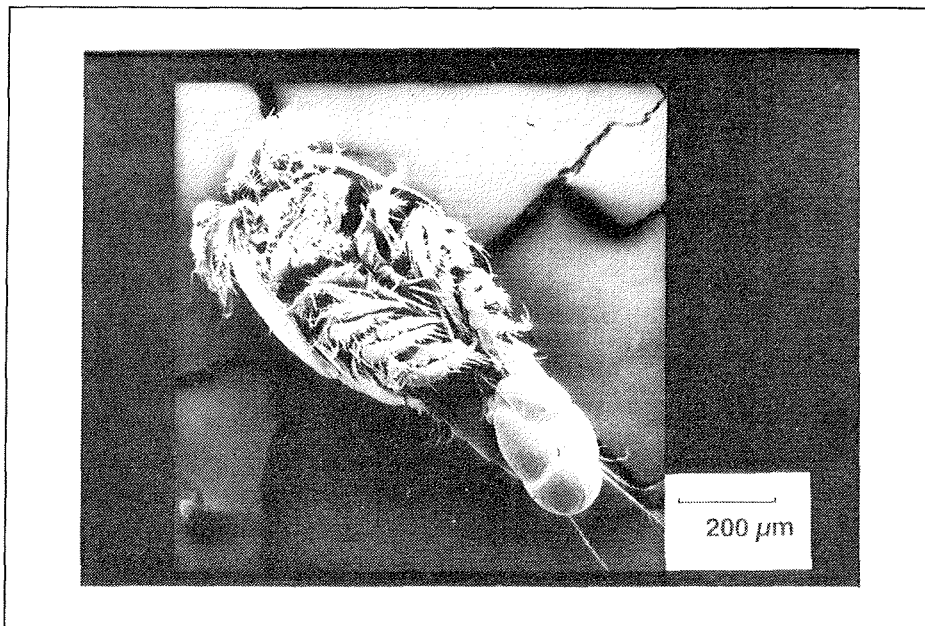


Abb. 4.18: REM-Aufnahme eines graviden Weibchens von *Pseudotachidius jubanyensis* Veit-Köhler & Willen, 1999

Pseudotachidius jubanyensis tritt in Transekt 1 zum ersten Mal in 20 m Tiefe mit einer Median-Dichte von 2 Individuen pro 10 cm² auf und zeigt in 30 m Tiefe eine Abundanz von 10 Ind./10 cm². Entlang Transekt 2 kann er nur in einer Tiefe von 30 m und mit der geringen Dichte von 2 Ind./10 cm² gefunden werden. Es wurden dabei sowohl Adulte als auch Copepodide der Art berücksichtigt (s. auch Abb 4.29 in Kap. 4.4.2).

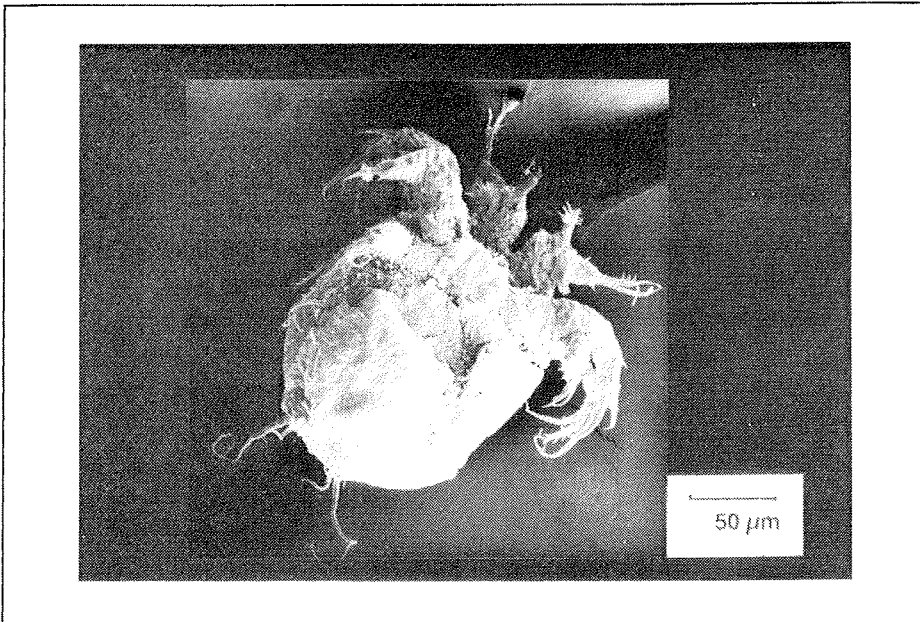


Abb. 4.19: REM-Aufnahme eines frühen Nauplius von *Pseudotachidius jubanyensis*
Veit-Köhler & Willen, 1999

4.3.3 *Scottopsyllus (Scottopsyllus) praecipuus* Veit-Köhler, 2000

Scottopsyllus (Scottopsyllus) praecipuus ist die zweite neue Art, die aus der Potter Cove beschrieben wurde (Veit-Köhler 2000). Diese Art aus der Familie der Paramesochridae zieht offensichtlich ebenfalls Weichböden in den gering exponierten tieferen Zonen vor.

Entlang beider Transekte ist die Art nicht innerhalb der ersten 10 m zu finden. Wie bei *Pseudotachidius jubanyensis* wurden die ersten Individuen an Transekt 1 in einer Tiefe von 20 m (Median 8 Ind./10 cm²), an Transekt 2 in 30 m Tiefe (2 Ind./10 cm²) beobachtet. Auch an Transekt 1 wurden in 30 m Tiefe 2 Ind./10 cm² gefunden.

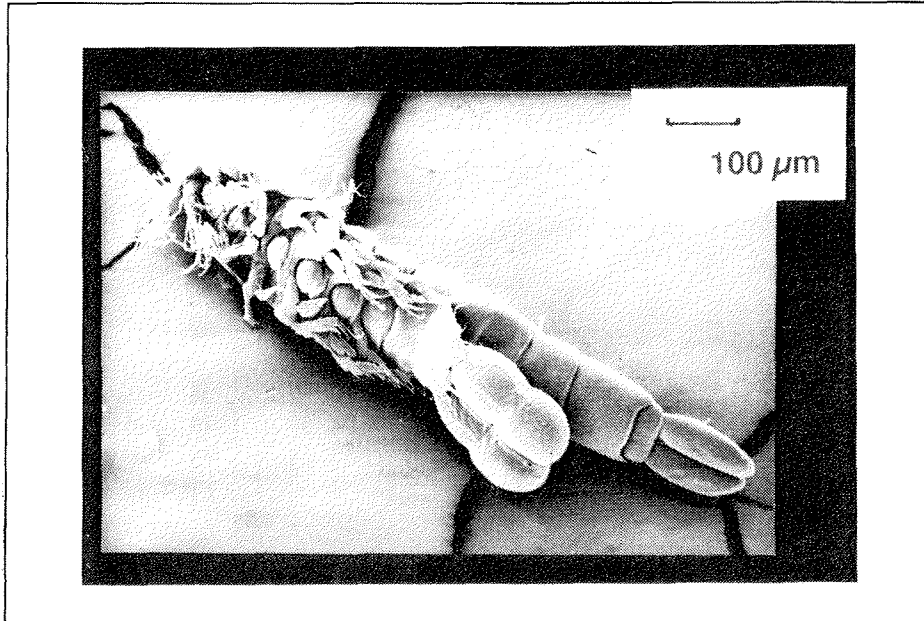


Abb. 4.20: REM-Aufnahme eines graviden Weibchens von *Scottopsyllus (S.) praecipuus*
Veit-Köhler, 2000

4.3.4 Peracarida

Von den Peracarida sind in dieser Untersuchung nur die der Meiofauna entsprechenden Größenklassen vertreten. Wieder zeigen die beiden Transekte (1.2. - 9.2.96) deutliche Unterschiede in den Besiedlungsdichten und der Besiedlungsstruktur in den verschiedenen Tiefen (Abb. 4.21). Cumacea zeigen sich in den Weichböden des Transektes 1 dominant und werden in 30 m Tiefe bei Transekt 2 gefunden. Amphipoda sind hauptsächlich entlang Transekt 2 auf sandigeren Böden zu finden. Die Weichböden der tiefsten Stationen werden wiederum von den Tanaidacea bevorzugt. Sie sind aber sehr selten. Isopoda sind entlang beider Transekte zu finden.

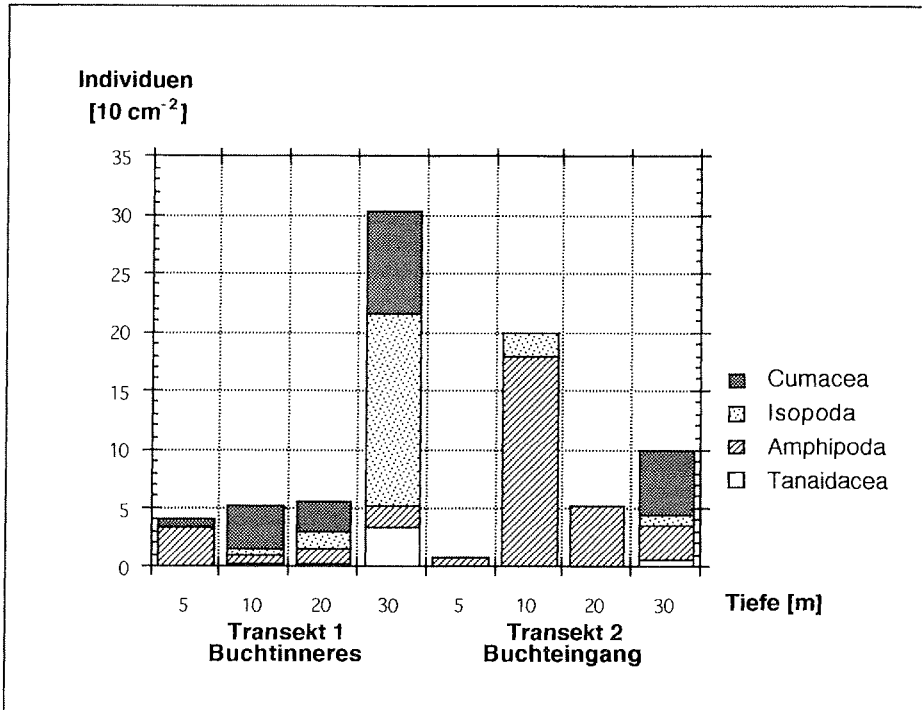


Abb. 4.21: Verteilung der Peracarida (Cumacea, Isopoda, Amphipoda, Tanaidacea) entlang der Transekte 1 (Buchtinneres) und 2 (Buchteingang)

An der Dauerstation läßt sich eine Tendenz abnehmender Individuendichten zum Ende des Südsommers hin beobachten. Unter den Peracarida des Meiobenthos sind über den gesamten Beobachtungszeitraum an der Dauerstation in 20 m Tiefe im Inneren der Bucht die Cumacea dominant (Abb. 4.22).

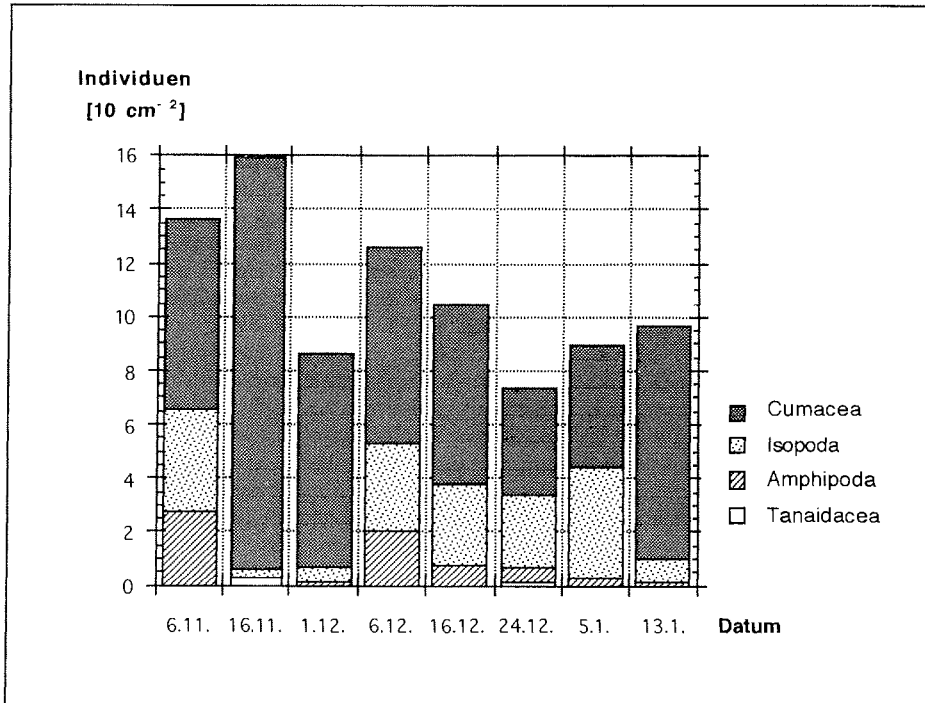


Abb. 4.22: Verteilung der Peracarida (Cumacea, Isopoda, Amphipoda, Tanaidacea) von November 1995 bis Februar 1996 an einer Dauerstation im Buchtinneren der Potter Cove in 20 m Tiefe

4.4 Biovolumen und Biotypen

Biovolumina geben einen besseren Eindruck von der Ökologie der untersuchten Arten und können zu deren Abgrenzung innerhalb einer Artengemeinschaft dienen. Im Gegensatz zur Angabe reiner Individuenzahlen, kann die zusätzliche Bestimmung des Biovolumens auch die Unterschiede zwischen einzelnen Standorten deutlicher machen. Verschiedene Standorte favorisieren verschiedene Biotypen, die den Gegebenheiten angepaßt sind. Die Analyse der Körperformen gibt Aufschluss über die bevorzugte Lebensweise auf oder in dem jeweiligen Substrattyp. Je nach Nahrungsverfügbarkeit und -qualität ist die Sekundärproduktion der einzelnen Standorte unterschiedlich, das Biovolumen gibt auch darüber Auskunft.

4.4.1 Harpacticoida

4.4.1.1 Biovolumen

Insgesamt wurden an Transekt 1 266 Tiere vermessen. Das mittlere Biovolumen der Harpacticoida war an der 5 m Station am größten. Die beiden tieferen Stationen glichen sich im mittleren Biovolumen der Individuen (5,8 nl/Ind.), allerdings war das Gesamtbiovolumen mit 452,4 nl 10 cm⁻² in 30 m Tiefe aufgrund der höheren Individuendichte (78 Ind.10 cm⁻²) am größten (Abb. 4.23).

Es muß einschränkend gesagt werden, daß die Standardabweichungen in allen vier Fällen größer als der Mittelwert selbst waren, was auf die große Spannweite der Verteilungen zurückzuführen ist (vgl. Abb. 4.25).

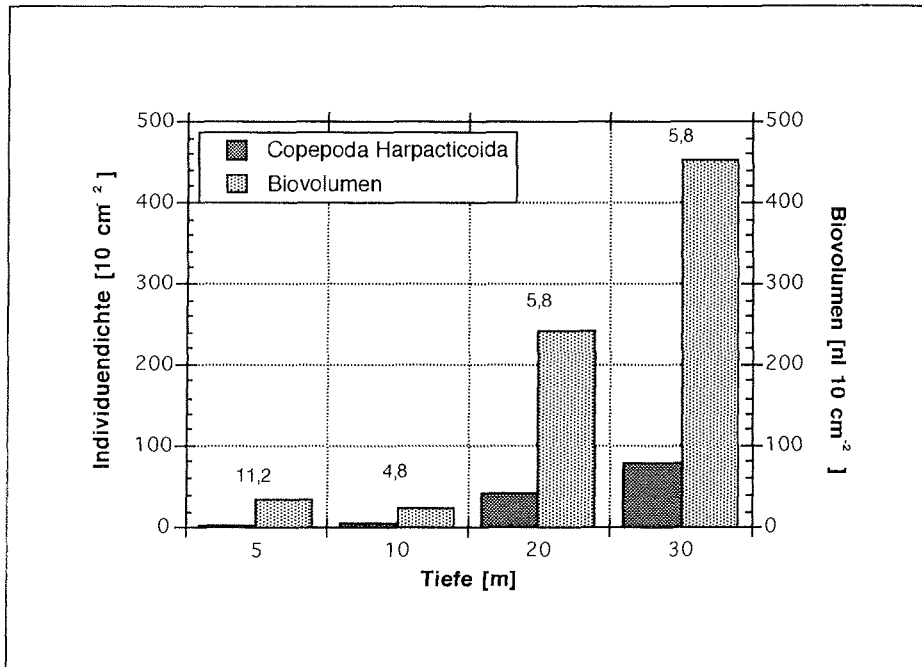


Abb. 4.23: Biovolumen aller Harpacticoida entlang des Transekts 1 im Vergleich zur Anzahl der gefundenen Individuen. Die Zahlen über den Balken geben das mittlere Volumen des einzelnen Copepoden an der jeweiligen Station an (1.2. - 6.2.96).

Von Transekt 2 wurden 318 Tiere vermessen (Abb. 4.24). Das höchste Biovolumen überhaupt wurde mit $648 \text{ nl } 10 \text{ cm}^{-2}$ auf 10 m Tiefe gemessen. Allerdings wurde hier auch das geringste mittlere Biovolumen mit nur 3 nl/Ind. festgestellt. Auch an diesem Transekt ist ein mit zunehmender Tiefe zunächst abfallendes mittleres Biovolumen festzustellen. Erst in größerer Tiefe nimmt die durchschnittliche Größe der Harpacticoida wieder zu.

Im Vergleich der beiden Transekte fällt auf, daß ähnliche Sedimenttypen offensichtlich ein gleiches mittleres Biovolumen der Harpacticoida zur Folge haben. Die Werte von $5,8$ bzw. $5,7 \text{ nl}$ sowohl in 20 und 30 m Tiefe an Transekt 1 als auch in 30 m Tiefe an Transekt 2 lassen diesen Schluss zu. Außerdem gibt es in der Potter Cove Lebensräume, die hauptsächlich kleinere (Transekt 2, 10 und 20 m) oder größere Tiere (Transekt 1, 5 m) beherbergen.

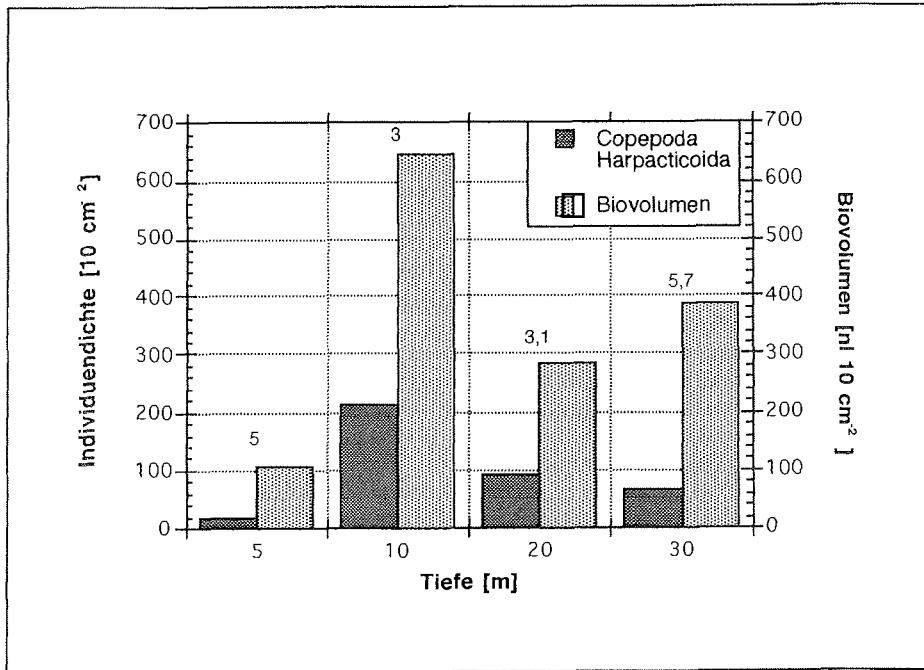


Abb. 4.24: Biovolumen aller Harpacticoida entlang des Transekts 2 im Vergleich zur Anzahl der gefundenen Individuen. Die Zahlen über den Balken geben das mittlere Volumen des einzelnen Copepoden an (7.2. - 9.2.96).

Die Einteilung der vermessenen Individuen in Größenklassen einer geometrischen Reihe verdeutlicht die teilweise inhomogene Verteilung der Individuengrößen innerhalb jeder Tiefenstufe entlang der Transekte. Die Größenklassen wurden in Form einer geometrischen Reihe gewählt, wobei jede Klasse das doppelte Volumen der ihr vorangehenden Klasse umfaßt. Somit bleibt die Zahl der Größenklassen überschaubar, und es konnten alle Individuen vom kleinsten (0,2 nl) bis zum größten (68,9 nl) erfaßt werden.

Die Verteilungen auf die Größenklassen 1 bis 9 sind an Transekt 1 nur für die Tiefen 20 und 30 m annähernd normal mit Maxima in den Klassen 4 bzw. 5 (Abb. 4.25). Die Individuen, die für die 5 und 10 m Stationen vermessen wurden, verteilen sich mit mehreren Peaks auch auf kleinere und größere Klassen.

Tab. 4.5: Größenklassen der gewählten geometrischen Reihe zur Beurteilung der Verteilungen der Individuen der einzelnen Stationen

Klasse	Biovolumen [nl]
1	0,2 - 0,39
2	0,4 - 0,79
3	0,8 - 1,59
4	1,6 - 3,19
5	3,2 - 6,39
6	6,4 - 12,79
7	12,8 - 25,59
8	25,6 - 51,19
9	51,2 - 102,4

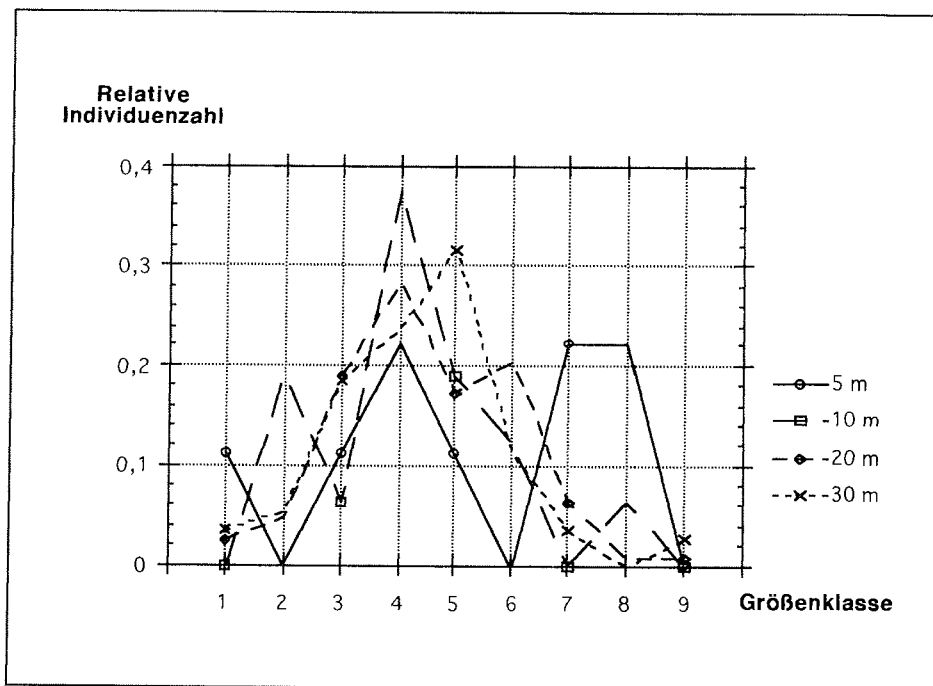


Abb. 4.25: Relative Anzahl der Individuen pro geometrischer Größenklasse an den vier Tiefenstufen des Transekts 1 (Buchtinneres)

An Transekt 2 führt die fast normale Verteilung der Individuen in den Tiefenstufen 10 und 20 m mit den Maxima in Größenklasse 4 dazu, daß nur hier die Standardabweichungen niedriger als die sehr niedrigen Mittelwerte sind (Abb. 4.26). Die Verteilungen in 5 und 30 m Tiefe sind unregelmäßiger, und auch hier werden wieder größere und kleinere Klassen mit Verteilungspeaks berücksichtigt.

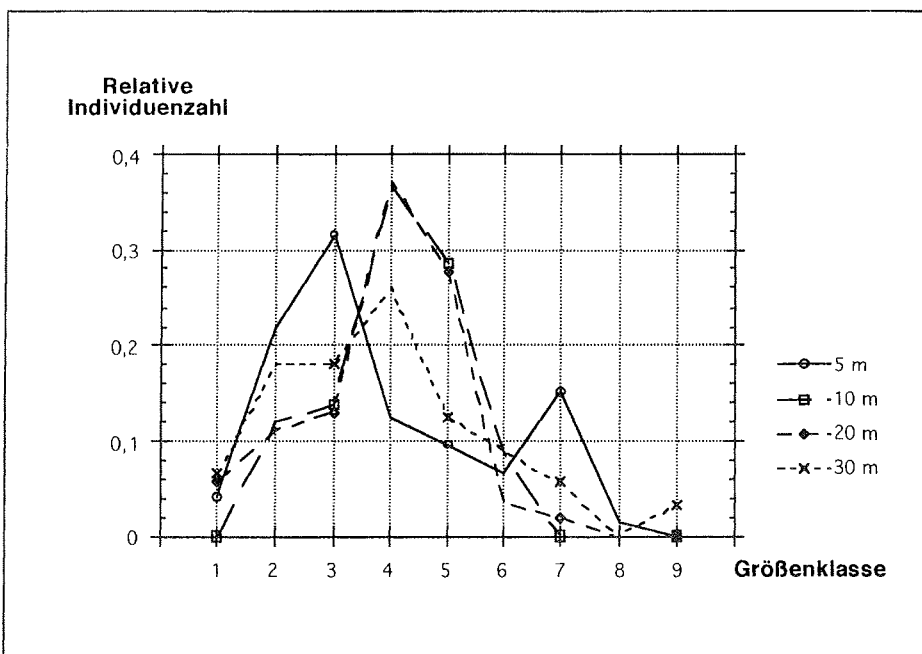


Abb. 4.26: Relative Anzahl der Individuen pro geometrischer Größenklasse an den vier Tiefenstufen des Transekts 2 (Buchteingang)

An beiden Transekten wird die Präsenz von adulten Individuen der Art *Pseudotachidius jubanyensis* in der Größenklasse 9 in 20 und 30 m Tiefe deutlich.

4.4.1.2 Biotypen

Tiere mit unterschiedlicher Körperform werden hier als Biotypen eingeordnet. Bereits die Körperform sagt bei den Harpacticoida sehr viel über Lebensraum und Lebensweise der Tiere aus. Betrachtet man nun nicht mehr die Masse der Harpacticoida an jeder Station als ganzes, sondern die einzelnen Individuen als Biotypen mit ihren unterschiedlichen Anpassungen an ihre Lebensräume, ergibt sich ein weiter differenziertes Bild. Die zugehörigen Körperformen zu den Konversionsfaktoren der x-Achse in Abb. 4.27 und 4.28 können in Abb. 3.3 nachgesehen werden.

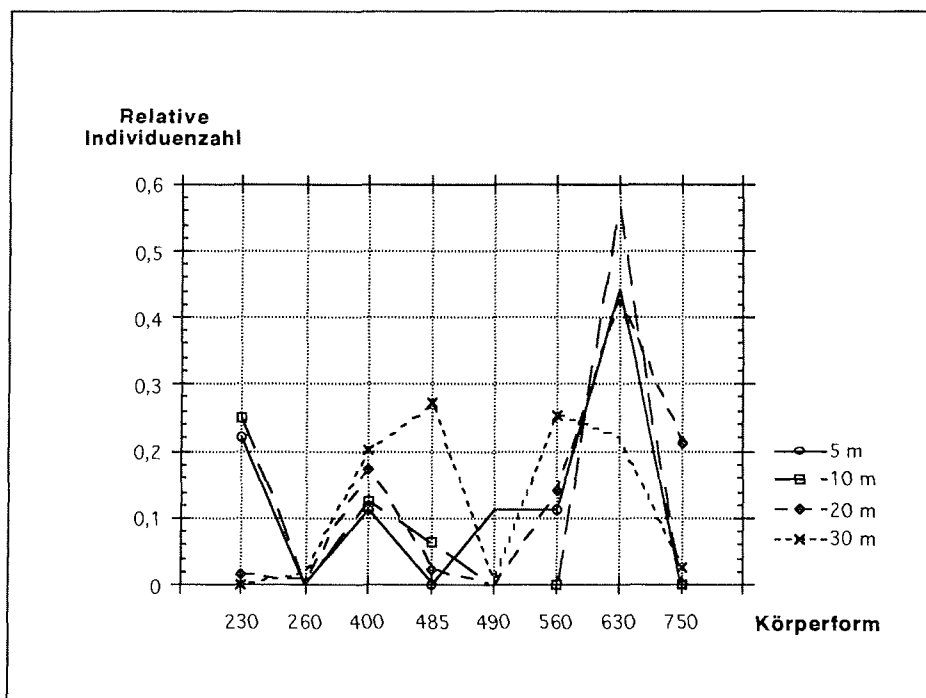


Abb. 4.27: Körperformen der Harpacticoida an den einzelnen Tiefenstufen von Transekt 1 (Buchtinneres). Die Zahlen der x-Achse geben die Konversionsfaktoren für die entsprechenden Körperformen nach Warwick und Gee (1984) an.

In 5, 10 und 20 m Tiefe sind ganz deutlich Tiere mit semi-zylindrisch komprimierter Körperform (Faktor 630) im Vorteil (Abb. 4.27). Sie haben eine epibenthische Lebensweise und stellen die größte Menge der an diesen Stationen vorkommenden Harpacticoida. Ebenso sind dort pyriforme (400) Tiere vertreten, die jedoch in 30 m Tiefe einen noch deutlich größeren Anteil ausmachen. Pyriforme Tiere sind meist grabend im Weichboden anzutreffen, sind aber oft auch gute Schwimmer. In 5 und 10 m Tiefe sind sehr viele stark abgeflachte scutelliforme Individuen (230) gefunden worden. Diese typischen Phytalbewohner könnten hier mit dem groben Makroalgendetritus assoziiert sein. Die eigentlichen Maxima an der 30 m Station liegen bei semi-zylindrischen (560) und fusiformen meist epibenthischen Tieren (485). Nirgends sonst wurden so viele Individuen der fusiformen Gruppe gefunden wie an dieser Stelle.

An Transekt 2 sind die Stationen in 20 und 30 m Tiefe durch jeweils zwei deutliche Peaks gekennzeichnet (Abb. 4.28). Während in 30 m Tiefe grabende und epibenthische pyriforme (400) und semi-zylindrische Tiere (560) überwiegen, sind es in 20 m Tiefe pyriform-depresse (260) Phytalbewohner und semi-zylindrische Tiere. Die meisten Individuen in 5 und 10 m Tiefe sind eher bei den grabenden und epibenthischen Biotypen mit höherem Konversionsfaktor, also eher zylindrischer Grundform, zu finden. In 5 m Tiefe sind semi-zylindrisch-depresse (490) und semi-zylindrisch-komprimierte Tiere (630) am häufigsten. In 10 m Tiefe sind es neben den semi-zylindrisch-komprimierten auch die semi-zylindrischen (560) Vertreter.

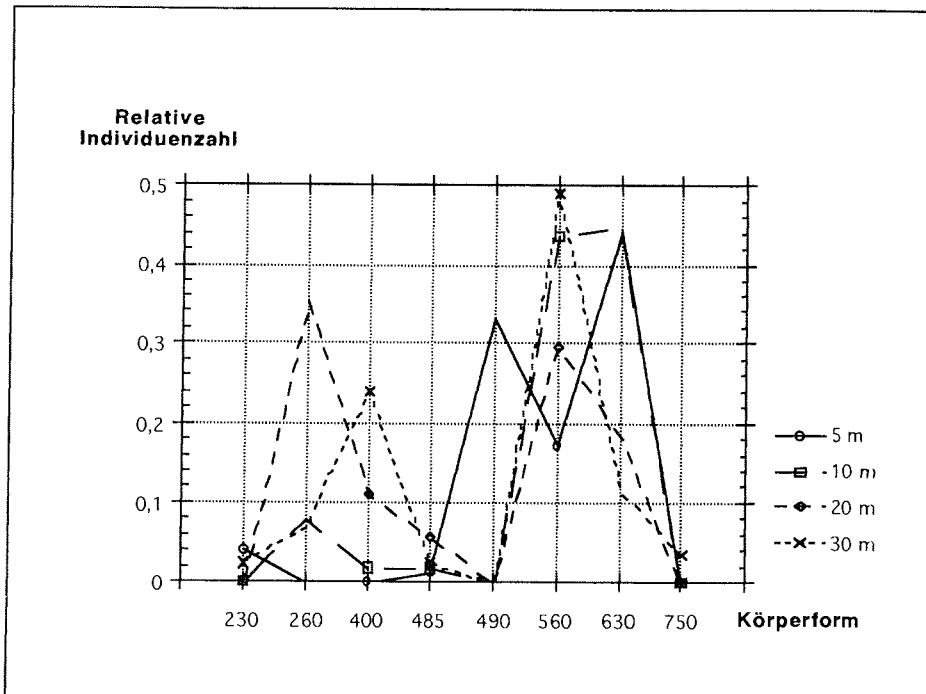


Abb. 4.28: Körperformen der Harpacticoida an den einzelnen Tiefenstufen von Transekt 2 (Buchteingang). Die Zahlen der x-Achse geben die Konversionsfaktoren für die entsprechenden Körperformen nach Warwick und Gee (1984) an.

4.4.2 *Pseudotachidius jubanyensis*

Pseudotachidius jubanyensis zeichnet sich durch extreme Körpergröße im Vergleich zu allen anderen entlang der Transekte gefundenen Harpacticoida aus (Abb. 4.18). Nach Warwick und Gee (1984) wurde *Pseudotachidius jubanyensis* als „pyriform“ eingestuft und sein Körpervolumen mit einem Umrechnungsfaktor von $C = 400$ berechnet (Abb. 3.3). Repräsentative Anzahlen aller Postnaupliastadien und Adulti der neuen Art wurden vermessen.

Tab. 4.6: Körpervolumina der einzelnen Entwicklungsstadien (für C VI und C V geschlechtsabhängig) von *Pseudotachidius jubanyensis* berechnet nach Warwick und Gee (1984)

<i>P. jubanyensis</i>	Anzahl der vermessenen Individuen	Mittelwert [nl]	Standardabw. [nl]
Copepodid VI Weibchen	18	68,9	12,5
Copepodid VI Männchen	16	24,9	4,6
Copepodid V Weibchen	4	52,6	21
Copepodid IV	6	23,5	9,2
Copepodid III	7	12,1	3
Copepodid II	13	5,6	1,3
Copepodid I	23	3,4	1

Schon Copepodide des ersten Entwicklungsstadiums haben ein Biovolumen, das in Größenklasse 5 einzuordnen ist und dem Durchschnittsvolumen aller Harpacticoida an einigen Stationen der Transekte entspricht. Nach jeder Häutung wird das Biovolumen fast verdoppelt. Nur vom Copepodid V zum Adulten ist bei den Weibchen kaum noch ein Größenzuwachs zu verbuchen, was auch durch die relativ großen Standardabweichungen in diesen Größenbereichen deutlich wird. Insgesamt verzwanzigfacht ein Weibchen von *Pseudotachidius jubanyensis* während seiner Entwicklung mit nur fünf Häutungen sein Biovolumen.

Trotz seiner relativ geringen Individuendichten ist der Anteil von *Pseudotachidius jubanyensis* am Gesamtbiovolumen an Transekt 1 in den Tiefen 20 und 30 m erheblich. Abbildung 4.29 zeigt deutlich, daß nur 10 Individuen von *P. jubanyensis* pro 10 cm² mit 247,5 nl fast ebensoviel Biovolumen zur Gesamtmasse beitragen wie 68 andere Harpacticoida mit nur 258,4 nl. Für diese Graphik wurden die Mediane von Individuenzahl und das mittlere Biovolumen der entsprechenden Tiefenstufen verwandt. Die gefundenen Individuen von *P. jubanyensis* wurden entsprechend ihrer Entwicklungsstufe gewichtet.

