

**Zur sommerlichen Verteilung  
des Mesozooplanktons im Nansen-Becken,  
Nordpolarmeer**

**On the summerly distribution of mesozooplankton  
in the Nansen Basin, Arctic Ocean**

---

**Nicolai Mumm**

**Ber. Polarforsch. 92 (1991)  
ISSN 0176 - 5027**

**Nicolai Mumm**

Institut für Polarökologie, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel  
Olshausenstraße 40-60, D-2300 Kiel, Bundesrepublik Deutschland

---

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

Abbreviated version of a Ph. D. Thesis of the Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät of the Kiel University

# Inhalt

	Seite
Summary .....	1
1 Einleitung .....	3
2 Untersuchungsgebiet	
2.1 Topographie des Nordpolarmeeres .....	7
2.2 Eisbedeckung .....	9
2.3 Wassermassen .....	10
2.3.1 Polares Oberflächenwasser	10
2.3.2 Atlantisches Wasser	12
2.4 Probennahme-Stationen .....	13
2.4.1 Stationsnetz und Hydrographie	13
2.4.2 Eisverhältnisse	17
2.4.3 Phytoplankton	17
3 Material und Methoden	
3.1 Probennahme .....	21
3.2 Bearbeitung der Proben .....	21
3.3 Biomasse-Bestimmung .....	25
3.3.1 Bestimmung des aschefreien Trockengewichtes	26
3.3.2 Berechnung der Biomasse	26
3.3.3 Vergleich zwischen berechneter und gemessener Biomasse	27
3.4 Bestimmung der Ovarienreife .....	27
3.5 Statistische Auswerteverfahren .....	28
3.5.1 Verteilung einzelner Taxa	28
3.5.2 Darstellung von Gruppierungsmustern: Clusteranalyse und Multidimensionale Skalierung	29
3.5.3 Beschreibung der Gemeinschaften: Charakterarten, Diversität, Äquität	30
3.5.4 Signifikanz von Unterschieden zwischen den Gemeinschaften	31

## 4 Ergebnisse

4.1 Überblick .....	33
4.1.1 Zusammensetzung des Gesamtfanges, Artenliste	33
4.1.2 Gesamtabundanz und -biomasse, Artenzahl und Diversität	33
4.1.3 Zusammensetzung nach taxonomischen Großgruppen; wichtige Arten	41
4.1.4 Präsenz und Verteilungsschwerpunkte einzelner Arten	42
4.2 Horizontal- und Vertikalverteilung ausgewählter Arten .....	45
4.2.1 Copepoden, incl. Stadienzusammensetzung und Ovarienreife	45
4.2.2 Ostracoden, incl. Längenverteilung	64
4.2.3 Chaetognathen, incl. Längenverteilung	70
4.3 Gemeinschaftsanalyse .....	76
4.3.1 Darstellung von Gruppierungsmustern: Clusteranalyse und Multidimensionale Skalierung	76
4.3.2 Beschreibung der Stationsgruppen	85

## 5 Diskussion

5.1 Methoden-Kritik .....	95
5.1.1 Probennahme	95
5.1.2 Biomassebestimmung	97
5.1.3 Gemeinschaftsanalyse	98
5.2 Planktonfauna des Nordpolarmeeres .....	99
5.2.1 Horizontale und vertikale Zonierung	99
5.2.2 Zusammenstzung	100
5.3 Verbreitung und Biologie einzelner Arten .....	102
5.3.1 Arktische Arten	103
5.3.2 Subarktische und boreale Arten	108
5.3.3 Weitverbreitete und kosmopolitische Arten	113
5.4 Gemeinschaften .....	116
5.4.1 Gemeinschaftskonzept	116
5.4.2 Zusammensetzung, Verbreitungs- und Ernährungstypen	117
5.4.3 Abundanz und Biomasse	125

6 Literatur .....	128
-------------------	-----

## Appendix

A: Abundance data
B: Biomass data
C: Length / weight relationships and average individual weights
D: Station list

---

## Summary

The main objectives of this thesis are 1) to give a first description of different large scale distribution patterns of zooplankton species in the Nansen Basin during summer, 2) to characterize the composition and regional extension of major zooplankton assemblages and 3) to provide abundance and biomass data for this poorly investigated part of the Arctic Ocean.

During the "Polarstern" expedition ARK IV/3 from July 9th to August 16th 1987 vertical hauls were carried out in the upper 500m with a multiple opening/closing net (Kiel Multinet, mesh size 300 $\mu$ m) on twelve stations between 81°30' and 86°N along two transects across the Nansen Basin. The entire sampling area was covered by thick pack ice. Three major hydrographical regimes were found: 1) a southern boundary current at the northern slope of the Barents Sea, 2) a central basin region and 3) a northern boundary current over the southern flank of the Nansen-Gakkel Ridge. A deep reaching oceanographic front around 83°N divided the central region into a southern province with water mass characteristics closely resembling those of eastern Fram Strait and a northern province showing typical features of the Arctic Basin proper.

All metazooplankton organisms from net samples were fixed in 4% formaline and counted. Most organisms were 0.5 - 20mm long and thus belonged to the mesozooplankton size fraction. Abundance data were recorded for all species. Biomass (ash free dry weight) was calculated from length weight relationships and average individual weights established for all species except some very rare and small forms. In the four dominant copepod species developmental stage composition and ovarial maturity of females were determined. In dominant ostracod and chaetognath species the size composition was studied in detail. Cluster analysis and multidimensional scaling were applied to describe the spatial zonation of the zooplankton fauna and similarities in the distribution patterns of different species.

Average zooplankton abundance and biomass at the southern margin of the Nansen Basin was in good agreement with results from eastern Fram Strait and five times (34000n/m<sup>2</sup>) resp. three times (5.1g/m<sup>2</sup>) higher than in the central region north of 83°N. Biomass in the northern part of the Nansen Basin (0.8-1.9g/m<sup>2</sup>) was higher than most of the values previously reported from the central Arctic Ocean. Highest average concentrations of individuals and biomass were observed within the Polar Surface Water (50-0m), below 200m concentrations reached only 20% resp. 10% of surface values. A clear latitudinal trend was found in the vertical biomass distribution: while south of 82°N half of the total biomass occurred in the Atlantic layer below 200m, north of 85°N two thirds were concentrated within the upper 50m.

47 species and eight other taxa not determined to species level from seven phyla were identified. One third of all species was present on every station. The highest number of species (34-38 species/station) was observed in the frontal zone around 83°N. The Atlantic Water ( $\geq$  200m) was much richer in species than the overlying Polar Surface Water. With one exception all species occurred in the deepest hauling interval (500-200m). One third of all species comprised members of the arctic fauna. Copepods were dominating comprising 50% of all species and 85% of total abundance and biomass.

## SUMMARY

---

Ostracods and chaetognaths were the second most important taxonomic groups in terms of abundance and biomass respectively.

Three *Calanus* species, *C. finmarchicus*, *C. glacialis* and *C. hyperboreus*, made up two thirds of the total biomass. *C. finmarchicus* was the single most important species. On average it comprised 20% resp. 35% of total abundance and biomass. 90% of all specimens occurred south of 83°N. In the northern part of the Nansen Basin *Metridia longa* and *C. hyperboreus* were dominating in terms of abundance and biomass. Abundance of bathypelagic copepods increased sharply in this area.

For a lot of species primarily of Atlantic origin a sharp decrease in juvenile abundance became evident with increasing distance from the Barents Sea slope. *Calanus finmarchicus* seems to be unable to maintain its population in the central and northern Nansen Basin without substantial advection of individuals via Fram Strait. Young copepodites and ripe females were entirely missing north of 83°N. The ostracod *Conchoecia elegans* and the chaetognath *Sagitta elegans* are also considered expatriate species in this region.

Community analysis revealed a generally gradual character of latitudinal change in zooplankton composition. Only in the frontal zone around 83°N indications of a faunal boundary were found. Two major communities were identified, a southern slope community and a northern community. Both communities overlapped vertically in a broad transitional zone between 82 and 83°N. The southern community, which largely resembled assemblages found further northeastward along the Eurasian slope, was clearly influenced by the Atlantic boundary current. The northern community represented a zooplankton fauna much more typical of the Transpolar Drift Stream and its southward extension, the East Greenland Current. Arctic species and widely distributed bathypelagic species were dominating within the northern community. In contrast to the general concept of herbivore dominance in polar seas omnivores represented the major feeding type in terms of abundance.

Three basic distribution types were identified by cluster analysis: 1) species with a southern and shallow center of distribution, 2) species with a southern and deep center of distribution and 3) species with a northern and deep center of distribution. Type 1 and 2 mainly comprised subarctic and boreal species, widely distributed and cosmopolitan species were associated with type 3. Arctic species could not be assigned to one specific type.

Distribution patterns of dominant arctic, subarctic-boreal and widely occurring species were compared with results from other parts of the Arctic Ocean and discussed in terms of possible consequences for dispersal and life cycle strategies.

## 1 Einleitung

### Historischer Rückblick

Sibirisches Treibholz, das Teilnehmer der "Germania"-Expedition unter Kapitän Koidewey an der baumlosen Ostküste Grönlands fanden (GIERLOFF-EMDEN 1980), lieferte vor etwas mehr als 100 Jahren den ersten Hinweis auf eine großräumige, quer durch das damals noch nahezu unbekannte Nordpolarmeer verlaufende Meereis- und Oberflächenwasser-Strömung. Der norwegische Polarforscher Fridtjof Nansen entwickelte auf der Grundlage dieser Beobachtungen eine Strategie für eine Forschungsfahrt in das ständig von Eis bedeckte zentrale Nordpolarmeer. Mit dem in der Bauweise speziell auf die im dichten Packeis zu erwartenden Bedingungen abgestimmten Expeditionsschiff "Fram" (ARCHER 1900) segelte Nansen im Sommer 1893 entlang der sibirischen Küste bis zu den Neusibirischen Inseln und ließ sein Schiff dort vom herbstlichen Neueis einschließen. Während der folgenden drei Jahre driftete die "Fram" mit dem Packeis quer durch den östlichen Teil des Nordpolarmeeres und erreichte dann im August 1896 nördlich von Spitzbergen wieder offenes Wasser.

Die Entdeckung des Eurasischen (Tiefsee-) Beckens stellte neben dem direkten Nachweis der Existenz des Transpolaren Driftstromes die aufsehenerregendste Entdeckungen dieser Expedition dar. Die vom treibenden Schiff aus durchgeführten wissenschaftlichen Untersuchungen erbrachten außerdem Hinweise auf ein Vordringen von atlantischem Wasser in das Nordpolarmeer (NANSEN 1902). Vor 100 Jahren gelang damit die Beschreibung der drei grundlegenden topographischen und hydrographischen Eigenschaften dieses Ozeans. SARS (1900) bearbeitete die überwiegend aus den oberen 300m stammenden Zooplanktonfänge der "Fram"-Expedition und wies besonders auf eine deutliche Übereinstimmungen im Arteninventar zwischen dem Nordpolarmeer und dem Nordatlantik hin. NANSEN (1902) machte auf den Gegensatz zwischen den im Vergleich zu anderen Meeresgebieten extrem niedrigen Phyto- und Zooplanktonbeständen und den hohen Konzentrationen an mineralischen Nährsalzen aufmerksam.

Nach einer langen Pause wurde die Planktonforschung im zentralen Nordpolarmeer erst Mitte der 30er Jahre wieder aufgenommen. Während des zweiten Internationalen Polarjahres führten sowjetische Wissenschaftler 1937, in Anlehnung an das erfolgreiche Konzept der "Fram"-Expedition, erstmals hydrobiologische Untersuchungen von einer großen driftenden Eisscholle ("NP-1", NP = Nordpol) aus durch. Zwischen 1950 und 1978 fanden 22 weitere Driftexpeditionen ("NP-2" - "NP-23") statt. Die USA begannen 1952 mit der Errichtung von Stationen auf treibenden Eisseln (GIERLOFF-EMDEN 1980). Von den Eisstationen "Alpha", "Fletcher Island" und "ARLIS II" (ARLIS = Arctic Research Laboratory Ice Station) aus wurden intensive planktologische Untersuchungen im Kanadischen und Eurasischen Becken durchgeführt (JOHNSON 1963, MINODA 1967, HOPKINS 1969 a,b). Auf allen Driftstationen konnten ausschließlich Vertikalnetze eingesetzt werden, die Probenahme erfolgte durch Eisbohrlöcher hindurch. Die Arbeiten auf den Driftstationen erstreckten sich jeweils über mehrere Jahre und lieferten ein umfangreiches Probenmaterial, das die Grundlage einer bis in die jüngste Vergangenheit hinein reichenden Serie von Veröffentlichungen bildete.

## Stand der Forschung

Während der frühen sowjetischen Driftexpeditionen fanden vor allem Untersuchungen zur Zusammensetzung der Planktonfauna in allen drei Hauptwasserkörpern des Nordpolarmeeres statt, neben dem Polarem Oberflächenwasser und dem Atlantischen Wasser galt dem Tiefenwasser besondere Aufmerksamkeit (BOGOROV 1946 a, BRODSKIY & PAVSHTIKS 1977). Deutlich zeigte sich der Gegensatz zwischen der extrem geringen Diversität im Polaren Oberflächenwasser und dem Artenreichtum in den beiden darunter liegenden Schichten. Mit einer wachsenden Zahl von Proben aus verschiedenen Jahreszeiten verlagerte sich der Interessenschwerpunkt während der folgenden Driftexpeditionen zunehmend auf die saisonalen Veränderungen in der Häufigkeit, Biomasse und Zusammensetzung des Zooplanktons. Der scharfe Gegensatz zwischen der Konzentration der Biomasse in den obersten Wasserschichten während der nur wenige Wochen andauernden Primärproduktionsperiode und der Verteilung des Zooplanktons über weite Bereiche der Wassersäule für den Rest des Jahres trat im Laufe der sowjetischen Langzeitstudien deutlich hervor (KOSOBOKOVA 1982, PAVSHTIKS 1983). Erstmals wurden die Lebenszyklen und jahreszeitlichen Vertikalwanderungen der drei im Nordpolarmeer dominanten Copepodenarten *Calanus glacialis*, *C. hyperboreus* und *Metridia longa* beschrieben (BRODSKIY & PAVSHTIKS 1977, GEYNIKH et al. 1983). Auch die zeitweise erhebliche Bedeutung sehr kleiner Arten und das Massenvorkommen gelatinöser Zooplankter ließ sich anhand der ausgedehnten Zeitserien nachweisen (PAVSHTIKS 1983). HOPKINS (1969 a, b) nahm anhand des auf der Driftstation "ARLIS II" gewonnenen Materials eine erste Abschätzung der Gesamtbiomasse des Zooplanktons im Nordpolarmeer vor.

Die Bindung der driftenden Eisinseln an bestimmte Wassermassen verhinderte großräumig angelegte Untersuchungen zur regionalen Variabilität der Zusammensetzung und Häufigkeit des Zooplanktons. In den Jahren 1935-37 und 1955 unternahmen die sowjetischen Eisbrecher "Sadko" und "F. Litke" mehrere Vorstöße in das Seegebiet nördlich von Franz-Joseph-Land (JASHNOV 1966, VINOGRADOV & MEL'NIKOV 1980). Während dieser Fahrten wurden regelmäßig Planktonfänge innerhalb der oberen 500m durchgeführt (BRODSKIY & PAVSHTIKS 1977). Unterseeboote stellten jedoch bis vor wenigen Jahren die einzigen Wasserfahrzeuge dar, die auch im zentralen Nordpolarmeer eine freie Ortsveränderung ermöglichten. Bereits 1931 fanden nördlich von Spitzbergen die ersten Versuchsfahrten des mit einem Planktonrekorder ausgestatteten U-Bootes "Nautilus" statt (HARDY 1936). Neben der Schiffstechnik bereitete vor allem der durch die hohen Fahrtgeschwindigkeiten bedingte schlechte Erhaltungszustand des Zooplanktons erhebliche Probleme, gelatinöse Arten waren besonders stark betroffen (MOHR & GEIGER 1962). Das während der Poldurchquerung des U-Bootes "Seadragon" 1960 gesammelte Probenmaterial bildete die Grundlage einer ersten zusammenfassenden Darstellung der geographischen Verbreitung häufiger vorkommender Copepodenarten (GRICE 1962). Die wenigen von militärischen U-Booten aus durchgeführten Untersuchungen erreichten jedoch niemals die Bedeutung der Eisinsel-Expeditionen, spezielle Forschungs-Unterseeboote wurden im zentralen Nordpolarmeer bisher nicht eingesetzt.



Anhand des Datenmaterials mehrerer Eisinsel-Expeditionen und zahlreicher Forschungsfahrten in küstennahen Gewässern entwickelte GRAINGER (1965) für das Zooplankton des Kanadischen Beckens eine auf den horizontalen und vertikalen Verteilungsmustern der einzelnen Arten basierende Gruppierung. Diese in der Zielsetzung bereits mit dem modernen gemeinschaftsanalytischen Ansatz übereinstimmende Arbeitsrichtung wurde jedoch während der folgenden Jahre nicht weiter verfolgt. Da die Grundzüge der Zusammensetzung des Zooplanktons zu dieser Zeit bereits bekannt waren, fand stattdessen eine zunehmende Spezialisierung auf einzelne taxonomische Gruppen und Arten statt (RUDYAKOV 1983, MARKHASEVA 1984, KOSOBOKOVA 1986). Während in der Baffin Bay (HUNTLEY et al. 1983), in der Barentssee (HASSEL 1986) und in der Framstraße (SMITH et al. 1985, HABERSTROH 1985, BOLMS 1986, DIEL 1989) bereits umfangreiche Studien zur regionalen Veränderlichkeit der Häufigkeit des Zooplanktons und der Gemeinschaftsstruktur durchgeführt wurden, fehlen vergleichbare Untersuchungen für das Eurasische Becken des Nordpolarmeeres noch vollständig. Der Mangel an geeigneten Fahrzeugen, die auch im dichten Packeis innerhalb kurzer Zeiträume ausgedehnte Stationsnetze abarbeiten können, stellt sicherlich eine der wichtigsten Ursachen dieses Rückstandes dar.

Die schwedische "Ymer"-Expedition unternahm im Sommer 1980 den ersten Versuch, mit einem Eisbrecher in das Nansen-Becken vorzudringen und erreichte nordöstlich von Spitzbergen auf 82°30'N den Nordrand des Kontinentalabhangs der Barentssee. Die Zooplankton-Untersuchungen konzentrierten sich vor allem auf die Frage nach der Bedeutung tagesperiodischer Vertikalwanderungen bei dominanten Copepodenarten während des Polarsommers (GROENDAHL & HERNROTH 1986). Zwei von fünf Arten hielten sich tagsüber in deutlich größeren Tiefen auf als während der Nacht. Cyclopide Copepoden stellten die mit Abstand individuenreichsten Metazooplankton-Organismen dar.

Mit der "Polarstern"-Expedition ARK IV/3 begann unter der wissenschaftlichen Leitung des Kieler Meeresgeologen Prof. J. Thiede und unter starker internationaler Beteiligung im Sommer 1987 eine neue Phase der marinen Polarforschung. Erstmals durchquerte ein Forschungsschiff mit eigener Kraft das Nansen-Becken und stieß dabei bis in das zentrale Nordpolarmeer vor. Niemals zuvor gelang es, im dichten Packeis innerhalb von nur sechs Wochen eine Strecke von ca. 600 sm zurückzulegen und dabei ein zwischen 81°30'N und 86°N gelegenes Stationsnetz abzufahren. Neben intensiven sedimentologischen, glaziologischen, ozeanographischen und meereschemischen Arbeiten (THIEDE 1988, POLARSTERN SHIPB. SCI. P. 1988) konnten trotz schwieriger Eisverhältnisse eine begrenzte Zahl erfolgreicher Vertikalfänge mit einem Mehrfachschlieβnetz durchgeführt werden. Bisher fanden in dieser gerade für den Zooplanktonaustausch zwischen dem Nordatlantik und dem Arktischen Ozean entscheidenden Region noch keine vergleichbaren meeresbiologischen Untersuchungen statt.

### Fragestellung

Der Hauptstrom des Atlantischen Wassers tritt nordöstlich von Spitzbergen in das Nansen-Becken ein, schiebt sich im Bereich der Eiskante unter das Polare Oberflächenwasser und fließt anschließend entlang des nördlichen

Schelfabhanges der Barentssee weiter ostwärts. Da dieser Einstromast auf der Hinfahrt während des Süd-Nord-Schnittes überquert wurde, bot sich erstmalig die Gelegenheit, Veränderungen in der Biomasse, Häufigkeit, Zusammensetzung und Verteilung des Zooplanktons im Überschneidungsbereich atlantischer und polarer Wassermassen zu verfolgen. Gleichzeitig stellten diese Untersuchungen ein Bindeglied zwischen den langjährigen Studien in der Framstraße und den sowjetischen Arbeiten vor Franz-Joseph-Land dar. Besonders interessant war in diesem Zusammenhang die Frage, ob die aus der Framstraße stammenden Planktonorganismen vorwiegend im submergierenden atlantischen Wasser verbleiben und somit entlang des eurasischen Kontinentalrandes weiter nach Nordosten getragen werden oder ob sie bereits nach kurzer Zeit in das in entgegengesetzter Richtung driftende Polare Oberflächenwasser aufsteigen.

Die "quasi-synoptische" Probennahme auf dem Anfang Juli im Süden begonnenen und Ende Juli im Norden abgeschlossenen Süd-Nord-Schnitt begünstigte Untersuchungen zur Fortpflanzungsbereitschaft und Populationsstruktur dominanter Arten bzw. zum Vorkommen expatriierter Arten. Der Mitte August nördlich des Yermak-Plateaus beendete Nord-Süd-Schnitt bot sowohl bezüglich der weiteren Entwicklung des Zooplanktons im südlichen Nansen-Becken als auch in Hinblick auf die Faunenzusammensetzung interessante Vergleichsmöglichkeiten. In diesem Gebiet findet möglicherweise ein zusätzlicher Einstrom von Atlantischem Wasser statt. Mit Hilfe beschreibender gemeinschaftsanalytischer Verfahren sollte geprüft werden, in welchem Maße sich die während der Durchquerung des Nansen-Beckens festgestellte ausgeprägte hydrographische Zonierung (ANDERSON et al. 1989) in der Verteilung des Zooplanktons widerspiegelt und in wie weit sich die einzelnen Arten bestimmten Verteilungsmustern zuordnen lassen.

Fanggerät und -methodik gestatteten lediglich die Untersuchung eines bestimmten Ausschnittes der Planktonfauna. Im Probenmaterial waren vorwiegend Tiere mit Größen zwischen 0,5 und 20mm vertreten, die nach der Definition von SIEBURTH et al. (1978) dem Mesozooplankton zuzurechnen sind. Bathypelagische Arten wurden aufgrund der maximalen Fangtiefe von 500m nur unvollständig erfaßt. Vollkommen unberücksichtigt blieben direkt unter dem Eis lebende Organismen, da alle Netzfänge in zuvor vom Schiff freigeschobenen Bereichen durchgeführt wurden.

Die Expedition ARK IV/3 muß als erster Schritt in Richtung auf die intensivere Erforschung der Zusammensetzung und vor allem der Dynamik des Zooplanktons in einer Schlüsselregion des Nordpolarmeeres angesehen werden. Der knapp bemessene Zeitplan und die schwierige Eislage erforderten erhebliche Einschränkungen im Umfang und in der Methodik der Probennahme. Die im folgenden vorgestellten Ergebnisse können daher lediglich als eine Momentaufnahme angesehen werden. Dennoch zeichnet sich die Sonderstellung der Planktonfauna des Nansen-Beckens im Vergleich zu den übrigen Teilen des Nordpolarmeeres bereits deutlich ab.

## 2 Untersuchungsgebiet

### 2.1 Topographie des Nordpolarmeeres

Das Nordpolarmeer ist, ebenso wie die Grönlandsee und die Norwegische See, ein Randmeer des Atlantischen Ozeans (COACHMAN & AAGAARD 1974, GIERLOFF-EMDEN 1980, AAGAARD et al. 1985). Alle drei bilden gemeinsam eine Kette von Becken nördlich des Grönland-Schottland-Rückens, die über tiefe Schwellen miteinander in Verbindung stehen, dieser Komplex wird auch als Arktisches Mittelmeer bezeichnet (SVDRUP et al. 1970, AAGAARD et al. 1985). Das Nordpolarmeer allein ist mit einer Fläche von ca.  $10 \times 10^6 \text{ km}^2$  und einem Volumen von ca.  $14 \times 10^6 \text{ km}^3$  das größte interkontinentale Mittelmeer der Erde (HERMAN 1974, GIERLOFF-EMDEN 1980).

Das zentrale Tiefseebecken des Nordpolarmeeres ( $4,7 \times 10^6 \text{ km}^2$ , Zentraler Arktischer Ozean, Arktisches Becken) enthält 98% seines gesamten Wasservolumens. Die im Durchschnitt ca. 800 km breiten Schelfgebiete vor der Nordküste Eurasiens und die wesentlich schmalere Schelfbereiche (durchschnittliche Breite 50-90 km) des nordamerikanischen Kontinents und Grönlands stellen mehr als 50% der Gesamtfläche des Nordpolarmeeres, enthalten jedoch nur ca. 2% seines Wasservolumens (CURTIN et al. 1990). Tiefe, zum Zentralbecken abfallende Rinnen (z.B. Voronin-Graben, Sadko-Graben, Barrow Canyon) stellen ein besonderes Kennzeichen der Schelfabhängigkeit des Arktischen Ozeans dar (HERMAN 1974).

Das Tiefseebecken ist im Vergleich zum Nordatlantik eine geologisch alte Struktur. Spätestens mit Beginn der Kreidezeit vor ca. 140 Millionen Jahren begann die Öffnung des Nordpolarmeeres, dessen Lage nach Ergebnissen paläomagnetischer Untersuchungen bereits mit seiner heutigen Position übereinstimmte (THIEDE 1986). Zu dieser Zeit waren die Temperaturunterschiede auf der ganzen Erde gering, auch in den Polarregionen herrschte ein gemäßigtes Klima. Heute wird der zentrale Arktische Ozean durch den hochaufragenden Lomonosov-Rücken (Schwellentiefe 1400m) in das Kanadische Becken und das Eurasische Becken unterteilt (Fig. 2.1). Der Nansen-Gakkel-Rücken grenzt im Eurasischen Becken das östliche Nansen-Becken (3800-4000m) von dem polwärtigen Fram-Becken (Amundsen-Becken, bis über 4000m) ab.

Verbindungen des Nordpolarmeeres zu den angrenzenden Meeresgebieten sind nur an wenigen Stellen vorhanden. Die Framstraße zwischen der Westküste Spitzbergens und der Ostküste Grönlands ist die wichtigste Passage für den Wasseraustausch des Nordpolarmeeres (75% des gesamten Massenaustausches, AAGAARD & GREISMAN 1975). Sie stellt die einzige Tiefwasser-Verbindung (Lena-Trog, Schwellentiefe 2600m) des Nordpolarmeeres zum Atlantischen Ozean dar. Die einzige Verbindung zum Pazifik besteht über die flache und enge Beringsstraße (COACHMAN & AAGAARD 1974, AAGAARD & GREISMAN 1975).

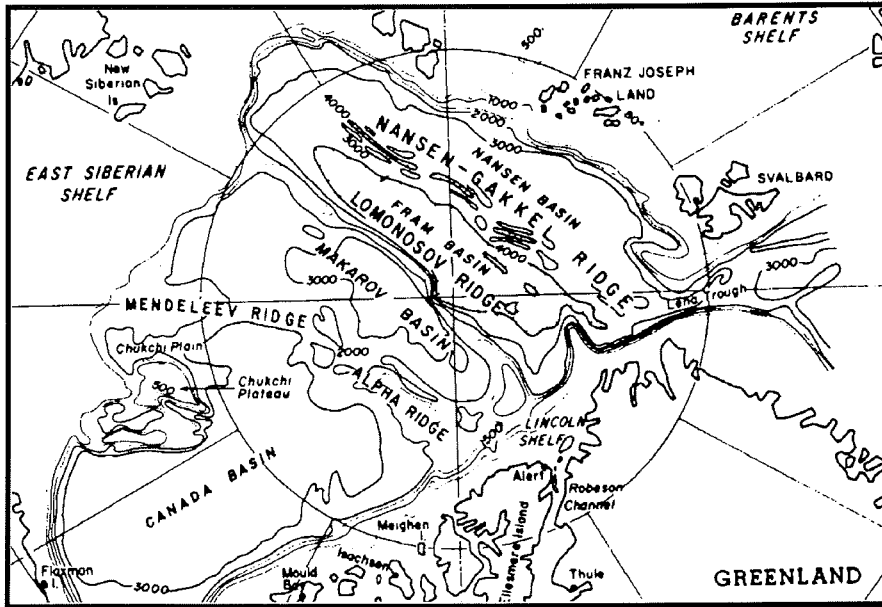


Fig. 2.1: Topography of the Central Arctic Ocean; from WEBER 1978.

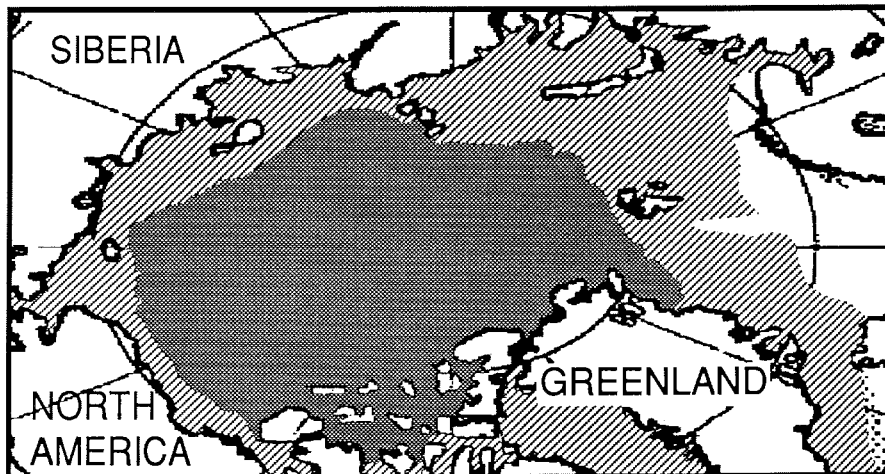
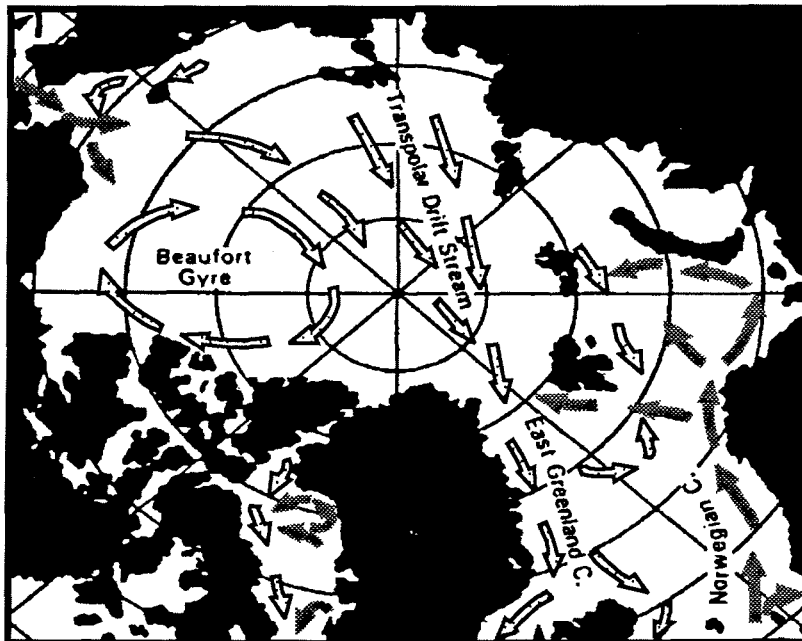


Fig. 2.2: Average extension of permanent (dark shading) and seasonal sea ice in the Arctic Ocean and adjacent seas; after HEMPEL 1985.

## 2.2 Eisbedeckung

Die permanente Packeisdecke des Nordpolarmeeres entwickelte sich frühestens im Pliozän vor ca. 4-2,5 Millionen Jahren (CLARK 1977, POLARSTERN SHIPB. SCI. P. 1988), vermutlich jedoch erst vor 900.000 Jahren (HERMAN 1983, DANILOV 1989). Die "Polarstern"-Expedition ARK IV/3 erbrachte für das Nansen-Becken deutliche Hinweise auf eine Ablagerung eistransportierter Materialien seit ca. 300.000 Jahren (THIEDE et al. 1990). Während des Pleistozäns schmolz das Eis wahrscheinlich mehrmals vollkommen ab (HUNKINS et al. 1971) und bildete möglicherweise selbst auf dem Höhepunkt der letzten großen Vereisungsperiode (Würm-Eiszeit, 50.000 J.v.h.) nicht ständig eine geschlossene Decke (REY 1989). Noch vor 18.000 Jahren drang das Meereis andererseits bis in den Bereich der Iberischen Halbinsel vor (CURTIN et al. 1990).

Heute variiert die Ausdehnung des durchschnittlich drei bis vier Meter dicken Meereises (COLONY & THORNDIKE 1984, McLAREN 1988) zwischen ca.  $12 \times 10^6$  km<sup>2</sup> im Winter und ca.  $6-8 \times 10^6$  km<sup>2</sup> während des Spätsommers (GIERLOFF-EMDEN 1980, PARKINSON & CAVALIERI 1989, COMISO 1990; Fig. 2.2). Die winterliche Neueis-Bildung konzentriert sich vor allem auf den Bereich der sibirischen Schelfmeere (CURTIN et al. 1990).



**Fig. 2.3:** Large scale patterns of sea ice and surface water circulation in the Arctic Ocean and in Fram Strait (open arrows: sea ice / Polar Surface Water, shaded arrows: Atlantic / Pacific Water); after CURTIN et al. 1990.

Neben der saisonalen Veränderungen des Eisrandes befindet sich auch das Eis selbst, vor allem unter dem Einfluß der Windverhältnisse, in ständiger Bewegung (GIERLOFF-EMDEN 1980, COLONY & THORNDIKE 1984, CURTIN et al. 1990). Während das Eis im Kanadischen Becken in einem großen antizyklonalen Wirbel (Beaufort Gyre) kreist (Fig. 2.3), bewegt es sich im Eurasischen Becken mit dem Transpolaren Driftstrom von den Nordküsten der Ost-sibirischen See und der Laptevsee über den Nordpol hinweg in Richtung auf die westliche Framstraße (STRÖMBERG 1989). Die Driftzeit beträgt etwa drei Jahre (GIERLOFF-EMDEN 1980, CURTIN et al. 1990). Der Anteil des jährlichen Eis-Exportes mit dem Ostgrönland-Strom (ca. 2800 km<sup>3</sup>) am durchschnittlichen Gesamt-Eisvolumen des Nordpolarmeeres (ca. 32000 km<sup>3</sup>) beträgt weniger als 10% (berechnet nach Daten von VOWINCKEL & ORVIG 1962, VINJE 1982 und AAGAARD & CARMACK 1989).

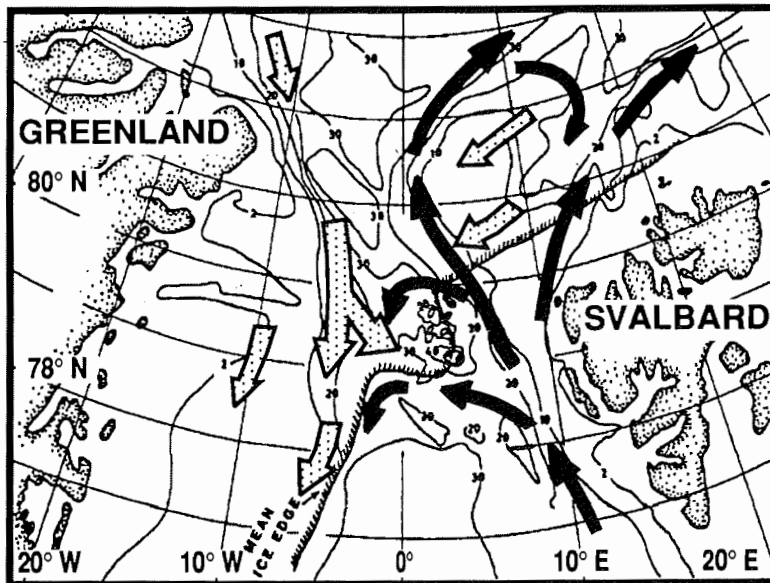
### 2.3 Wassermassen

Die hydrographische Struktur des Nordpolarmeeres ist durch eine ausgeprägte Halokline zwischen 200 und 50m sowie eine mächtige Schicht von warmem, salzreichem Atlantischem Wasser, deren Kernbereich zwischen 500 und 300m liegt, gekennzeichnet (AAGAARD et al. 1981, CURTIN et al. 1990). Die starke Dichte-Schichtung entstand wahrscheinlich erst während des späten Pliozäns vor etwa  $2,4 \times 10^6$  Jahren (HERMAN 1983), sie beeinträchtigt die vertikale Durchmischung erheblich (TRESHNIKOV 1977, AAGAARD et al. 1985). Insgesamt lassen sich heute im zentralen Nordpolarmeer drei Wassermassen unterscheiden: das 1) Polare Oberflächenwasser, das 2) Atlantische Wasser und das 3) Tiefenwasser (COACHMAN & BARNES 1962, COACHMAN & AAGAARD 1974, DUNBAR, 1985).

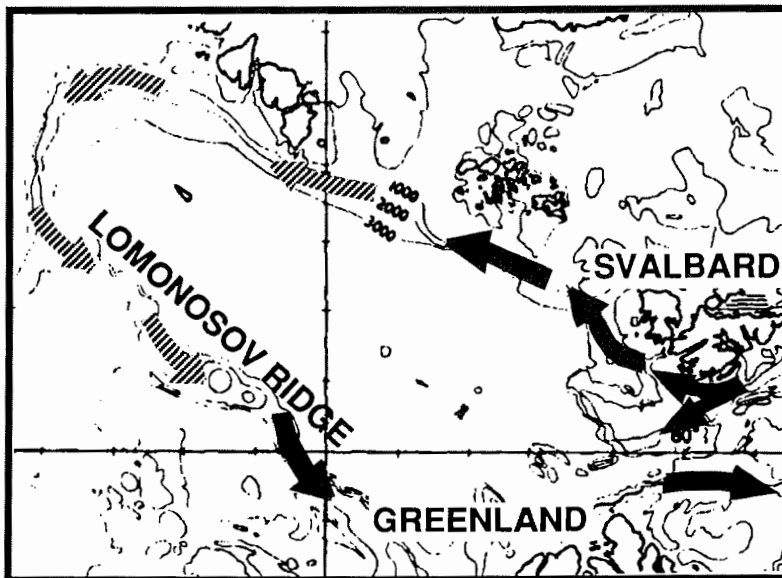
Neben der deutlichen vertikalen Gliederung der oberen 500m stellt die gegenläufige Bewegung des Polaren Oberflächenwassers und des Atlantischen Wassers ein weiteres grundlegendes Merkmal der Hydrographie des Nordpolarmeeres dar (GRAINGER 1989). Der durch die Lage und Topographie des Nordpolarmeeres bedingte Süßwasserüberschuß speist eine windgetriebene Oberflächenströmung, die salzarmes Wasser in den Nordatlantik transportiert (QUADFASEL et al. 1987, AAGAARD & CARMACK 1989). Dieser Oberflächenwasser-Export wird durch den Einstrom des Atlantischen Wassers in mittleren Tiefen kompensiert (COACHMAN & AAGAARD 1974). Die heutigen Strömungsverhältnisse begannen sich vor ca. 3,5 Millionen Jahren herauszubilden (HERMAN 1983).

#### 2.3.1 Polares Oberflächenwasser (Polar Surface Water, PSW)

Das Polare Oberflächenwasser reicht im Süden des Eurasischen Beckens bis zu einer Tiefe von 60m hinab, nach Norden nimmt die Schichtdicke des PSW bis auf 200m zu (COACHMAN & AAGAARD 1974, ANDERSON et al. 1989). Das PSW ist durch niedrige Salzgehalte ( $27-34,5 \times 10^{-3}$ ) und niedrige Temperaturen (-1,7 - -1,5°C in eisbedeckten Gebieten) gekennzeichnet, die jedoch ausgeprägten regionalen und saisonalen Variationen unterliegen können. Der Süßwassereintrag durch die großen sibirischen Flüsse (besonders Yenisei, Ob und Lena) ist im Verhältnis zum Gesamtwasservolumen des Nordpolarmeeres gering ( $3300 \text{ km}^3/\text{a} \approx 0,3\%$ , AAGAARD & CARMACK 1989),



**Fig. 2.4:** Water mass exchange between Fram Strait and the Arctic Ocean: Atlantic Water (West Spitsbergen Current, Return Atlantic Currents, solid arrows) and Polar Surface Water (Transpolar Drift Current, East Greenland Current, dotted arrows); after JOHANNESSEN et al. 1987.



**Fig. 2.5:** Circulation of Atlantic Water in the Eurasian Basin (solid arrows: current meter data, broken arrows: hypothetical direction of water movement); after AAGAARD 1989.

dies entspricht ungefähr dem jährlichen Eis-Export durch die Framstraße, die oberflächennahe Ausbreitung des Süßwassers trägt jedoch erheblich zur Schichtung der oberen Wassersäule bei (VOWINCKEL & ORVIG 1962, REY 1982, AAGAARD & CARMACK 1989). Im Bereich der Halokline zwischen 100 und 200m läßt sich andererseits modifiziertes Atlantisches Wasser nachweisen, das vermutlich durch Vermischung mit Oberflächenwasser der Karasee und des Barentsmeeres in Schelfgräben entsteht (CURTIN et al. 1990).

Die Bewegung des Arktischen Oberflächenwasser wird durch die Windverhältnisse bestimmt (COACHMAN & AAGAARD 1974). Daher können kurzfristig erhebliche Schwankungen in der Strömungsrichtung und -geschwindigkeit auftreten. Die mittlere Bewegungsrichtung des Polaren Oberflächenwassers entspricht der Drift des Meereises (COACHMAN & AAGAARD 1974). Die Strömungsgeschwindigkeit liegt nördlich Sibiriens bei 2-3km/d und steigt zum nordwestlichen Ausgang der Framstraße hin bis auf ca. 8km/d an (COACHMAN & BARNES 1962, COACHMAN & AAGAARD 1974).

### 2.3.2 Atlantisches Wasser

Ein Ausläufer des Westspitzbergen-Stromes (West Spitsbergen Current, WSC) transportiert warmes ( $\geq +3^{\circ}\text{C}$ ) und salzreiches ( $\geq 35 \times 10^{-3}$ ) Oberflächenwasser entlang des östlichen Schelfabhanges der Framstraße nordwärts. Während der Passage durch die Framstraße zweigen zwischen  $78^{\circ}\text{N}$  und  $80^{\circ}\text{N}$  Teile des Westspitzbergen-Stromes nach Westen ab und fließen mit dem Ostgrönland-Strom wieder südwärts (Return Atlantic Current, RAC). Nordwestlich Spitzbergens, im Bereich der sommerlichen Eiskante, wird das Atlantische Wasser des WSC vom leichteren Polaren Oberflächenwasser überschichtet (COACHMAN & BARNES 1963, JOHANNESSEN et al. 1983, AAGAARD et al. 1987). Gleichzeitig gabelt sich der Fortläufer des WSC, wahrscheinlich durch die Bathymetrie der Molloy-Bruchzone gesteuert, in zwei Äste (Fig. 2.4; BOURKE et al. 1988).

Ein größerer östlicher Einstromast umrundet, dem Verlauf der 400m -Tiefenlinie folgend, die Nordwestspitze Spitzbergens und bewegt sich dann mit einer Geschwindigkeit von 10 bis 20km/d im Nansen-Becken entlang des Schelfabhanges der Barentssee ostwärts (COACHMAN & BARNES 1963, AAGAARD et al. 1987, AAGAARD 1989). Nördlich von Spitzbergen verlaufen die Strömungen des Atlantischen Wassers und des Polaren Oberflächenwassers also in entgegengesetzter Richtung. Ein kleinerer westlicher Ast folgt dem Verlauf der 1000m -Tiefenlinie entlang der Westflanke des Yermak-Plateaus. PERKIN & LEWIS (1984) nehmen an, daß er unmittelbar nördlich des Yermak-Plateaus nach Osten abknickt und somit bei ca.  $82^{\circ}30'\text{N}$  in das Nansen-Becken eintritt. Auch AAGAARD et al. (1987) und SMITH et al. (1990) halten es für möglich, daß in diesem Bereich ein Zustrom von Atlantischem Wasser stattfindet. Nach BOURKE et al. (1988) biegt dieser kleinere Ast dagegen bei  $81^{\circ}\text{N}$  nach Westen ab und fließt mit dem Ostgrönland-Strom wieder südwärts. Insgesamt unterliegt der Umfang des atlantischen Einstromes durch die Framstraße erheblichen Schwankungen, die höchsten Transportraten treten im Winter auf (AAGAARD 1982).

Das Atlantische Wasser breitet sich in Form eines schmalen zyklonalen Randstromes (Boundary Current, Fig. 2.5) mit Geschwindigkeit von ca. 3-4



km/d entlang des sibirischen Schelfabhanges um das Eurasische Becken herum aus (AAGAARD 1989). Nach ca. drei Jahren hat der Hauptstrom den Nordrand der Laptevsee erreicht (COACHMAN & AAGAARD 1974). Wahrscheinlich wird das Atlantische Wasser hier durch den Lomonosov-Rücken zum Teil nach Westen abgelenkt und fließt zurück in Richtung auf die westliche Framstraße. (COACHMAN & BARNES 1963, AAGAARD 1989). Der andere Teil des Atlantischen Wassers überströmt den Lomonosov-Rücken und dringt in das Kanadische Becken ein. Aus der horizontalen Verteilung der Salzgehalts- und Temperaturwerte wird geschlossen, daß sich das einströmende Atlantische Wasser innerhalb weniger Jahre über das gesamte Eurasische Becken ausbreitet (COACHMAN & AAGAARD 1974). Die durchschnittliche Residenzzeit beträgt ca. 3-15 Jahre (CURTIN et al. 1990). In den zentralen Bereichen des Eurasischen Beckens nimmt das Atlantische Wasser einen Tiefenbereich zwischen 200m (obere 0°C-Isotherme) und 900m (untere 0°C-Isotherme) ein.

## 2.4 Probennahme-Stationen

### 2.4.1 Stationsnetz und Hydrographie

Das Untersuchungsgebiet der Expedition ARK IV/3 umfaßte sowohl den Hauptstrombereich des Atlantischen Wassers als auch das innere Nansen-Becken. Es ist daher eine Schlüsselregion für Untersuchungen zur Ausbreitung des nordatlantischen Zooplanktons im Nordpolarmeer. Eine Zusammenstellung der Stationsdaten findet sich in der Anhangstabelle D.

Die Probennahme fand vom 09/07 bis zum 16/08/87 auf zwölf Stationen entlang eines Süd-Nord-Schnittes und eines direkt anschließenden Nord-Süd-Schnittes statt (Fig. 2.6). Die Hinfahrt (Süd-Nord-Schnitt) verlief zwischen ca. 25°O und 30°O vom nördlichen Schelfabhang der Barentssee durch die Tiefseeebene des Nansen-Beckens bis über den Zentralgraben des Nansen-Gakkel-Rückens bei 86°N. Von hier aus erfolgte die Rückfahrt (Nord-Süd-Schnitt) entlang 15-20°O in Richtung auf die Nordspitze des Yermak-Plateaus. Alle Zooplanktonfänge fanden in Gebieten mit dichter Packeis-Bedeckung über Wassertiefen von mehr als 500m statt.

Die Darstellung der hydrographischen Bedingungen während ARK IV/3 beruht auf Ergebnissen der an dieser Expedition beteiligten Ozeanographen (ANDERSON et al. 1989, KOLTERMANN pers. Mitt.) und bezieht sich ausschließlich auf die Stationen des Süd-Nord-Schnittes. Tab. 2.1 enthält eine Zusammenstellung der in den einzelnen Tiefenstufen vorwiegend befischten Wasserkörper.

Entlang des Süd-Nord-Schnittes ließen sich zwischen St. 276 (81°30'N) und St. 370 (85°55'N) drei hydrographische Zonen unterscheiden:

- 1) südlicher Randstrom - Schelfabhang der Barentssee (St. 276, St. 280),
- 2) zentraler Bereich des Nansen-Beckens (St. 296-362),
- 3) nördlicher Randstrom - Nansen-Gakkel-Rücken (St. 370).

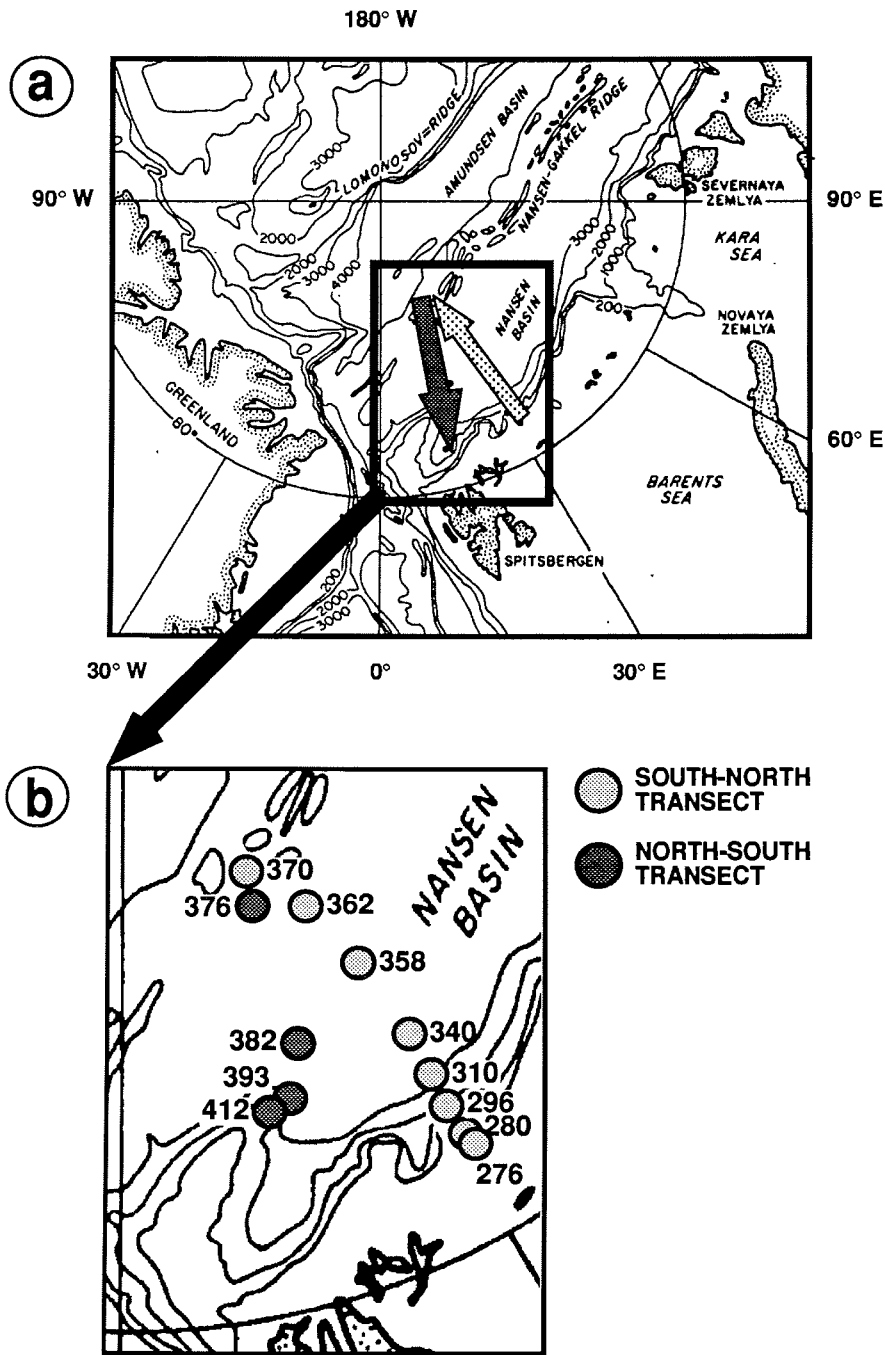


Fig. 2.6: Investigation area: general location (a) and station grid (b); south-north transect: stations 276-370, north-south transect: stations 370-412.