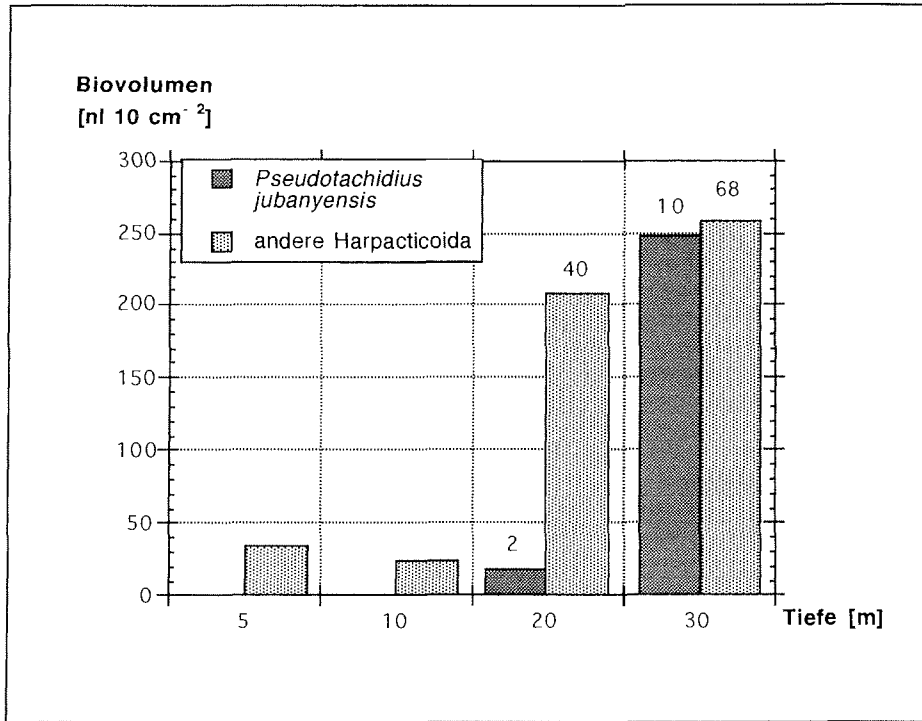


Abb. 4.29: Anteil von *Pseudotachidius jubanyensis* (Adulte und Copepodide nach Stadium gewichtet) und allen anderen Harpacticoida am Gesamtbiovolumen der einzelnen Tiefenstufen des Transektes 1 im Buchtinneren. Über den Balken sind die Individuendichten pro 10 cm² angegeben.

4.4.3 *Scottopsyllus (S.) praecipuus*

Auch die zweite neue Art *Scottopsyllus (S.) praecipuus* liegt mit einem Großteil ihrer Entwicklungsstadien deutlich über dem durchschnittlichen Biovolumen der Harpacticoida an den Transekten 1 und 2. Gut erkennbar ist der Einfluß der zylindrischen Körperform und somit des gewählten Umrechnungsfaktors ($C = 750$, nach Warwick und Gee (1984)) auf das Biovolumen, denn Weibchen von *S. (S.) praecipuus* erreichen trotz fast

annähernd gleicher Körperlänge (0,93 mm) nur knapp ein Viertel des Volumens der Weibchen (1,03 mm) von *Pseudotachidius jubanyensis*.

Tab. 4.7: Körpervolumina der einzelnen Entwicklungsstadien (für C VI, C V und C IV geschlechtsabhängig) von *Scottopsyllus (S.) praecipuus* nach Warwick und Gee (1984)

<i>S. (S.) praecipuus</i>	Anzahl der vermessenen Individuen	Mittelwert [nl]	Standardabw. [nl]
Copepodid VI Weibchen	10	17,9	1,1
Copepodid VI Männchen	12	11,6	0,7
Copepodid V Weibchen	7	10,9	1,4
Copepodid V Männchen	8	9,1	0,7
Copepodid IV Weibchen	7	6,6	1,9
Copepodid IV Männchen	4	4,4	0,9
Copepodid III	7	3,1	0,8
Copepodid II	11	2,3	0,3
Copepodid I	8	1,6	0,3

Bei dieser Art liegt der Zuwachs hauptsächlich im Längenwachstum. Die durchschnittliche Körperbreite von Copepodiden des ersten Stadiums beträgt 63 μm . Dieser Wert wird bis hin zu den adulten Weibchen mit 118 μm noch nicht einmal verdoppelt. Dafür ist der Längenzuwachs von 282 μm um den Faktor 3,3 auf 929 μm umso deutlicher.

4.5 Statistische Auswertung

Mit dem Spearmanschen Rang-Korrelationstest sollte herausgefunden werden, ob es zwischen den Größen „Anzahl der Harpacticoida“ und „Biovolumen der Harpacticoida“ an den beiden Transekten und den gemessenen abiotischen und biotischen Faktoren Zusammenhänge gibt. Da bei der Korrelationsanalyse der Individuendichte bzw. des Biovolumens mit den Wassertiefen gehäuft Bindungen auftreten, mußte hier mit der Prüfgröße $r_{S,B}$ gerechnet werden. Die durch die Einbeziehung beider Transekte in die Berechnungen jeweils doppelt vorhandenen Wassertiefen würden sonst zu einer Überschätzung der Korrelation führen.

Tab. 4.8: r_s bzw. $r_{S,B}$ Werte des Spearmanschen Rang-Korrelationstests für die Anzahl der Harpacticoida sowie für ihr Biovolumen an zwei Transekten im Vergleich mit mehreren Faktoren (* $P < 0,1$; ** $P < 0,05$)

Faktor	Anzahl der Harpacticoida	Biovolumen der Harpacticoida
r_s		
Korngröße	-0,071	-0,214
TOM	0,5536*	0,6607**
Kohlenstoff	0,3333	0,381
Stickstoff	0,119	0,2143
C/N	0,5*	0,4048
CPE	0,1905	0,1429
(CPE	0,5357*	0,3214)
$r_{S,B}$		
Wassertiefe	0,5366*	0,5854*

Für die beiden Größen, Anzahl und Biovolumen der Harpacticoida, ist neben einem positiven Zusammenhang mit der Wassertiefe an den Stationen auch eine Korrelation mit der Menge an organischer Substanz zu finden (* $P < 0,1$; ** $P < 0,05$). Das Signifikanzniveau ist sehr niedrig. Es existieren aber Abhängigkeiten zwischen der Besiedlung durch Harpacticoida und physikalischen Störungen sowie dem Nahrungsangebot.

Wie die Ergebnisse zeigen, sind auf unterschiedlichen Korngrößen zwar verschiedene Biotypen zu finden, aber es scheint keine Korrelation mit der Anzahl oder der Biomasse zu geben. Die errechneten Werte für das C/N Verhältnis sind höher als für die beiden Elemente einzeln betrachtet, aber nur mit der Anzahl der Harpacticoida besteht eine geringe Korrelation (* $P < 0,1$).

Ebenfalls besteht eine Korrelation der Individuendichte mit den Chloroplasten-Äquivalenten CPE (* $P < 0,1$). Allerdings erst wenn die Station an Transekt 1 in 5 m Tiefe aus der Berechnung herausgenommen wird (In Tab. 4.8 sind diese Berechnungen in Klammern geschrieben). Der dort auftretende Cyanophyceenrasen ist ein erheblicher Störfaktor, der zwar die CPE Werte für diese Station stark erhöht, dessen Unbewohnbarkeit für Harpacticoida sich aber in den niedrigen Individuenzahlen widerspiegelt. Die CPE Werte basieren also auf zwei verschiedenen Voraussetzungen: Cyanophyceen auf der einen und Diatomeen sowie Phaeophyceen- und Chlorophyceendetritus auf der anderen Seite.

4.6 Fortpflanzung

4.6.1 *Pseudotachidius jubanyensis*

Bei der Bestimmung der Entwicklungsstadien über den Beobachtungszeitraum November 1995 bis Februar 1996 (Abb. 4.30) an einer Dauerstation (20 m) im Inneren der Bucht wird deutlich, daß sich Adulte hauptsächlich zu Beginn des Sommers in dieser Tiefe aufhalten. Bis in den Dezember hinein werden eisacktragende Weibchen gefunden, später nicht mehr. Männchen werden ab Mitte Januar nicht mehr beobachtet.

Tiere der Entwicklungsstadien Copepodid I bis Copepodid III machen an allen Terminen mindestens 40 % der Population aus. Ihr Anteil an der Gesamtpopulation nimmt im Verlauf des antarktischen Sommers weiter zu. Copepodide IV und V sind immer deutlich seltener, was entweder auf eine langsame Entwicklung oder eine hohe Verlustrate schließen läßt. Allerdings sind diese Tiere in größeren Tiefen innerhalb der Bucht auch noch Anfang Februar gefunden worden. Die 30 m Station von Transekt 1 zeigt eine vergleichsweise höhere Abundanz (10 Ind./10 cm²) als die in 20 m Tiefe (2,5 Ind./10 cm²). Da es aus Sicherheitsgründen nicht möglich war, zahlreiche Tauchgänge in diese Tiefe durchzuführen, war die Dauerstation auf 20 m festgelegt worden. Es bleibt daher offen, ob die Abundanz der Tiere gegen Ende des Sommers generell abnimmt, oder ob sie lediglich in tiefere Zonen abwandern. Ein Trend zur Abnahme der Individuendichte in 20 m Tiefe ist gegen Ende des Sommers zu beobachten.

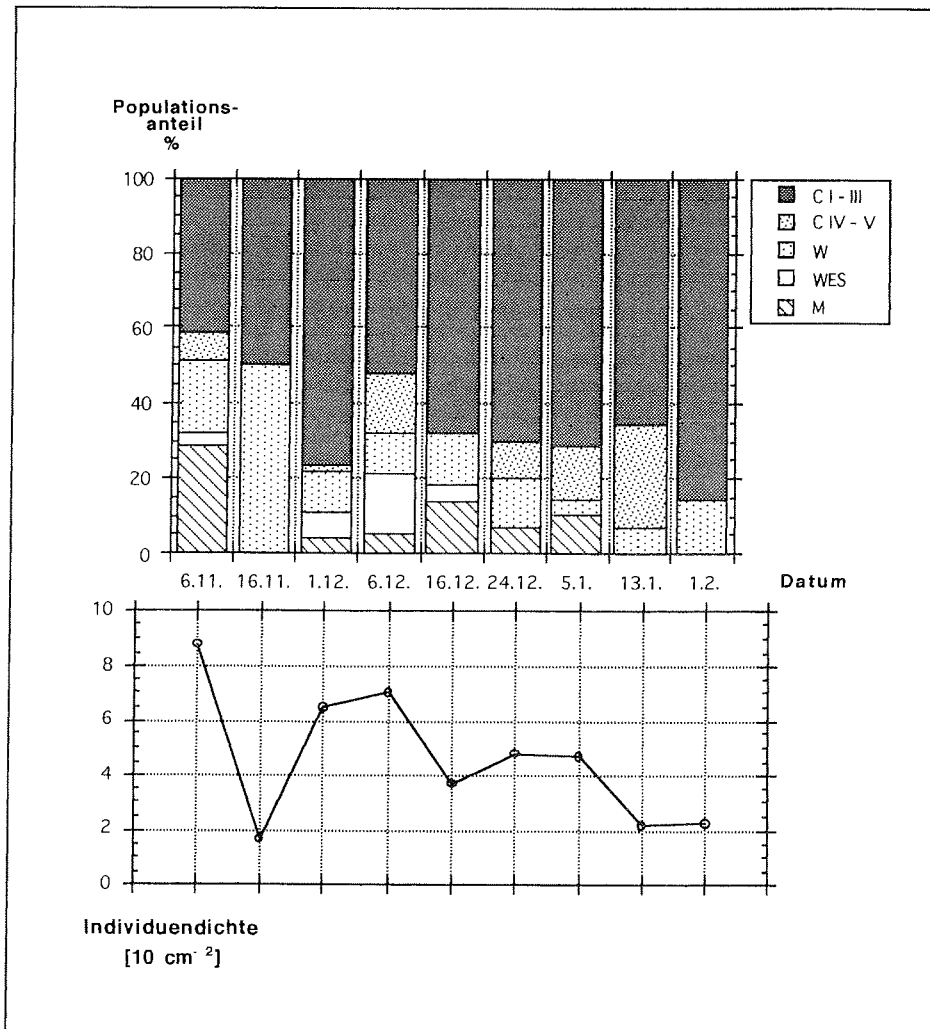


Abb. 4.30: Populationsstruktur und Individuendichte [Ind./10cm²] von *Pseudotachidius jubanyensis* im antarktischen Sommer 1995/96 an einer Dauerstation auf 20 m Tiefe im Buchtinneren. Der prozentuale Anteil der Copepodidstadien (C) I - III und IV - V, der Weibchen (W), Weibchen mit Eisack (WES) und Männchen (M) an der Population ist für jeden Probenahmezeitpunkt dargestellt (n = 233).

Die Daten aus dem Jahr 1994/95 sind spärlich, aber es wird deutlich, daß die CV Stadien wie bei den Beobachtungen des Jahres 1995/96 sowohl zu Anfang als auch am Ende des Beobachtungszeitraumes auftreten (Abb. 4.31).

In der Tiefe von 30 m kommen die eiertragenden Weibchen erst sehr viel später vor, und die jüngeren Copepodide nehmen zum Frühherbst hin ab, ganz im Gegensatz zur Entwicklung an der Station in 20 m Tiefe.

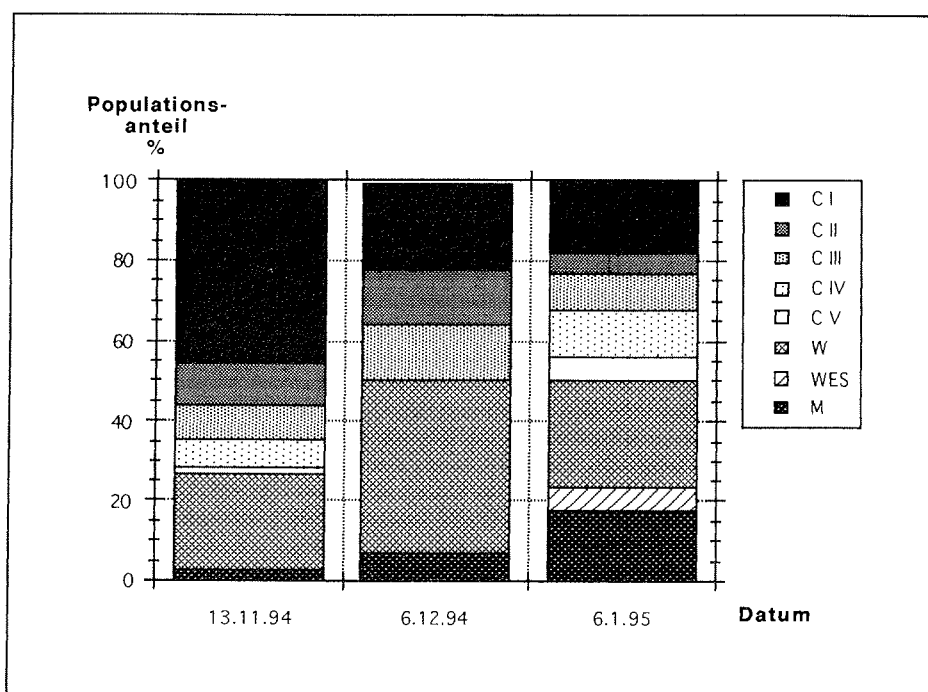


Abb. 4.31: Populationsstruktur von *Pseudotachidius jubanyensis* im antarktischen Sommer 1994/95 an einer Dauerstation auf 30 m Tiefe im Buchtinneren. Der prozentuale Anteil der Copepodidstadien I - V (C I etc.), der Weibchen (W), Weibchen mit Eisack (WES) und Männchen (M) an der Population ist für jeden Probennahmezeitpunkt dargestellt (n = 119).

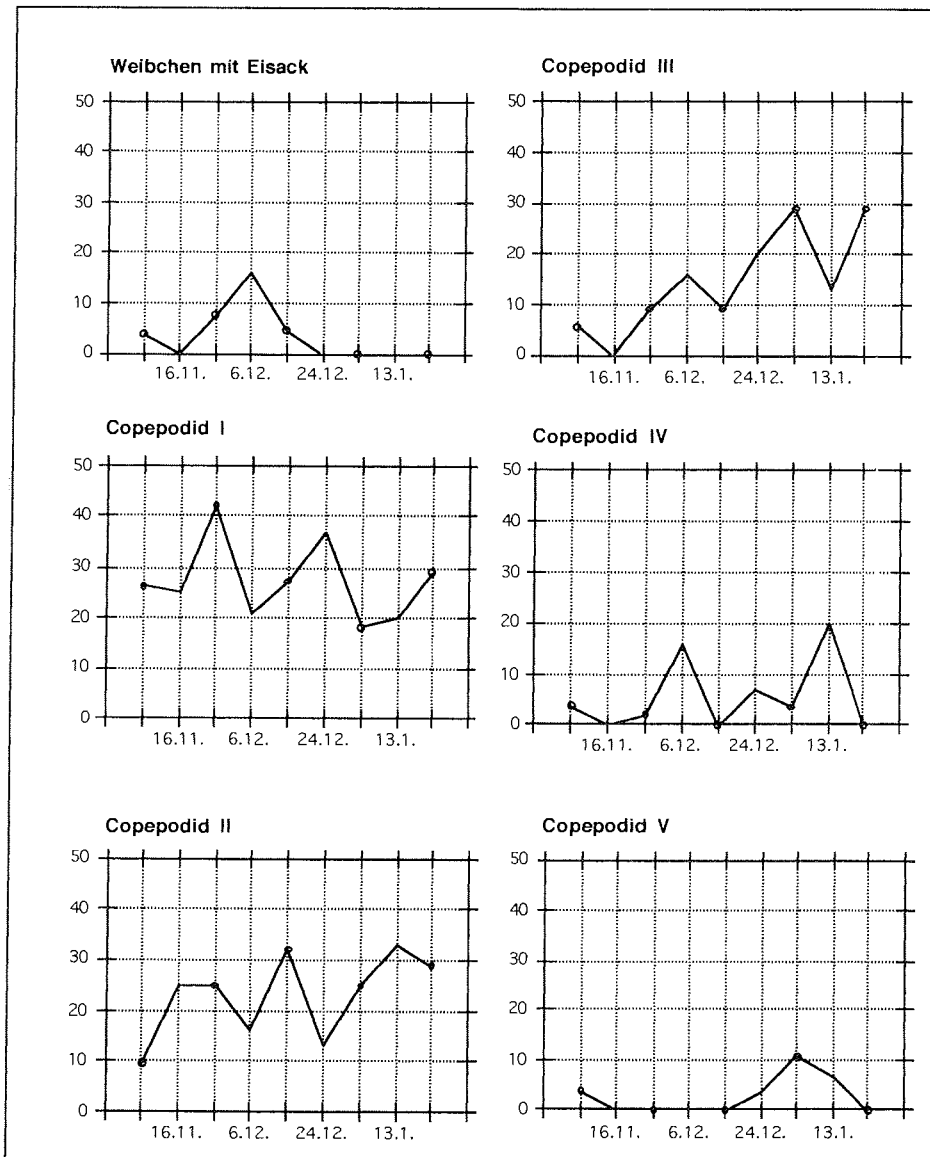


Abb. 4.32: Zeitliche Entwicklung der Population von *Pseudotachidius jubanyensis* an einer Dauerstation in 20 m Tiefe im Buchtinneren. Es sind die prozentualen Anteile der graviden Weibchen und der Copepodid-Stadien an der Gesamtpopulation dargestellt.

Betrachtet man nun die prozentualen Anteile der einzelnen Copepodid-Entwicklungsstadien, der graviden und der nicht eiertragenden Weibchen

sowie der Männchen getrennt voneinander, werden die Verhältnisse deutlicher. In Abb. 4.32 sieht man zuerst einen großen Peak eiertragender Weibchen am 6.12. mit einem Anteil von 16 % an der Gesamtpopulation. Beachtet man die Abfolge der maximalen Peaks durch die einzelnen Copepodidstadien, wird deutlich, daß diese Entwicklungsstadien nicht aus der erhöhten Fortpflanzungsaktivität des 6.12. stammen können. Erstens sind die Copepodide I schon eher zu finden, zweitens müssen vorher noch sechs Naupliusstadien durchlaufen worden sein. Es ist deshalb auch unmöglich, daß das Maximum der Copepodide V Anfang Januar von den eiertragenden Weibchen Anfang Dezember ausgeht. Man kann an dieser Darstellung auch gut die Individuenverringerung von einer zur nächsten Entwicklungsstufe durch Praedation, Mortalität oder Abwanderung erkennen.

An allen Proben Tagen außer dem 1.2. wurden Nauplien gefunden. Spätere Stadien, deren Körper deutlich strukturierter als der fast kugelförmige glatte Körper der dotterreichen Frühstadien (Abb. 4.19) ist und deren Mandibel - ventrad verlagert - eindeutig der Futteraufnahme dient, wurden in 20 m Tiefe bereits in großer Zahl am 1.12. gefunden. Obwohl die Daten über die Nauplien nur aus einem Teil der Proben stammen, ist zu beobachten, daß die späteren Stadien immer über die früheren überwiegen. Das hat sicher mit der raschen Aufnahme der Freßaktivität nach Verbrauch des Dottervorrates und den damit notwendigen Umbauvorgängen im Körper zu tun. Es können jedoch keine Angaben über die Dauer einzelner Lebensabschnitte der Nauplien gemacht werden. Am 1.2. wurden überhaupt keine Nauplien mehr gefunden. Allerdings ist auch bei den Nauplien die Situation in 30 m Tiefe völlig anders. Sowohl an Transekt 1 als auch an Transekt 2 wurden zu dieser Zeit Nauplien gefunden, und zwar deutlich mehr Früh- als Spätstadien. Im Jahr 1994/95 war das Maximum der Nauplien in Früh- und Spätstadien in 30 m Tiefe am 13.11. erreicht, danach kamen sie bis zum 6.1. nur noch vereinzelt vor.

Am 6.11. ist der Anteil der Männchen an der Population von *P. jubanyensis* 1,25 mal größer als der Anteil der Weibchen (Abb. 4.33). Anschließend übernehmen die Weibchen die Mehrheit. Am 16.11. werden überhaupt keine Männchen gefunden, an den darauf folgenden Proben Tagen ist der Anteil der Weibchen zwischen 5 und 1,34 mal höher als der Anteil der Männchen. Am

5.1. werden wieder mehr Männchen als Weibchen gefunden und an den letzten beiden Proben Tagen im Herbst sind in den Proben aus 20 m Tiefe keine Männchen mehr vorhanden. Das Verhältnis von Männchen zu Weibchen ist also über den gesamten Beobachtungszeitraum meist zu den Weibchen hin verschoben, am Ende fehlen die Männchen sogar ganz.

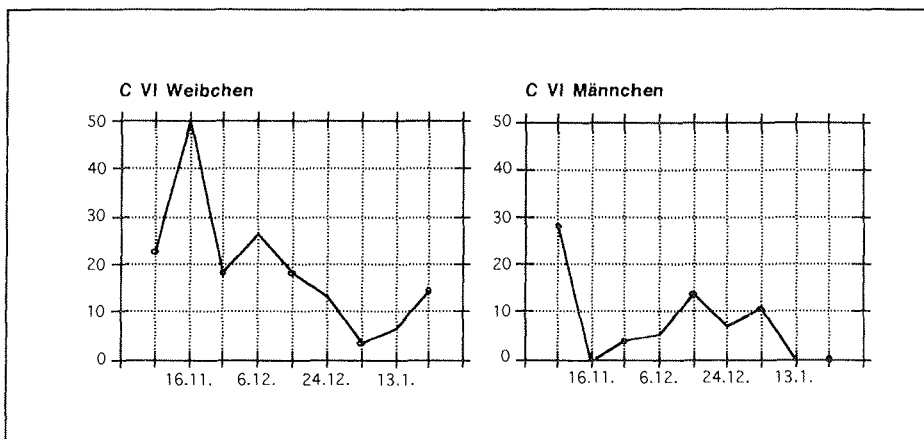


Abb. 4.33: Zeitliche Entwicklung der relativen Anzahlen der Weibchen (mit und ohne Eisack) und der Männchen in der Population von *Pseudotachidius jubanyensis* an einer Dauerstation in 20 m Tiefe im Buchtinneren.

4.6.1.1 Reproduktionsaufwand

Alle gefundenen graviden Weibchen hatten nur vier große dotterhaltige Eier in ihrem Eisack. Im Mittel hatte ein Eisack das Volumen von $7,01 \pm 1,37$ nl ($n = 8$). Diese Größe entspricht 10,2 % des Gesamtvolumens des adulten Weibchens von 68,9 nl. Der Aufwand für den einzelnen Nachkommen ist mit 2,5 % des Weibchenvolumens pro Ei relativ hoch.

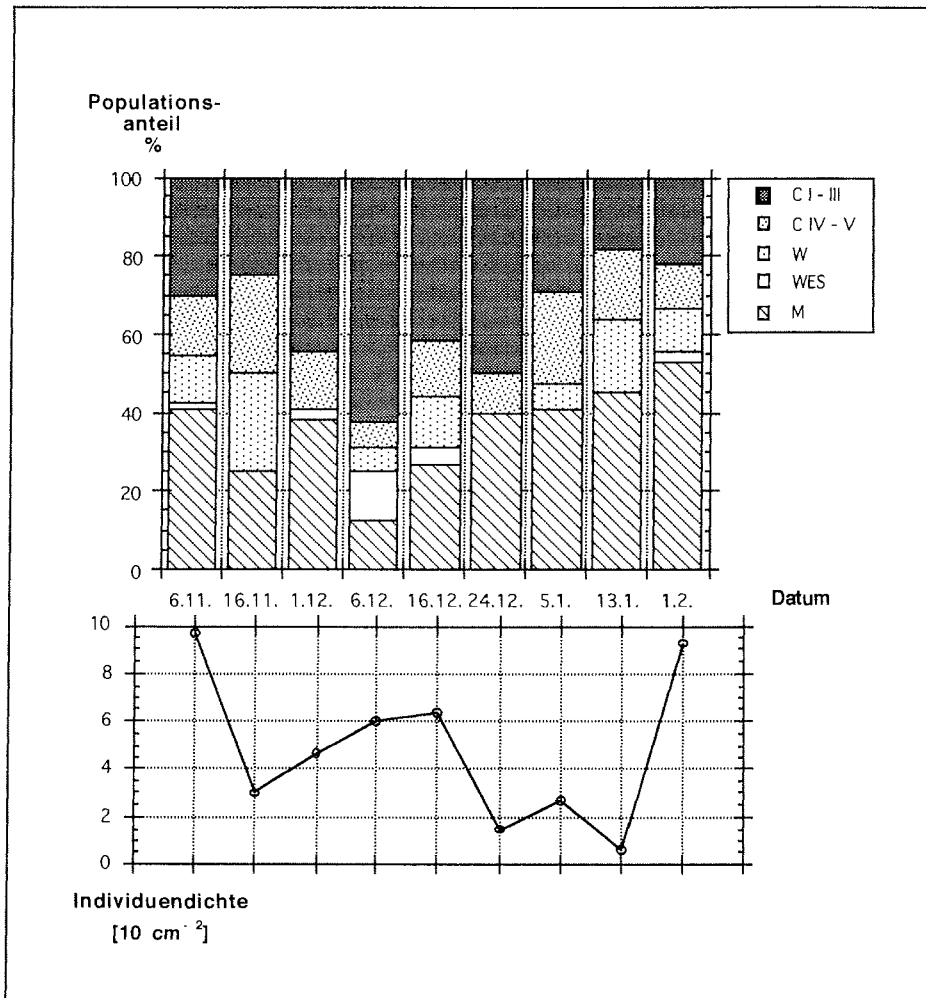
4.6.2 *Scottopsyllus (S.) praecipuus*

Abb. 4.34: Populationsstruktur und Individuendichte [Ind./10cm²] von *Scottopsyllus (S.) praecipuus* im antarktischen Sommer 1995/96 an einer Dauerstation auf 20 m Tiefe im Buchtinneren. Der prozentuale Anteil der Copepodidstadien (C) I - III und IV - V, der Weibchen (W), Weibchen mit Eisack (WES) und Männchen (M) an der Population ist für jeden Probenahmezeitpunkt dargestellt (n = 246).

Ein völlig anderes Bild zeigen die Abundanzen von *Scottopsyllus* (*S.*) *praecipuus* über den Beobachtungszeitraum (Abb. 4.34). Adulte beiden Geschlechts sind immer vorhanden. Männchen sind im Verhältnis zu den Weibchen meistens in der Überzahl. Neben den Männchen sind die Copepodide I - III die zweitstärkste Gruppe. Allerdings sind die Abundanzen der frühen Copepodide vergleichsweise gering, denn nur einmal übertrifft ihre Anzahl die der Adulten insgesamt. Zwar sind generell sehr wenige Weibchen und noch weniger eiertragende Weibchen vorhanden, dafür sind sie aber über den gesamten Beobachtungszeitraum zu finden. Auch noch am Ende des antarktischen Sommers findet Reproduktion statt. Der Anteil der Copepodide I - III nimmt bis zum Dezember zu, danach vermindert sich ihre Zahl wieder. Gleichzeitig nehmen die älteren Copepodide zu. Auch der Anteil der Männchen steigt gegen Ende des antarktischen Sommers wieder deutlich an, nachdem im Dezember ein Minimum zu verzeichnen war.

Die Stadienverteilung entlang der Transekte zeigt, daß hier mit der Wahl der Dauerstation in 20 m Tiefe genau das Zentrum des Vorkommens von *Scottopsyllus* (*S.*) *praecipuus* getroffen wurde. Entlang Transekt 1 sind in 20 m Tiefe (entspricht dem Probenstag 1.2. der Dauerstation) doppelt so viele Individuen gefunden worden wie in den Proben aus 30 m Tiefe.

Auch in 30 m Tiefe im Jahr 1994/95 sind bereits Copepodide vor allem des ersten Stadiums vorhanden, als das Maximum der eiertragenden Weibchen vorliegt (Abb. 4.35). Während die Anzahl der Copepodide I stetig abnimmt, nehmen die Copepodide V zu. Am 6.1. sind die Copepodide V stark vertreten und es sind wieder viele Weibchen mit Eiern zu finden. Die Männchen haben auch hier, außer im November, einen größeren Anteil an der Population als die Weibchen.

Bei der Darstellung der einzelnen Entwicklungsstadien (Abb. 4.36) erkennt man auch für *Scottopsyllus* (*S.*) *praecipuus* den Peak der eiertragenden Weibchen am 6. Dezember. Es scheint nicht möglich, daß die Entwicklung der Embryonen und Nauplien bis zum großen Peak der Copepodide I am 24. Dezember durchlaufen wird. Im Verlauf des Untersuchungszeitraumes wird es auch hier unmöglich einzelne Peaks durch die Stadien zu verfolgen. So liegt der höchste Anteil der Copepodide III ebenfalls am 6.12., noch bevor die

Copepodide I ihr Maximum erreichen. Erstaunlich ist, neben dem 6.12. bei den eiertragenden Weibchen, auch die Übereinstimmung mit *Pseudotachidius jubanyensis* bei den Copepodiden V, deren maximaler Populationsanteil ebenfalls am 5.1. zu verzeichnen ist.

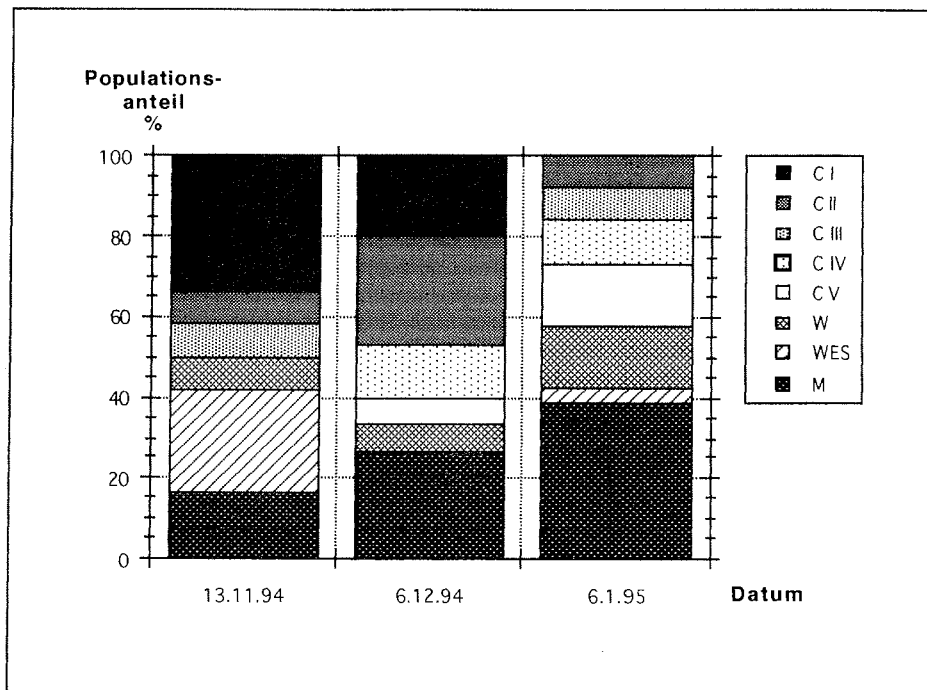


Abb. 4.35: Populationsstruktur von *Scottopsyllus (S.) praecipuus* im antarktischen Sommer 1994/95 an einer Dauerstation auf 30 m Tiefe im Buchtinneren. Der prozentuale Anteil der Copepodidstadien I - V (C I etc.), der Weibchen (W), Weibchen mit Eisack (WES) und Männchen (M) an der Population ist für jeden Probennahmezeitpunkt dargestellt (n = 53).

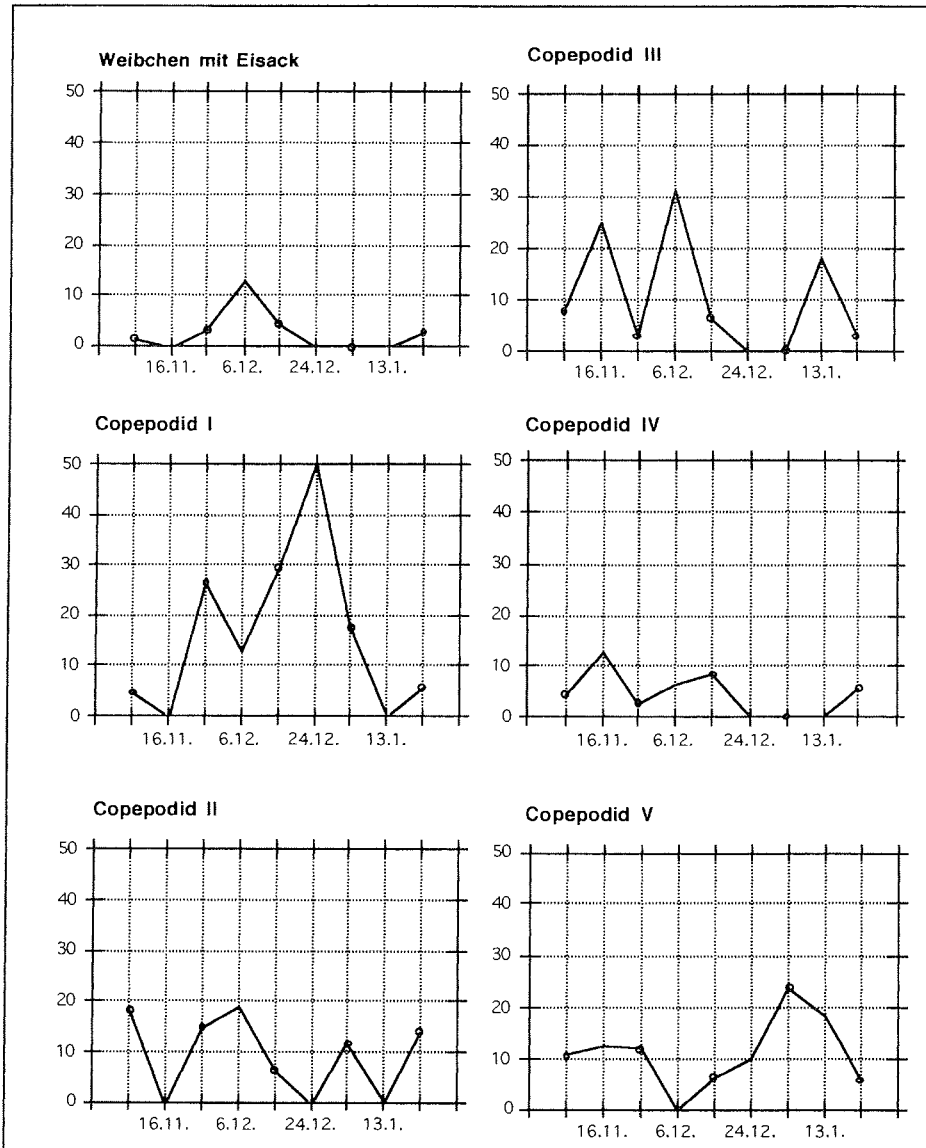


Abb. 4.36: Zeitliche Entwicklung der Population von *Scottopsyllus (S.) praecipuus* an einer Dauerstation in 20 m Tiefe im Buchtinneren. Es sind die prozentualen Anteile der graviden Weibchen und der Copepodid-Stadien an der Gesamtpopulation dargestellt.

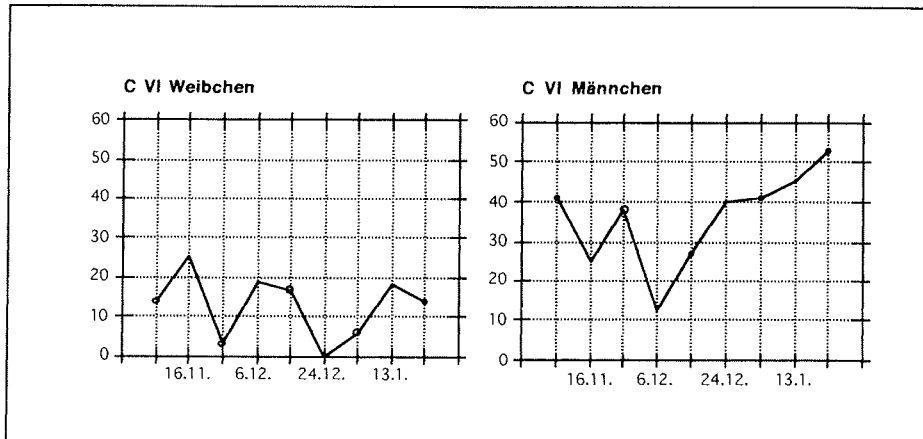


Abb. 4.37: Zeitliche Entwicklung der relativen Anzahlen der Weibchen (mit und ohne Eisack) und der Männchen in der Population von *Scottopsyllus (S.) praecipuus* an einer Dauerstation in 20 m Tiefe im Buchtinneren.

Fast über den gesamten Beobachtungszeitraum sind die Männchen von *Sc. (S.) praecipuus* deutlich häufiger zu finden als die Weibchen (Abb. 4.37). Ihr Anteil an der Population ist zwischen 1,6 (16.12.) und 13 (1.12.) mal höher als der Anteil der Weibchen. Nur am 16.11. ist das Verhältnis ausgeglichen und am 6.12. haben die Weibchen einen 1,5 mal größeren Anteil an der Population als die Männchen. An den letzten drei Proben Tagen zeigen die Männchen von *S. (S.) praecipuus* im Gegensatz zu denen von *P. jubanyensis* mit 7, 2,5 und 3,7 mal höheren Anteilen an der Population als die Weibchen ein deutliches Übergewicht.

4.6.2.1 Reproduktionsaufwand

Auch bei der zweiten neuen Art hatten alle gefundenen graviden Weibchen nur vier große Eier in ihren Eisäcken. Im Mittel hatte ein Eisack das Volumen von $2,47 \pm 0,45$ nl ($n = 7$). Diese Größe entspricht bei einem durchschnittlichen Volumen der Weibchen von 17,9 nl 13,8 % des Gesamtvolumens des adulten Weibchens. Der Aufwand für den einzelnen Nachkommen von 0,62 nl pro Ei ist mit 3,5 % des Weibchenvolumens noch höher als bei *Pseudotachidius jubanyensis*.

4.6.3 Reproduktionsaufwand anderer Harpacticoida

Außer den beiden neuen großen Arten *Pseudotachidius jubanyensis* und *Scottopsyllus (S.) praecipuus* wurden nur die Weibchen einer weiteren kleineren Paramesochriden-Art mit nur vier Eiern im Eisack entdeckt. Da aber bei den Paramesochriden durch alle Gattungen hinweg ohne Ausnahme nur zwei bis vier Eier pro Eisack produziert werden, ist das für *Scottopsyllus (S.) praecipuus* nicht weiter erstaunlich. Werden die gefundenen graviden Weibchen aller anderen Arten nach Größenklassen eingeteilt, sieht man, daß alle in kleineren Gruppen zu finden sind als *P. jubanyensis* und *S. (S.) praecipuus*, welche den Klassen 9 bzw. 7 angehören (Tab. 4.9). Hier wurden also keine weiteren Arten harpacticoider Copepoda gefunden, die ebenso große eiertragende Weibchen haben wie *P. jubanyensis* und *S. (S.) praecipuus*. Die Anzahl der Eier pro Eisack sinkt bei Berücksichtigung der Standardabweichungen niemals unter 8,35, die Mittelwerte liegen bei knapp 14 bis zu 23 Eiern pro Eisack.

Tab. 4.9: Körper- und Eisackvolumina [nl] und Anzahl der produzierten Eier pro Eisack von Weibchen anderer Harpacticoida (n = 47), sortiert nach Größenklassen (nach Tab. 4.5)

Größen- klasse	Körper- volumen	Eisack- volumen	Anzahl der Eier
3	1,41 ± 0,16	0,23 ± 0,06	13,86 ± 2,99
4	2,31 ± 0,45	0,29 ± 0,08	14,13 ± 4,04
5	4,28 ± 0,63	0,73 ± 0,67	17,88 ± 9,53
6	8,35 ± 1,40	1,38 ± 0,76	23,00 ± 11,9

Der prozentuale Aufwand pro Eisack bei den Arten der kleineren Größenklassen ist deutlich höher als bei *P. jubanyensis*, aber auch *S. (S.) praecipuus* liegt nur leicht über dem Aufwand, den Weibchen der Größenklasse 4 zur Produktion eines Eisackes betreiben (Tab. 4.10).

Während jedoch beide neuen Arten Eier hervorbringen die 2,5 bzw. sogar 3,5 % ihres Körpervolumens ausmachen, ist das bei keinen anderen Tieren der Fall. Hier beträgt die maximale Investition in den einzelnen Nachkommen 1,2 % bei den Weibchen der Größenklasse 3.

Tab. 4.10: Reproduktiver Aufwand pro Eisack und pro Ei gemessen am Körpervolumen des jeweiligen Weibchens (n = 47), sortiert nach Größenklassen.

Größen- klasse	Aufwand pro Eisack %	Aufwand pro Ei %
3	16,6 ± 5,3	1,2
4	13,4 ± 4,7	0,9
5	16,7 ± 15,0	1,0
6	17,3 ± 11,2	0,7

4.7 Modellierung der Entwicklungs- und Generationszeiten

4.7.1 Datensammlung

Es sollte ein allgemein gültiges Modell zur Berechnung von Entwicklungs- und Generationszeiten von eiertragenden Copepoden auf der Grundlage einer möglichst großen Datenbasis erstellt werden. Die verwendeten Daten aus Literaturangaben sind in den Tabellen 4.11 und 4.12 aufgelistet. Bei den Harpacticoida wurden Arten aus folgenden marin und/oder limnisch vorkommenden Familien berücksichtigt: Ameiridae, Canthocamptidae, Canuellidae, Ectinosomatidae, Euterpinidae, Harpacticidae, Huntemanniidae, Laophontidae, Leptastacidae, Rhizothricidae, Parastenocarididae, Tachidiidae und Tisbidae. Um das Modell umfassender zu gestalten, wurden auch Angaben zu stygobionten Arten aus drei dieser Familien mit einbezogen. Die Lebensbedingungen im Grundwasser sind mit gleichmäßig niedrigen Temperaturen und einer eher geringen Nahrungsverfügbarkeit denen in benthischen Lebensräumen der Polargebiete ähnlich. Für die Ordnungen der Cyclopoida und Calanoida wurden bei den marinen und pelagischen limnischen Arten nur diejenigen berücksichtigt, die einen Eisack ausbilden und die Eier nicht frei ins Wasser abgeben. Bei den Cyclopoida wurden Angaben zu Arten aus den Familien der Cyclopidae und Oithonidae gesammelt, für die Calanoida gingen Daten aus den Familien der Euchaetidae, Pseudocalanidae, Pseudodiaptomidae und Temoridae in die Berechnungen ein.

Tabelle 4.11 zeigt die in der Literatur verfügbaren Daten zur Dauer von Embryonal-, Nauplius- und Copepodidentwicklung sowie Entwicklungs- und Generationszeiten verschiedener Copepoda bei bekannten Temperaturen im Labor und aus dem Freiland. Es wurden nur Daten akzeptiert, die bei Temperaturen erhoben wurden, die annähernd den natürlichen Bedingungen im Lebensraum der Art entsprechen. Versuche bei unphysiologischen Temperaturen wurden nicht berücksichtigt. Wenn unterschiedliche Entwicklungszeiten für Weibchen und Männchen angegeben waren, wurden nur die Zeiten der Weibchen übernommen, da das Ziel die Modellierung der Generationsdauer war. Für *Tachidius discipes* wurden von Herman *et al.*

(1984) nur die Entwicklungszeiten der einzelnen Copepodidstadien angegeben, da es sich um eine Freilandstudie handelt. Die Dauer von kombinierter Embryonal- und Naupliusentwicklung in Tagen [d] wurde nach der ebenfalls von den Autoren gelieferten Formel für *Tachidius discipes* berechnet:

$$\text{Ei [d] + Nauplius [d]} = 0,75 \times \text{Copepodid [d]} \quad [4.1]$$

Für *Paronychocamptus nanus* gaben Herman und Heip (1985) folgende Formel, die in der Tabelle berücksichtigt wurde:

$$\text{Ei [d] + Nauplius [d]} = 0,8 \times \text{Copepodid [d]} \quad [4.2]$$

Für diese Art mußten auch die angegebenen Generationszeiten für drei verschiedene Temperaturen mit der anteiligen Verweildauer in einzelnen Copepodidstadien multipliziert werden, um die für die Tabelle notwendigen Angaben in Tagen zu erhalten.

In Tabelle 4.12 sind die Gewichte von einzelnen Eiern und Adulten sowie zur Information die Anzahl der pro Eisack durchschnittlich produzierten Eier angegeben. Es wurde aufgrund der weit verbreiteten Vorgehensweise bei Planktonorganismen die Angabe der Masse als Kohlenstoffmenge [$\mu\text{g C}$] anstelle von Trockengewicht übernommen. Wenn keine anderen Daten vorhanden waren, wurde der Kohlenstoffgehalt aus Durchmessern von Eiern, Volumina und Trockengewichten von adulten Tieren und in einem Fall aus dem angegebenen Stickstoffgehalt berechnet. Für Eier kam dabei die Formel aus Kiørboe und Sabatini (1994) zum Einsatz, nachdem mit dem bekannten Durchmesser das Volumen des Eis berechnet wurde:

$$\text{Ei } [\mu\text{g C}] = \text{Volumen } [\mu\text{m}^3] \times 0,14 \times 10^{-6} [\mu\text{g C } \mu\text{m}^{-3}] \quad [4.3]$$

Die Kohlenstoffgehalte der adulten Tiere wurden nach folgenden Formeln berechnet (Feller & Warwick 1988, Kiørboe & Sabatini 1994):

$$\text{Feuchtgewicht } [\mu\text{g}] = \text{Volumen [nl]} \times 1,13 \quad [4.4]$$

1,13 = Spezifisches Gewicht für Meiofauna

$$\text{Trockengewicht } [\mu\text{g}] = 0,25 \times \text{Feuchtgewicht } [\mu\text{g}] \quad [4.5]$$

$$\text{Kohlenstoffgehalt } [\mu\text{g C}] = 0,4 \times \text{Trockengewicht } [\mu\text{g}] \quad [4.6]$$

$$\text{Stickstoffgehalt } [\mu\text{g N}] = 0,1 \times \text{Trockengewicht } [\mu\text{g}] \quad [4.7]$$

Bei den Literaturangaben handelt es sich in einigen Fällen um Übersichtsartikel deren Datensammlungen auf der Basis anderer Arbeiten beruhen. Es wird hier auf die Angaben der Originalzitate verzichtet und auf die Literaturlisten der Übersichtsartikel verwiesen.

Die Datensätze konnten nicht für alle Arten komplettiert werden, da in der Literatur oft nur ein Teil der hier geforderten Daten vorhanden ist. Zur Vervollständigung der Daten über Ei- und Adultgewichte in Tabelle 4.12 wurde deshalb bei den mit einem Stern markierten Werten auf Zeichnungen in Originalbeschreibungen oder in selteneren Fällen auf Photographien in den Artikeln zurückgegriffen. Die Berechnungen erfolgten dann im Falle der Eier über den Radius und bei den Weibchen über die Messungen von Länge und maximaler Breite sowie der Zuordnung eines Konversionsfaktors nach der Formel 3.13 von Warwick und Gee (1984). Diese Voraussetzung ist auch dafür verantwortlich, daß entsprechend der Anzahl der ins Modell eingehenden Faktoren nicht bei jeder Modellberechnung alle Datensätze berücksichtigt werden konnten.

Die Arten sind nach Lebensräumen (Marin, limnisch, stygobiont) und Ordnungen (Harpacticoida, Cyclopoida, Calanoida) sortiert. Beide Tabellen zusammen ergeben die Datengrundlage auf der die Modellierung von Eientwicklungs- und Generationszeiten für Copepoda durchgeführt wurde. Im Verlauf der Modellierung wurde deutlich, daß sich Arten mit benthischer Lebensweise in ihren Entwicklungszeiten von Arten pelagischer Lebensweise deutlich unterscheiden. Die Einführung eines weiteren Faktors (1 - benthische Lebensweise; 0 - pelagische Lebensweise) wurde daher notwendig.

Tab. 4.11: Zusammenstellung der Daten zur Dauer von Embryonal- (Ei), Nauplius- (N) und Copepodidentwicklung (Cop) sowie Entwicklungs- (Entw) und Generationszeiten (Gen) verschiedener Copepoda bei bestimmten Temperaturen (T). Die Arten sind nach Lebensräumen und Ordnungen sortiert (1 - benthische Lebensweise; 0 - pelagische Lebensweise).

Arten und Lebensraum	T [°C]	Ei [d]	Ei+N [d]	N [d]	Cop [d]	Entw [d]	Gen [d]	Zitat
weiter marin								
Eiertragende Cyclopoida - 0								
<i>Oithona colcarva</i>	15	4,1				26	30,06	Kierboe & Sabatini 1994 u. 1995
<i>Oithona davisae</i>	15	5,3				37,26	42,54	
<i>Oithona nana</i>	15	4,4					33,45	Huntley & Lopez 1992
	15	6					35,05	
<i>Oithona similis</i>	15	3				19,7		McLaren 1978
	4,5						50	
	7						50	
	9						57	
	9						67	
Eiertragende Calanoida - 0								
<i>Eurytemora affinis</i>	10	3,6					32,1	Ban 1994 Huntley & Lopez 1992 Vijverberg 1980
	15	1,9					23,55	
	2,5	12		45,3	44	101,7		
	5	7,5		29,1	25	61,6		
<i>Eurytemora herdmani</i>	15					6,87 o.Ei+N	19	Kierboe & Sabatini 1994 u. 1995 Huntley & Lopez 1992
	2						75,1	
	9						30	
	10						22,8	
	3				30,5			Escribano & McLaren 1992
<i>Pseudocalanus elongatus</i>	15	2,4				21,36		Huntley & Lopez 1992
	4,9						61,88	
	6						53,9	
	7,2						51,5	
	8,6						35,5	
	9,6						33,1	
<i>Pseudocalanus minutus 1</i>	6,5						45	McLaren 1966
	6,7						50	
	8						40,5	
	9,5						35	
<i>Pseudocalanus minutus 2</i>	0	11						
	3,18	6,6						
	4,6	5,9						
<i>Pseudocalanus minutus 3</i>	0	11						
	2,73	6,9						
	5,35	5,1						
	9,27	3,5						
<i>Pseudocalanus minutus 4</i>	0	11						
	2,65	7,5						
	3,14	7,2						
	4,53	6,1						
	6,64	4,8						
<i>Pseudocalanus minutus 5</i>	0	10						
	2,49	7,5						
	5,42	5,3						
	7,9	4,1						
<i>Pseudocalanus minutus 6</i>	0	11						
	0	11						
	2,62	7,4						
	3,3	6,9						
	5,34	5,6						
	7,1	4,4						

Arten und Lebensraum	T [°C]	Ei [d]	Ei+N [d]	N [d]	Cop [d]	Entw [d]	Gen [d]	Zitat
weiter eiertragende Calanoida - 0								
<i>Pseudocalanus moultoni</i>	15	2,2						Kiorboe & Sabatini 1994 u. 1995
<i>Pseudocalanus newmani</i>	15	1,9						
<i>Pseudocalanus sp. 1</i>	15	1,2				18,72		
<i>Pseudocalanus sp. 2</i>	5						65	Huntley & Lopez 1992
<i>Pseudocalanus sp. 3</i>	9,5						34	
<i>Pseudocalanus sp. 4</i>	9,7						38	
<i>Pseudocalanus large form</i>	0	18						McLaren 1966
	0	17						
	2,67	12						
	3,31	10						
	5,19	9,1						
<i>Pseudodiaptomus hessei</i>	15					31,24		Kiorboe & Sabatini 1994 u. 1995
<i>Pseudodiaptomus marinus</i>	15					38,73		
Limnisch Harpacticoida - 1								
<i>Attheyella crassa</i>	12			33	47,5			Hart 1990
<i>Bryocamptus echinatus</i>	2,6			157	185			
<i>Canthocamptus staphylinus</i>	1,7			77,6	104			
	2,8			80,4	86,1			
	3,4			57,4	68,4			
	7			36,8	36,7			
<i>Moraria breviceps</i>	2,6			84,7	127			
	4,3			66	68			
	7,1			34,9	40			
<i>Moraria mrazeki</i>	7			51,8	42,8			
Eiertragende Cyclopoida - 0								
<i>Cyclops v. vicinus</i>	2,5	18		83	48			Vijverberg 1980
	5	12		45,3	38,5			
	5	9,7		68,3	54,5	132,5		Maier 1980
<i>Diacyclops bicuspidatus</i>	5	9,2						
	10	5,1		49,4	64,3	118,8		
Stygobiont Harpacticoida - 1								
<i>Antrocamptus catherinae</i>	11,5	20				120,8	169,8	Rouch 1968
<i>Antrocamptus coiffaiti</i>	11,5	20				160		
<i>Bryocamptus pyrenaicus</i>	11,5	14				91	105	
<i>Bryocamptus zschokkei</i>	20	7				36,3	45,3	
<i>Nitocrella subterranea</i>	11,5	20				107,5	135,5	
<i>Parastenocaris phyllura</i>	8,5	8		69	79	155		Glatzel 1990
Cyclopoida - 1								
<i>Acanthocyclops stammeri westphalicus</i>	11,5	15						Lescher-Moutoué 1973
<i>Graeteriella unisetigera</i>	11,5	12		35,5	57,8			
<i>Speocyclops gallicus</i>	11,5	17		39,3	48,3	104,5		
	4	47						
	6	36				138,6		
	9	20				105,3		
<i>Speocyclops racovitzai</i>	11,5	14		37,8	87,3			

Tab. 4.12: Zusammenstellung der Gewichte [$\mu\text{g C}$] von Adulten (Ad, M - Männchen, W - Weibchen) und einzelnen Eiern (Ei) verschiedener Copepoda sowie die mittlere Anzahl der Eier pro Eisack aus Literaturdaten. Die Arten sind nach Lebensräumen und Ordnungen sortiert.

Arten und Lebensräume	Ei [$\mu\text{g C}$]	Eizahl pro Eisack	Ad [$\mu\text{g C}$]	M [μgC]	W [$\mu\text{g C}$]	Zitat
Marin						
Harpacticoida						
<i>Arenosetella tenuissima</i>	0,00543	3			0,07096	Gee & Warwick 1984
<i>Asellopsis intermedia</i>	0,0115	15			0,6498	Gee & Warwick 1984
<i>Canuella perplexa</i>	0,023	31-89		2,054	3,322	Ceccherelli & Mistri 1991
<i>Cletocamptus confluens</i>					1,598*	Lang 1948
<i>Euterpina acutifrons</i>	0,0012	16-26			0,044	Carlotti & Sciandra 1989
<i>Mesochra lilljeborgi</i>	0,00713*	27-36			1,085*	Castel 1984, Sars 1906
<i>Microarthridion littorale</i>		10-17			0,473*	Palmer 1980, Lang 1948
<i>Nitocra spinipes</i>	0,00761*				1,328*	Sars 1906
<i>Paraleptastacus espinulatus</i>	0,00543	3			0,0367	Gee & Warwick 1984
<i>Paronychocamptus nanus</i>	0,00653	19	0,332	0,244	0,38	Herman & Heip 1985
<i>Tachidius discipes</i>	0,00419	41	0,72			Herman, Heip & Guillemijn 1984
<i>Tigriopus brevicornis</i>	0,0249	30,1			4,822	Harris 1973
<i>Tigriopus californicus</i>	0,0534	17			7,91	Powlik, Lewis & Spaeth 1997
<i>Tisbe furcata</i>	0,0143*				5,869*	Sars 1905
<i>Tisbe reluctans</i>					4,748*	Volkman-Rocco 1968
<i>Tryphoema bocqueti</i>	0,0109	9			0,3096	Gee & Warwick 1984
Eiertragende Cyclopoida						
<i>Dioithona oculata</i>	0,014				0,53	Kjørboe & Sabatini
<i>Oithona colcarva</i>	0,014				0,45	1994, 1995
<i>Oithona davisae</i>	0,009				0,23	
<i>Oithona nana</i>					0,2	
<i>Oithona plumifera</i>	0,038				1,63	
<i>Oithona similis</i>	0,014	6-13			0,58	Sabatini & Kjørboe 1994
Eiertragende Calanoida						
<i>Euchaeta norvegica</i>	6				722	Kjørboe & Sabatini
<i>Eurytemora affinis</i>	0,048				2,3	1994, 1995
<i>Eurytemora herdmani</i>	0,029				1,78	
<i>Pseudocalanus elongatus</i>	0,14				8,4	
<i>Pseudocalanus minutus 1</i>	0,17				8,6	Huntley & Lopez 1992
<i>Pseudocalanus minutus 2</i>	0,15				8,6	McLaren 1966
<i>Pseudocalanus minutus 3</i>	0,13				8,6	
<i>Pseudocalanus minutus 4</i>	0,14				8,6	
<i>Pseudocalanus minutus 5</i>	0,16				8,6	
<i>Pseudocalanus minutus 6</i>	0,09				8,6	
<i>Pseudocalanus moultoni</i>	0,15				5,1	Kjørboe & Sabatini
<i>Pseudocalanus newmani</i>	0,1				4,7	1994, 1995
<i>Pseudocalanus sp. 2</i>	0,05				10	Huntley & Lopez 1992
<i>Pseudocalanus sp. 3</i>	0,05				5,62	
<i>Pseudocalanus sp. 4</i>	0,05				6,06	
<i>Pseudocalanus large form</i>	0,275					McLaren 1966
<i>Pseudodiaptomus hessei</i>					10,2	Kjørboe & Sabatini
<i>Pseudodiaptomus marinus</i>	0,1				6,5	1994, 1995

Arten und Lebensräume	Ei [µg C]	Eizahl pro Eisack	Ad [µg C]	M [µg C]	W [µg C]	Zitat
Limnisch						
Harpacticoida						
<i>Attheyella crassa</i>	0,00371*				1,175*	Sars 1906
<i>Bryocamptus echinatus</i>		15			0,877*	Dussart 1967
<i>Canthocamptus staphylinus</i>	0,0195*	37,1			2,794*	Sars 1906
<i>Moraria breviceps</i>					0,493*	
<i>Moraria mrazeki</i>					0,267*	Gurney 1932
Stygobiont						
Harpacticoida						
<i>Antrocamptus catherinae</i>					0,62*	Rouch 1968
<i>Antrocamptus colffaiti</i>	0,0104*	5,1			0,475*	
<i>Bryocamptus pyrenaicus</i>	0,00677*	7,6			0,498*	
<i>Bryocamptus zschokkei</i>	0,0049*	22,9			1,253*	
<i>Nitocrella subterranea</i>	0,00869*	5			0,297*	
<i>Parastenocaris phyllura</i>	0,0115*	2			0,1886*	Glatzel 1990
Cyclopoida						
<i>Acanthocyclops stammeri</i>						
<i>westphalicus</i>	0,2574*				2,575*	Lescher-Moutoué 1973
<i>Graeteriella unisetigera</i>	0,0251*				0,225*	
<i>Speocyclops gallicus</i>	0,0285*				0,464*	
<i>Speocyclops racovitzae</i>	0,0375*	2			0,34*	

4.7.2 Modellierung der Embryonalentwicklungszeit

Mit Hilfe einer mehrfaktoriellen vollständig interagierenden Varianzanalyse sollte die Abhängigkeit der Embryonalentwicklungszeit bei Copepoden von verschiedenen Parametern analysiert werden. Das resultierende multiple lineare Modell ist hochsignifikant ($N = 55$, $r = 0,9002$, P -Werte auf hohem Signifikanzniveau) und enthält alle in der Datensammlung vorhandenen unabhängigen Variablen (Tab. 4.13). Der Vergleich der Residuen gegenüber den berechneten Werten zeigt keine Auffälligkeiten (Abb. 4.38). Durch die Verwendung von Eigewicht (EG), Adultgewicht (AG), Lebensraum (LR) und Temperatur (T) in der resultierenden Formel wird das Modell sehr komplex

und zeigt Interaktionen zwischen Lebensraum und Eigewicht, aber es ist auch genauer als die Vorhersagen, die mit einfachen Regressionsanalysen gemacht werden können. In diesen könnte nur jeweils eine Einflußgröße auf die Embryonalentwicklungszeit getestet werden, und so würden sich zum Beispiel bei gleicher Temperatur alle Embryonen gleich schnell entwickeln, egal ob sie in großen oder kleinen Eiern heranwachsen, ob das Endgewicht der Adulten höher oder niedriger wäre oder ob sie im Pelagial oder im Benthos leben. Das hier vorgestellte Modell ist auch dahingehend vorteilhaft, daß die Parameter auf die es zugreift einfach und oft schon bei einmaliger Probennahme meßbar sind.

Tab. 4.13: Untersuchung der Abhängigkeit der natürlichen Embryonal-entwicklungszeit bei Copepoden von verschiedenen Parametern mit Hilfe einer vierfaktoriellen, vollständig interagierenden Varianzanalyse, $N = 55$ (es sind nur die signifikanten Terme gezeigt). Unabhängige Variablen: $\log(EG)$ - Eigewicht [μgC], $\log(AG)$ - Adultgewicht [μgC], $1/T$ - absolute Temperatur [K], LR - Lebensraum (benthisch/pelagisch). Abhängige Variable: $\log(EZ)$ - Embryonalentwicklungszeit [d].

Tafel der Varianzanalyse

Variationsursache	FG	SQ	MQ	F	P
$1/T$	1	3,7134	3,7134	160,1858	0,0001
LR	1	0,8231	0,8231	35,5055	0,0001
$LR * \log(EG)$	1	0,2892	0,2892	12,4749	0,0009
$\log(AG)$	1	0,7085	0,7085	30,5633	0,0001
Rest	50	1,1591	0,0232		

Abhängige Variable: $\log(EZ)$

Modell-Koeffizienten ($N = 55, r = 0,9002$)

	Koeffizient	Standardfehler	P
Achsenabschnitt	-13,3612	1,1195	0,0001
$1/T$	3988,2974	315,1197	0,0001
LR	0,8420	0,1413	0,0001
$LR * \log(EG)$	0,2755	0,0780	0,0009
$\log(AG)$	-0,2410	0,0436	0,0001

Die einzelnen Terme sind folgendermaßen zu interpretieren:

$1/T$ je größer die absolute Temperatur wird, desto geringer wird die Embryonaldauer

LR da der benthische Lebensraum mit dem Faktor 1, der pelagische aber mit dem Faktor 0 verknüpft ist, wird der Term nur bei benthischen Tieren wirksam; sie haben eine längere Entwicklungszeit

$LR \times \log(EG)$ je geringer das Eigewicht bei benthischen Tieren ist, desto kürzer wird die Embryonalentwicklungszeit

$\log(AG)$ je nachdem ob das Gewicht des adulten Tieres größer oder kleiner als $1 \mu\text{g C}$ ist, wird der Logarithmus positiv oder negativ. Da der Koeffizient negativ ist, wird bei größeren Adulten die Embryonalzeit relativ verkürzt und bei kleineren Adulten relativ verlängert.

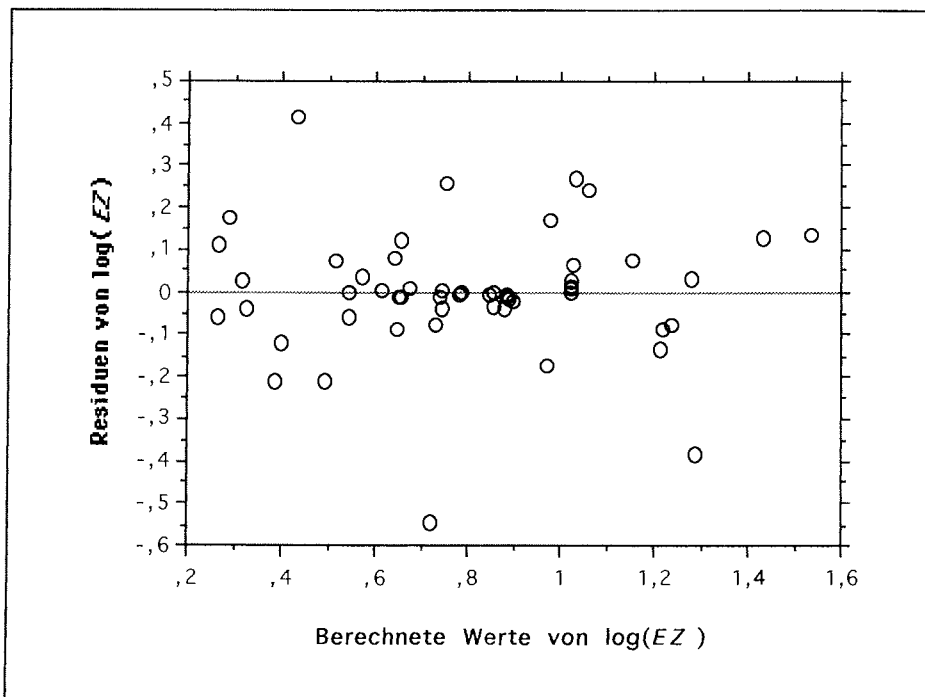


Abb. 4.38: Residuen gegen berechnete Modellwerte der Embryonalzeit

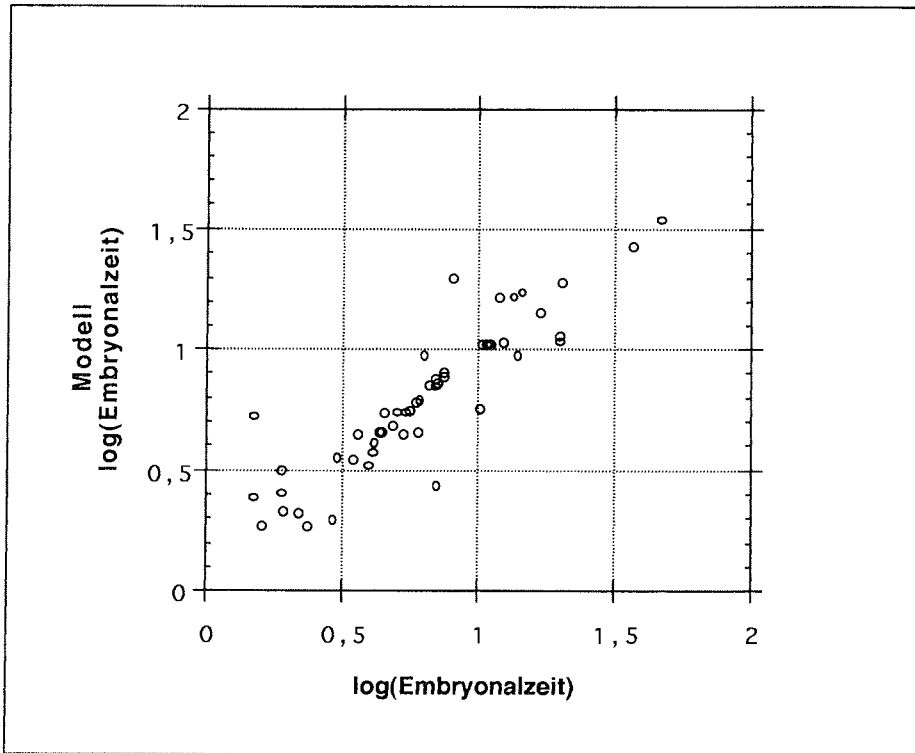


Abb. 4.39: Embryonalentwicklungszeiten von Copepoden. Berechnete Werte (Modell EZ aus Tab. 4.13) gegen gemessene Werte.

Betrachtet man nun in Abb. 4.39 den Vergleich von gemessenen Embryonalentwicklungszeiten mit den Berechnungen des Modells für die gleichen Datensätze, wird deutlich, wie viele Werte tatsächlich vom Modell genau vorhergesagt werden. Eine gewisse Streuung der Werte um die ideale Gerade, die als Winkelhalbierende zwischen x- und y-Achse zu denken ist, fällt gerade bei den kürzeren Entwicklungszeiten auf. Aber je länger die Entwicklungszeiten werden, desto genauer rechnet das Modell.

4.7.3 Modellierung der Generationsdauer

Die Anzahl der Datensätze die auch Angaben über die Dauer der Nauplien- ($N = 28$) und Copepodidentwicklung ($N = 30$) oder über die gesamte Entwicklungszeit enthalten ist noch zu gering, um sinnvolle Modelle berechnen zu können. Die resultierenden Modelle mußten verworfen werden. Aus diesem Grund wurde direkt mit der Modellierung der Generationsdauer, dem für die Interpretation der Populationsdaten der beiden neuen Arten aus der Potter Cove wichtigsten Parameter fortgefahren (Tab. 4.14). Hierbei wurde eine modifizierte Herangehensweise gewählt, bei der die Ergebnisse aus der Modellierung der Embryonalentwicklungszeit mit als neue unabhängige Variable in die Berechnung eingingen. Dabei wurden zwei Möglichkeiten getestet:

1. Ergänzung der Datensätze ohne Embryonalentwicklungszeiten durch Ergebnisse aus dem Modell *EZ* bei gleichzeitigem Beibehalten der Originalzeiten in den kompletten Datensätzen
2. Ergänzung der unvollständigen Datensätze aus dem Modell *EZ* und Austausch der Originalzeiten in kompletten Datensätzen durch die berechneten Werte

Beide neuen gekoppelten Modelle ($N = 54$) sind signifikant, aber die zweite Möglichkeit ($r = 0,7418$) wurde zugunsten der ersten ($r = 0,8436$) verworfen. Das Signifikanzniveau P des neuen Generationszeit-Modells für Copepoden mit kombinierten Embryonalentwicklungszeiten ist für die unabhängige Variable *EZ* und die interagierenden Variablen Eigewicht *EG* und Adultgewicht *AG* sehr hoch. Es wurden auch die Einflußgrößen Temperatur T und Lebensraum LR in ihrer Wirkung auf die Generationsdauer getestet, dabei konnten allerdings keine Signifikanzen festgestellt werden. Allerdings sind sie indirekt durch die Variable *EZ* aus dem angekoppelten Modell zur Embryonalentwicklungszeit vertreten. Der Test der Residuen gegen die berechneten Generationszeitwerte zeigt auch hier keine Auffälligkeiten (Abb. 4.40).

Tab. 4.14: Untersuchung der Abhängigkeit der Generationszeit bei Copepoden von verschiedenen Parametern mit Hilfe einer fünffaktoriellen, vollständig interagierenden Varianzanalyse, $N = 54$ (es sind nur die signifikanten Terme gezeigt). Unabhängige Variablen: $\log(EG)$ - Eigewicht [μgC], $\log(AG)$ - Adultgewicht [μgC]. Verknüpfte unabhängige Variable: $\log(EZ)$ - kombinierte Embryonalentwicklungszeit [d] (Datengrundlage ergänzt durch Ergebnisse aus Modell EZ). Abhängige Variable: $\log(GZ)$ - Generationszeit [d].

Tafel der Varianzanalyse

Variationsursache	FG	SQ	MQ	F	P
$\log(EZ)$	1	2,2900	2,2900	120,9645	0,0001
$\log(EG) * \log(AG)$	1	0,4200	0,4200	22,1836	0,0001
Rest	51	0,9655	0,0189		

Abhängige Variable: $\log(GZ)$

Modell-Koeffizienten ($N = 54$, $r = 0,8436$)

	Koeffizient	Standardfehler	P
Achsenabschnitt	1,0198	0,0521	0,0001
$\log(EZ)$	0,7912	0,0719	0,0001
$\log(EG) * \log(AG)$	-0,0761	0,0162	0,0001

Interpretation der einzelnen Terme:

$\log(EZ)$ je länger die Embryonalentwicklung dauert, desto größer ist auch die Generationszeit

$\log(EG) \times \log(AG)$ das Gewicht sämtlicher ins Modell eingehender Eier war so gering, daß der Logarithmus immer negativ war; deshalb birgt dieser Interaktionsterm zwei verschiedene Möglichkeiten der Auswirkung auf die Generationsdauer:

1. Bei Adulten mit einem Gewicht $> 1 \mu\text{gC}$ wird das Produkt mit dem Koeffizienten positiv und die Generationszeit verlängert sich relativ

2. Bei kleinen Adulten mit einem Gewicht $< 1 \mu\text{g C}$ wird das Produkt mit dem Koeffizienten negativ und die Generationszeit verkürzt sich relativ

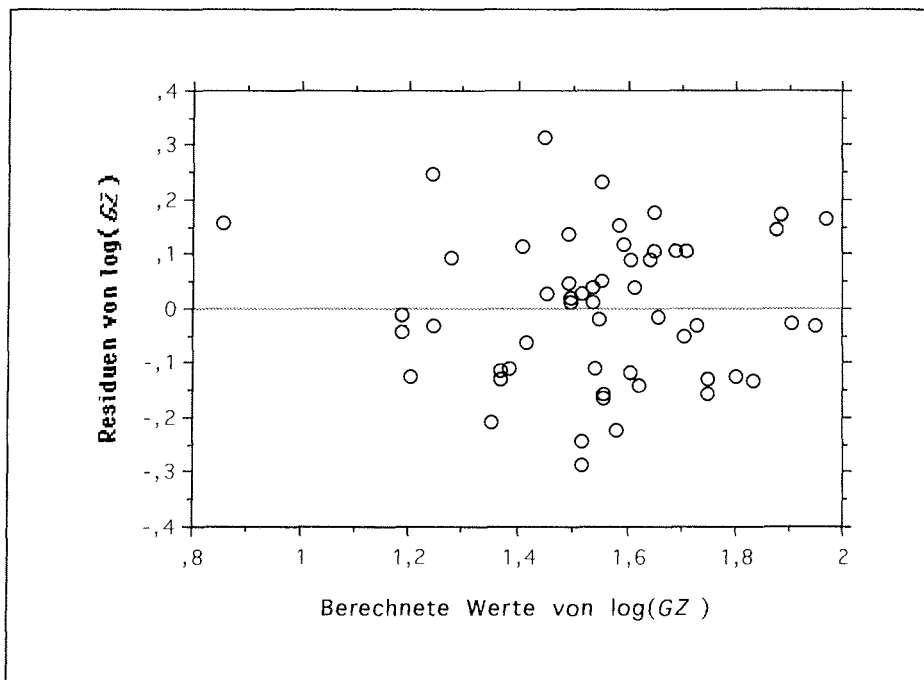


Abb. 4.40: Residuen gegen berechnete Modellwerte der Generationszeit

Schon auf den ersten Blick bestätigt die graphische Darstellung der tatsächlichen Generationszeiten gegenüber den modellierten (Abb. 4.41) das etwas geringere Signifikanzniveau des Modells im Vergleich zum Modell der Embryonalentwicklungszeiten. Im Bereich der kürzeren Generationszeiten bis ca. 30 Tage macht die Ansiedlung der Mehrheit der Punkte oberhalb von der gedachten idealen Gerade deutlich, daß hier das Modell die Generationszeiten überschätzt. Für die Generationszeiten ab 40 Tagen liegt die Mehrheit der Punkte unterhalb dieser Geraden, und man kann von höheren als den berechneten Generationszeiten ausgehen.