Die Stationen 276 und 280 (ca. 81°30'N) gehörten dem Bereich des 1) südlichen Randstromes an. Die Schichtdicke des Polaren Oberflächenwassers lag auf diesen Stationen bei 70m (0°C -Isotherme, Fig. 2.7 b), die Wassermassen-Charakteristik des Polaren Oberflächenwassers wies auf Beimischungen von Meereis-Schmelzwasser aus der nördlichen Framstraße hin. Die Schicht des Atlantischen Wassers reichte von 70m bis ungefähr 800m hinab. In ca. 750m Tiefe war eine Intrusion von Wasser der Barentssee nachweisbar. Die gegenüber den nördlich benachbarten Stationen erniedrigten Salzgehalte und Temperaturen deuten an, daß es im Gebiet des südlichen Randstromes zu einer intensiven Vermischung des aus der Framstraße stammenden Atlantischen Wassers mit Wasser der Barentssee kam.

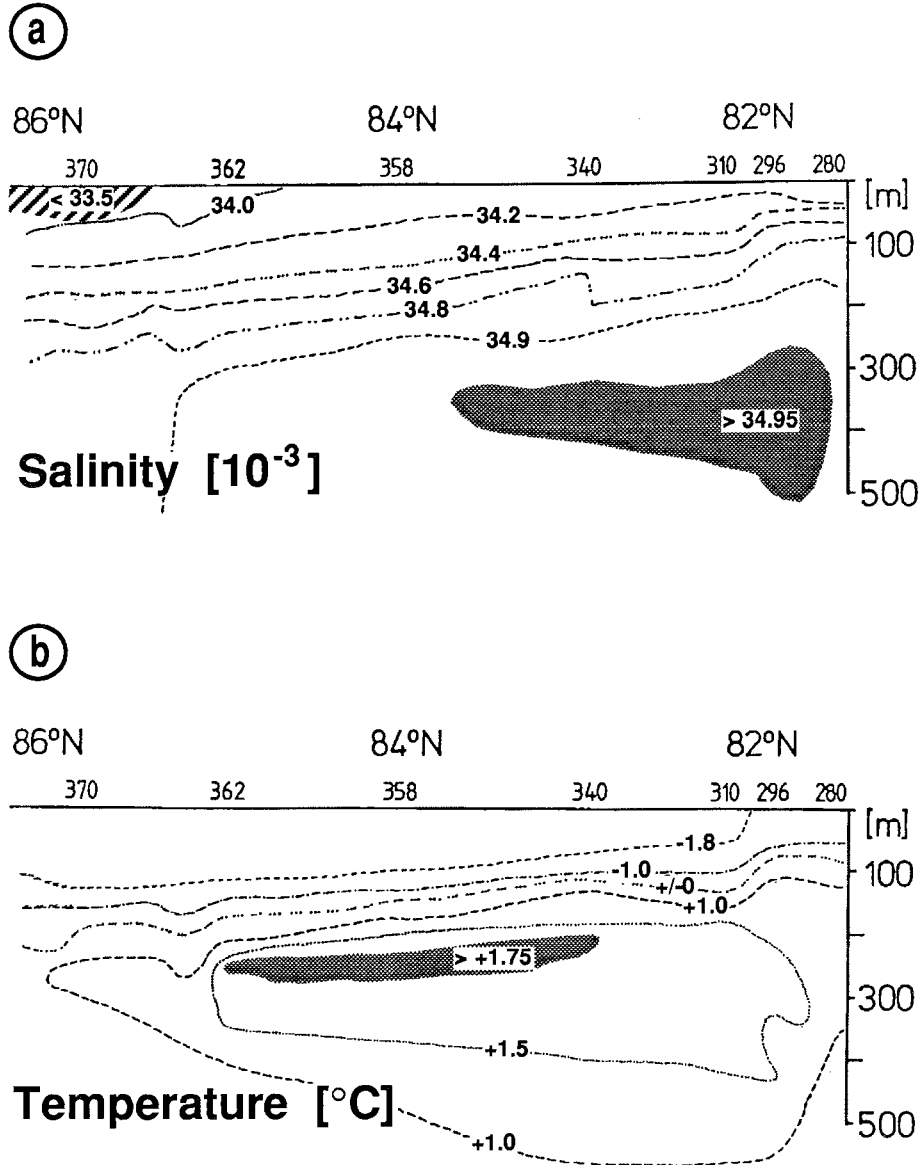
**Tab. 2.1:** Compilation of water masses covered by the five depth strata of multinet hauls along the south-north transect; based on water mass distribution shown in Fig. 2.7.

Station	280	296	310	340	358	362	370
<b>Depth stratum</b>							
25-0m	PSW	PSW	PSW	PSW	PSW	PSW	PSW/RRO
50-25m	PSW	PSW	PSW	PSW	PSW	PSW	PSW/RRO
100-50m	HC	HC	PSW	PSW	PSW	PSW	PSW
200-100m	ALW	ALW	HC/ALW	HC/ALW	HC/ALW	HC	HC
500-200m	ALW	ALW	ALW	ALW	ALW	HC/ALW	HC/ALW

ALW = Atlantic Water, HC = Halogline, PSW = Polar Surface Water, RRO = river run-off

Von St. 296 bis St. 362 (82-85°N) erstreckte der im hydrographischen Sinne 2) zentrale Bereich des Nansen-Beckens. Die Schichtdicke des Polaren Oberflächenwassers nahm in nördlicher Richtung von ca. 60m bis auf ca. 150m zu. Nördlich der St. 340 (83°N) machten sich schlagartig Veränderungen in der gesamten Wassersäule bemerkbar. Im Tiefenbereich der Halokline (ca. 100-150m) trat ein steiler Sauerstoffgehaltsgradient auf, der Sauerstoffgehalt war nördlich der St. 340 wesentlich niedriger als südlich dieser Station. Die Eigenschaften der darunter liegenden, bis etwa 800m Tiefe hinab reichenden atlantischen Schicht ließen nördlich der Front auf eine Beimischung von sibirischem Schelfwasser schließen. Die höchsten Salzgehalte der Atlantischen Schicht ( $\geq 34,95 \cdot 10^{-3}$ , Fig. 2.7 a) wurden im südlichen Teil des zentralen Bereiches festgestellt, die höchsten Temperaturen ( $\geq 1,75^\circ\text{C}$ , Fig. 2.7 b) dagegen im nördlichen Teil.

Nur die nördlichste St. 370 (86°N) gehörte dem 3) Bereich des nördlichen Randstromes an. Die Schichtdicke des Polaren Oberflächenwassers betrug hier etwa 200 m. Trotz seines geringen Salzgehaltes wies es hohe Carbonat- und Gelbstoff-Konzentration auf (Fig. 2.7 a). Hierfür ist wahrscheinlich der



**Fig 2.7:** Salinity (a) and temperature (b) isolines along south-north transect across the Nansen Basin. Shaded area indicates water of more than  $34.95 \times 10^{-3}$  (a) and more than  $+1.75^{\circ}\text{C}$  (b), hatched area (a) demarcates water of less than  $33.5 \times 10^{-3}$ ; after KOLTERMANN (pers. comm.).

Süßwassereintrag aus sibirischen Flüssen verantwortlich. Das Wasser der atlantischen Schicht zeigte hinsichtlich des Salzgehaltes, der Temperatur und des Sauerstoffgehaltes deutliche Übereinstimmungen mit dem Wasser der Grönlandsee und des Amundsen-Beckens. Wahrscheinlich gelangt Atlantisches Wasser in größeren Tiefen aus der Grönlandsee durch die Framstraße in das Amundsen-Becken und tritt entlang des Nansen-Gakkel-Rückens in das benachbarte Nansen-Becken über.

#### 2.4.2 Eisverhältnisse

Der Fahrtbericht der Expedition ARK IV/3 (THIEDE 1988) stellt die Grundlage der folgenden Ausführungen dar. Die Probennahme fand ausschließlich im Packeis statt. Das Meereis war aufgrund der sommerlichen Temperaturen von zahlreichen tiefen Schmelzwasser-Tümpeln bedeckt. Die Dichte der Eisbedeckung bewegte sich zwischen 8/10 und 10/10, nur St. 340 lag in einer größeren Wake (Fig. 2.8 a).

Im östlich des Yermak-Plateaus gelegenen südlichen Teil des Nansen-Beckens trat zwischen St. 276 und St. 340 (81°30'-83°N) vorwiegend einjähriges Eis mit Mächtigkeiten von 1-2m auf (POLARSTERN SHIPB. SCI. P., 1988). Untersuchungen der im Meereis enthaltenen Sedimente haben ergeben, daß dieses Eis wahrscheinlich aus der Barents- oder Karasee stammte (WOLLENBURG et al. 1989). Von St. 358 bis zur nördlichsten St. 370 (84-86°N) herrschte über 3m dickes mehrjähriges Eis vor, das dem sibirischen Ast des Transpolaren Driftstromes angehörte. Dieses Eis hatte ein Alter von zwei bis drei Jahren und wurde wahrscheinlich auf den flachen Schelfgebieten der Ostsibirischen See oder der Laptevsee gebildet. Das Eis des Transpolaren Driftstromes bewegte sich pro Tag durchschnittlich 3 km in südwestlicher Richtung. Zwischen 82°N und 86°N ausgesetzte ARGOS-Driftbojen zeigten jedoch, daß das Meereis zu Beginn des Monats August unter dem Einfluß anhaltender Südwinde für etwa eine Woche entgegen der normalen Strömungsrichtung nordwärts trieb.




#### 2.4.3 Phytoplankton

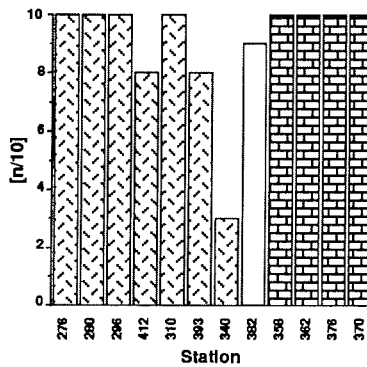
Herr Dr. Baumann (RWTH Aachen) stellte freundlicherweise die Ergebnisse seiner während ARK IV/3 im Nansen-Becken durchgeführten Primärproduktions-, Chlorophyll- und Secchitiefen-Messungen zur Verfügung. Aufgrund der knappen Schiffszeit konnten Phyto- und Zooplanktonuntersuchungen nicht immer gleichzeitig stattfinden, für acht der zwölf in dieser Arbeit behandelten Stationen liegen jedoch Werte zur Biomasse und Produktion des Phytoplanktons vor.

##### Biomasse

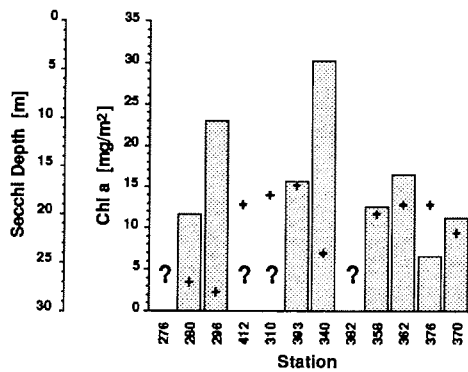
Die höchsten Phytoplanktonbestände (Chl *a*, euphot. Zone) wurden im südlichen Teil des Nansen-Beckens auf den Stationen 296 (23mg/m<sup>2</sup>) und 340 (30mg/m<sup>2</sup>) festgestellt (Fig. 2.8 b), letztere befand sich in einer größeren Wake. Unter dem mehrjährigen Eis des Transpolaren Driftstromes (St. 358-370) lag der durchschnittliche Biomassebestand bei 12mg/m<sup>2</sup>, St. 376

(a) Sea Ice Cover



-  One Year Ice
-  Multiyear ice
-  Unidentified

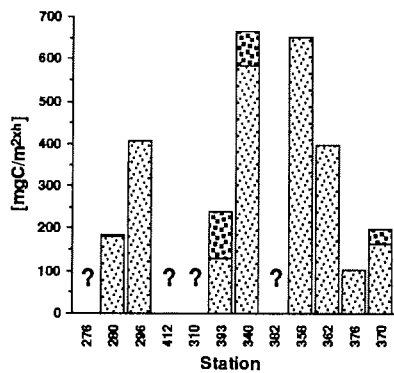


(b) Phytoplankton Biomass and Secchi Depth



(c) Primary Production

-   $\geq 20\mu\text{m}$
-   $\leq 20\mu\text{m}$



**Fig. 2.8:** Horizontal distribution of ice cover (a), phytoplankton biomass (b) and potential primary production (c); crosses (+) in diagram (b) indicate Secchi depth.

**Tab. 2.2:** Phytoplankton production (PP, mg C /m<sup>2</sup>xd) and biomass (BM, mg Chl a/m<sup>2</sup>) in polar seas, literature data.

Gebiet	Jahreszeit	PP	BM	Quelle
ARK IV/3	Sommer	*100-670	6-30	BAUMANN, mündl. Mitt.
Nansen-Becken	Juli, Maximum Jahresmittelw.	1000 27	- -	STRÖMBERG 1989
zentr. Nordpolarm.	Sommer Sommer	10 0.3-0.5	- -	APOLLONIO 1959 MEL'NIKOV 1980
Framstraße, Eisrand	Sommer	*430 -	35-185 ≥80	SMITH et al. 1987 SMITH et al. 1985
Barentssee	Sommer, Max. Jahresmittelw.	3000 160-220	- -	in: LOENG 1989
Arktis, ozean. Geb.	-	20-260	-	SUBBA RAO & PLATT 1984
Kanad. Arktis >65°N	Sommer	223	-	in: NEMOTO & HARRISON 1981
Baffin Bay, Untereis-Flora	Sommer	0.003-2.4	≤18	HORNER 1985
Beringsee	Sommer	≤870	≤56	in: NEMOTO & HARRISON 1981
Antarktis	Sommer	100-540	-	in: HEWES et al. 1985
„, ozean. Geb.	-	-	11-85	in: RAYMONT 1980
„, „	-	134	17	in: NEMOTO & HARRISON 1981

\* = potentielle Primärproduktion, Messung im Inkubator

(85°20'N) wies mit 6mg/m<sup>2</sup> den geringsten Wert auf. Das Chlorophyll-Maximum befand sich stets innerhalb der obersten 40m, zwischen St. 393 und der nördlichsten St. 370 (82°50'-86°N) wurden die höchsten Pigmentkonzentrationen oberhalb von 15m angetroffen. Insgesamt bewegte sich der Phytoplanktonbestand im Nansen-Becken auf einem Niveau, das den niedrigsten Werten aus der Framstraße entspricht (Tab. 2.2).

Eine Umrechnung der Chlorophyll-Werte in Trockengewichte (AFTG:Chl a ≈ 35:1; RAYMONT 1980) zeigte, daß das Zooplankton die Primärproduzenten in Hinblick auf die Biomasse deutlich übertraf. Auf der schelfnahen St. 280 erreichte das Verhältnis zwischen Zoo- und Phytoplankton mit 10:1 den Höchstwert, auf den übrigen Stationen lag es in der Größenordnung von 3:1. Nördlich von St. 280 veränderten sich die Zoo- und Phytoplanktonbestände also annähernd gleichsinnig. Für den ständig von Eis bedeckten Teil des Nordpolarmeeres scheint ein Überwiegen des Zooplanktonbestandes, das auch in anderen Meeresgebieten beobachtet wurde (RAYMONT 1980), typisch zu sein (ZENKEVITCH 1963). Zu Beginn der sommerlichen Phytoplanktonblüte kann sich das Biomasseverhältnis allerdings umkehren.

### Primärproduktion

Die Bestimmung der Primärproduktion erfolgte nach der  $^{14}\text{C}$ -Methode, hierzu wurden frisch gefangene Algen an Bord des Schiffes inkubiert. Die Verminderung der Lichteinstrahlung durch das Packeis blieb bei dieser Meßmethode unberücksichtigt. Wahrscheinlich erreichte die tatsächliche Primärproduktion, je nach den Eisbedingungen, nur etwa 1-10% der hier angegebenen Werte. Die höchste Primärproduktion wurde im Bereich der ozeanographischen Front auf den Stationen 340 und 358 (83-84°N) festgestellt (Fig. 2.8 c). Südlich und nördlich der Front fielen die Werte deutlich ab, ein latitudinaler Trend ließ sich nicht erkennen. Nannoplankter (autotrophe Flagellaten) stellten die wichtigsten Produzenten dar. Nur auf St. 393 des Nord-Süd-Schnittes, auf St. 340 und auf der nördlichsten St. 370 waren Diatomeen zu mehr als 10% an der Primärproduktion beteiligt. Die potentielle Primärproduktion im Nansen-Becken übertraf den in situ-Wert von APOLLONIO (1959) aus dem zentralen Nordpolarmeer um mindestens das Zehnfache (Tab. 2.2). Sie stimmte jedoch gut mit den nach der gleichen Methode in der Eisrandzone der Framstraße gemessenen Produktionsraten überein (SMITH et al. 1987).

Aus ökologischer Sicht läßt sich das Verhältnis zwischen Phyto- und Zooplankton auf der Basis von Produktions- bzw. Konsumptionswerten wesentlich zutreffender beschreiben als durch einen Bestandsvergleich (STEMANN NIELSEN 1962). Da jedoch allein die Literaturangaben zur gewichtsspezifischen Ingestionsrate (% Körperkohlenstoff/Tag) der *Calanus*-Arten bereits eine enorme Schwankungsbreite aufweisen (SMITH 1988:  $\leq 2\%$ , BARTHEL 1990:  $\leq 7\%$ , HANSEN et al. 1990:  $\leq 90\%$ ), soll anhand der folgenden Überschlagsrechnung lediglich ein unterer Schätzwert für den Nahrungsbedarf der Herbivoren während ARK IV/3 ermittelt werden:

- Primärproduktion: tägl. Primärproduktion  $\approx 10\%$  der in Tab. 2.2 aufgeführten Werte  
 $\approx 10\text{-}67 \text{ mg C/m}^2\cdot\text{d}$ ,
- Umrechnung Kohlenstoff / AFTG:  $1 \text{ mg C} \approx 2 \text{ mg AFTG}$  (PARSONS et al. 1984)  
 $\approx 20\text{-}130 \text{ mg AFTG/m}^2\cdot\text{d}$ ,
- Bestand Herbivoren: Herbivoren  $\approx 70\%$  des Gesamtbestandes 500-0m (siehe Fig. 5.1)  
 $\approx 1000\text{-}3600 \text{ mg AFTG/m}^2$ ,
- Nahrungsbedarf Herbivoren: spez. Ingestionsrate  $\approx 2\%$  Körperkohlenstoff / Tag (SMITH 1988),  
2% des Herbivoren-Biomassebestandes  
 $\approx 20\text{-}70 \text{ mg AFTG/m}^2\cdot\text{d}$ .

Nach dieser Überschlagsrechnung entsprach die Primärproduktion gerade dem Nahrungsbedarf der Herbivoren. Hierbei muß jedoch berücksichtigt werden, daß die im Untersuchungsgebiet dominierenden *Calanus*-Arten ganz bevorzugt größere Diatomeen fressen (BARTHEL 1988, SMITH 1988). Andererseits können Protozooplankter (GARRISON & BUCK 1989, GRADINGER persl. Mitt.) einen erheblichen Fraßdruck auf das in wesentlich stärkerem Maße an der Primärproduktion beteiligte Nannoplankton ausgeübt haben. Trotz aller Vorbehalte hinsichtlich der für diese Größenordnungs-Abschätzung gewählten Ausgangsbedingungen ist daher anzunehmen, daß das Nahrungsangebot sich stark limitierend auf die Entwicklung des herbivoren Mesozooplanktons ausgewirkt haben muß.



### 3 Material und Methoden

#### 3.1 Probennahme

Während der Expedition ARK IV/3 schränkten dichtes Packeis und ein enger Terminplan sowohl die Wahl der Fangmethode als auch den Umfang der Probennahme ein. Das Probenmaterial stammt aus vertikalen Multinetz-Fängen. Das Multinetz hatte eine Öffnungsfläche von  $0,25\text{m}^2$ , war mit  $300\mu\text{m}$ -Gaze bestückt und wurde mit ca.  $0,5\text{m/s}$  gehievt. Auf allen zwölf Stationen wurden jeweils fünf Standard-Tiefenstufen in der angegebenen Reihenfolge befischt: 500-200m (Netz 1), 200-100m, 100-50m, 50-25m, 25-0m (Netz 5). Da weder ein Tiefen- noch ein Strömungsmesser zur Verfügung stand, erfolgte die Bestimmung der Fangtiefe (FT) anhand der Drahtlänge (DL) und des Drahtwinkels (DW) nach  $FT = DL \times \cos [DW]$ . Das Filtrierte Volumen (FV) wurde aus der Fangtiefe und der Netzöffnungsfläche (NÖ) unter Voraussetzung einer Filtrationseffizienz der Netze von 100% nach  $FV = FT \times NÖ$  berechnet.

#### 3.2 Bearbeitung der Proben

Nach dem Fang wurde der Inhalt der Netzbecher unverzüglich über  $100\mu\text{m}$ -Gaze filtriert und mit Seewasser in Kautex-Probenflaschen gespült. Durch Zugabe von 40%-igem, boraxgepuffertem Formol wurde die Formolkonzentration in den Probenflaschen auf 4% eingestellt. Vor der Sortierung am Institut für Polarökologie wurde für jede der insgesamt 64 Proben das Verdrängungsvolumen bestimmt. Eine Probenteilung war aufgrund der geringen Volumina in keinem Fall nötig. Die Sortierung fand in einer mit Leitungswasser (Aufenthaltsdauer Tiere  $\leq 6$  Std.) gefüllten Bogorov-Schale bei 12 bis 50-facher Vergrößerung unter einem Stereomikroskop statt. Einzelne Tiere (Copepoden, Chaetognathen) wurden zur genauen Artbestimmung bei 100 bis 400-facher Vergrößerung unter einem Umkehrmikroskop inspiziert.

**Tab. 3.1:** Body size determination: size equivalents for different taxa.

Taxon	Size equivalent	Remarks
Cnidaria	diameter	flat Medusae
"	height	bell-shaped Medusae
Siphonophora	nectophore height	-
Ctenophora	diameter	Tentaculata
"	height	Nuda
Polychaeta	length	-
Pteropoda	diameter	Thecosomata
"	length	Gymnosomata
Copepoda	prosoma length	tip of head / artikulation of urosome
other Crustacea	length	anterior margin of eye / tip of Telson
Appendicularia	trunk length	mouth / posterior margin of ovary
Chaetognatha	length	tip of head / tail base

Alle in den Fangproben identifizierbaren Metazoen wurden gezählt. Die Individuenzahlen der einzelnen Taxa wurden für jede Tiefenstufe auf  $n/1000\text{m}^3$  normiert, Tab. A des Anhanges enthält eine Zusammenstellung aller Abundanzwerte. Größenmessungen an Tieren bis zu 20mm Länge wurden unter dem Stereomikroskop mit Hilfe eines geeichten Okular-Mikrometers durchgeführt. Größere Tiere (Chaetognathen, Euphausiaceen) wurden auf Millimeterpapier vermessen. In Abhängigkeit von der Tiergruppe wurden unterschiedliche Methoden für die Messung der Körpergröße gewählt, eine Zusammenstellung findet sich in Tab. 3.1. Die Längenmessungen wurden nicht auf eine möglicherweise durch Formlagerung verursachte Schrumpfung der Tiere korrigiert. Nach DURBIN & DURBIN (1978) verändert sich zumindest die Prosoma-Länge fixierter Copepoden nicht signifikant gegenüber frisch gefangenen Exemplaren.

Die taxonomische Bearbeitung des Probenmaterials wird nachfolgend für die wichtigsten Tiergruppen tabellarisch erläutert.

#### Cnidarier:

Im Probenmaterial waren nur Hydromedusen und Siphonophoren vorhanden, Scyphomedusen traten nicht auf. Die Hydromedusen waren häufig im Glockenbereich beschädigt, teilweise fehlten die für die Artbestimmung wichtigen Tentakel vollständig. Siphonophoren lagen durchgehend als isolierte Einzelglocken vor. Diese Nectophoren wiesen deutliche Unterschiede bezüglich ihrer Größe und ihrer inneren Struktur auf. Das Vorliegen verschiedener Arten konnte jedoch anhand der Literatur nicht abgesichert werden.

Bestimmungsliteratur: KRAMP 1947, 1968; RUSSELL 1950, 1980, 1981; TOTTON & FRASER 1956; NAUMOV 1969; MAYER 1977

#### Ctenophoren:

Im Vergleich zu den Hydromedusen wiesen die Ctenophoren eine größere Körperstabilität auf. Darüberhinaus erleichterte die Artenarmut die Bearbeitung.

Bestimmungsliteratur: RÖMER 1904; LILEY 1960; GREVE 1975

#### Mollusken:

Neben einzelnen, nicht näher bestimmten Veliger-Larven, die in einigen Proben von schelfnahen Stationen vorlagen, traten lediglich zwei Pteropodenarten auf, *Limacina helicina* (Thecosomata) und *Clione limacina* (Gymnosomata). *Limacina helicina* konnte aufgrund der stets gut erhaltenen Gehäuse sicher bestimmt werden. Bei den häufig sehr kleinen und teilweise stark kontrahierten Individuen der Gymnosomata wurde das Verbreitungsgebiet als Ausschlußkriterium der Artbestimmung hinzugezogen.

Bestimmungsliteratur: TESCH 1949, 1950; MORTON 1958; VAN DER SPOEL 1972

#### Copepoden:

Copepoden waren bezüglich ihrer Anzahl und Artenzahl in jeder Probe die dominierende Tiergruppe. Bei der Einarbeitung in die arktische Copepodenfauna und bei der Identifikation seltener Arten waren Frau Dr. Diel (Institut für Polarökologie) und Frau Dr. Hülsemann (Biologische Anstalt Helgoland) behilflich. Für die meisten Arten wurden die Anzahlen aller Copepoditstadien (CI bis CVI) festgehalten, bei sehr kleinen und oft in großen Anzahlen auftretenden Formen (*Microcalanus pygmaeus*, *Spinocalanus longicornis*, *Pseudocalanus elongatus*, *Oithona* sp., *Oncaea* sp.) wurde nur zwischen juveni-

len und adulten Tieren unterschieden. Die im fixierten Zustand schwer unterscheidbaren Arten *Calanus finmarchicus* und *C. glacialis* wurden bis einschließlich des CIV-Stadiums gemeinsam gezählt, da bei diesen jüngeren Copepoditstadien noch keine morphologischen Unterschiede zwischen beiden Arten bestehen (MACLELLAN 1967) und Längen-Häufigkeits-Verteilungen keine klar getrennten Größengruppen erkennen ließen. Tiere des Stadiums CV und Weibchen konnten dagegen anhand von Längen-Häufigkeits-Verteilungen nach Arten getrennt werden. Copepodite des Stadiums CV mit einer Prosomalänge bis zu 2,9mm wurden als *C. finmarchicus* gezählt, ab 3,0mm als *C. glacialis*. Weibchen mit einer Prosomalänge bis zu 3,1mm wurden *C. finmarchicus* zugeordnet, Weibchen ab 3,2mm *C. glacialis* (Fig. 3.1). Diese Längeneinteilung stimmt mit Ergebnissen aus der Barentssee von TANDE et al. (1985) überein. Bei Weibchen wurde in Stichproben der Basipodit des fünften Beinpaars auf artbestimmende Merkmale (MACLELLAN 1967, FLEMINGER & HÜLSEMANN 1977) untersucht. Bei den Cyclopoida wurden Tiere der Gattungen *Oithona* und *Oncaea* nicht bis zur Art bestimmt. Aufgrund der Ergebnisse von anderen Autoren aus dem Nordpolarmeer (GROENDAHL & HERNROTH 1986, GRAINGER 1989) und aus der Framstraße (BOLMS 1986) ist mit großer Sicherheit anzunehmen, daß *Oithona similis* und *Oncaea borealis* dominierten. Exuvien und offenbar bereits tot gefangene Copepoden ohne erkennbare innere Strukturen (Muskulatur, Verdauungstrakt, Ölsack) wurden bei der Zählung nicht berücksichtigt. Bei zerrissenen Copepoden wurden nur die nach Stadien unterscheidbaren Hinterenden gezählt.

Bestimmungsliteratur: SARS 1905; FARRAN 1949 a, b, 1951 a, b, c; VERVOORT 1952 a, b, c; BRODSKII 1967; DAMKAER 1975; FLEMINGER & HÜLSEMANN 1977; BOXSHALL 1979; MALT 1983

#### Ostracoden:

Bei den besonders in Proben aus größeren Wassertiefen häufig auftretenden Ostracoden wurde anhand der Schalenform und -struktur zwischen zwei Arten (*Conchoecia borealis*, *C. elegans*) unterschieden. In Stichproben wurden adulte Tiere präpariert und auf artspezifische Merkmale der Antennen hin untersucht. Eine Trennung von *C. borealis* s.l. in die nach der neueren Literatur (POULSEN 1973, FASHAM & ANGEL 1975) als selbstständige Arten aufgeführten *C. borealis* s.str. und *C. maxima* wurde nicht vorgenommen.

Bestimmungsliteratur: KLIE 1949 a, b; POULSEN 1969, 1973; HABERSTROH 1985

#### Amphipoden:

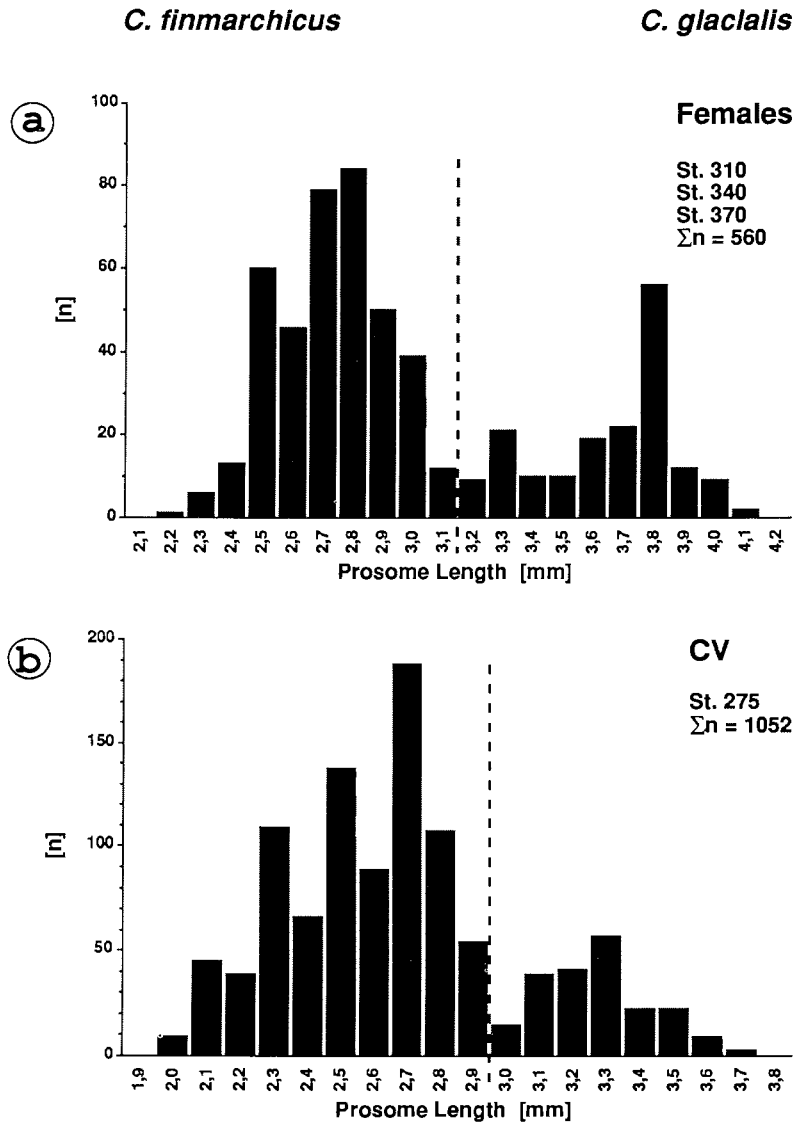
Der größte Teil aller Individuen gehörte der Unterordnung der Hyperiden an. Bei der Bestimmung der häufig sehr kleinen und jungen Exemplare war Frau Dr. Weigmann-Haass (Biologische Anstalt Helgoland) behilflich. Die Bestimmung der nur in geringen Anzahlen vertretenen Gammariden übernahm Herr Dr. Andres (Biologische Anstalt Helgoland).

Bestimmungsliteratur: BOWMAN & GRUNER 1973; SCHNEPPENHEIM & WEIGMANN-HAASS 1986

#### Euphausiaceen:

Im Probenmaterial waren nur wenige adulte und subadulte Tiere vorhanden. Die Unterscheidung der zwei festgestellten Arten (*Thysanoessa inermis*, *Th. longicaudata*) war anhand äußerer anatomischer Merkmale (Augenform, Länge 6. Abdominalsegment) möglich. Die überwiegend sehr jungen Furcillenlarven (F1 - F3) wurden nicht auf ihre Artzugehörigkeit untersucht.

Bestimmungsliteratur: EINARSSON 1945



**Fig. 3.1:** Length frequency distribution of females (a) and copepodites CV (b) of *Calanus finmarchicus* (left) and *C. glacialis* (right); dotted lines indicate size limits used for separation of both species.

**Isopoden:**

Die Bestimmung der durchweg nur ca. 1mm langen, in geringer Anzahl aber mit großer Stetigkeit auftretenden Isopoden nahm Herr Dr. Wägele (Universität Oldenburg) vor. Es handelt sich ausschließlich um Larven der Bopyridae, einer ectoparasitisch lebenden Isopodengruppe. Copepoden treten als Zwischenwirte der Bopyridae auf. Eine Artbestimmung war aufgrund des Fehlens adulter Exemplare im Fangmaterial nicht möglich.

**Chaetognathen:**

Nach Einweisung durch Frau Dipl. Biol. Kapp (Biologische Anstalt Helgoland) und unter Beratung von Herrn Dr. Hagen (Institut für Polarökologie) wurden die Chaetognathen bestimmt. Das umfangreiche Material erlaubte die genaue Untersuchung artbestimmender Merkmale (Haken, Augen) nur an Stichproben. Die beiden häufigsten Arten (*Eukrohnia hamata*, *Sagitta elegans*) waren nach ihrem Habitus deutlich unterscheidbar. Das Auftreten großer Mengen sehr kleiner Tiere erschwerte die Bearbeitung. Die Bestimmung der Gonadenreife erfolgte anhand des von KRAMP (1939) für die Arten *E. hamata*, *S. elegans* und *S. maxima* vorgeschlagenen fünfstufigen Einteilungssystems, dabei wurden ausschließlich Tiere der beiden niedrigsten Reifestufen (R1 = unreif, R2 = kleine Eier/Spermien im Schwanzsegment) angetroffen.

Bestimmungsliteratur: KRAMP 1939; FRASER 1957; ALVARIÑO 1965; BONE et al. 1987

**Appendicularien:**

Die sehr empfindlichen Tiere waren häufig beschädigt, oft war der Rumpf vom Schwanz getrennt. Deutliche Unterschiede an beiden Körperteilen erleichterten die Zuordnung zu einer der zwei festgestellten Arten (*Fritillaria borealis*, *Oikopleura vanhoeffeni*). *F. borealis* gehörte nach Form und Lage der Gonaden und Anordnung der Schwanzmuskulatur wahrscheinlich der Unterart *F. borealis typica* an.

Bestimmungsliteratur: BÜCKMANN (1949, 1970)

Balaniden-Nauplien, Echinodermaten-Plutei und Polychaeten wurden nur gezählt. Das Fehlen der benthischen Adulten im Fangmaterial verhinderte die Artbestimmung der Balaniden- und Echinodermaten-Larven. Bei den sehr kleinen (1-2mm) und häufig zerrissenen Polychaeten wurden nur die Kopfstücke berücksichtigt.

**3.3 Biomasse-Bestimmung**

Als Maß für die Biomasse wurde das aschefreie Trockengewicht (AFTG) gewählt. Da keine Gefrierproben zur Verfügung standen, mußte die Trockengewichts-Bestimmung an den bereits sortierten, formolfixierten Zooplanktern (Lagerungszeit  $\geq 6$  Monate) durchgeführt werden. Um möglichst viel Probenmaterial für weitergehende Untersuchungen zu erhalten, wurden nicht Gesamtproben verascht, sondern gezielt einzelne Arten und Entwicklungsstadien aus Proben mit einer hohen Individuenzahl zur Bestimmung von durchschnittlichen Individualgewichten und Längen-Gewichts-Beziehungen herangezogen. Dabei wurden alle Arten berücksichtigt, die durch ihre Häufigkeit und/oder ihre Körpergröße einen erkennbaren Beitrag zur Gesamtbiomasse erwarten ließen (Tab. 4.2).

#### 3.3.1 Bestimmung des aschefreien Trockengewichtes

Die Trocknung (70°C) und Veraschung (500°C, 24h) der Proben in selbstgefertigten, vorgeglühten Aluminium-Töpfen erfolgte nach BÄMSTEDT (1974). Die Trocknungszeit wurde jedoch auf 24 Stunden halbiert, ein Einfluß dieser Abänderung auf das aschefreie Trockengewicht ist nicht zu erwarten. BÄMSTEDT (1974) gibt für eine einstündige Trocknungszeit bei 70°C bereits über 99% Wasserentzug an. Die noch warmen Proben wurden vor der Gewichtsbestimmung (Sartorius 1712 -Elektrowaage, Ablesegenauigkeit 0,01 mg) für ca. eine Stunde in einem evakuierten Exsikkator aufbewahrt. Für jede Probe wurde das durchschnittliche Individualgewicht und der prozentuale Aschegehalt berechnet. Die mindestens erforderliche Anzahl von Tieren pro eingewogener Probe variierte zwischen einzelnen Exemplaren bei Medusen, Amphipoden, Euphausiaceen sowie Chaetognathen und einigen hundert Tieren bei kleinen Copepoden und Ostracoden.

#### 3.3.2 Berechnung der Biomasse

##### Häufige Arten und große Arten

Aus den durchschnittlichen Längen und Individualgewichten der nach Entwicklungsstadien und/oder Größengruppen getrennten AFTG-Proben wurde für jede Art eine Längen-Gewichts-Beziehung errechnet. In allen Fällen ergab eine exponentielle Regression die beste Anpassung (durchschnittliche Größe als unabhängige-, durchschnittliches Individualgewicht als abhängige Variable). Tab. C des Anhanges enthält die Formeln aller Längen-Gewichts-Beziehungen. Die Biomasse der einzelnen Arten bzw. Stadien einer Probe wurde aus der Abundanz und der durchschnittlichen Größe dieser Individuen mit Hilfe der artspezifischen Längen-Gewichts-Beziehung berechnet.

##### Kleine Arten

Aufgrund der geringen Körpergröße wurde keine Längen-Gewichts-Beziehung erstellt. Für jede Art wurde aus allen AFTG-Proben ein Gesamt-Mittelwert des Individualgewichtes bestimmt. Die Biomasse der einzelnen Arten jeder Probe wurden aus dem artspezifischen mittleren Individualgewicht und der zugehörigen Abundanz berechnet.

##### Korrektur fixierungsbedingter Gewichtsverluste

Alle AFTG-Werte wurden auf den durch die Formolfixierung hervorgerufenen Gewichtsverlust gegenüber frischgefangenen Tieren hin korrigiert. Im Sinne der Angabe eines unteren Schätzwertes der Biomasse wurden die jeweils niedrigsten verfügbaren Literaturwerte zugrundegelegt: Cnidarier, Ctenophoren, Chaetognathen und Appendicularien -23% (GIGUERE et al. 1989), Euphausiaceen -12% (GIGUERE et al. 1989), alle übrigen Arten -38% (WILLIAMS & ROBINS 1982). Eine Zusammenstellung der korrigierten Biomassewerte ( $\text{mg}/1000\text{m}^3$  bzw.  $\text{mg}/\text{m}^2$ ) aller bearbeiteten Taxa findet sich in Tab. B des Anhanges.

### 3.3.3 Vergleich zwischen berechneter und gemessener Biomasse

Für eine weit nördlich gelegene Station wurde geprüft, ob die vorwiegend auf Gewichtsmessungen von Tieren der individuenreichen südlichen Stationen basierenden Biomasseberechnungen mit direkt gewogenen Biomassewerten übereinstimmen. Herr Dr. Hirche (Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung) stellte einen formolfixierten Bongonetz-Fang (80-0 m) der St. 362 zur Verfügung. Die nach der unter 3.3.1 angegebenen Methode bestimmte und auf den Gewichtsverlust durch Formolfixierung sowie die geringere Fangtiefe korrigierte Biomasse lag um ca. 60% höher als die für St. 362 anhand von Multinetz-Proben der oberen 100m berechnete Biomasse. Ein von PIATKOWSKI (mündl. Mitt.) durchgeführter Vergleich zwischen den Fängigkeiten des Bongo- und Multinetzes zeigte, daß größere Copepoden (*Calanus* spp. -Format) im Bongonetz etwa zweimal häufiger vertreten sind als im Multinetz, bei kleineren Copepoden (z.B. *Microcalanus* spp.) bestanden dagegen keine gravierenden Unterschiede zwischen beiden Netztypen. Da die *Calanus*-Arten während ARK IV/3 hinsichtlich der Biomasse dominierten, ist daher anzunehmen, daß das oben dargestellte Berechnungsverfahren auch für den nördlichen Teil des Nansen-Beckens gute Schätzwerte des aschefreien Trockengewichtes in Multinetzfängen liefert.

### 3.4 Bestimmung der Ovarienreife

Häufig werden ozeanische Zooplanktonarten durch Meeresströmungen über ihr normales Reproduktionsgebiet hinaus in Bereiche verdriftet, die zwar das Überleben der einzelnen Individuen weiter zulassen, die aber für die Fortpflanzung und Erhaltung der Art ungeeignet sind (HAEDRICH & JUDKINS 1979). Mit dem Westspitzbergen-Strom gelangt nordatlantisches Zooplankton in das Nansen-Becken und vermischt sich dort mit der allochthonen Fauna. Anhand der Ovarienreife wurde für vier dominante Copepodenarten untersucht, ob bzw. in wie weit bei ihnen eine Fortpflanzungsbereitschaft besteht.

**Tab. 3.2:** Ovarial maturity stages for *Calanus finmarchicus*, *C. glacialis*, *C. hyperboreus*, and *Metridia longa* females.

Stage	Ripeness	Ovary	dorsal Diverticulae
0	unripe	small, translucent	missing
1	"	small, opaque	missing or thread-shaped
2	"	enlarged, oocytes attain distinct shape	extend towards middle of 1. head segm., filled with single row of oocytes
3	ripe	large	extend into tip of head (excl. <i>M. longa</i> ), several rows of oocytes, tightly packed

Weibchen der atlantisch-borealen Art *Calanus finmarchicus* sowie der arktischen Arten *C. glacialis*, *C. hyperboreus* und *Metridia longa* wurden anhand ausgewählter Proben auf den Entwicklungszustand ihrer Ovarien hin überprüft. Die Untersuchung der Ovarien fand bei 50-facher Vergrößerung unter dem Stereomikroskop statt. Die Einteilung der Reifestufen erfolgte in Anlehnung an DIEL (1989) nach einem vereinfachten, vierstufigen Schema (Tab. 3.2). In Hinblick auf eine weitere Verwendung der Tiere für Trockengewichts-Bestimmungen wurde auf eine Anfärbung der Ovarien verzichtet, der Zustand der Oviducte konnte daher nicht berücksichtigt werden. Eine sichere Unterscheidung zwischen unreifen (R0-R2) und abgelaichten Weibchen war aufgrund der einfachen Methode nicht sicher möglich. Bei einigen sehr fetten Tieren war die Ovarienreife aufgrund mangelnder Transparenz nicht feststellbar.

### 3.5 Statistische Auswerteverfahren

#### 3.5.1 Verteilung einzelner Taxa

Zur Darstellung von Verteilungsmustern wurde für alle auf mehr als einer Station vertretenen Taxa der horizontale und vertikale Verteilungsschwerpunkt bezüglich des Individuenbestandes bzw. der Individuendichte nach den in Tab. 3.3 angegebenen Formeln berechnet.

**Tab. 3.3:** Horizontal (a) and vertical (b) center of distribution for individual species; calculation.

---

**a) Horizontal center of distribution:**

$$CD_h = \frac{\sum (S_i \cdot R_i)}{\sum S_i} \quad 1 \leq CD_h \leq 12$$

CD<sub>h</sub> : horizontal center of distribution for individual species  
 S<sub>i</sub> : sum of individuals above 500m (standing stock) on station i  
 R<sub>i</sub> : rank number of station i (st. 276 = 1, ..., st. 370 = 12)

---

**b) Vertical center of distribution:**

$$CD_v = \frac{\sum (C_i \cdot R_i)}{\sum C_i} \quad 1 \leq CD_v \leq 5$$

CD<sub>v</sub> : vertical center of distribution for individual species  
 C<sub>i</sub> : sum of concentrations (12 stations) of individuals in depth interval i  
 R<sub>i</sub> : rank number of depth interval i (500-200m = 1, ..., 25-0m = 5)

---



### 3.5.2 Darstellung von Gruppierungsmustern: Clusteranalyse und Multidimensionale Skalierung

Eine zentrale Frage war, ob sich anhand des vorhandenen Datenmaterials verschiedene latitudinal und/oder vertikal abgegrenzte Bereiche mit unterschiedlicher Artenzusammensetzung nachweisen lassen. Hierzu wurden alle Proben und Stationen auf ihre Ähnlichkeit hinsichtlich des gesamten Arten- und Individueninventars hin untersucht. Darüber hinaus wurde geprüft, in wie weit die Verteilungsmuster einzelner Taxa übereinstimmen. Die Methodik wird im folgenden nur knapp umrissen. Ausführliche Darstellungen zur Verwendung multivariater statistischer Verfahren für die Analyse von Arten-Stationen-Daten finden sich bei FIELD et al. (1982), PIATKOWSKI (1987) und PIEPENBURG (1988).

Die Berechnung und Darstellung der Ähnlichkeit von Objekten (Stationen bzw. Taxa) hinsichtlich ihrer Attribute (Abundanzen) wurde mit Hilfe zweier multivariater Analysemethoden durchgeführt, die für marinbiologische Gemeinschaftsanalysen erprobt sind: Clusteranalyse und Multidimensionale Skalierung (FIELD et al. 1982, PIATKOWSKI 1987, CLARKE & GREEN 1988, GRAY et al. 1988, PIEPENBURG 1988, WARWICK 1988). Beide Methoden basieren auf dem selben Berechnungsverfahren, unterscheiden sich jedoch in der Darstellung von Ähnlichkeiten. Ergebnis der Clusteranalyse ist ein Dendrogramm, das Ähnlichkeiten zwischen Objekten als hierarchisches System von Gruppen steigender Ordnung wiedergibt (Klassifikation). Bei der Multidimensionalen Skalierung (MDS) werden Ähnlichkeiten zwischen Objekten als räumliche Abstände in einem mehrdimensionalen Raum dargestellt (Ordination).

Für die statistische Auswertung wurde eine Datenmatrix mit 60 bzw. 12 Spalten (Einzelproben bzw. Stationen / Objekte) und 79 Zeilen (Taxa, Stadien / Attribute) erstellt (Rohdaten). Aufgrund großer Abundanzunterschiede zwischen wenigen häufigen Arten und vielen in geringer Zahl vertretenen Arten wurden für den Vergleich der Einzelproben und Stationen sowohl Rohdaten als auch transformierte Daten der Clusteranalyse unterzogen. Die doppelte Radizierung ( $x^{1/4}$ ) ist ein besonders häufig angewandtes Transformationsverfahren (CLARKE & GREEN 1988, FIELD et al. 1982, WARWICK 1988). Dem Vergleich der Taxa bezüglich ihres Verteilungsmusters lag eine umgekehrte (48 Taxa = Objekte, 60 Proben = Attribute), prozentnormierte Datenmatrix zugrunde.

Da nur wenige Arten auf allen Stationen vertreten waren, enthielt die Arten-Abundanz-Matrix viele Nullen. Die Ähnlichkeit zwischen Stationen wird jedoch durch das gemeinsame Vorkommen von Arten besser beschrieben als durch deren gemeinsames Fehlen (BACKHAUS et al. 1987, FIELD et al. 1982). Sowohl der Bray-Curtis-Index (quantitativ) als auch der Jaccard-Index (qualitativ) verhalten sich neutral gegenüber paarweise auftretenden Nullen. Beide geben die Proximität als Unähnlichkeit (=Distanz) an. Als weiteres Distanzmaß wurde das Canberra-Metric verwendet, das alle Attribute (Taxa) nach ihrer relativen Häufigkeit bewertet und damit eine Mittelstellung zwischen Bray-Curtis- und Jaccard-Index einnimmt. Durch die Anwendung sowohl qualitativer als auch quantitativer Distanz-Indizes (Tab. 3.4) soll der

Einfluß von Veränderungen des Arten-Inventars und der Abundanzen auf das Gruppierungsmuster von Stationen untersucht werden. Bei den Untersuchungen zur Ähnlichkeit der Verteilungsmuster einzelner Taxa wurde dagegen ausschließlich der Bray-Curtis-Index als Distanzmaß verwendet.

**Tab. 3.4:** Transformation, approximation and agglomeration: combinations of procedures applied in cluster analysis and multidimensional scaling (MDS).

Transformation: Agglomeration*:	Raw Data			$\sqrt{}$			log (N+1)		
	SL	AL	CL	SL	AL	CL	AL	SL	CL
<b>Approximation:</b>									
Bray-Curtis-Index	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Canberra-Metric	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Jaccard-Index	+	+	+	-	-	-	-	-	-

SL = single linkage, AL = average linkage, CL = complete linkage  
 + = combination applied  
 - = combination invalid  
 \* = excl. MDS

### 3.5.3 Beschreibung der Gemeinschaften: Charakterarten, Diversität, Äquität

#### GAI (Grad der Assoziation bezüglich Individuen)

Zur Ermittlung von Charakterarten wurden neben der Dominanz innerhalb einzelner Stationsgruppen auch der "Grad der Assoziation bezüglich Individuen" (GAI-Index) als Maß der Konzentration des Individuenbestandes einzelner Arten auf bestimmte Stationsgruppen verwendet (SALZWEDEL et al. 1985, PIEPENBURG 1988).

$$GAI [\%] = \frac{ISG}{I_{\Sigma}} \times 100$$

- GAI : degree of association with respect to numbers of individuals, for individual species
- ISG : sum of individuals in one station group
- $I_{\Sigma}$  : sum of individuals on all stations

#### Diversität

Eine Maßzahl, die sowohl die Zahl der Arten einer Gemeinschaft als auch die Bedeutung der Arten nach ihrem Anteil an der Gesamtindividuenzahl berücksichtigt, ist die Diversität (ODUM 1983). Der Shannon-Wiener-Index (SHANNON & WEAVER 1949) ist einer der am häufigsten verwendeten Diversitäts-Indizes. Er berücksichtigt verstärkt das Vorkommen weniger abundanter Arten (ODUM 1983). Bei der Berechnung wurde der natürliche Logarithmus verwendet.

$$H' = -\sum (n_i/N) \cdot \ln (n_i/N) \quad 0 \leq H' \leq \ln S$$

- $H'$  : Shannon-Wiener-Index  
 $n_i$  : Abundanz der Art  $i$   
 $N$  : Summe der Abundanzen aller Arten  
 $S$  : Gesamtartenzahl

### Äquität

Die Äquität ist, im Gegensatz zur Dominanz, welche die Bedeutung einzelner Arten beschreibt, eine Maßzahl für die Gleichmäßigkeit der Verteilung der Individuen über das gesamte Artenspektrum. Das hier verwendete Pielou-Index (PIELOU 1966) ist eine Funktion des Shannon-Wiener-Indexes und kann Werte zwischen 0 (alle Individuen gehören einer Art an) und 1 (alle Arten sind mit gleicher Individuenzahl vertreten) einnehmen.

$$\check{A} = H'/H_{\max} \quad 0 \leq \check{A} \leq 1$$

- $\check{A}$  : Äquitätsindex  
 $H'$  : Shannon-Wiener-Index  
 $H_{\max}$  : größtmöglicher Wert für  $H$

### 3.5.4 Signifikanz von Unterschieden zwischen den Gemeinschaften

#### U-Test

Die mit Hilfe der Gemeinschaftsanalyse abgegrenzten Stationsgruppen sollten auf das Vorliegen signifikanter Unterschiede bezüglich ihrer Artenzahl, ihrer Gesamtabundanz und -Biomasse sowie ihrer Diversität und Äquität untersucht werden. Eine Normalverteilung der Werte innerhalb der einzelnen Stationsgruppen konnte nicht vorausgesetzt werden, dem entsprechend wurde das verteilungsunabhängige Rang-Verfahren nach Wilcoxon, Mann und Whitney (U-Test) für den Test zweier unabhängiger Stichproben auf das Vorliegen einer gemeinsamen Grundgesamtheit verwendet. Die Berechnung der Prüfgröße  $U$  (= der kleinere der beiden Werte  $U_1$  und  $U_2$ ) und die Festlegung der Signifikanzschwellen wurden nach SACHS (1974) vorgenommen.

$$U_1 = mn + \frac{m(m+1)}{2} - R_1$$

$$U_2 = mn + \frac{n(n+1)}{2} - R_2$$

- $U_1, U_2$  : Prüfgrößen der Proben 1 und 2  
 $m, n$  : Anzahl der Werte in den Proben 1 und 2  
 $R_1, R_2$  : Rang-Summen der Proben 1 und 2

Alle hier genannten Verfahren und Kennzahlen wurden mit dem Statistik-Programm SYSTAT und mit einem von Dr. Piepenburg (Institut für Polarökologie) entwickelten Programm für Gemeinschaftsanalysen (COM) auf Personalcomputern berechnet.