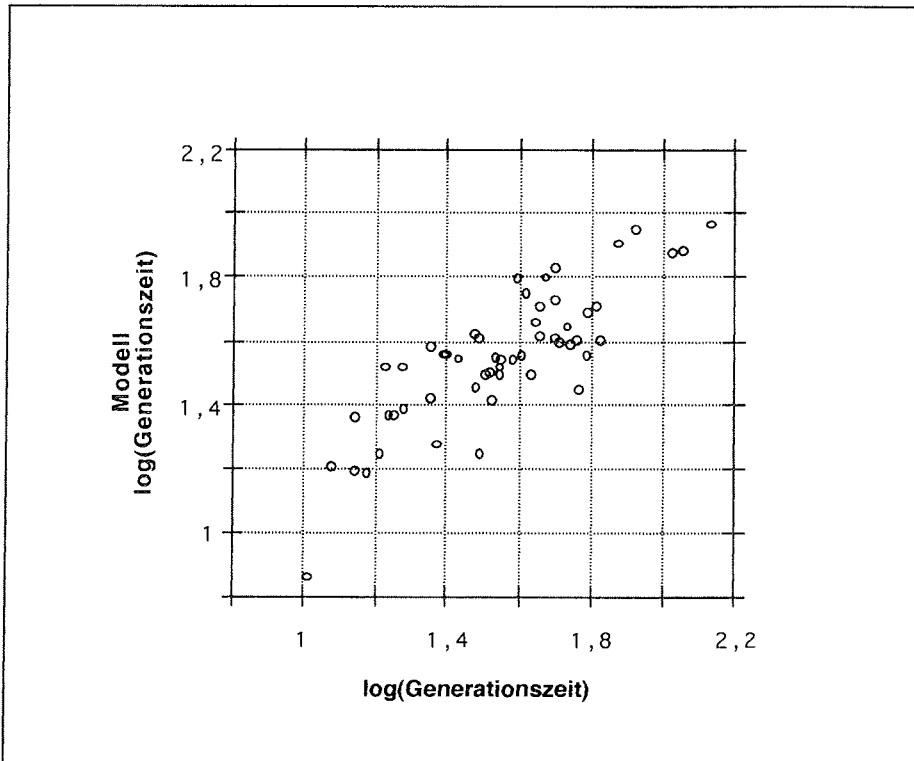


Abb. 4.41: Generationszeiten von Copepoden. Berechnete Werte (Modell GZ aus Tab. 4.14) gegen gemessene Werte.

4.7.4 Embryonalentwicklungszeit und Generationsdauer von *Pseudotachidius jubanyensis* und *Scottopsyllus (S.) praecipuus*

Die Modelle zur Berechnung der Embryonalentwicklungszeit und der Generationsdauer können nun auf die beiden neuen Arten *Pseudotachidius jubanyensis* und *Scottopsyllus (S.) praecipuus* angewandt werden.

Tab. 4.15: Adultgewicht und Eigewicht [$\mu\text{g C}$] der beiden neuen Arten berechnet aus den Volumina (Tab. 4.6, 4.7; Kap. 4.6.1.1, 4.6.1.2; Formeln [4.3] - [4.6])

	Adultgewicht [$\mu\text{g C}$]	Eigewicht [$\mu\text{g C}$]
<i>P. jubanyensis</i>	7,785	0,2454
<i>S. (S.) praecipuus</i>	2,023	0,0865

Tab. 4.16: Embryonalentwicklungszeit und Generationsdauer der beiden neuen Arten bei verschiedenen Ausgangstemperaturen

Temperatur [$^{\circ}\text{C}$]	Modell EZ [d]	Modell GZ [d]
<i>P. jubanyensis</i>		
+2	39,9	212,7
0	50,9	258,1
-2	65,3	314,1
<i>S. (S.) praecipuus</i>		
+2	41,4	210,8
0	52,9	255,9
-2	67,8	311,4

Durch die Länge der Generationsdauer passieren die Tiere Zeiten verschiedener Umgebungstemperaturen. Deshalb wurden die minimalen und die maximalen Umgebungstemperaturen, die in der Potter Cove in 20 m Tiefe für das Jahr 1995/96 gemessen wurden (Schloss *et al.* 1998) als Berechnungsgrundlagen herangezogen.

Bei den relativ geringfügig schwankenden Temperaturen zwischen -2 und +2 $^{\circ}\text{C}$ hat *P. jubanyensis* eine Eientwicklungsdauer, die nach dem Modell EZ

zwischen 40 und 65 Tagen liegt. Beim kleineren *S. (S.) praecipuus* kann diese Phase sogar etwas länger dauern (41 bis 68 Tage), was sich aus der Formel mit dem kleineren Adultgewicht und dem relativ großen Eigewicht erklären läßt. Bei derart langen Entwicklungsphasen rechnet das Modell EZ Abb. 4.39 zufolge sehr genau.

In das gekoppelte Modell GZ gehen die berechneten Embryonalentwicklungszeiten aus dem Modell EZ ein. Hier liegen die Werte für beide Arten erwartungswise hoch. Der Temperaturunterschied von 4 °C macht in den Modellberechnungen bei beiden Arten rund 100 Tage Differenz in der Generationsdauer aus. So liegt die Generationszeit beim größten Harpacticoiden der Weichböden der Potter Cove nach Modell GZ zwischen 213 und 314 Tagen. Beim kleineren *S. (S.) praecipuus* liegt sie mit 211 bis 311 Tagen geringfügig darunter. Bedenkt man, daß für diese Berechnungen nur die Extremwerte der Temperaturen in der Potter Cove herangezogen wurden, wird die tatsächliche Generationsdauer voraussichtlich zwischen den beiden Werten liegen. Die Berechnungen für 0 °C zeigen, daß mit abnehmender Temperatur, die Generationsdauer immer stärker zunimmt. Beachtet man zusätzlich, daß die Generationszeiten aufgrund ihrer Länge vom Modell GZ wahrscheinlich unterschätzt werden (Abb. 4.41), so kann man davon ausgehen, daß die tatsächliche Generationsdauer beider Arten bei einer ungefähren mittleren Jahrestemperatur von 0 °C noch über den berechneten Werten für diese Temperatur liegt.

4.7.5 Embryonalentwicklungszeit und Generationsdauer anderer Harpacticoida in der Potter Cove

Um die beiden neuen großen Arten mit den viel kleineren anderen Harpacticoida der Potter Cove vergleichen zu können, wird an dieser Stelle folgende Annahme gemacht:

Die durchschnittlichen Werte des Körper- und Eigewichts der Weibchen der verschiedenen Größenklassen (Tab. 4.5) sollen stellvertretend für die

Gesamtheit der kleineren benthischen Harpacticoida der Potter Cove zur Berechnung von Embryonalentwicklungs- und Generationszeiten herangezogen werden. Es wird davon ausgegangen, daß die Mittelwerte die entsprechenden Größenklassen ausreichend repräsentieren.

Die Ergebnisse der Umrechnung der gemessenen Volumina in Kohlenstoffgehalt [$\mu\text{g C}$] als Ausgangspunkte für die Berechnung von Embryonalentwicklungs- und Generationszeit mit Hilfe der Modelle *EZ* und *GZ* sind in Tab. 4.17 dargestellt.

Tab. 4.17: Adultgewicht und Eigewicht [$\mu\text{g C}$] von Vertretern der Harpacticoida der Potter Cove nach Gewichtsklassen (Tab. 4.9, 4.10) berechnet aus den Volumina (Formeln [4.3] - [4.6])

Größen- klasse	Adultgewicht [$\mu\text{g C}$]	Eigewicht [$\mu\text{g C}$]
3	0,159	0,0023
4	0,261	0,0029
5	0,484	0,0057
6	0,944	0,0084

Es fällt auf, daß von den Weibchen in Größenklasse 4 sehr kleine Eier produziert werden. Diese Tatsache schlägt sich in allen folgenden Berechnungen nieder. Weiterhin nehmen die Eigewichte mit steigender Gewichtsklasse nicht um den gleichen Faktor zu. Größere Tiere produzieren also relativ kleinere Eier. Dafür nimmt die Zahl der pro Eisack produzierten Eier in den größeren Klassen auch deutlich zu (Tab. 4.9). Es ist deshalb nicht erstaunlich, daß die berechneten Embryonalentwicklungszeiten mit ansteigender Größenklasse abnehmen. Die Embryonalentwicklungszeit ist somit von der relativen Eigröße abhängig.

Es ist deutlich zu erkennen, daß die Dauer der Embryonalentwicklung bei abnehmender Temperatur immer größer wird. So ist der Abstand der Isothermen nicht gleich, obwohl es sich jeweils um 2 °C Schritte handelt.

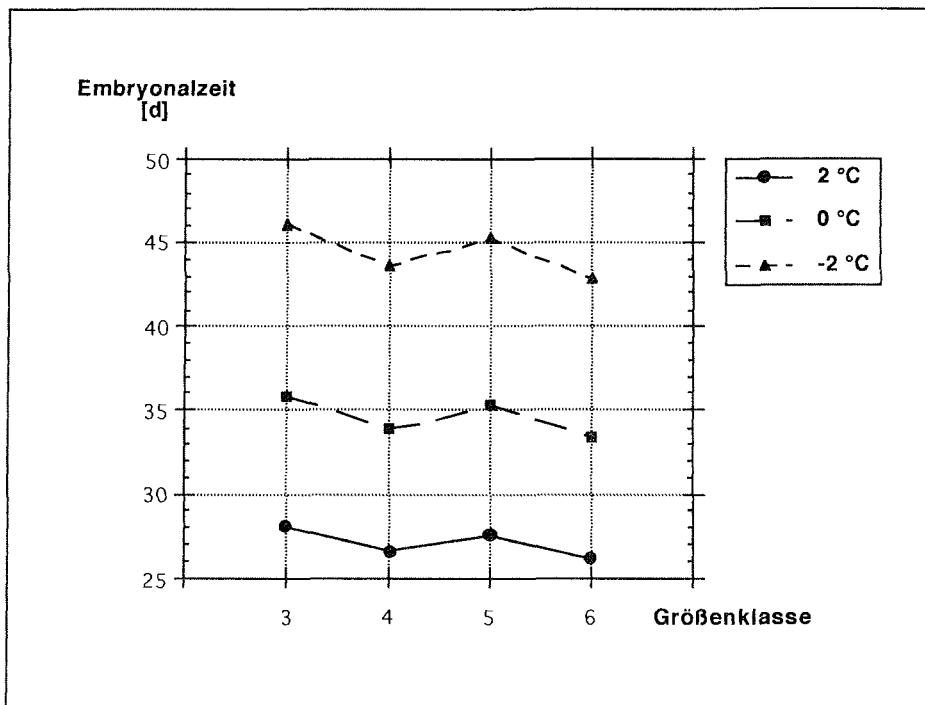


Abb. 4.42: Nach Modell EZ berechnete Embryonalentwicklungszeiten der Vertreter von vier Größenklassen der Harpacticoida in der Potter Cove bei verschiedenen Umgebungstemperaturen

Auch die Generationszeiten nehmen mit abfallender Temperatur zu. Hier setzt sich aber der Effekt der Körpergröße der Adulten deutlich durch und führt zu verlängerten Generationszeiten bei den größeren Arten. Der Einfluß der relativ kürzeren Embryonalentwicklungszeiten bei den Größenklassen 4 und 6 ist auch bei den Generationszeiten noch zu sehen.

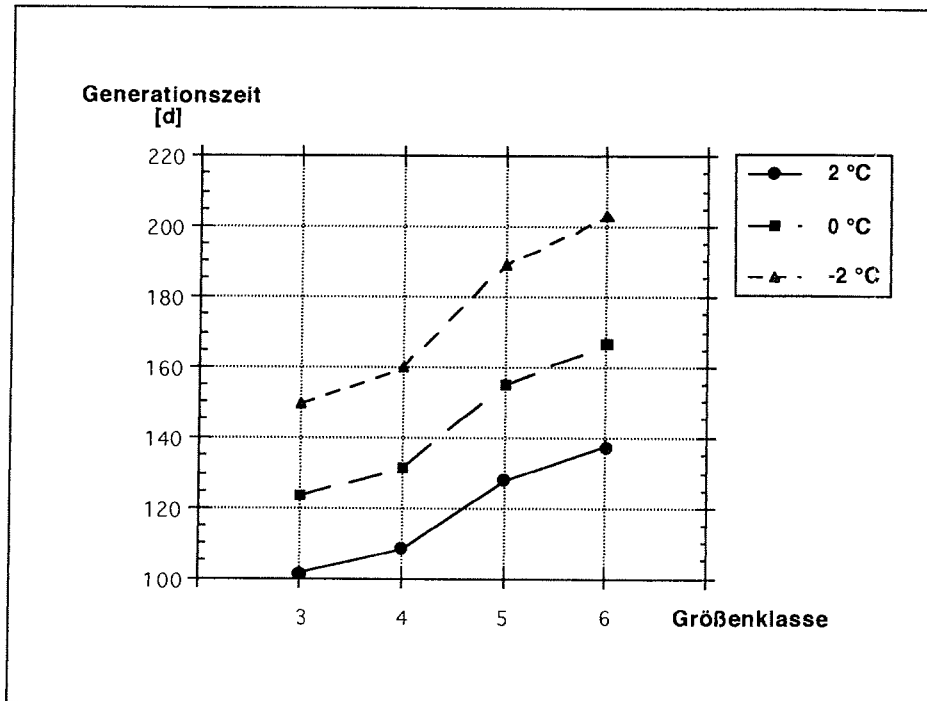


Abb. 4.43: Nach Modell GZ berechnete Generationszeiten der Vertreter von vier Größenklassen der Harpacticoida in der Potter Cove bei verschiedenen Umgebungstemperaturen

4.7.6 Vergleich von *Pseudotachidius jubanyensis* und *Scottopsyllus (S.) praecipuus* mit den kleineren Harpacticoida

Scottopsyllus (S.) praecipuus und *Pseudotachidius jubanyensis* gehören den Größenklassen 7 und 9 an. Das Volumen der Vertreter der einzelnen Größenklassen verdoppelt sich von Klasse zu Klasse, und so kommt es, daß ein Weibchen von *P. jubanyensis* etwa 50 mal mehr Körpervolumen hat als ein durchschnittliches eiertragendes Weibchen der Klasse 3 und noch 8 mal größer ist als eines der Klasse 6. Ein Weibchen von *S. (S.) praecipuus* ist fast

13 mal größer als eines der Klasse 3 und hat zumindest noch das doppelte Volumen der Weibchen der Klasse 6.

Was aber beide Arten am deutlichsten von allen anderen unterscheidet, ist neben der Körpergröße auch die geringe Anzahl der produzierten Eier und die hohe Investition in den einzelnen Nachkommen (vgl. Kap. 4.6.1.1, 4.6.2.1; Tab. 4.10).

Daher kommt es, daß die Embryonalentwicklungszeiten der kleineren Arten trotz der Verteilung über vier Größenklassen dicht beieinander liegen, während die der beiden großen Arten deutlich länger sind (Abb. 4.44). Innerhalb der beiden Graphengruppen sind jeweils die Tiere mit den relativ zur Körpergröße gesehen größeren Eiern diejenigen mit der längeren Entwicklungsdauer. Die Embryonen von Tieren der Größenklasse 3 brauchen ebenso wie die von *S. (S.) praecipuus* länger bis zum Schlupf als die der Tiere der nächstliegenden größeren Klassen.

Im Vergleich der Generationsdauer macht sich auch wieder die Größe der ausgewachsenen Tiere bemerkbar (Abb. 4.45). Es kommt zu einer Umkehr der Graphengruppen im Vergleich zur Embryonalentwicklungszeit. Generell haben größere Tiere auch eine längere Generationsdauer. Innerhalb der Gruppe der kleineren Tieren ($< 1 \mu\text{g C}$; Größenklasse 3 - 6) verkürzt sich die Generationszeit zusätzlich bei geringerem Adultgewicht (Tab. 4.13, 4.14). Bei großen Tieren wie *Pseudotachidius jubanyensis* ($> 1 \mu\text{g C}$) wird die Generationszeit immer verlängert. Da *Scottopsyllus (S.) praecipuus* eine längere Eientwicklungszeit als *Pseudotachidius jubanyensis* hat, weil er relativ zur Körpergröße gesehen größere Eier produziert, ist seine Generationsdauer zusätzlich verlängert, obwohl seine Adulten ein geringeres Gewicht haben ($|\log 0,0865|$ (Eigewicht *S. (S.) p.*) $> |\log 0,2454|$ (Eigewicht *P. j.*)). Deshalb nähern sich die Generationszeiten der beiden Arten einander an.

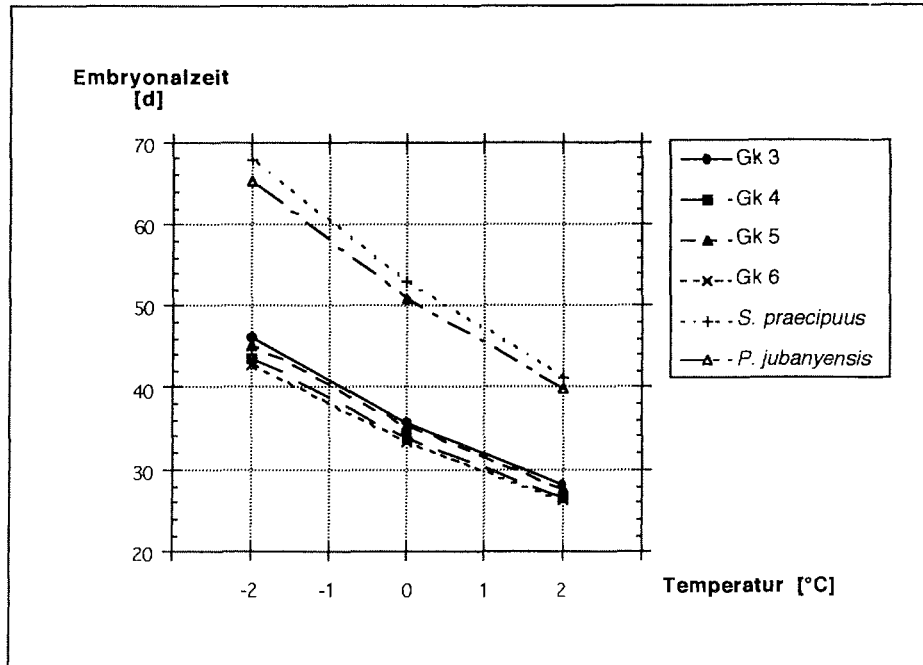


Abb. 4.44: Vergleich der Embryonalentwicklungsdauer von Vertretern der vier Größenklassen mit *Scottopsyllus (S.) praecipuus* und *Pseudotachidius jubanyensis* bei verschiedenen Temperaturen nach Modell EZ

Aus diesen Gründen ist es nicht unlogisch, daß die beiden großen Arten trotz der unterschiedlichen Körperformen und den daraus resultierenden völlig unterschiedlichen Lebensweisen aufgrund ihrer Fortpflanzungsstrategien und der hohen Investition in ihre Nachkommenschaft sehr ähnliche Embryonalentwicklungs- und Generationszeiten haben. Der Unterschied zwischen ihren Körpergrößen ist zwar immer noch sehr groß, aber wenn man die Ähnlichkeit der Generationszeiten über eine Spanne von vier Größenklassen bei den kleineren Tieren betrachtet, sind ähnliche Entwicklungs- und Generationszeiten über eine Spanne von nur zwei Größenklassen nicht mehr erstaunlich.

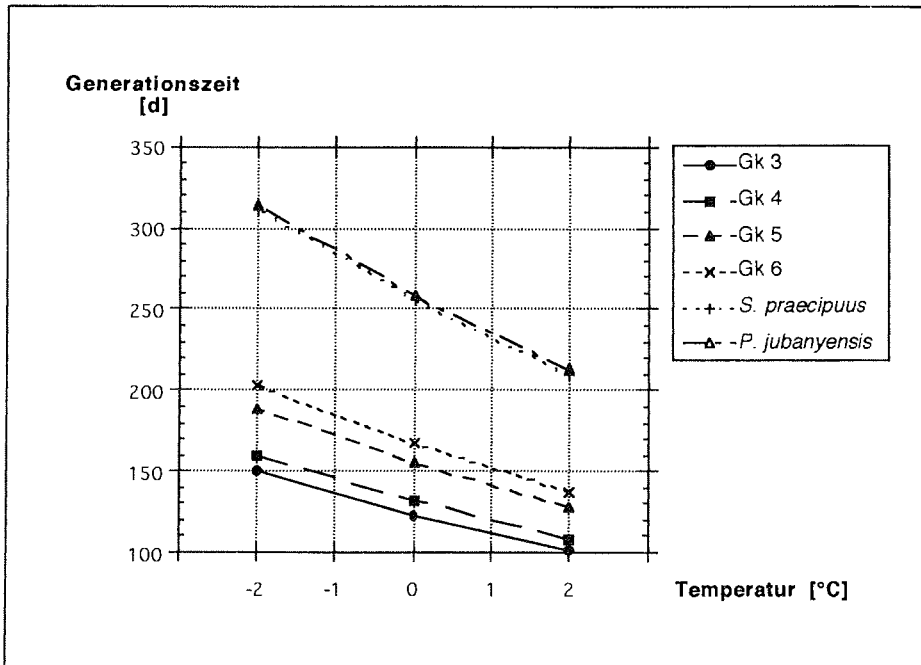


Abb. 4.45: Vergleich der Generationsdauer von Vertretern der vier Größenklassen mit *Scottopsyllus (S.) praecipuus* und *Pseudotachidius jubanyensis* bei verschiedenen Temperaturen nach Modell GZ

5. Diskussion

5.1 Methodenkritik

5.1.1 Probennahme

Die Probennahme durch Taucheinsätze unter dem Eis oder vom Schlauchboot aus war durch folgende Faktoren beschränkt:

- Windgeschwindigkeiten über 20 Knoten führten zum Tauchverbot.
- Die nach Forschungstauchrichtlinien geltenden maximalen Austauschzeiten für die einzelnen Tauchtiefen wurden aus Sicherheitsgründen für die Antarktis um 10 Minuten gekürzt. So blieben für einen Tauchgang auf 20 m Tiefe insgesamt nur 15 Minuten Zeit. Ebenfalls aus Sicherheitsgründen wurden erhebliche Zeiten für das Ab- und Auftauchen benötigt, so konnten nicht mehr als 6 unabhängige Parallelen in absoluter Dunkelheit genommen werden.

5.1.2 Probenumfang

Es wurde nach dem Schema in Abb. 3.1 beprobt. Von zwei Replika mit einer Gesamtfläche von 160 cm² wurden 6 Äquivalente mit insgesamt 60 cm² ausgezählt (Abb. 3.2). Die üblichen Untersuchungsmethoden in der Meiobenthosforschung beruhen meist auf pseudoreplizierten, also abhängigen Proben aus Multicorern (MUC) deren Beprobungsfläche pro Rohr lediglich 25 cm² beträgt. Diese werden oft noch mit kleineren 10 cm² Corern „unterbeprob“ (Herman und Dahms 1992, Vanhove *et al.* 1995). Vanhove *et al.* (1995) zogen 10 cm² Unterproben aus MUC-Rohren. Mit den untersuchten vier pseudoreplizierten Parallelen sind das lediglich 40 cm² untersuchten Sediments. Es wird weiterhin angegeben, daß zwischen den einzelnen „Parallelen“ eine sehr große Variabilität in der Dichte und Biomasse der Meiofauna lag. Diese Variabilität wurde auch in den hier untersuchten Proben festgestellt, obwohl mit 160 cm² pro Probennahmestation ein viermal größeres

Areal untersucht wurde. Die Wahl der sehr großen Corerfläche von 80 cm² sollte der fleckenhaften Verteilung der Meiofauna Rechnung tragen. Als Integration über dichter und weniger dicht besiedelte Mikrohabitate sollten hiermit Schwankungen in den Individuenzahlen, die bei der Wahl kleinerer Corer aufgetreten wären, bereits im voraus bei der Probennahme umgangen werden.

5.1.3 Probenbearbeitung

Die gewählte Extraktionsmethode der Meiofauna mit Ludox als Flotationsmedium war für dieses Sediment ungünstig, da neben den Tieren auch der gesamte organische Detritus nach der Zentrifugation noch im Überstand verblieb. Die Makroalgenreste hatten offensichtlich die gleiche Dichte wie die auszusortierenden Tiere, was langwierige Sortierarbeiten und einen enormen Zeitaufwand erforderte. Die einmal begonnene Methode konnte aus Gründen der Vergleichbarkeit nicht mehr geändert werden.

5.2 Sedimentgegebenheiten und ihre Auswirkung auf Besiedlungsdichten der Harpacticoida

5.2.1 Korngröße und Wassertiefe

Die Besiedlung des Benthos durch Organismen im Größenbereich der Meiofauna wird vor allem durch die Struktur des Sediments beeinflusst. Das Interstitium ist nur für die Tiere nutzbar, solange die Lücken nicht durch einen steigenden Anteil kleinerer Sedimentpartikel verschlossen werden. Die Korngrößenverteilung in einem Sediment wird durch viele Umweltparameter wie z. B. Exposition und Strömung gestaltet. Auf der anderen Seite bestimmt sie die für Meiofaunaorganismen wichtigen Faktoren Porosität, Permeabilität, Sauerstoffversorgung und Salinitätsgradienten (Giere *et al.* 1988). Zwischen den beiden Transekten sind zwar deutliche Unterschiede vor allem in der mittleren Korngröße zu beobachten, aber entlang beider Transekte nimmt die

mittlere Korngröße mit der Tiefe ab. Da die Sedimente aller acht Stationen sehr heterogen also schlecht bis sehr schlecht sortiert sind, sind selbst an Transekt 2 mit seinem überwiegenden Feinsandanteil noch genügend Schluff- und Tonpartikel vorhanden, um die Lücken zwischen den größeren Partikeln zu schließen und so ein Leben im Interstitial unmöglich zu machen. Der größte Teil der gefundenen Harpacticoida wird also ein Leben als Bewohner des epibenthischen organischen Detritus und der Zone der benthischen Mikroalgen führen. Je nach Fluidität des Sediments, die besonders in der Tiefe am Transekt 1 sehr zunimmt, können mehr oder weniger große Formen als grabende Organismen zur Bioturbation beitragen.

Mit dem Spearman'schen Rang-Korrelationstest wurde für die Potter Cove eine positive Korrelation zwischen Individuendichte und Biovolumen der Harpacticoida mit der Wassertiefe festgestellt. Physikalische Störungen sind ein großes Hindernis für die optimale Entwicklung von Dichte, Biomasse und Größe von Meiofauna und Makrofauna im Flachwasser und in der Tiefsee (Alongi 1990, 1992). Die physikalischen Störungen der Sand- und Weichböden der Potter Cove liegen zum einen im erheblichen Einfluß von Packeis und Eisbergen bis zu einer Tiefe von etwa 20 m und zum anderen in der kontinuierlichen Bedeckung mit terrigenen Sedimenten während der Sommermonate, die sich vor allem in den größeren Tiefen auswirkt. Scheinbar sind die beruhigteren tieferen Zonen trotz der Sedimentbelastung für Harpacticoida vorteilhafter als die stark exponierten strandnahen Bereiche.

5.2.2 TOM, Kohlenstoff, Stickstoff und C/N Verhältnis

Der Gesamtgehalt an toter und lebendiger organischer Substanz im Sediment wird durch das aschefreie Trockengewicht (TOM - total organic matter) beschrieben. Vergleicht man die beiden Transekte 1 und 2, dann wird deutlich, daß sich in größeren Tiefen nicht nur die Korngrößenverteilungen einander ähneln, sondern auch der Gehalt an organischer Substanz (Abb. 4.5). Die geringere Strömung und weniger Störfaktoren, wie zum Beispiel Eisberge, lassen eine Anreicherung organischer Substanz verschiedenen

Ursprungs zu. Während des Beobachtungszeitraumes an der Dauerstation traten einige wahrscheinlich durch hohe Windgeschwindigkeiten (Schloss *et al.* 1998b) hervorgerufene Sedimentationsereignisse auf. Die Steigerungen des organischen Gehalts im Sediment vom 16.12., 5.1. und 7.2. könnten auf das Zusammenbrechen der stabilen Schichtung der Wassersäule und dem daraus resultierenden Absterben und Sedimentieren des Phytoplanktons sowie auf vermehrtem Eintrag von organischem Detritus aus anderen Bereichen der Potter Cove beruhen. Es können also durchaus kurzfristige Nahrungspulse aus dem Pelagial existieren.

Eine Angabe über die Qualität der organischen Komponente kann durch die Messung der organischen Kohlenstoff- und Stickstoffmengen gegeben werden (Greiser und Faubel 1988). Eine Einschätzung, ob es sich um die Ansammlung toten Materials in Form von Detritus oder um lebende Organismen und frischen Detritus handelt, kann mit der Redfield Ratio gegeben werden. Dabei ist ein C/N Verhältnis von 6,6 ein Zeichen für frisches organisches Material. Selbst Werte von 5 bis 10 werden noch relativ frischem Material zugeordnet, während C/N Werte > 10 als Hinweis auf altes und degradiertes organisches Material gesehen werden. In diesem Fall ist der größte Teil des leicht verfügbaren Stickstoffes aus den Proteinen schon von Mikroorganismen abgebaut worden (Redfield 1958). Die C/N Werte steigen normalerweise mit der Tiefe im Substrat an, was auf den schnellen Abbau der sedimentierten stickstoffhaltigen Verbindungen und die Verteilung im Sediment durch Bioturbation oder weitere überlagernde Sedimentationsereignisse zurückzuführen ist. Allerdings kann auch eine Bindung des Stickstoffes in Form von $(\text{NH}_4)^+$ an Tonminerale oder andere Silikatoberflächen eine Erhöhung des C/N Verhältnisses im Sediment zur Folge haben (Müller 1977). In der hier vorliegenden Untersuchung wurden Gehalte an organischem Kohlenstoff (TOC) und organischem Stickstoff (TON) für die oberen drei Zentimeter des Sediments bestimmt. In den dadurch mit berücksichtigten tieferen Schichten kann es natürlich zu Effekten auf die C/N Werte durch die oben genannten Abbauprozesse oder eine Substratbindung des Stickstoffes kommen. Eine Verschiebung der eigentlichen C/N Werte des organischen Materials, das direkt auf der Sedimentoberfläche liegt, sei es durch Sedimentationsprozesse von Makroalgendetritus, aus dem

Phytoplankton oder durch benthische Primärproduktion entstanden, hin zu höheren Werten wäre dadurch möglich. Daß trotzdem die Werte der Redfield Ratio von 6,6 (als Zeichen für frisches organisches Material) erreicht oder nur leicht überschritten werden, kann entweder auf die tatsächliche Frische des organischen Materials oder eine starke Besiedlung mit Bakterien zurückzuführen sein. Natürlich beeinflußt auch die Zusammensetzung der ursprünglichen organischen Substanz erheblich die C/N Werte, so hat der Makroalgendetritus in 10 m Tiefe an Transekt 2 schon aufgrund des hohen Gehaltes an Speicher- und Strukturkohlehydraten ein höheres C/N Verhältnis als sedimentiertes Phytoplankton.

Liebezeit und von Bodungen (1987) heben die Bedeutung von Flachwasser besiedelnden Makroalgen in der Bransfield Straße als Quelle organischen Materials hervor. Der Detritus in ihren Sedimentationsfallen stammte hauptsächlich von im Winter durch Eisgang zerstörten Thalli, da die Pflanzen im Winter durch Abbau von Speicherkohlehydraten ein stark verringertes C/N Verhältnis im Vergleich zum Sommer aufweisen. Der bei Transekt 2 gefundene Makroalgendetritus stammt entweder von zerriebenen Winterthalli, die sowieso schon ein geringeres C/N Verhältnis aufweisen, oder von durch Eisgang und Stürme erodierten und bakteriendegradieren Sommerthalli (wogegen die Befunde von Liebezeit und von Bodungen sprechen, da eine Bakterienbesiedlung mit einer Anreicherung von β -Alanin verbunden wäre, einer Aminosäure, die in den Tangen nicht vorkommt). In der vorliegenden Untersuchung konnte diese Analyse nicht durchgeführt werden, aber rein optisch war es möglich, den bei Transekt 2 gefundenen Detritus aufgrund seiner Struktur einer Herkunft von den großen Makroalgenbeständen auf den Hartsubstraten an der Nordseite der Bucht zuzuordnen. Insbesondere sind dies die Arten *Desmarestia* spp., *Himantothallus grandifolius* und *Ascoseira mirabilis* (Klöser *et al.* 1996). Die in der Literatur angegebenen C/N Werte für Winterthalli (Rosell und Srivastava 1985) und durch Bakterien degradierte Sommerthalli (Reichardt und Dieckmann 1984) von 10 werden in den Sedimenten der Stationen natürlich nicht erreicht. Aber sicherlich tragen diese hohen Werte zu den erhöhten C/N Verhältnissen zwischen 6,19 und 7,16 an Transekt 2 bei. Die mindere Nahrungsqualität des Makroalgendetritus betonen auch Langdon und Kreeger (1989) und Alber und Valiela (1994) für

mehrere Muschelarten, und dennoch scheint er in einigen Monaten bis zu 70 % des Mageninhaltes der Ascidie *Cnemidocarpa verrucosa* in der Potter Cove auszumachen (Tatián 1999).

Die Gehalte an organischem Kohlenstoff und Stickstoff entlang beider Transekte sind sehr niedrig und vergleichbar mit den Verhältnissen in der Tiefsee. Richardson *et al.* (1995) berichten von Werten zwischen 0,18 und 0,72 % organischen Kohlenstoffs und ebenfalls sehr niedrigen Werten für Stickstoff im Sediment in Tiefen um 8000 m im Puerto Rico Graben (vergl. Abb. 4.7, 4.8). Eine sehr geringe Biomasse von Makro- und Meiofauna sind dort die Folge. Alongi (1990, 1992) schlägt vor, daß sowohl in der Tiefsee als auch im Flachwasser die Dichte, Biomasse und Größe von Meiofauna und Makrofauna von der Versorgung mit organischem Detritus und dessen Qualität und von physikalischen Störungen abhängen. Der Einfluß der Wassertiefe wurde bereits besprochen. Ein direkter Zusammenhang zwischen Nahrungsmenge (TOM) (Abb. 4.5, 4.6) mit den Abundanzen von harpacticoiden Copepoden (Abb. 4.15) läßt sich entlang der Transekte und bei der Abnahme der Individuendichten gegen Ende des Sommers ablesen. Mit dem Spearman'schen Rang-Korrelationstest wurde für die Potter Cove eine positive Korrelation zwischen Individuendichte und Biovolumen mit dem Gehalt an organischer Substanz im Sediment festgestellt (Tab. 4.8). Ebenso besteht eine positive Korrelation zwischen Individuendichte und C/N Verhältnis. Mit steigendem C/N Wert steigt auch die Individuendichte. Das zeigt durch den Vergleich mit dem Gehalt an organischer Substanz, daß höhere C/N Werte entlang der Transekte auf die Menge des sedimentierten Makroalgendetritus zurückzuführen sind, und daß die geringere Qualität durch den größeren Kohlenstoffanteil kein Grund zur Verringerung der Besiedlung durch Harpacticoida ist. Auf der anderen Seite sind die geringeren C/N Werte in der Potter Cove nur an Standorten mit niedrigen TOM Gehalten gefunden worden, was in diesem Zusammenhang ein Zeichen für lebende Organismen und einen Mangel an verfügbarem toten Material ist.

5.2.3 Nahrungsansprüche

Freilebende harpacticoide Copepoden ernähren sich hauptsächlich von Mikroalgen (Rieper 1985), Protozoen (Rieper und Flotow 1981), Bakterien (Rieper 1978) und partikulärem organischen Detritus (Rudnick 1989, Rieper-Kirchner *et al.* 1991). Auch Pilze und Hefen können das Nahrungsspektrum erweitern. Neben dem bereits bekannten Kommensalismus epibiontischer Arten (Hicks und Coull 1983) wurde erst kürzlich der Beweis echter Carnivorie bei Ectinosomatiden erbracht (Seifried und Dürbaum, im Druck).

Felduntersuchungen haben gezeigt, daß positive räumliche und zeitliche Korrelationen zwischen benthischen Copepoden und dem Vorkommen von Mikrophytobenthos bestehen (Decho und Fleeger 1988). Für die Potter Cove konnten keine Korrelationen zwischen der Konzentration von Chloroplastenpigmenten im Sediment und dem Vorkommen und dem Biovolumen der Harpacticoida gefunden werden. Allerdings kann man gut erkennen, daß die Pigmentkonzentrationen mit zunehmender Tiefe abnehmen, was auf die geringere benthische Primärproduktion zurückzuführen ist, und daß der Pigmentgehalt an Transekt 1 (Abb. 4.9, 4.11) deutlich geringer als der an Transekt 2 (Abb. 4.10, 4.12) ist, was auf die ausgeprägtere Beschattung durch den Sedimenteintrag und die geringere Ablagerung von Makroalgendetritus zurückzuführen ist.

Aber auch Bakterien spielen unter bestimmten Umständen eine sehr große Rolle für das Meiobenthos. Dabei ist es nicht unerheblich aus welchen Quellen die Nahrungsgrundlage der Mikroorganismen stammt. Bakterien synthetisieren Biomasse effizienter, wenn sie statt gelöster organischer Substanz ozeanischen Ursprungs solche estuarinen Ursprungs zur Verfügung haben. Organisches Material aus dem Phytoplankton wird ebenfalls besser verwertet als Makroalgendetritus (Valiela 1995). Allerdings weisen benthische heterotrophe Bakterien, speziell wenn sie mit Detritus assoziiert sind, eine geringere Saisonalität auf und fungieren so als trophischer Puffer, der auch in Zeiten geringer Primärproduktion hohe Mengen an Energie bieten kann (Hicks 1979). Es ist also tatsächlich so, daß die großen Mengen an Makroalgendetritus wegen ihres geringeren Stickstoffgehaltes von den Bakterien nicht so effizient genutzt werden können,

wie das zum Beispiel bei Phytoplankton der Fall wäre. Gerade diese schlechte Abbaubarkeit läßt in Kombination mit den niedrigen Temperaturen in der Potter Cove nur eine langsame Remineralisierung zu, was auf Dauer zum Vorteil für Zeiten niedriger Primärproduktion wird.

5.2.4 Besiedlungsdichten im Vergleich

Vanhove *et al.* (1995) konnten für einige Stationen in der Tiefsee vor Kapp Norvegia (Weddellsee) bei den Individuendichten der Harpacticoida keine Korrelationen zu organischem Kohlenstoff oder Stickstoff finden. Auch hier werden generell sehr niedrige Abundanzen zwischen ca. 20 bis 120 Ind/10cm² in Tiefen von 405 bis 2080 m gefunden. Allerdings ist die einzige niedrigere Station in 211 m Tiefe mit einer Dichte von ca. 240 Ind/10cm² recht gut besiedelt. Auch Herman und Dahms (1992) fanden vergleichbar niedrige Besiedlungsdichten in der Halley Bay (Weddellsee) in Tiefen zwischen 339 und 1958 m mit 17 bis maximal 120 Ind/10cm². Fabiano und Danovaro (1999) untersuchten zwei sehr unterschiedlich charakterisierte Stellen in der Ross See. In 439 und 567 m Tiefe bei einer größeren Anzahl von Replika berichten sie für die benthischen Copepoden nur von maximalen Dichten von 86,9 Ind/10cm², meist jedoch lagen die Werte deutlich darunter. Flachwasserstationen wurden von Soyer und de Bovée (1977) auf den Kerguelen beprobt. Zwischen 4 und 193 m Tiefe fanden sie nur einmal mehr als 43 Ind/10cm². Schließlich fanden Schewe und Soltwedel (1998) im zentralen Arktischen Ozean unter extrem oligotrophen Bedingungen in 864 bis 3883 m Tiefe lediglich Individuendichten von maximal 21 Tieren pro 10 cm² (Harpacticoida incl. Nauplii).

In der Potter Cove sind die Individuendichten je nach Sediment und Nahrungssituation ähnlich gering wie in den angeführten antarktischen Flachwasser- und Tiefseehabitaten oder in oligotrophen Bereichen im Arktischen Ozean (Abb. 4.15, 4.17). Die maximale Individuendichte wurde mit 216 Ind/10cm² an der 10 m Station des Transektes 2 aufgrund des hohen Detritusgehaltes gezählt. Die Dichten der anderen Stationen bewegten sich zwischen 3 und 92 Ind/10cm².

5.3 Habitatwahl und Biovolumen

5.3.1 Harpacticoida

Neben evolutionären Erklärungen für die optimale Körpergröße von Meio- und Makrofauna diskutiert Warwick (1984) die Korngrößenverteilung des Sediments als den wahrscheinlichsten die Körpergröße limitierenden Umweltfaktor. Die Besiedlung des Interstitials durch Tiere entsprechender Körpergrößen ist abhängig vom mittleren Durchmesser der Sandpartikel. So können in groben Sanden alle Größenklassen von Meiofauna angetroffen werden, lediglich kleine Arten können noch im Interstitial von feinen Sanden existieren und in ganz feinen Sanden gibt es neben dem im Interstitial lebenden Nanobenthos bereits eine Klasse ausreichend großer grabender Organismen. In der Potter Cove ist das mittlere Biovolumen der Harpacticoida an den 5 m Stationen der beiden Transekte höher oder höchstens genauso hoch wie das in den tieferen Stationen, obwohl hier noch sandigeres Sediment vorherrscht. Wahrscheinlich ist trotz allem die Inhomogenität des Sediments dafür verantwortlich, daß das Interstitial von den Harpacticoida überhaupt nicht bewohnt werden kann.

Schwinghamer (1981) berichtet ebenfalls von einer oberen Größengrenze für interstitielle Meiofauna, der ein deutlicher Sprung in der Körpergröße zu Tieren mit grabender Lebensweise folgt. Die Arten, die in die Größenklasse zwischen diesen beiden Extremen fallen, sind weder in der Lage sich zwischen den Sandkörnern hindurchzuschlängeln, noch sind sie kräftig genug zum Graben. Allerdings konnte er keine Größenbegrenzungen für Tiere finden, die in sogenannten „fluid muds“ graben können. Die Weichböden der Potter Cove sind als äußerst locker und „flüssig“ anzusehen. Die anoxische Schicht wurde beim Beprobieren der Weichböden so gut wie nie erreicht. Es ist also auch für kleinere Tiere möglich hier eine grabende Lebensweise zu führen. Die Verteilung der Individuen an den einzelnen Transektstationen auf die Größenklassen zeigen, daß an Transekt 1 die Größenklassen 4 bis 6 (Abb. 4.25), an Transekt 2 aber die Größenklassen 3 bis 5 die meisten Vertreter über alle Tiefen zeigen (Abb. 4.26). Da sich beide Transekte nicht nur im Schluff- und Tongehalt des Sediments, sondern auch

in ihrer Detritusaufgabe unterscheiden, scheint folgendes der Fall zu sein: Die größeren Tiere an Transekt 1 sind in der Lage im fluiden Sediment zu graben, die kleineren Tiere an Transekt 2 leben in den pflanzlichen Resten des Detritus. Diese Idee wird auch von den Untersuchungen der Biotypen unterstützt (Abb. 4.27, 4.28). Während an Transekt 1 semizylindrisch-komprimierte zum Graben befähigte Formen überwiegen, sind dies an Transekt 2 neben semizylindrischen auch pyriform-depresse Tiere, welche eigentlich typisch für das Phytal sind.

5.3.2 Peracarida

Für die Peracarida sind wie zu erwarten die Sedimenteigenschaften entsprechend ihrer Lebensweise wichtig. So kommen Cumacea und Tanaidacea bedingt durch ihre Lebensweise im Substrat nicht auf den sehr verfestigten Sandböden sondern nur auf den Weichböden meist der tieferen Stationen im Buchtinneren vor. Für die epibenthisch lebenden Amphipoden dagegen scheint hauptsächlich die Menge der verfügbaren Nahrung und nicht die Sedimentbeschaffenheit in der Habitatwahl wichtig zu sein, was ihre Dominanz in der detritusreichen Senke in 10 m Tiefe an Transekt 2 erklärt. Sie kommen auch an den 5 m Stationen vor. Für die Isopoda verhält sich die Situation ähnlich, aber zum Anspruch an eine hohe Nahrungsmenge kommt bei ihnen noch die Wahl beruhigter Zonen hinzu (Abb. 4.21).

5.3.3 *Pseudotachidius jubanyensis*

Die neue Art *Pseudotachidius jubanyensis* kommt in den untersuchten Proben aus der Potter Cove ausschließlich in sogenannten „low energy“ Zonen, also tiefer gelegenen Habitaten mit geringer Strömung und wenigen Störungen durch Eisberge vor. *Pseudotachidius jubanyensis* findet diese Habitate entlang von Transekt 1 in 20 und 30 m Tiefe (Abb. 4.29) und bei Transekt 2 nur in 30 m Tiefe vor. Es sind Weichböden mit hohem Schluff- und Tongehalt (Abb. 4.1) vergleichbar den Tiefseehabitaten in denen die meisten seiner nächsten Verwandten gefunden wurden. Es könnte sich daher um eine

sekundär aus der Tiefsee eingewanderte Art handeln, die in den beruhigteren Bereichen der Potter Cove einen stabilen tiefseeähnlichen Lebensraum gefunden hat. Zu den relativ konstanten Temperaturen zwischen den Maximalwerten von +2 bis -2 °C kommt die weitere Tatsache, daß es fast das gesamte Jahr auch in dieser geringen Tiefe dunkel ist. Bald nach Einsetzen der Schneeschmelze im Sommer (Dezember) decken starke Sediment-einträge von der Insel in einer süßwasserangereicherten Schicht den südlichen bis zentralen Teil der Potter Cove ab.

Bisher glaubte man, daß die Gattung *Pseudotachidius* hauptsächlich in der Tiefsee vorkommt. Die Arten sind im Pazifischen Raum, im Atlantik und in Europäischen Gewässern zu finden. *P. jubanyensis* und eine weitere bisher unbeschriebene Art aus der Weddellsee dehnen diesen Verbreitungsraum bis in die südlichen Polarregionen aus. *P. jubanyensis* ist die erste Art der Gattung, die in Tiefen von 20 und 30 m gefunden wurde. Nur *P. coronatus* kommt ebenfalls im Flachwasser vor (Tab. 5.1).

Tab. 5.1: Fundorte der Arten der Gattung *Pseudotachidius*. Systematische Einteilung in *coronatus*- und *similis*-Gruppe nach Veit-Köhler und Willen (1999)

Art	Fundort und Tiefe	Sediment	Zitat
Coronatus-Gruppe			
<i>P. brevisetosus</i>	Beaufortsee, vor NO Alaska		Montagna
Montagna, 1980	70°42.8'N 141°39.5'W 403m, 659m - 1144m		(1980)
<i>P. bipartitus</i>	Beaufortsee, vor NO Alaska		Montagna
Montagna, 1980	70°42.8'N 141°39.5'W 659m - 1144m		(1980)
<i>P. bipartitus pacificus</i>	SO vor Mindanao, Philippinen		Itô
Itô, 1983	abyssal		(1983)

Art	Fundort und Tiefe	Sediment	Zitat
weiter <i>Coronatus</i>-Gruppe			
<i>P. coronatus</i> Scott, 1898	Lower Loch Fyne, vor Skate Island 105fms (≈ 192m) Moray Firth, Schottland Loch Etive, Schottland		T.Scott (1898) T.Scott (1899) T.Scott (1902)
	55 - 65f (≈ 100.6 - 118.9m) Bukken, Lyngdal Fjord, Norwegen 40 - 100f (73.2 - 182.9m) Gullmar Fjord, Schweden 40 - 110m Insel Väderö, Schweden 60m, 286 m, 358m	Schluff u. Ton Schluff u. Ton Ton	Sars (1909) Lang (1948) Lang (1948)
<i>P. jubanyensis</i> Veit-Köhler & Willen, 1999	Potter Cove, King George Island Südshetland Inseln, Antarktis 20m - 30m	Schluff u. Ton	Veit-Köhler & Willen (1999)
<i>Similis</i>-Gruppe			
<i>P. abyssalis</i> Becker, 1974	Peru Graben, 12°03'S 78°45'W 5000m		Becker (1974)
<i>P. ibericus</i> Becker & Schriever, 1979	Iberische Tiefsee 19.Meteor II, St. 263		Becker & Schriever (1979)
<i>P. minutus</i> Itô, 1983	SO vor Mindanao, Philippinen abyssal		Itô (1983)
<i>P. similis</i> Scott, 1902	Faröer Kanal, Norweg. See		T.Scott (1903)
<i>P. vikingus</i> Drzycimski, 1968	SW vor Bergen, Norwegen 300m	sandig mit kleinen Steinen	Drzycimski (1968)

In der taxonomischen Literatur finden sich normalerweise nur sehr spärliche Hinweise auf die Ökologie und die Lebensräume der beschriebenen Tiere (Tab. 5.1). Auf der anderen Seite werden die Harpacticoida in ökologisch orientierten Arbeiten fast nie bestimmt. Deshalb ist es nicht möglich, eine generelle Aussage über die Habitatspräferenzen der Gattung *Pseudotachidius* zu machen. Nur Sars (1909) und Lang (1948) berichten, daß *P. coronatus* auf Weichböden gefunden wurde, und Drzycimski (1968) beschreibt das Habitat von *P. vikingus* als sandig mit kleinen Steinen. In der Tiefsee, aus der die meisten der beschriebenen Arten stammen, finden sich hauptsächlich Weichböden.

Betrachtet man lediglich die Individuendichten von *P. jubanyensis*, so scheint die neue Art nicht sehr bemerkenswert zu sein. Eine angemessenere Beschreibung der Situation kann hier durch die Bestimmung der Biovolumina erzielt werden (Abb. 4.29). Schon ein Copepodid I von *P. jubanyensis* hat mit 3.4 nl ein größeres Biovolumen als die meisten Harpacticoida die an den beiden Transekten in der Potter Cove gefunden wurden. Die adulten Weibchen mit einem Körpervolumen von 68.9 nl und einer durchschnittlichen Körperlänge von 1 mm sind nicht nur in der Potter Cove Ausnahmemeasureungen innerhalb der Harpacticoida. Der Vergleich des Gesamtbiovolumens der Individuen von *P. jubanyensis* mit dem aller anderen Harpacticoida an denselben Stationen zeigt die Bedeutung von derartigen Messungen und weshalb sie unter gewissen Umständen ein deutlicheres Bild der Situationen abgeben als reine Zählungen. Ob *P. jubanyensis* allerdings durch seine vergleichsweise gewaltige Körpergröße die Strukturierung der Gemeinschaft beeinflußt oder Vorteile in Bezug auf interspezifische Konkurrenz hat, kann anhand der vorhandenen Daten nicht gesagt werden. Aber sicherlich spielt die Art trotz ihrer geringen Siedlungsdichte eine wichtige Rolle im Meiobenthos der Potter Cove.

5.3.4 *Scottopsyllus (S.) praecipuus*

Diese zweite Art bis 0,9 mm großer Harpacticoida wird ebenfalls nur in sehr geringen Abundanzen im Sediment der Potter Cove angetroffen.

Scottopsyllus (S.) praecipuus gehört in die Familie der Paramesochridae. Die Gattung *Scottopsyllus* ist in die drei Untergattungen *Scottopsyllus*, *Intermedopsyllus* und *Wellsopsyllus* eingeteilt. Betrachtet man die Arten der Untergattung *Scottopsyllus* wird deutlich, daß alle für sandige Sedimente beschrieben wurden. Sie sind aus Gezeitentümpeln, Proben von grobem, feinem und sauberem Sand sowie Muschelschill an Küsten und Stränden bekannt. Ihre Körpergrößen schwanken zwischen 0,32 mm für das Männchen von *S.(S.) langi continentalis* und 0,63 mm für die Weibchen von *S. (S.) robertsoni*. Nur für *S. (S.) herdmani*, die vorher größte Art der Untergattung (Tab. 5.2), werden neben Populationen aus dem Intertidal auch Vorkommen in sublitoralen Habitaten in Tiefen von 20 m auf schlickigem Sand beschrieben (Apostolov und Marinov 1988). Offensichtlich ist die Mehrzahl der Mitglieder dieser Untergattung dazu in der Lage im Interstitial zu leben. Sie sind klein genug um sich zwischen den Sedimentpartikeln ihrer Habitate auf sandigen Substraten hindurchzuschlängeln. Vergleichbare Habitate wurden für die kleinen Arten der Untergattung *Intermedopsyllus* beschrieben. Die *Wellsopsyllus*-Arten weisen klar nach Körpergrößen getrennte Habitatspräferenzen auf: Die einzige beschriebene kleine Art *Scottopsyllus (Wellsopsyllus) runtzi* wurde von litoralen Sanden beschrieben, aber die großen Arten *S. (W.) gigas* (Männchen 0,8 mm) und *S. (W.) abyssalis* (0,95 mm beide Geschlechter) wurden in Schelfregionen oder der Tiefsee gefunden (*S. (W.) gigas*, 146 m Weichboden, Schottland; *S. (W.) abyssalis*, 2000 m, Peru Graben). Es muß also eine Korrelation zwischen Habitatspräferenz und Körpergröße für diese Arten bestehen.

Tab. 5.2: Körpergrößen und Habitatspräferenzen der Arten der Gattung *Scottopsyllus*

Art	Körpergröße [mm]: Weibchen;Männchen	Fundort, Tiefe, Sediment	Zitat
<i>Scottopsyllus (S.) minor</i> (T. & A. Scott, 1895)	0,46 ;	Schottland, Firth of Forth, Musselburgh, Gezeitentümpel nahe Niedrigwasserlinie	T. und A. Scott (1895a)
		Kanada, St. Lawrence, Trois Pistoles, aus Grobsand der Brandungszone bei Ebbe	Nicholls (1939)
<i>Scottopsyllus (S.) minor</i> (T. & A. Scott, 1895)	0,35 - 0,45 ; 0,35 - 0,44	Deutschland, Nordsee, Sylt, Sandwatt	Mielke (1975)
		Bulgarien, Schwarzes Meer, Mitschurin, Supratidal bis in geringe Tiefen, Sand	Apostolov (1972) Apostolov und Marinov (1988)
<i>Scottopsyllus aff. minor</i> (T. & A. Scott) Kunz, 1981	0,45 ;	Kein Fundort angegeben	Kunz (1981)
<i>Scottopsyllus (S.) robertsoni</i> (T. & A. Scott, 1895)	0,63 ;	Schottland, Firth of Forth, Musselburgh, Gezeitentümpel nahe Niedrigwasserlinie,	T. und A. Scott (1895a)
	0,6 ; etwas kleiner	Bulgarien, Schwarzes Meer, Nessebar: 10 m Tiefe, Rezovo: 0,5 m Tiefe, sauberer Sand	Apostolov (1972) Apostolov und Marinov (1988)
<i>Scottopsyllus (S.) pararobertsoni</i> Lang, 1965	0,46 ; etwas kleiner	Kalifornien, Monterey Bay vor Hopkins Marine Station, Gezeitentümpel, Muschelsand, Steine und Algen	Lang (1965)
<i>Scottopsyllus (S.) langi</i> Mielke, 1984	0,37 - 0,50 ; 0,43 - 0,44	Galapagos: Tower: Bahía Darwin; Santa Cruz: Puerto Nuñez, Bahía Academy	Mielke (1984)
<i>Scottopsyllus (S.) langi continentalis</i> Kunz, 1992	0,40 ; 0,32	Kroatien, Mittelmeer, Insel Korcula, Lumbarda Südstrand, feiner Sand auf Meeresniveau	Kunz (1992)
<i>Scottopsyllus (S.) herdmani</i> (Thompson & A. Scott, 1899)	0,65 ;	U.K. Isle of Man, Port Erin, Strand: Löcher in Sand gegraben; Schottland, Clyde, vor Millport	Thompson und A. Scott (1900)
	0,51 - 0,65 ; 0,47	Bulgarien, Schwarzes Meer, vom interstitiellen Grundwasser im Supralitoral bis zu schlickigem Sand in 20 m Tiefe	Apostolov (1972) Apostolov und Marinov (1988)

Art	Körpergröße [mm]: Weibchen;Männchen	Fundort, Tiefe, Sediment	Zitat
<i>Scottopsyllus (S.) herdmani</i> (Thompson & A. Scott, 1899)	0,54 ;	Deutschland, Nordsee, Sylt, Sandwatt	Mielke (1975)
	0,5 - 0,7 ; 0,47 - 0,65	Rußland, Barentssee, Murmansk Mar. Biol. Inst. (Dalniipliazh), Gezeitenzone, feiner Sand	Letova (1982)
<i>Scottopsyllus (S.) praecipuus sp. n.</i>	0,9 ; 0,84	Antarctica, Süd Shetland Inseln, King George Island, Potter Cove 62°14'S, 58°40'W, Weichboden, 20 und 30 m Tiefe	Veit-Köhler (2000)
<i>Scottopsyllus (I.) intermedius</i> (T. & A. Scott, 1895)	0,58 ;	Schottland, Firth of Forth, Musselburgh, Gezeitentümpel nahe Niedrigwasser	T. und A. Scott (1895b)
<i>Scottopsyllus (I.) intermedius</i> (T. & A. Scott, 1895)		U.K. Isle of Man, Port Erin, Strand: Löcher in Sand gegraben	Thompson und A. Scott (1900)
	0,43 - 0,51 ; 0,36 - 0,47	Deutschland, Nordsee, Sylt, Sandwatt	Mielke (1975)
		Namibia, Lüderitz Bucht	Kunz (1951)
	0,4 - 0,6 ; 0,42	Bulgarien, Schwarzes Meer, Warna, supralitorales Grundwasser, sauberer Sand, Amphioxus Sand	Apostolov und Marinov (1988)
<i>Scottopsyllus (I.) minutus</i> (Nicholls, 1939)	0,38 ;	Schottland, Firth of Clyde, Balloch Bay, aus feinem schlickigem Sand mit vereinzelt Steinen	Nicholls (1939)
<i>Scottopsyllus (I.) smirnovi</i> Kunz, 1992	0,51 ; ca. 0,51	Kroatien, Mittelmeer, Insel Mljet, Sapunara, Muschelsand	Kunz (1992)
<i>Scottopsyllus (W.) gigas</i> (Wells, 1965)	; 0,8	Schottland, Fladen 58°20'N 00°30'E 146m, Weichboden	Wells (1965)
<i>Scottopsyllus (W.) runtzi</i> (Soyer, 1975)	0,44 - 0,72 ; 0,38 - 0,47	Kerguelen: Port Kirk, Anse du Tranchant, Charrier Bucht; litorale Sande, in der Nähe von Flußmündungen	Soyer (1975)
<i>Scottopsyllus (W.) abyssalis</i> (Becker, Noodt & Schriever, 1979)	0,95 (beide)	Peru Graben "Anton Bruun" 12°04'S 78°05'W, 2000 m	Becker, Noodt und Schriever (1979)

Auf den Weichböden der Potter Cove könnte *S. (S.) praecipuus* mit seiner Körpergröße also keine interstitielle sondern nur eine grabende Lebensweise führen, aber die Art scheint nicht groß und stark genug zu sein, um in den verfestigten Sanden der geringeren Tiefen zu graben. Die Einordnung von *S. (S.) praecipuus* nach den von Hicks und Coull (1983) gegebenen typischen Körperformen der Harpacticoida für eine interstitielle, grabende oder epibenthische Lebensweise ist allerdings schwierig. Die Adulti der Art sind zu groß für das Interstitial, sie sind zu lang und wurmförmig für eine echte grabende Lebensweise und ihre kurzen Pereiopoden sind zum Schwimmen nicht zu gebrauchen, eine Eigenschaft, die die meisten epibenthischen Harpacticoida besitzen.

Nimmt man eine „gemischte“ Lebensweise von *S. (S.) praecipuus* mit teilweisem Graben in den oberen Millimetern des Weichbodens und Schlängeln durch die epibenthische Detritusauflage ohne sich jedoch in die Wassersäule zu erheben an, kommt man der Wirklichkeit wahrscheinlich am nächsten. Das eine Habitat bietet Schutz, das andere Nahrung.

Shirayama und Horikoshi (1989) berichten von einer Größenreduktion benthischer Organismen mit zunehmender Wassertiefe vom Sublitoral über die Kontinentalabhänge zur Tiefsee. Dies sei auch unabhängig von der Korngröße der Sedimente (auf sehr grobem Tiefsee-Sediment war die Meiofauna trotz der großen Hohlräume kleiner als auf vergleichbaren Substraten im Flachwasser). Deshalb schlagen sie vor, daß hauptsächlich die Wassertiefe selbst und mit ihr gekoppelte Umweltfaktoren die Größenstrukturen des Benthos beeinflussen.

Man könnte annehmen, daß es für die Gattung *Scottopsyllus* genau umgekehrt wäre, je tiefer und je ruhiger das Habitat, desto größer die Arten. Zwar wurden mit *Scottopsyllus (S.) praecipuus*, *Scottopsyllus (Wellsopsyllus) gigas* und *Scottopsyllus (W.) abyssalis* drei auffallend große sublitoral bzw. abyssal vorkommende Arten gefunden, doch entspricht eine zu *Scottopsyllus (S.) praecipuus* sympatrische und sehr viel kleinere *Scottopsyllus* Art nicht dieser Vorstellung. Trotzdem kann die Hypothese aufgestellt werden, daß große *Scottopsyllus* Arten aus den oben diskutierten Gründen nicht im Eulitoral oder im Interstitial zu finden sind.

Huys (1987) nimmt an, daß die interstitiellen Formen der Familie der Paramesochridae von einem epibenthischen Vorfahren abstammen. Der Gang ins Interstitial ist nach Huys von einer paedomorphen Entwicklung begleitet worden. Bei dieser Art der Neotenie wurde nicht nur die Körpergröße sondern auch die Ausbildung der Pereiopoden auf die eines larvalen Stadiums reduziert. Diese Evolution mit larvalen Merkmalen bei adulten Individuen sei, so Huys, in einer morphologischen Reihe innerhalb einer Gruppe von Gattungen der Paramesochridae zunehmend ausgeprägt. Die drei großen Arten der Gattung *Scottopsyllus* zeigen immer noch die Reduktionen auf larvale Merkmale. Vor allem die stark verkürzten Pereiopoden machen es den Tieren unmöglich, wie die epibenthischen Vorfahren frei zu schwimmen. Aber die extreme Körpervergrößerung, die sekundär zur paedomorphen Entwicklung stattgefunden haben muß, zwang die Tiere das Interstitial zu verlassen oder war eine Folge des Verlassens des Interstitials bzw. der Besiedlung eines Lebensraumes ohne Interstitial.

5.4 Fortpflanzungsstrategien und Lebenszyklen

Die Antarktis zeichnet sich durch die Kombination von niedrigen aber stabilen Wassertemperaturen mit einer stark saisonal ausgeprägten Primärproduktion aus. Sie ist ein System bei dem Temperatur und Produktion entkoppelt sind, wodurch sich die Effekte der Primärproduktion auf das Wachstum und die Fortpflanzung der Konsumenten genau bestimmen lassen. Viele Prozesse sind abhängig von den vorhandenen Ressourcen. Allerdings kommt es auf die trophische Position des Konsumenten an, ob er sich mehr oder weniger strikt saisonal reproduziert (Clarke 1988). Picken (1980) beschreibt für Prosobranchia in der Antarktis zwei verschiedene Fortpflanzungsstrategien: Pelagische Larven können nur die kurze Zeit der Phytoplanktonblüte ausnutzen, wogegen benthische dotterreiche Eier eine asaisonale und verlängerte Entwicklungszeit durchmachen. Steele und Steele (1975) stellten unter anderen Crustaceen auch für Copepoden fest, daß mit einer Vergrößerung der Eier auch eine Verlängerung der Embryonalentwicklung einhergeht. Die Größe der Eier ist direkt korreliert mit dem Dottergehalt. Schließlich werden von Maier (1989) drei Gründe für die Verzögerung der Entwicklung oder das Eintreten in die Diapause für Copepoden genannt, die auch für die Bedingungen in der Antarktis zutreffend sein können:

1. schlechte Nahrungssituation
2. ungenügende Sauerstoffversorgung (kann bei limnischen Cyclopiden Diapause hervorrufen)
3. Photoperiode (Die Entwicklung von *Cyclops vicinus* verlangsamt sich mit längerer Photoperiode (Spindler 1971), bei Tageslängen über 12 Std. treten sie in Diapause (Einsle 1964); bei anderen cyclopoiden Copepoden verlängert sich die Entwicklungszeit in totaler Dunkelheit erheblich (Watson und Smallman 1971))

5.4.1 Adaptationen von Copepoden in Polargebieten

Betrachtet man die Vielfalt der Lebensstrategien pelagischer Calanoida und Cyclopoida oder meereisbewohnender Harpacticoida in den Polargebieten, wird deutlich, zu welchen Adaptationen Copepoda in einem derart extremen Lebensraum fähig sind:

Der herbivore *Calanoides acutus* geht im Südpolarmeer offensichtlich regional unterschiedlichen Strategien nach, und kann je nach Länge der Primärproduktionsphase einen ein- oder zweijährigen Lebenszyklus durchmachen. Die Überwinterung der Tiere, die in der Tiefe keine Nahrung mehr zu sich nehmen, findet im ersten Jahr als C IV und im zweiten Jahr als C V statt, wenn die sommerliche Wachstumssaison, wie zum Beispiel in der östlichen Weddellsee, zu kurz für einen Teil der Population ist (Atkinson *et al.* 1997).

Von den gut untersuchten herbivoren arktischen Calanoida kann nur *Pseudocalanus sp.* durch die Ausnutzung der Eisalgen nach der Überwinterung als C III bis C IV schneller zum Adult heranreifen und seinen Lebenszyklus innerhalb eines Jahres abschließen. *Calanus glacialis* hat eine zwei- und *Calanus hyperboreus* sogar eine dreijährige Generationszeit (Conover und Huntley 1991).

Weitere in ihrer Entwicklung stärker ans Meereis gebundene Copepoden sind *Paralabidocera antarctica* (Calanoida) und *Stephos longipes* (Calanoida). Ersterer verbringt sein gesamtes Leben in der Übergangszone zwischen Meereis und Wasser. *P. antarctica* überwintert als sich langsam entwickelnder Nauplius IV und V, erfährt dann eine rasche Copepodidphase und reift im Frühjahr zum Adultus (Tanimura *et al.* 1996). Die extrem klebrigen Eier von *Stephos longipes* haften am Plättcheneis direkt unter den Eisschollen, die Entwicklung der Nauplien findet in der schutzbietenden Kinderstube der Solekanälchen im Packeis statt, als jüngere Copepodide leben die Tiere in der Wasserschicht direkt unter dem Eis und gegen Ende des Sommers wandern die Copepodide IV und V in tiefe Zonen ab. Ob sie dort als Ruhestadien auf oder sogar im Substrat überwintern oder weiter Nahrung

aufnehmen ist noch unbekannt. Erst im Frühjahr sind wieder Tiere der Art auf dem Weg zur Oberfläche zu finden (Kurbjeweit *et al.* 1993).

Den gesamten Lebenszyklus im Meereis verbringt *Drescheriella glacialis* (Harpacticoida). Sie ist durch ihre ausgeprägte r-Strategie gut an das Leben in den Solekanälen des Meereises angepaßt (Bergmans *et al.* 1991). Zwar ist im Meereis die Saisonalität der Primärproduktion nicht so stark ausgeprägt wie im freien Wasser und es ist auch im antarktischen Winter noch ausreichend Nahrung in Form von Eisdiatomeen vorhanden, aber die Unvorhersagbarkeit und Instabilität des Lebensraumes förderte hier eine Anpassung mit kürzeren Entwicklungszeiten und hoher Nachkommenproduktion. Im Gegensatz zu dieser Art ist eine weitere unbeschriebene *Drescheriella sp.* aus dem Meereis in der Lage wie viele polare pelagische Copepoden durch Reservestoffe in Form von Öltropfen und Diapausestadien ungünstige Zeiten zu überstehen (Dahms *et al.* 1990).

Alle diese Anpassungsstrategien in pelagischen und kryopelagischen Bereichen der Polarmeere sind aus der mangelhaften Versorgung mit Phytoplankton in den lichtarmen Monaten zu verstehen. Entweder wird die ungünstige Zeit durch Ruhestadien mit Reservestoffen überstanden, oder es werden, wenn auch spärliche dafür aber teilweise den ganzen Winter über verfügbare Nahrungsquellen wie etwa in Form der Eisalgen erschlossen.

Die Bedingungen für benthische Copepoden in Polargebieten - besonders in Küstennähe und Flachwasserzonen - sind erheblich vorteilhafter als für ihre pelagischen und kryopelagischen Verwandten. Die bereits erwähnte Versorgung mit organischem Detritus aus der Primärproduktion von Makroalgen führt vor allem in den stürmischen Jahreszeiten mit starkem Eisgang und der daraus resultierenden Abrasion küstennaher Bestände zu einer deutlichen Verbesserung ihrer Ernährungssituation.

5.4.1.1 *Pseudotachidius jubanyensis*

Die Weibchen von *Pseudotachidius jubanyensis* produzieren pro Eisack jeweils nur vier dotterreiche Eier. Im Durchschnitt hatten die Weibchen anderer Harpacticoida aus vier Größenklassen 14 bis 23 Eier pro Eisack

produziert. *Pseudotachidius jubanyensis* kann es sich leisten, einen Eisack von nur 10 % seines Körpervolumens zu produzieren. Alle anderen vermessenen Harpacticoida produzierten Eisäcke, die 13,4 bis 17,3 % des Körpervolumens der Weibchen entsprachen. Entsprechend groß sind die Nauplien von *Pseudotachidius jubanyensis* und unterliegen deshalb nicht den gleichen Gefahren wie kleinere Nauplien oder Copepodide anderer Arten (Abb. 4.19). Ihre gute Versorgung mit Dotter in den frühen Entwicklungsstadien ist ein weiterer Vorteil, der es ihnen ermöglicht, gefährvolle Nahrungsaufnahme und -suche zu vermeiden oder Zeiten des Mangels zu überstehen. Dahms (1989) beschreibt den Nauplius I einer unbeschriebenen Art von *Pseudotachidius* aus 395 m Tiefe in der östlichen Weddellsee als lecithotroph. Nicht nur der große und runde Körper, sondern auch das Fehlen von Mund- und Analöffnung und die reduzierten und nicht zur Nahrungsaufnahme geeigneten Extremitäten lassen den Schluß zu, daß sich dieser Nauplius zumindest im ersten Stadium von seinen inneren Reserven ernährt. Die Beschreibung paßt auch auf die in der Potter Cove gefundenen Nauplien von *Pseudotachidius jubanyensis*. Allerdings spielen benthische Copepoden im Nahrungsnetz eine große Rolle als Nahrungsquelle für epibenthische Organismen wie zum Beispiel juvenile Fische (Gee 1987, Bravender *et al.* 1993). Daher bringt die einerseits vorteilhafte Größe auch wieder neue Probleme mit sich.

Das Geschlechterverhältnis innerhalb einer Population kann zur Interpretation der gefundenen Individuendichte herangezogen werden (Warwick 1980). Bei einer hohen Populationsdichte sind oft die Weibchen in der Überzahl, da ein einzelnes Männchen der Harpacticoida in der Lage ist mehrere Weibchen zu begatten. Zusätzlich haben Männchen der Harpacticoida oft eine kürzere Entwicklungszeit als die Weibchen (Feller 1980, Escribano und McLaren 1992), was auch sinnvoll ist, wenn man bedenkt, daß oft eine Paarungsstrategie wie das „precopulatory mate-guarding“ (z.B. Dürbaum 1997) zu beobachten ist. Nach der Befruchtung können die Weibchen ohne weitere Begattung mehrere Eisäcke produzieren. Es kann so zu einem früheren Absterben der Männchen kommen, ohne daß die Population deshalb zusammenbrechen müßte. In der hier untersuchten Population von *P. jubanyensis* überwiegen meistens die Weibchen. Es kann sich also um eine

für die Art hohe Individuendichte handeln. Die Abundanzen sind mit maximal 10 Ind./10cm² zwar sehr gering, aber eine Art dieser Größe hat natürlich auch einen größeren Aktionsradius als die Mehrzahl der viel kleineren Harpacticoida. Durch die Möglichkeit der Spermienspeicherung, wäre die Produktion befruchteter Eier auch nach dem Verschwinden der Männchen aus der Population am Ende des Sommers möglich.

Anfang Februar bei der Transektbeprobung in 30 m Tiefe im Buchtinneren sind noch viele männliche Tiere und sogar eisacktragende Weibchen zu finden. Es könnte sich hierbei generell um eine höhere Dichte von *Pseudotachidius jubanyensis* in diesen physikalisch weniger gestörten Tiefen handeln, wofür die postulierte Tiefseeherkunft der Art spricht. Ob *Pseudotachidius jubanyensis* aus 20 m Tiefe gegen Ende des Sommers in ruhigere tiefere Zonen abwandert, oder ob sich die Population verringert und hauptsächlich sich langsam entwickelnde frühe Copepodidstadien überwintern, aus denen sich im nächsten Sommer die Population neu rekrutiert, ist nicht mit Sicherheit zu sagen. Zu beobachten ist, daß innerhalb der Beprobungsdauer die Anzahlen der adulten Tiere in 20 m Tiefe abnehmen. Die Abundanzen der Copepodidstadien I - III sind über den gesamten Beobachtungszeitraum größer als die der Stadien IV und V, was mehrere Gründe haben kann:

1. Die Copepodide entwickeln sich nur sehr langsam, es gibt daher noch nicht viele C IV und C V Stadien
2. Eine geringe Überlebenschance der frühen Stadien läßt nur wenige Spätstadien auftreten
3. Eine geringe Überlebenschance der späten Stadien durch z. B. erhöhten Prädationsdruck aufgrund ihrer Größe
4. Die Copepodide wandern zum Überwintern in tiefere Zonen ab

5.4.1.2 *Scottopsyllus (S.) praecipuus*

Wegen des erheblichen energetischen Aufwandes pro Nachkommen (Ei 3,5 % des Weibchenvolumens), der aus der Produktion von nur jeweils vier großen dotterreichen Eiern pro Eisack resultiert, sind die Abundanzen der Copepodide gering im Vergleich zu denen der Adulti. Wenn man *Scottopsyllus (S.) praecipuus* daher als K-Strategen bezeichnet, steht das nicht im Gegensatz zu den Beobachtungen an anderen Arten der Gattung *Scottopsyllus*, ja sogar der gesamten Familie der Paramesochridae (T. & A. Scott 1895a, 1895b; Letova 1982). Außer den beiden neuen großen Arten *Pseudotachidius jubanyensis* und *Scottopsyllus (S.) praecipuus* wurden in den Proben aus der Potter Cove nur die Weibchen einer weiteren neuen kleineren *Scottopsyllus*-Art mit nur vier Eiern im Eisack entdeckt. Obwohl ein deutlicher Peak eiertragender Weibchen von *Scottopsyllus (S.) praecipuus* zu sehen ist, sind sie doch über den gesamten Beobachtungszeitraum zu finden. Auch die durchweg in geringerer Zahl als bei *P. jubanyensis* zu findenden Copepodidstadien deuten auf eine ganzjährige Reproduktion hin. Allerdings wurde auch wie bei dieser Art der größte Peak der Copepodid V Stadien Anfang Januar beobachtet, was wiederum auf eine erhöhte Entwicklungsgeschwindigkeit im antarktischen Sommer schließen läßt.