4 Ergebnisse

4.1 Überblick

4.1.1 Zusammensetzung des Gesamtfanges, Artenliste

Insgesamt wurden 55 Taxa aus sieben Tierstämmen im Probenmaterial identifiziert (Tab. 4.2), die vorwiegend dem Mesozooplankton zuzurechnen sind, in einigen Fällen auch dem Macrozooplankton. 47 Arten konnten bestimmt werden, fünf davon waren mit jeweils nur einem einzigen Exemplar vertreten. Sämtliche im eigenen Probenmaterial festgestellten Taxa und Arten wurden bereits von anderen Autoren im Nordpolarmeer beschrieben. Vor der Besprechung einzelner Arten sollen im folgenden zunächst die wichtigsten Tendenzen dargestellt werden, die sich bei der Betrachtung der Proben als Ganzes ergeben.

**Tab. 4.1:** Taxa and species numbers used (bold: frequently) in the following chapters and diagrams.

Level of sorting and presence, taxa / species numbers	Taxa total	Species there of
from joint samples	<b>55</b>	<b>47</b>
sorted by stations	53	47
present in ≥ 2 samples	50	42
present in ≥ 2 samples and sorted by stations	<b>48</b>	42

Für die verschiedenen im Verlaufe des Kapitels 4 behandelten Analyse- und Darstellungsverfahren konnten nicht immer alle 55 Taxa verwendet werden. Die Clusteranalyse liefert z.B. nur dann optimale Ergebnisse, wenn die in einer einzigen Probe bzw. auf einer einzigen Station vertretenen Taxa nicht berücksichtigt werden. In Tab. 4.1 sind häufig verwandte Taxa- und Artenzahlen aufgeführt.

4.1.2 Gesamtabundanz und -biomasse, Artenzahl und Diversität

Aufbau häufig verwendeter Diagramm-Typen

Die Anordnung aller zwölf Stationen beider Schnitte der Expedition ARK IV/3 in den Abbildungen zur Horizontalverteilung einzelner Parameter entspricht ihrer Reihenfolge nach dem Breitengrad, links befindet sich stets die südlichste Station (St. 276), rechts die nördlichste Station (St. 370). Abundanz und Biomasse werden, falls nicht anders erwähnt, für die einzel-

**Tab. 4.2:** Species list. For species represented with one single specimen, the station and depth interval is indicated. For copepods the range of copepodite stages observed is given (F: females, M: males), brackets indicate that species identification was uncertain. For all other taxa the observed size range is given (D: diameter, L: length, Nect.: nectophores). Species included in biomass determination are labeled in the last column (L/W: determination by length/weight relationship, Fix: determination by fixed average individual weight).

Species	Family	Single specim.*	Copepodite- Stages	Biom. L/W Fix
<b>Copepoda, Calanoida</b>				
<i>Calanus finmarchicus</i> (Gunnerus 1765)	Calanidae		(CI-CIV), CV-M	+
<i>Calanus glacialis</i> Jaschnov 1955	"		(CI-CIV), CV-M	+
<i>Calanus hyperboreus</i> Krøyer 1838	"		CI-M	+
<i>Pseudocalanus elongatus</i> (Boeck 1872)	Pseudocalanidae		≤CV, F	+
<i>Microcalanus pygmaeus</i> (G.O. Sars 1900)	"		≤CV, F, M	+
<i>Spinocalanus longicornis</i> Sars 1900	"		≤CV, F, M	+
<i>Spinocalanus magnus</i> Wolfenden 1904	"		CI-M	+
<i>Aetideopsis rostrata</i> Sars 1903	Aetideidae	412 / 1	F	
<i>Chiridius obtusifrons</i> Sars 1903	"		(CI-CIII), CIV-F	+
<i>Gaidius brevispinus</i> (G.O. Sars 1900)	"		(CI-CIII), CIV-F	+
<i>Gaidius tenuispinus</i> (G.O. Sars 1900)	"		(CI-CIII), CIV-F	+
<i>Pseudaetideus armatus</i> Wolfenden 1904	"	370 / 2	F	
<i>Pareuchaeta glacialis</i> (Hansen 1865)	Euchaetidae		(CI-CV), F	+
<i>Pareuchaeta norvegica</i> (Boeck 1872)	"		(CI-CV), F	+
<i>Scaphocalanus magnus</i> (Th. Scott 1893)	Scolecithricidae		CII-M	+
<i>Scolecithricella minor</i> (Brady 1883)	"	412 / 2	CV	
<i>Metridia longa</i> (Lubbock 1854)	Metridiidae		CI-M	+
<i>Metridia lucens</i> Boeck 1864	"		F, M	
<i>Heterorhabdus compactus</i> (G.O. Sars 1900)	Heterorhabdidae		CII-M	
<i>Heterorhabdus norvegicus</i> (Boeck 1872)	"		CI-M	+
<i>Augaptilus glacialis</i> G.O. Sars 1900	Augaptilidae		CIV-F	
<i>Haloptilus acutifrons</i> (Giebrecht 1892)	"		CII-F	
<i>Temorites brevis</i> (G.O. Sars 1900)	Bathypontiidae		CI-M	
<b>Copepoda, Cyclopoida</b>				
<i>Mormonilla minor</i> Giesbrecht 1891	Mormonillidae		F	
<i>Oithona</i> sp. (spp. ?)	Oithonidae		≤CV, F	+
<i>Oncaea</i> sp. (spp. ?)	Oncaeidae		F	

Species	Family	Single* specim.	Size Min/Max [mm]	Biom. LW Fix
<b>Cnidaria</b>				
<i>Sarsia princeps</i> (Haeckel 1879)	Corynidae		D: 3-6	+
<i>Halicercera bigelowi</i> Kramp 1947	Halicreatidae		D: 6-12	
<i>Aglantha digitale</i> (O.F. Müller 1766)	Rhopalonematidae		L: 4-21	+
<i>Homoeonema platygonon</i> Browne 1903	"		D: 1-3	
<i>Dimophyes arctica</i> (Chun)	Diphyidae		L: 4-11 (Nect.)	+
<b>Ctenophora</b>				
<i>Mertensia ovum</i> (Fabricius 1780)	Mertensiidae		D: 12-25	
<i>Beroe cucumis</i> Fabricius 1780	Beroidae		L: 2-25	
<b>Polychaeta</b>				
Polychaeta Larvae			L: 0.5-8	+
<b>Pteropoda</b>				
<i>Limacina helicina</i> (Phillips 1774)	Limacinidae		D: 1-2	+
<i>Clione limacina</i> (Phillips 1774)	Clionidae		L: 1.5-17	
<b>Ostracoda</b>				
<i>Conchoecia borealis</i> G.O. Sars 1900	Halocypridae		L: 0.4-3.5	+
<i>Conchoecia elegans</i> G.O. Sars 1900	"		L: 0.6-2.3	+
<b>Cirripedia</b>				
Balanida Nauplii	Balanidae		L: 0.6-0.8	+
<b>Euphausiacea</b>				
<i>Thysanoessa inermis</i> (Krøyer 1846)	Thysanopodidae	276 / 1	L: 30	
<i>Thysanoessa longicaudata</i> (Krøyer 1846)	"		L: 9-16	+
<b>Isopoda</b>				
Isopoda Larvae	Bopyridae		L: 1.2-1.4	+
<b>Amphipoda, Gammaridea</b>				
<i>Onisimus</i> sp.				
<i>Eusirus</i> sp.	Eusiridae			
indet.	Calliopeiidae			
<b>Amphipoda, Hyperidea</b>				
<i>Lanceola</i> sp.	Lanceolidae		L: 2.2/3.6	+
<i>Themisto abyssorum</i> (Boeck 1871)	Hyperiididae		L: 1-14	+
<i>Themisto libellula</i> (Lichtenstein in: Mandt 1822)	"		L: 1-11	+
<b>Tunicata</b>				
<i>Oikopleura vanhoeffeni</i> Lohmann 1895	Oikopleuridae		L: 0.5-3.0	+
<i>Fritillaria borealis</i> Lohmann 1895	Fritillariidae		L: 0.5-1.2	
<b>Chaetognatha</b>				
<i>Sagitta elegans</i> Verrill 1873			L: 3-38	+
<i>Sagitta maxima</i> (Conant 1896)			L: 5-90	
<i>Eukrohnia bathypelagica</i> Alvarño 1962		310 / 1	L: 23	
<i>Eukrohnia hamata</i> (Möbius 1875)			L: 2-35	+
<b>Echinodermata</b>				
Pluteus Larvae			L: 0.5-0.8	

\*: / 1 = 500-200m, / 2 = 200-100m

nen Tiefenstufen als über alle Stationen gemittelte Konzentrationen ( $n/m^3$ ,  $mg/m^3$ ) angegeben. Fehlerbalken markieren die Standardabweichung (einseitig) des Mittelwertes.

Die detaillierte Beschreibung der Verteilung einzelner Arten erfolgt anhand einer dreiteiligen Abbildung (siehe 4.2). Die ersten beiden Diagramme zeigen die Horizontal- (a) und Vertikalverteilung (b), sie entsprechen im Aufbau den oben beschriebenen Abbildungstypen. In einem weiteren, aus fünf Blöcken bestehenden Diagramm (c) wird die Verbreitung einer Art über die zwölf Stationen für jede Tiefenstufe einzeln dargestellt. Jeder Block repräsentiert eine Tiefenstufe. Die Höhe der fünf Blöcke ist jeweils der Schichtdicke der zugehörigen Fangstufen proportional, die Skalierung der Individuenkonzentrations-Angaben ist dagegen für alle fünf Tiefenstufen identisch. Gleiche absolute Säulenhöhen in verschiedenen Tiefenstufen stehen daher für gleiche Individuenzahlen, die relative Höhe der Säulen in Bezug auf die Rahmenhöhe des jeweiligen Blockes stellt andererseits ein Maß für die Individuenkonzentration dar.

#### Gesamtabundanz und -biomasse

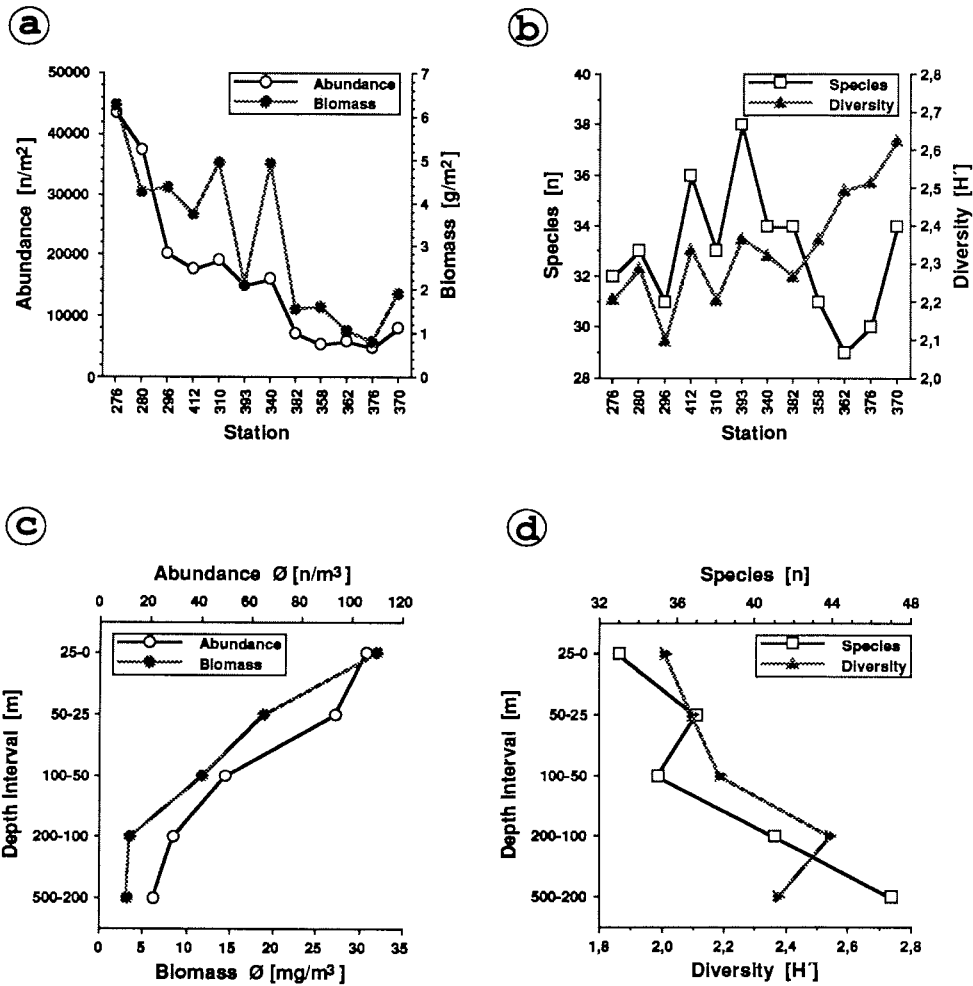
Fig. 4.1a zeigt die Horizontalverteilung der Gesamtabundanz und -biomasse in den oberen 500m, beide nahmen von Süden nach Norden ab. Der mit ca.  $44000n/m^2$  bzw.  $6,3g/m^2$  höchste Individuen- und Biomassebestand lag auf der südlichsten und schelfnahen St. 276 ( $81^\circ N$ ) vor, das Bestandsminimum von ca.  $4800n/m^2$  bzw.  $0,8g/m^2$  wurde auf St. 376 ( $85^\circ N$ ) festgestellt. Die Spannweiten des Individuen- und Biomassebestandes lagen mit ca. 9:1 und 8:1 auf ähnlichem Niveau.

Kennzeichnend für die Entwicklung des Individuenbestandes waren zwei Einbrüche um jeweils ca. 50% von St. 280 zu St. 296 und von St. 340 zu St. 382. Knapp 85% des Gesamt-Individuenbestandes konzentrierten sich südlich der St. 382. Die Individuenbestände auf den Stationen 412, 393 und 376 des Nord-Süd-Schnittes waren leicht erniedrigt gegenüber den jeweils auf vergleichbarer Breite liegenden Stationen 296, 310, 340 und 362 des Süd-Nord-Schnittes. Die Entwicklung des Biomassebestandes wich auffällig von der des Individuenbestandes ab. Zwischen St. 280 ( $81^\circ N$ ) und St. 340 ( $83^\circ N$ ) lagen die Werte, mit Ausnahme der Stationen 412 und 393 des Nord-Süd-Schnittes, oberhalb von ca.  $4,5g/m^2$ . Der Einbruch von St. 340 zu St. 382 um ca. zwei Drittel trat deutlicher hervor als im Individuenbestand. Über 80% der Biomasse konzentrierten sich südlich von St. 382. Bemerkenswert war der Anstieg des Biomassebestandes auf der nördlichsten St. 370. Die trotz deutlich abnehmender Individuenzahlen nahezu gleichbleibende Biomasse auf den Stationen des Süd-Nord-Schnittes zwischen  $81$  und  $83^\circ N$  zeigt, daß in diesem Bereich vorwiegend die Häufigkeit kleiner Individuen zurückging.

Die Vertikalverteilung der durchschnittlichen Individuen- und Biomassekonzentration (Fig. 4.1b) ließ eine stetige Abnahme von der flachsten zur tiefsten Fangstufe erkennen.

Die Individuendichte war innerhalb der oberen 50m mit Werten um  $100n/m^3$  nahezu konstant. Ein starker Dichteabfall um mehr als 50% trat zwischen 50m und 100m auf. In der tiefsten Fangstufe erreichte die durchschnittliche Individuendichte nur noch ca.  $20n/m^3$ , die Spannweite zwischen der höchsten (25-0m) und der niedrigsten (500-200m) Dichte lag damit bei 5:1. Die Spannweite der Biomassekonzentrationen war mit 10:1 doppelt so groß. Bereits zwischen der obersten und der nächstfolgenden Tiefenstufe fand ein Rückgang in der Biomassekonzentration um knapp 40% von  $32g/m^3$  auf  $20g/m^3$  statt. Unterhalb von 100m lagen Biomassekonzentrationen um  $3g/m^3$  vor. Die im Vergleich zur Individuendichte wesentlich ausgeprägtere Abnahme der Biomassekonzentration von der flachsten zur nächstfolgenden Fangstufe zeigt an, daß sich in den obersten 25m vorwiegend Tiere mit überdurchschnittlich hohen Individualgewichten aufhielten.





**Fig. 4.1:** Horizontal and vertical distribution of abundance, biomass, species number and diversity. Diagrams (a) and (b) refer to the total stock of individuals above 500m on each station, in (c) concentrations for each depth interval comprise average values of all stations, in (d) species numbers and diversity values for each depth interval are based on the sum of individuals from all stations.

### Artenzahl und Diversität

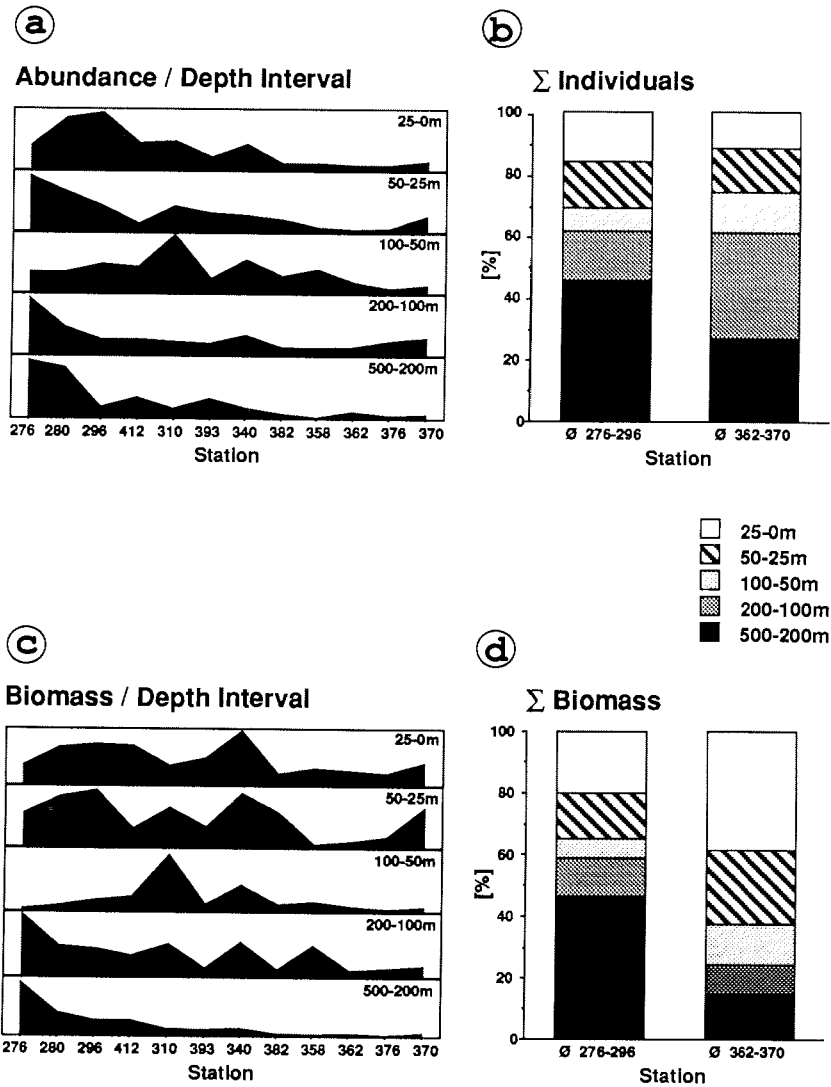
Fig. 4.1c stellt die Artenzahlen und Diversitäten auf den einzelnen Stationen dar. Neben den 42 auf mehr als einer Station vertretenen Arten wurden auch die sechs nicht bis zur Art bestimmten Taxa für die Abbildung berücksichtigt ("Artenzahl" = Gesamtzahl Taxa = 48). Die Artenzahl stieg zunächst trotz rückgängiger Abundanzen mit zunehmender Entfernung vom Schelfabhang der Barentssee an, die Stationen des Nord-Süd-Schnittes wiesen gegenüber denen des Süd-Nord-Schnittes deutlich erhöhte Artenzahlen auf. Zwischen 83 und 85°N machte sich ein Einbruch bemerkbar, auf der nördlichsten Station erreichte die Artenzahl wieder das vorherige Niveau. Die Spannweite zwischen der höchsten (St. 393: 38 Taxa) und der niedrigsten Artenzahl (St. 376: 31 Taxa) war mit 1,2:1 wesentlich geringer als die der Abundanz- und Biomassewerte. Der Verlauf der Diversitätskurve war mit einem Anstieg von Süden nach Norden genau entgegengesetzt zur Entwicklung des Individuen- und Biomassebestandes. Im nördlichen Teil des Nansen-Beckens wurde die Diversität, abgesehen von der durch einen Anstieg in der Artenzahl gekennzeichneten St. 370 (86°N), vorwiegend durch die Gleichverteilung der Individuen auf die Arten (Äquität) bestimmt.

Die Vertikalverteilung der Artenzahl und Diversität zeigte, wiederum entgegengesetzt zur Entwicklung der Individuenzahl und Biomasse, eine Zunahme mit der Tiefe (Fig. 4.1d). In den obersten 25m trat mit Werten von 33 und 2,013 die niedrigste Artenzahl und die geringste Diversität auf. Während die Artenzahl besonders unterhalb von 100m erheblich anstieg und in der tiefsten Fangstufe mit 47 Arten von insgesamt 48 vertretenen Arten den Höchstwert erreichte, zeigte die Diversität einen Maximalwert von 2,547 zwischen 100 und 200m. In den oberen vier Fangstufen stellte die Diversität vorwiegend eine Funktion der Artenzahl dar. Ein Vergleich mit Fig. 4.1c zeigt, daß die Artenzahl in der tiefsten Fangstufe trotz nahezu unveränderter Individuenkonzentration deutlich zunahm. Die erniedrigte Diversität ergab sich also aus einer verringerten Äquität.

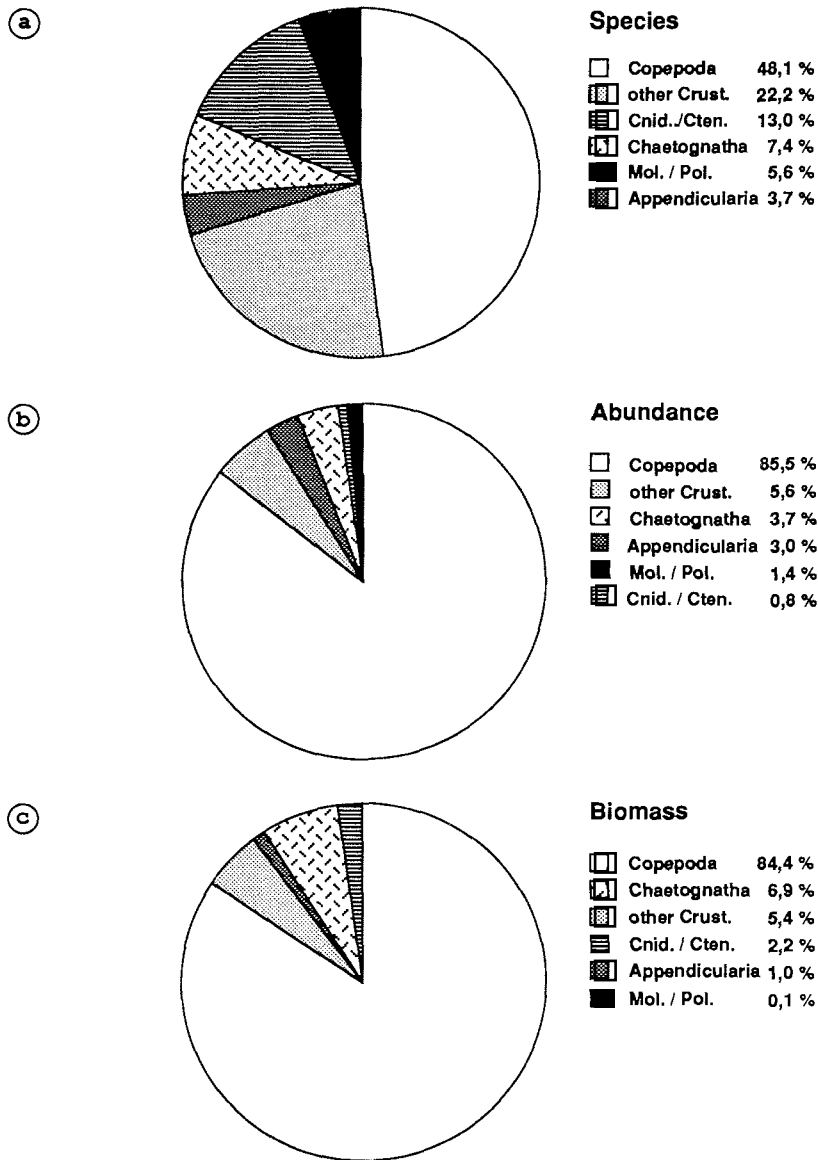
### Variation von Abundanz und Biomasse innerhalb einzelner Tiefenstufen

Die unterste Fangstufe war durch die größten Spannweiten in der Individuen- und Biomassekonzentration von 65:1 bzw. 54:1 gekennzeichnet (Fig. 4.2a, c), die geringsten Spannweiten traten mit 8:1 zwischen 200 und 100m bzw. mit 4:1 zwischen 25 und 0m auf. Das Dichtemaximum verlagerte sich mit steigender Entfernung vom Schelfrand der Barentssee in zunehmend flachere Wasserschichten (Fig. 4.2 b, d).

Besonders deutlich trat dieses Muster bei der Verteilung der Biomassekonzentrationen hervor: während die höchsten Konzentrationen auf St. 276 (81°30'N) unterhalb von 100m vorlagen, trat das Dichtemaximum zwischen 82°N (100-50m) und 83°N (50-0m) in den oberen 100m auf. Insgesamt konzentrierte sich im Bereich der drei südlichsten Stationen (81°30'-82°N) knapp die Hälfte des gesamten Individuen- und Biomassebestandes zwischen 500 und 200m (Fig. 4.2b, d). Auf den drei nördlichsten Stationen (85-86°N) lagen dagegen 75% des Individuen- und 85% des Biomassebestandes oberhalb von 200m vor, knapp zwei Drittel der Gesamtbiomasse wurden dort allein innerhalb der obersten 50m festgestellt.



**Fig. 4.2:** Horizontal distribution of abundance (a) and biomass (c) within each depth interval. The average relative vertical distribution of abundance (b) and biomass (d) is given for the three southernmost ( $\emptyset$  276-296) and northernmost stations ( $\emptyset$  362-370).



**Fig. 4.3:** Relative importance of major taxonomic groups in terms of species number (a), abundance (b) and biomass (c); Cnid./Cten.: cnidarians and ctenophores, Mol./Pol.: molluscs and polychaetes, other Crust.: non-copepod crustaceans.

#### 4.1.3 Zusammensetzung nach taxonomischen Großgruppen; wichtige Arten

##### Anteil taxonomischer Großgruppen an Artenzahl, Abundanz und Biomasse

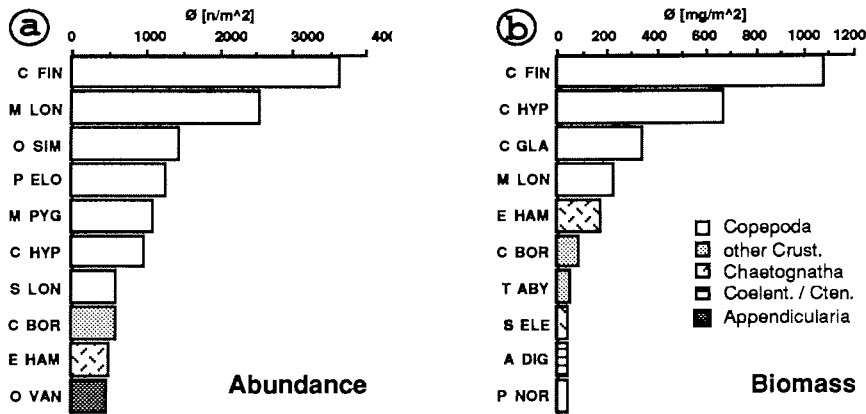
Crustaceen stellten bezüglich der Artenzahl, Abundanz und Biomasse mit Anteilen zwischen 70 und 90% die beherrschende Fraktion des Mesozooplanktons dar (Fig. 4.3a-c). Allein auf die Copepoden entfielen 48% aller Arten (26 Arten) und über 84% des gesamten Individuen- und Biomassebestandes. Im Gegensatz zu den übrigen fünf Großtaxa übertraf ihr Anteil am Individuen- und Biomassebestand den Anteil an der Artenzahl, die Copepodenarten waren also individuen- und biomassereicher als die Arten anderer systematischer Gruppen.

Die nicht zu den Copepoden gehörenden Crustaceen waren mit Anteilen von 22% (12 Taxa) und 6% die zweitwichtigste Gruppe bezüglich der Arten- (bes. Amphipoden) und Individuenzahl (bes. Ostracoden). Chaetognathen stellten allein aufgrund der zwei für die Biomasse-Berechnung berücksichtigten Arten *Eukrohnia hamata* und *Sagitta elegans* mit einem Anteil von ca. 7% die biomassereichste Gruppe außerhalb der Copepoden dar. Die mit 13% (sieben Arten) an der Gesamtartenzahl beteiligten Cnidarier und Ctenophoren wiesen mit nur 0,8% den geringsten Anteil am Gesamtindividuenbestand auf. Es handelte sich also um eine ausgesprochen individuenarme Gruppe.

##### Wichtige Arten

Unter den zehn häufigsten Arten, denen insgesamt 78% aller Individuen angehörten, nahmen Copepoden die ersten sieben Plätze ein (Fig. 4.4a), *Calanus finmarchicus* (nur Weibchen und CV wurden berücksichtigt, gilt auch für *Calanus glacialis*) lag deutlich an der Spitze. Die drei häufigsten Arten, zu denen außer *C. finmarchicus* auch *Metridia longa* und *Oithona similis* zählten, repräsentierten 46% des gesamten Individuenbestandes. *Conchoecia borealis* (Ostracoda), *Oikopleura vanhoeffeni* (Appendicularia) und *Eukrohnia hamata* (Chaetognatha) stellten die individuenreichsten Arten außerhalb der Copepoden dar.

Die zehn biomassereichsten Arten, darunter fünf Copepodenarten, umfaßten 88% des Gesamtbestandes (Fig. 4.4b). Die Dominanz der drei wichtigsten Arten trat wesentlich deutlicher hervor als bei den Individuenzahlen. Zwei Drittel der Gesamtbiomasse entfielen allein auf *C. finmarchicus*, *C. hyperboreus* und *C. glacialis*. *Conchoecia borealis* und *Themisto abyssorum* (Amphipoda, Hyperiidæ) dominierten unter den Crustaceen außerhalb der Copepoden. Die Chaetognathenarten *Eukrohnia hamata* und *Sagitta elegans* sowie die Siphonophorenart *Dimophyes arctica* gehörten ebenfalls zu den wichtigsten Biomasseträgern.



**Fig. 4.4:** "Top ten" species in terms of total abundance (a) and biomass (b); A DIG: *Aglantha digitale*, C BOR: *Conchoecia borealis*, C FIN: *Calanus finmarchicus*, C GLA: *C. glacialis*, E HAM: *Eukrohnia hamata*, M LON: *Metridia longa*, M PYG: *Microcalanus pygmaeus*, P NOR: *Pareuchaeta norvegica*, P ELO: *Pseudocalanus elongatus*, S ELE: *Sagitta elegans*, S LON: *Spinocalanus longicornis*, T ABY: *Themisto abyssorum*, O VAN: *Oikopleura vanhoeffeni*.

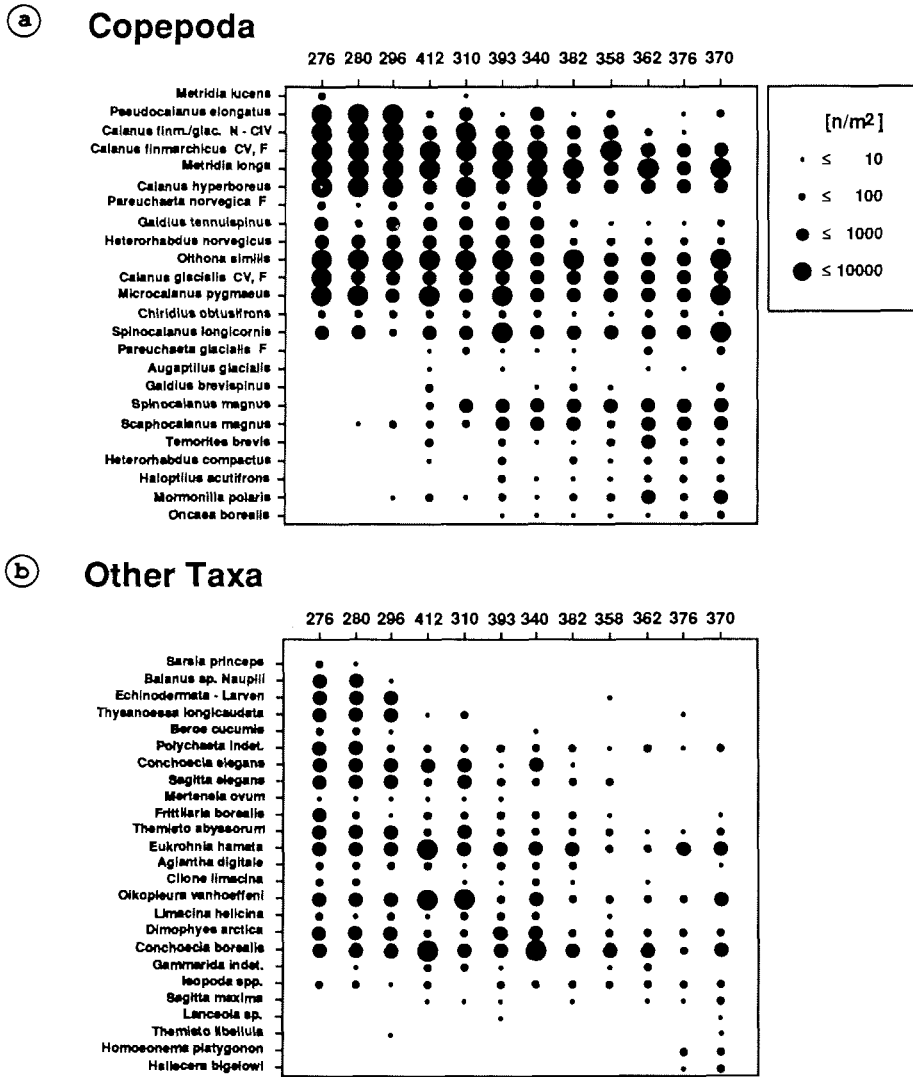
#### 4.1.4 Präsenz und Verteilungsschwerpunkte einzelner Arten

##### Präsenz

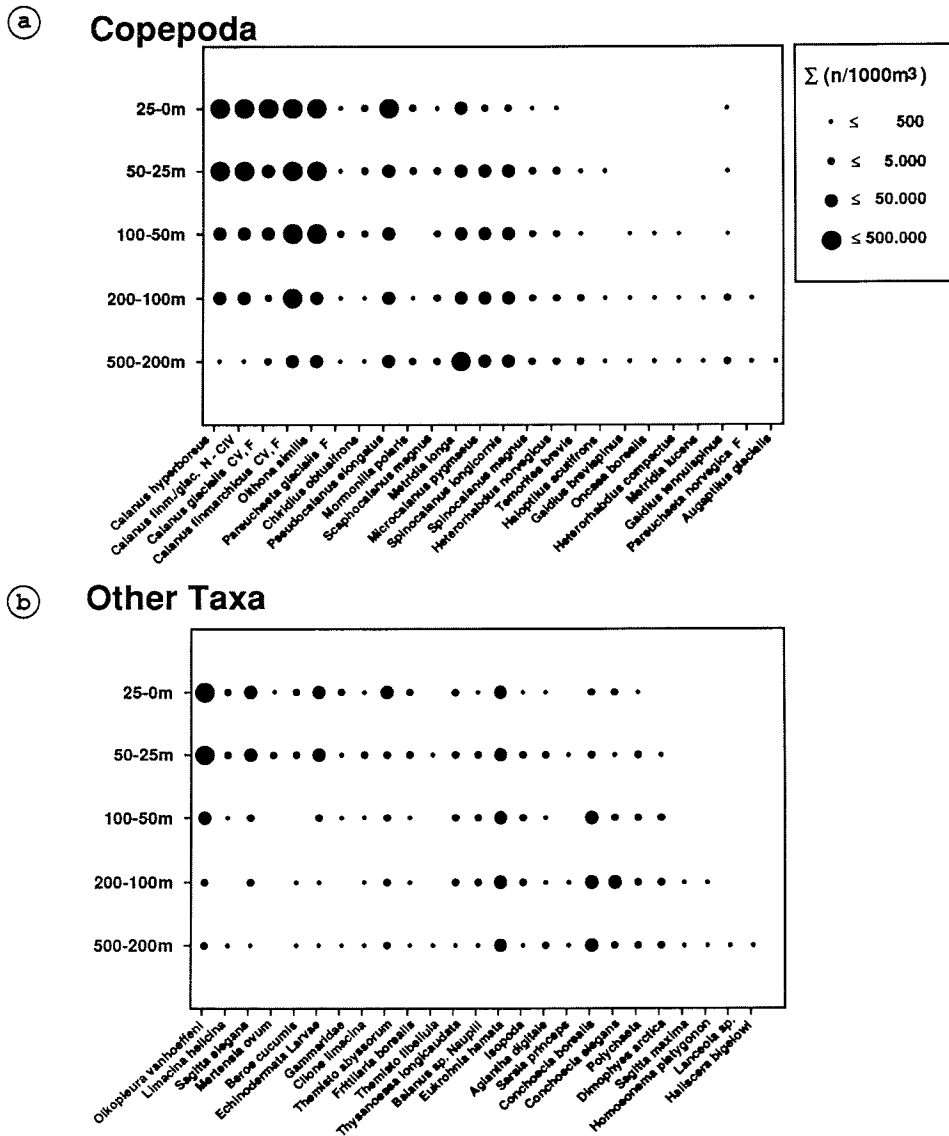
Knapp ein Drittel der insgesamt 53 nach Stationen sortierten Taxa war im gesamten Untersuchungsgebiet vertreten. Auffallend hoch waren die Anzahlen der auf sieben Stationen, also etwa der Hälfte aller Stationen, vorkommenden Taxa sowie der auf höchstens zwei Stationen festgestellten Taxa. Bei den fünf lediglich auf einer Station vertretenen Arten handelte es sich ausschließlich um Einzelexemplare, die demzufolge auch nur in einer Tiefenstufe vertreten sein konnten. Darüber hinaus wurden nur noch drei weitere Taxa allein in einer einzigen Fangstufe angetroffen. Mehr als die Hälfte der 53 Taxa kam in allen fünf Tiefenstufen vor.

##### Verteilungsschwerpunkte einzelner Arten

Aus dem Übersichtsdiagramm zur horizontalen Verteilung der Copepoden (Fig. 4.5a) lassen sich die Überschneidungen im Vorkommen der einzelnen Arten deutlich ablesen. Auffallend hoch war die Zahl der auf den drei südlichsten Stationen (81°30'-82°N) fehlenden Arten.



**Fig. 4.5:** Horizontal distribution of all copepod species (a) and other taxa (b). Dot size indicates abundance per station, species are ranked according to their horizontal center of distribution (see 3.5.1), the uppermost species in each diagram has the southernmost center of distribution.



**Fig. 4.6:** Vertical distribution of all copepod species (a) and other taxa (b). Dot size indicates density per depth interval, species are ranked according to their vertical center of distribution (see 3.5.1), the species on the outer left of each diagram has the shallowest center of distribution.



Zwischen den Stationen 310 und 340 (82°-83°N) machten sich häufig Veränderungen im Vorkommen und in der Häufigkeit einzelner Arten bemerkbar (z.B. *C. hyperboreus*, *P. norvegica*, *H. norvegicus*), in diesem Bereich war die Copepodenfauna besonders artenreich. Die Arten mit einem im Süden des Nansen-Beckens gelegenen Verbreitungsschwerpunkt (siehe 3.5.1) wiesen die höchsten Individuenbestände auf, auch im Norden traten sie in höheren Abundanz auf als die Arten mit einem nördlichen Verbreitungsschwerpunkt.

Bei den übrigen Taxa (Fig. 4.5b) war der Anteil von Arten, deren Verbreitung sich entweder auf die nördlichsten oder besonders auch auf die südlichsten Stationen beschränkte, höher als bei den Copepoden. Der größte Artenreichtum lag auf den südlichsten Stationen vor.

Beide Diagramme lassen erkennen, daß auf der nördlichsten St. 370 einige Arten wieder auftraten, die sonst nur in weiter südlich gelegenen Bereichen des Nansen-Beckens vorkamen, z.B. *Gaidius brevispinus* (Copepoda), *Aglantha digitale* und *Fritillaria borealis* (übrige Taxa).

Die individuenreichsten Copepodenarten hatten zumeist auch einen oberflächennahen Verteilungsschwerpunkt (Fig. 4.6a). Die Anzahl der vorhandenen Arten nahm mit der Tiefe zu. Während in den obersten 25m nur 15 Arten angetroffen wurden, kamen unterhalb von 100m 22 Arten vor. In der tiefsten Fangstufe fehlte keine der 23 Copepodenarten. Die Individuendichten der übrigen Arten (Fig. 4.6b) waren besonders innerhalb der oberen 100m wesentlich niedriger als die der Copepoden. Auch die Zunahme der Artenzahl mit der Tiefe trat weniger deutlich hervor, die geringste Artenzahl (17) lag zwischen 100 und 50m vor. Die Ctenophore *Mertensia ovum* kam als einzige Art ausschließlich oberhalb von 50m vor. Insgesamt zeigte sich, daß Arten mit einem tiefen vertikalen Verteilungsschwerpunkt häufig auch einen sehr weit südlich oder nördlich gelegenen Verteilungsschwerpunkt aufwiesen.

#### 4.2 Horizontal- und Vertikalverteilung ausgewählter Arten

Im Folgenden wird die Verteilung von Arten, die in besonders hohen Beständen auftraten und/oder einen bestimmten Verteilungstyp beispielhaft repräsentierten, genauer beschrieben.

##### 4.2.1 Copepoden, incl. Stadienzusammensetzung und Ovarienreife

*Calanus finmarchicus* war nach dem durchschnittlichen Individuen- und Biomassebestand die wichtigste Art im Untersuchungsgebiet. *Calanus glacialis* und *C. hyperboreus* stellten aufgrund ihrer hohen Individualgewichte weitere Hauptträger der Biomasse dar, zeigten jedoch ein vollkommen anderes Verteilungsmuster. *Metridia longa* gehörte als einzige weitere Copepodenart sowohl nach ihrem Individuen- als auch nach ihrem Biomassebestand zu den zehn wichtigsten Arten. *Scaphocalanus magnus* repräsentiert die Gruppe von relativ wenigen und selteneren Arten mit einem innerhalb der oberen 500m von Süden nach Norden ansteigenden Individuenbestand.

### *C. finmarchicus* und *C. glacialis*

#### Verteilung des Gesamtbestandes

Eine Unterscheidung zwischen *Calanus finmarchicus* und *C. glacialis* fand nur bei Weibchen und Copepoditen CV statt (siehe 3.2), Copepodite CI-CIV beider Arten und die sehr seltenen Männchen wurden gemeinsam gezählt (*C. finmarchicus/glacialis*).

Die Horizontalverteilung des Gesamtbestandes von *C. finmarchicus* und *C. glacialis* war durch einen Rückgang um mehr als 95% zwischen St. 276 und St. 362 gekennzeichnet (Fig. 4.7a). Starke Bestandseinbrüche traten vor allem zwischen St. 276 und St. 280 (81°30'N, vorw. *C. finm./glac. <CIV*) sowie zwischen St. 340 und St. 358 (83-84°N, vorw. *C. finm. CV*) entlang des Süd-Nord-Schnittes hervor. Auffallend niedrige Individuenzahlen wurden auch auf den Stationen 412, 393 und 382 (82-83°20'N) des Nord-Süd-Schnittes festgestellt, vor allem der Anteil der *C. finmarchicus* Weibchen und der *C. finmarchicus/glacialis* CI-CIV war dort deutlich herabgesetzt.

Weibchen und Copepodite CV beider Arten kamen auf allen Stationen vor. Während *C. finmarchicus* Weibchen und CV eine deutliche Bestandsabnahme von Süden nach Norden erkennen ließen, traf dies bei *C. glacialis* nur auf die Copepodite CV zu: drei Viertel ihres Individuenbestandes konzentrierten sich im Bereich der drei südlichsten Stationen, 60% allein auf der schelfnahen St. 276 (81°30'N). Die Verteilung der Weibchen war dagegen durch einen Bestandsanstieg nördlich von St. 340 (83°N) gekennzeichnet, das Häufigkeitsmaximum befand sich auf der nördlichsten St. 370 (86°N).

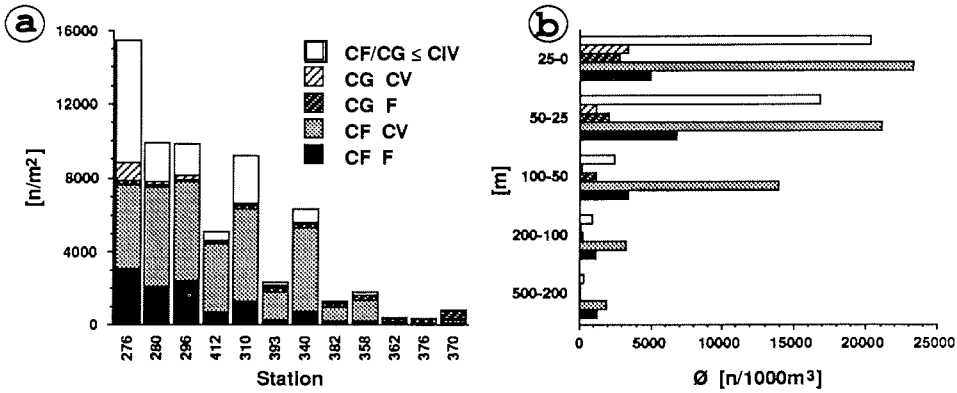
Die größte Anzahl der mit Ausnahme von St. 370 im gesamten Untersuchungsgebiet vertretenen *C. finmarchicus/glacialis* CIV wurde auf St. 310 (82°N) festgestellt. Das Vorkommen der Copepodite CI-CIII beschränkte sich dagegen fast ausschließlich auf die drei südlichsten Stationen 276, 280 und 296 (Fig. 4.7c).

Während sich das Verhältnis zwischen CI und CII von Süden nach Norden kaum veränderte, nahm der Anteil der CIII gegenüber dem der CII in dieser Richtung zu. Das Verhältnis der CIV zu den CIII stieg ebenfalls von Süden nach Norden an. Nauplien kamen nur auf St. 276 in hohen Konzentrationen vor, sie traten jedoch vereinzelt bis zur St. 358 (84°N) auf.

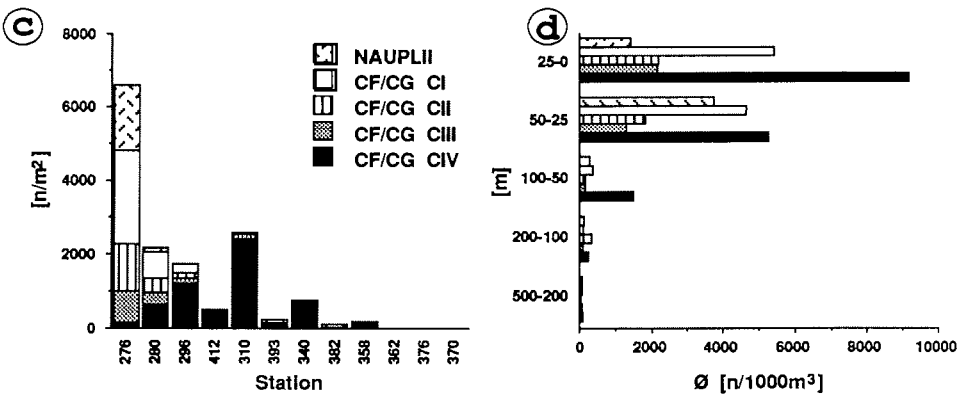
Die Vertikalverteilung der durchschnittlichen Individuendichte in den fünf Fangstufen (Fig. 4.7b) zeigt, daß *C. finmarchicus* und *C. glacialis* oberhalb von 100m in wesentlich höheren Konzentrationen auftraten als zwischen 500 und 100m. Die Copepodite CI bis CIV konzentrierten sich innerhalb der obersten 50m.

Der relative Anteil der Nauplien und CI war zwischen 50 und 25m besonders hoch (Fig. 4.7d). Copepodite CII und CIII waren im Vergleich zu den übrigen Stadien zwischen 200 und 100m bzw. zwischen 500 und 200m am stärksten vertreten, die CIV erreichten ihren höchsten Anteil in der mittleren Fangstufe. Mit Ausnahme der zwischen 200 und 100m dominierenden CII waren die CIV im Durchschnitt unter den vier jüngsten Entwicklungsstadien in allen Fangstufen am häufigsten vertreten.

*C. finmarchicus* & *C. glacialis* F, CV,  $\leq$  CIV



*C. finmarchicus* / *glacialis*  $\leq$  CIV



**Fig. 4.7:** *Calanus finmarchicus* and *C. glacialis*; horizontal (a, c) and vertical (b, d) distribution of abundance for all developmental stages (a, b) and copepodites  $\leq$  CIV (c, d). Only females and copepodites CV of both species were separated (a, b).