Während der Beobachtungsdauer verschwinden die Adulten in dieser Population niemals gänzlich. In allen Proben sind mehr männliche als weibliche Tiere zu finden. Die Dominanz der Männchen über die Weibchen läßt darauf schließen, daß die Besiedlungsmöglichkeiten nicht völlig ausgeschöpft sind. Da Männchen normalerweise aktiver in der Suche nach Paarungspartnern sind, ist ein höherer Anteil der Männchen an der Population vor allem bei geringen Populationsdichten vorteilhaft, da so die Begattung wenigstens einiger Weibchen gesichert wird (Warwick 1980).

5.4.2 Reproduktionszeitpunkt und Reproduktionsaufwand

5.4.2.1 Saisonale oder ganzjährige Fortpflanzung?

Bei beiden Arten liegen die Peaks der eiertragenden Weibchen Anfang Dezember, also genau vor dem Beginn der Periode mit der besten Nahrungsverfügbarkeit im Benthos. Die Eisdecke reißt gegen Ende November völlig auf, aber die Lichtstärke beträgt im klaren Wasser in 20 m Tiefe auch schon während der Eisbedeckung ab Mitte Oktober immer noch 10 % der Oberflächenstrahlung (Schloss *et al.* 1998b). Die benthische Primärproduktion und der Gehalt an organischem Kohlenstoff und Stickstoff im Sediment steigen zu diesem Zeitpunkt bereits an (Abb. 4.8, 4.13 und 4.14) und bieten somit den idealen Nährboden für Nauplien und Copepodide. Auch die pelagische Primärproduktion erreicht gegen Ende November ihr Maximum mit den für die Sommersaison 1995/96 höchsten gemessenen Werten für Zellkonzentration und Phytoplanktoncarbon (Schloss *et al.* 1998a) und kann anschließend durch Sedimentation ihren wenn auch geringen Teil zur Benthosversorgung beitragen. Die Größe der Eier von *Pseudotachidius jubanyensis* und *Scottopsyllus (S.) praecipuus* deuten auf eine verlängerte Embryonalentwicklung hin, sodaß nach der berechneten Entwicklungszeit nach Modell EZ bei 0 °C für beide Arten nach ca. 50 Tagen die Nauplien schlüpfen müßten. Die Nauplien dieses vielleicht letzten Fortpflanzungspeaks eines Reproduktionsschubes der bereits gegen Ende des antarktischen Winters beginnen könnte, kommen also nur noch in den Genuß der letzten Überreste der sommerlichen Phytoplanktonblüte und der benthischen Primärproduktion. Es sind aber bereits vor dem Peak der eiertragenden Weibchen Nauplien von *P. jubanyensis* und Copepodide beider Arten zu finden, die den Nahrungsschub durchaus direkt nutzen können. Die Lecithotrophie der frühen Nauplien von *P. jubanyensis* und wahrscheinlich auch der von *S. (S.) praecipuus* ist ein zusätzlicher Vorteil und bietet die Möglichkeit, ein verspätetes Einsetzen der Primärproduktion zu überbrücken und so ihr Überleben zu sichern.

Beide neuen Arten sind bodenlebend, entweder epibenthisch oder grabend. Nach einer Zusammenfassung der Daten über die Reproduktionsaktivität von

70 Arten von Harpacticoida kommt Hicks (1979) zu dem Schluß, daß sich 80,7 % aller interstitiellen Arten und 84 % aller epibenthischen und grabenden Arten nur saisonal fortpflanzen, während das nur 32 % der phytalen Arten tun. Diese zeigen zu 68 % eine kontinuierliche, ganzjährige Fortpflanzung. Fortpflanzungsmechanismen regulierende Faktoren könnten statt mit der Temperatur eher mit dem Nahrungsangebot und der Stabilität eines Lebensraumes zusammenhängen und die Evolution bestimmter Lebensstrategien fördern. Die Möglichkeit ein weiteres Nahrungsspektrum auszuschöpfen und eine generalistischere Lebensweise können einer Art zu kontinuierlicher Fortpflanzung und Dominanz verhelfen (Hicks 1979). Die beiden hier untersuchten Arten sind aber in der Anpassungsfähigkeit an andere Lebensräume sehr eingeschränkt, was durch ihre strenge Habitatwahl offensichtlich wird. Allein schon durch ihre Größe sind sie nicht in der Lage, Lebensraum oder Nahrungsspektrum einfach zu verändern. Sie scheinen deshalb auf eine möglichst erfolgreiche Fortpflanzung in der kurzen Zeit vorteilhafter Bedingungen angewiesen zu sein.

Aber ist allein die Zeit der erhöhten Primärproduktion während der Sommermonate als vorteilhaft für die beiden Arten anzusehen?

Tatián (1999) hat nach dem Sommer 1996/97 noch bis Mai 1997 weitere Sedimentproben aus der Potter Cove auf Gehalt an organischer Substanz und Chloroplastenpigmenten untersucht. Er kommt zu dem Ergebnis, daß in 20 m Tiefe wie in der hier vorliegenden Untersuchung von 1995/96 (Abb. 4.13, 4.14) der Chlorophyll- und Phaeopigmentgehalt des Sediments von Dezember auf Januar sehr stark ansteigt und Mitte Februar wieder deutlich abfällt. Die Probennahmen 1995/96 brechen zu diesem Zeitpunkt ab. Die Ergebnisse von Tatián aber zeigen, daß bereits Ende März das absolute Maximum der Konzentration von Chloroplastenpigmenten während des gesamten Untersuchungszeitraumes von 12 Monaten erreicht wird. Die Werte sind fast doppelt so hoch wie die von Januar und sinken im Laufe der Monate bis Ende Mai langsam wieder ab. Die Konzentration der organischen Substanz im Sediment erreicht ein Maximum Mitte Februar, das mehr als doppelt so hoch wie der Wert vom Dezember ist und selbst Ende Mai ist der Tiefpunkt noch nicht wieder erreicht. Der hohe Gehalt an Phaeopigmenten ab März läßt darauf schließen, daß dieser Eintrag organischer Substanz nicht auf

Primärproduktion vor Ort, sondern auf die bereits erwähnte Abrasion der Makroalgenbestände der Nordseite der Bucht zurückzuführen ist. Die guten Bedingungen im Benthos der Potter Cove sind also nicht nur auf ein kleines Zeitfenster während benthischer und pelagischer Primärproduktion beschränkt. Auch die Häufigkeit und Größe makrobenthischer Filtrierer wäre allein mit dieser Produktion nicht erklärbar.

5.4.2.2 Investition in die Nachkommenschaft

Hicks (1979) geht also davon aus, daß interstitielle Arten aus Gründen der saisonalen Nahrungsverfügbarkeit (welche für die hier diskutierten Tiere bereits widerlegt wurde) und der besseren Überlebenschancen größerer Nachkommen eher zur Produktion weniger aber großer Eier neigen (1 - 5 pro Weibchen). Phytale Arten produzieren sehr viele kleine Eier (10 - 50 pro Weibchen), da ihre kontinuierliche Fortpflanzung die geringeren Überlebensraten der jüngeren Stadien ausgleicht. Epibenthische Arten sollen demnach mittlere Eianzahlen produzieren. Allerdings geht er dazu über, die kleineren Eianzahlen der interstitiellen Arten mit dem geringeren verfügbaren physikalischen Raum zu erklären. Die Notwendigkeit aus Raummangel die Eisackgröße und somit die Anzahl kleiner Eier mit schlechten Überlebenschancen zu reduzieren, habe dazu geführt als Kompromiß weniger aber größere, besser ausgerüstete Eier zu produzieren. Das kann in dem hier untersuchten Zusammenhang nicht bestätigt werden, denn die beiden Arten sind so groß und kommen auf so feinem Sediment vor, daß sie eher grabend als interstitiell leben. Trotz dieser noch größeren physikalischen Einschränkung und der angeblichen morphologischen Notwendigkeit zur Reduktion der Eisackgröße hat nur *P. jubanyensis* einen Eisack, der im Verhältnis kleiner als der aller anderen gefundenen Harpacticoida ist. Aber gerade diese Art ist aufgrund ihres Körperbaus eher epibenthisch als interstitiell (Abb. 4.18). Es kommt also bei beiden Arten nicht, wie Hicks schreibt, zu einer Umwandlung des zwangsläufig geringeren Energieäquivalents in weniger, größere Eier, sondern im Gegenteil zu einer vermehrten Investition in die Nachkommenschaft.

Als typische Beispiele für die Verhältnisse von Eidurchmesser zu Körperlänge der drei verschiedenen Lebensformtypen führt Hicks (1979) die interstitiell lebende Art *Leptastacus incurvatus* (0,147 : 1) und die epibenthische Art *Asellopsis intermedia* (0,145 : 1) mit saisonalen Reproduktionszyklen und die sich kontinuierlich fortpflanzende phytale Art *Parathalestris clausi* mit einem Eidurchmesser/Körperlängenverhältnis von nur 0,068 : 1 an. Diese Verhältnisse würden *Pseudotachidius jubanyensis* mit 0,153 : 1 (Eigröße = längste Achse des ovalen Eis) deutlich zu den Werten für interstitielle und epibenthische Arten stellen und bedeuten, daß sich die Art nur saisonal fortpflanzt. In der Tat sind keine eiertragenden Weibchen mehr am Ende des Sommers zu finden. *Scottopsyllus* (S.) *praecipuus* käme mit 0,085 : 1 in eine intermediate aber den sich ganzjährig fortpflanzenden phytalen Arten nahestehende Gruppe. Natürlich ist die Art schon aufgrund ihres Körperbaues alles andere als phytal (Abb. 4.20), aber die These der ganzjährigen Reproduktion wird durch die ständige Anwesenheit gravider Weibchen und die geringe Zahl der Copepodide gestützt. Allerdings sind diese Berechnungen, die sich nur auf die Körperlänge des Weibchens beziehen nicht sehr aussagekräftig, da sie den eigentlichen energetischen Aufwand zur Produktion des Eisackes durch die Nichtbeachtung des artabhängigen Körpervolumens nicht ausreichend beschreiben können.

5.4.2.3 Temperatureffekt und Eigröße

Vor allem die Nahrungsverfügbarkeit und die Flexibilität der Arten und nicht so sehr die Umgebungstemperatur soll die Reproduktionsaktivitäten von Harpacticoida steuern (Hicks 1979). Poulin (1995) findet bei einer Studie über die Veränderungen von Eigrößen und Eianzahl bei verwandten Taxa von Copepoden, daß Tiere in höheren Breitengraden relativ kleinere Gelege mit relativ größeren Eiern produzieren als ihre Verwandten in gemäßigten und tropischen Breiten. Bei anderen antarktischen Ektothermen kommen verschiedene Autoren zu den folgenden Ergebnissen:

Als Thorson's Rule wurde die Tatsache bekannt, daß bei Invertebraten höherer Breiten eine deutliche Tendenz zur Produktion stark dotterhaltiger,

großer Eier und zu einer nicht-pelagischen Entwicklung zu finden ist (Thorson 1950). Auch Wägele (1987) stellt deutliche geographische Unterschiede zwischen Anzahl und Größe der produzierten Eier pro Gelege in einzelnen Populationen der Assel *Ceratoserolis trilobitoides* fest. Weibchen der nördlicheren Gebiete um die antarktische Halbinsel tragen mehr aber kleinere Eier in ihrem Marsupium, in der Gould Bay im südlichen Weddellmeer werden dagegen mit sinkenden Umgebungstemperaturen weniger aber größere Eier produziert. Generell haben die antarktischen Isopoden *Ceratoserolis*, *Serolis* und *Glyptonotus* die längsten Embryonalentwicklungszeiten bei den Isopoden. Der physiologische Temperatureffekt und die evolutionären Anpassungen an den Lebensraum, nicht aber die Eigröße können nach Wägele (1987) zu dieser Verlängerung geführt haben.

Clarke (1982) geht nicht davon aus, daß die langsame Entwicklung antarktischer Invertebraten auf die tiefen Umgebungstemperaturen zurückzuführen ist, denn es gibt evolutive und physiologische Anpassungen um Temperatureffekte zu kompensieren. Die sich langsam entwickelnden großen Eier vieler Crustaceen sind in zweierlei Hinsicht vorteilhaft: Erstens können die Weibchen das Nahrungsangebot des Sommers zur Vitellogenese nutzen und die Eier am Ende des Sommers abgeben und zweitens können die Jungen nach verlängerter Entwicklungszeit im nächsten Sommer in fortgeschrittenen Stadien schlüpfen und sind so kompetitiver (*Chorismus antarcticus*, Hippolytidae; *Notocrangon antarcticus*, Crangonidae). *Serolis cornuta* gibt die Eier im März ab und trägt sie für 20 Monate im Marsupium, bevor die Jungen zur Phytoplankton Frühjahrsblüte im November des darauffolgenden Jahres entlassen werden. Es gibt für antarktische Invertebraten aber keine strenge Korrelation zwischen der Produktion großer dotterhaltiger Eier und rein saisonaler Fortpflanzung. So sind die Assel *Glyptonotus* und mehrere Arten von Prosobranchiern asaisonal, aber trotzdem haben sie lange Embryonalphasen und schlüpfen erst als weit entwickelte Larven. Was also die meisten polaren Invertebraten gemeinsam haben, ist die langsame Entwicklungsgeschwindigkeit, eine Adaptation, die die Entlassung fortgeschrittener, kompetitiver Jugendstadien mit geringerer Mortalitätsrate zur Folge hat, die bei den saisonalen Arten in der Lage sind die sommerlichen Nahrungspulse zu nutzen (Clarke 1982).

5.4.2.4 Strategien von *Pseudotachidius jubanyensis* und *Scottopsyllus (S.) praecipuus*

Für die beiden Arten *Pseudotachidius jubanyensis* und *Scottopsyllus (S.) praecipuus* muß sich daraus folgendes ergeben:

1. Die Zeit zur Produktion der großen dotterreichen Eier ist lang
2. Die Embryonalphase ist lang
3. Die großen dotterreichen Nauplien sind sehr kompetitiv und haben eine geringe Mortalität
4. Die fressenden späten Nauplien und Copepodide finden in der Potter Cove das ganze Jahr über genügend Nahrung
5. *Pseudotachidius jubanyensis* könnte eine saisonale Fortpflanzungsaktivität haben
6. *Scottopsyllus (S.) praecipuus* könnte sich das ganze Jahr über reproduzieren

Betrachtet man die übliche Einteilung der Reproduktionstaktiken in r- und K-Strategie, erkennt man, daß beide Arten offensichtlich K-Strategen sein müssen (Valiela 1995). Sie produzieren wenige aber dafür große Nachkommen, sie investieren sehr viel in den einzelnen Nauplius bei einem aber insgesamt geringeren reproduktiven Aufwand (Eisackgrößenvergleich) und sie haben eine lange Generationszeit. Allerdings hat diese Vereinfachung den großen Nachteil nicht zu unterscheiden, daß ein und derselbe Lebensraum für unterschiedliche Arten auch unterschiedliche Möglichkeiten der Strategieanpassung bieten kann. Besser paßt hier das „Abundance / Intermittency Scheme“, dessen theoretische Grundlage ursprünglich zur Beschreibung von Anpassungsstrategien von Pflanzen diente (Grime 1977). Demnach sind „Adversity-selected Species“ Arten, die in einem zwar störungsfreien, dafür aber ressourcenarmen Lebensraum vorkommen und sich nur in den kurzen Zeiten vorteilhafterer Bedingungen in geringem Umfang fortpflanzen. „Exploitatively-selected Species“ sind Generalisten und Opportunisten, die in einem unvorhersagbaren Lebensraum

mit flexiblen Reproduktionsstrategien auf die jeweilige Situation reagieren können. Schließlich sind „Saturation-selected Species“ dadurch gekennzeichnet, daß sie sich einen störungsfreien und ressourcenreichen Lebensraum kontinuierlich mit anderen Arten mit geringen Reproduktions- und Mortalitätsraten teilen. In einem solchen Lebensraum ist die Ausbreitung einer Population eher durch Konkurrenz als durch plötzliche Veränderungen der Umwelt begrenzt. Die beiden neuen Arten gehören auf keinen Fall der zweiten Gruppe an, denn schon die geringe Zahl der Nachkommenschaft schließt die rasche Nutzung einer sich plötzlich auftuenden Nahrungsquelle aus. *Pseudotachidius jubanyensis* könnte „adversity-selected“ sein, denn in 20 m Tiefe in dem für ihn ungünstigen und mangelhaften Lebensraum sind eiertragende Weibchen nur bis Mitte Dezember zu finden. Die Frage bleibt, was für diese Art den Mangel in diesem Lebensraum ausmacht, denn die Versorgung mit organischem Material ist, wie oben bereits diskutiert, im Winter sogar noch besser als im Sommer. Eventuell sind es die in dieser Tiefe immer noch möglichen physikalischen Störungen. *Scottopsyllus (S.) praecipuus* könnte dagegen „saturation-selected“ sein. Es sind während des Sommers kontinuierlich alle Stadien präsent, es gibt immer relativ wenige Jungtiere aber immer eiertragende Weibchen. Dann würde aber der hohe Männchenanteil dafür sprechen, daß die Art unter dem Druck der Konkurrenz anderer Arten nicht die optimale Populationsdichte erreichen kann, die eine Begattung aller Weibchen auch bei geringerer Männchenanzahl gewährleistet.

5.5 Modellierung von Embryonalentwicklungsdauer und Generationszeiten

Schon seit geraumer Zeit werden die Zusammenhänge von Lebensäußerungen und Umwelteinflüssen bei Copepoden quantifiziert und in Modelle gefaßt. Dabei gibt es einerseits Modelle zur Vorhersage von entwicklungspezifischen Größen wie Produktion, Stadiendauer, Entwicklungszeit und Generationszeit bestimmter Arten. Zu deren Erstellung gehören oft umfangreiche Laboruntersuchungen, Kohortenanalysen und Temperaturreihen (Palmer und Coull 1980, Carlotti und Sciandra 1989, Sabatini und Kiørboe 1994, van den Bosch und Gabriel 1994) und sie sind dann nicht auf andere Arten übertragbar. Palmer und Coull (1980) warnen davor Konstanten, die für einzelne Copepodenarten aus Laborkulturen für verschiedene Temperatur-Entwicklungsdauer-Modelle errechnet wurden, einfach auf andere wenn auch ökologisch oder phylogenetisch ähnliche Arten zu übertragen. Andererseits sind allgemeine Modelle, die auf der Grundlage großer Datensammlungen von vielen Arten basieren bisher nur zweidimensional (Kiørboe und Sabatini 1995, Huntley und Lopez 1992) und erklären z. B. den Zusammenhang zwischen Temperatur und Generationszeit, Temperatur und Wachstumsrate oder zwischen Wachstumsrate und Generationszeit. Auch wenn man durch Anwendung und Verknüpfung der verschiedenen Formeln von Huntley und Lopez (1992) die hier geforderten Berechnungen anstellen kann, so sind die Ergebnisse für Generationszeiten und Wachstumsraten nicht für benthische Copepoden zu gebrauchen, da sie auf Datensätzen rein planktischer Copepoden beruhen, und die Entwicklungszeiten werden stark unterschätzt. Ebenso ist das Modell zur Schätzung von Stadiendauern aus Stadien-Individuenzahl Daten von Klein Breteler *et al.* (1994) nur für Calanoida entwickelt worden.

Es mußte also ein Modell gefunden werden, das mit möglichst einfach meßbaren Variablen sowohl für planktische als auch für benthische Copepoden Aussagen über Entwicklungs- und Generationszeiten zuläßt. Dabei geht es nicht nur einfach darum, daß die vom Modell berechneten Daten die zugrundeliegenden Daten gut wiedergeben (Abb. 4.39, 4.41),

sondern es kommt auch darauf an, daß die gefundenen Terme biologisch erklärbar sind (Dyke 1996).

5.5.1 Datensammlung

Auf die Auswahl der Daten als Grundlage der Modellberechnungen mußte großer Wert gelegt werden. So konnten nicht alle in der Literatur vorhandenen Daten berücksichtigt werden. Kjørboe und Sabatini (1994) weisen darauf hin, daß die Phase der Embryonalentwicklung bei frei ablaichenden Calanoida nur ein Drittel der Zeit in Anspruch nimmt, die für eiertragende Cyclopoida bestimmt wurde (bezogen auf das Eivolumen). Eiertragende Calanoida haben eine Embryonalentwicklungsdauer die zeitlich dazwischen liegt. Es wird angenommen, daß die verkürzte Entwicklungszeit frei ins Wasser abgegebener Eier mit deren hoher Verlustrate durch Prädation zu erklären ist, und der rasche Schlupf des Nauplius eine Strategie zur Vermeidung dieses Feinddruckes ist. So ist von der omnivoren Art *Metridia longa* aus der Arktis bekannt, daß sie die Eier von *Calanus hyperboreus* frißt, und es wird davon ausgegangen, daß das Auftreten dieser Eier im Frühjahr die Reproduktion von *M. longa* triggert (Conover und Huntley 1991). Eine Verkürzung der Embryonalzeit geht allerdings auf Kosten der Entwicklung der Nauplien, die bei diesen Calanoida erst ab dem zweiten oder dritten Stadium in der Lage sind zu fressen. Aus diesem Grund wurden keine Daten frei ablaichender Arten zur Berechnung der Entwicklungszeiten herangezogen.

Andererseits besteht für die Weibchen der eiertragenden Cyclopoida und Calanoida während dieser Phase ebenfalls eine erhöhte Gefahr durch Prädation, da sie mit dem großen Eisack deutlicher sichtbar sind. Um diesem Druck zu entgehen, wenden gravide Weibchen Vermeidungstaktiken wie den Aufenthalt in anderen Wassertiefen und den nächtlichen Aufstieg zur Oberfläche an (Kjørboe und Sabatini 1994).

Bei im Grundwasser lebenden Harpacticoida und Cyclopoida ist die freie Abgabe der Eier wohl eher auf den Platzmangel im Interstitium zurückzuführen als auf erhöhten Feinddruck durch das Tragen eines Eisackes. Deshalb wurden Grundwassertiere mit ins Modell einbezogen.

5.5.2 Embryonalentwicklungs- und Generationszeit-Modell für Copepoden

Mit Hilfe von mehrfaktoriellen vollständig interagierenden Varianzanalysen wurden multiple lineare Modelle zur Vorhersage von Embryonalentwicklungszeit und Generationsdauer eiertragender Copepoda erstellt. Die gleiche Methode wurde von Brey (1999) verwendet, um natürliche Mortalitätsraten von Invertebraten des Makrobenthos aus mehreren unabhängigen Variablen vorherzusagen.

Modell zur Vorhersage der Embryonalentwicklungszeit

$$\log(EZ) = -13,3612 + 3988,2974 \times 1/T + 0,842 \times LR \quad [5.1] \\ + 0,2755 \times LR \times \log(EG) - (0,241 \times \log(AG))$$

Modell zur Vorhersage der Generationsdauer

$$\log(GZ) = 1,0198 + 0,7912 \times \log(EZ) \quad [5.2] \\ - (0,0761 \times \log(EG) \times \log(AG))$$

Die Ergebnisse aus den Modellberechnungen zeigen für die beiden Arten *Pseudotachidius jubanyensis* und *Scottopsyllus (S.) praecipuus*, daß sie trotz ihrer sehr großen Biovolumina und dem entsprechend großen Anteil an der Gesamtbio­masse der Copepoda in den tieferen Regionen der Potter Cove nicht sehr viel zur Produktion im System beitragen können. Das ist typisch für Tiere, die ein derart langsames Wachstum und eine entsprechend geringe Turnover-Rate haben.

Mit den Modellvorhersagen und den Felddaten können nun schematische Lebenszyklen für die beiden Arten *Pseudotachidius jubanyensis* und *Scottopsyllus (S.) praecipuus* aufgestellt werden.

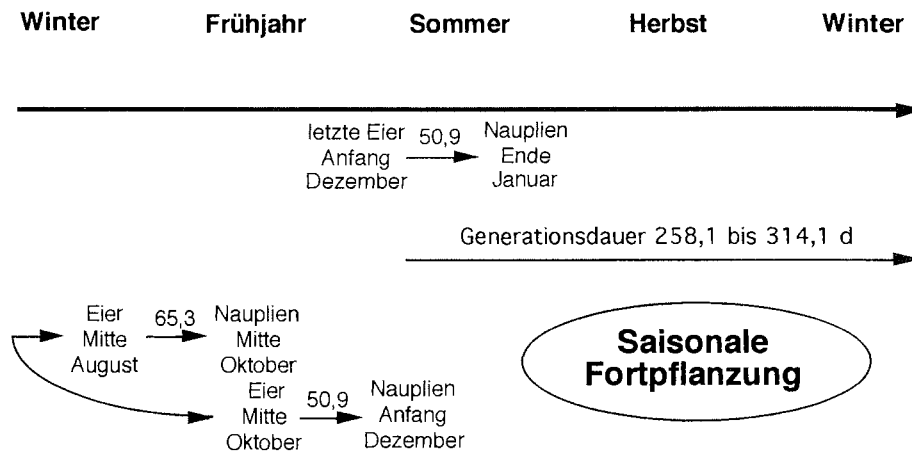


Abb. 5.1: Schematischer Lebenszyklus von *Pseudotachidius jubanyensis* in 20 m Tiefe in der Potter Cove, basierend auf Felddaten und Modellschätzungen bei 0 und -2°C .

Die Reproduktionsphase von *Pseudotachidius jubanyensis* scheint vom Spätwinter bis in den Sommer hinein zu dauern, sodaß die meisten Nauplien und Copepodide in den Genuß der Frühjahrsblüte der planktischen und benthischen Mikroalgen kommen können. Die weitere Entwicklung basiert im Herbst und Winter auf weniger nahrhaftem Makroalgendetritus und dessen Bakterienflora. Die späten Copepodide, die bereits im Februar beobachtet wurden, könnten als Adulte überwintern und für die ersten Nachkommen im darauffolgenden Jahr sorgen. Wahrscheinlich wird durch das Modell die Generationszeit noch unterschätzt, denn die Produktion der großen Eier nimmt sicherlich eine längere Zeit in Anspruch, vor allem bei dem am Ende des Winters herrschenden Mangel an frischem organischen Material.

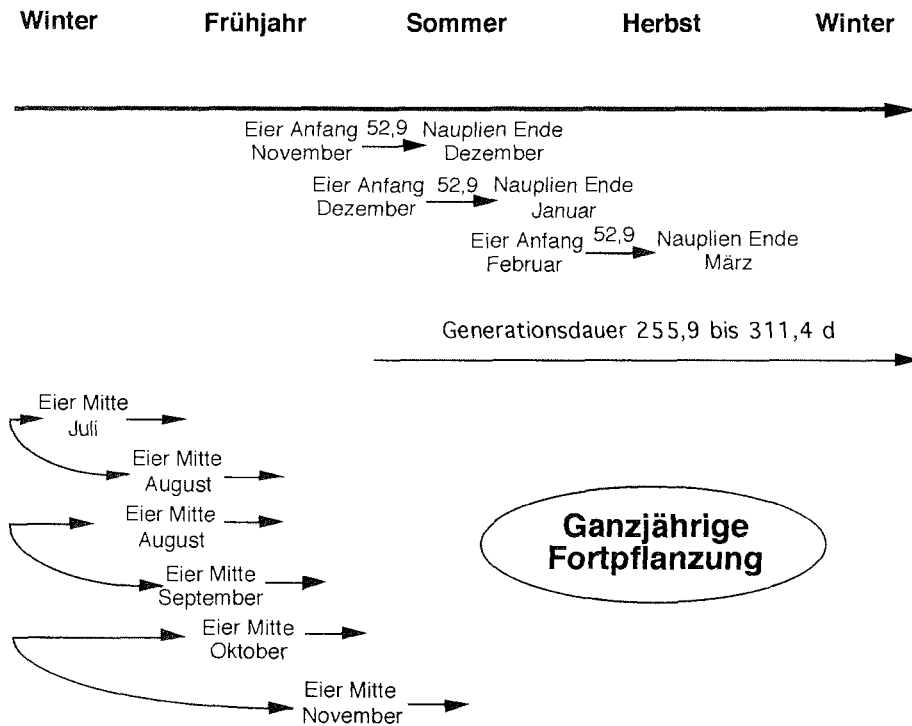


Abb. 5.2: Schematischer Lebenszyklus von *Scottopsyllus (S.) praecipuus* in 20 m Tiefe in der Potter Cove, basierend auf Felddaten und Modellschätzungen bei 0 und -2°C.

Scottopsyllus (S.) praecipuus pflanzt sich wahrscheinlich in geringem Umfang das gesamte Jahr über und mit einem Schwerpunkt im antarktischen Sommer fort. Auch hier könnte die Generationszeit noch unterschätzt worden sein, da der energetische Aufwand zur Produktion eines Eisackes bei dieser Art noch höher ist. Sicherlich haben diese Tiere mit ihrer grabenden Lebensweise

einen nicht so hohen Energieverbrauch wie epibenthische Arten und können sich auch deshalb ganzjährig fortpflanzen.

Scottopsyllus (Scottopsyllus) praecipuus und *Pseudotachidius jubanyensis* haben trotz ihrer Herkunft aus zwei sehr unterschiedlichen Familien der Harpacticoida, trotz ihrer verschiedenen Gestalt und der Tatsache, daß sie nicht die gleiche Lebensweise führen können, nach den Modellen EZ und GZ fast identische Embryonalentwicklungs- und Generationszeiten.

Beide Arten haben aber neben ihrer extremen Körperlänge und den entsprechend großen Körpervolumina ihre Fortpflanzungsstrategie gemeinsam. Aufgrund phylogenetischer Entwicklungen innerhalb der gesamten Familie der Paramesochridae ist *Scottopsyllus (S.) praecipuus* genetisch dazu festgelegt nur eine geringe Eianzahl zu produzieren. *Pseudotachidius jubanyensis* mag diese Eigenschaft als Anpassung an den extremen Lebensraum erst erworben haben.

Scottopsyllus (Scottopsyllus) praecipuus und *Pseudotachidius jubanyensis* sind in dieser Kombination von Körpergröße und Fortpflanzungsstrategie einzigartig unter den Harpacticoida der Weichböden der Potter Cove.

Mit der hier vorliegenden Arbeit wurden erstmalig in der Antarktis Entwicklungen von Freilandpopulationen einzelner Arten der Harpacticoida verfolgt und eine Aussage über ihre Dynamik möglich.

6. Literaturverzeichnis

- Alber, M. und I. Valiela (1994): Incorporation of organic aggregates by marine mussels. *Mar. Biol.* 121(2): 259-265
- Alongi, D.M. (1990): The ecology of a tropical soft-bottom benthic ecosystem. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.* 28: 381-496
- Alongi, D.M. (1992): Bathymetric patterns of deep-sea benthic communities from bathyal to abyssal depths in the western South Pacific (Solomon and Coral Seas). *Deep-Sea Res.* 39: 549-565
- Apostolov, A. (1972): Catalogue des Copépodes harpacticoïdes marins de la Mer Noire. *Zool. Anz.* 188(3/4): 202-254
- Apostolov, A. und T. Marinov (1988): Copepoda Harpacticoida. Fauna Bulgarica 18, in *Aedibus Acad. Scient. Bulgaricae*, Sofia: 3-383
- Atkinson, A., Schnack-Schiel, S.B., Ward, P. und V. Marin (1997): Regional differences in the life cycle of *Calanoides acutus* (Copepoda: Calanoida) within the Atlantic sector of the Southern Ocean. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 150: 99-111
- AWI Publikation (1992): Das Antarktis-Vertragssystem. Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven. 20 p
- Ban, S. (1994): Effect of temperature and food concentration on post-embryonic development, egg production and adult body size of calanoid copepod *Eurytemora affinis*. *J. Plankton Res.* 16(6): 721-735
- Barsch, D., Blümel, W.-D., Flügel, W.-A., Mäusbacher, R., Stäblein, G. und W. Zick (1985): Untersuchungen zum Periglazial auf der König-Georg-Insel Südshetlandinseln / Antarktika. *Ber. Polarforsch.* 24: 75 p
- Becker, K.H. (1974): Eidonomie und Taxonomie abyssaler Harpacticoidea (Crustacea, Copepoda) Teil I. Cerviniidae - Ameiridae. *Meteor Forsch.-Ergebn. (D)* 18: 1-28
- Becker, K.H., Noodt, W. und G. Schriever (1979): Eidonomie und Taxonomie abyssaler Harpacticoidea (Crustacea, Copepoda). Teil II. Paramesochridae, Cylindropsyllidae und Cletodidae. *Meteor Forsch.-Ergebn. (D)* 31: 1-37
- Becker, K.H. und G. Schriever (1979): Eidonomie und Taxonomie abyssaler Harpacticoidea (Crustacea, Copepoda) Teil III. 13 neue Tiefsee-Copepoda Harpacticoidea der Familien Canuellidae, Cerviniidae,

- Tisbidae, Thalestridae, Diosaccidae und Ameiridae. Meteor Forsch.-
Ergebn. (D) 31: 38-62
- Bergmans, M. (1981): A demographic study of the life cycle of *Tisbe furcata*
(Baird, 1837) (Copepoda: Harpacticoida). J. mar. biol. Ass. U.K. 61: 691-
705
- Bergmans, M., Dahms, H.-U. und H.K. Schminke (1991): An r-strategist in
antarctic pack-ice. Oecologia 86: 305-309
- Bouvy, M. und J. Soyer (1989): Benthic seasonality in an intertidal mud flat at
Kerguelen Islands (Austral Ocean). The relationships between
meiofaunal abundance and their potential microbial food. Polar Biol. 10:
19-27
- Bosch, F. van den und W. Gabriel (1994): A model of growth and development
in copepods. Limnol. Oceanogr. 39(7): 1528-1542
- Bravender, B.A., Levings, C.D. und T.J. Brown (1993): A comparison of
meiofauna available as fish food on Sturgeon and Roberts Banks, Fraser
River Estuary, British Columbia. Can. Tech. Rep. Fish Aquat. Sci. (1904):
1-40
- Brey, T. (1999): Growth performance and mortality in aquatic macrobenthic
invertebrates. Adv. Mar. Biol. 35: 153-223
- Buchanan, J.B. (1984): Sediment Analysis. In: Holme, N.A. und A.D. McIntyre
[Hrsg.]: Methods for the Study of Marine Benthos. IPH Handbook 16.
Blackwell, London: pp 41-65
- Carlotti, F. und A. Sciandra (1989): Population dynamics model of *Euterpina*
acutifrons (Copepoda: Harpacticoida) coupling individual growth and
larval development. Mar. Ecol. Prog. Ser. 56: 225-242
- Castel, J. (1984): Cycle biologique d'un copépode harpacticoidé des étangs
mixohalins du Bassin d'Arcachon: *Mesochra lilljeborgi* Boeck, 1864.
Cah. Biol. Mar. 25: 435-447
- Ceccherelli, V.U. und M. Mistri (1991): Production of the meiobenthic
harpacticoid copepod *Canuella perplexa*. Mar. Ecol. Prog. Ser. 68: 225-
234
- Chang, K.I., Jun, H.K., Park, G.T. und Y.S. Eo (1990): Oceanographic
conditions of Maxwell Bay, King George Island, Antarctica (Austral
summer 1989). Korean J. Pol. Res. 1(1): 27-46
- Clarke, A. (1982): Temperature und embryonic development in polar marine
invertebrates. Int. J. Invertebr. Reprod. Dev. 5: 71-82
- Clarke, A. (1988): Seasonality in the antarctic marine environment. Comp.
Biochem. Physiol. 90B (3): 461-473

- Conover, R.J. und M. Huntley (1991): Copepods in ice-covered seas - Distribution, adaptations to seasonally limited food, metabolism, growth patterns and life cycle strategies in polar seas. *J. Mar. Syst.* 2: 1-41
- Dahms, H.U. (1989): Short note: First record of a lecithotrophic nauplius in Harpacticoida (Crustacea, Copepoda) collected from the Weddell Sea (Antarctica). *Polar Biol.* 10: 221-224
- Dahms, H.U., Bergmans, M. und H.K. Schminke (1990): Distribution and adaptations of sea ice inhabiting Harpacticoida (Crustacea, Copepoda) of the Weddell Sea (Antarctica). *Mar. Ecol.* 11(3): 207-226
- D'Apolito, L.M. und S.E. Stancyk (1979): Population dynamics of *Euterpina acutifrons* (Copepoda: Harpacticoida) from North Inlet, South Carolina, with reference to dimorphic males. *Mar. Biol.* 54: 251-260
- Decho, A.W. und J.W. Fleeger (1988): Microscale dispersion of meiobenthic copepods in response to food-resource patchiness. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 118: 229-243
- Dietrich, D. und H. Arndt (1998): Untersuchungen zum benthischen und pelagischen mikrobiellen Nahrungsgewebe der Potter Cove, King George Island, Antarktische Halbinsel, unter besonderer Berücksichtigung der heterotrophen Flagellaten und Ciliaten. In: Miller, H. [Hrsg.]: "Koordiniertes Programm Antarktisforschung" Berichtskolloquium im Rahmen des Koordinierten Programms "Antarktisforschung mit vergleichenden Untersuchungen in arktischen Eisgebieten". *Ber. Polarforsch.* 277: 25-26
- Drzycimski, I. (1968): Neue Harpacticoida (Copepoda) aus dem westnorwegischen Küstengebiet. *Sarsia* 31: 15-24
- Dürbaum, J. (1997): Precopulatory mate guarding and mating in *Tachidius discipes* (Copepoda: Harpacticoida). *Contrib. Zool.* 66(4): 201-214
- Dussart, B. (1967): Les copépodes des eaux continentales d'Europe occidentale. Tome I: Calanoïdes et Harpacticoides. *Crustaceana*, suppl. 10: 1-384
- Dyke, P. (1996): Modelling marine processes. Prentice Hall, London. 152 p
- Einsle, U. (1964): Larvalentwicklung von Cyclopiden und Photoperiodik. *Naturwissenschaften* 51: 314
- Escribano, R. und I.A. McLaren (1992): Testing hypotheses of exponential growth and size-dependent moulting rate in two harpacticoid species. *Mar. Biol.* 114: 31-39
- Fabiano, M. und R. Danovaro (1999): Meiofauna distribution and mesoscale variability in two sites of the Ross Sea (Antarctica) with contrasting food supply. *Polar Biol.* 22: 115-123

- Feller, R.J. (1980): Development of the sand-dwelling meiobenthic harpacticoid copepod *Huntemannia jadensis* Poppe in the laboratory. J. exp. mar. Biol. Ecol. 46: 1-15
- Feller, R.J. und R.M. Warwick (1988): 13. Energetics. In: Higgins, R.P. und H. Thiel [Hrsg.]: Introduction to the Study of Meiofauna. Smithsonian Institution Press, Washington. pp 181-196
- Folk, R.L. (1974): Petrology of Sedimentary Rocks. Hemphill Publishing Company, Austin, Texas. 182 p
- Gaudy, R. und J.P. Guérin (1977): Dynamique des populations de *Tisbe holothuriae* (Crustacea: Copepoda) en élevage sur trois régimes artificiels différents. Mar. Biol. 39: 137-145
- Gee, J.M. (1987): Impact of epibenthic predation on estuarine intertidal harpacticoid copepod population. Mar. Biol. 96: 243-261
- Gee, J.M. und R.M. Warwick (1984): Preliminary observations on the metabolic and reproductive strategies of harpacticoid copepods from an intertidal sandflat. Hydrobiologia 118: 29-37
- Giere, O., Eleftheriou, A. und D.J. Murison (1988): 5. Abiotic Factors. In: Higgins, R.P. und H. Thiel [Hrsg.]: Introduction to the Study of Meiofauna. Smithsonian Institution Press, Washington. pp 61-78
- Glatzel, T. (1990): On the biology of *Parastenocaris phyllura* Kiefer (Copepoda, Harpacticoida). Stygologia 5(3): 131-136
- Gómez, I., Wiencke, C. und G. Weykam (1998): Life strategy of Antarctic macroalgae. In: Wiencke, C., Ferreyra, G., Arntz, W.E. und C. Rinaldi [Hrsg.]: The Potter Cove coastal ecosystem, Antarctica. Ber. Polarforsch. 299: 90-94
- Greiser, N. und A. Faubel (1988): 6. Biotic Factors. In: Higgins, R.P. und H. Thiel [Hrsg.]: Introduction to the Study of Meiofauna. Smithsonian Institution Press, Washington. pp 79-114
- Grime, J.P. (1977): Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. Am. Nat. 111: 1169-1194
- Gurney, R. (1932): British fresh-water copepoda II. The Ray Society, London. 336 p
- Harris, R.P. (1973): Feeding, growth, reproduction and nitrogen utilization by the harpacticoid copepod, *Tigriopus brevicornis*. J. mar. biol. Ass. U.K. 35: 785-800
- Hart, R.C. (1990): Copepod post-embryonic durations: pattern, conformity, and predictability. The realities of isochronal and equiproportional

- development, and trends in the copepodit-naupliar duration ratio. *Hydrobiologia* 206: 175-206
- Heip, C. (1974): A comparison between models describing the influence of temperature on the development rate of copepods. *Biol. Jb. Dodonaea* 42: 121-125
- Herman, R.L. und H.U. Dahms (1992): Meiofauna communities along a depth transect off Halley Bay (Weddell Sea - Antarctica). *Polar Biol.* 12: 313-320
- Herman, P.M.J. und C. Heip (1985): Secondary production of the harpacticoid copepod *Paronychocamptus nanus* in a brackish-water habitat. *Limnol. Oceanogr.* 30(5): 1060-1066
- Herman, P.M.J., Heip, C. und B. Guillemijn (1984): Production of *Tachidius discipes* (Copepoda: Harpacticoida). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 17: 271-278
- Hicks, G.R.F. (1979): Pattern and strategy in the reproductive cycles of benthic harpacticoid copepods. In: Naylor, E. und R.G. Hartnoll [Hrsg.]: *Cyclic phenomena in marine plants and animals. Proceedings of the 13th European Marine Biology Symposium.* Pergamon Press, Oxford. pp 139-147
- Hicks, G.R.F. und B.C. Coull (1983): The ecology of marine meiobenthic harpacticoid copepods. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 21: 67-175
- Higgins, R.P. und H. Thiel (1988): 1. Prospectus. In: Higgins, R.P. und H. Thiel [Hrsg.]: *Introduction to the Study of Meiofauna.* Smithsonian Institution Press, Washington. pp 11-13
- Holme, N.A. und A.D. McIntyre (1984): *Methods for the study of marine benthos.* Blackwell, Oxford, 387 p
- Hong, G.H., Kim, D.Y., Chung, H. und S. Pae (1991): Coastal and inshore water interaction, mixing and primary productivity in the Bransfield Strait, Antarctica, during austral summer 1989/90. *Korean J. Pol. Res.* 2(1): 43-59
- Huntley, M.E. und M.D.G. Lopez (1992): Temperature-dependent production of marine copepods: A global synthesis. *Am. Nat.* 140: 201-242
- Huys, R. (1987): *Paramesochra* T. Scott, 1892 (Copepoda, Harpacticoida): a revised key, including a new species from the SW Dutch coast and some remarks on the phylogeny of the Paramesochridae. *Hydrobiologia* 144: 193-210
- Iken, K. (1996): Trophische Beziehungen zwischen Makroalgen und Herbivoren in der Potter Cove (King-George-Insel, Antarktis). *Ber. Polarforsch.* 201: 206 p

- Itô, T. (1983): Harpacticoid copepods from the pacific abyssal off Mindanao. II. Cerviniidae (cont.), Thalestridae and Ameiridae. Publ. Seto Mar. Biol. Lab. 28 (1/4): 238-252
- Jeffrey, S.W. und G.F. Humphrey (1975): New spectrophotometric equations for determining chlorophylls a, b, c, c₂ in higher plants, algae and natural phytoplankton. Biochem. Physiol. Pflanz. 167: 191-194
- Jensen, P. (1982): A new meiofauna sample splitter. Ann. Zool. Fennici 19: 233-236
- Kjørboe, T. und M. Sabatini (1994): Reproductive and life cycle strategies in egg-carrying cyclopoid and free spawning calanoid copepods. J. Plankton Res. 16(10): 1353-1365
- Kjørboe, T. und M. Sabatini (1995): Review - Scaling of fecundity, growth and development in marine planktonic copepods. Mar. Ecol. Prog. Ser. 120: 285-298
- Klein Breteler, W.C.M., Schogt, N. und J. van der Meer (1994): The duration of copepod life stages estimated from stage-frequency data. J. Plankton Res. 16(8): 1039-1057
- Klöser, H. (1998): Habitats and distribution patterns of benthic diatoms in Potter Cove (King George Island, Antarctica) and its vicinity. In: Wiencke, C., Ferreyra, G., Arntz, W.E. und C. Rinaldi [Hrsg.]: The Potter Cove coastal ecosystem, Antarctica. Ber. Polarforsch. 299: 95-105
- Klöser, H. und W.E. Arntz (1994): RASCALS (Research on Antarctic Shallow Coastal and Litoral Systems) Untersuchungen zur Struktur und Dynamik eines antarktischen Küstenökosystems. Polarforsch. 64(1): 27-41
- Klöser, H., Ferreyra, G., Schloss, I., Mercuri, G., Laturnus, F. und A. Curtosi (1994): Hydrography of Potter Cove, a small fjord-like inlet on King George Island (South Shetlands). Est., Coast. Shelf Sci. 38: 523-537
- Klöser, H., Quartino, M.L. und C. Wiencke (1996): Distribution of macroalgae and macroalgal communities in gradients of physical conditions in Potter Cove, King George Island, Antarctica. Hydrobiologia 333(1): 1-17
- Kowalke, J. (1998): Energieumsätze benthischer Filtrierer der Potter Cove (King George Island, Antarktis). Ber. Polarforsch. 286: 147 p
- Kowalke, J. und D. Abele (1998): A first record of the soft bottom infauna community of Potter Cove. In: Wiencke, C., Ferreyra, G., Arntz, W.E. und C. Rinaldi [Hrsg.]: The Potter Cove coastal ecosystem, Antarctica. Ber. Polarforsch. 299: 106-112
- Kühne, S. (1997): Solitäre Ascidien in der Potter Cove (King George Island, Antarktis) Ihre ökologische Bedeutung und Populationsdynamik. Ber. Polarforsch. 252: 153 p

- Kunz, H. (1951): Marine Harpacticoiden aus dem Küstensand von Südwesafrika. Kieler Meeresforsch. 8: 76-86
- Kunz, H. (1981): Beitrag zur Systematik der Paramesochridae (Copepoda, Harpacticoida) mit Beschreibung einiger neuer Arten. Mitt. Zool. Mus. Univ. Kiel I (8): 2-33
- Kunz, H. (1992): Beitrag zur Kenntnis mariner Copepoda Harpacticoida (Fam. Paramesochridae Lang) mit Beschreibung zweier neuer Arten und einer neuen Unterart. Crustaceana 62(1): 85-97
- Kurbjeweit, F., Gradinger, R. und J. Weissenberger (1993): The life cycle of *Stephos longipes* - an example for cryopelagic coupling in the Weddell Sea (Antarctica). Mar. Ecol. Prog. Ser. 98: 255-262
- Lang, K. (1965): Copepoda Harpacticoida from the Californian Pacific coast. K. sven. vetenskapsakad. Handl. 10(2): 1-566
- Lang, K. (1948): Monographie der Harpacticiden I und II. Reprint Otto Koeltz Science Publ., Königstein, West Germany: 1682 p
- Langdon, C.J. und D.A. Kreeger (1989): Utilization of cellulosic detritus and bacteria as a food source by marine suspension feeders. J. Shellfish. Res. 8(1): 322
- Lescher-Moutoué, F. (1973): Sur la biologie et l'écologie des copépodes cyclopidés hypogés (Crustacés). Ann. Spéleol. 28(3): 429-502
- Letova, V.N. (1982): Marine invertebrates of coastal biocenoses of the arctic ocean and the pacific ocean. Harpacticoida (Crustacea, Copepoda) from the mud-sandy littoral of the east Murman. Academy of Sciences of the USSR. Zool. Inst. Explorations of the fauna of the seas 29(37): 46-75
- Liebezeit, G. und B. von Bodungen (1987): Biogenic fluxes in the Bransfield Strait: planktonic versus macroalgal sources. Mar. Ecol. Prog. Ser. (36): 23-32
- Maier, G. (1989): The effect of temperature on the development times of eggs, naupliar and copepodite stages of five species of cyclopoid copepods. Hydrobiologia 184: 79-88
- Mayer, M. und M. Spindler (1998): Habitat demands and zonation of benthic foraminifera in the Potter Cove: First results. In: Wiencke, C., Ferreyra, G., Arntz, W.E. und C. Rinaldi [Hrsg.]: The Potter Cove coastal ecosystem, Antarctica. Ber. Polarforsch. 299: 119-122
- McIntyre, A.D. und R.M. Warwick (1984): Meiofauna techniques. In: Holme, N.A. und A.D. McIntyre [Hrsg.]: Methods for the study of marine benthos. Blackwell, Oxford, pp 217-244
- McLaren, I.A. (1966): Predicting development rate of copepod eggs. Biol. Bull. 131: 457-469

- McLaren, I.A. (1978): Generation lengths of some temperate marine copepods: Estimation, prediction and implications. J. Fish. Res. Bd. Can. 35: 1330-1342
- Mielke, W. (1975): Systematik der Copepoda eines Sandstrandes der Nordseeinsel Sylt. Mikrofauna Meeresb. 52: 1-134
- Mielke, W. (1984): Interstitielle Fauna von Galapagos. XXXI. Paramesochridae (Harpacticoida). Mikrofauna Meeresb. 1: 63-147
- Montagna, P.A. (1980): Two new bathyal species of *Pseudotachidius* (Copepoda: Harpacticoida) from the Beaufort Sea (Alaska, USA). J. Nat. Hist. 14: 567-578
- Müller, P.J. (1977): C/N ratios in Pacific deep-sea sediments: effects of inorganic ammonium and organic nitrogen compounds sorbed by clays. Geochim. Cosmochim. Acta 41: 765-776
- Nicholls, A.G. (1939): Marine harpacticoids and cyclopoids from the shores of the St. Lawrence. Fauna et Flora Laurentianae 2. Bull. Le Naturaliste Canadien 66: 241-316
- Nicholls, A.G. (1939): Some new sand-dwelling copepods. J. Mar. Biol. Assoc. 23: 327-341
- Odum, E.P. (1971): Fundamentals of Ecology. 3. Ausg., Philadelphia: W.B. Saunders Company: 574 p
- Palmer, M.A. (1980): Variation in life-history patterns between intertidal and subtidal populations of the meiobenthic copepod *Microarthridion littorale*. Mar. Biol. 60: 159-165
- Palmer, M. und B.C. Coull (1980): The prediction of development rate and the effect of temperature for the meiobenthic copepod *Microarthridion littorale* (Poppe). J. exp. mar. Biol. Ecol. 48: 73-83
- Parsons, T.R., Maita, Y. und C.M. Lalli (1984): A manual of chemical and biological methods for seawater analysis. New York, Pergamon Press: 173 p
- Pfannkuche, O. und H. Thiel (1988): 9. Sample Processing. In: Higgins, R.P. und H. Thiel [Hrsg.]: Introduction to the Study of Meiofauna. Smithsonian Institution Press, Washington. pp 134-145
- Picken, G.B. (1980): Reproductive adaptations of Antarctic benthic invertebrates. Biol. J. Linn. Soc. (14): 67-75
- Poulin, R. (1995): Clutch size and egg size in free-living and parasitic copepods: A comparative analysis. Evolution 49(2): 325-336
- Powlik, J.J., Lewis, A.G. und M. Spaeth (1997): Development, body length, and feeding of *Tigriopus californicus* (Copepoda, Harpacticoida) in laboratory and field populations. Crustaceana 70(3): 324-343

- Rasch, D. (1983): Biometrie - Einführung in die Biostatistik. 1. Aufl. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin: 276 p
- Redfield, A.C. (1958): The biological control of chemical factors in the environment. *Am. Sci.* 46: 205-222
- Reichardt, W. und G. Dieckmann (1984): Kinetics and trophic role of bacterial degradation of macroalgae in Antarctic coastal waters. In: Siegfried, W.R., Condy, P.R. und R.M. Laws [Hrsg.]: Antarctic nutrient cycles and food webs. Springer Verlag, Berlin, pp 115-122
- Richards, F.A. und T.G. Thompson (1952): The estimation and characterization of plankton populations by pigment analysis. II. A spectrophotometric method for the estimation of plankton pigments. *J. Marine Res.* 11: 156-172
- Richardson, M.D., Briggs, K.B., Bowles, F.A. und J.H. Tietjen (1995): A depauperate benthic assemblage from the nutrient-poor sediments of the Puerto Rico Trench. *Deep-Sea Res.* 42: 351-364
- Rieper, M. (1978): Bacteria as food for marine harpacticoid copepods. *Mar. Biol.* 45: 337-345
- Rieper, M. (1985): Some lower food web organisms in the nutrition of marine harpacticoid copepods: an experimental study. *Helgoländer Meeresunters.* 39: 357-366
- Rieper, M. und C. Flotow (1981): Feeding experiments with bacteria, ciliates and harpacticoid copepods. *Kieler Meeresforsch.* 5: 370-375
- Rieper-Kirchner, M., Hinz, K. und B. Biddanda (1991): Ingestion of microbially-synthesized organic aggregates and egestion of fecal pellets by marine harpacticoid copepods. *Kieler Meeresforsch.* 8: 257-263
- Rosell, K.-G. und L.M. Srivastava (1985): Seasonal variations in total nitrogen, carbon and amino acids in *Macrocystis integrifolia* and *Nereocystis luetkeana* (Phaeophyta). *J. Phycol.* 21: 304-309
- Rouch, R. (1968): Contribution à la connaissance des harpacticides hypogés (Crustacés - Copépodes). *Ann. Spéleol.* 23(1): 5-167
- Rudnick, D.T. (1989): Time lags between the deposition and meiobenthic assimilation of phytodetritus. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 50: 231-240
- Sabatini, M. und T. Kiørboe (1994): Egg production, growth and development of the cyclopoid copepod *Oithona similis*. *J. Plankton Res.* 16(10): 1329-1351
- Sachs, L. (1974): Angewandte Statistik. 4. Aufl. Springer Verlag, Berlin: 545 p

- Sahade, R., Tatián, M., Kowalke, J., Kühne, S. und G.B. Esnal (1998): Benthic faunal associations on soft substrates at Potter Cove, King George Island, Antarctica. *Polar Biol.* 19: 85-91
- Sars, G.O. (1905): An account of the Crustacea of Norway. V. Copepoda Harpacticoida. Teil VII und VIII. *Bergen Museum*: 88-89
- Sars, G.O. (1906): An account of the Crustacea of Norway. V. Copepoda Harpacticoida. Teil XV - XVIII. *Bergen Museum*: 195-200
- Sars, G.O. (1909): An account of the Crustacea of Norway. V. Copepoda Harpacticoida. Teil XXVII und XXVIII. *Bergen Museum*: 305-336
- Schewe, I. und T. Soltwedel (1998): Deep-sea meiobenthos of the central arctic ocean: Distribution patterns and size-structure under extreme oligotrophic conditions. *Vie Milieu* 49(2/3): 79-92
- Schloss, I., Ferreyra, G. und A. Curtosi (1998a): Phytoplankton primary production in Potter Cove, King George Island. In: Wiencke, C., Ferreyra, G., Arntz, W.E. und C. Rinaldi [Hrsg.]: *The Potter Cove coastal ecosystem, Antarctica*. *Ber. Polarforsch.* 299: 67-73
- Schloss, I., Ferreyra, G. und H. Klöser (1998b): Seasonal variations of the conditions for phytoplankton growth in Potter Cove. In: Wiencke, C., Ferreyra, G., Arntz, W.E. und C. Rinaldi [Hrsg.]: *The Potter Cove coastal ecosystem, Antarctica*. *Ber. Polarforsch.* 299: 59-66
- Schwinghamer, P. (1981): Characteristic size distributions of integral benthic communities. *Can. J. Fish. Aquatic Sci.* 38: 1255-1263
- Scott, T. (1898): Some additions to the invertebrate fauna of Loch Fyne. *Ann. Rep. Fishery Bd Scotl.* 16 (3): 261-282
- Scott, T. (1899): Notes on recent gatherings of micro-crustacea from the Clyde and the Moray Firth. *Ann. Rep. Fishery Bd Scotl.* 17 (3): 248-273
- Scott, T. (1902): Notes on gatherings of crustacea collected by the fishery steamer "Garland", and the steam trawlers "Star of Peace" and "Star of Hope" of Aberdeen, during the year 1901. *Ann. Rep. Fishery Bd. Scotl.* 20 (3): 477-484
- Scott, T. (1903): Notes on some copepoda from Faroe channel. *J. Linn. Soc., Zool.* 29: 1-11
- Scott, T. und A. Scott (1895a): On new and rare species of copepoda from Scotland. *Ann. Scot. nat. Hist.* 13: 28-35
- Scott, T. und A. Scott (1895b): On some new and rare Crustacea from Scotland. *Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. 6 Vol.* 15: 50-59
- Seifried, S. und J. Dürbaum (2000): First clear case of carnivory in marine Copepoda Harpacticoida. *J. Nat. Hist.* 34: 1595-1618

- Shirayama, Y. und M. Horikoshi (1989): Comparison of the benthic size structure between sublittoral, upper-slope and deep-sea areas of the Western Pacific. *Int. Rev. ges. Hydrobiol.* 74: 1-13
- Soyer, J. (1975): Harpacticoïdes (Crustacés Copépodes) de l'archipel de Kerguelen. I. Quelques formes mésopsammiques. *Bull. Mus. natl. Hist nat., Paris* 168(244): 1169-1223
- Soyer, J. und F. de Bovée (1977): First investigations on the density of soft bottom meiofauna in Morbihan Bay (Kerguelen Islands). In: Llano, G.A. [Hrsg.]: Adaptations within antarctic ecosystems. Proceedings of the third SCAR Symposium on Antarctic Biology. Gulf Publ. Co, Houston: pp 279-292
- Spindler, K.-D. (1971): Untersuchungen über den Einfluß äußerer Faktoren auf die Dauer der Embryonalentwicklung und den Häutungsrhythmus von *Cyclops vicinus*. *Oecologia* 7: 342-355
- Steele, D.H. und V.J. Steele (1975): Egg size and duration of embryonic development in Crustacea. *Int. Rev. ges. Hydrobiol.* (60): 711-715
- Strasburger, E. (1991): Lehrbuch der Botanik. 33. Aufl. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart: 1030 p
- Strickland, J.D.H. und T.R. Parsons (1972): A practical handbook of Seawater Analysis. 2. Aufl. *J. Fish. Res. Bd. Can.* 167: 1-310
- Tanimura, A., Hoshiai, T. und M. Fukuchi (1996): The life cycle strategy of the ice-associated copepod, *Paralabidocera antarctica* (Calanoida, Copepoda), at Syowa Station, Antarctica. *Antarct. Sci.* 8(3): 257-266
- Tatián, M. (1999): Diversidad, variabilidad y alimentación de ascidias (Tunicata, Ascidiacea) de la isla 25 de Mayo, Antartida. Doktorarbeit an der Cátedra de Anatomía comparada, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Argentinien.
- Thorson, G. (1950): Reproductive and larval ecology of marine bottom invertebrates. *Biol. Rev.* 25: 1-45
- Valiela, I. (1995): Marine ecological processes. 2. Aufl. Springer Verlag, New York. 686 p
- Vanhove, S., Wittoeck, J., Desmet, G., Van den Berghe, B., Herman, R.L., Bak, R.P.M., Nieuwland, G., Vosjan, J.H., Boldrin, A., Rabitti, S. und M. Vincx (1995): Deep-sea meiofauna communities in Antarctica: structural analysis and relation with the environment. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 127: 65-76
- Veit-Köhler, G. (1998): Meiofauna study in the Potter Cove - Sediment situation and resource availability for small crustaceans (Copepoda and Peracarida). In: Wiencke, C., Ferreyra, G., Arntz, W.E. und C. Rinaldi [Hrsg.]: The Potter Cove coastal ecosystem, Antarctica. *Ber. Polarforsch.* 299: 132-136

- Veit-Köhler, G. (2000): Habitat preference and sexual dimorphism in species of *Scottopsyllus* (Copepoda, Harpacticoida) with the description of *Scottopsyllus* (*S.*) *praecipuus* sp. n. from the Antarctic. *Vie Milieu* 50(1): 1-17
- Veit-Köhler, G. und E. Willen (1999): *Pseudotachidius jubanyensis* sp. nov. (Copepoda: Harpacticoida): A new species from antarctic shallow waters and its ecology. *Senckenberg. marit.* 30(1/2): 27-45
- Vijverberg, J. (1980): Effect of temperature in laboratory studies on development and growth of cladocera and copepoda from Tjeukemeer, The Netherlands. *Freshwater Biol.* 10: 317-340
- Volkman-Rocco, B. (1968): *Tisbe reluctans* n. sp. della laguna venetta (Copepoda, Harpacticoida). *Archo Oceanogr. Limnol.* 16(1): 81-93
- Wägele, J.W. (1987): On the reproductive biology of *Ceratoserolis trilobitoides* (Crustacea: Isopoda): Latitudinal variation of fecundity and embryonic development. *Polar Biol.* 7: 11-24
- Warwick, R.M. (1980): Population dynamics and secondary production of benthos. In: Tenore, K.R. und B.C. Coull [Hrsg.]: *Marine benthic dynamics*. Univ. of South Carolina Press for the Belle W. Baruch Institute: pp 1-24
- Warwick, R.M. (1984): Species size distributions in marine benthic communities. *Oecologia* 61: 32-41
- Warwick, R.M. und J.M. Gee (1984): Community structure of estuarine meiobenthos. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 18: 97-111
- Watson, N.H.H. und B.N. Smallman (1971): The role of photoperiod and temperature in the induction and termination of an arrested development in two species of freshwater cyclopoid copepods. *Can. J. Zool.* 49: 855-862
- Weiss, G.M., McManus, G.B. und H.R. Harvey (1996): Development and lipid composition of the harpacticoid copepod *Nitocra spinipes* reared on different diets. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 132: 57-61
- Wells, J.B.J. (1965): Copepoda (Crustacea) from the meiobenthos of some Scottish marine sub-littoral muds. *Proc. r. Soc. Edinb.* 69(I-1): 1-33
- Wells, J.B.J. (1986): Biogeography of benthic harpacticoid copepods of the marine littoral and continental shelf. *Syllogeus* 58: 126-135
- Wiencke, C. (1990): Seasonality of red and green macroalgae from Antarctica - a long-term culture study under fluctuating Antarctic daylengths. *Polar Biol.* 10: 601-607

- Wiencke, C., Clayton, M. und A. Peters (1998): Biodiversity, life cycles and evolution of antarctic macroalgae. In: Wiencke, C., Ferreyra, G., Arntz, W.E. und C. Rinaldi [Hrsg.]: The Potter Cove coastal ecosystem, Antarctica. Ber. Polarforsch. 299: 82-89

8. Anhang

Tab. 8.1: Abundanzen [Ind./10cm²] und Biovolumen [nl/10cm²] der Harpacticoida sowie biotische Sedimentparameter an Transekt 1 (Buchtinneres)

	5 m	10 m	20 m	30 m
Ind./10cm ²	3	5	42	78
nl/10 cm ²	33,6	24	243,6	452,4
TOM [%TG]	5,13	5,23	4,79	5,48
C [%TG]	0,5702	0,5137	0,3204	0,3644
N [%TG]	0,1003	0,0832	0,0582	0,0652
Chl a [μ g/ml]	10,15	1,78	1,21	1,24
Chl b [μ g/ml]	0,44	0,19	0,26	0,27
Chl c [μ g/ml]	8,04	1,04	0,8	0,95
Carot. [μ g/ml]	7,69	0,8	0,36	0,37
Chl a [μ g/gTG]	7,85	1,04	0,55	0,75
Phaeo. [μ g/gTG]	6,3	2,92	2,02	2,5

Tab. 8.2: Abundanzen [Ind./10cm²] und Biovolumen [nl/10cm²] der Harpacticoida sowie biotische Sedimentparameter an Transekt 2 (Buchteingang)

	5 m	10 m	20 m	30 m
Ind./10cm ²	21	216	92	68
nl/10 cm ²	105	648	285,2	387,6
TOM [%TG]	4,4	6,15	5,13	5,4
C [%TG]	0,3509	1,0663	0,5604	0,5779
N [%TG]	0,0566	0,1488	0,0818	0,0835
Chl a [μ g/ml]	5,32	8,29	4,95	2,31
Chl b [μ g/ml]	0,18	0,51	0,49	0,46
Chl c [μ g/ml]	2,39	2,61	2,01	1,3
Carot. [μ g/ml]	2,23	3,94	0,94	0,58
Chl a [μ g/gTG]	3,31	4,89	2,98	0,81
Phaeo. [μ g/gTG]	4,53	15,71	6,96	4,96

Tab. 8.3: Abundanzen [Ind./10cm²] der Harpacticoida sowie biotische Sedimentparameter an einer Dauerstation in 20 m Tiefe im Buchtinneren

	6.11.	16.11.	1.12	6.12.	16.12.
Ind./10cm ²	145	56	160	48	105
TOM [%TG]	-	5,17	5,42	5,1	5,38
C [%TG]	-	0,5179	0,6078	0,4772	0,6623
N [%TG]	-	0,0953	0,1071	0,0896	0,1285
Chl a [μ g/ml]	-	1,37	0,44	1	1,7
Chl b [μ g/ml]	-	0,24	0,1	0,16	0,29
Chl c [μ g/ml]	-	0,99	0,4	0,72	1,52
Carot. [μ g/ml]	-	0,3	0,04	0,24	0,6
Chl a [μ g/gTG]	-	1,21	0,45	1,48	1,92
Phaeo. [μ g/gTG]	-	1,65	0,75	0,65	2,17

	24.12.	5.1.	13.1.	1.2.
Ind./10cm ²	43	88	55	42
TOM [%TG]	5,14	5,79	4,52	4,79
C [%TG]	0,518	0,424	-	0,3204
N [%TG]	0,0974	0,0786	-	0,0582
Chl a [μ g/ml]	1,47	2,83	0,93	1,21
Chl b [μ g/ml]	0,3	0,34	0,2	0,26
Chl c [μ g/ml]	1,43	2,04	0,69	0,8
Carot. [μ g/ml]	0,43	1,79	0,33	0,36
Chl a [μ g/gTG]	1,35	3,03	0,67	0,55
Phaeo. [μ g/gTG]	1,5	4,29	1,21	2,02

Tab. 8.4: Absolute Individuenzahlen von *Pseudotachidius jubanyensis* an einer Dauerstation in 30 m Tiefe 1994/95 und an einer Dauerstation in 20 m Tiefe 1995/96 auf jeweils 60 cm² Sedimentfläche. Es ist zu beachten, daß die mit * markierten Probenstage 30 cm² und mit ** 40 cm² Probenfläche umfassen (Copepodide: CI-CV; Weibchen: W; Weibchen mit Eisack: WES; Männchen: M).

1994/95 - Gesamtindividuenzahl 119

	CI	CII	CIII	CIV	CV	W	WES	M
13.11.	32	8	6	5	1	17	0	2
6.12.	3	2	2	0	0	6	0	1
6.1.	6	2	3	4	2	9	2	6

1995/96 - Gesamtindividuenzahl 233

	CI	CII	CIII	CIV	CV	W	WES	M
6.11.	14	5	3	2	2	10	2	15
*16.11.	1	1	0	0	0	2	0	0
1.12.	23	14	5	1	0	6	4	2
*6.12.	4	2	3	3	0	2	3	1
16.12.	6	7	2	0	0	3	1	3
24.12.	11	4	6	2	1	4	0	2
5.1.	5	7	8	1	3	1	0	3
13.1.	3	5	2	3	1	1	0	0
**1.2.	2	2	2	0	0	1	0	0

Tab. 8.5: Absolute Individuenzahlen von *Scottopsyllus (S.) praecipuus* an einer Dauerstation in 30 m Tiefe 1994/95 und an einer Dauerstation in 20 m Tiefe 1995/96 auf jeweils 60 cm² Sedimentfläche. Es ist zu beachten, daß die mit * markierten Probenstage 30 cm² und mit ** 40 cm² Probenfläche umfassen (Copepodide: CI-CV; Weibchen: W; Weibchen mit Eisack: WES; Männchen: M).