### *Calanus finmarchicus* Weibchen

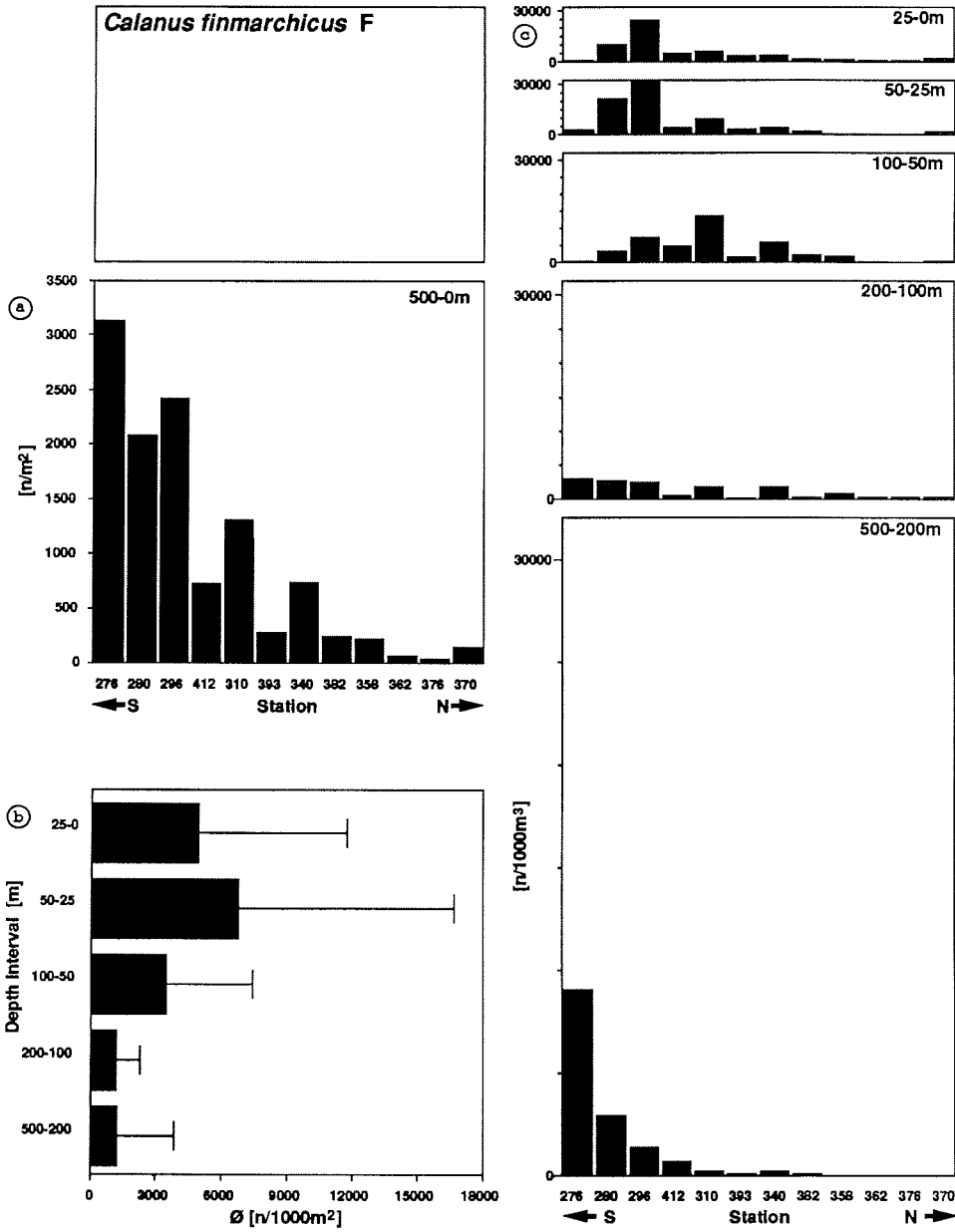
*Calanus finmarchicus* Weibchen waren auf allen Stationen vertreten, Männchen fehlten dagegen auf den vier nördlichsten Stationen (84-86°N). Das Zahlenverhältnis zwischen Männchen und Weibchen nahm Werte von 1:300 (St. 310) bis zu 1:60 (St. 382) ein.

Die Horizontalverteilung der *C. finmarchicus* Weibchen zeigt eine deutliche Bestandsabnahme von Süden nach Norden (Fig. 4.8a). Auf St. 276 (81°30'N) trat mit 3130n/m<sup>2</sup> der höchste Individuenbestand auf, auf St. 376 (85°20'N) mit 40n/m<sup>2</sup> der niedrigste, der durchschnittliche Individuenbestand pro Station lag bei 950n/m<sup>2</sup>. Die Spannweite zwischen dem höchsten und dem niedrigsten Individuenbestand betrug ca. 80:1. Etwa zwei Drittel des Gesamtbestandes konzentrierten sich im Bereich der drei südlichsten Stationen 276, 280 und 296. Die Individuenbestände der Stationen 412 und 393 (82°-82°50'N) des Nord-Süd-Schnittes waren gegenüber den benachbarten Stationen des Süd-Nord-Schnittes deutlich erniedrigt.

Im Durchschnitt aller Stationen lagen die höchsten Konzentrationen der *C. finmarchicus* Weibchen oberhalb von 50m vor (Fig. 4.8b), auf der südlichsten St. 276 hielten sich jedoch 87% aller Individuen zwischen 500 und 200m auf (Fig. 4.8c). Nach Norden nahm die Individuendichte in dieser Tiefenstufe in Form einer Exponentialkurve ab, gleichzeitig stieg sie oberhalb von 50m zwischen St. 276 und St. 296 deutlich an. Auf St. 296 lag zwischen 50 und 25m mit 32000n/1000m<sup>3</sup> die höchste Individuenkonzentration im Untersuchungsgebiet vor. Auch die hier nicht abgebildeten *C. finmarchicus* CV zeigten einen tiefen Verteilungsschwerpunkt auf der südlichsten Station, der sich weiter nördlich aufwärts verlagerte.

Die Ovarienreife von *C. finmarchicus* Weibchen wurde auf allen acht Stationen des Süd-Nord-Schnittes untersucht, bei 19% aller untersuchten Weibchen konnte die Ovarienreife nicht bestimmt werden (siehe 3.4). Innerhalb der oberen 50m nahm der mittlere Reifegrad nach Norden hin ab (Fig. 4.10a). Der Anteil von Weibchen der Reifestufe 3 mit prall gefüllten dorsalen Diverticulae war auf der südlichsten St. 276 am höchsten, nördlich der St. 340 (83°N) fehlten Tiere dieser Reifestufe vollständig. Weibchen ohne erkennbares Ovar erreichten andererseits auf den drei nördlichsten Stationen 362, 376 und 370 einen mehr als doppelt so hohen Anteil als auf den drei südlichsten Stationen.

*C. finmarchicus* Weibchen der höchsten Reifestufe kamen innerhalb der obersten 50m am häufigsten vor (Fig. 4.10b), in der tiefsten Fangstufe traten keine Tiere der Reifestufe 3 mehr auf. Weibchen ohne erkennbares Ovar waren unterhalb von 100m besonders stark vertreten. Um ein möglichst differenziertes Bild der Horizontalverteilung der Ovarienreife von *C. finmarchicus* (und auch *C. glacialis*) zu vermitteln, wurden für Fig. 4.10a, c nur die beiden obersten Fangstufen berücksichtigt.



**Fig. 4.8:** Horizontal and vertical distribution of *Calanus finmarchicus* females. Number of individuals per station (a), average concentration per depth interval (b) and concentration per sample (c), height of each block in (c) reflects extent of corresponding depth interval.

### *Calanus glacialis* Weibchen

Der Individuenzahlen der *C. glacialis* Weibchen wiesen mit einer Spannweite von knapp 4:1 zwischen dem höchsten ( $460\text{n/m}^2$ ) und dem niedrigsten ( $120\text{n/m}^2$ ) Bestandswert eine außerordentlich geringe Variabilität auf (Fig. 4.9a). Der durchschnittliche Individuenbestand pro Station erreichte mit  $213\text{n/m}^2$  nicht einmal 25% des Wertes von *C. finmarchicus* Weibchen. Nördlich der St. 310 ( $82^\circ\text{N}$ ) war eine Bestandsverdoppelung feststellbar, auf der nördlichsten Station 370 ( $86^\circ\text{N}$ ) zeichnete sich klar das Häufigkeitsmaximum der *C. glacialis* Weibchen ab.

Die höchsten durchschnittlichen Individuendichten der *C. glacialis* Weibchen lagen mit ca.  $2800\text{n}/1000\text{m}^3$  innerhalb der obersten 25m vor (Fig. 4.9b). Der Maximalwert von  $9500\text{n}/1000\text{m}^3$  wurde auf der nördlichsten Station zwischen 50 und 25m festgestellt, unterhalb von 200m war die Dichte auf weniger als 2% der Oberflächenwerte abgesunken. Mit Ausnahme der St. 340 ( $83^\circ\text{N}$ ) hielt sich der größte Teil des Bestandes im gesamten Untersuchungsgebiet oberhalb von 50m auf (Fig. 4.10c). Von St. 412 ( $82^\circ\text{N}$ ) an wurden die *C. glacialis* Weibchen bis hinab zu einer Tiefe von 100m regelmäßig angetroffen.

Die Verteilung der Ovarienreife bei *C. glacialis* (Fig. 4.10c, d) stimmte in der Tendenz mit *C. finmarchicus* überein. Der Anteil von Weibchen der Reifestufe 3 war bei *C. glacialis* jedoch deutlich höher. Weibchen der höchsten Reifestufe kamen oberhalb von 50m mit Ausnahme der St. 362 ( $85^\circ\text{N}$ ) auf allen Stationen des Süd-Nord-Schnittes vor (Fig. 4.10c). Nördlich der Station 340 ( $83^\circ\text{N}$ ) machte sich aber auch bei *C. glacialis* Weibchen ein Rückgang des Anteiles der Reifestufen 2 und 3 bemerkbar. Wesentlich ausgeprägter als bei *C. finmarchicus* trat der mit zunehmender Tiefe geringer werdende Anteil von Weibchen der Reifestufe 3 hervor (Fig. 4.10d). Unterhalb von 100m fehlten *C. glacialis* Weibchen mit Ovarien der höchsten Reifestufe vollständig. Bei einem Fünftel der untersuchten *C. glacialis* Weibchen konnte die Ovarienreife nicht bestimmt werden (siehe 3.4).

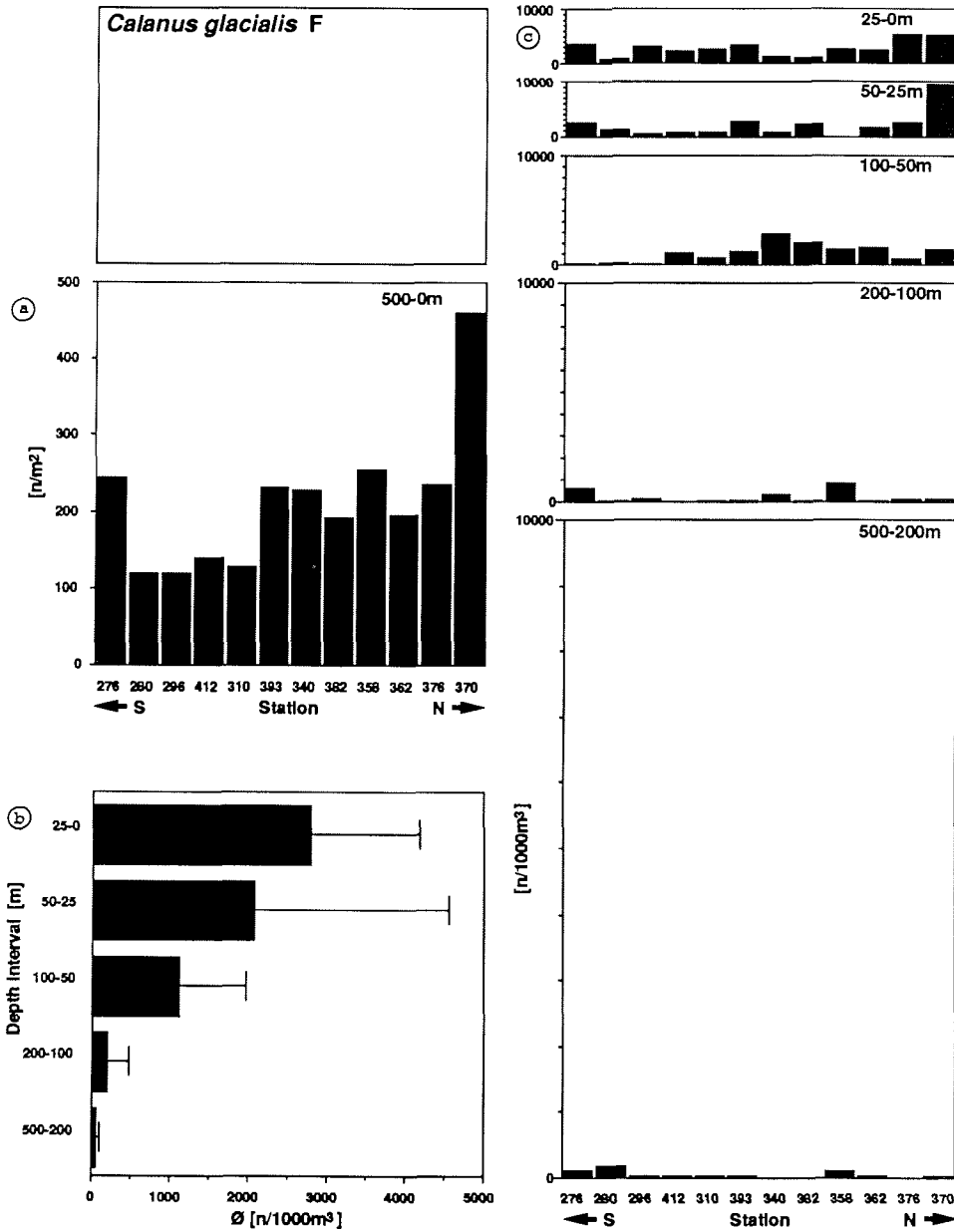
Während bei *C. finmarchicus* eine deutliche Übereinstimmung zwischen dem Grad der Ovarienreife und dem horizontalen bzw. vertikalen Verteilungsmuster der Weibchen (Fig. 4.8a, b) hervortrat, war bei *C. glacialis* Weibchen die horizontale Verteilung der Ovarienreife nahezu umgekehrt proportional zur Verteilung des Individuenbestandes (Fig. 4.9a, b).

### *Calanus hyperboreus*

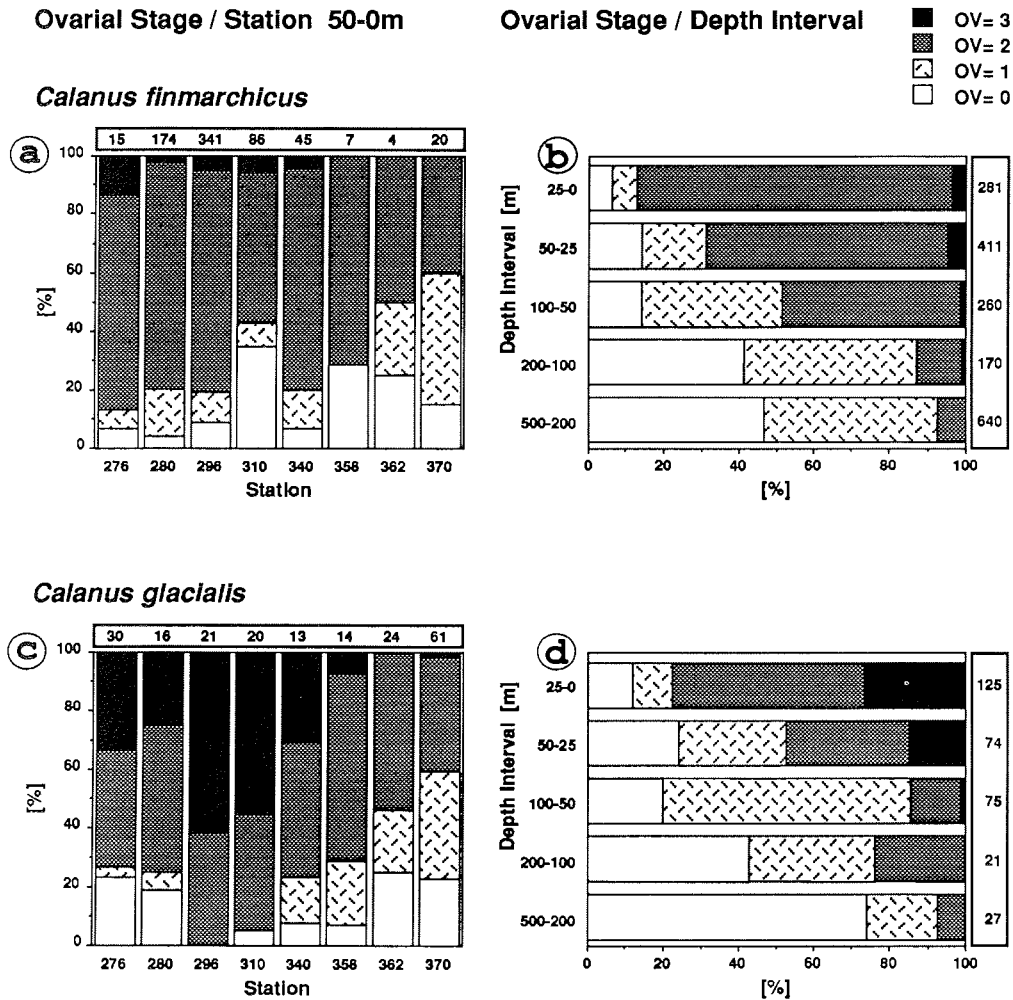
*Calanus hyperboreus* war eine der größten aller im Untersuchungsgebiet vertretenen Copepodenarten und stellte bezüglich der durchschnittlichen Biomasse pro Station mit  $0,69\text{g/m}^2$  die zweitwichtigste Art hinter *C. finmarchicus* dar. Mit einem durchschnittlichen Individuenbestand von  $980\text{n/m}^2$  nahm er Platz sechs in der Rangliste der zehn häufigsten Arten ein. Das einzige *C. hyperboreus* Männchen wurde auf St. 393 ( $82^\circ50'\text{N}$ ) des Nord-Süd-Schnittes zwischen 500 und 200m angetroffen.

### Verteilung des Gesamtbestandes

Kennzeichnend für die Verteilung des Gesamtbestandes aller Copepoditstadien und der Weibchen von *C. hyperboreus* (Fig. 4.11a) waren zwei deutli-



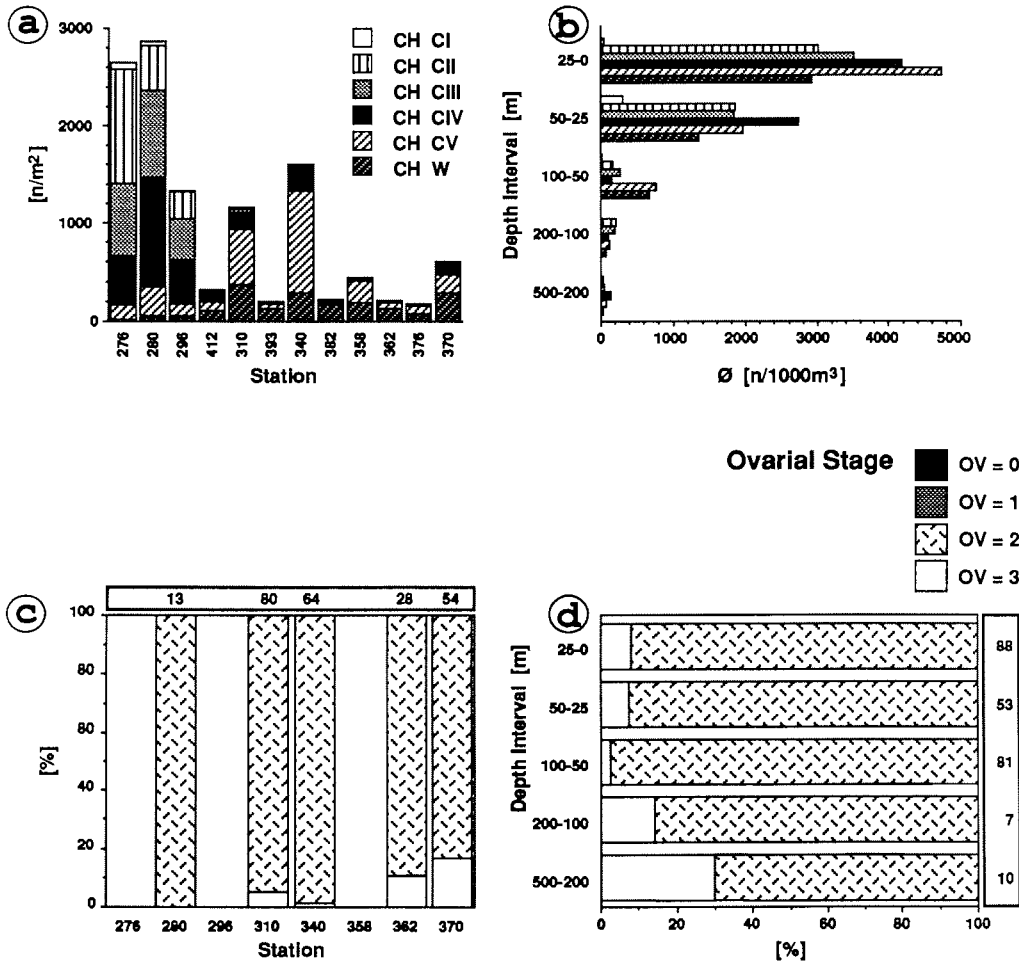
**Fig. 4.9:** Horizontal and vertical distribution of *Calanus glacialis* females. Number of individuals per station (a), average concentration per depth interval (b) and concentration per sample (c), thickness of each block in (c) reflects extent of respective depth interval.



**Fig. 4.10:** Ovarial maturity of *Calanus finmarchicus* and *C. glacialis* females. Numbers of females of each maturity stage (OV=0 - OV=3) as percentage of all females with identified ovarial stage along stations of south-north transect (a, c, 50-0m) and within each depth interval (b, d, average). Horizontal (a, c) and vertical (b, d) bars indicate absolute numbers of females inspected.



### *Calanus hyperboreus*



**Fig. 4.11:** Distribution and composition of *Calanus hyperboreus* population and ovarian maturity of females. Number of individuals per station (a) and average concentration per depth interval (b) for all copepodite stages (CI-CV) and females (F). Numbers of females per maturity stage (OV=0 - OV=3) as percentage of all females with identified ovarian stage along stations of south-north transect (c, 500-0m) and within each depth interval (d, average). Horizontal (c) and vertical (d) bars indicate absolute numbers of females inspected.

che Einbrüche entlang des Süd-Nord-Schnittes zwischen St. 280 und St. 296 ( $81^{\circ}30' - 82^{\circ}N$ ) sowie zwischen St. 340 und St. 358 ( $83^{\circ}N$ ). Wesentlich ausgeprägter als bei *C. finmarchicus* und *C. glacialis* traten die erniedrigten Bestände auf den Stationen 412, 393 und 382 des Nord-Süd-Schnittes hervor.

Während Weibchen und Copepodite CV Häufigkeitsmaxima im Bereich der Stationen 310-340 ( $82-83^{\circ}N$ ) zeigten, lagen die höchsten Bestände der CI bis CIV auf den drei südlichsten Stationen 276-296 ( $81^{\circ}30' - 82^{\circ}N$ ) vor. Die Copepodite CI traten im Vergleich zu den Copepoditen CII und CIII nur in sehr geringen Beständen auf und wurden ausschließlich auf den Stationen 276 und 280 sowie in Einzelexemplaren auf den Stationen 296 und 393 ( $83^{\circ}N$ ) angetroffen. *C. hyperboreus* CII kamen außerhalb der drei südlichsten Stationen vereinzelt auf St. 310 und auf den beiden nördlichsten Stationen 376 und 370 vor. CIII wurden mit Ausnahme der Stationen 393 und 376 des Nord-Süd-Schnittes auf allen Stationen festgestellt, CIV waren wie CV und Weibchen auf jeder Station vertreten. Das Zahlenverhältnis zwischen den Stadien CII, CIII und CIV kehrte sich bereits im Bereich der südlichsten Stationen um: auf St. 276 stellten CII das häufigste und CIV das seltenste der drei Stadien dar, von St. 412 an dominierten die Copepodite CIV.

Die höchsten durchschnittlichen Dichten der *C. hyperboreus* Weibchen und der Copepodite CII-CV traten innerhalb der obersten 25m auf, nur das Vorkommen der CI konzentrierte sich auf den Tiefenbereich zwischen 50 und 25m (Fig. 4.11b). Kennzeichnend für die Copepoditstadien CI bis CIV war ein Dichterückgang um mindestens 85% unterhalb von 50m, CV und Weibchen zeigten einen vergleichbaren Dichteeinbruch unterhalb von 100m.

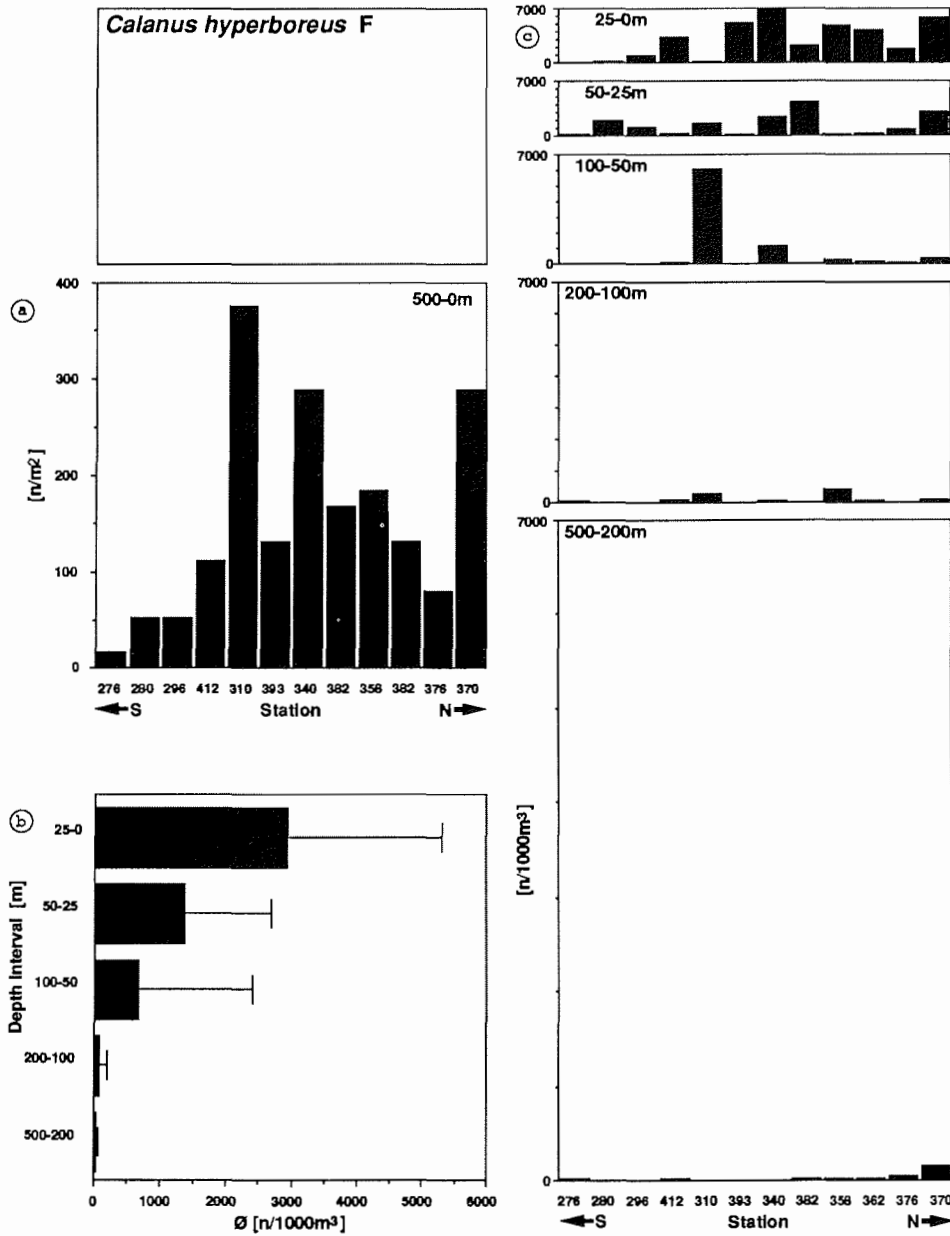
Ein Vergleich der Anteile einzelner Stadien an der Gesamtindividuenzahl jeder Tiefenstufe zeigt, daß CV in der flachsten Fangstufe sowie in der mittleren Fangstufe dominierten, CIV dagegen zwischen 50 und 25m sowie in der tiefsten Fangstufe. Zwischen 200 und 100m stellten die CII das häufigste Stadium dar.

#### *C. hyperboreus* Weibchen

Deutlich herabgesetzte Individuenzahlen am Südrand des Nansen-Beckens prägten die Horizontalverteilung der auf allen Stationen vertretenen *C. hyperboreus* Weibchen (Fig. 4.12a). Der niedrigste Bestand lag auf St. 276 vor (ca.  $16n/m^2$ ), der höchste (ca.  $380n/m^2$ ) wurde auf St. 310 ( $82^{\circ}N$ ) festgestellt. Die Spannweite zwischen den Extremwerten betrug etwa 25:1, der durchschnittliche Individuenbestand pro Station lag bei  $160n/m^2$ .

Die höchsten Konzentrationen der *C. hyperboreus* Weibchen traten mit durchschnittlich  $2900n/1000m^3$  (Maximum:  $6700n/1000m^3$ , St. 340) innerhalb der obersten 25m auf, zwischen 50 und 25m hatte die Individuenkonzentration bereits um mehr als 50% abgenommen, unterhalb von 100m erreichte sie nicht einmal 3% der Oberflächenwerte (Fig. 4.12b). Der größte Teil des Individuenbestandes hielt sich, abgesehen von der St. 310, im gesamten Untersuchungsgebiet oberhalb von 50m auf (Fig. 4.12c). Nur nördlich von St. 340 ( $83^{\circ}N$ ) wurden *C. hyperboreus* Weibchen auch stets in den tieferen Fangstufen angetroffen.

Untersuchungen zur horizontalen und vertikalen Verteilung der Ovarienreife von *C. hyperboreus* an Weibchen der Stationen 280, 310, 340, 362 und 370



**Fig. 4.12:** Horizontal and vertical distribution of *Calanus hyperboreus* females. Number of individuals per station (a), average concentration per depth interval (b) and concentration per sample (c), thickness of each block in (c) reflects extent of respective depth interval.

des Süd-Nord-Schnittes zeigten, daß ausschließlich Tiere mit Ovarien der Reifestufen 0 und 1 vertreten waren (Fig. 4.11c, d).

Auf allen Stationen und in den vier Tiefenstufen oberhalb von 200m lag der Anteil von Weibchen mit Ovarien der Reifestufe 1 über 80%. Auf den beiden nördlichen Stationen 362 und 370 war der Anteil von Weibchen ohne erkennbares Ovar deutlich höher als auf den drei südlicheren Stationen. In der tiefsten Fangstufe wiesen mehr als 25% der *C. hyperboreus* Weibchen Ovarien der Reifestufe 0 auf. Die Weibchen der Reifestufe 1 hatten zumeist sehr kleine und leer aussehende Ovarien. Die ventralen Divericulæ glichen hohlen dünnen Schläuchen. Wahrscheinlich handelte es sich bei den Tieren beider Reifestufen ausschließlich um abgeleitete Exemplare. Bei 14% der untersuchten Weibchen konnte die Ovarienreife nicht bestimmt werden (siehe 3.4).

#### *Metridia longa*

Die der Familie der Metridiidae angehörende Copepodenart *Metridia longa* war mit einem durchschnittlichen Individuenbestand pro Station von gut 2500n/m<sup>2</sup> die zweithäufigste Art nach *Calanus finmarchicus*. Bezüglich ihres durchschnittlichen Biomassebestandes von 226g/m<sup>2</sup> stand *M. longa*, im Individualgewicht mit *C. finmarchicus* vergleichbar, an vierter Stelle hinter den drei *Calanus*-Arten. *M. longa* Männchen traten wesentlich häufiger auf als die der *Calanus*-Arten.

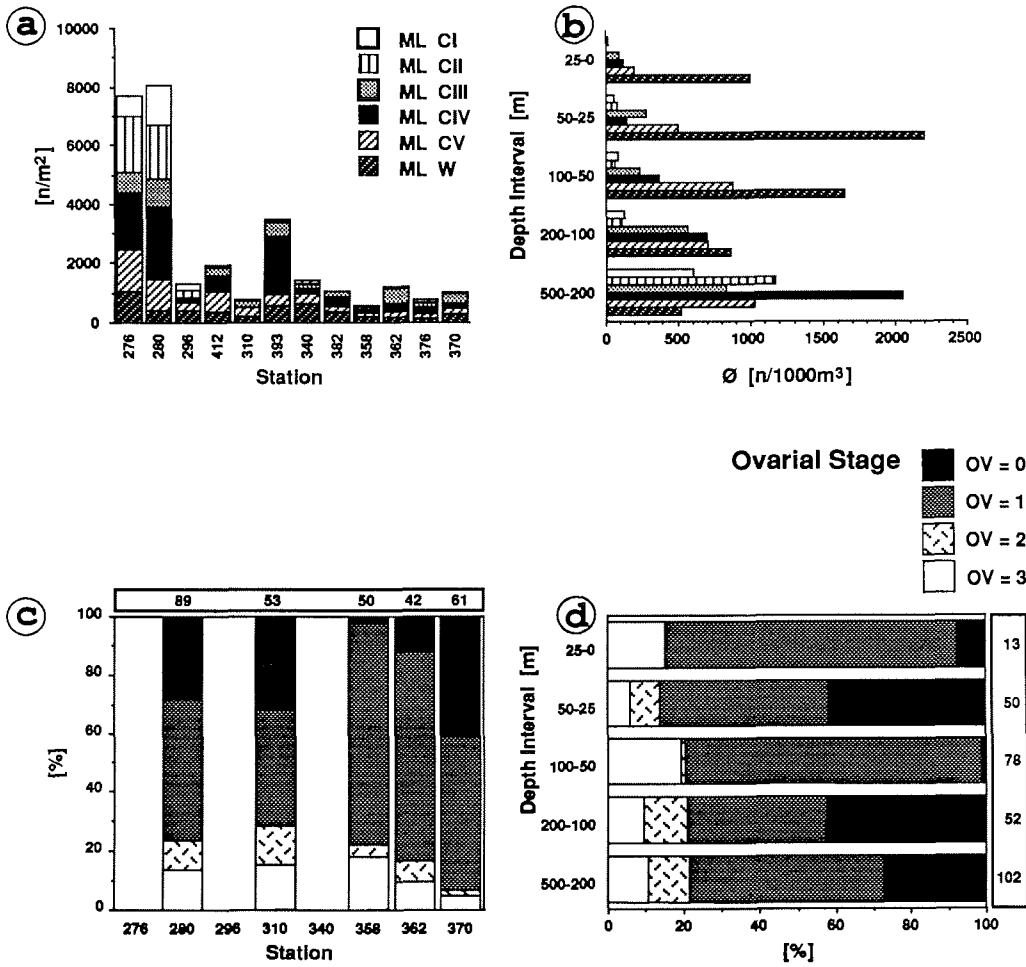
#### Verteilung des Gesamtbestandes

Die mit Abstand höchsten *M. longa*-Bestände von ca. 8000n/m<sup>2</sup> lagen auf den beiden südlichsten Stationen 276 und 280 vor. In diesem Bereich hielten sich mehr als 50% aller Individuen auf. Abgesehen von einer erhöhten Häufigkeit auf St. 393 des Nord-Süd-Schnittes bewegte sich der Individuenbestand auf den übrigen Stationen um 1500n/m<sup>2</sup>. Der Bestandsrückgang im Bereich um 83°N war wesentlich geringer ausgeprägt als bei den drei *Calanus*-Arten. Die Spannweite zwischen dem höchsten und dem niedrigsten Bestandwert betrug etwa 14:1.

Die drei südlichsten Stationen 276, 280 und 296 waren durch einen hohen Anteil von Copepoditen CI und CII gekennzeichnet (Fig. 4.13a), der drastische Bestandseinbruch zwischen St. 280 und St. 296 erfaßte jedoch die jüngeren Stadien besonders stark. *M. longa* CI waren mit Ausnahme der Stationen 340 (83°N) und 358 (84°N) bis zur nördlichsten Station vertreten, CII fehlten nur auf der nördlichsten Station. Die *M. longa* CIII erreichten auf den drei nördlichsten Stationen (85-86°N) ihre höchste relative Bedeutung. Der Anteil der Copepodite CIV an der Gesamtpopulation zeigte dagegen keinen regionalen Trend, der Höchstwert von über 50% wurde auf St. 393 des Nord-Süd-Schnittes festgestellt. *M. longa* CV, Weibchen und Männchen kamen auf allen Stationen vor, das Häufigkeitsmaximum lag über dem Schelfabhang der Barentssee.

*M. longa* CI-CV und Männchen traten im Gegensatz zu den Weibchen unterhalb von 200m in der höchsten durchschnittlichen Dichte auf (Fig. 4.13b). Die jüngsten Copepodite CI und CII zeigten eine besonders ausgeprägte Bindung an diesen Tiefenbereich. Nach dem relativen Anteil an der Gesamtpopulation erreichten die Copepodite CI, CII und CIV in der tiefsten Fangstufe ihre größte Bedeutung, die Copepodite CIII zwischen 200 und 100m. Copepodite

**Metridia longa**



**Fig. 4.13:** Distribution and composition of *Metridia longa* population and ovarian maturity of females. Number of individuals per station (a) and average concentration per depth interval (b) for all copepodite stages (CI-CV) and females (F). Numbers of females per maturity stage (OV=0 - OV=3) as percentage of all females with identified ovarian stage along stations of south-north transect (c, 500-0m) and within each depth interval (d, average). Horizontal (c) and vertical (d) bars indicate absolute numbers of females inspected.

CV und Weibchen stellten die dominanten Stadien in den oberen 100m dar.

##### *M. longa* Weibchen

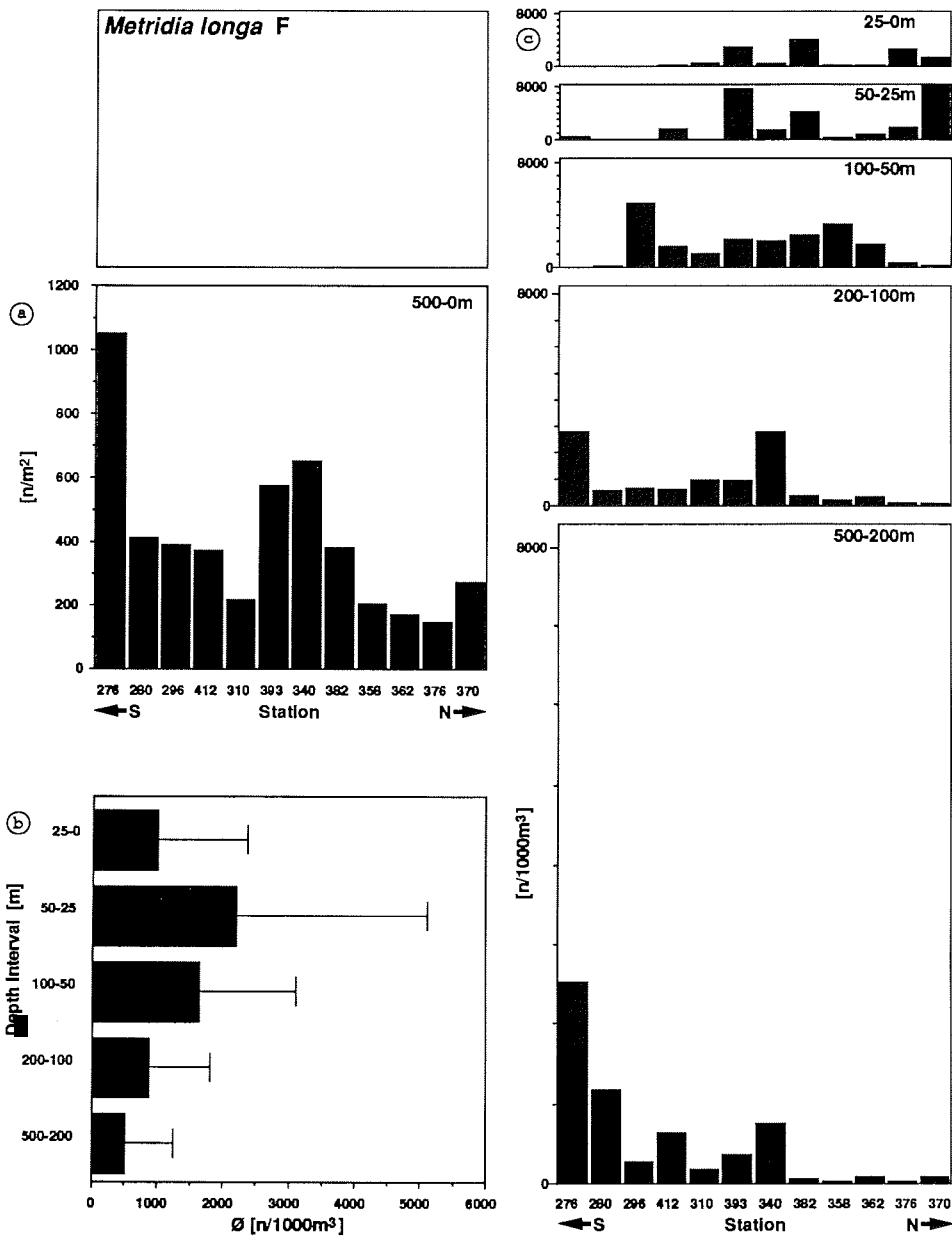
Die Horizontalverteilung der *Metridia longa* Weibchen ließ, abgesehen von dem mit  $1000n/m^2$  deutlich erhöhten Individuenbestand auf der südlichsten St. 276, keine ausgeprägten Bestandsveränderungen erkennen (Fig. 4.14a). Der durchschnittliche Individuenbestand pro Station lag bei  $400n/m^2$ . Südlich der St. 340 ( $83^\circ N$ ) traten die *M. longa* Weibchen in überdurchschnittlich hohen Individuenzahlen auf, der geringste Bestand von ca.  $150n/m^2$  wurde auf St. 376 ( $85^\circ N$ ) festgestellt. Die Spannweite zwischen dem höchsten und dem geringsten Individuenbestandswert lag mit etwa 7:1 auf ähnlich niedrigem Niveau wie bei den *Calanus glacialis* Weibchen.

Die *M. longa* Weibchen traten zwischen 50 und 25m mit ca.  $2200n/1000m^3$  in den höchsten durchschnittlichen Konzentrationen auf, innerhalb der obersten 25m war ihre Dichte dagegen nur halb so groß (Fig. 4.14b). Zwischen 100 und 200m trat abermals ein Dichterückgang um 50% auf, die geringste Konzentration der *M. longa* Weibchen lag mit  $520n/1000m^3$  in der tiefsten Fangstufe vor. Der hohe Individuenbestand der *M. longa* Weibchen auf St. 276 resultierte aus den in diesem Bereich besonders hohen Individuendichten unterhalb von 100m (Fig. 4.14c). Insgesamt verlagerte sich das Dichtemaximum der *M. longa* Weibchen in Richtung auf das zentrale und nördliche Nansen-Becken zu flacheren Wassertiefen, zwischen St. 296 und St. 393 ( $82^\circ 50' N$ ) trat dieser Trend besonders deutlich hervor. Zwischen 50 und 25m wurde auf der nördlichsten St. 370 ( $86^\circ N$ ) mit ca.  $8200n/1000m^3$  die höchste Konzentration der *M. longa* Weibchen festgestellt.

Die *M. longa* Weibchen der Stationen 280, 310, 358, 362 und 370 des Süd-Nord-Schnittes wurden auf ihren Ovarienzustand hin untersucht. Bei 6% der untersuchten Weibchen konnte die Ovarienreife nicht bestimmt werden (siehe 3.4). Weibchen mit noch nicht voll ausgereiften Ovarien (Reifestufe 2) dominierten auf allen fünf Stationen (Fig. 4.13c). Der durchschnittliche Anteil reifer Weibchen (Stufe 3) an der Gesamtzahl von Tieren mit bestimmbarer Ovarienreife lag bei 20% und erreichte auf der nördlichsten St. 370 ( $86^\circ N$ ) mit über 40% den Höchstwert. Auf St. 280 ( $81^\circ 35' N$ ), wo sich der größte Teil der Weibchen unterhalb von 200m aufhielt, gehörten knapp 30% der Reifestufe 3 an. Die Vertikalverteilung der Ovarienreife von *M. longa* Weibchen ließ eine deutliche Diskontinuität zwischen 100 und 50m erkennen (Fig. 4.13d). Während die Anteile reifer Tiere oberhalb von 50m und unterhalb von 100m bis zu 40% erreichten, fehlten Weibchen der Reifestufe 3 im Bereich der mittleren Fangstufe nahezu vollständig. Weibchen ohne erkennbares Ovar traten andererseits zwischen 100 und 50m verstärkt auf.

##### *M. longa* Männchen

Im Gegensatz zu den *Calanus*-Arten waren die Männchen bei *Metridia longa* wesentlich zahlreicher vertreten. Das Verhältnis zwischen Männchen und Weibchen lag im Mittel aller Stationen bei 0,2:1, der höchste Anteil von Männ-



**Fig. 4.14:** Horizontal and vertical distribution of *Metridia longa* females. Number of individuals per station (a), average concentration per depth interval (b) and concentration per sample (c), thickness of each block in (c) reflects extent of respective depth interval.

chen wurde mit 0,8:1 auf der schelfnahen St. 280 festgestellt (Fig. 4.15, oben links), der geringste mit 0,03:1 auf der nördlichsten St. 370. Zwei Drittel des Individuenbestandes der *M. longa* Männchen konzentrierten sich allein im Bereich der beiden südlichsten Stationen 276 und 280 (Fig. 4.15a). Abgesehen von einem weiteren mit ca. 160n/m<sup>2</sup> deutlich erhöhten Individuenbestand auf St. 393 des Nord-Süd-Schnittes zeigte sich eine Bestandsabnahme von Süden nach Norden. Der niedrigste Individuenbestand der *M. longa* Männchen lag mit 10n/m<sup>2</sup> auf St. 370 (86°N) vor, die Spannweite der Bestandswerte erreichte damit ca. 35:1.

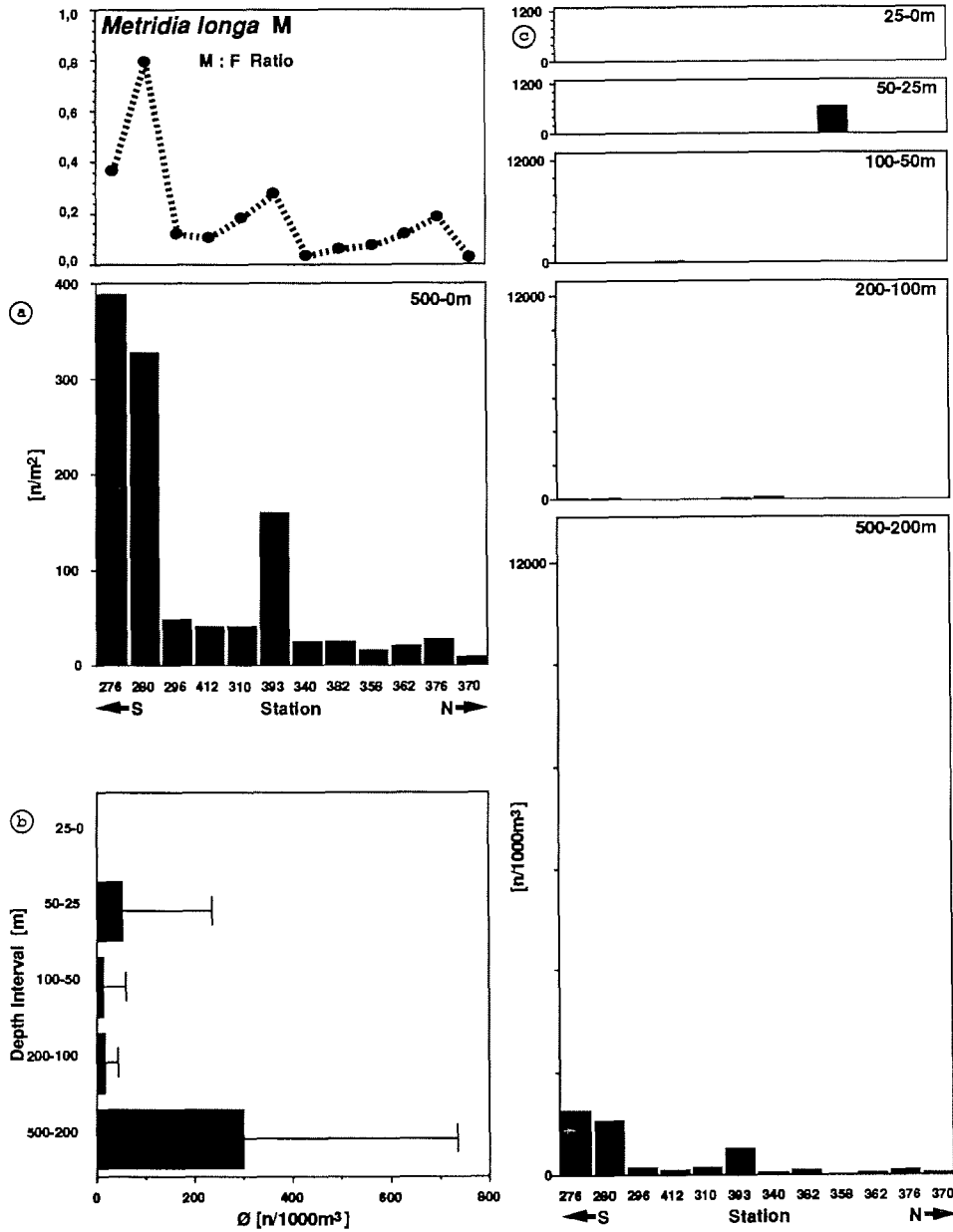
Die Vertikalverteilung der *M. longa* Männchen wich deutlich von der der Weibchen ab (Fig. 4.15b). Die mit Abstand höchste durchschnittliche Individuendichte pro Station von ca. 300n/1000m<sup>3</sup> lag zwischen 500 und 200m vor. Der größte Teil des Bestandes hielt sich, abgesehen von der St. 358 (84°N), im gesamten Untersuchungsgebiet in diesem Tiefenbereich auf (Fig. 4.15c). Innerhalb der obersten 25m wurden keine Männchen festgestellt. Während oberhalb von 200m das Verhältnis zwischen den Konzentrationen der *M. longa* Männchen und Weibchen kleiner als 0,02:1 war, lag es in der tiefsten Fangstufe bei 0,6:1.