1994/95 - Gesamtindividuenzahl 53

	CI	CII	CIII	CIV	CV	W	WES	M
13.11.	4	1	1	0	0	1	3	2
6.12.	3	4	0	2	1	1	0	4
6.1.	0	2	2	3	4	4	1	10

1995/96 - Gesamtindividuenzahl 246

	CI	CII	CIII	CIV	CV	W	WES	M
6.11.	3	12	5	3	7	8	1	27
*16.11.	0	0	2	1	1	2	0	2
1.12.	9	5	1	1	4	0	1	13
*6.12.	2	3	5	1	0	1	2	2
16.12.	14	3	3	4	3	6	2	13
24.12.	5	0	0	0	1	0	0	4
5.1.	3	2	0	0	4	1	0	7
13.1.	0	0	2	0	2	2	0	5
**1.2.	2	5	1	2	2	4	1	19

Tab. 8.6: Embryonalentwicklungszeit und Generationsdauer der Vertreter von vier Größenklassen der Harpacticoida in der Potter Cove bei verschiedenen Ausgangstemperaturen, berechnet nach den in Kap. 4.7 aufgestellten Modellen

Temperatur [°C]	Modell EZ [d]	Modell GZ [d]
Größenklasse 3		
+2	28,1	101,4
0	35,9	123,1
-2	46,1	149,8
Größenklasse 4		
+2	26,6	108,3
0	33,9	131,5
-2	43,6	160
Größenklasse 5		
+2	27,6	127,8
0	35,3	155,1
-2	45,2	188,7
Größenklasse 6		
+2	26,2	137,3
0	33,4	166,6
-2	42,8	202,8

Mein besonderer Dank gilt :

Der Stiftung Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung,
Bremerhaven und der Dirección Nacional del Antártico, Buenos Aires für die
Ermöglichung der Arbeit in der Antarktis

Herrn Prof. Dr. H.K. Schminke für die Betreuung und die Bereitstellung des
Arbeitsplatzes

Herrn Dr. Carlos Neira für die vielen Tips zu biochemischen Analysen und
Diskussionen der Sedimentergebnisse

Herrn Dr. Thomas Brey für die Einführung in die Geheimnisse der
Modellierung

Frank Donat, ohne den die schnelle Ausbildung zur Forschungstaucherin
nicht möglich gewesen wäre

Stephan Kühne, bei dem ich mich als Taucherin in der Antarktis immer sehr
sicher gefühlt habe

Barbro, Mónica, Susana, Petra, Doris, Jens, Nils, Stephan, Marcos und Ricky,
die mit mir auf Jubany waren und mit denen mich auch danach noch viel
verbindet

Der Besatzung der Base Jubany, vor allem den mecánicos, electricistas und
cocineros und meinen Tauchkollegen Augusto, Larry, Willy und Oscar, die
mein Spanisch vorübergehend argentinisierten

Elke Willen für die Einführung in die Kunst der Beschreibung von
Harpacticiden

Iris Zaehle für die Zentrifugation des Probenmaterials

Sibylle, Kai und Elke für das Anlegen der Bilderkartei der Harpacticiden, auf
die ich immer wieder zurückgriff

Enrique, der immer an das Gelingen dieser Arbeit glaubte, und meinen Eltern,
ohne deren Unterstützung ich nie so weit gekommen wäre

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

- **Sonderheft Nr. 1/1981** – „Die Antarktis und ihr Lebensraum“
Eine Einführung für Besucher – Herausgegeben im Auftrag von SCAR
- **Heft Nr. 1/1982** – „Die Filchner-Schelfeis-Expedition 1980/81“
zusammengestellt von Heinz Köhnen
- **Heft Nr. 2/1982** – „Deutsche Antarktis-Expedition 1980/81 mit FS „Meteor““
First International BIOMASS Experiment (FIBEX) – Liste der Zooplankton- und Mikronektonnetzfüge
zusammengestellt von Norbert Klages
- **Heft Nr. 3/1982** – „Digitale und analoge Krill-Echolot-Rohdatenerfassung an Bord des Forschungsschiffes „Meteor““ (im Rahmen von FIBEX 1980/81, Fahrtabschnitt ANT III), von Bodo Morgenstern
- **Heft Nr. 4/1982** – „Filchner-Schelfeis-Expedition 1980/81“
Liste der Planktonfänge und Lichtstärkemessungen
zusammengestellt von Gerd Hubold und H. Eberhard Drescher
- **Heft Nr. 5/1982** – „Joint Biological Expedition on RRS 'John Biscoe', February 1982“
by G. Hempel and R. B. Heywood
- **Heft Nr. 6/1982** – „Antarktis-Expedition 1981/82 (Unternehmen ‚Eiswarte‘)“
zusammengestellt von Gode Gravenhorst
- **Heft Nr. 7/1982** – „Marin-Biologisches Begleitprogramm zur Standorterkundung 1979/80 mit MS ‚Polar-
sirkel‘ (Pre-Site Survey)“ – Stationslisten der Mikronekton- und Zooplanktonfänge sowie der Bodenfischerei
zusammengestellt von R. Schneppenheim
- **Heft Nr. 8/1983** – „The Post-Fibex Data Interpretation Workshop“
by D. L. Cram and J.-C. Freytag with the collaboration of J. W. Schmidt, M. Mall, R. Kresse, T. Schwinghammer
- **Heft Nr. 9/1983** – „Distribution of some groups of zooplankton in the inner Weddell Sea in summer 1979/80“
by I. Hempel, G. Hubold, B. Kaczmaruk, R. Keller, R. Weigmann-Haass
- **Heft Nr. 10/1983** – „Fluor im antarktischen Ökosystem“ – DFG-Symposium November 1982
zusammengestellt von Dieter Adelung
- **Heft Nr. 11/1983** – „Joint Biological Expedition on RRS 'John Biscoe', February 1982 (II)“
Data of micronekton and zooplankton hauls, by Uwe Piatkowski
- **Heft Nr. 12/1983** – „Das biologische Programm der ANTARKTIS-I-Expedition 1983 mit FS ‚Polarstern‘“
Stationslisten der Plankton-, Benthos- und Grundschieppnetzfüge und Liste der Probenahme an Robben
und Vögeln, von H. E. Drescher, G. Hubold, U. Piatkowski, J. Plötz und J. Voß
- **Heft Nr. 13/1983** – „Die Antarktis-Expedition von MS ‚Polarbjörn‘ 1982/83“ (Sommerkampagne zur
Atka-Bucht und zu den Kraul-Bergen), zusammengestellt von Heinz Köhnen
- **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 Köhnen
- **Heft Nr. 14/1983** – „Die erste Antarktis-Expedition (ANTARKTIS I) von FS ‚Polarstern‘ 1982/83“
herausgegeben von Gotthilf Hempel
- **Sonderheft Nr. 4/1983** – „On the Biology of Krill *Euphausia superba*“ – Proceedings of the Seminar
and Report of the Krill Ecology Group, Bremerhaven 12. - 16. May 1983, edited by S. B. Schnack
- **Heft Nr. 15/1983** – „German Antarctic Expedition 1980/81 with FRV ‚Walther Herwig‘ and RV ‚Meteor‘“ –
First International BIOMASS Experiment (FIBEX) – Data of micronekton and zooplankton hauls
by Uwe Piatkowski and Norbert Klages
- **Sonderheft Nr. 5/1984** – „The observatories of the Georg von Neumayer Station“, by Ernst Augstein
- **Heft Nr. 16/1984** – „FIBEX cruise zooplankton data“
by U. Piatkowski, I. Hempel and S. Rakusa-Suszczewski
- **Heft Nr. 17/1984** – „Fahrtbericht (cruise report) der ‚Polarstern‘-Reise ARKTIS I, 1983“
von E. Augstein, G. Hempel und J. Thiede
- **Heft Nr. 18/1984** – „Die Expedition ANTARKTIS II mit FS ‚Polarstern‘ 1983/84“,
Bericht von den Fahrtabschnitten 1, 2 und 3, herausgegeben von D. Fütterer
- **Heft Nr. 19/1984** – „Die Expedition ANTARKTIS II mit FS ‚Polarstern‘ 1983/84“,
Bericht vom Fahrtabschnitt 4, Punta Arenas-Kapstadt (Ant-II/4), herausgegeben von H. Köhnen
- **Heft Nr. 20/1984** – „Die Expedition ARKTIS II des FS ‚Polarstern‘ 1984, mit Beiträgen des FS ‚Valdivia‘
und des Forschungsflugzeuges ‚Falcon 20‘ zum Marginal Ice Zone Experiment 1984 (MIZEX)“
von E. Augstein, G. Hempel, J. Schwarz, J. Thiede und W. Weigel
- **Heft Nr. 21/1985** – „Euphausiid larvae in plankton from the vicinity of the Antarctic Peninsula,
February 1982“ by Sigrid Marschall and Elke Mizdalski
- **Heft Nr. 22/1985** – „Maps of the geographical distribution of macrozooplankton in the Atlantic sector of
the Southern Ocean“ by Uwe Piatkowski
- **Heft Nr. 23/1985** – „Untersuchungen zur Funktionsmorphologie und Nahrungsaufnahme der Larven
des Antarktischen Krills *Euphausia superba* Dana“ von Hans-Peter Marschall

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

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

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

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

- Heft Nr. 155/1995 – „Benthos in polaren Gewässern“, herausgegeben von Christian Wiencke und Wolf Arntz.
- Heft Nr. 156/1995 – „An adjoint model for the determination of the mean oceanic circulation, air-sea fluxes and mixing coefficients“, by Reiner Schlitzer.
- Heft Nr. 157/1995 – „Biochemische Untersuchungen zum Lipidstoffwechsel antarktischer Copepoden“, von Kirsten Fahl.
- Heft Nr. 158/1995 – „Die Deutsche Polarforschung seit der Jahrhundertwende und der Einfluß Erich von Drygalskis“, von Cornelia Lüdecke.
 - Heft Nr. 159/1995 – „The distribution of $\delta^{18}\text{O}$ in the Arctic Ocean: Implications for the freshwater balance of the halocline and the sources of deep and bottom waters“, by Dorothea Bauch.
 - Heft Nr. 160/1995 – „Rekonstruktion der spätquartären Tiefenwasserzirkulation und Produktivität im östlichen Südatlantik anhand von benthischen Foraminiferenvergesellschaftungen“, von Gerhard Schmiedl.
- Heft Nr. 161/1995 – „Der Einfluß von Salinität und Lichtintensität auf die Osmolytkonzentrationen, die Zellvolumina und die Wachstumsraten der antarktischen Eisdiatomeen *Chaetoceros sp.* und *Navicula sp.* unter besonderer Berücksichtigung der Aminosäure Prolin“, von Jürgen Nothnagel.
- Heft Nr. 162/1995 – „Meerestransportiertes lithogenes Feinmaterial in spätquartären Tiefseesedimenten des zentralen östlichen Arktischen Ozeans und der Framstraße“, von Thomas Letzig.
- Heft Nr. 163/1995 – „Die Expedition ANTARKTIS-XI/2 mit FS ‚Polarstern‘ 1993/94“, herausgegeben von Rainer Gersonde.
- Heft Nr. 164/1995 – „Regionale und altersabhängige Variation gesteinsmagnetischer Parameter in marinen Sedimenten der Arktis“, von Thomas Frederichs.
- Heft Nr. 165/1995 – „Vorkommen, Verteilung und Umsatz biogener organischer Spurenstoffe: Sterole in antarktischen Gewässern“, von Georg Hanke.
- Heft Nr. 166/1995 – „Vergleichende Untersuchungen eines optimierten dynamisch-thermodynamischen Meereismodells mit Beobachtungen im Weddellmeer“, von Holger Fischer.
- Heft Nr. 167/1995 – „Rekonstruktionen von Paläo-Umweltparametern anhand von stabilen Isotopen und Faunen-Vergesellschaftungen planktischer Foraminiferen im Südatlantik“, von Hans-Stefan Niebler
- Heft Nr. 168/1995 – „Die Expedition ANTARKTIS XII mit FS ‚Polarstern‘ 1993/94. Bericht von den Fahrtabschnitten ANT XII/1 und 2“, herausgegeben von Gerhard Kattner und Dieter Karl Fütterer
- Heft Nr. 169/1995 – „Medizinische Untersuchung zur Circadianrhythmik und zum Verhalten bei Überwinterern auf einer antarktischen Forschungsstation“, von Hans Wortmann
- Heft Nr. 170/1995 – DFG-Kolloquium: Terrestrische Geowissenschaften – Geologie und Geophysik der Antarktis.
- Heft Nr. 171/1995 – „Strukturentwicklung und Petrogenese des metamorphen Grundgebirges der nördlichen Heimfrontfjella (westliches Dronning Maud Land/Antarktika)“, von Wilfried Bauer.
- Heft Nr. 172/1995 – „Die Struktur der Erdkruste im Bereich des Scoresby Sund, Ostgrönland: Ergebnisse refraktionsseismischer und gravimetrischer Untersuchungen“, von Holger Mandler.
- Heft Nr. 173/1995 – „Paläozoische Akkretion am paläopazifischen Kontinentalrand der Antarktis in Nordvictorialand – P-T-D-Geschichte und Deformationsmechanismen im Bowers Terrane“, von Stefan Matzer.
- Heft Nr. 174/1995 – „The Expedition ARKTIS-X/2 of RV ‚Polarstern‘ in 1994“, edited by Hans-W. Hubberten
- Heft Nr. 175/1995 – „Russian-German Cooperation: The Expedition TAYMYR 1994“, edited by Christine Siegert and Gmitry Bolshiyarov.
- Heft Nr. 176/1995 – „Russian-German Cooperation: Laptev Sea System“, edited by Heidemarie Kassens, Dieter Piepenburg, Jörn Thiede, Leonid Timokhov, Hans-Wolfgang Hubberten and Sergey M. Priamikov.
- Heft Nr. 177/1995 – „Organischer Kohlenstoff in spätquartären Sedimenten des Arktischen Ozeans: Terrigener Eintrag und marine Produktivität“, von Carsten J. Schubert
- Heft Nr. 178/1995 – „Cruise ANTARKTIS XII/4 of RV ‚Polarstern‘ in 1995: CTD-Report“, by Jüri Sildam.
- Heft Nr. 179/1995 – „Benthische Foraminiferenfaunen als Wassermassen-, Produktions- und Eisdriftanzeiger im Arktischen Ozean“, von Jutta Wollenburg.
- Heft Nr. 180/1995 – „Biogenopal und biogenes Barium als Indikatoren für spätquartäre Produktivitätsänderungen am antarktischen Kontinentalhang, atlantischer Sektor“, von Wolfgang J. Bonn.
- Heft Nr. 181/1995 – „Die Expedition ARKTIS X/1 des Forschungsschiffes ‚Polarstern‘ 1994“, herausgegeben von Eberhard Fahrbach.
- Heft Nr. 182/1995 – „Laptev Sea System: Expeditions in 1994“, edited by Heidemarie Kassens.
- Heft Nr. 183/1996 – „Interpretation digitaler Parasound Echolotaufzeichnungen im östlichen Arktischen Ozean auf der Grundlage physikalischer Sedimenteigenschaften“, von Uwe Bergmann.
- Heft Nr. 184/1996 – „Distribution and dynamics of inorganic nitrogen compounds in the troposphere of continental, coastal, marine and Arctic areas“, by Maria Dolores Andrés Hernández.
- Heft Nr. 185/1996 – „Verbreitung und Lebensweise der Aphroditen und Polynoiden (Polychaeta) im östlichen Weddellmeer und im Lazarevmeer (Antarktis)“, von Michael Stiller.
- Heft Nr. 186/1996 – „Reconstruction of Late Quaternary environmental conditions applying the natural radionuclides ^{230}Th , ^{210}Pb , ^{231}Pa and ^{238}U : A study of deep-sea sediments from the eastern sector of the Antarctic Circumpolar Current System“, by Martin Frank.
- Heft Nr. 187/1996 – „The Meteorological Data of the Neumayer Station (Antarctica) for 1992, 1993 and 1994“, by Gert König-Langlo and Andreas Herber.
- Heft Nr. 188/1996 – „Die Expedition ANTARKTIS-XI/3 mit FS ‚Polarstern‘ 1994“, herausgegeben von Heinz Miller und Hannes Grobe.
- Heft Nr. 189/1996 – „Die Expedition ARKTIS-VII/3 mit FS ‚Polarstern‘ 1990“, herausgegeben von Heinz Miller und Hannes Grobe

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

Heft Nr. 223/1997 – „Bestimmung der Meereisdicke mit seismischen und elektromagnetisch-induktiven Verfahren“, von Christian Haas.

Heft Nr. 224/1997 – „Troposphärische Ozonvariationen in Polarregionen“, von Silke Wessel.

Heft Nr. 225/1997 – „Biologische und ökologische Untersuchungen zur kryopelagischen Amphipodenfauna des arktischen Meereises“, von Michael Pottermann.

Heft Nr. 226/1997 – „Scientific Cruise Report of the Arctic Expedition ARK-XI/1 of RV 'Polarstern' in 1995“, edited by Eike Rächor.

Heft Nr. 227/1997 – „Der Einfluß kompatibler Substanzen und Kryoprotektoren auf die Enzyme Malatdehydrogenase (MDH) und Glucose-6-phosphat-Dehydrogenase (G6P-DH) aus *Acrosiphonia arctica* (Chlorophyta) der Arktis“, von Katharina Küick.

Heft Nr. 228/1997 – „Die Verbreitung epibenthischer Mollusken im chilenischen Beagle-Kanal“, von Katrin Linse.

Heft Nr. 229/1997 – „Das Mesozooplankton im Laptevmeer und östlichen Nansen-Becken - Verteilung und Gemeinschaftsstrukturen im Spätsommer“, von Hinrich Hanssen.

Heft Nr. 230/1997 – „Modell eines adaptierbaren, rechnergestützten, wissenschaftlichen Arbeitsplatzes am Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung“, von Lutz-Peter Kurdejski.

Heft Nr. 231/1997 – „Zur Ökologie arktischer und antarktischer Fische: Aktivität, Sinnesleistungen und Verhalten“, von Christopher Zimmermann.

Heft Nr. 232/1997 – „Persistente chlororganische Verbindungen in hochantarktischen Fischen“, von Stephan Zimmermann.

Heft Nr. 233/1997 – „Zur Ökologie des Dimethylsulfoniumpropionat (DMSP)-Gehaltes temperierter und polarer Phytoplanktongemeinschaften im Vergleich mit Laborkulturen der Coccolithophoride *Emiliania huxleyi* und der antarktischen Diatomee *Nitzschia lecontei*“, von Doris Meyerdieters.

Heft Nr. 234/1997 – „Die Expedition ARCTIC '96 des FS 'Polarstern' (ARK XIII) mit der Arctic Climate System Study (ACSYS)“, von Ernst Augstein und den Fahrtteilnehmern.

Heft Nr. 235/1997 – „Polonium-210 und Blei-210 im Südpolarmeer: Natürliche Tracer für biologische und hydrographische Prozesse im Oberflächenwasser des Antarktischen Zirkumpolarstroms und des Weddellmeeres“, von Jana Friedrich.

Heft Nr. 236/1997 – „Determination of atmospheric trace gas amounts and corresponding natural isotopic ratios by means of ground-based FTIR spectroscopy in the high Arctic“, by Arndt Meier.

Heft Nr. 237/1997 – „Russian-German Cooperation: The Expedition TAYMYR/SEVERNAYA ZEMLYA 1996“, edited by Martin Melles, Birgit Hagedorn and Dmitri Yu. Bolshiyarov.

Heft Nr. 238/1997 – „Life strategy and ecophysiology of Antarctic macroalgae“, by Iván M. Gómez.

Heft Nr. 239/1997 – „Die Expedition ANTARKTIS XIII/4-5 des Forschungsschiffes 'Polarstern' 1996“, herausgegeben von Eberhard Fahrbach und Dieter Gerdes.

Heft Nr. 240/1997 – „Untersuchungen zur Chrom-Speziation in Meerwasser, Meereis und Schnee aus ausgewählten Gebieten der Arktis“, von Heide Giese.

Heft Nr. 241/1997 – „Late Quaternary glacial history and paleoceanographic reconstructions along the East Greenland continental margin: Evidence from high-resolution records of stable isotopes and ice-rafted debris“, by Seung-II Nam.

Heft Nr. 242/1997 – „Thermal, hydrological and geochemical dynamics of the active layer at a continuous permafrost site, Taymyr Peninsula, Siberia“, by Julia Boike.

Heft Nr. 243/1997 – „Zur Paläoozeanographie hoher Breiten: Stellvertreterdaten aus Foraminiferen“, von Andreas Mackensen.

Heft Nr. 244/1997 – „The Geophysical Observatory at Neumayer Station, Antarctica, Geomagnetic and seismological observations in 1995 and 1996“, by Alfons Eckstaller, Thomas Schmidt, Viola Graw, Christian Müller and Johannes Rogenhagen.

Heft Nr. 245/1997 – „Temperaturbedarf und Biogeographie mariner Makroalgen - Anpassung mariner Makroalgen an tiefe Temperaturen“, von Bettina Bischoff-Bäsmann.

Heft Nr. 246/1997 – „Ökologische Untersuchungen zur Fauna des arktischen Meereises“, von Christine Friedrich.

Heft Nr. 247/1997 – „Entstehung und Modifizierung von marinen gelösten organischen Substanzen“, von Berit Kirchoff.

Heft Nr. 248/1997 – „Laptev Sea System: Expeditions in 1995“, edited by Heidemarie Kassens.

Heft Nr. 249/1997 – „The Expedition ANTARKTIS XIII/3 (EASIZ I) of RV 'Polarstern' to the eastern Weddell Sea in 1996“, edited by Wolf Arntz and Julian Gutt.

Heft Nr. 250/1997 – „Vergleichende Untersuchungen zur Ökologie und Biodiversität des Mega-Epibenthos der Arktis und Antarktis“, von Adreas Starmans.

Heft Nr. 251/1997 – „Zeitliche und räumliche Verteilung von Mineralvergesellschaftungen in spätquartären Sedimenten des Arktischen Ozeans und ihre Nützlichkeit als Klimaindikatoren während der Glazial/Interglazial-Wechsel“, von Christoph Vogt.

Heft Nr. 252/1997 – „Solitäre Ascidien in der Potter Cove (King George Island, Antarktis). Ihre ökologische Bedeutung und Populationsdynamik“, von Stephan Kühne.

Heft Nr. 253/1997 – „Distribution and role of microprotozoa in the Southern Ocean“, by Christine Klaas.

Heft Nr. 254/1997 – „Die spätquartäre Klima- und Umweltgeschichte der Bunger-Oase, Ostantarktis“, von Thomas Kulbe.

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

Heft Nr. 288/1998 – „Alfred Wegener. Kommentiertes Verzeichnis der schriftlichen Dokumente seines Lebens und Wirkens“, von Ulrich Wutzke.

Heft Nr. 289/1998 – „Retrieval of Atmospheric Water Vapor Content in Polar Regions Using Spaceborne Microwave Radiometry“, by Jungang Miao.

Heft Nr. 290/1998 – „Strukturelle Entwicklung und Petrogenese des nördlichen Kristallingürtels der Shackleton Range, Antarktis: Proterozoische und Ross-orogene Krustendynamik am Rand des Ostantarktischen Kratons“, von Axel Brommer.

Heft Nr. 291/1998 – „Dynamik des arktischen Meereises - Validierung verschiedener Rheologieansätze für die Anwendung in Klimamodellen“, von Martin Kreyscher.

Heft Nr. 292/1998 – „Anthropogene organische Spurenstoffe im Arktischen Ozean, Untersuchungen chlorierter Biphenyle und Pestizide in der Laptevsee, technische und methodische Entwicklungen zur Probenahme in der Arktis und zur Spurenstoffanalyse“, von Sven Utschakovski.

Heft Nr. 293/1998 – „Rekonstruktion der spätquartären Klima- und Umweltgeschichte der Schirmacher Oase und des Wohlthat Massivs (Ostantarktika)“, von Markus Julius Schwab.

Heft Nr. 294/1998 – „Besiedlungsmuster der benthischen Makrofauna auf dem ostgrönländischen Kontinentalhang“, von Klaus Schnack.

Heft Nr. 295/1998 – „Gehäuseuntersuchungen an planktischen Foraminiferen hoher Breiten: Hinweise auf Umweltveränderungen während der letzten 140.000 Jahre“, von Harald Hommers.

Heft Nr. 296/1998 – „Scientific Cruise Report of the Arctic Expedition ARK-XIII/1 of RV 'Polarstern' in 1997“, edited by Michael Spindler, Wilhelm Hagen and Dorothea Stübing.

Heft Nr. 297/1998 – „Radiometrische Messungen im arktischen Ozean - Vergleich von Theorie und Experiment“, von Klaus-Peter Johnsen.

Heft Nr. 298/1998 – „Patterns and Controls of CO₂ Fluxes in Wet Tundra Types of the Taimyr Peninsula, Siberia - the Contribution of Soils and Mosses“, by Martin Sommerkorn.

Heft Nr. 299/1998 – „The Potter Cove coastal ecosystem, Antarctica. Synopsis of research performed within the frame of the Argentinian-German Cooperation at the Dallmann Laboratory and Jubany Station (King George Island, Antarctica, 1991 - 1997)“, by Christian Wiencke, Gustavo Ferreyra, Wolf Arntz & Carlos Rinaldi.

Heft Nr. 300/1999 – „The Kara Sea Expedition of RV 'Akademik Boris Petrov' 1997: First Results of a Joint Russian-German Pilot Study“, edited by Jens Matthiessen, Oleg V. Stepanets, Ruediger Stein, Dieter K. Fütterer, and Eric M. Galimov.

Heft Nr. 301/1999 – „The Expedition ANTARKTIS XV/3 (EASIZ II)“, edited by Wolf E. Arntz and Julian Gutt.

Heft Nr. 302/1999 – „Sterole im herbstlichen Weddellmeer (Antarktis): Großräumige Verteilung, Vorkommen und Umsatz“, von Anneke Mühlebach.

Heft Nr. 303/1999 – „Polare stratosphärische Wolken: Lidar-Beobachtungen, Charakterisierung von Entstehung und Entwicklung“, von Jens Biele.

Heft Nr. 304/1999 – „Spätquartäre Paläoumweltbedingungen am nördlichen Kontinentalrand der Barents- und Kara-See. Eine Multi-Parameter-Analyse“, von Jochen Knies.

Heft Nr. 305/1999 – „Arctic Radiation and Turbulence Interaction Study (ARTIST)“, by Jörg Hartmann, Frank Albers, Stefania Argentini, Axel Bocher, Ubaldo Bonafé, Wolfgang Cohrs, Alessandro Conidi, Dietmar Freese, Teodoro Georgiadis, Alessandro Ippoliti, Lars Kaleschke, Christof Lüpkes, Uwe Maixner, Giangiuseppe Mastrantonio, Fabrizio Ravegnani, Andreas Reuter, Giuliano Trivellone and Angelo Viola.

Heft Nr. 306/1999 – „German-Russian Cooperation: Biogeographic and biostratigraphic investigations on selected sediment cores from the Eurasian continental margin and marginal seas to analyze the Late Quaternary climatic variability“, edited by Robert R. Spielhagen, Max S. Barash, Gennady I. Ivanov, and Jörn Thiede.

Heft Nr. 307/1999 – „Struktur und Kohlenstoffbedarf des Makrobenthos am Kontinentalhang Ostgrönlands“, von Dan Seiler.

Heft Nr. 308/1999 – „ARCTIC '98: The Expedition ARK-XIV/1a of RV 'Polarstern' in 1998“, edited by Wilfried Jokat.

Heft Nr. 309/1999 – „Variabilität der arktischen Ozonschicht: Analyse und Interpretation bodengebundener Millimeterwellenmessungen“, von Björn-Martin Sinnhuber.

Heft Nr. 310/1999 – „Rekonstruktion von Meereisdrift und terrigenem Sedimenteintrag im Spätquartär: Schwermineralassoziationen in Sedimenten des Laptev-See-Kontinentalrandes und des zentralen Arktischen Ozeans“, von Marion Behrends.

Heft Nr. 311/1999 – „Parameterisierung atmosphärischer Grenzschichtprozesse in einem regionalen Klimamodell der Arktis“, von Christoph Abegg.

Heft Nr. 312/1999 – „Solare und terrestrische Strahlungswechselwirkung zwischen arktischen Eisflächen und Wolken“, von Dietmar Freese.

Heft Nr. 313/1999 – „Snow accumulation on Ekströmisen, Antarctica“, by Elisabeth Schlosser, Hans Oerter and Wolfgang Graf.

Heft Nr. 314/1999 – „Die Expedition ANTARKTIS XV/4 des Forschungsschiffes ‚Polarstern‘ 1998“, herausgegeben von Eberhard Fahrbach.

Heft Nr. 315/1999 – „Expeditions in Siberia in 1998“, edited by Volker Rachold.

Heft Nr. 316/1999 – „Die postglaziale Sedimentationsgeschichte der Laptevsee: schwermineralogische und sedimentpetrographische Untersuchungen“, von Bernhard Peregovich.

Heft-Nr. 317/1999 – „Adaption an niedrige Temperaturen: Lipide in Eisdiatomeen“, von Heidi Lehmal.

Heft-Nr. 318/1999 – „Effiziente parallele Lösungsverfahren für elliptische partielle Differentialgleichungen in der numerischen Ozeanmodellierung“, von Natalja Rakowsky.

- Heft-Nr. 319/1999** – „The Ecology of Arctic Deep-Sea Copepods (Euchaetidae and Aetideidae). Aspects of their Distribution, Trophodynamics and Effect on the Carbon Flux“, by Holger Auel.
- Heft-Nr. 320/1999** – „Modellstudien zur arktischen stratosphärischen Chemie im Vergleich mit Meßdaten“, von Veronika Eyring.
- Heft-Nr. 321/1999** – „Analyse der optischen Eigenschaften des arktischen Aerosols“, von Dagmar Nagel.
- Heft-Nr. 322/1999** – „Messungen des arktischen stratosphärischen Ozons: Vergleich der Ozonmessungen in Ny-Ålesund, Spitzbergen, 1997 und 1998“, von Jens Langer
- Heft-Nr. 323/1999** – „Untersuchung struktureller Elemente des südöstlichen Weddellmeeres / Antarktis auf der Basis mariner Potentialfelddaten“, von Uwe F. Meyer.
- Heft-Nr. 324/1999** – „Geochemische Verwitterungstrends eines basaltischen Ausgangsgesteins nach dem spätpleistozänen Gletscherrückzug auf der Taimyrhalbinsel (Zentralsibirien) - Rekonstruktion an einer sedimentären Abfolge des Lama Sees“, von Stefanie K. Harwart.
- Heft-Nr. 325/1999** – „Untersuchungen zur Hydrologie des arktischen Meereises - Konsequenzen für den kleinskaligen Stofftransport“, von Johannes Freitag.
- Heft-Nr. 326/1999** – „Die Expedition ANTARKTIS XIV/2 des Forschungsschiffes 'Polarstern' 1998“, herausgegeben von Eberhard Fahrbach.
- Heft-Nr. 327/1999** – „Gemeinschaftsanalytische Untersuchungen der Harpacticoidenfauna der Magellanregion, sowie erste similaritätsanalytische Vergleiche mit Assoziationen aus der Antarktis“, von Kai Horst George.
- Heft-Nr. 328/1999** – „Rekonstruktion der Paläo-Umweltbedingungen am Laptev-See-Kontinentalrand während der beiden letzten Glazial/Interglazial-Zyklen anhand sedimentologischer und mineralogischer Untersuchungen“, von Claudia Müller.
- Heft-Nr. 329/1999** – „Räumliche und zeitliche Variationen atmosphärischer Spurengase aus bodengebundenen Messungen mit Hilfe eines Michelson Interferometers“, von Justus Notholt.
- Heft-Nr. 330/1999** – „The 1998 Danish-German Excursion to Disko Island, West Greenland“, edited by Angelika Brandt, Helge A. Thomsen, Henning Heide-Jørgensen, Reinhardt M. Kristensen and Hilke Ruhberg.
- Heft-Nr. 331/1999** – „Poseidon“ Cruise No. 243 (Reykjavik - Greenland - Reykjavik, 24 August - 11 September 1998): Climate change and the Viking-age fjord environment of the Eastern Settlement, sw Greenland“, by Gerd Hoffmann, Antoon Kuijpers, and Jörn Thiede.
- Heft-Nr. 332/1999** – „Modeling of marine biogeochemical cycles with an emphasis on vertical particle fluxes“, by Regina Usbeck.
- Heft-Nr. 333/1999** – „Die Tanaidaceenfauna des Beagle-Kanals und ihre Beziehungen zur Fauna des antarktischen Festlandssockels“, von Anja Schmidt.
- Heft-Nr. 334/1999** – „D-Aminosäuren als Tracer für biogeochemische Prozesse im Fluß-Schelf-Ozean-System der Arktis“, von Hans Peter Fitznar.
- Heft-Nr. 335/1999** – „Ökophysiologische Ursachen der limitierten Verbreitung reptanter decapoder Krebse in der Antarktis“, von Markus Frederich.
- Heft-Nr. 336/1999** – „Ergebnisse der Untersuchung des grönländischen Inlandeises mit dem elektromagnetischen Reflexionsverfahren in der Umgebung von NGRIP“, von Fidan Göktas.
- Heft-Nr. 337/1999** – „Paleozoic and mesozoic tectono-thermal history of central Dronning Maud Land, East Antarctica, - evidence from fission-track thermochronology“, by Stefanie Meier.
- Heft-Nr. 338/1999** – „Probleme hoher Stoffwechselraten bei Cephalopoden aus verschiedenen geographischen Breiten“, von Susanne Zielinski.
- Heft-Nr. 339/1999** – „The Expedition ARKTIS XV/1“, edited by Gunther Krause.
- Heft-Nr. 340/1999** – „Microbial Properties and Habitats of Permafrost Soils on Taimyr Peninsula, Central Siberia“, by Nicolé Schmidt.
- Heft-Nr. 341/1999** – „Photoacclimation of phytoplankton in different biogeochemical provinces of the Southern Ocean and its significance for estimating primary production“, by Astrid Bracher.
- Heft-Nr. 342/1999** – „Modern and Late Quaternary Depositional Environment of the St. Anna Trough Area, Northern Kara Sea“, edited by Ruediger Stein, Kirsten Fahl, Gennadij I. Ivanov, Michael A. Levitan, and Gennady Tarasov.
- Heft-Nr. 343/1999** – „ESF-IMPACT Workshop/Oceanic impacts: mechanisms and environmental perturbations, 15 - 17 April 1999 in Bremerhaven“, edited by Rainer Gersonde and Alexander Deutsch.
- Heft-Nr. 344/1999** – „Die Klimageschichte der hohen nördlichen Breiten seit dem mittleren Miozän: Hinweise aus sedimentologischen- und mineralogischen Analysen (OPD Leg 151, zentrale Framstraße)“, von Amelie Winkler.
- Heft-Nr. 345/1999** – „Kurzfristige Klimaschwankungen im Sootiameer und Ergebnisse zur Kabungsgeschichte der Antarktis während der letzten 200 000 Jahre“, von Annette Hofmann.
- Heft-Nr. 346/2000** – „Glazialmarine Sedimentationsentwicklung am westantarktischen Kontinentalrand im Amundsen- und Bellingshausenmeer - Hinweise auf Paläoumweltveränderungen während der quartären Klimazyklen“, von Claus-Dieter Hillenbrand
- Heft-Nr. 347/2000** – „Zur Ökologie des Phytoplanktons im arktischen Laptevmeer - ein jahreszeitlicher Vergleich“, von Kirsten Tuschling.
- Heft-Nr. 348/2000** – „Untersuchungen zum Fettstoffwechsel des Südlichen See-Elefanten (*Mirounga leonina* L.) in der Antarktis“, von Sven Ramdohr.
- Heft-Nr. 349/2000** – „Licht- und Temperatureinfluß auf den enzymatischen Oxidationsschutz der antarktischen Eisdiatomee *Entomoneis kufferathii* Manguin“, von Raimund Schriek.

Heft-Nr. 350/2000 – „Die Expedition ARKTIS XV/3 des Forschungsschiffes 'Polarstern' 1999“
herausgegeben von Ursula Schauer.

Heft-Nr. 351/2000 – „Dissolution kinetics of biogenic silica in marine environments“, by Dirk Rickert.

Heft-Nr. 352/2000 – „Geometrie und Kinematik des tertiären Deckenbaus im West Spitzbergen Falten- und Überschiebungsgürtel, Brøggerhalvøya, Svalbard“, von Kerstin Saalmann.

Heft-Nr. 353/2000 – „Zur Ökologie der Benthos-Foraminiferen der Potter Cove (King George Island, Antarktis)“, von Michaela Mayer.

Heft-Nr. 354/2000 – „Expeditions in Siberia in 1999“, edited by Volker Rachold.

Heft-Nr. 355/2000 – „Temperaturrekonstruktion im Tropischen Atlantik für das Letzte Glaziale Maximum: CLIMAP neu betrachtet.“, von Carsten Forthun.

Heft-Nr. 356/2000 – „Niederfrequente Variabilität großräumiger atmosphärischer Zirkulationsstrukturen in spektralen Modellen niederer Ordnung“, von Antje Weisheimer.

Heft-Nr. 357/2000 – „Late Quaternary paleoclimatic reconstructions along the Eurasian continental margin“, by Hans Peter Kleiber.

Heft-Nr. 358/2000 – „Holocene environmental history of East Greenland - evidence from lake sediments“, by Bernd Wagner.

Heft-Nr. 359/2000 – „Scientific Cooperation in the Russian Arctic: Ecology of the White Sea with Emphasis on its Deep Basin“, edited by Eike Rachor.

Heft-Nr. 360/2000 – „Scientific Cruise Report of the Joint Russian-German Kara-Sea Expedition of RV 'Akademik Boris Petrov' in 1999“, edited by Ruediger Stein and Oleg Stepanets.

Heft-Nr. 361/2000 – „Planktic foraminifer ecology and stable isotope geochemistry in the Arctic Ocean: implications from water column and sediment surface studies for quantitative reconstructions of oceanic parameters“ by Renate Volkmann.

Heft-Nr. 362/2000 – „Eisbohrkernuntersuchungen zur räumlichen und zeitlichen Variabilität von Temperatur und Niederschlagsrate im Spätholozän in Nordgrönland“, von Matthias Schwager.

Heft-Nr. 363/2000 – „Benthische Peracarida (Crustacea, Malacostraca) des arktischen Mellemfjordes, West-Grönland“, von Anne-Nina Lörz.

Heft-Nr. 364/2000 – Die Expeditionen ANTARKTIS XVI / 3-4 des Forschungsschiffes „POLARSTERN“ 1999,
herausgegeben von Ulrich Bathmann, Victor Smetacek und Manfred Reinke.

Heft-Nr. 365/2000 – „Organic carbon in Late Quaternary sediments: Responses to paleoenvironmental changes in the Laptev and Kara seas (Arctic Ocean)“ by Bettina Boucsein.

Heft-Nr. 366/2000 – „Flugzeuggestützte Topographie- und Schweremessung: Meßsystem und Anwendung auf die Region Framstraße, Spitsbergen und Nordostgrönland“, von Tobias Boebel.

Heft-Nr. 367/2000 – „Messung dielektrischer Eigenschaften polarer Eiskerne“, von Frank Wilhelms.

Heft-Nr. 368/2000 – „The Expedition ARKTIS-XV/2 of RV 'Polarstern' in 1999“, edited by Wilfried Jokat.

Heft-Nr. 369/2000 – „Interpretation seismischer und gravimetrischer Daten des Weddellmeeres, Antarktis“, von Johannes Rogenhagen.

Heft-Nr. 370/2000 – „Struktureigenschaften und Nahrungsbedarf der Zoobenthosgemeinschaften im Bereich des Lomonossowrückens im Arktischen Ozean“, von Hendrik Deubel.

Heft-Nr. 371/2000 – „Die Rolle der Schneebedeckung für die Kryptogamen-Vegetation in der maritimen Antarktis (Potter-Halbinsel, King George Island)“, von Jana Barbro Winkler.

Heft-Nr. 372/2000 – „Biodiversity of the Weddell Sea: macrozoobenthic species (demersal fish included) sampled during the expedition ANT XIII/3 (EASIZ I) with RV 'Polarstern'“, edited by Julian Gutt, Boris I. Sirenko, Wolf E. Arntz, Igor S. Smirnov, and Claude De Broyer.

Heft-Nr. 373/2000 – „Benthische Foraminiferen im Boreas-Becken, Grönlandsee: Verbreitung und paläo-ozeanographische Rekonstruktionen für die letzten 450.000 Jahre“, von Sabine Magnus.

Heft-Nr. 374/2000 – „Scherwellendoppelbrechungsanalyse von Registrierungen der Stationen des seismologischen Netzwerkes an der Neumayer Station, Antarktis: Seismische Anisotropie und die tektonische Entwicklung des Kontinentalrandes Queen Maud Lands“, von Christian Müller.

Heft-Nr. 375/2000 – „Effects of enhanced UV-radiation on photosynthesis of Arctic/cold-temperate macroalgae“, by Kai Bischof.

Heft-Nr. 376/2000 – „Saisonalität und kurzperiodische Variabilität des Seesalz-Aerosols und des bodennahen Ozons in der Antarktis (Neumayer-Station) unter Berücksichtigung der Meerisbedeckung“, von Jörg Hofmann.

**Ab dem Heft-Nr. 377 erscheint die Reihe unter dem Namen:
„Berichte zur Polar- und Meeresforschung“**

Heft-Nr. 377/2000 – „Rekrutierungsmuster ausgewählter Wattfauna nach unterschiedlich strengen Wintern“
von Matthias Strasser

Heft-Nr. 378/2001 – „Der Transport von Wärme, Wasser und Salz in den Arktischen Ozean“, von Boris Cisewski

Heft-Nr. 379/2001 – „Analyse hydrographischer Schnitte mit Satellitenaltimetrie“, von Martin Losch

Heft-Nr. 380/2001 – „Die Expeditionen ANTARKTIS XI/1-2 des Forschungsschiffes POLARSTERN 1998/1999“, herausgegeben von Eberhard Fährbach und Saad El Naggar.

Heft-Nr. 381/2001 – „UV-Schutz- und Reparaturmechanismen bei antarktischen Diatomeen und *Phaeocystis antarctica*“, von Lieselotte Riegger.

Heft-Nr. 382/2001 – „Age determination in poarl Crustacea using the autofluorescent pigment lipofuscin“, by Bodil Bluhm.

Heft-Nr. 383/2001 – „Zeitliche und räumliche Verteilung, Habitatspräferenzen und Populationsdynamik benthischer Copepoda Harpacticoida in der Potter Cove (King George Island, Antarktis)“, von Gritta Veit-Köhler.

* vergriffen/out of print.

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