#### *M. longa* CIII

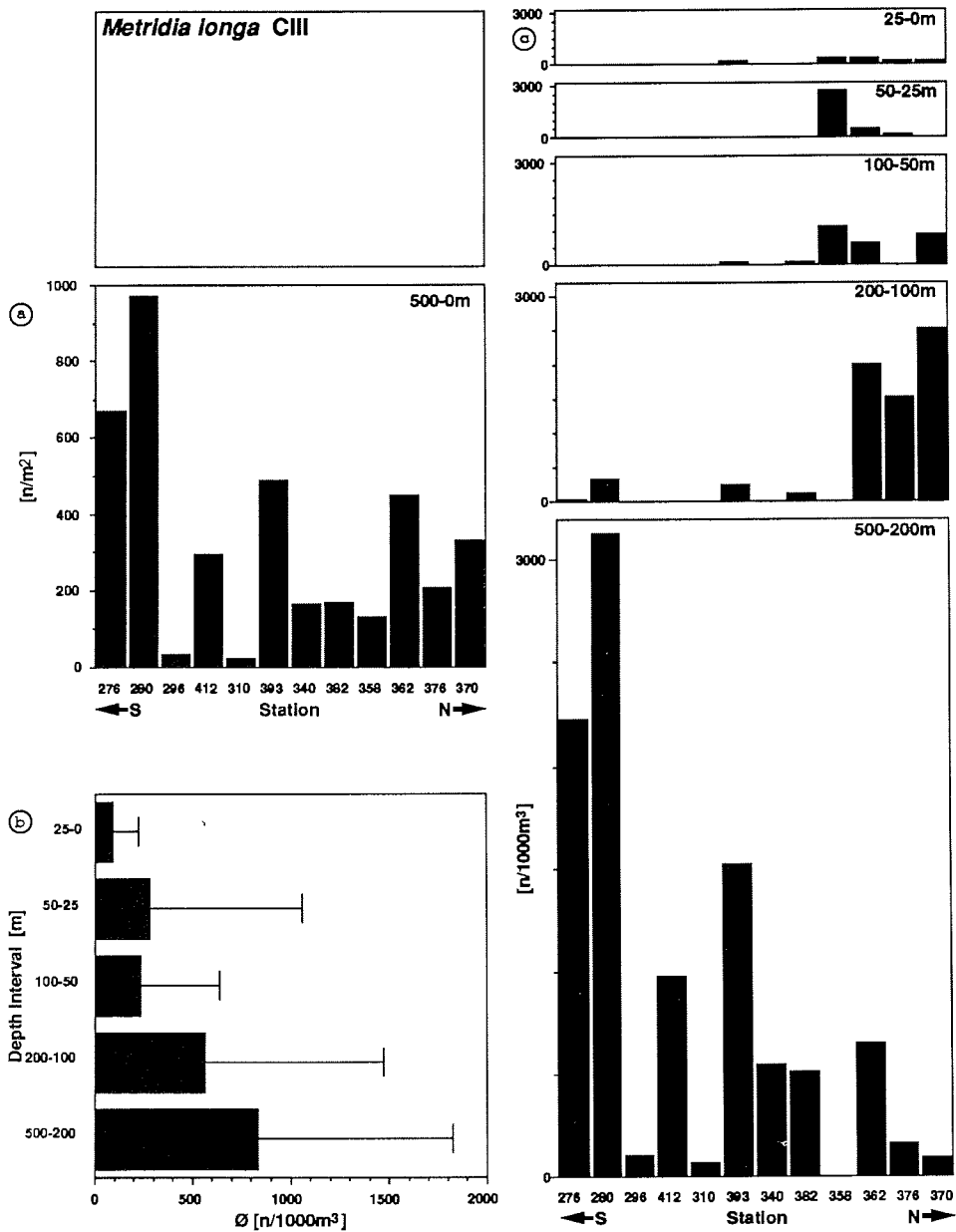
Die *M. longa* CIII stellten das jüngste Copepoditstadium dar, das auf allen Stationen vorkam. Mit einem durchschnittlichen Individuenbestand von etwa 330n/m<sup>2</sup> traten die Copepodite CIII in etwas geringerer Anzahl auf als die Weibchen und CV. Während zwischen St. 276 und St. 340 (83°N) der Individuenbestand der CV höher war als der der CIII, überwog von St. 382 (83°20'N) an die Zahl der CIII deutlich. Die höchsten Individuenbestände der *M. longa* CIII lagen auf den beiden südlichsten, schelfnahen Stationen vor (St. 280: ca. 1000n/m<sup>2</sup>), die niedrigsten Bestandswerte von ca. 25n/m<sup>2</sup> wurden auf den benachbarten Stationen 296 und 310 (82°N) des Süd-Nord-Schnittes festgestellt (Fig. 4.16a). Bestandsunterschiede zwischen den Stationen des Süd-Nord-Schnittes und des Nord-Süd-Schnittes traten im südlichen Teil des Nansen-Beckens deutlich hervor.

Unterhalb von 200m kamen die *M. longa* CIII mit ca. 830n/1000m<sup>3</sup> in der größten durchschnittlichen Dichte vor (Fig. 4.16b), die höchste Konzentration im Untersuchungsgebiet wurde auf St. 280 mit 3100n/1000m<sup>3</sup> angetroffen. Zwischen 100 und 50m sowie zwischen 25 und 0m nahm die Individuenkonzentration jeweils um mehr als 50% ab. Die für *M. longa* Weibchen und CV beschriebene Aufwärtsverlagerung des Verteilungsschwerpunktes im nördlichen Teil des Untersuchungsgebietes machte sich bei den CIII erst relativ spät und in einem geringeren Umfang bemerkbar. Vom Südrand des Nansen-Beckens bis zur St. 358 (84°N) hielt sich nahezu die gesamte Population der *M. longa* CIII unterhalb von 200m auf, im nördlichen Nansen-Becken konzentrierte sich das Vorkommen auf den Tiefenbereich zwischen 200 und 100m (Fig. 4.16c).

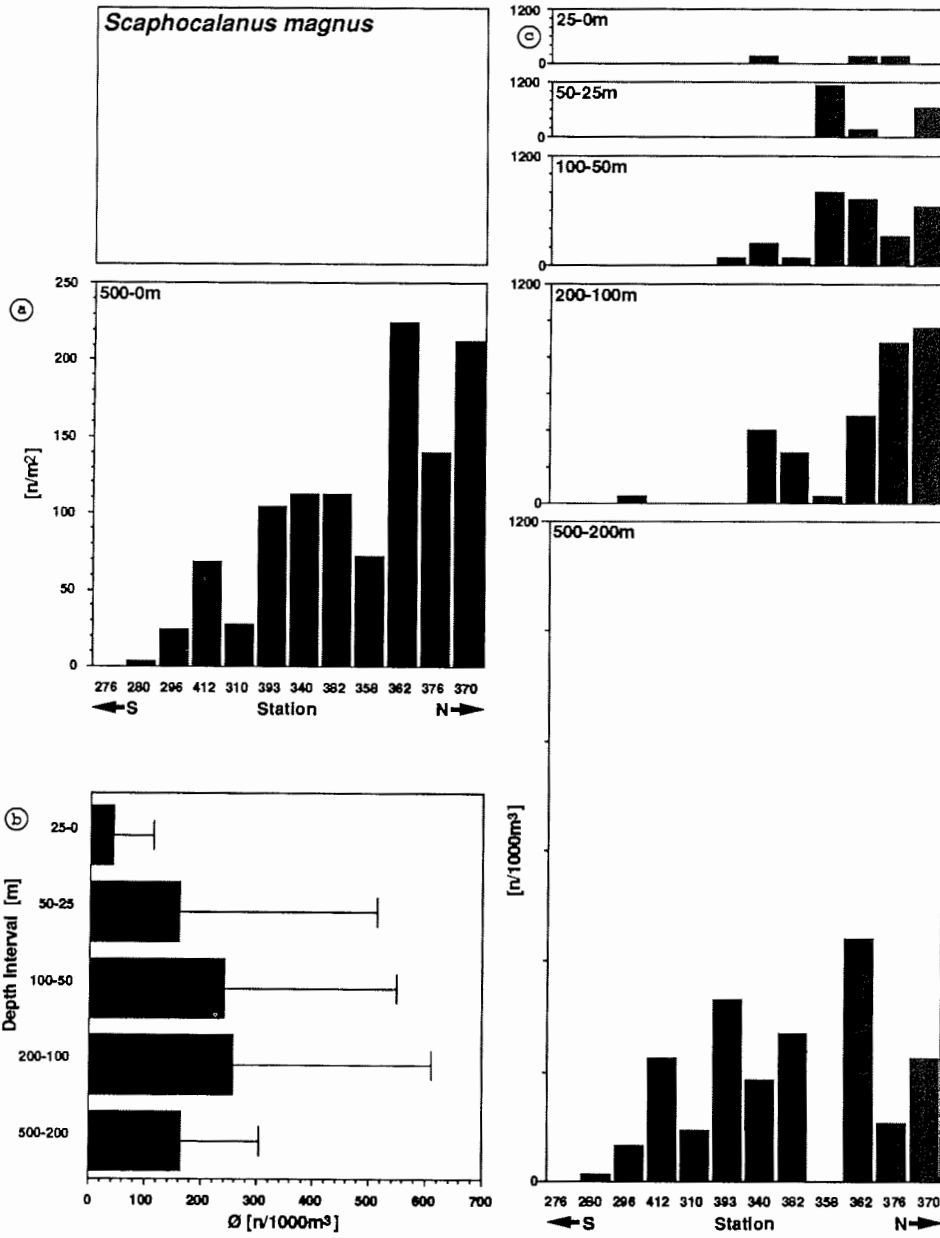




**Fig. 4.15:** Horizontal and vertical distribution of *Metridia longa* males. Number of individuals per station (a), average concentration per depth interval (b) and concentration per sample (c), thickness of each block in (c) reflects extent of respective depth interval. The male to female ratio for each station is given in the uppermost box on the left side.



**Fig. 4.16:** Horizontal and vertical distribution of *Metridia longa* copepodites CIII. Number of individuals per station (a), average concentration per depth interval (b) and concentration per sample (c), thickness of each block in (c) reflects extent of respective depth interval.



**Fig. 4.17:** Horizontal and vertical distribution of *Scaphocalanus magnus* (all stages). Number of individuals per station (a), average concentration per depth interval (b) and concentration per sample (c), thickness of each block in (c) reflects extent of respective depth interval.

### *Scaphocalanus magnus*

*Scaphocalanus magnus* war mit Ausnahme der südlichsten St. 276 auf allen Stationen vertreten. Der durchschnittliche Individuenbestand pro Station lag bei ca. 90n/m<sup>2</sup>. *Scaphocalanus magnus* CV kamen auf allen übrigen Stationen vor, Weibchen und CIV von St. 296 an. Männchen wurden auf den Stationen 393, 382 (83°20'N) und 376 (85°20'N) des Nord-Süd-Schnittes angetroffen, auf St. 393 (82°50'N) außerdem einige CIII. Der Verbreitungsschwerpunkt von *Sc. magnus* lag in der nördlichen Hälfte des Untersuchungsgebietes, fast 80% aller Individuen hielten sich zwischen St. 340 und St. 370 (83-86°N) auf (Fig. 4.17a). Der höchste Individuenbestand von ca. 220n/m<sup>2</sup> wurde auf St. 362 (85°N) festgestellt. Südlich von St. 340 fielen lediglich die Stationen 393 und 412 des Nord-Süd-Schnittes durch erhöhte Individuenzahlen auf.

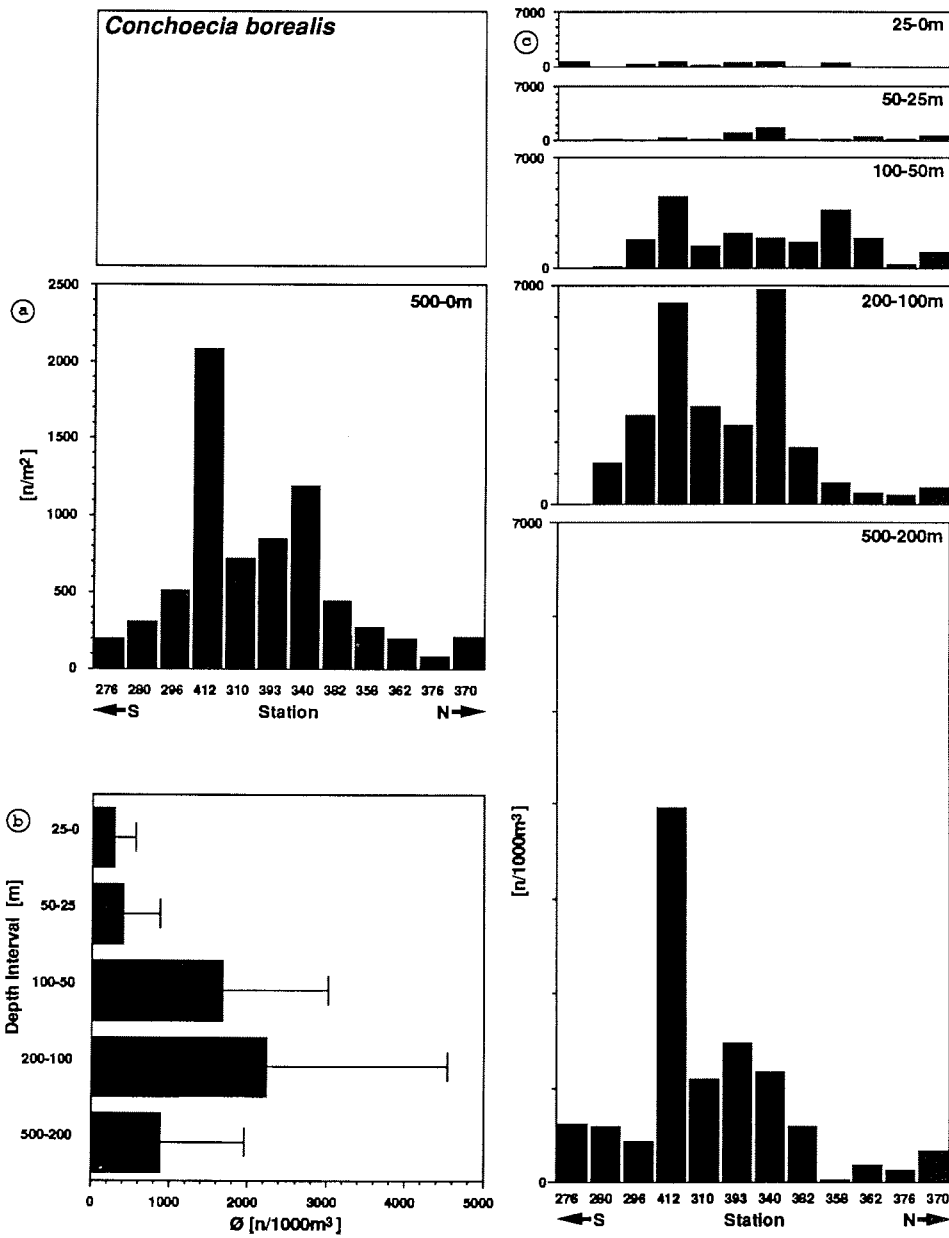
*Sc. magnus* trat zwischen 200 und 100m mit ca. 260n/1000m<sup>3</sup> in der höchsten durchschnittlichen Individuendichte auf (Fig. 4.17b), in der obersten Fangstufe war die Konzentration mit 40n/1000m<sup>3</sup> auffällig gering. Mit zunehmender Breite zeichnete sich deutlich eine Aufwärtsverlagerung des vertikalen Verteilungsschwerpunktes ab. Zwischen St. 276 und St. 310 (81°30'-82°10'N) hielt sich *Sc. magnus* ganz überwiegend unterhalb von 200m auf (Fig. 4.17c), nördlich der St. 382 (83°20'N) wurde dagegen ein beträchtlicher Teil der Population innerhalb der oberen 200m angetroffen. Auf St. 358 (84°N) konzentrierte sich nahezu der gesamte Bestand zwischen 100 und 25m.

#### 4.2.2 Ostracoden, incl. Längenverteilung

Die Ostracoden waren nur mit den beiden Arten *Conchoecia borealis* und *C. elegans* im Probenmaterial vertreten. Dennoch stellten sie die individuenreichste Tiergruppe außerhalb der Copepoden dar und lagen nach ihrem Biomasse-Gesamtbestand an dritter Stelle hinter den Copepoden und Chaetognathen. Beide Arten traten unterhalb von 100m besonders zahlreich auf. Im Verteilungsmuster und in der Populationsstruktur zeigten sich jedoch deutliche Unterschiede zwischen *C. borealis* und *C. elegans*.

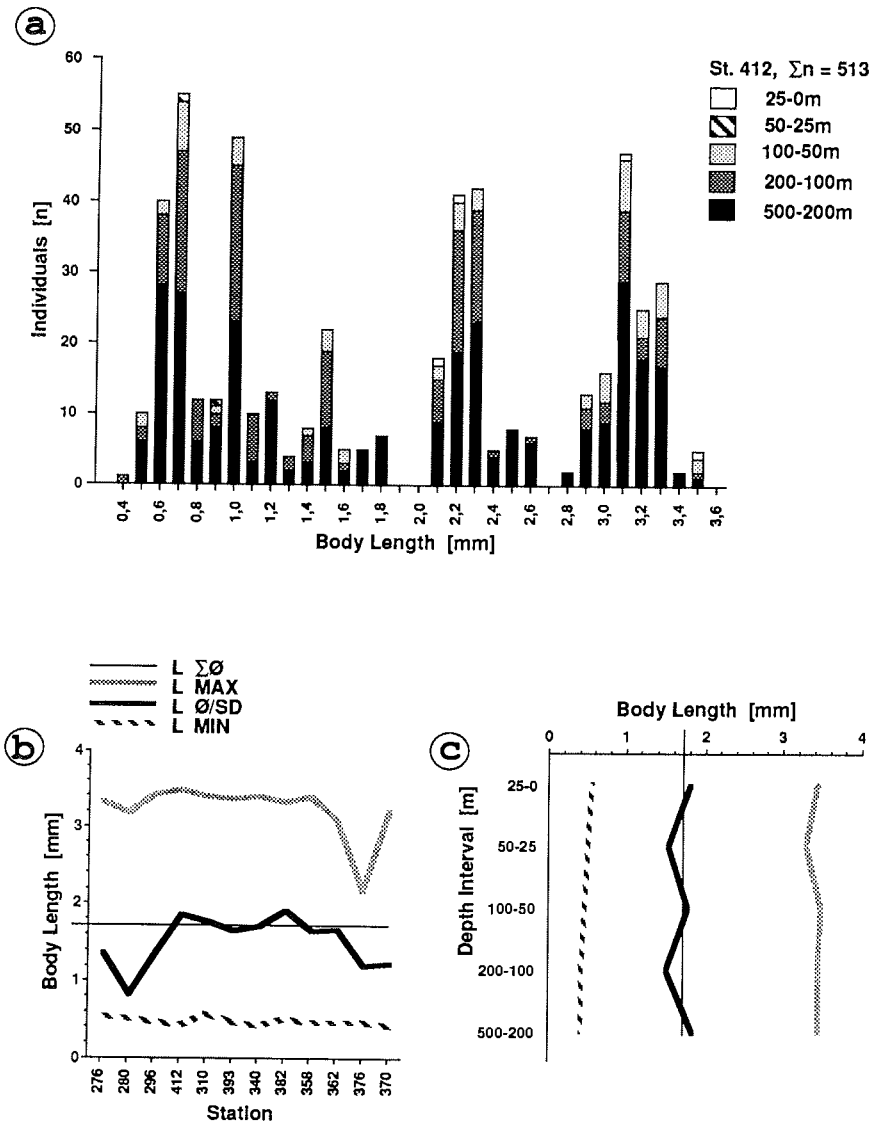
#### *Conchoecia borealis*

*Conchoecia borealis* gehörte mit einem durchschnittlichen Individuen- und Biomassebestand von 590n/m<sup>2</sup> bzw. 83g/m<sup>2</sup> zu den zehn wichtigsten Arten und stellte die individuenreichste Art außerhalb der Copepoden dar. *C. borealis* war auf allen Stationen vertreten (Fig. 4.18a). Abgesehen von einer extrem hohen Individuenzahl auf St. 412 des Nord-Süd-Schnittes (ca. 2100n/m<sup>2</sup>) stieg der Bestand zwischen St. 276 und St. 340 (81°30'-83°N) kontinuierlich von 200 auf ca. 1200n/m<sup>2</sup> an. Nördlich der St. 340 fand ein Bestandseinbruch um mehr als 50% statt, auf St. 376 (85°20'N) wurde mit ca. 80n/m<sup>2</sup> die niedrigste Individuenzahl festgestellt.



**Fig. 4.18:** Horizontal and vertical distribution of *Conchoecia borealis*. Number of individuals per station (a), average concentration per depth interval (b) and concentration per sample (c), thickness of each block in (c) reflects extent of respective depth interval.

### *Conchoecia borealis*



**Fig. 4.19:** Length composition of *Conchoecia borealis* population; (a) length-frequency distribution on st. 412; horizontal (b) and vertical (c) variation in length composition, L MAX / L Ø/SD / L MIN: maximum / mean / minimum length per station (b) and per depth interval (c), L  $\Sigma\emptyset$ : mean length for all samples.

*C. borealis* kam in allen fünf Tiefenstufen vor und trat zwischen 200 und 100m mit durchschnittlich ca.  $2200n/1000m^3$  in der höchsten Dichte auf (Fig. 4.18b). In den oberen 50m erreichte die Individuendichte nicht einmal 25% dieses Wertes. Der größte Teil der Population hielt sich, abgesehen von St. 358 und St. 362 ( $84^{\circ}$ - $85^{\circ}20'N$ ), im gesamten Untersuchungsgebiet unterhalb von 100m auf (Fig. 4.18c). Nördlich von St. 340 ( $83^{\circ}N$ ) war eine leichte Aufwärtsverlagerung des vertikalen Verteilungsschwerpunktes feststellbar.

Die Längen-Häufigkeits-Verteilung von *C. borealis* auf St. 412 (Fig. 4.19a) zeigt, daß sie dort mit Tieren zwischen 0,4 und 3,5mm Körperlänge vertreten war. Dieser Größenbereich stellte gleichzeitig die maximale Spannweite aller im gesamten Untersuchungsgebiet gefangenen Tiere dar. Die Größenverteilung war deutlich mehrgipfelig. Zumindest vier Modalklassen waren anhand erhöhter Individuenzahlen bei 0,6-0,7mm, 1,5mm, 2,2-2,3mm und bei 3,1-3,3mm erkennbar. Unter den etwa 3mm langen Tieren waren, wie meist auch auf den übrigen Stationen, eiträgende Weibchen vertreten. Das Längen-Gesamtmittel von *C. borealis* lag bei 1,72mm. Tiere der kleinsten Größengruppe von höchstens 0,6mm Länge waren auf allen Stationen vertreten (Fig. 4.19b), Tiere von mindestens 3mm Länge fehlten lediglich auf St. 376 ( $85^{\circ}20'N$ ).

Die deutlich verringerten mittleren Längen auf den drei südlichsten Stationen 276, 280 und 296 waren auf einen hohen Anteil von Tieren der kleinsten Größengruppe zurückzuführen. Auf St. 376 und St. 370 dagegen machte sich das Fehlen bzw. der geringe Anteil von Tieren der größten Längengruppe bemerkbar. Die vertikalen Verteilungsmuster der einzelnen Längengruppen stimmten weitgehend überein (Fig. 4.19c). *C. borealis* kam in allen Tiefenstufen mit Tieren zwischen 0,6mm und 3,3mm vor, lediglich Exemplare mit einer Länge von weniger als 0,5mm hielten sich ausschließlich unterhalb von 100m auf.

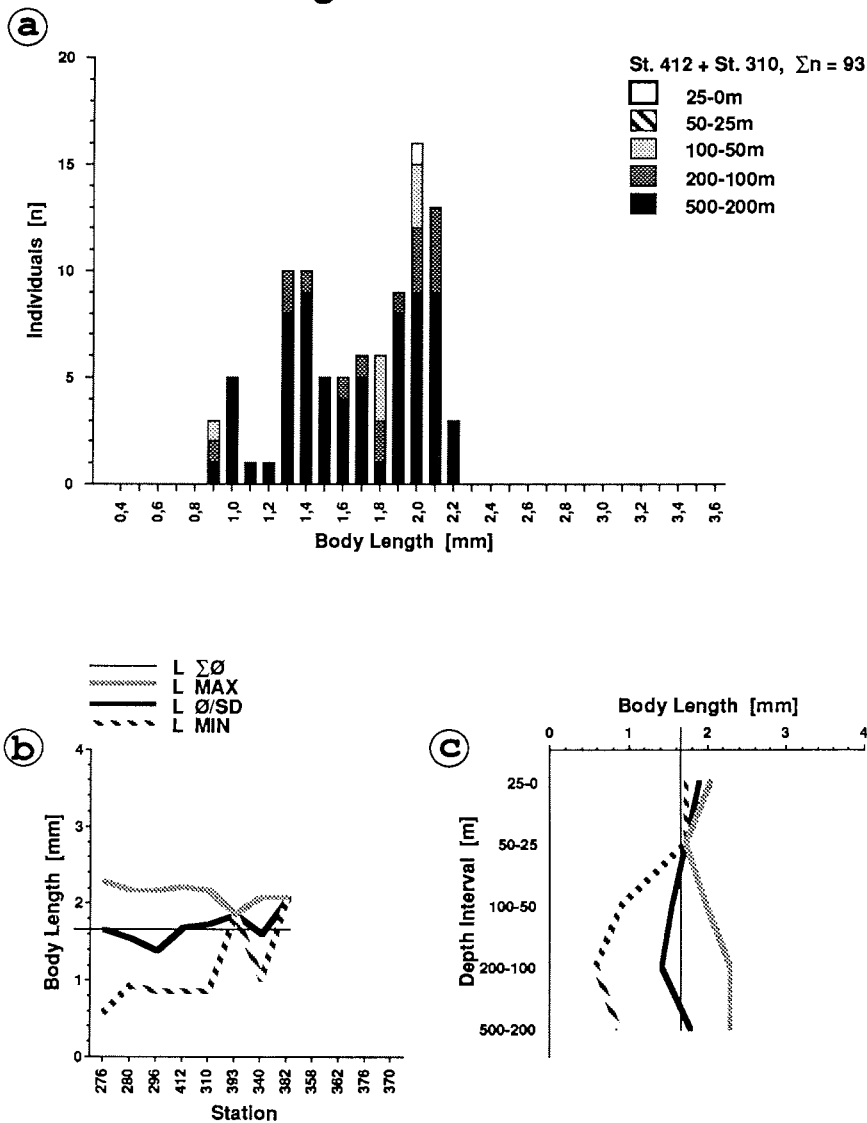
### *Conchoecia elegans*

*Conchoecia elegans* kam nur im südlichen und zentralen Teil des Nansen-Beckens zwischen St. 276 und St. 382 ( $81^{\circ}30'$ - $83^{\circ}20'N$ ) vor (Fig. 4.21a). Der durchschnittliche Individuen- und Biomassebestand lag mit ca.  $160n/m^2$  und  $20g/m^2$  pro Station um mehr als zwei Drittel niedriger als der von *C. borealis*. Auf den beiden südlichsten Stationen 276 und 280 übertraf *C. elegans* jedoch mit Beständen von  $450$  und  $630n/m^2$  *C. borealis* um mehr als das Doppelte. Von Station 280 an nahm der Bestand nach Norden hin ab, die Stationen 393 und 382 des Nord-Süd-Schnittes fielen durch besonders geringe Individuenbestände um ca.  $4n/m^2$  auf.

*C. elegans* kam in allen Tiefenstufen vor, zwischen 200 und 100m befand sich ein ausgeprägtes Dichtemaximum (Fig. 4.21b). Die absolute Konzentration von *C. elegans* in dieser Tiefenstufe war mit durchschnittlich  $580n/1000m^3$  jedoch um etwa 75% geringer als die von *C. borealis*. Nur unterhalb von 100m Tiefe kam *C. elegans* durchgehend von St. 276 bis St. 382 vor, innerhalb der obersten 50m war die Verbreitung auf den südlichen Teil des Nansen-Beckens beschränkt (Fig. 4.21c).

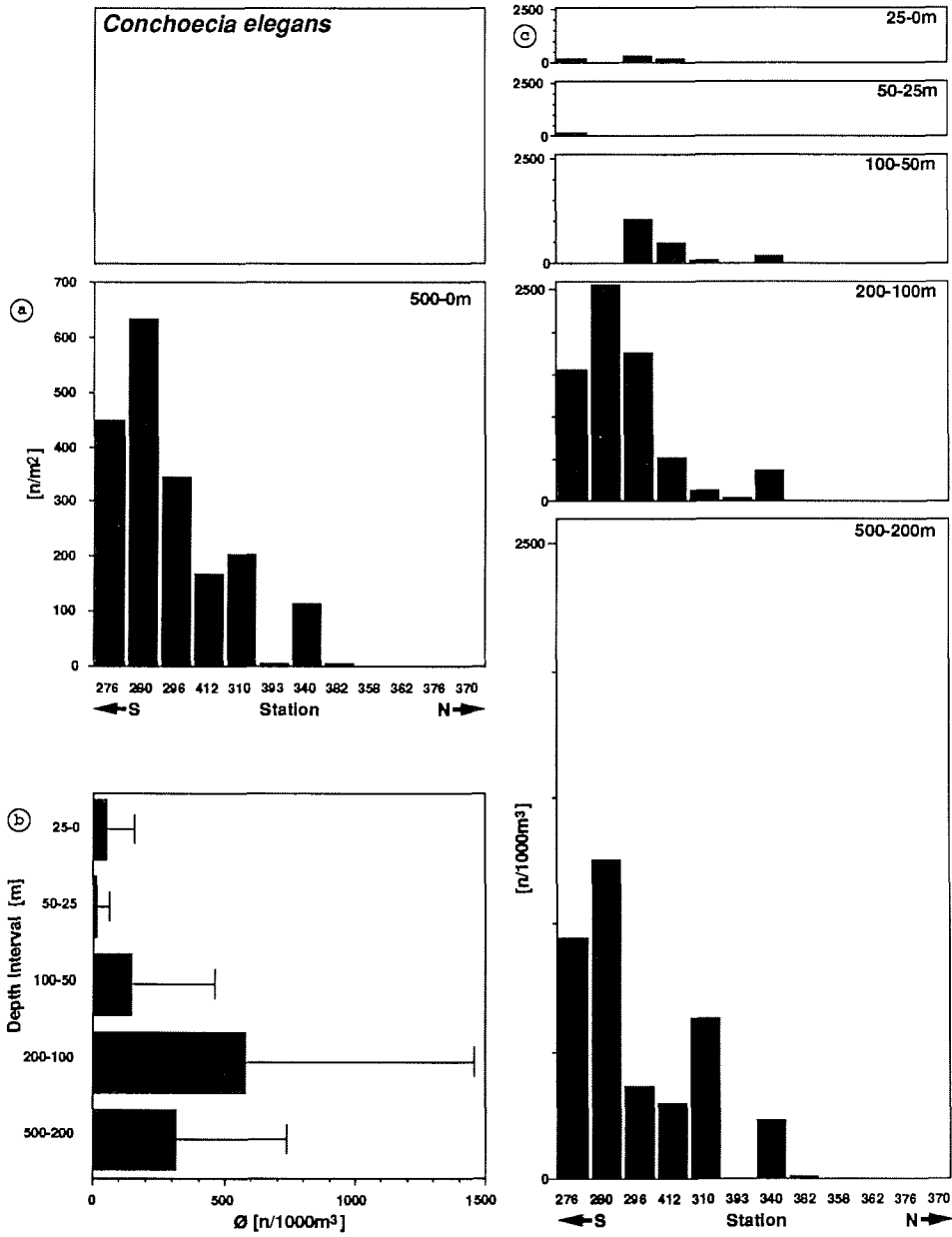
Für die in Fig. 4.20a dargestellte Längen-Häufigkeits-Verteilung von *C. elegans* wurden aufgrund geringer Individuenzahlen die Daten der Stationen 412 und 310 zusammengefaßt. *C. elegans* kam auf beiden Stationen mit In-

### *Conchoecia elegans*



**Fig. 4.20:** Length composition of *Conchoecia elegans* population; (a) length-frequency distribution on st. 412 and 310; horizontal (b) and vertical (c) variation in length composition, L MAX / L Ø/SD / L MIN: maximum / mean / minimum length per station (b) and per depth interval (c), L ΣØ: mean length for all samples.





**Fig. 4.21:** Horizontal and vertical distribution of *Conchoecia elegans*. Number of individuals per station (a), average concentration per depth interval (b) and concentration per sample (c), thickness of each block in (c) reflects extent of respective depth interval.

dividuen zwischen 0,9 und 2,2mm vor, nur auf der südlichsten Station 276 wurden einige deutlich kleinere Tiere mit einer Länge von 0,6mm festgestellt. Drei Modalklassen ließen sich in der Längen-Häufigkeits-Verteilung unterscheiden: 0,9-1,0mm, 1,3-1,4mm und 2,0-2,1mm. Wahrscheinlich gehörten die noch kleineren Tiere von St. 276 einer weiteren Größengruppe an. Auffällig zeigte sich bei *C. elegans* eine Dominanz von Tieren der größten Längengruppe. Hierbei handelte es sich um adulte Tiere, eitrage Weibchen mit Längen zwischen 1,9 und 2,3mm wurden auf den Stationen 276, 412, 310 und 382 angetroffen.

Das Längen-Gesamtmittel von *C. elegans* lag bei 1,66mm, die durchschnittliche Länge pro Stationen stieg von Süden nach Norden an (Fig. 4.20b). Besonders deutlich kam dieser Trend im Kurvenverlauf der minimalen Länge zum Ausdruck. Tiere von weniger als 0,9mm Länge waren nur auf St. 276 vertreten, nördlich von St. 310 (82°10'N) kamen ausschließlich über 1mm lange Exemplare vor. Während die adulten Tiere in allen fünf Tiefenstufen auftraten, wurden jüngere Exemplare von weniger als 1mm Länge ganz überwiegend unterhalb von 100m angetroffen (Fig. 4.20c).

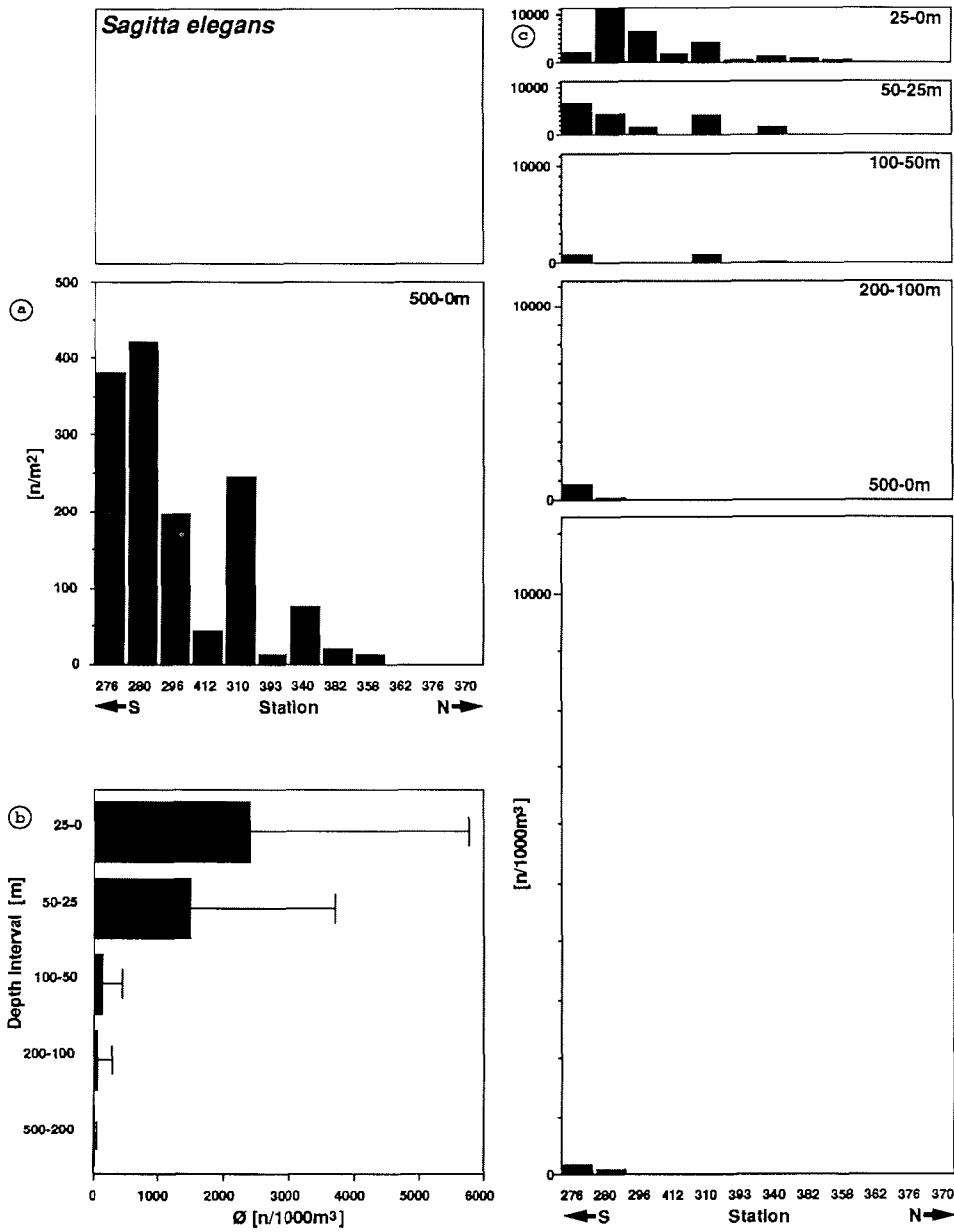
#### 4.2.3 Chaetognathen, incl. Längenverteilung

Die Chaetognathen stellten bezüglich ihrer Individuen- und Biomassebestände die wichtigste Gruppe außerhalb der Crustaceen dar. Insgesamt waren je zwei Arten der Gattungen *Sagitta* und *Eukrohnia* vertreten. Im Folgenden wird die Verteilung und Populationsstruktur der beiden wichtigsten Arten, *Sagitta elegans* und *Eukrohnia hamata*, näher dargestellt.

##### *Sagitta elegans*

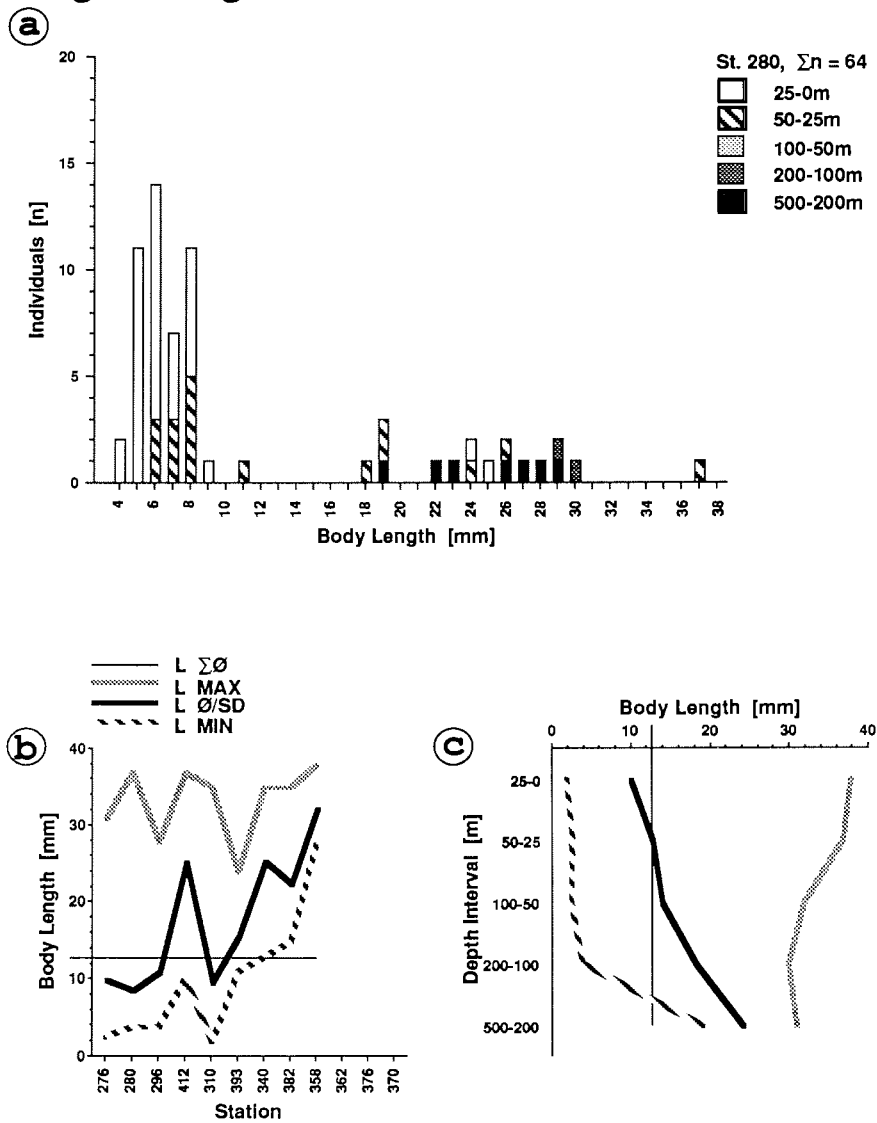
Nach ihrem durchschnittlichen Biomassebestand von ca. 46g/m<sup>2</sup> nimmt diese mit Tieren zwischen 3 und 38mm vertretene Art Platz acht der Rangliste ein. *S. elegans* war auf neun der zwölf Stationen vertreten (Fig. 4.22a), sie fehlte auf den drei nördlichsten Stationen 362, 376 und 370 (85-86°N). Der höchste Individuenbestand von 420n/m<sup>2</sup> wurde auf St. 280 (81°35'N) festgestellt, mehr als die Hälfte aller Tiere kamen auf den beiden südlichsten Stationen 276 und 280 vor. Die Stationen 412 und 393 (82°-82°50'N) des Nord-Süd-Schnittes fielen im Vergleich zu den benachbarten Stationen des Süd-Nord-Schnittes durch stark erniedrigte Individuenzahlen auf. Der durchschnittliche Individuenbestand pro Station lag bei 120n/m<sup>2</sup>.

Zwischen 25 und 0m trat *S. elegans* mit ca. 2400n/1000m<sup>3</sup> in der höchsten durchschnittlichen Dichte auf (Fig. 4.22b), unterhalb von 50m ging die Dichte um über 90% zurück, zwischen 500 und 200m lag die Individuenkonzentration nur noch bei ca. 20n/1000m<sup>3</sup>. Unterhalb von 100m war das Vorkommen von *S. elegans* auf die beiden südlichsten schelfnahen Stationen 276 und 280 beschränkt (Fig. 4.22c). Auf den Stationen 412, 393 und 382 (82°-83°20'N) des Nord-Süd-Schnittes sowie auf St. 358 (84°N) an der Nordgrenze ihres Verbreitungsgebietes kam *S. elegans* ausschließlich in der flachsten Fangstufe vor.



**Fig. 4.22:** Horizontal and vertical distribution of *Sagitta elegans*. Number of individuals per station (a), average concentration per depth interval (b) and concentration per sample (c), thickness of each block in (c) reflects extent of respective depth interval.

### *Sagitta elegans*



**Fig. 4.23:** Length composition of *Sagitta elegans* population; (a) length-frequency distribution on st. 280; horizontal (b) and vertical (c) variation in length composition,  $L \text{ MAX} / L \emptyset / \text{SD} / L \text{ MIN}$ : maximum / mean / minimum length per station (b) and per depth interval (c),  $L \Sigma \emptyset$ : mean length for all samples.

Die Längen-Häufigkeits-Verteilung von *S. elegans* auf St. 280 (81°35'N) ließ zumindest drei Größengruppen erkennen: Gruppe 1 bei ca. 4-9mm, Gruppe 2 zwischen 18 und 30mm und Gruppe 3 bei 37mm (Fig. 4.23a). Knapp drei Viertel aller Tiere von St. 280 gehörten der Größengruppe 1 an. Auffallend groß war der Abstand zwischen den Größengruppen 1 und 2, Tiere von 10-18mm Länge kamen jedoch auch auf den übrigen Stationen nur selten vor. Auf allen neun Stationen wurden ausschließlich Individuen mit unreifen (R1, siehe 3.2) und wenig entwickelten (R2) Gonaden angetroffen, letztere hatten eine Körperlänge von wenigstens 18mm.

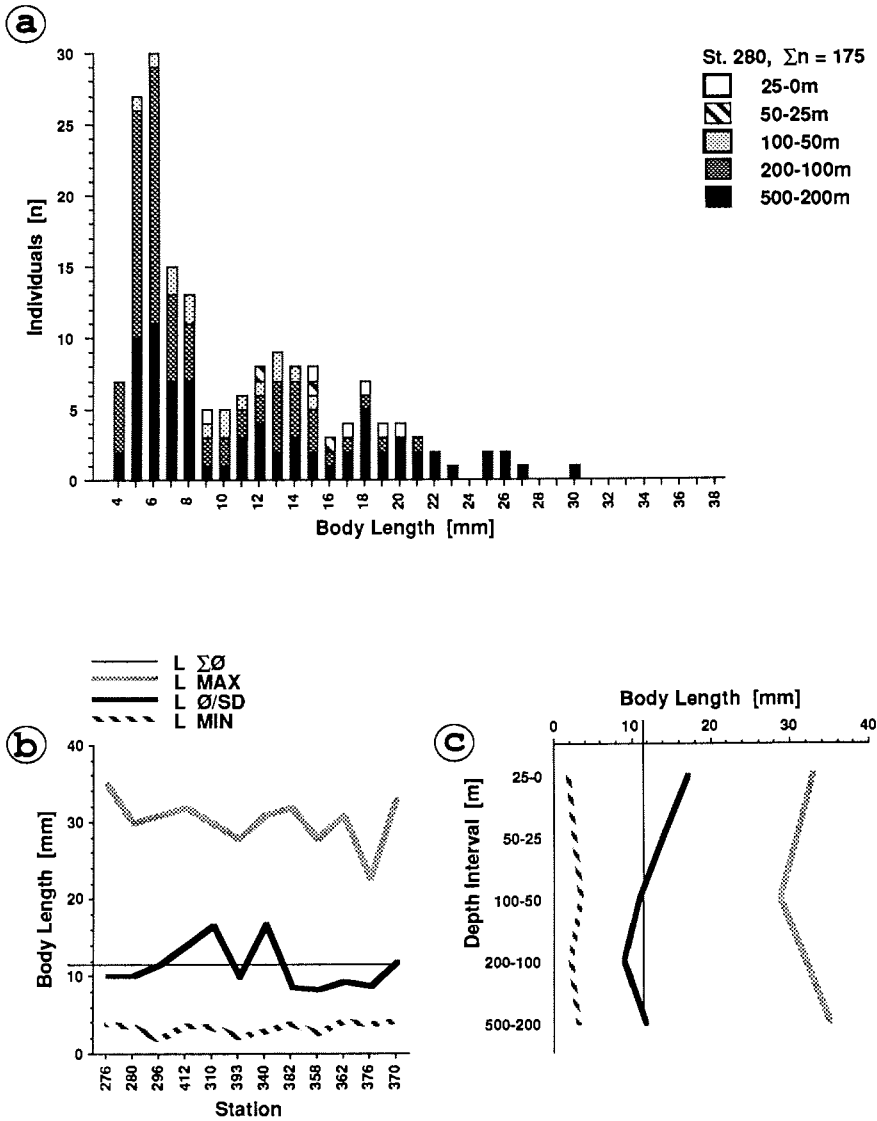
Der Längenmittelwert aller Tiere lag bei 12,7mm. Zwischen St. 276 und St. 358 stieg die minimale und die mittlere Länge pro Station von *S. elegans* stark an (Fig. 4.23b). Auf den Stationen 382 und 358 (83°20'-84°N) an der Nordgrenze des Verbreitungsgebietes fehlten Tiere der Größengruppe 1 nahezu vollständig, auch auf den Stationen 412 und 393 (82°-82°50'N) des Nord-Süd-Schnittes kamen nur über 8mm lange Individuen vor. Die Vertikalverteilung von Tieren der kleinsten Größengruppe war auf die oberen 200m beschränkt (Fig. 4.23c). In allen fünf Tiefenstufen traten dagegen die bis zu 30mm langen *S. elegans* auf. Exemplare der Größengruppe 3 mit Längen von mehr als 35mm wurden nur vereinzelt festgestellt und kamen ausschließlich oberhalb von 50m vor.

#### *Eukrohnia hamata*

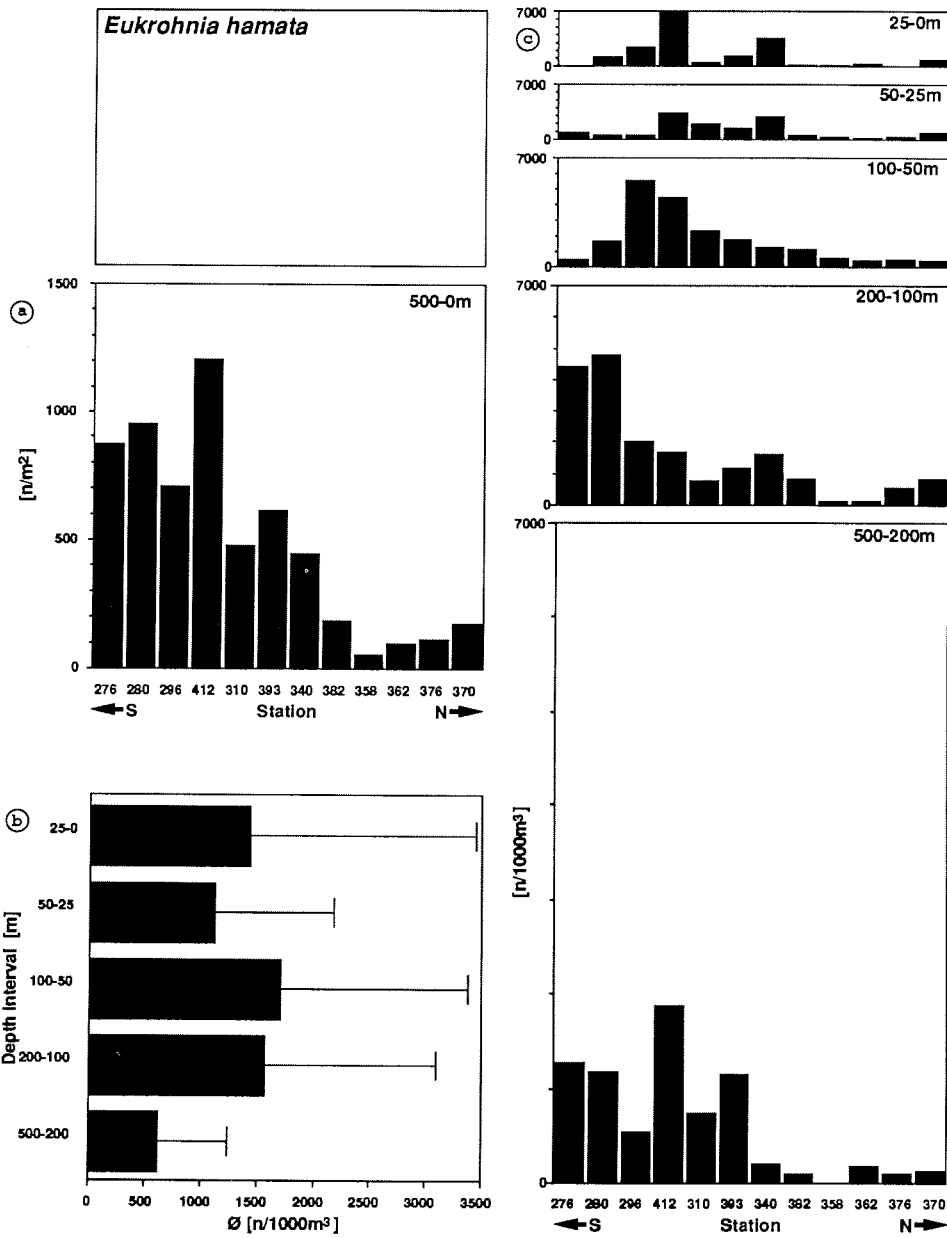
*Eukrohnia hamata* war mit einem durchschnittlichen Individuenbestand pro Station von knapp 500n/m<sup>2</sup> die häufigste Chaetognathenart und stand an neunter Stelle in der Rangliste der zehn individuenreichsten Arten. In der Rangliste der biomassereichsten Arten nahm *E. hamata* mit einem durchschnittlichen Bestand pro Station von knapp 170g/m<sup>2</sup> den fünften Platz ein und stellt damit die wichtigste Art außerhalb der Copepoden dar. *E. hamata* kam auf allen zwölf Stationen vor, der höchste Individuenbestand von 1200n/m<sup>2</sup> wurde auf St. 412 (82°N) des Nord-Süd-Schnittes festgestellt (Fig. 4.25a). Abgesehen von dieser Station ging der Bestand zwischen 81°30' und 84°N (St. 276-358) von 900 n/m<sup>2</sup> nahezu kontinuierlich um mehr als 95% bis auf ca. 50n/m<sup>2</sup> zurück. Zur nördlichsten St. 370 (86°N) hin stieg die Individuenzahl dann wieder gleichmäßig um mehr als das Dreifache an.

Zwischen 100 und 50m trat *E. hamata* mit ca. 1700n/1000m<sup>3</sup> in der größten durchschnittlichen Dichte auf (Fig. 4.25b), unterhalb von 200m war eine deutliche Konzentrationsabnahme feststellbar. Dennoch lag mit Ausnahme der Station 358 der größte Teil des Bestandes im gesamten Untersuchungsgebiet unterhalb von 100m vor, auf den beiden südlichsten, schelfnahen Stationen 276 und 280 wurden nahezu alle Individuen in diesem Tiefenbereich angetroffen (Fig. 4.25c). Oberhalb von 200m ließ sich nördlich dieser beiden Stationen eine Aufwärtsverlagerung des Verteilungsschwerpunktes erkennen, auf St. 412 (82°N) lag zwischen 25 und 0m mit knapp 7000n/1000m<sup>3</sup> die höchste Konzentration von *E. hamata* im Untersuchungsgebiet vor. Zwischen St. 393 und St. 340 (82°50'-83°N) nahm die Individuenzahl innerhalb der obersten 50m schlagartig ab, unterhalb von 200m zeigte sich ein vergleichbarer Bestandsrückgang bereits nördlich der Stationen 310 und 393 (82°10'-82°50').

*Eukrohnia hamata*



**Fig. 4.24:** Length composition of *Eukrohnia hamata* population; (a) length-frequency distribution on st. 280; horizontal (b) and vertical (c) variation in length composition, L MAX / L  $\emptyset$ /SD / L MIN: maximum / mean / minimum length per station (b) and per depth interval (c), L  $\Sigma\emptyset$ : mean length for all samples.



**Fig. 4.25:** Horizontal and vertical distribution of *Eukrohnia hamata*. Number of individuals per station (a), average concentration per depth interval (b) and concentration per sample (c), thickness of each block in (c) reflects extent of respective depth interval.

Nach der Längen-Häufigkeits-Verteilung von *E. hamata* auf St. 280 ließen sich zumindest vier Modalklassen unterscheiden (Fig. 4.24a): Gruppe 1 (4-8mm), Gruppe 2 (um 13mm), Gruppe 3 (um 18mm) und Gruppe 4 (25-30mm). Mehr als 50% aller Tiere der St. 280 gehörten der Größengruppe 1 an, auch auf allen übrigen Stationen waren Individuen mit Längen von höchstens 6mm vertreten (Fig. 4.24b). Die mittlere Länge pro Station bewegte sich zwischen 8 und 12mm und ließ keinen regionalen Trend erkennen. Lediglich auf den Stationen 310 und 340 (82°10'-83°N) spiegelte sich das zahlreiche Vorkommen größerer Tiere in erhöhten Durchschnittslängen von ca. 16mm wider. Der Längenmittelwert aller gemessenen Tiere lag bei 11,6mm. Auch bezüglich der Vertikalverteilung innerhalb der oberen 500m unterschieden sich die vier Größengruppen nicht grundlegend voneinander, Tiere von weniger als 5mm und mehr als 28mm Länge waren in allen Tiefenstufen vertreten. Der Verlauf der mittleren Länge zwischen 200 und 0m weist allerdings auf eine Zunahme des Anteiles größerer Tiere in den oberflächennahen Wasserschichten hin (Fig. 4.24c). Im gesamten Untersuchungsgebiet kamen ausschließlich Individuen mit unreifen (R1) oder wenig entwickelten (R2) Gonaden vor, die der Reifestufe 2 angehörenden Exemplare waren mindestens 16mm lang.

### 4.3 Gemeinschaftsanalyse

#### 4.3.1 Darstellung von Gruppierungsmustern: Clusteranalyse und Multidimensionale Skalierung

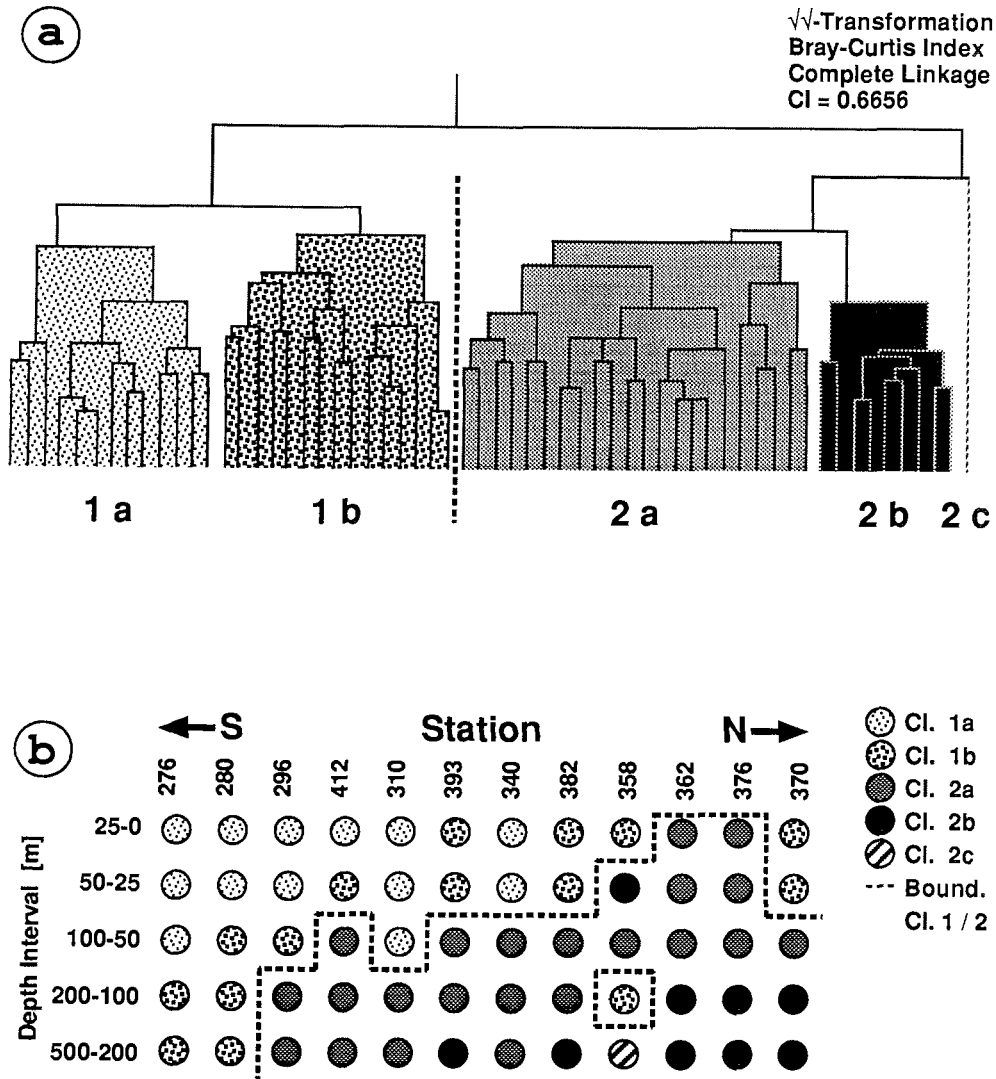
Während im vorhergehenden Kapitel die Darstellung der Verteilung einzelner Arten im Vordergrund stand, sollen im folgenden zunächst Proben und Stationen (1 Station = 5 Tiefenstufen = 5 Proben) hinsichtlich ihres Arten- und Individueninventares verglichen werden. Um herauszufinden, ob sich Unterschiede in der Zusammensetzung des Zooplanktons vor allem in horizontaler (Stationen) oder vertikaler (Tiefenstufen) Richtung bemerkbar machen, oder ob horizontale und vertikale Gradienten die Gliederung des Untersuchungsgebietes in ähnlichem Maße bestimmen, wurde zunächst eine aus allen 60 Einzelproben bestehende Datenmatrix analysiert. Da die hydrographischen Ergebnisse aus dem Nansen-Becken neben der für das gesamte Nordpolarmeer typischen vertikalen Schichtung auch eine latitudinale Zonierung erkennen ließen, wurde anschließend die Ähnlichkeit der Stationen genauer untersucht. Hierbei sollte insbesondere geklärt werden, wie sich einerseits Veränderungen in der Häufigkeit der Arten (Abundanzen) und andererseits Verschiebungen im Artenspektrum (Präsenz bzw. Absenz) auf das Gruppierungsmuster auswirken.

In einer Umkehrung des zuvor geschilderten Verfahrens wurde anschließend untersucht, welche Arten hinsichtlich ihrer Verteilung über die einzelnen Proben die größte Ähnlichkeit aufwiesen. Aus der Zusammensetzung der Artencluster ließ sich ableiten, welche grundlegenden Verteilungstypen auftraten und welche Gemeinschaft wo vorherrschte.

#### Gruppierung der Einzelproben

Der Clusteranalyse lagen  $\sqrt{V}$ -transformierte Individuendichten aller 48 nach Stationen sortierten und in mehr als einer Probe vertretenen Taxa zugrunde. Als Distanzmaß wurde der gegenüber Doppel-Nullstellen unempfindliche Bray-Curtis-Index gewählt. Die Gruppierung erfolgte nach dem "Complete Linkage" Verfahren. Das hieraus resultierende Dendrogramm (Fig. 4.26a) ließ zwei Haupt-Cluster erkennen. Cluster 1 (links) zeigte einen deutlich dichotomischen





**Fig. 4.26:** Similarity between individual samples, cluster dendrogram (a) and schematic representation of spatial relationship between samples (b). Dendrogram based on abundance data, different shading patterns indicate different clusters, dotted line represents boundary between cluster 1 and cluster 2.

tomen Aufbau, Cluster 1a und Cluster 1b bildeten klar abgegrenzte, ähnlich große Untergruppen. Die Struktur von Cluster 2 (rechts) war komplexer, neben einer größeren (Cluster 2a) und einer kleineren Untergruppe (Cluster 2b) enthielt es ein vollkommen isoliertes Element (Cluster 2c: St. 358, 500-200m).

In der Verteilung der Proben auf einzelne Cluster zeigte sich ein klares räumliches Muster (Fig. 4.26b). Nur die beiden südlichsten Stationen 276 und 280 gehörten komplett (500-0m) dem Cluster 1 an, Cluster 2 enthielt andererseits alle zehn Proben der im nördlichen Nansen-Becken gelegenen Stationen 362 und 376 (85°-85°20'N). Von St. 296 (81°50'N) bis St. 358 (84°N) erstreckte sich eine Übergangszone, in der die flacheren Proben jeder einzelnen Station stets Cluster 1 angehörten, die tieferen dagegen Cluster 2. Der durch die von Süden nach Norden ansteigende Trennlinie) markierte Grenzbereich zwischen Cluster 1 und 2 befand sich dort in einer Tiefe von 100 bis 25m (vgl. Tab. 2.2).

Der Einfluß sowohl horizontaler als auch vertikaler Gradienten in der Planktonzusammensetzung auf die Gruppierung der Proben trat somit innerhalb der Übergangszone deutlich hervor. Nur St. 358 wich mit der zu Cluster 1 gehörenden Probe aus 200 bis 100m Tiefe vom allgemeinen Trend ab. Bemerkenswert war weiterhin, daß die beiden oberflächennahen Proben der nördlichsten St. 370 ebenfalls dem Cluster 1 angehörten.

Das bei der Aufteilung der Proben in Cluster 1 und Cluster 2 festgestellte Muster setzte sich auch innerhalb der beiden Untergruppen fort. Cluster 1a gehörten vorwiegend oberflächennahe Proben der Stationen des Süd-Nord-Schnittes an, Cluster 1b vorwiegend Proben aus größerer Tiefe sowie Proben der weiter nordwärts gelegenen Stationen des Nord-Süd-Schnittes. Cluster 2a enthielt tiefe Proben der weiter südlich gelegenen Stationen und Proben der nördlichen Stationen aus geringerer Tiefe, Cluster 2b enthielt fast ausschließlich tiefe Proben der nördlichsten Stationen sowie der Stationen 393 und 382 des Nord-Süd-Schnittes.

Insgesamt zeigte die Analyse der 60 Einzelproben, daß sowohl horizontale als auch vertikale Variationen in der Verteilung des Zooplanktons das Ähnlichkeitsgefüge entscheidend beeinflussten. Veränderungen entlang der beiden Schnitte traten besonders deutlich im südlichen und nördlichen Randbereich des Nansen-Beckens hervor. Hier ließen sich zwei Regionen mit einer jeweils über den gesamten Tiefenbereich hinweg einheitlichen Planktonzusammensetzung abgrenzen. Dazwischen (82-84°N) erstreckte sich eine vorwiegend vertikal gegliederte Übergangszone, in der sich die Gemeinschaften des südlichen und nördlichen Nansen-Beckens keilförmig überlagerten.

#### Gruppierung der Stationen

Unter Verwendung von zwei Transformations- und drei Approximationsverfahren wurde die horizontale Gliederung des Nansen-Beckens genauer untersucht. Aufgrund der gewählten Kombination dieser Verfahren nahm der Einfluß der Abundanzen auf die Ähnlichkeit von Stationen in vier Stufen ab, während andererseits die Bedeutung des Vorhandenseins bzw. des Nicht-Vorhandenseins von Arten (Präsenzen) im gleichen Maße anstieg. Die den Analysen zugrundeliegende Datenmatrix enthielt die Bestandswerte ( $n/m^2$ , 500-0m) der bereits auf S. 76 erwähnten 48 Taxa auf allen zwölf Stationen. Die vier Distanzmatrizen wurden jeweils als Clusterdendrogramm (Fig. 4.27a-d)

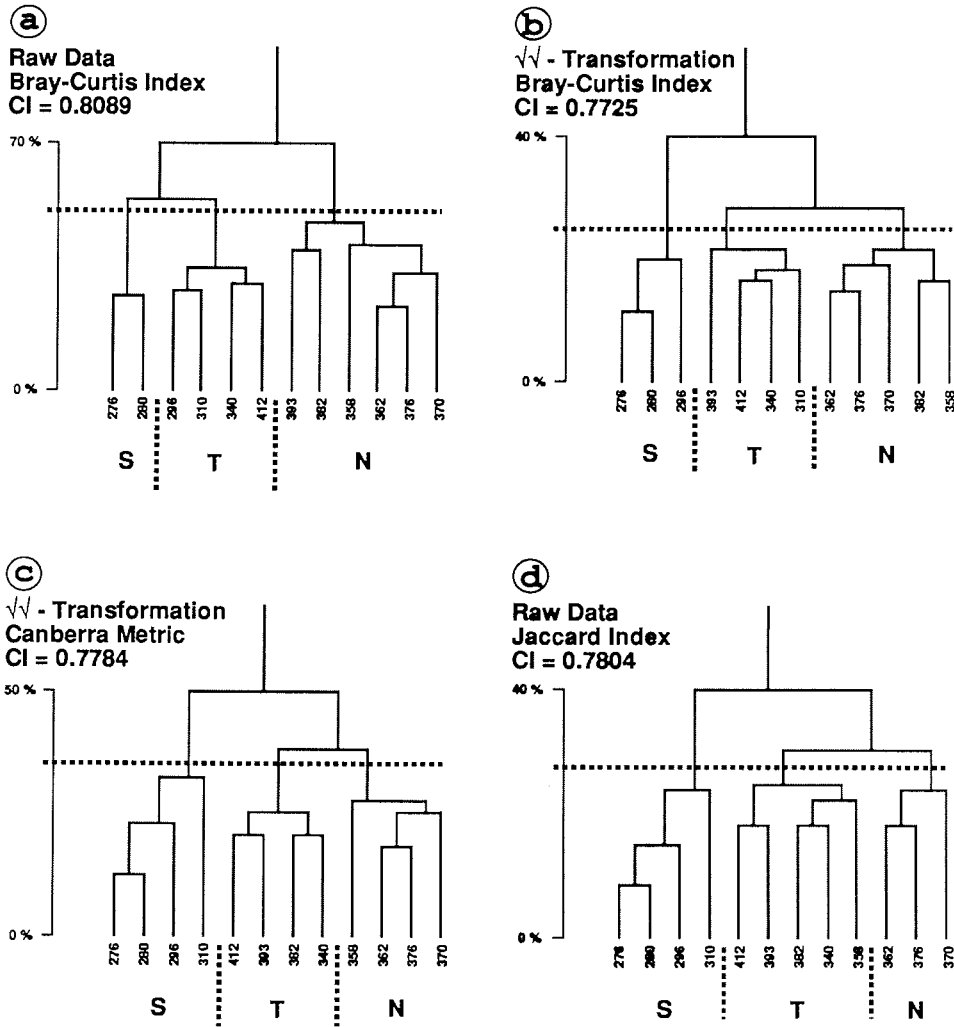
und als MDS plot (MDS = Multidimensionale Skalierung) dargestellt (Fig. 4.28a-d).

#### a) Clusteranalyse

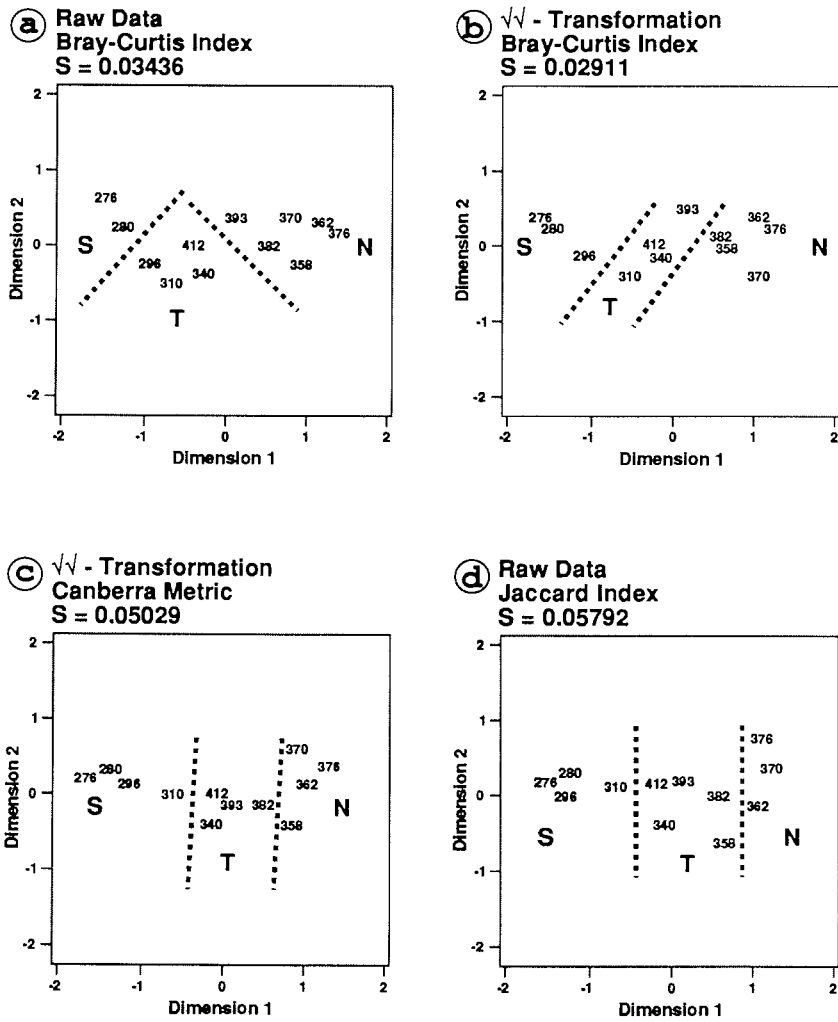
In Fig. 4.27a ist das aus der Analyse von Rohdaten mit Hilfe des Bray-Curtis-Index abgeleitete Clusterdendrogramm dargestellt. Aufgrund der hohen Empfindlichkeit des Bray-Curtis-Index gegenüber der Größe von Zahlen beeinflussten Häufigkeitsunterschiede zwischen einzelnen Taxa und Stationen die Gruppierung besonders stark. Auf dem Distanz-Niveau von ca. 50% ließen sich drei Stationsgruppen trennen: Gruppe "Süd" (S) mit den beiden südlichsten, durch die mit Abstand höchsten Gesamtabundanzen (Fig. 4.1a) gekennzeichneten Stationen 276 und 280, Gruppe "Übergang" (T = Transition) mit den Stationen 296, 310 und 340 sowie der St. 412 (81°50'-83°N) des Nord-Süd-Schnittes und Cluster "Nord" (N) mit den vier nördlichsten Stationen 358, 362, 376 und 370 (84-86°N) sowie den Stationen 393 und 382 des Nord-Süd-Schnittes. Die Stationsgruppen "Süd" und "Übergang" bildeten oberhalb des Distanz-Niveaus von 60% ein gemeinsames Cluster.

Durch eine  $\sqrt{\sqrt{\cdot}}$ -Transformation wurde der Einfluß von Häufigkeitsunterschieden auf die Ähnlichkeit der Stationen abgeschwächt (Fig. 4.27b). Dies kam in der deutlich verringerten maximalen Distanz von 40% klar zum Ausdruck. Sowohl in der Hierarchie als auch in der Zusammensetzung der Stationsgruppen traten Veränderungen auf. Die Gruppe "Übergang" bildete auf dem Distanzniveau von ca. 30% ein Cluster mit der Gruppe "Nord". Die jeweils südlichsten Stationen der ehemaligen Gruppen "Übergang" und "Nord", St. 296 und St. 393, gehörten nun den nach Süden benachbarten Gruppen "Süd" bzw. "Übergang" an. Die Verwendung des Canberra-Metric-Index (Fig. 4.27c), dessen Empfindlichkeit gegenüber sehr großen oder sehr kleinen Zahlen wesentlich geringer ist als die des Bray-Curtis-Index, führte abermals zu einer Verschiebung der südlichsten Stationen der Gruppen "Übergang" und "Nord" in die Gruppen "Süd" und "Übergang". Das mit Hilfe des allein auf Präsenzen bzw. Absenzen ansprechenden Jaccard-Index erstellte Dendrogramm (Fig. 4.27d) unterschied sich gegenüber dem vorhergehenden durch die südwärtige Verlagerung der St. 358 von Gruppe "Nord" zur Gruppe "Übergang".

Mit der Abnahme des Einflusses der Abundanzen und dem Anstieg der Bedeutung reiner Präsenzen fand also eine systematische Verschiebung der Grenzen zwischen den drei Stationsgruppen nach Norden statt. Quantitative Veränderungen in der Planktonzusammensetzung gingen den qualitativen Veränderungen stets voraus. Die fünf Stationen mit einer wechselnden Clusterzugehörigkeit (296, 310, 393, 382, 358) lagen alle innerhalb des vorwiegend vertikal zonierten Übergangsbereiches aus Fig. 4.26b. Das auf  $\sqrt{\sqrt{\cdot}}$ -transformierten Daten basierende und mit Hilfe des Bray-Curtis-Index erstellte Dendrogramm in Fig. 4.27b spiegelt die am Südrand des Nansen-Beckens und bei 83°N festgestellten Veränderungen in der Häufigkeit und Zusammensetzung des Zooplanktons besonders gut wider. Es wird als Grundlage für die Beschreibung der Stationsgruppen in Kapitel 4.3.2 verwendet.



**Fig. 4.27:** Similarity between stations (500-0m), cluster analysis. Dendrograms based on abundance data and average linkage procedure, horizontal dotted lines indicate critical distance levels, vertical dotted lines represent cluster boundaries between station groups South (S), Transition (T) and North (N).



**Fig. 4.28:** Similarity between stations, multidimensional scaling. Similar distance matrixes as in Fig. 4.27, all plots based on Kruskal procedure, S: stress factor, dotted lines represent cluster boundaries from Fig. 4.27.

##### b) Multidimensionale Skalierung

Die Multidimensionale Skalierung stellt Ähnlichkeiten zwischen Objekten (Distanzmatrix) als räumliche Abstände dar. Ein hierarchisches System von Gruppen und Untergruppen ist daher nicht das primäre Ergebnis dieses Abbildungsverfahrens. Anhand eines MDS-Plots läßt sich jedoch sofort erkennen, ob die einzelnen Objekte klar abgrenzbaren Einheiten angehören oder Bestandteile eines alle Objekte umfassenden Ähnlichkeitsgradienten darstellen.

In allen vier MDS-Plots dominierte die Spreizung der Stationen entlang der Dimension 1 (Fig. 4.28a-d). Die Anordnung der Stationen entsprach weitgehend ihrer Reihenfolge nach dem Breitengrad, die südlichen Stationen befanden sich links, die nördlichen rechts. Approximationsverfahren mit einer stärkeren Gewichtung der Abundanzwerte (Fig. 4.28a, b) führten zu einer Abgrenzung der beiden südlichsten Stationen 276 und 280. Auch die Trennung zwischen den Stationsgruppen "Übergang" und "Nord" trat klarer hervor als in den übrigen MDS-Plots. Insgesamt spiegelte sich in der Anordnung der Stationen die Verteilungskurve der Gesamtabundanz (Fig. 4.1a) deutlich wider. Das anhand  $\sqrt{V}$ -transformierter Daten mit Hilfe des Bray-Curtis-Index erstellte Diagramm zeigte unter allen vier MDS-Plots die beste Übereinstimmung mit der Distanzmatrix (niedrigster Stressfaktor).

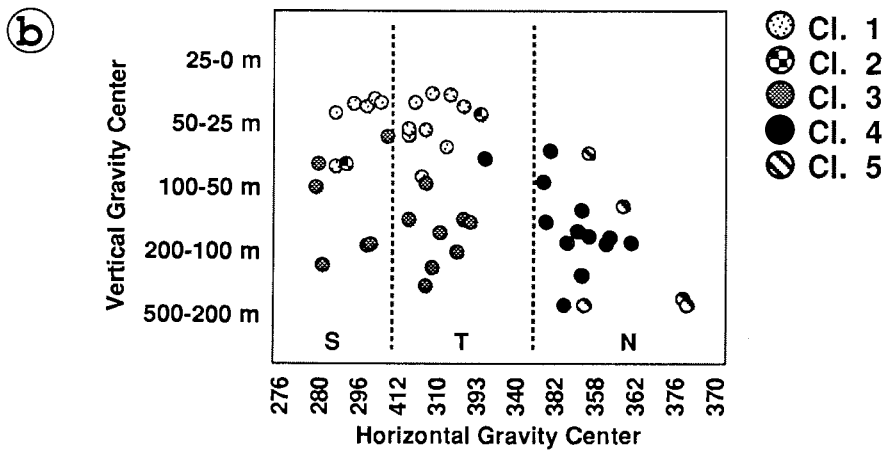
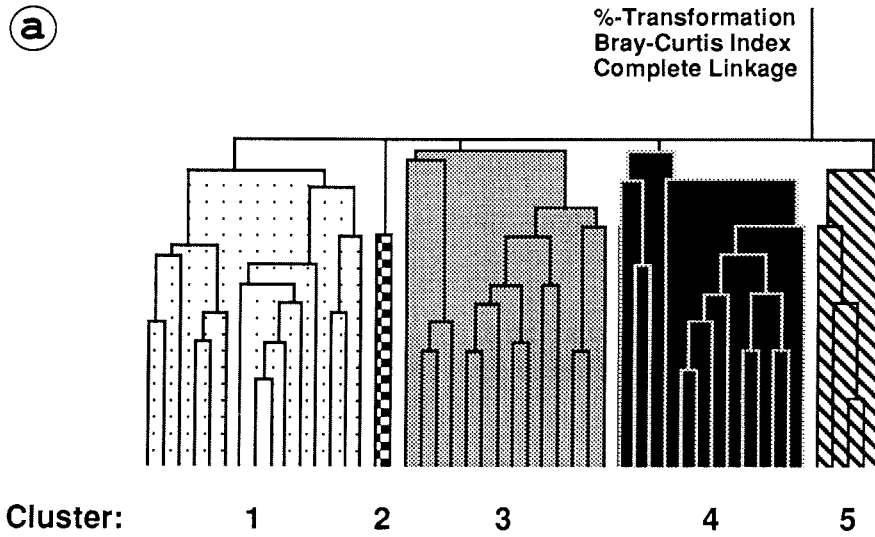
Mit einem wachsenden Einfluß der An- bzw. Abwesenheit einzelner Arten auf die Ähnlichkeit von Stationen verloren die Stationsgruppen "Übergang" und "Nord" ihre Eigenständigkeit (Fig. 4.27c, d). Besonders die Stationen 412, 393 und 382 des Nord-Süd-Schnittes rückten nahe aneinander. Tatsächlich wiesen die Stationsgruppen "Nord" und "Übergang" doppelt so viele gemeinsam vorkommende Arten auf als "Süd" und "Übergang" (s.u., Fig. 4.30). Eine klar abgegrenzte Einheit bildeten die drei südlichsten Stationen 276, 280 und 296, die durch Übereinstimmungen im Arteninventar und in der Stadienzusammensetzung dominanter Copepodenarten (siehe 4.2.1) gekennzeichnet waren.

Insgesamt bestätigte sich der bereits in Fig. 4.26 andeutende graduelle Charakter (Übergangszone St. 296-358) einer von Süden nach Norden fortschreitenden Umwandlung in der Planktonzusammensetzung. Das lineare und in allen vier MDS-Plots weitgehend erhaltene Anordnungsmuster der Stationen wies auf eine enge Verzahnung zwischen den Veränderungen im Zooplanktonbestand und den Verschiebungen im Artenspektrum entlang der Schnitte hin.

##### Gruppierung der Arten

Abweichend von der bisherigen Vorgehensweise soll im folgenden mit Hilfe der Clusteranalyse untersucht werden, welche Arten bzw. Taxa ähnliche Verteilungsmuster aufwiesen, welche Verteilungstypen auftraten und welche Gemeinschaften wo vorherrschten. Grundlage der Analyse war eine Datenmatrix mit den Abundanzwerten der 48 bereits auf S. 76 näher bezeichneten Taxa in allen 60 Einzelproben.

Da Ähnlichkeiten zwischen Verteilungsmustern sich allein in der Übereinstimmung von "Konturen" ausdrücken und nicht von absoluten Häufigkeitswerten abhängen, wurde die Datenmatrix %-normiert. Die Gesamtzahl der Tiere jeder einzelnen Art in allen 60 Proben entsprach 100%. Als Distanzmaß wurde der Bray-Curtis-Index gewählt. Die Darstellung im Dendrogramm erfolgte nach dem "Complete Linkage" Verfahren, um bei der großen Zahl von Objekten die Gruppierungen möglichst deutlich hervorzuheben. Als direkte Folge dieses Verfahrens traten im Dendrogramm zwischen Clustern höherer Ordnung Distanzen von bis zu 100% auf.



**Fig. 4.29:** Similarity between distribution patterns of species (a) and schematic representation of major distribution types (b). Dots in (b) represent individual species, different shading patterns correspond to different clusters in (a), species are oriented according to their horizontal and vertical center of distribution. Vertical dotted lines represent cluster boundaries from Fig. 4.27 b

Auf dem maximalen Distanzniveau von 100% ließen sich fünf Haupt-Cluster unterscheiden (Fig. 4.29a). Um die Interpretation des Dendrogrammes zu erleichtern, wurden die nach der Clusterzugehörigkeit markierten Arten jeweils gegen ihren horizontalen und vertikalen Verteilungsschwerpunkt aufgetragen (Fig. 4.29b).

Cluster 1 enthielt ausschließlich Arten mit einem in der südlichen Hälfte des Nansen-Beckens gelegenen und relativ flachen Verteilungsschwerpunkt. Sechs der zehn häufigsten Arten gehörten diesem Cluster an (Tab. 4.3) Cluster 2 beinhaltete neben *Thysanoessa longicaudata* die nicht nach Arten getrennten Gammariden, beide waren durch eine lückenhafte Präsenz bzw. ein Fehlen im nördlichen Teil des Nansen-Beckens und einen flachen Verteilungsschwerpunkt gekennzeichnet. Cluster 3 umfaßte vorwiegend Taxa mit einem südlichen und tiefen Verteilungsschwerpunkt, darunter auch die beiden individuenreichsten Cnidarierarten *Aglantha digitale* und *Dimophyes arctica*. In Cluster 4 befanden sich vorwiegend Arten mit einem nördlichen und tiefen Verteilungsschwerpunkt. *Spinocalanus longicornis* war der einzige Vertreter aus der Gruppe der zehn häufigsten Arten, *Sagitta maxima* stellte eine besonders typische Art für dieses Verbreitungsmuster dar. Cluster 5 enthielt ausschließlich Arten mit einem sehr weit nördlich gelegenen Verteilungsschwerpunkt, die mit Ausnahme von *Mormonilla minor* nur in extrem geringen Individuenzahlen vorkamen.

**Tab. 4.3:** Species composition of the five major clusters from Fig. 4.29. Sequence of species within each column corresponds to the arrangement within each cluster from left to right.

Cluster 1: "south/shallow"	Cluster 2: "south/rare"	Cluster 3: "south/deep"	Cluster 4: "north/deep"	Cluster 5: "north/rare"
(n = 14)	(n = 2)	(n = 14)	(n = 13)	(n = 5)
<i>O. similis</i> *	Gammaridea	<i>M. lucens</i>	<i>P. glacialis</i>	<i>M. minor</i>
<i>C. glacialis</i>	<i>Th. longicaudata</i>	Balanidae	Bopyridae	<i>Lanceola</i>
<i>Ps. elongatus</i> *		<i>S. princeps</i>	<i>Ch. obtusifrons</i>	<i>H. bigelowi</i>
<i>C. finmarchicus</i> *		<i>F. borealis</i>	<i>A. glacialis</i>	<i>H. platygonon</i>
<i>Th. abyssorum</i>		<i>M. longa</i> *	<i>H. compactus</i>	<i>Th. libellula</i>
<i>E. hamata</i> *		<i>M. pygmaeus</i> *	<i>Sp. magnus</i>	
<i>L. helicina</i>		<i>D. arctica</i>	<i>O. borealis</i>	
<i>S. elegans</i>		<i>H. norvegicus</i>	<i>S. maxima</i>	
<i>C. fin. gla. &lt; CIV</i>		<i>C. borealis</i> *	<i>T. brevis</i>	
<i>C. hyperboreus</i> *		<i>C. elegans</i>	<i>H. acutifrons</i>	
<i>O. vanhoeffeni</i> *		Polychaeta	<i>Sc. magnus</i>	
<i>C. limacina</i>		<i>P. norvegica</i>	<i>Sp. longicornis</i> *	
Pluteus-Larven		<i>G. tenuispinus</i>	<i>G. brevispinus</i>	
<i>B. cucumis</i>		<i>A. digitale</i>		
<i>M. ovum</i>				

\* = belonging to the "top ten" most abundant species (see Fig. 4.4)



#### 4.3.2 Beschreibung der Stationsgruppen

Grundlage der folgenden Betrachtungen sind die drei in Fig. 4.27b dargestellten Stationsgruppen "Süd" (S), "Übergang" (T = Transition) und "Nord" (N).

##### Abundanz und Biomasse, Artenspektrum

Alle drei Stationsgruppen unterschieden sich hinsichtlich des durchschnittlichen Individuenbestandes pro Station signifikant voneinander (U-Test, Tab. 4.5, 4.6). Der höchste Bestand von ca. 34000n/m<sup>2</sup> lag in der Stationsgruppe "Süd" vor, in der Stationsgruppe "Nord" erreichte die Individuenzahl mit 6300n/m<sup>2</sup> nur noch knapp ein Fünftel dieses Wertes. Auch der durchschnittliche Biomassebestand war in der Stationsgruppe "Nord" mit 1,4g/m<sup>2</sup> signifikant niedriger als in den Stationsgruppen "Übergang" (3,9g/m<sup>2</sup>) und "Süd" (5,0g/m<sup>2</sup>). Zwischen "Übergang" und "Süd" ließ sich dagegen kein signifikanter Unterschied in der Biomasse nachweisen.

Die Artenspektren der drei Stationsgruppen "Süd", "Übergang" und "Nord" unterschieden sich nur geringfügig. Den 16 auf allen Stationen vertretenen Taxa standen drei gegenüber, die (mit Ausnahme eines Einzeltieres) ausschließlich im Bereich der kleinsten Stationsgruppe "Süd" auftraten und zwei, die nur innerhalb der größten Stationsgruppe "Nord" festgestellt wurden (Fig. 4.30). Auf den Stationen der Gruppe "Übergang" kamen ausschließlich Arten vor, die auch in mindestens einer der beiden übrigen Stationsgruppen vertreten waren.

Die drei ausschließlich in der Stationsgruppe "Süd" festgestellten Taxa, neben der seltenen Hydromedusen-Art *Sarsia princeps* auch die sehr individuenreichen Balaniden-Nauplii und Echinodermaten-Plutei, durchlaufen während ihres Lebens eine benthische Phase. Sie sind daher in ihrer Verbreitung an die Schelfregion gebunden. Die beiden in ihrem Vorkommen auf die Stationsgruppe "Nord" beschränkten Hydromedusen-Arten, *Haliscera bigelowi* und *Homoeonema platygonon*, waren nur mit sehr wenigen Exemplaren im Probenmaterial vertreten.

Fünf Arten traten sowohl in der Stationsgruppe "Süd" als auch in der Stationsgruppe "Übergang" auf. Doppelt so hoch war die Artenzahl für das Stationsgruppenpaar "Übergang"/"Nord", Copepoden stellten allein acht dieser zehn Arten. Keine der insgesamt 20 nur in einer oder zwei benachbarten Stationsgruppen vorkommenden Arten zählte zu den zehn häufigsten der Rangliste (Fig. 4.4). Unter den 16 auf allen Stationen vertretenen Arten gehörten dagegen neun dieser Spitzengruppe an (*Pseudocalanus elongatus* war als zehnte Art nur auf elf der zwölf Stationen präsent). Die Mehrheit der in ihrer Verbreitung auf bestimmte Stationsgruppen beschränkten Arten kam also nur in geringer Häufigkeit vor.



Dominanz, Charakterarten und Diversität

Die fünf in der Reihenfolge abnehmender Bedeutung genannten Copepodenarten *Calanus finmarchicus* (nur Weibchen und CV berücksichtigt), *Metridia longa*, *Oithona similis*, *Pseudocalanus elongatus* und *Microcalanus pygmaeus* stellten in den Stationsgruppen "Süd", "Übergang" und "Nord" die jeweils drei häufigsten Taxa dar (Tab. 4.4). *Metridia longa* gehörte als einzige der fünf Arten in allen Stationsgruppen zu den drei Arten mit der höchsten Dominanz. Alle drei Arten der Stationsgruppe "Übergang" waren auch in mindestens einer der beiden übrigen Stationsgruppen dominant. Der Anteil der drei häufigsten Arten am Gesamtindividuenbestand der Stationsgruppen nahm von über 50% in Gruppe "Süd" auf 40% in Gruppe "Nord" ab. Die Stationsgruppe "Übergang" war durch ein besonders starkes Dominanzgefälle zwischen den drei Arten gekennzeichnet, die Stationsgruppe "Nord" durch ein vergleichsweise geringes.

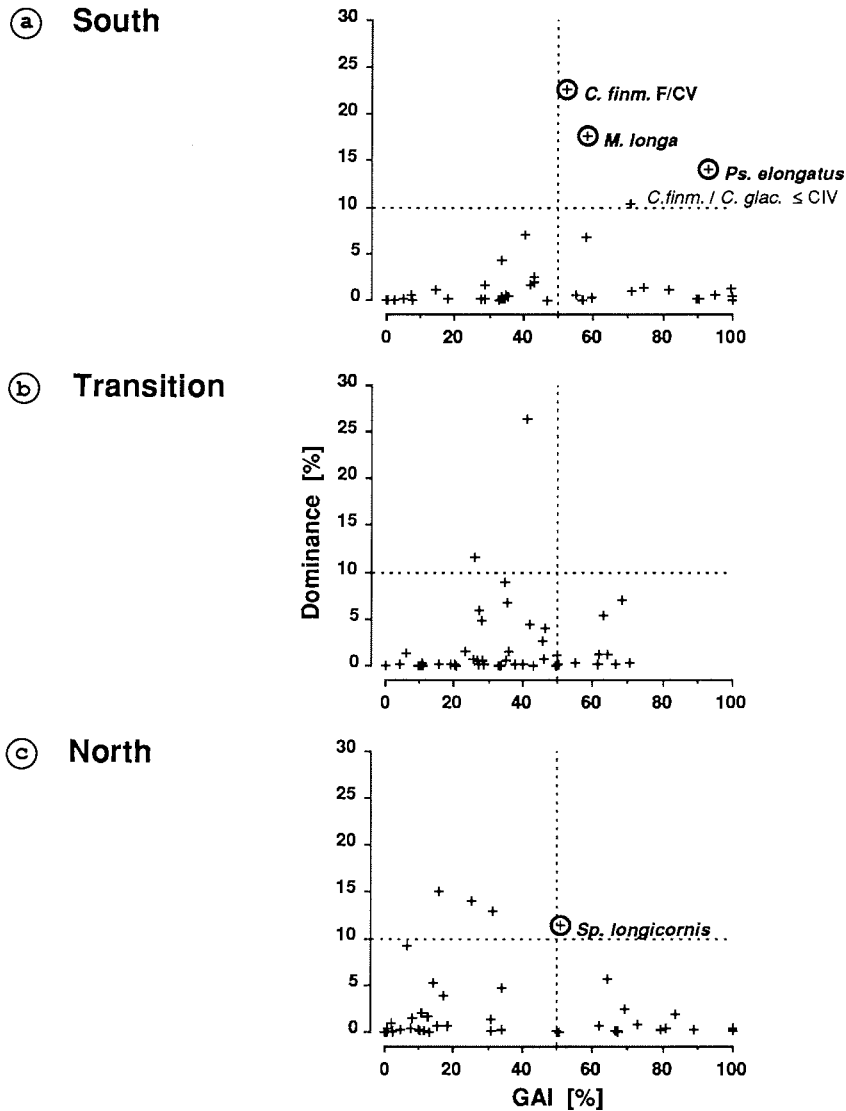
Unter den dominanten Arten der zwölf einzelnen Stationen und der fünf Tiefenstufen waren ausschließlich die fünf in Tab. 4.4 genannten Copepodenarten vertreten. Auch in den 60 Einzelproben stand jeweils eine von insgesamt neun Copepodenarten nach der prozentualen Häufigkeit an erster Stelle. Die größte Vielfalt dominanter Arten (7) trat im Bereich der Stationsgruppe "Nord" auf, keine einzige Art dominierte dagegen ausschließlich in Proben der Gruppe "Übergang".

**Tab. 4.4:** Dominant species within station groups. Species abundance as percentage of total number of individuals per station group.

Rank	South	[%]	Transition	[%]	North	[%]
1	<i>C. finmarchicus</i>	22.6	<i>C. finmarchicus</i>	26.3	<i>M. longa</i>	15.1
2	<i>M. longa</i>	17.6	<i>M. longa</i>	11.5	<i>O. similis</i>	14.1
3	<i>Ps. elongatus</i>	14.0	<i>O. similis</i>	8.9	<i>M. pygmaeus</i>	12.9
Σ		54.3		46.8		42.1

Die faunistische Eigenheit eines Gebietes wird allein durch die Aufzählung der ausschließlich dort vorkommenden Arten oder der dominanten Arten nur unzureichend erfaßt. Erst die Verknüpfung beider Kriterien, der regionalen Konzentration des Vorkommens und der auffälligen Häufigkeit, gestattet eine zutreffendere Beschreibung von Charakterarten. Als Maß der Konzentration einzelner Arten auf eine Stationsgruppe wurde der GAI-Index (degree of association with respect to numbers of individuals, siehe 3.5.3) gewählt, als Maß der relativen Häufigkeit die Dominanz. Außerdem wurde die Präsenz innerhalb der Stationsgruppe als Ausschlußkriterium hinzugezogen.

## Character Species



**Fig. 4.31:** Character species of station groups South (a), Transition (b) and North (c). Species (+) arranged according to dominance (lower limit: horizontal dotted line) and GAI index (degree of association with respect to numbers of individuals, lower limit: vertical dotted line) within each station group, character species indicated by encircled crosses.

Die Auswahl erfolgte anhand folgender Schrankenwerte:

- Präsenz innerhalb der Stationsgruppe = 100%
- GAI-Index  $\geq$  50%
- Dominanz innerhalb der Stationsgruppe  $\geq$  10%

Die Stationsgruppe "Süd" (Fig. 4.31a) wies mit *Calanus finmarchicus* (nur Weibchen und CV berücksichtigt), *Metridia longa* und *Pseudocalanus elongatus* drei zu den Copepoden gehörende Charakterarten auf. *C. finmarchicus* war mit dem höchsten Individuenbestand in dieser Stationsgruppe vertreten, *Ps. elongatus* mit dem höchsten Anteil seines gesamten Individuenbestandes. Für die Stationsgruppe "Übergang" (Fig. 4.31b) fand sich, ihrer Eigenschaft als Überschneidungszone entsprechend, keine Charakterart. Auch in der Stationsgruppe "Nord" erfüllte *Spinocalanus longicornis* nur knapp die gestellten Bedingungen" (Fig. 4.31c).

Mit Hilfe des U-Tests wurde geprüft, ob die Individuenbestände der Charakterarten in "ihren" Stationsgruppen signifikant über denen der übrigen Stationsgruppen lagen. Alle drei Charakterarten der Stationsgruppe "Süd" traten dort hochsignifikant häufiger auf als in der Stationsgruppe "Nord". Bei *C. finmarchicus* und *Ps. elongatus* traf dies auch für den Vergleich zwischen den Stationsgruppen "Süd" und "Übergang" zu. Der Individuenbestand von *Spinocalanus longicornis* in der Stationsgruppe "Nord" war allein gegenüber der Stationsgruppe "Süd" signifikant erhöht. Insgesamt bleibt festzuhalten, daß sich unter den gewählten Bedingungen nur die Planktonfauna der Stationsgruppe "Süd" klar abgrenzen ließ.

Als Maß für den Artenreichtum und für die Gleichverteilung von Individuen auf Arten wurde die Diversität nach dem Shannon-Wiener-Index berechnet. Der aus der Diversität abgeleitete Äquitätsindex nach Pielou gibt das Verhältnis zwischen berechneter Diversität und der bei vorgegebener Artenzahl maximal möglichen Diversität an. Den Diversitäts-Berechnungen lag eine Datenmatrix mit 48 auf mehr als einer Station vertretenen Taxa (42 davon Arten) und allen zwölf Stationen zugrunde.

Die Diversität in der Stationsgruppe "Nord" war mit einem Wert von 2,56 hochsignifikant größer als in den Stationsgruppen "Übergang" und "Süd" (Tab. 4.5, Tab. 4.6), in der Stationsgruppe "Süd" lag der niedrigste Diversitätswert (2,19) vor. Diese Stationsgruppe wies auch eine signifikant geringere durchschnittliche Artenzahl (32,7) als die durch den Maximalwert (35,5) gekennzeichnete Stationsgruppe "Übergang" auf. Die relativ hohe Diversität in der Stationsgruppe "Nord" war eine Folge der gegenüber den beiden anderen Stationsgruppen deutlich gleichmäßigeren Verteilung der Individuen auf die einzelnen Arten. Dies spiegelte sich in einer signifikant erhöhten Äquität von 0,71 (= 71% der maximalen Diversität) wider. Die geringste durchschnittliche Äquität (0,63) wurde in der Stationsgruppe "Süd" festgestellt.

Die kumulativen Dominanzkurven (Fig. 4.32) aller drei Stationsgruppen wichen erheblich von dem bei einer maximalen Diversität zu erwartenden Kurvenverlauf ab. Stationsgruppe "Süd" mit dem geringsten Diversitätswert fiel durch den steilsten Anstieg der Dominanzkurve auf, Stationsgruppe "Nord" durch den flachsten. Insgesamt zeigten jedoch alle drei Gruppen einen sehr ähnlichen Kurvenverlauf. Hinsichtlich des Musters der Verteilung von Individuen auf Arten unterschieden sich die drei Stationsgruppen also nicht grundsätzlich voneinander.

### Cumulative Dominance Curve

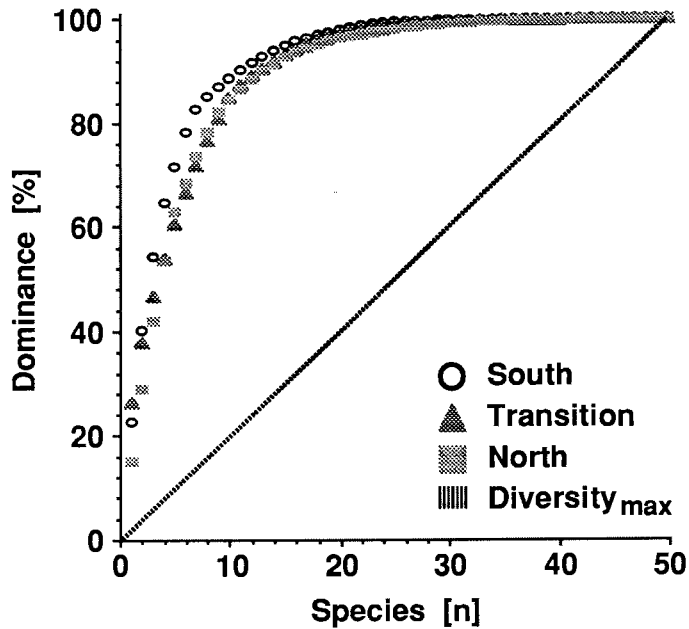
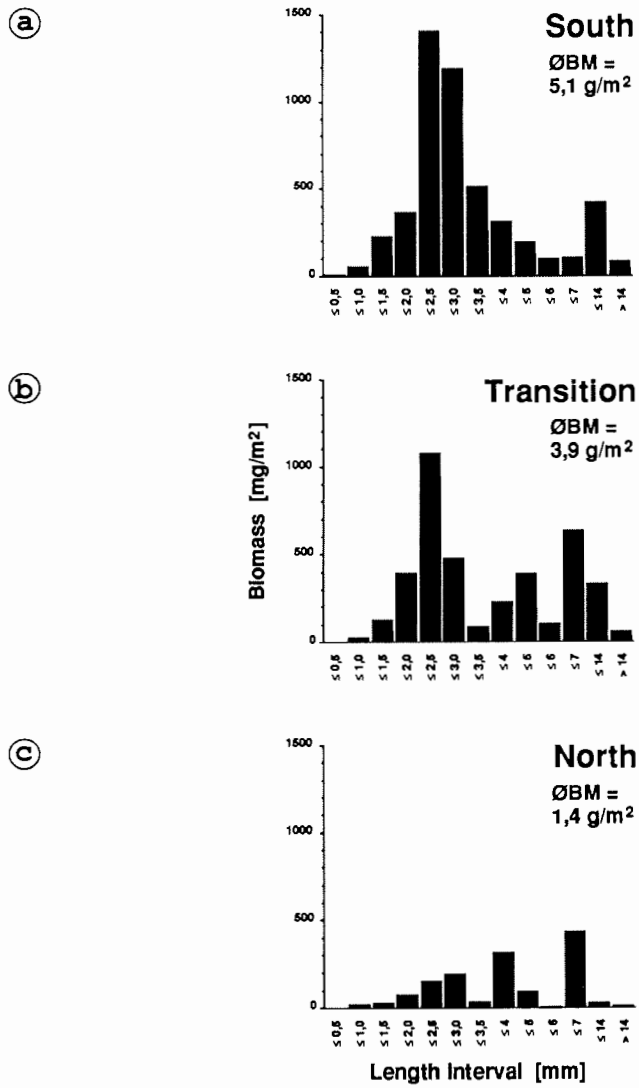


Fig. 4.32: Cumulative dominance curves for station groups South, Transition and North, dotted line indicates theoretical curve for maximum diversity.

#### Planktonzusammensetzung nach Größenfraktionen

Ähnlich wie die Verteilung von Individuen auf Arten ist auch die Verteilung der Biomasse auf Größenfraktionen eine grundlegende strukturelle Eigenschaft planktischer Lebensgemeinschaften. In Fig. 4.33 ist die Verteilung des durchschnittlichen Biomassebestandes pro Station über den Längenbereich von 0,5 bis 14mm für die drei Stationsgruppen "Süd", "Übergang" und "Nord" dargestellt. Es wurden ausschließlich die in der Artenliste (Tab. 4.2) gekennzeichneten Taxa berücksichtigt. Die Einteilung der Individuen in bestimmte Größenklassen erfolgte anhand eines Größen-Gesamtmittelwertes, der jeweils einzelnen Arten bzw. Stadien für alle Stationen zugewiesen wurde. Die Breite der Größenklassen nimmt aufgrund stark abnehmender Individuenzahlen mit steigender Größe zu.



**Fig. 4.33:** Biomass by size fractions for station groups South (a), Transition (b) and North (c), ØBM: average biomass per station group (ash free dry weight) within the upper 500m.

Der durchschnittliche Biomassebestand pro Station lag in der Stationsgruppe "Süd" bei  $5,1\text{g/m}^2$  (Fig. 4.33a). Im Größenbereich zwischen 2 und 3mm konzentrierten sich ca. 50% des Gesamtbestandes. Hier spiegelt sich die Dominanz mittelgroßer Copepodenarten, besonders von *Calanus finmarchicus* und *Metridia longa*, deutlich wider. Die Größenklasse  $\leq 14\text{mm}$  trat mit ca.  $400\text{mg/m}^2$  ebenfalls durch einen erhöhten Biomasseanteil hervor, verantwortlich waren dafür vor allem die Chaetognathenarten *Eukrohnia hamata* und *Sagitta elegans*.

In der Stationsgruppe "Übergang" (Fig. 4.33b), deren durchschnittliche Gesamtbiomasse pro Station bei  $3,9\text{g/m}^2$  lag, fiel der deutlich verringerte Anteil von Tieren der Größenklasse  $\leq 3,0\text{mm}$  auf. Dies ist vorwiegend auf die Bestandseinbrüche bei *Calanus finmarchicus* Weibchen und *C. hyperboreus* CIV zurückzuführen. Tiere mit einer Größe von höchstens 3mm stellten ungefähr die Hälfte des gesamten Bestandes. Die Biomasse der Individuen in den Größenklassen  $\leq 5\text{mm}$  und vor allem  $\leq 7\text{mm}$  war mit ca.  $350\text{mg/m}^2$  und  $600\text{mg/m}^2$  wesentlich höher als in Stationsgruppe "Süd". In beiden Größenlassen waren neben kleinen Chaetognathen überwiegend große Copepoden vertreten, vor allem Weibchen und CV der Arten *Calanus hyperboreus*, *Pareuchaeta norvegica* und *Pareuchaeta glacialis*.

In der Stationsgruppe "Nord" wurde mit  $1,4\text{g/m}^2$  der geringste durchschnittliche Biomassebestand pro Station festgestellt (Fig. 4.33c). Das Verteilungsmuster der Biomasse wich erheblich von dem der beiden anderen Stationsgruppen ab. Ungefähr zwei Drittel des gesamten Bestandes konzentrierten sich im Größenbereich oberhalb von 3,5mm. Die größten Biomasseanteile lagen in den Größenklassen  $\leq 4\text{mm}$  (besonders *C. glacialis*, *Scaphocalanus magnus*) und  $\leq 7\text{mm}$  (besonders *C. hyperboreus*) vor. Erhebliche Rückgänge im Biomasseanteil machten sich im Vergleich zur Stationsgruppe "Übergang" in den Größenbereichen 1,5-3mm und 7-14mm bemerkbar.



**Tab. 4.5:** Comparison of station groups, summary. Mean values ( $\bar{x}$ ) and standard deviations (SD) refer to individual stations of each station group.

Category	Unit (500-0m)	South		Transition		North		$\bar{x}$	$\Sigma$ SD
		$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	S		
Species	[n]	32.7	0.5	35.5	1.8	33.6	2.1	34.0	2.0
Diversity	[H']	2.20	0.08	2.31	0.06	2.45	0.13	2.34	0.14
Evenness	[H'/H <sub>max</sub> ]	0.63	0.02	0.65	0.01	0.71	0.04	0.67	0.04
Abundance	[n/m <sup>2</sup> ]	33774	9915	17070	1554	6265	1182	16744	12011
Biomass	[g/m <sup>2</sup> ]	5.1	1.1	3.9	1.2	1.4	0.4	3.1	1.7
$\bar{x}$ Weight/Ind.	[mg/n]	0.158	0.066	0.228	0.061	0.219	0.044	0.207	0.058

$\bar{x}$  Weight/Ind. = mean weight per individual (biomass/abundance ratio)  
 $\Sigma$  = all 12 Stations

**Tab. 4.6:** Comparison of station groups, U-test results.

Category	Comparison	South	Transition	North
Species	S < T	+++++		
	T - N		.....	
	S - N	.....		.....
Diversity	S - T	.....		
	T < N		+++++	
	S < N	*****		*****
Evenness	S - T	.....		.....
	T < N		+++++	
	S < N	+++++		+++++
Abundance	S > T	+++++		
	T > N		*****	
	S > N	*****		*****
Biomass	S - T	.....		
	T > N		*****	
	S > N	*****		*****

• = highly significant, + = significant, \* = insignificant



## 5 Diskussion

### 5.1 Methoden-Kritik

#### 5.1.1 Probennahme

Die einer quantitativen Probennahme entgegen stehenden Probleme sind hinlänglich bekannt (siehe z. B. TRANTER & SMITH 1979, VANNUCCI 1979, SMITH & RICHARDSON 1977, CLUTTER & ANRAKU 1979), Netzfänge können immer nur einen unteren Schätzwert der tatsächlich vorhandenen Arten- und Individuenzahlen liefern (ARON 1962). Die Vergleichbarkeit der während ARK IV/3 durchgeführten Multinetzfänge untereinander könnte vor allem durch die beiden folgenden Faktoren eingeschränkt worden sein:

- a) Patchiness,
- b) exakte Fangtiefe und filtrierte Volumina unbekannt.

Bei einem Vergleich der eigenen Ergebnisse mit denen anderer Autoren müssen außerdem als mögliche Ursachen einer systematischen Verzerrung in Betracht gezogen werden:

- c) Maschenselektion,
- d) Netzmeidung,
- e) maximale Fangtiefe,
- f) Untereisfauna.

Tab. 5.1 enthält eine Zusammenstellung der Arten, die aufgrund der vier letztgenannten Faktoren c-f möglicherweise nicht quantitativ erfaßt wurden.

#### a) Patchiness

Zooplanktonorganismen sind typischerweise sowohl in horizontaler als auch in vertikaler Richtung fleckenhaft verteilt (BARNES & MARSHALL 1951). Der horizontalen Patchiness liegen vorwiegend physikalische Prozesse zugrunde (STEELE 1976), vertikale Netzhols sind ihr gegenüber besonders empfindlich (McGOWAN & FRAUNDORF 1966). Die Individuenzahlen in nacheinander auf derselben Station durchgeführten Fängen können um mehr als den Faktor 10 voneinander abweichen (LAEVASTU 1962). Während ARK IV/3 konnte nur ein Hol pro Station durchgeführt werden, das Verhältnis zwischen der kleinräumigen Variabilität des Individuenbestandes im Bereich einzelner Stationen einerseits und den Bestandsunterschieden von Station zu Station andererseits bleibt daher unbekannt. Die klaren Tendenzen in der beobachteten großräumigen Verteilung des Gesamtbestandes und der einzelnen Arten gaben jedoch wenig Anlaß zu der Vermutung, daß aufgrund von Patchiness starke Verzerrungen gegenüber den tatsächlich vorhandenen Verhältnissen auftraten.

#### b) exakte Fangtiefe und filtrierte Volumina unbekannt

Während ARK IV/3 standen weder Tiefen- noch Strömungsmesser für das Multinetz zur Verfügung, die filtrierte Volumina wurden aus der Netzöffnungsfläche und der um den Drahtwinkel korrigierten Drahtlänge berechnet. Der oberhalb der Wasseroberfläche gemessene Drahtwinkel ist jedoch angesichts der im Nordpolarmeer besonders ausgeprägten gegenläufigen Strömungen in verschiedenen Tiefenstufen kein zuverlässiger Indikator für die tatsächlich stattfindende Ablenkung. Bei vom driftenden Schiff aus durchgeführten Vertikalholts muß weiterhin damit gerechnet werden, daß aufgrund einer zunehmenden horizontalen Ablenkung in den

oberen Fangstufen deutlich mehr Wasser filtriert wird, als aus der Drahtlängendifferenz allein hervorgeht (SMITH & RICHARDSON 1977). Die Individuenzahlen in der flachsten Fangstufe (25-0m) wiesen jedoch im Vergleich zu den tieferen Fangstufen keine auffällig erhöhten Schwankungsbreiten auf. Mit einer durch Maschenverstopfung (clogging) deutlich herabgesetzten Filtrationseffizienz war aufgrund der relativ groben Gaze und der durchweg geringen Fangvolumina nicht zu rechnen.

### c) Maschenselektion

Aus Gründen der Vergleichbarkeit mit Fängen vorangegangener "Polarstern"-Expeditionen aus der Framstraße wurde während ARK IV/3 die relativ grobe Maschenweite von 300µm verwendet. Da der Durchmesser vollständig zurückgehaltener Tiere den Wert der Maschenweite normalerweise deutlich übersteigt (VANNUCCI 1979) und im zentralen Nordpolarmeer sehr kleine Copepodenarten (z.B.: *Microcalanus pygmaeus*, *Oithona* sp., *Oncaea* sp.) zahlenmäßig dominieren, entging vermutlich ein nicht unerheblicher Teil der Mesozooplankton-Fraktion (0,2-20mm, SIEBURTH et al. 1978) den Fängen. Nach BARNES & TRANTER (1965) sind Copepoden von 1mm Körperlänge in einem 330µm Netz bereits sehr stark unterrepräsentiert. Neben den drei oben genannten Arten waren während ARK IV/3 vermutlich auch Jungstadien anderer Copepoden (z.B. *Calanus* spp. N-CII, *M. longa* CI-CIII), junge Chaetognathen und die Appendicularienart *Fritillaria borealis* stark betroffen. Dies ist besonders unter dem Gesichtspunkt zu berücksichtigen, daß die Probennahme im Nordpolarmeer, vor allem von den sowjetischen Driftstationen aus, oftmals mit sehr feinen ( $\leq 100\mu\text{m}$ ) Netzen erfolgte (HOPKINS 1969 a, b, MEL'NIKOV 1976, KOSOBOKOVA 1982, GEYNIKH et al. 1983, PAVSHTIKS 1983, GROENDAHL & HERNROTH 1986).

### d) Netzmeidung

Die Netzmeidung nimmt mit abnehmendem Netzdurchmesser zu und wird durch vor der Netzöffnung angebrachte Aufhängungsdrähte begünstigt (McGOWAN & FRAUNDORF 1966). Das Multinetz hat mit  $0,5 \times 0,5 \text{ m}^2$  eine relativ kleine Öffnungsfläche, vor der sich außerdem mehrere Aufhängungs- und Elektrodrähte kreuzen. Besonders größere Carnivoren mit einer hohen Empfindlichkeit gegenüber Bewegungsreizen ("Ansitzräuber", z.B. adulte Chaetognathen, *Pareuchaeta* spp. Weibchen) und schnellschwimmende Arten (*Themisto* spp., *Thysanoessa* spp.) wurden daher sicher nicht quantitativ erfaßt. Die größte Zahl der bisherigen Untersuchungen im Nordpolarmeer beruht ebenfalls auf Vertikalfängen mit Netzen von höchstens 0,5m Durchmesser (z.B.: JOHNSON 1963, MINODA 1967, HOPKINS 1969 a, b, KOSOBOKOVA 1982, GEYNIKH et al. 1983, PAVSHTIKS 1983), sodaß Vergleiche hinsichtlich der Häufigkeit größerer Arten zulässig erscheinen.

### e) maximale Fangtiefe

Aufgrund der knapp bemessenen Stationszeit wurde die maximale Fangtiefe (Drahtlänge, s.o.) während ARK IV/3 auf 500m beschränkt. Der größte Teil der Zooplanktonbiomasse konzentriert sich während des Sommers oberhalb von 500m (HOPKINS 1969 b, KOSOBOKOVA 1982). Bei einigen bathypelagischen oder eurybathischen Arten (z.B. 5.3.1: *Conchoecia borealis*, 5.3.3: *Scaphocalanus magnus*) muß jedoch aufgrund des während ARK IV/3 festgestellten vertikalen Verteilungsmusters angenommen werden, daß sich ein größerer Teil des Bestandes im südlichen Nansen-Becken unterhalb von 500m aufhielt. Deutlicher könnte sich die Einschränkung der maximalen Fangtiefe in der Artenzahl bemerkbar gemacht haben., die endemischen Arten des zentralen Nordpolarmees treten nahezu ausschließlich im Tiefenwasser auf (BRODSKIY & PAVSHTIKS 1977).

### f) Untereisfauna

Während die Probennahme auf den amerikanischen, kanadischen und sowjetischen Driftstationen durch relativ kleine Bohrlöcher hindurch erfolgte, wurden die Multinetzfänge von

"Polarstern" aus stets in Waken oder zuvor vom Eis befreiten Bereichen durchgeführt. Die in den obersten Metern der Wassersäule (SMITH et al. 1985) und direkt unter dem Eis lebenden Zooplanktonorganismen sind daher gar nicht oder zumindest nicht quantitativ erfaßt worden. Die Hyperiidengattung *Themisto libellula* sowie Gammariden der Gattungen *Eusirus* und *Onisimus* sind wahrscheinlich deutlich unterrepräsentiert. Auch die Copepoden *Calanus glacialis*, *Pseudocalanus* sp. (RUNGE & INGRAM 1988), *Oithona similis* und *Oncaea borealis* (CAREY 1985) können in größeren Dichten direkt unter dem Eis vorkommen. Zwei weitere typische Arten der Untereisfauna, *Apherusa glacialis* und *Gammarus wilkitzkii* (MEL'NIKOV 1980), die während des Eisbrechens häufig vom Schiff aus beobachtet wurden, fehlten in den Fangproben vollständig.

**Tab. 5.1:** Compilation of species probably not represented quantitatively in multinet catches due to mesh selection, avoidance, restricted hauling depth (500m) and occurrence directly below sea ice.

Species	c) Mesh Selection	d) Avoidance	e) Hauling Depth	f) Under Ice Fauna
<i>Fritillaria borealis</i>	+			
<i>Mormonilla minor</i>	+			
<i>Sagitta elegans</i>		+		
<i>Eukrohnia hamata</i>	+	+	+	
<i>Eukrohnia bathypelagica</i>	+	+	+	
<i>Microcalanus pygmaeus</i>	+		+	
<i>Spinocalanus longicornis</i>	+		+	
<i>Oithona</i> sp.	+			(?)
<i>Oncaea</i> sp.	+			(?)
<i>Pareuchaeta glacialis</i>		+		
<i>Pareuchaeta norvegica</i>		+		
<i>Thysanoessa inermis</i>		+		
<i>Thysanoessa longicaudata</i>		+		
<i>Themisto abyssorum</i>		+		
<i>Clione limacina</i>		+		
<i>Sagitta maxima</i>		+	+	
<i>Themisto libellula</i>		+		+
<i>Scaphocalanus magnus</i>			+	
<i>Conchoecia borealis</i>			+	
<i>Eusirus</i> sp.				+
<i>Onisimus</i> sp.				+
<i>Calanus glacialis</i>				(?)
<i>Pseudocalanus elongatus</i>				(?)

### 5.1.2 Biomassebestimmung

Bei einer Beurteilung von Biomasseangaben sind neben den durch die Fangmethodik (Netzmeidung, Fangtiefe) bedingten Einschränkungen vor allem auch die Einflüsse der Probenbehandlung und der unterschiedlichen Bestimmungsverfahren zu berücksichtigen. Als Biomasseequivalent wurde das aschefreie Trockengewicht gewählt, da es dem für ökologische Betrachtungen besonders wichtigen Nährwert von Organismen näher kommt als das einfache Trocken- bzw. Naßgewicht oder das Verdrängungsvolumen (LOVEGROVE 1962, BEERS 1976). Die Zuverlässigkeit der in dieser Arbeit

genannten Biomassewerte kann vor allem durch zwei Faktoren beeinträchtigt worden sein:

- 1) Verwendung formolfixierter Proben,
- 2) Biomassebestimmung nur an ausgewählten Arten bzw. Stadien, Bestandswerte aus Durchschnittslängen anhand von Längen-Gewichts-Beziehungen errechnet.

Da die stärksten fixierungsbedingten Gewichtsveränderungen während der ersten Tage und Wochen der Lagerung auftreten (BEERS 1976, GIGUERE et al. 1989) und das eigene Material vor der Bearbeitung mindestens sechs Monate in Formol aufbewahrt wurde, ist anzunehmen, daß alle Proben sehr ähnliche Gewichtsverluste aufwiesen. Die tiergruppenspezifische Korrektur des Gewichtsverlustes erfolgte anhand von Literaturangaben. Dabei wurden, im Sinne der Angabe eines unteren Biomasse-Schätzwertes, stets die geringsten zu erwartenden Verluste veranschlagt. Die auf Durchschnittslängen und artspezifischen Längen-Gewichts-Beziehungen basierende Biomasseberechnung (siehe 3.3) führte ebenfalls zu einer Unterschätzung des Beitrages großer Tiere und erfaßte außerdem mögliche Veränderungen im Zustand der Tiere innerhalb des Untersuchungsgebietes nicht.

### 5.1.3 Gemeinschaftsanalyse

#### Clusteranalyse und Multidimensionale Skalierung

Clusteranalyse und Multidimensionale Skalierung sind Verfahren der beschreibenden Statistik zur Auswertung komplexer Datensätze (BACKHAUS et al. 1987), die Interpretation der Ergebnisse bleibt weitgehend dem Anwender überlassen. Um Zufallsergebnisse auszuschließen, werden normalerweise mehrere verschiedene Cluster- und MDS-Methoden auf den selben Datensatz angewendet (PIEPENBURG 1988). In Kapitel 4.3.1 wurde deutlich, daß die Verwendung unterschiedlicher Transformations- und Approximationsverfahren zu systematischen Verschiebungen in der Zusammensetzung der Cluster führte. Die Grundstruktur des Dendrogrammes und die Clusterzugehörigkeit einiger "Kern"-Stationen blieb jedoch erhalten. Als Grundlage für die vergleichende Betrachtung der Stationsgruppen (siehe 4.3.2 und 5.4) wurde die aus der Analyse  $\sqrt{\sqrt{}}$ -transformierter Daten mit Hilfe des Bray-Curtis-Index resultierende Gruppierung gewählt, die im Vergleich zu den Ergebnissen der anderen Verfahren eine Mittelstellung einnahm. Die Kombination von  $\sqrt{\sqrt{}}$ -Transformation und Bray-Curtis-Index wird bevorzugt bei der Auswertung meeresökologischer Daten angewandt (FIELD et al. 1982, LONGHURST 1985 b, WARWICK 1988).

#### Diversität und Äquität

Die Diversität ist ein Maß für die Verteilung der Individuen eines Ökosystems auf die einzelnen Arten (MARGALEF 1977). Ähnlich wie die Artenzahl hängt sie in starkem Maße vom Probenumfang (HURLBERT 1971) und von der ver-

wendeten Fangmethode (McGOWAN & FRAUNDORF 1966) ab. Bei der Diversitätsberechnung dürfen normalerweise nur Arten berücksichtigt werden (MARGALEF 1977, LEGENDRE & LEGENDRE 1983). Im eigenen Probenmaterial konnten nicht alle Taxa bis zur Art bestimmt werden, diese wurden jedoch in die Diversitätsberechnung einbezogen. Eine Vernachlässigung der unbestimmten Taxa hätte die Unterschätzung der Diversität nur verstärkt. Da alle hier genannten Effekte zu Verzerrungen der Diversitätswerte führen können, die allein aufgrund der Zahlenwerte nicht unmittelbar erkennbar sind, wurde der Diversitäts-Index im Sinne von PIELOU (1966) ausschließlich für vergleichende Darstellungen innerhalb des eigenen Probenmaterials herangezogen. Dies gilt auch für die aus der Diversität abgeleitete Äquität.

## 5.2 Planktonfauna des Nordpolarmeeres

Im Vergleich zum Antarktischen Ringozean ist das Nordpolarmeer ein relativ junger (HEMPEL 1985, siehe 2.1, 2.2) und trotz der engen Umlagerung durch Landmassen weniger abgeschlossener (ZENKEVITCH 1963) Lebensraum. Das pelagische Ökosystem gilt daher als "unreif" (REY 1989).

### 5.2.1 Horizontale und vertikale Zonierung

Die mit den Meeresströmungen treibenden und relativ kurzlebigen Zooplankter lassen sich im Gegensatz zu Tieren mit einer benthischen Lebensweise nicht so eindeutig geographischen Regionen zuordnen (ZENKEVITCH 1963). Pelagische Faunenregionen sind daher im allgemeinen größer und weniger scharf gegeneinander abgegrenzt als benthische (EKMAN 1953, HAEDRICH & JUDKINS 1979). Die Nordküsten Asiens und Nordamerikas stellen eine natürliche südwärtige Begrenzung der marinen Arktischen Faunenregion dar. In den oberflächennahen Wasserschichten der Passagen zwischen dem Nordpolarmeer und dem Nordatlantik (Framstraße, Kanadisches Archipel/Baffin Bay) bzw. dem Nordpazifik (Beringstraße) wird die Bestimmung des Grenzverlaufes aufgrund des vorwiegend in Nord-Süd-Richtung erfolgenden Wasseraustausches und durch saisonale Veränderungen in der Verteilung der Wassermassen erschwert.

Nach einer Definition von EKMAN (1953) ist die Arktische Faunenregion durch Jahresmittelwerte der Wassertemperatur von höchstens 5-7°C innerhalb der oberen 25-75m gekennzeichnet, auch BRODSKIY (1967) weist die entscheidende Bedeutung der Wassertemperaturen für die Verteilung ozeanischer Copepodenarten hin. Im Bathypelagial umfaßt die Arktische Region alle Meeresbecken nördlich des Rückensystems zwischen Schottland, Island und Ost-Grönland sowie zwischen West-Grönland und Baffin Land (North-Atlantic Transversal Ridge, KRAMP 1959). Das Vermischungsgebiet polarer und atlantischer Wassermassen wird als Subarktische Region bezeichnet (DUNBAR 1964). In der Grönlandsee und der Barentssee liegt mit der Polarfront eine besonders deutlich ausgeprägte Grenze zwischen polaren und atlantischen Wassermassen vor. Innerhalb der Arktischen Region ist die latitudinale Zonierung nach bisherigen Erkenntnissen wesentlich schwächer ausgeprägt als im Antarktischen Ringozean (HEMPEL 1985).

Die starke Wassermassen-Schichtung innerhalb der oberen 1000m des Nordpolarmeeres (siehe 2.3) führt andererseits zu einer ausgeprägten vertikalen Zonierung der Planktonfauna. GRAINGER (1989) unterscheidet drei hinsichtlich der Zusammensetzung des Zooplanktons deutlich voneinander abgegrenzte Tiefenbereiche: eine 1) Oberflächenschicht zwischen 0 und 50m, eine 2) mittlere Schicht zwischen 50 und 1000m sowie eine 3) tiefe Schicht unterhalb von 1000m. In der 1) Schicht des Oberflächenwassers zwischen 0 und 50m werden die höchsten Individuenkonzentrationen beobachtet. Die Artenzahl ist dagegen deutlich geringer als in den darunter liegenden Schichten, arktische Arten dominieren. Viele der 2) zwischen 50 und 1000m auftretenden Arten fehlen in den obersten 50m vollkommen, überwiegend handelt es sich um bathypelagische Arten atlantischer Herkunft (BRODSKIY 1967). In der

3) tiefsten Schicht unterhalb von 1000m liegt die Individuendichte bei etwa 1% der zwischen 0 und 50m festgestellten Konzentrationen (HOPKINS 1969 b).

Trotz der ganzjährigen Eisbedeckung unterliegt die Dichte und Zusammensetzung des Zooplanktons innerhalb der oberen 1000m regelmäßigen Schwankungen (PAVSHTIKS 1983). Saisonale Vertikalwanderungen sind in polaren Regionen besonders deutlich ausgeprägt und werden von vielen Autoren beschrieben (MINODA 1967, DAWSON 1978, KOSOBOKOVA 1982, GEYNIKH et al. 1983, PAVSHTIKS 1983, RUDYAKOV 1983). Tagesperiodische Vertikalwanderungen spielen demgegenüber nur eine untergeordnete Rolle (LONGHURST et al. 1984), die Zahl der beteiligten Arten sowie die räumliche Ausdehnung der Wanderungen ist, zumindest während des Sommers, gering (BOGOROV 1946 b. GROENDAHL & HERNROTH 1986). Der größte Teil des Biomassebestandes befindet sich während des ganzen Jahres innerhalb der oberen 500m (HOPKINS 1969 b, KOSOBOKOVA 1982).

### 5.2.2 Zusammensetzung

Das Zooplankton des Nordpolarmeeres unterscheidet sich gegenüber dem anderer Meeresgebiete durch seine Arten- und Individuenarmut. Im Verhältnis zur Individuenzahl ist die Artenzahl allerdings erstaunlich hoch (NANSEN 1902) und liegt auf dem Niveau gemäßigter und tropischer Regionen (ZENKEVITCH 1963). Auffallend gering ist, trotz der angrenzenden ausgedehnten Schelfgebiete, die Bedeutung meroplanktischer Larven im zentralen Nordpolarmeer (PAVSHTIKS 1983, RAYMONT 1983). Die extrem kurze, sommerliche Primärproduktionsperiode bestimmt die Entwicklung der im Nordpolarmeer lebenden Zooplankter. Ihre Lebenszyklen folgen der Saisonalität des Phytoplanktons und sind daher, auch bei carnivoren Arten, häufig entweder ein- oder mehrjährig (GRAINGER 1959, McLAREN 1966).

Sechs Tiergruppen stellen nach Angaben von LONGHURST et al. (1989) mehr als 90% der Metazooplankton-Biomasse innerhalb der oberen 250m des Nordpolarmeeres. Copepoden stehen mit einem Anteil von durchschnittlich ca. 70% an der Spitze, sie erreichen in polaren Meeresgebieten bezüglich der Biomasse ihre größte Bedeutung (LONGHURST 1985 a). Die dominierende Stellung der Copepoden kommt bei der Betrachtung von Individuenzahlen (bis zu 90% des Metazooplanktons, HOPKINS 1969 a) noch klarer zum Ausdruck. Als weitere bedeutende Tiergruppen führt LONGHURST (1985 a) Amphipoden, Ostracoden, Cnidarier, Pteropoden und Appendicularien auf. PAVSHTIKS (1983) zählt darüberhinaus auch die Chaetognathen zu den wichtigsten Biomasseträgern im Nordpolarmeer. Euphausiaceen, die in den oberen 250m der Erdmeere durchschnittlich ca. 20% der Biomasse ausmachen (LONGHURST 1985 a) und in der Norwegischen See einen Anteil von 30% erreichen können (BLINDHEIM 1989), spielen dagegen im Nordpolarmeer nur eine untergeordnete Rolle.

Im Nansen-Becken dominierten während ARK IV/3 die Copepoden sowohl nach der Artenzahl (48%) als auch bezüglich des Individuen- (86%) und Biomassebestandes (84%). Chaetognathen, Ostracoden und Amphipoden stellten, in Übereinstimmung mit den in Tab. 5.2 genannten Werten, die drei wichtigsten Tiergruppen außerhalb der Copepoden dar. Die Literaturangaben zum Biomasseanteil der Amphipoden streuen allerdings erheblich, der eigene Wert war mit 1,7% relativ niedrig. Die während ARK IV/3 festgestellten Anteile der Cnidarier und Ctenophoren am Individuen- und Biomassebestand (0,8 bzw. 2,2%) lagen dagegen im Vergleich zu den Angaben von LONGHURST (1985 a: 0,01 bzw. 0,07%) deutlich höher, erreichten jedoch nicht die allein auf Cnidarier bezogenen Werte, die ZENKEVITCH (1963) für das südliche Nansen-Becken nennt.

Eine Ursache der deutlich niedrigeren Anteile von Cnidarier und Ctenophoren bei LONGHURST könnte die relativ geringe Bezugstiefe von 250m darstellen. Im Nansen-Becken hielt sich ein großer Teil des Bestandes der



**Tab. 5.2:** Importance of major taxonomic groups in arctic seas as percentage of total mesozooplankton abundance and biomass. Values given by LONGHURST (1985 a) comprise summarized data from different sources.

Taxon	Abundance [%]	Biomass [%]	Depth [m]	Season	Reference
Copepoda	(73-92) 86	(66-95) 85	500-0	Jul./Aug.	this report
"	85	70	250-0	year Ø	LONGHURST et al. 1989
"	-	* 64-99	Boden-0	all year	KOSOBOKOVA 1982
"	≤ 90	83-89	3000-0	all year	HOPKINS 1969 a
"	-	91	100-0	summer	ZENKEVITCH 1963
"	-	40	600-200	"	"
Chaetognatha	(1.2-7.0) 3.7	(1.4-11.8) 6.8	500-0	Jul./Aug.	this report
"	3.9	9.2	250-0	year Ø	LONGHURST 1985 a
"	-	3.0	100-0	summer	ZENKEVITCH 1963
"	-	29.7	600-200	"	"
Ostracoda	(1.5-12.5) 4.5	(0.4-9.4) 3.3	500-0	Jul./Aug.	this report
"	2.8	3.3	250-0	year Ø	LONGHURST 1985 a
Cnid./Cten.	(0.2-2.0) 0.8	(0.3-5.9) 2.2	500-0	Jul./Aug.	this report
"	0.01	0.07	250-0	year Ø	LONGHURST 1985 a
"	-	** 2.4	100-0	summer	ZENKEVITCH 1963
"	-	** 13.0	600-200	"	"
Amphipoda	<1	1.7	500-0	Jul./Aug.	this report
"	<1	7.4	250-0	year Ø	LONGHURST 1985 a
"	-	0.3	100-0	summer	ZENKEVITCH 1963
"	-	10.2	600-200	"	"
Pteropoda	0.1	<0.1	500-0	Jul./Aug.	this report
"	3.7	10.0	250-0	year Ø	LONGHURST 1985 a
Euphausiacea	(≤0.8) 0.3	(≤1.5) 0.4	500-0	Jul./Aug.	this report
"	-	0.04	250-0	year Ø	LONGHURST 1985 a

Cnid./Cten. = Cnidaria and Ctenophora  
 \* = zooplankton excl. Cnid./Cten.  
 \*\* = excl. Ctenophora  
 year Ø = mean value all seasons

"Massenarten" *Aglantha digitale* und *Dimophyes arctica* unterhalb von 200m auf. Die von ZENKEVITCH zusammengestellten Daten lassen mit zunehmender Tiefe ebenfalls einen starken Anstieg des Anteiles der Cnidarier erkennen. Absolute Bestandszahlen für Cnidarier und Ctenophoren im Nordpolarmeer wurden bisher noch nicht publiziert. Aus der Davis Strait (HUNTLEY et al. 1983) und der Baffin Bay (SAMEOTO 1984) liegen jedoch Daten vor, die sowohl bezüglich der Absolutwerte als auch der prozentualen Anteile in der gleichen Größenordnung liegen wie die eigenen Ergebnisse aus dem Nansen-Becken. Auffallend gering war der Anteil der Pteropoden (hier allein *Limacina helicina* und *Clione limacina*) am Individuen- und Biomassebestand. Bei den ca. 30-40mm langen ausgewachsenen *C. limacina* ist eine Netzmeidung nicht auszuschließen. Daten von HUNTLEY et al. (1983) und SAMEOTO (1984) zeigen allerdings, daß der Anteil der Pteropoden am

Individuenbestand des Metazooplanktons auch in der Kanadischen Arktis erheblich unter den von LONGHURST (1985 a) angegebenen Prozentwerten liegt.

Insgesamt sind im Nordpolarmeer bisher ca. 300 Metazooplanktonarten festgestellt worden. Ungefähr die Hälfte dieser Arten tritt ausschließlich im Bereich der flachen Schelfmeere auf, 158 Arten wurden dagegen nur im zentralen Nordpolarmeer beobachtet (GRAINGER 1989). Der starke und sich entlang der Ränder des zentralen Nordpolarmees ausbreitende Zuström von atlantischem Wasser führt zu einer stetigen Advektion borealer und subarktischer Arten (BRODSKIY & PAVSHTIKS 1977), ein Teil dieser Arten kann sich im Nordpolarmeer nicht fortpflanzen ("expatriate species", BRODSKIY 1967). Zooplanktonarten pazifischer Herkunft spielen nach Angaben von ZENKEVITCH (1963) und BRODSKIY & MEL'NIKOV (1977) heutzutage im Nordpolarmeer nur eine untergeordnete Rolle, ihr Anteil ist besonders im Vergleich zur hochdiversen Fauna des Nordpazifiks (allein  $\geq 230$  Arten calanoider Copepoden, BRODSKIY 1967) ausgesprochen niedrig.

Nach Angaben von GRAINGER (1989) ist mehr als die Hälfte der 73 Copepodenarten des zentralen Nordpolarmees sowohl im Kanadischen als auch im Eurasischen Becken vertreten, weniger als 10% der Arten kommen ausschließlich im Eurasischen Becken vor. Ein Drittel aller Copepodenarten stammt aus dem Atlantischen Ozean, der Anteil atlantischer Arten ist im Eurasischen Becken mit 43% doppelt so hoch wie im Kanadischen Becken. BRODSKIY (1967) beziffert den Anteil der auch im Atlantik vorkommenden calanoiden Copepodenarten des zentralen Nordpolarmees mit mehr als 50%.

Die Zahl ausschließlich im Nordpolarmeer vorkommender, endemischer Zooplanktonarten ist nach Angaben von ZENKEVITCH (1963) relativ gering. Nach BRODSKIY (1967) und JOHNSON (1963) konzentriert sich ihr Vorkommen auf die Brackwasserregion der sibirischen Randmeere und die tiefsten Wasserschichten des zentralen Nordpolarmees. Besonders hoch scheint der Anteil endemischer Copepodenarten in den polnahen Bereichen des Kanadischen Beckens zu sein (BRODSKIY & MEL'NIKOV 1977), auch GRAINGER (1989) stellt fest, daß acht der zehn endemischen Copepodenarten ausschließlich im Kanadischen Becken auftreten. Im ARK IV/3-Probenmaterial fehlten sie, wie schon aufgrund der Lage des Untersuchungsgebietes und der geringen Fangtiefe zu erwarten war, vollständig. Nur die zur endemischen arktischen Familie der Mertensiidae gehörende (EKMAN 1953) und als hocharktische Leitform geltende (RÖMER 1904) Ctenophorenart *Mertensia ovum* trat mehrfach in den Multinetzfängen auf.

Drei Copepodenarten stellen bezüglich der Stetigkeit ihres Vorkommens sowie ihrer Abundanz und Biomasse die wichtigsten Zooplankter des Nordpolarmees dar: *Calanus glacialis*, *Calanus hyperboreus* und *Metridia longa* (GRICE 1962, GRAINGER 1965, BRODSKIY & MEL'NIKOV 1977, KOSOBOKOVA 1982, GEYNIKH et al. 1983). Alle drei Arten halten sich während des Sommers vorwiegend im Bereich des Polaren Oberflächenwassers auf und sind nach RAYMONT (1983) typische Vertreter der Arktischen Fauna. In sehr hohen Individuenzahlen können außerdem *Microcalanus pygmaeus* und *Oithona similis* vorkommen. *Pareuchaeta glacialis* und *Themisto libellula* stellen zwei weitere besonders biomassereiche Copepoden- bzw. Amphipodenarten dar (PAVSHTIKS 1983).

### 5.3 Verbreitung und Biologie einzelner Arten

In Kapitel 5.2.2 wurde bereits darauf hingewiesen, daß sich das Zooplankton des Nordpolarmees aus Arten verschiedener Verbreitzonen zusammensetzt. Nur an wenigen Stellen innerhalb des Nordpolarmees treffen Tiere unterschiedlicher Herkunft so direkt aufeinander wie im Nansen-Becken. Entlang seines Südrandes findet der Haupteinstrom von Atlantischem Wasser in das Nordpolarmeer statt, der zentrale und nördliche Teil des Nansen-Beckens wird dagegen vor allem durch den Transpolaren Driftstrom beeinflusst. Nachfolgend werden die

unterschiedlichen während ARK IV/3 beobachteten Verteilungsmuster am Beispiel der in Kapitel 4.2 aufgeführten Arten mit Ergebnissen aus anderen Bereichen des Nordpolarmeeres verglichen und in Hinblick auf die Faunenzugehörigkeit und Lebensweise erörtert.

### 5.3.1 Arktische Arten

Während ARK IV/3 traten innerhalb der oberen 500m zehn Arten auf, die in der Literatur als typische Vertreter der Arktischen Fauna bezeichnet werden (in Klammern: Referenz): die sechs Copepodenarten *Calanus glacialis* (GRAINGER 1961, JASCHNOV 1970), *C. hyperboreus* (GRAINGER 1963, BRODSKIY 1967), *Chiridius obtusifrons* (BRODSKIY 1967), *Pareuchaeta glacialis* (EKMAN 1953, RAYMONT 1983), *Spinocalanus longicornis* (BRODSKIY 1967) und *Oncaea borealis* (RAYMONT 1983), die Amphipodenart *Themisto libellula* (DUNBAR 1964), die Hydromedusenart *Sarsia princeps* (KRAMP 1959), die Ctenophorenart *Mertensia ovum* (RÖMER 1904, EKMAN 1953, FRASER 1962) sowie die Appendicularienart *Oikopleura vanhoeffeni* (LOHMANN 1900, BÜCKMANN 1970). Darüber hinaus zeigen auch die beiden Copepodenarten *Heterorhabdus norvegicus* (BRODSKIY 1967, RAYMONT 1983) und *Metridia longa* (EKMAN 1953, RAYMONT 1983) eine deutliche Präferenz für Arktische Wassermassen.

Zehn dieser zwölf Arten kamen nördlich von 83°N im Bereich des zentralen Nansen-Beckens und des nördlichen Randstromes vor. Nur drei Arten, *Oncaea borealis*, *Spinocalanus longicornis* und *Themisto libellula*, waren jedoch mit mehr als der Hälfte ihres gesamten Individuenbestandes in diesem Gebiet vertreten. Die beiden erstgenannten Arten hielten sich überwiegend unterhalb von 100m auf. Drei der übrigen nördlich von 83°N vorkommenden arktischen Arten, *Calanus glacialis*, *C. hyperboreus* und *Oikopleura vanhoeffeni*, traten dagegen bevorzugt in den obersten 50m auf. *O. vanhoeffeni* zeigte jedoch bereits nördlich von 82°N einen starken Bestandseinbruch. Zwei arktische Arten, *Sarsia princeps* und *Mertensia ovum*, fehlten nördlich von 83°N vollständig. Die hier der Arktischen Fauna zugerechneten zwölf Arten unterschieden sich also bezüglich ihrer horizontalen und vertikalen Verteilungsmuster erheblich voneinander. Ein Vergleich mit Fig. 4.29 und Tab. 4.3 bestätigt diesen Eindruck, die arktischen Arten ließen sich keinem bestimmten Cluster zuordnen.

#### *Calanus glacialis*

*Calanus glacialis* gehört zu den häufigsten und weitestverbreiteten Metazooplanktern des Nordpolarmeeres (JASCHNOV 1970, KOSOBOKOVA 1986). Er gilt als vorwiegend herbivore Art (ARASHKEVICH & KOSOBOKOVA 1988), im Nordpolarmeer enthielten die Mägen von *C. glacialis* aber auch regelmäßig Detritus (PAVSHTIKS 1983). *C. glacialis* tritt bevorzugt im Bereich rein-arktischer Wassermassen auf, im subarktischen Mischwasser überschneidet sich sein Verbreitungsgebiet mit dem von *C. finmarchicus* (GRAINGER 1961). In der Kanadischen Arktis gilt *C. glacialis* als Indikatorart für Arktische Wassermassen (GRAINGER 1963). Das Reproduktionsgebiet dieser Art umfaßt neben dem Nordpolarmeer einschließlich der sibirischen Randmeere den westlichen Teil der Framstraße und der Grönlandsee im Einflußbereich des Ostgrönland-Stromes (SMITH 1988), den nördlichen Teil der Barentssee einschließlich der Polarfront (HASSEL 1986, TANDE et al. 1985), das Kanadische Archipel und die Kanadische Arktis bis hinab zur Labrador See (GRAINGER 1961) sowie die Beringsee, das Ochotskische Meer (SAFRONOV 1984) und die Japanische See (JASCHNOV 1970). Die isolierte *C. glacialis*-Population im Weißen Meer gilt als Glazialrelikt (JASCHNOV 1970).

*C. glacialis* kommt bevorzugt in den oberflächennahen Wasserschichten vor (EKMAN 1953, GRAINGER 1963). Im Nordpolarmeer ist *C. glacialis* über den größten Teil des Jahres hinweg innerhalb der oberen 50-200m anzutreffen, nur von Oktober bis Januar hält er sich in Tiefen von bis zu 500m im Bereich des Atlantischen Wassers auf (JOHNSON 1963, KOSOBOKOVA 1978, PAVSHTIKS 1983). Tagesrhythmische Vertikalwanderungen wurden bei *C. glacialis* während des Sommers im Nordpolarmeer nicht beobachtet (KOSOBOKOVA 1978, GROENDAHL & HERNROTH 1986).

Der Lebenszyklus von *C. glacialis* erstreckt sich im südlichen Teil seines Verbreitungsgebietes über ein Jahr (Labrador See: GRAINGER 1963; West-Grönland: MACLELLAN 1967; Ochotskisches Meer: SAFRONOV 1984), im nördlichen Teil dagegen über mindestens zwei Jahre (Nordpolarmeer: KOSOBOKOVA 1986; Ostgrönlandstrom: DIEL 1989; Kanadisches Archipel: LONGHURST et al. 1984; Barentssee nördlich der Polarfront: TANDE et al. 1985, HASSEL 1986). Die Reproduktionsperiode von *C. glacialis* ist ausgedehnt, in der Grönlandsee setzt die Eiablage möglicherweise bereits vor dem Beginn der Phytoplanktonblüte ein (SMITH 1990). Während des Sommers besteht jedoch ein enger Zusammenhang zwischen Nahrungsangebot und Eiproduktion (GEYNRIKH et al. 1983, HIRCHE & BOHRER 1987, HIRCHE 1989, DIEL 1989). Im Nordpolarmeer findet die Eiablage zwischen April und Oktober (JOHNSON 1963, PAVSHTIKS 1983) statt, der Höhepunkt liegt zwischen Mai und Juni. Die Copepodite CIII und vor allem CIV stellen das erste Überwinterungsstadium dar, Copepodite CV das zweite Überwinterungsstadium (PAVSHTIKS 1983, KOSOBOKOVA 1986). Die Copepoditstadien CIII, CIV und CV sowie Weibchen sind während des gesamten Jahres im Nordpolarmeer vertreten (KOSOBOKOVA 1986).

Die Vertikalverteilung der Weibchen und CV von *C. glacialis* während ARK IV/3 entspricht den Ergebnissen anderer Untersuchungen aus dem zentralen Nordpolarmeer, der größte Teil aller Individuen trat zwischen 100 und 0m oberhalb der Halokline auf. Die nach Norden ansteigenden Individuenbestände der Weibchen zeigten deutlich, daß die während ARK IV/3 gefangenen Tiere überwiegend aus dem Nordpolarmeer stammen müssen. Nur die sehr hohe Zahl der CV und die ebenfalls erhöhte Zahl der Weibchen auf der südlichsten Station 276 könnte auf einen zusätzlichen Eintrag aus der nördlichen Barentssee hinweisen. Diese Vermutung wird sowohl durch das gleichzeitige Vorkommen zahlreicher Polychaeten-, Balaniden- und Echinodermaten-Larven als auch durch hydrographische Befunde unterstützt, die auf eine Beimischung von Schelfwasser aus der Barentssee im Bereich des südlichen Randstromes hinweisen (ØSTLUND & HUT 1984, ANDERSON et al. 1989).

Die Verteilung der Ovarienreife bei *C. glacialis* Weibchen während ARK IV/3 stimmt sehr gut mit Ergebnissen aus der nördlichen Barentssee überein. In der im Juli beprobten südlichen Hälfte des Untersuchungsgebietes lag der Anteil von Weibchen mit reifen Ovarien (Reifestufe 3) zwischen 30 und 60%. TANDE et al. (1985) geben für den Monat August die gleichen Werte an und vermuten, daß die Eiablage von *C. glacialis* im nördlichsten Teil der Barentssee nahe des spätsommerlichen Eisrandes zu dieser Zeit gerade begonnen hatte. Zumindest bei einem Teil der besonders auf der südlichsten ARK IV/3-Stationen zahlreich vertretenen *Calanus* Nauplien könnte es sich also um erste Jungtiere von *C. glacialis* handeln.

Nördlich von 83°N lag Ende Juli der Anteil von Weibchen mit reifen Ovarien bei weniger als 10%, Eiproduktions-Messungen (HIRCHE & MUMM, subm.) ergaben auf den nördlichen Stationen sehr niedrige Werte von ca. einem Ei pro Weibchen und Tag, auf der schelfnahen südlichsten Station war die Eiproduktion fünfmal höher. *Calanus* Nauplien kamen außerhalb des schelfnahen Bereiches nur auf den Mitte August beprobten Stationen in etwas höheren Konzentrationen vor. Von den jüngeren, nicht nach *C. finmarchicus* und *C.*

*glacialis* getrennten Copepoditen waren im Norden nur noch Tiere des Stadiums CIV vertreten. Der Verteilungsschwerpunkt der Copepodite CIV lag weiter nördlich als der der *C. glacialis* CV. Da sich *C. finmarchicus* im Nordpolarmeer nicht erfolgreich fortzupflanzen scheint (siehe 5.3.2), kann es sich bei diesen Copepoditen entweder um aus der Framstraße verdriftete *C. finmarchicus* CIV, wahrscheinlicher aber um einjährige *C. glacialis* CIV aus dem Nordpolarmeer handeln.

Alle Beobachtungen weisen darauf hin, daß die Hauptlaichperiode von *C. glacialis* im zentralen und nördlichen Teil des Nansen-Beckens noch nicht begonnen hatte. Als Ursache kommt vor allem die noch weitgehend geschlossene Packeisdecke und eine damit einhergehende späte Phytoplankton-Entwicklung (BAUMANN, pers. Mitt.) in Frage. Daß die pelagische Primärproduktion ein limitierender Faktor für die Entwicklung herbivorer Arten gewesen sein kann, zeigte sich bereits in Kapitel 2.4.3. Zwar können Eisalgen in Regionen mit einer saisonalen Eisbedeckung während des Frühsommers eine wichtige Nahrungsquelle für *C. glacialis* Weibchen darstellen (Hudson Bay: RUNGE & INGRAM 1988), unter mehrjährigem Eis ist ihre Bedeutung demgegenüber jedoch gering (SUBBA RAO & PLATT 1984).

#### *Calanus hyperboreus*

*Calanus hyperboreus* gehört als ausgesprochene Kaltwasserform (EKMAN 1953, GRAINGER 1963) zusammen mit *C. glacialis* zu den biomassereichsten Mesozooplanktern des Nordpolarmeer (KOSOBOKOVA 1986). Das Reproduktionsgebiet von *C. hyperboreus* stimmt ungefähr mit dem von *C. glacialis* überein (GRAINGER 1963). *C. hyperboreus* führt sehr ausgedehnte saisonale Vertikalwanderungen durch (KOSOBOKOVA 1982, GEYNRICH 1986) und ist im Nordpolarmeer in allen Tiefenstufen anzutreffen (BRODSKIY 1967, KOSOBOKOVA 1978, PAVSHTIKS 1983). Von Juni bis August treten die größten Individuenzahlen dieser herbivoren Art innerhalb der oberen 50-100m auf (RUDYAKOV 1983), unterhalb von 200m fehlt *C. hyperboreus* fast vollständig (MINODA 1967). Während der übrigen zehn Monate des Jahres zieht er sich bis tief in die Schicht des Atlantischen Wassers (ca. 300-900m) zurück, vereinzelt Exemplare wurden selbst direkt über dem Meeresboden festgestellt (PAVSHTIKS 1983, LONGHURST et al. 1984). Das im Vergleich zu *C. finmarchicus* und *C. glacialis* wesentlich größere Körpervolumen, eine sich hieraus ergebende niedrigere spezifische metabolische Aktivität (CONOVER 1960) sowie die Fähigkeit zur Speicherung erheblicher Lipidmengen (KATTNER et al. 1989) gestatten es *C. hyperboreus*, lange Zeitspannen (BRODSKIY & PAVSHTIKS 1977: 2-3 Jahre) ohne Nahrung zu überdauern. Mit den tiefen und kalten Meeresströmungen kann er bis in den tropischen Atlantik hinein verdriftet werden (JASCHNOV 1970, CONOVER 1988). EKMAN (1953) bezeichnet *C. hyperboreus* daher als arktisch-bathy-subarktische Art. Tagesrhythmische Vertikalwanderungen wurden während des Sommers im Nordpolarmeer nicht beobachtet (KOSOBOKOVA 1978, LONGHURST et al. 1984).

Auch bezüglich der Reproduktionsstrategie unterscheidet sich *C. hyperboreus* deutlich von den beiden anderen *Calanus*-Arten (DIEL 1989). Die Eiablage findet unter ausschließlicher Verwendung von Lipidreserven bereits vor der Phytoplanktonblüte statt (GRAINGER 1963, CONOVER 1967, DAWSON 1978). Im Nordpolarmeer beginnt die Eiablage von *C. hyperboreus* während der Monate Februar und März (BRODSKIY & PAVSHTIKS 1977, DAWSON 1978, PAVSHTIKS 1983). Eisalgen können mit Beginn der Schmelzperiode, soweit in ausreichender Dichte vorhanden (siehe *C. glacialis*), entscheidend zur Ernährung der jüngsten Entwicklungsstadien beitragen (CONOVER et al. 1988). Eigene Untersuchungen der Ovarienreife deuteten an, daß es sich bei den während ARK IV/3 gefangenen Weibchen zumeist um abgelaichte Weibchen handelte. Die Ovarien der überwiegend mageren *C. hyperboreus* Weibchen waren innerhalb des gesamten Untersuchungsgebietes sehr klein und sahen leer aus, bei 10% der Tiere schienen sie vollkommen zu fehlen. Der Lebenszyklus von *C. hyperboreus* erstreckt sich im Nordpolarmeer wahrscheinlich über mindestens drei Jahre (BRODSKIY & PAVSHTIKS 1977, DAWSON 1978, KOSOBOKOVA 1982). Bereits die Copepodite CII können den Winter unter drastischer Herabsetzung des Stoffwechsels (Diapause) überdauern (DIEL 1989).

Während ARK IV/3 zeigte *C. hyperboreus* das typische sommerliche Vertikalverteilungsmuster herbivorer Arten. Die größten Konzentrationen aller Stadien traten innerhalb der euphotischen Zone auf, deren Ausdehnung auf die Schicht des Polaren Oberflächenwassers beschränkt war. Magenfluoreszenz-Messungen belegten eine, allerdings geringe, Freßaktivität im gesamten Untersuchungsgebiet (KNICKMEIER, persönl. Mitt.). Bei der Horizontalverteilung von *C. hyperboreus* fielen besonders die Veränderungen im Individuenbestand der jüngsten Copepoditstadien auf. Während die Copepodite CI, CII und CIII auf den drei südlichsten und schelfnahen Stationen dominierten, fehlten sie auf den nördlichen Stationen fast vollständig. Der Individuenbestand der Copepodite CV und der Weibchen war dagegen, anders als bei *C. glacialis*, auf den südlichsten Stationen nicht erhöht. Da *C. hyperboreus* als eine an das Leben im Nordpolarmeer besonders gut angepasste Art gilt (DAWSON 1978), die sich auch in ständig von Packeis bedeckten Gebieten fortpflanzen kann (MINODA 1967), ist es erstaunlich, daß bereits zwischen 81°30' und 82°N ein starker Bestandseinbruch der Copepodite CI-CIII auftrat.

Es liegt nahe anzunehmen, daß die Entwicklung der Brut im südlichen Teil des Untersuchungsgebietes bereits weiter fortgeschritten war als im Norden. Sowohl eigene Befunde als auch Literaturdaten sprechen jedoch gegen diese Vermutung. Das Vorkommen der jüngsten Copepodite CI-CIII konzentrierte sich nahezu ausschließlich auf den Anfang Juli beprobten Schelfabhang der Barentssee (Süd-Nord-Schnitt). Auf allen übrigen Stationen blieb ihr Anteil sehr gering, selbst die südlichsten Stationen des Nord-Süd-Schnittes ließen Mitte August keinen erhöhten Anteil von Jungtieren erkennen. Untersuchungen von GRAINGER (1959) in der Foxe Bay (ostkanadische Arktis) ergaben, daß *C. hyperboreus* Nauplien bereits im Mai erscheinen und sich bis Juni zu Copepoditen CI fortentwickeln. Nach Angaben von BRODSKIY & PAVSHTIKS (1977) und KOSOBOKOVA (1986) ist im zentralen Nordpolarmeer der Anteil der Copepodite CI an der Gesamtpopulation in den Monaten Juli und August am höchsten und erreicht in Fängen mit sehr feinmaschigen Netzen (70µm) Werte von bis zu 20%. Zwischen Oktober und November hat der größte Teil der im Frühsommer geschlüpften Tiere das Copepoditstadium CII oder CIII erreicht (KOSOBOKOVA 1986), über den Winter hinweg findet keine weitere Entwicklung statt (DAWSON 1978).

In der Arbeit von RUDYAKOV (1983) finden sich Angaben, die eine andere Interpretation der Ergebnisse erlauben. Dieser Autor weist darauf hin, daß die Häufigkeit der Copepodite CI und CII im zentralen Nordpolarmeer von Jahr zu Jahr sehr stark schwankt und daß diese jungen Stadien in einigen Jahren vollkommen auszubleiben scheinen. In schelfnahen Gebieten soll die Reproduktion von *C. hyperboreus* dagegen erfolgreicher verlaufen. Im südlichen Nansen-Becken kann darüberhinaus auch die Advektion von Tieren am Zustandekommen der hohen Konzentrationen junger *C. hyperboreus* Copepodite beteiligt gewesen sein. Nach Untersuchungen von HASSEL (1986) sind jüngere Copepodite in der nördlichen Barentssee im Gegensatz zu adulten Tieren relativ zahlreich vertreten. Eine Herkunft der Copepodite aus der Framstraße ist dagegen weniger wahrscheinlich, da *C. hyperboreus* sich während des Sommers bevorzugt auf der Westseite der Framstraße im Bereich des mit dem Ostgrönland-Strom südwärts strömenden Polaren Oberflächenwassers aufhält (HABERSTROH 1985, SMITH 1988).

*Metridia longa*

*Metridia longa* gehört zu den individuenreichsten (JOHNSON 1963, MINODA 1967) und mit größter Regelmäßigkeit vertretenen Mesozooplanktern des Nordpolarmeeres (GRICE 1962, GRAINGER 1965, BRODSKIY & PAVSHTIKS 1977). In der Framstraße stellt *M. longa* ebenfalls eine der dominanten Copepodenarten dar (HABERSTROH 1985, DIEL 1989). Das Verbreitungsgebiet erstreckt sich im Atlantischen Ozean bis in den Bereich der Azoren (EKMAN 1953), *M. longa* kommt regelmäßig in den norwegischen Fjorden und im Skagerrak vor (BÄMSTEDT & TANDE 1988). In der Beringsee und den kältesten Zonen des Nord-Pazifiks nimmt wahrscheinlich *M. okhotensis* die Stellung von *M. longa* ein (BRODSKIY 1967). Die Vertikalverteilung dieser omnivoren Copepodenart (GEYNRKIH et al. 1983, PERUYEVA 1984) variiert innerhalb des Verbreitungsgebietes und ist außerdem vom Entwicklungsstadium der Tiere abhängig (GEIGER 1966, HIRCHE in press). Während *M. longa* im Nordpolarmeer über die gesamte Wassersäule hinweg anzutreffen ist (BRODSKIY & PAVSHTIKS 1977) und besonders häufig innerhalb der obersten 200m vorkommt (JOHNSON 1963), tritt sie in weiter südlich gelegenen Meeresgebieten bevorzugt in größeren Tiefen auf. In der Framstraße konzentriert sich der größte Teil der Population während des Sommers in einem Tiefenbereich zwischen 500 und 200m (DIEL 1989). EKMAN (1953) und GRICE (1962) bezeichnen *M. longa* als arktisch-bathy-subarktische Art.

Vom Copepoditstadium CIII an aufwärts führt *M. longa* ausgedehnte saisonale Vertikalwanderungen durch (BRODSKIY & PAVSHTIKS 1977, PAVSHTIKS 1983). Ihr Wanderrhythmus ist jedoch entgegengesetzt zu dem der *Calanus*-Arten. Untersuchungen aus ostgrönländischen Gewässern (DIGBY 1954) und aus dem Nordpolarmeer (GEYNRKIH et al. 1983) zeigen, daß sich *M. longa* im Winter bevorzugt in oberflächennahen Wasserschichten aufhält. Während des Frühlings und bis in den Frühsommer hinein ziehen sich dann die älteren Copepodite und Weibchen in größere Tiefen zurück (GEYNRKIH et al. 1983). Erst im Spätsommer (Juli - September) findet der Aufstieg in die oberflächennahen Wasserschichten statt. Gleichzeitig setzen diurnale Vertikalwanderungen innerhalb der oberen 100-250m ein (GROENDAHL & HERNROTH 1986), deren Intensität zum Herbst hin zunimmt (PERUYEVA 1984). *M. longa* durchläuft kein Diapause-Stadium und nimmt auch über den Winter hinweg Nahrung auf (BÄMSTEDT & TANDE 1988).

Die Eiablage von *M. longa* beginnt erst nach dem Höhepunkt der Phytoplanktonblüte (DIGBY 1954, BÄMSTEDT & TANDE 1988) und erstreckt sich im Nordpolarmeer über einen längeren Zeitraum (PAVSHTIKS, 1983). Nach Angaben von BRODSKIY & PAVSHTIKS (1977) findet die Eiablage dort bevorzugt in den Monaten Juni und Juli statt, die Individuenzahl der jüngsten Copepodite CI ist im Juli bereits am höchsten. PAVSHTIKS (1983) beobachtete die größten Konzentrationen der Copepodite CI und CII während der Monate August und September. GEYNRKIH et al. (1983) geben dagegen den Zeitraum von Oktober bis März als Reproduktionsperiode an, die Copepodite CI und CII traten von November bis April häufiger auf als in den übrigen Monaten. Wahrscheinlich benötigt *M. longa* im Nordpolarmeer mindestens zwei Jahre für die Entwicklung vom Ei bis zum geschlechtsreifen Tier (BRODSKIY & PAVSHTIKS 1977, GEYNRKIH et al. 1983).

Eigene Untersuchungen der Ovarienreife während ARK IV/3 stützen die Angaben von BRODSKIY & PAVSHTIKS (1977). Der Anteil reifer Weibchen lag ungefähr bei 20% und weist damit auf eine bereits im Juli stattfindende Eiablage hin. Die prozentuale Reifeverteilung der Anfang Juli im Süden des Untersuchungsgebietes gefangenen *M. longa* Weibchen entsprach der der Ende Juli im zentralen Nansen-Becken gefangenen Tiere. Das Vorkommen der jüngsten *M. longa* Copepodite sowie der Männchen konzentrierte sich dagegen auf den nördlichen Schelfabhang der Barentssee. Mehr als 80% aller Copepodite CI und CII traten allein im Bereich der beiden südlichsten Stationen unterhalb von 200m auf. Auch die älteren Copepodite und die Adulti kamen dort überwiegend in der Schicht des Atlantischen Wassers vor. Der Anteil der Copepodite CI und CII an der Gesamtpopulation erreichte auf den südlichsten Stationen Werte von 9-16%.

Angesichts des hohen Anteils junger Copepodite am Südrand des Nansen-Beckens erscheint eine Verfrachtung von Tieren aus der Framstraße als denkbar. Dort dominierten im Juli unter den juvenilen *M. longa* die Copepodite CI mit einem Anteil von 28%, die mittlere Aufenthaltstiefe der Copepodite CI-CIV lag bei 300m (DIEL 1989). Weiter westlich im Bereich des Eisrandes lag der Anteil der Copepodite CI und CII an der Gesamtpopulation bei 10%. Der Gesamtbestand von *M. longa* in den oberen 500m der östlichen Framstraße entsprach den Werten aus dem südlichen Nansen-Becken während ARK IV/3. Die nördliche Barentssee kommt dagegen als Herkunftsgebiet weniger in Frage, da dort noch im August Copepodite CIV, CV und Weibchen vorherrschen (HASSEL 1986).

Im zentralen und nördlichen Nansen-Becken, wo der größte Teil der überwiegend aus Weibchen, CV sowie CIV bestehenden *M. longa* Population oberhalb der Atlantischen Schicht auftrat, lag der Anteil der jüngsten Copepodite zwischen Mitte Juli und Mitte August nur bei ca. 2%. Auch JOHNSON (1963) und PAVSHTIKS (1983) stellten zu dieser Zeit im Nordpolarmeer eine vergleichbare Populationsstruktur und Vertikalverteilung fest. Die Reproduktionsperiode von *M. longa* hatte im zentralen Nansen-Becken wahrscheinlich gerade erst begonnen, der Anteil junger Copepoditstadien war daher noch gering. Das gegenüber den schelfnahen Stationen deutlich niedrigere Männchen : Weibchen -Verhältnis unterstützt diese Annahme.

Aufgrund des vertikalen Verteilungsmusters der jüngsten Entwicklungsstadien ist anzunehmen, daß ein beträchtlicher Teil aus dem südlichen Nansen-Becken weiter in nordöstlicher Richtung entlang des eurasischen Kontinentalabhanges verfrachtet wird. Die Lebensweise von *M. longa* steht einem längeren Verbleib im Tiefenbereich des Atlantischen Randstromes nicht entgegen. Das häufige Vorkommen dieser Art im zentralen Nordpolarmeer könnte zumindest teilweise auf einer stetigen Zufuhr von Jungtieren durch die Framstraße beruhen. Die älteren Stadien werden vermutlich, zumindest im Sommer und Herbst, aufgrund ihrer tagesrhythmischen Vertikalwanderungen zwischen dem Polaren Oberflächenwasser und dem Atlantischen Wasser in wesentlich geringerem Maße verdriftet.

### 5.3.2 Subarktische und boreale Arten

Als subarktisch-boreal werden die Arten bezeichnet, deren Hauptverbreitungsgebiet im Nordatlantik und Nordpazifik außerhalb des Einflußbereiches reinpolarer Wassermassen liegt. Hierzu zählten während ARK IV/3 die folgenden zwölf Arten (in Klammern: Referenz): *Calanus finmarchicus* (GRAINGER 1963, JASCHNOV 1970), *Gaidius brevispinus* (BROSKIY 1967, RAYMONT 1983), *Pareuchaeta norvegica* (EKMAN 1953, BRODSKIY 1967), *Conchoecia borealis* (KLIE 1949, EKMAN 1953), *Thysanoessa longicaudata* und *Th. inermis* (EINARSSON 1945, DUNBAR 1964), *Themisto abyssorum* (EKMAN 1953, DUNBAR 1954, 1964), *Aglantha digitale* und *Haliscera bigelowi* (KRAMP 1947, 1959), *Homoeonema platygonon* (NAUMOV 1969), *Fritillaria borealis* (BÜCKMANN 1970) sowie *Sagitta elegans* (DUNBAR 1962, ALVARIÑO 1965).



Die Zahl der Copepodenarten ist in dieser Gruppe auffallend gering. Mit sieben vertretenen Großtaxa ist die Zusammensetzung insgesamt deutlich heterogener als bei den arktischen und den weitverbreiteten Arten. Dennoch bilden die subarktischen und borealen Arten hinsichtlich ihrer Verteilungsmuster eine relativ geschlossene Gruppe. Ein Vergleich mit Tab. 4.3 und Fig. 4.29 zeigt, daß die subarktischen und borealen Arten sich auf die Cluster 1,2 und 3 konzentrierten (8 von 11 Arten, excl. *Th. inermis*). Diese drei Cluster beinhalten ausschließlich Arten mit einem im Süden des Untersuchungsgebietes gelegenen Verteilungsschwerpunkt. Das generelle Verteilungsmuster der subarktischen und borealen Arten läßt sich durch einen aus drei Elementen bestehenden Merkmalskomplex beschreiben:

- 1) höchste Bestände im südlichen Teil des Nansen-Beckens,
- 2) über dem Schelfabhang der Barentssee erheblicher Anteil des Bestandes in  $\geq 100\text{m}$  Tiefe,
- 3) Bestände entlang des Süd-Nord-Schnittes (östlicher Ast Westspitzbergen-Strom) höher als entlang des weiter westlich gelegenen Nord-Süd-Schnittes (Yermak-Plateau).

Das Verteilungsmuster von *Calanus finmarchicus* kommt diesem Idealtyp besonders nahe.

### *Calanus finmarchicus*

*Calanus finmarchicus* ist eine atlantisch-boreale Copepodenart (GRAINGER 1963), deren Verbreitungsschwerpunkt im Bereich der großen zyklonalen Strömungswirbel des Nordatlantiks und der Norwegischen See liegt (JASCHNOV 1970). *C. finmarchicus* ist gegenüber Temperaturveränderungen wesentlich unempfindlicher als *C. glacialis* und *C. hyperboreus* es sind, er kann bei Temperaturen zwischen  $0^{\circ}\text{C}$  und  $22^{\circ}\text{C}$  existieren (GRAINGER 1963). Das Reproduktionsgebiet von *C. finmarchicus* erstreckt sich im Norden bis in den Bereich subarktischer Wassermassen, wo *C. finmarchicus* zusammen mit der arktischen Art *C. glacialis* auftritt (GRAINGER 1961, FLEMINGER & HÜLSEMANN 1977). Mit dem Nordkap-Strom gelangt *C. finmarchicus* in die Barentssee und breitet sich von dort mit der Oberflächenströmung bis in die Karasee aus (JASCHNOV 1970). Entlang des Westspitzbergenstromes und seiner nördlichen Ausläufer dringt *C. finmarchicus* bis in das Nordpolarmeer vor und stellt dort einen verlässlichen Indikator für die Ausbreitung des Atlantischen Wassers dar (JASCHNOV 1970). Das Vorkommen von *C. finmarchicus* im Nordpolarmeer beschränkt sich nach bisherigen Kenntnissen überwiegend auf die Randzone des Eurasischen Beckens (JASCHNOV 1966), im Kanadischen Becken tritt diese Art nur vereinzelt (JOHNSON 1963, MINODA 1967) und bevorzugt unterhalb des Polaren Oberflächenwassers (GRAINGER 1965) auf.

Beginn und Dauer der Reproduktionsperiode von *C. finmarchicus* variieren innerhalb des Verbreitungsgebietes und hängen stark vom Nahrungsangebot ab (DIEL 1989). An der Westküste Grönlands ( $64^{\circ}\text{N}$ ) findet im Einflußbereich des atlantischen Wassers bereits im März eine Eiablage statt, die höchsten Konzentrationen der jüngsten Copepodite treten im frühen Juni auf (MACLELLAN 1967). In der Grönlandsee beginnt die Laichzeit von *C. finmarchicus* im April (SMITH, in Druck), im atlantischen Wasser der östlichen Framstraße wahrscheinlich noch vor Mitte Mai (DIEL 1989). Die Mitte Juli zahlreich in diesem Gebiet vertretenen Copepodite CI-CIII gehören wahrscheinlich bereits einer zweiten Generation an. In der arktischen Region der Framstraße war *C. finmarchicus* dagegen auch im Juli noch nicht laichbereit (DIEL 1989), im nördlich der Polarfront gelegenen Teil der Barentssee ( $78-79^{\circ}\text{N}$ ) traten selbst im August ausschließlich Weibchen mit unreifen Ovarien auf (TANDE et al. 1985). Wahrscheinlich kann sich *C. finmarchicus* in Gebieten, in denen unvermishtes Polarwasser vorliegt, nicht mehr erfolgreich fortpflanzen (GRAINGER 1963, JASCHNOV 1970, TANDE et al. 1985). Im Bereich atlantischer Wassermassen erstreckt sich der Lebenszyklus von *C. finmarchicus* normalerweise über ein

Jahr (MACLELLAN 1967, DIEL 1989), unter günstigen Ernährungsbedingungen kann sich während des Sommers noch eine zweite Generation entwickeln (DIEL 1989).

Die im Nansen-Becken von Süden nach Norden abnehmenden Individuenzahlen und der hohe Anteil unterhalb von 200m vorkommender Weibchen und CV auf den beiden schelfnahen Stationen wiesen auf eine Herkunft aus dem Einflußbereich des Westspitzbergenstromes hin. Unmittelbar nördlich des Schelfabhanges der Barentssee hielt sich *C. finmarchicus* andererseits ganz bevorzugt in den oberen 100m und damit außerhalb des Einflußbereiches des Atlantischen Randstromes auf. Einer Deutung des tiefen vertikalen Verteilungsschwerpunktes der *C. finmarchicus* CV als Anzeichen für einen bereits erfolgten Überwinterungsabstieg steht die enge räumliche Beschränkung dieses Phänomens sowie die große Zahl ebenfalls nur dort tief vorkommender und z.T. reifer Weibchen entgegen.

Nach SMITH (1988) ist *C. finmarchicus* während des Monats Juli im Bereich der Eiskante nordwestlich Spitzbergens die dominante Art. Die von KNICKMEIER (1989) gegen Ende des Monats Juni in der östlichen Framstraße (79°N) zwischen 80 und 0m festgestellten Individuen- und Biomassebestände der *C. finmarchicus* Weibchen und CV, letztere kommen dort zu dieser Zeit noch überwiegend im Oberflächenwasser vor (DIGBY 1954, LONGHURST et al. 1984), stimmen sehr gut mit den eigenen Werten für die oberen 500m (Atlantisches Wasser hier bereits von Polarwasser überschichtet) der südlichsten ARK IV/3-Stationen überein. Auch östlich des eigenen Untersuchungsgebietes wurden vor Franz-Josef-Land innerhalb einer schmalen, parallel zum Schelfabhang verlaufenden Zone hohe Konzentrationen von *C. finmarchicus* festgestellt (JASCHNOV 1966). Das demgegenüber nach den bisherigen Erkenntnissen nur noch sehr vereinzelte Vorkommen zumeist adulter Tiere im zentralen Nordpolarmeer führt JASCHNOV (1966) auf eine Verdriftung entlang nordwärts abzweigender Stromfilamente des Atlantischen Randstromes zurück. Diese Annahme setzt voraus, daß *C. finmarchicus* sich überwiegend in der Schicht des Atlantischen Wassers aufhält.

Die eigenen Beobachtungen zur Vertikalverteilung von *C. finmarchicus* stimmen mit JASCHNOV's Angaben überein und zeigen, daß während des Sommers bereits unmittelbar jenseits des Barentssee-Schelfabhanges die größten Konzentrationen im Polaren Oberflächenwasser auftraten. Da *C. finmarchicus* zu dieser Zeit keine tagesperiodischen Vertikalwanderungen unternimmt (SAMEOTO 1984, GROENDAHL & HERNROTH 1986), muß die horizontale Verteilung der Individuen durch die Bewegung des Polaren Oberflächenwassers beeinflußt werden. Diese verläuft in der Regel entgegengesetzt zur Strömungsrichtung des Atlantischen Wassers (siehe 2.3.1). Als Erklärung für das regelmäßige Vorkommen von *C. finmarchicus* CV und Weibchen im zentralen und nördlichen Nansen-Becken wäre denkbar:

- 1) zeitweilige Umkehrung der Strömungsrichtung des Polaren Oberflächenwassers von S/W auf N/O durch wechselnde Windverhältnisse (während ARK IV/3 beobachtet, siehe 2.4.2),
- 2) Zusammenspiel zwischen N/O-Drift mit dem Atlantischen Randstrom im Winter (Tiere tief) und S/W-Drift im Sommer mit dem Polaren Oberflächenwasser.

Die mit Abstand höchsten Konzentrationen der nicht nach *C. finmarchicus* und *C. glacialis* getrennten Copepodite CI-CIII traten zu Beginn des Monats Juli im Bereich der beiden schelfnahen Stationen oberhalb von 50m auf. Nördlich von 83°N fehlten diese jüngsten Copepodite im Gegensatz zu den älteren Stadien vollkommen. Ein Vergleich der Längen-Häufigkeits-Verteilungen der Copepodite CI-CIII mit Ergebnissen von DIEL (1989) aus der Framstraße zeigt, daß wahrscheinlich Tiere beider Arten vertreten waren. Da der Anteil von *C. finmarchicus* Weibchen mit reifen Ovarien selbst auf den schelfnahen Stationen nur Werte zwischen 5 und 13% erreichte und experimentelle Untersuchungen ergaben, daß nur eine sehr geringe Eiproduktion stattfand (HIRCHE, pers. Mitt.), müssen die jungen *C. finmarchicus* Copepodite ganz überwiegend aus weiter südlich gelegenen Gebieten stammen. Da *C. finmarchicus* Weibchen sich in der nördlichen Barentssee nicht fortpflanzen (TANDE et al. 1985), kommt nur die Framstraße als Herkunftsgebiet in Frage. Die trotz der großen Häufigkeit junger Copepodite geringe Anzahl reifer Weibchen könnte mit deren Fähigkeit, die Ovarien unter schlechten Ernährungsbedingungen rückzubilden (DIEL 1989), zusammenhängen.

Nach einer Überschlagsrechnung benötigt das Atlantische Wasser bei Strömungsgeschwindigkeiten von 10 cm/sec (BOURKE et al. 1988, AAGAARD 1989) für den ca. 550 km langen Weg aus der östlichen Framstraße (79°N / 5°O) bis in den südlichen Teil des Untersuchungsgebietes (81°30' N / 30°O) etwa zwei Monate. Die zu Beginn des Monats Juli im südlichen Nansen-Becken gefangenen *C. finmarchicus* Copepodite und Weibchen müssen sich also Anfang Mai in der östlichen Framstraße befunden haben. Nach Untersuchungen von DIEL (1989) hat die Laichzeit von *C. finmarchicus* im Atlantischen Wasser nordwestlich von Spitzbergen bereits Mitte Mai begonnen.

CORKETT et al. (1986) stellten experimentell fest, daß sich frischgeschlüpfte Nauplien in 2°C warmen Wasser innerhalb von zwei Monaten zu Copepoditen CIV fortentwickeln. Da im südlichen Nansen-Becken jedoch noch Copepodite CI dominierten, wäre denkbar daß sich deren Entwicklung während der Drift stark verlangsamt hat. Auch DIEL (1989) stellte im westlichen, eisbedeckten Teil der Framstraße eine gegenüber dem atlantischen Bereich deutlich verzögerte Entwicklung der *C. finmarchicus* Copepodite fest, GRAINGER (1963) beobachtete dasselbe Phänomen in der Kanadischen Arktis. *C. finmarchicus* CI scheinen bei niedrigen Temperaturen auch unter ungünstigen Ernährungsbedingungen längere Zeit überdauern zu können, MACLELLAN (1967) fing vor Westgrönland im Januar einzelne, vermutlich vier Monate zuvor geschlüpfte Tiere. Ob auch ein Teil der *Calanus* Nauplien aus der Framstraße stammt oder ob es sich bei ihnen ausschließlich um bereits im südlichen Nansen-Becken geschlüpfte Jungtiere von *C. glacialis* handelt, kann nicht entschieden werden.

### *Conchoecia borealis*

*Conchoecia borealis* ist eine nordatlantische, boreal-subarktische Ostracodenart (MÜLLER 1933, EKMAN 1953). Sie hält sich bevorzugt unterhalb des Epipelagials auf und ernährt sich dort von pflanzlichem Detritus (LONGHURST et al. 1984), Kotballen sowie abgestorbenen Zooplanktern (HABERSTROH 1985). Mit dem kalten Tiefenwasser dringt *C. borealis* bis in äquatoriale Breiten vor, im nördlichen Nordatlantik ist sie zwischen 250 und 700m am häufigsten anzutreffen (RAYMONT 1983, LONGHURST et al. 1984). Tagesperiodische Vertikalwanderungen sind nördlich von 60°N nur sehr schwach ausgeprägt (FASHAM & ANGEL 1975). In der nordöstlichen Baffin Bay gehört *C. borealis* zu den individuenreichsten Arten des unterhalb von 200m vorkommenden Nicht-Copepoden Zooplanktons (SAMEOTO 1984), in der Framstraße ist sie eine der typischen Arten des Arktischen Zwischenwassers (HABERSTROH 1985). Die Berichte aus dem Nordpolarmeer beziehen sich zumeist auf das Vorkommen der Schwesterart *C. maxima*, die in der vorliegenden Arbeit nicht von *C. borealis* s.str. getrennt wurde (Kapitel 3). FASHAM & ANGEL (1975 a) bezeichnen *C. maxima* als arktische Art. Nach Angaben von SARS (1900) tritt *C. maxima* im Eurasischen Becken oberhalb von 300m regelmäßig und in großen Anzahlen auf, im zentralen Teil des Kanadischen Beckens wurden die

höchsten Konzentrationen innerhalb der Atlantischen Schicht festgestellt (GRAINGER 1965). In einer neueren zusammenfassenden Arbeit führt GRAINGER (1989) *C. maxima* allerdings unter den im zentralen Nordpolarmeer bevorzugt oberhalb von 50m vorkommenden Arten auf.

Die Verteilung von *C. borealis* (s.l.) während ARK IV/3 ließ im südlichen Nansen-Becken eine deutliche Bindung an die Schicht des Atlantischen Wassers erkennen. Der Anstieg des Individuenbestandes zwischen 81°N und 83°N wies zusammen mit dem tiefen Verteilungsschwerpunkt im Süden darauf hin, daß sich dort ein beträchtlicher Teil der *C. borealis* Population unterhalb von 500m aufgehalten haben könnte und damit nicht erfaßt wurde. Ähnliche Beobachtungen liegen auch aus der Framstraße vor (HABERSTROH 1985).

Die Größenspanne der im Nansen-Becken gefangenen *C. borealis* stimmt mit Ergebnissen von HABERSTROH (1985) aus der Framstraße (Anfang August) überein. Bei den kleinsten, ca. 0,6mm langen und im gesamten Untersuchungsgebiet festgestellten Exemplaren handelt es sich wahrscheinlich um Tiere des zweitjüngsten Häutungsstadiums. Tiere des jüngsten Häutungsstadiums traten nicht im Probenmaterial auf, dies könnte auf die relativ grobe Maschenweite (300µm) zurückzuführen sein. Die Größe der adulten Tiere, unter denen sich häufig eitrage Weibchen befanden, lag im Nansen-Becken zwischen 2,9 und 3,5mm. HABERSTROH (1985) fand in der Framstraße außerdem adulte Tiere im Längenbereich von 2,5-2,8mm. Sie nimmt an, daß es sich bei ihnen um *C. borealis* s.str. handelt und daß die über 3mm langen Adulte *C. maxima* zuzuordnen sind.

### *Sagitta elegans*

*Sagitta elegans* ist eine epipelagische Chaetognathenart subarktischer und arktischer Meeresgebiete (ALVARIÑO 1965), sie tritt bevorzugt in den oberen 100-150m durchmischter schelfnaher Gewässer auf (SANDS 1980, BONE et al. 1987). Ihr Verbreitungsgebiet erstreckt sich von den gemäßigten Zonen des Nordatlantiks und Nordpazifiks (ALVARIÑO 1965) bis in das Nordpolarmeer (DAWSON 1968). Innerhalb des Verbreitungsgebietes von *S. elegans* treten zwei Unterarten auf, die im nördlichen Teil vorherrschende, größere Unterart wird als *S. elegans arctica* bezeichnet (DUNBAR 1962). GRAINGER (1965, 1989) zählt *S. elegans* als einzige Chaetognathenart zu den weitestverbreiteten Zooplanktern des Nordpolarmeeres, insgesamt wird sie jedoch nach der Häufigkeit im Kanadischen Becken (DAWSON 1968) sowie in der Baffin Bay und Labrador See (HUNTLEY et al. 1983, SAMEOTO 1987) von *Eukrohnia hamata* (s.u.) übertroffen. ZENKEVITCH (1963) weist auf die große Häufigkeit von *S. elegans* im Bereich der sibirischen Schelfmeere hin, auch im Kanadischen Becken konzentriert ihr Vorkommen auf die schelfnahen Bereiche (DAWSON 1968).

Der Lebenszyklus von *S. elegans* variiert innerhalb des großen Verbreitungsgebietes. Im südlichen Teil entwickeln sich zwei bis fünf Generationen pro Jahr (ALVARIÑO 1965), in Nordnorwegen wächst nur noch eine Generation pro Jahr heran (TANDE 1983), in arktischen Gewässern erreicht *S. elegans* erst nach zwei Jahren die Geschlechtsreife (DUNBAR 1962, McLAREN 1966). Die Reproduktionsperiode dieser carnivoren Art ist sehr ausgedehnt, sie beginnt im Juni oder Juli (ALVARIÑO 1965) und erstreckt sich in arktischen Gewässern bis in den Winter hinein (GRAINGER 1959, DUNBAR 1962). *S. elegans* laicht einmal im Leben und stirbt kurz nach der Eiablage (ALVARIÑO 1965).

Das während ARK IV/3 festgestellte Verteilungsmuster spiegelte die oben genannten ökologischen Präferenzen von *S. elegans* klar wider: die mit Abstand größten Konzentrationen traten im Polaren Oberflächenwasser auf, mehr als zwei Drittel aller Tiere kamen auf den drei südlichsten, schelfnahen Stationen vor, besonders der Anteil der kleinsten ca. 4-11mm langen Individuen nahm

nach Norden hin rapide ab. Ein Vergleich mit Längen-Häufigkeits-Verteilungen von *S. elegans* aus der Kanadischen Arktis (DUNBAR (1962) zeigt, daß es sich hierbei um Tiere der jüngsten Altersgruppe handelt. Frisch geschlüpfte Exemplare haben eine Länge von ca. 2mm (McLAREN 1966), sie kamen während ARK IV/3 ganz vereinzelt auf der Anfang Juli beprobten südlichsten Station vor. Da Chaetognathen ungefähr 15-20 mal länger als breit sind, ist jedoch anzunehmen, daß bei einer Maschenweite von 0,3mm erst Tiere von ca. 6-8mm Länge quantitativ erfaßt werden. HAGEN (1985) verglich Netze verschiedener Maschenweiten und kam zu einem entsprechenden Ergebnis.

Da während ARK IV/3 keine adulten *S. elegans* mit reifen Gonaden gefangen wurden, erhebt sich die Frage nach der Herkunft der Jungtiere. Zwei sehr unterschiedliche Antworten sind denkbar:

- 1) Geburt der Jungtiere im vorangegangenen Winter 1986, Elterntiere sind wenig später gestorben
- 2) Geburt der Jungtiere im Sommer 1987, Elterntiere entgingen den Multinetzfängen.

Für Antwort 1 spricht das vollkommene Fehlen reifer Adulti in den Fangproben. Die geringe Länge der jüngsten Tiere bleibt jedoch, selbst wenn während des Winters kein Wachstum stattfindet (McLaren 1966), schwer erklärbar. Auch die Tiere der mittleren Generation wären für ein Alter von eineinhalb Jahren und die im folgenden Herbst bzw. Winter beginnende Laichzeit sehr klein. Ovarien waren bei ihnen noch nicht einmal ausgebildet. Die über 30mm langen unreifen Exemplare müßten zum Zeitpunkt der Untersuchung ein Alter von zweieinhalb Jahren gehabt haben und abgelaichte Nachzügler der größtenteils verstorbenen Elterngeneration darstellen.

Für Antwort 2 spricht, daß *S. elegans* zur Eiablage in größere Wassertiefen hinabsteigt (ALVARINO 1965). Wenn die adulten Tiere sich tatsächlich größtenteils unterhalb von 500m aufgehalten haben, müßten sie aus der Framstraße stammen und mit dem Atlantischen Wasser in das Nansen-Becken verdriftet worden sein. Bei den wenigen über 30mm langen, unreifen Exemplaren in den Fangproben könnte es sich dagegen um bereits länger im Nansen-Becken lebende und noch nicht laichbereite bzw. sterile Tiere handeln. Ihre tatsächliche Häufigkeit wurde wahrscheinlich aufgrund von Netzmeidung unterschätzt (siehe auch SANDS 1978). Die Jungtiere waren vermutlich gerade im Nansen-Becken geschlüpft. In der Hudson Bay traten die ersten Eier von *S. elegans* Mitte Juli auf, Jungtiere erschienen Anfang August (GRAINGER 1959, DUNBAR 1962).

### 5.3.3 Weitverbreitete und kosmopolitische Arten

Mit insgesamt zwanzig Arten hatte diese Gruppe den größten Anteil an der Planktonfauna des Untersuchungsgebietes. Da jedoch weitverbreitete und kosmopolitische Arten keinen zoogeographischen Indikatorwert haben (GRICE 1962), werden sie im folgenden nur kurz behandelt. Als weitverbreitete Arten gelten (in Klammern: Referenz): *Augaptilus glacialis*, *Gaidius*

*tenuispinus*, *Haloptilus acutifrons*, *Heterorhabdus compactus*, *Metridia lucens*, *Microcalanus pygmaeus*, *Pseudocalanus elongatus*, *Scaphocalanus magnus*, *Spinocalanus magnus*, *Temorites brevis* (GRICE 1962, BRODSKIY 1967, RAYMONT 1983, MARKHASEVA 1984), *Mormonilla minor* (BOXSHALL 1979), *Conchoecia elegans* (KLIE 1944, POULSEN 1969), *Limacina helicina* (EKMAN 1953, RAYMONT 1983) und *Clione limacina* (TESCH 1950, EKMAN 1953). Zu den kosmopolitischen Arten gehören: *Oithona similis* (EKMAN 1953, RAYMONT 1983), *Dimophyes arctica* (EKMAN 1953, RAYMONT 1983), *Beroe cucumis* (RÖMER 1904, MORTENSEN 1913, EKMAN 1953), *Eukrohnia hamata* (EKMAN 1953, ALVARIÑO 1965), *E. bathypelagica* und *Sagitta maxima* (ALVARIÑO 1965). Das während ARK IV/3 beobachtete Vorkommen dieser Arten im Nansen-Becken läßt sich in vielen Fällen einem von zwei Hauptverteilungsmustern zuordnen:

- 1) Verteilungsschwerpunkt im nördlichen Nansen-Becken, im südlichen Nansen-Becken bevorzugt in  $\geq 200\text{m}$ , Bestände Nord-Süd-Schnitt > Süd-Nord-Schnitt, vorwiegend bathy-/abyssopeagische Arten,
- 2) Verteilungsschwerpunkt im südlichen Nansen-Becken, vorwiegend epi-/ mesopelagische und eurybathische Arten.

Fig. 4.29 und Tab. 4.3 zeigen, daß sich die bathy- und abyssopeagischen Arten (Typ 1) auf das Cluster 4 konzentrieren. Dieses Cluster enthält die durch einen tiefen und nördlichen Verteilungsschwerpunkt gekennzeichneten Arten, überwiegend handelt sich um Copepoden. Die epi- und mesopelagischen Arten (Typ 2) befinden sich in den Clustern 1 bzw. 3. Beide Cluster enthalten Arten mit einem im Süden des Untersuchungsgebietes gelegenen Verteilungsschwerpunkt, die Arten mit einem flachen Verteilungsschwerpunkt konzentrieren sich auf Cluster 1.

### *Scaphocalanus magnus*

*Scaphocalanus magnus* stellt unter den Arten des ersten Verteilungstyps einen typischen Vertreter dar. Diese bathypelagische Art ist in allen Ozeanen und Klimazonen der Erde anzutreffen (GRICE 1962, BRODSKIY 1967). Während *Sc. magnus* sich im Bereich äquatorialer und gemäßigter Breiten unterhalb von 1000m aufhält, dringt er in den Polargebieten bis in die Nähe der Wasseroberfläche vor. Im Nordpolarmeer zählt *Sc. magnus* zu den sehr stetig auftretenden Arten (SARS 1900, MINODA 1967). Entlang des eurasischen Schelfabhanges ist er bevorzugt in der Schicht des Atlantischen Wassers anzutreffen (ZENKEVITCH 1963, GROENDAHL & HERNROTH 1986), im zentralen Nordpolarmeer kommt er dagegen auch häufig nahe der Wasseroberfläche vor (JOHNSON 1963, MINODA 1967, GRAINGER 1989). Auch in der Framstraße tritt *Sc. magnus* besonders zahlreich im polaren Oberflächenwasser des Ostgrönlandstromes auf (HABERSTROH, 1985).

Während ARK IV/3 gehörte *Sc. magnus* zu den sehr regelmäßig vorkommenden und aufgrund seiner Körpergröße von der Biomasse her bedeutenden Arten. Bis auf die jüngsten Copepodite C1 waren alle Entwicklungsstadien einschließlich der adulten Weibchen und Männchen vertreten. *Sc. magnus* fehlte nur auf der südlichsten, schelfnahen Station, wo die Wassertiefe weniger als 600m betrug. Im Einflußbereich des Atlantischen Randstromes, der sich bis etwa 83°N erstreckte, kam *Sc. magnus* nahezu ausschließlich unterhalb von 200m vor. Die in dieser Fangstufe auffällig erhöhten Bestände auf den Stationen des Nord-Süd-Schnittes könnten auf einen tieferen Einstrom

von Atlantischem Wasser nördlich des Yermak-Plateaus zurückzuführen sein (siehe 2.3.2).

Aufgrund des kontinuierlich von Süden nach Norden ansteigenden Individuenbestandes und des Fehlens auf der südlichsten, flachsten Station ist anzunehmen, daß *Sc. magnus* im südlichen Teil des Nansen-Beckens in beträchtlicher Zahl unterhalb der maximalen Fangtiefe von 500m auftrat. Nördlich von 83°N veränderte sich das vertikale Verteilungsmuster schlagartig, *Sc. magnus* kam von dort an in allen Fangstufen vor. Beispielhaft läßt sich hier der bereits von PAVSHTIKS (1983) erwähnte "Aufstieg" von normalerweise in größeren Tiefen lebenden, kälteliebenden Arten verfolgen. Sie können nur in den zentralen, nicht mehr im direkten Einflußbereich des Atlantischen Randstromes gelegenen Teilen des Nordpolarmeeres durch einen "Kaltwasserkamin" in das Polare Oberflächenwasser vordringen.

Die bathypelagischen Copepoden *Augaptilus glacialis*, *Haloptilus acutifrons*, *Heterorhabdus compactus* (BRODSKIY 1967) und *Mormonilla minor* (BOXSHALL 1979), der bathypelagische Chaetognath *Sagitta maxima* (ALVARIÑO 1965) sowie die abyssopelagischen Copepoden *Spinocalanus magnus* und *Temorites brevis* (BRODSKIY 1967) zeigten ebenfalls einen nach Norden ansteigenden und in der Nähe des Yermak-Plateaus deutlich erhöhten Individuenbestand. Mit Ausnahme der allein in der Atlantischen Schicht festgestellten Arten *A. glacialis* und *S. maxima* stiegen sie, wie *Sc. magnus*, im nördlichen Nansen-Becken bis in das Polarwasser auf.

### *Conchoecia elegans*

*Conchoecia elegans* ist eine epi- bis mesopelagische, weitverbreitete Ostracodenart, die in allen drei Ozeanen zwischen 50°S und 70-80°N vorkommt (POULSEN 1969, RAYMONT 1983). Im Gegensatz zu KLIE (1944 b), der *C. elegans* als eurytherm und euryhalin bezeichnet, unterscheiden POULSEN (1973) und ANGEL & FASHAM (1975) drei geographische Rassen. Die größte Form tritt überwiegend nördlich von 60°N auf. HUNTLEY et al. (1983) zählen *C. elegans* in der Baffin Bay zu den regelmäßig vertretenen Arten. In der Framstraße konzentriert sich ihr Vorkommen auf den Kernbereich des Westspitzbergen-Stromes (Haberstroh 1985). Auch die Besiedlung der tieferen Gräben und Tröge der Kara- und Laptevsee steht vermutlich in engem Zusammenhang mit dem Vordringen von Atlantischem Wasser (ZENKEVITCH 1963). Im zentralen Nordpolarmeer scheint *C. elegans* nach den bisherigen Untersuchungen nicht aufzutreten.

Während ARK IV/3 zeigte *C. elegans* in Übereinstimmung mit den Ergebnissen von ZENKEVITCH (1963) und HABERSTROH (1985) eine starke Bindung an den Atlantischen Randstrom. Aufgrund des vertikalen Verteilungsmusters und der starken Bestandsabnahme von Süden nach Norden ist anzunehmen, daß sich der größte Teil der Population im Gegensatz zu *C. borealis* (s.o.) oberhalb von 500m aufhielt. Nach der Länge der eitragenden Weibchen ( $\geq 1,9$ mm) waren ausschließlich Tiere der größten Rasse im Untersuchungsgebiet vertreten. Ihrem völligen Verschwinden nördlich von 84°N ging das Ausbleiben der Jungtiere voraus. Wahrscheinlich kann sich *C. elegans*, ähnlich wie bereits für *Calanus finmarchicus* und *Sagitta elegans* angenommen, im zentralen Nordpolarmeer nicht mehr erfolgreich fortpflanzen. In wie weit dies auch für die sibirischen Schelfmeere gilt, bleibt zu untersuchen.

### *Eukrohnia hamata*

*Eukrohnia hamata* gilt als Musterbeispiel für eine kosmopolitische Kaltwasserart (EKMAN 1953). Im zentralen Nordpolarmeer stellt *E. hamata* die dominierende Chaetognathenart dar (DAWSON 1968), mit dem Atlantischen Wasser dringt sie in geringeren Anzahlen bis in die sibirischen Schelfmeere vor (ZENKEVITCH 1963). *E. hamata* ist in allen Tiefenbereichen des Nordpolarmeeres anzutreffen, tagesperiodische Vertikalwanderungen wurden in arktischen Regionen jedoch nicht beobachtet (SAMEOTO 1987). Unterschiedliche Tiefenpräferenzen zeigen jedoch die einzelnen Reifestadien. Die bis zu 45mm langen (ALVARIÑO 1965) geschlechtsreifen Adulti halten sich während des Sommers unterhalb von 500m auf, juvenile Tiere konzentrieren sich zu dieser Zeit dagegen in den oberflächennahen Wasserschichten (DAWSON 1968, GRAINGER 1989). Die Reproduktionsperiode von *E. hamata* erstreckt sich vom Frühjahr bis in den Herbst oder Winter (ALVARIÑO 1965, SANDS 1980, SAMEOTO 1987), im Nordpolarmeer liegt der Höhepunkt der Laichsaison zwischen Juni und September (DAWSON 1968). Wahrscheinlich benötigt *E. hamata* in subarktischen und arktischen Meeresgebieten zwei Jahre bis zum Erreichen der Geschlechtsreife (SANDS 1980, SAMEOTO 1987).

Während ARK IV/3 war *E. hamata* nicht nur die mit Abstand häufigste Chaetognathenart, sondern gehörte mit Anteilen von 5% bzw. 3% am Gesamtbestand auch zu den zehn biomasse- und individuenreichsten Zooplanktern. Im Gegensatz zu der subarktischen, epipelagischen Chaetognathenart *Sagitta elegans* war *E. hamata* in allen Fangstufen regelmäßig vertreten und kam auch im Norden des Nansen-Beckens vor. Dort fiel allerdings die Meidung des Polaren Oberflächenwassers auf. Im Bereich der südlichsten schelfnahen Station hielt sich der größte Teil des Bestandes unterhalb von 100m auf und ließ damit, wie bereits von ZENKEVITCH (1963, s.o.) beschrieben, eine deutliche Beziehung zum Atlantischen Randstrom erkennen. Vermutlich wird ein beträchtlicher Teil der durch die Framstraße in das Nansen-Becken gelangenden Tiere weiter nordostwärts verfrachtet. Die gegenüber *Sagitta elegans* deutlich geringere Bedeutung von *E. hamata* in den sibirischen Schelfmeeren wäre dann vor allem auf die Bevorzugung größerer Wassertiefen zurückzuführen.

Die Längenverteilung von *E. hamata* wies keine deutlich voneinander getrennten Größengruppen oder Generationen auf, Tiere von mehr als 30mm Länge fehlten vollständig (Netzselektivität siehe *S. elegans*, 5.3.2). SANDS (1980) machte bei Untersuchungen im westnorwegischen Korsfjorden die gleiche Beobachtung, *E. hamata* hatte auch dort im Gegensatz zu *S. elegans* eine polymodale Häufigkeitsverteilung. Da einerseits im gesamten Untersuchungsgebiet oberhalb von 500m keine reifen Exemplare angetroffen wurden und andererseits die vermutlich noch sehr jungen ca. 4-8mm langen Tiere stets vertreten waren, ist anzunehmen, daß sich die Elterntiere überwiegend zur Eiablage in die Tiefe zurückgezogen hatten.

## 5.4 Gemeinschaften

### 5.4.1 Gemeinschaftskonzept

Allgemein liegt jeder "gemeinschaftskundlichen" Studie das Bestreben zugrunde, Zusammenhänge im Vorkommen einzelner Arten aufzudecken (GRAY 1984). Der aus der terrestrischen Botanik stammende (MILLS 1969) und vor allem auch in der Benthosforschung fortentwickelte (MOEBIUS 1893, PETERSEN 1915, 1924, THORSON 1957) Ansatz, Gemeinschaften als orts-



festen, diskreten und durch spezifische Wechselwirkungen zwischen einzelnen Arten gekennzeichneten Einheiten zu betrachten, ließ sich auf die mobile und durch ständige Verschiebungen in der Artenzusammensetzung geprägte Planktonfauna (HAEDRICH & JUDKINS 1979) nicht ohne weiteres übertragen. Bereits die physikalische Gliederung des pelagischen Lebensraumes bereitete zu früheren Zeiten aufgrund der aufwendigen und langwierigen ozeanographischen Meßmethoden erhebliche Schwierigkeiten und führte zur Entwicklung des Indikatorarten-Konzeptes. Aus der Verteilung von Arten mit einer deutlichen Präferenz für einen bestimmten Wasserkörper wurde auf die hydrographischen Bedingungen während der Untersuchungen oder auf besondere vorangegangene Ereignisse zurückgeschlossen (RUSSELL 1936, UDVARDY 1954, GRAINGER 1963).

Die heute in der Planktologie angewandte Gemeinschaftsanalyse stellt eine abgewandelte Fortentwicklung dieses Konzeptes dar. Mit Hilfe statistischer Verfahren werden Gruppen gemeinsam vorkommender Arten abgegrenzt, diese Gemeinschaften bilden dann ein Hilfsmittel für die horizontale und vertikale Gliederung des Untersuchungsgebietes nach biologischen Gesichtspunkten (PIERROT-BULTS & VAN DER SPOEL 1979). Gemeinschaften werden dabei weniger als "Quasi-Organismen" betrachtet (RAYMONT 1983), sondern eher als Ausschnitte eines räumlich-zeitlichen Kontinuums entlang bestimmter Umweltgradienten individuell verteilter Arten (LONGHURST 1985 a). Aufgrund der Dynamik der Wassermassen sowie vor allem auch der tagesperiodischen und saisonalen Vertikalwanderungen einzelner Arten findet ein stetiger Austausch zwischen verschiedenen Zooplanktongemeinschaften statt. Eine neuere, aus der Benthologie stammende und sehr allgemein gehaltene Definition von MILLS (1969) berücksichtigt sowohl den synökologischen Ansatz als auch die sehr pragmatische Auffassung vieler Planktologen. Nach MILLS stellt eine Gemeinschaft eine "mit Hilfe ökologischer Untersuchungsverfahren abgrenzbare Gruppe von Organismen dar, deren Mitglieder in einer bestimmten Umgebung leben, sich wahrscheinlich untereinander beeinflussen und mit ihrer Umwelt in Wechselwirkung stehen".

Für das Nordpolarmeer fehlen gemeinschaftsanalytische Darstellungen, wie sie von HUNTLEY et al. (1983) für das Gebiet der Davis Strait oder von HABERSTROH (1985) und BOLMS (1986) für die Framstraße vorgestellt wurden, bisher noch vollständig. Allerdings erschienen bereits in den frühen 60er Jahren Arbeiten zur großräumigen Verteilung einzelner Arten im zentralen Nordpolarmeer (GRICE 1962) und im Bereich der sibirischen Schelfmeere (ZENKEVITCH 1963). GRAINGER (1965) entwarf auf der Grundlage seines umfangreichen Probenmaterials aus dem Kanadischen Becken eine Einteilung des Zooplanktons, die sowohl die horizontalen als auch vertikalen Verteilungsmuster der einzelnen Arten berücksichtigte. Er unterschied zwischen 1) weitverbreiteten, bevorzugt im Polaren Oberflächenwasser auftretenden Arten, 2) ozeanischen Arten ("offshore species") mit einer Präferenz für die Schicht des Atlantischen Wassers und 3) neritischen Flachwasserarten. JASCHNOV (1966) beschrieb den Zusammenhang zwischen dem Vorkommen einzelner Arten im Eurasischen Becken und der Ausbreitung des Atlantischen Wassers im Sinne des Indikatorarten-Konzeptes. Während der folgenden Jahre traten Fragen zur regionalen Zonierung jedoch wieder in den Hintergrund.

#### 5.4.2 Zusammensetzung, Verbreitungs- und Ernährungstypen

##### Zusammensetzung

Die eigenen Untersuchungen zeigen, daß sich trotz großer Ähnlichkeiten zwischen den Artenspektren der einzelnen Stationen (siehe auch 5.5.3) bereits anhand einfacher Klassifikations- und Ordinationsverfahren eine regionale und vertikale Zonierung des Zooplanktons beschreiben läßt, die deutliche

Übereinstimmungen zur hydrographischen Gliederung des Untersuchungsgebietes aufweist. Die dreigliedrige Grundstruktur dieser Zonierung (siehe 4.3.1) blieb unabhängig von dem jeweils gewählten Gruppierungsverfahren erhalten, die Grenzen zwischen den Zonen verschoben sich mit einer zunehmenden Gewichtung der Individuenzahlen südwärts. Der Kernbereich des atlantischen Einstromes am nördlichen Schelfabhang der Barentssee (ANDERSON et al. 1989) war durch eine besonders individuen- und biomassereiche Zooplanktongemeinschaft gekennzeichnet (Stationsgruppe "Süd"). Die atlantisch-boreale Art *C. finmarchicus* dominierte bezüglich des Individuen- und Biomassebestandes, bathypelagische Copepodenarten traten im Bereich der Stationsgruppe "Süd" seltener auf als in den weiter nördlich gelegenen Gebieten. Das zahlreiche Vorkommen von Polychaeten-, Balaniden- und Echinodermaten-Larven signalisierte möglicherweise einen Eintrag von Schelfwasser aus der Barentssee, der auch anhand hydrographischer Daten belegt wurde (AAGAARD et al. 1985, ANDERSON et al. 1989). Die Zooplankton-Zusammensetzung der Stationsgruppe "Süd" ist typisch für eine sich entlang des eurasischen Kontinentalrandes bis in die nördliche Laptevsee erstreckende Zone, die den Einstrom des atlantischen Wassers in das Nansen-Becken widerspiegelt (ZENKEVITCH 1963, JASCHNOV 1966). Auch für das atlantische Oberflächenwasser der östlichen Framstraße beschreibt HABERSTROH (1985) eine ähnliche Gemeinschaft.

Nördlich der ozeanographischen Front zwischen 83°N und 84°N hatte sich die quantitative und qualitative Zusammensetzung des Zooplanktons auffallend verändert (Stationsgruppe "Nord") und zeigte eine deutliche Übereinstimmung mit der für das zentrale Nordpolarmeer typischen Fauna (BRODSKIY & PAVSHTIKS 1977, KOSOBOKOVA 1982): *Microcalanus pygmaeus* und *Oithona similis* dominierten bezüglich des Individuenbestandes, *C. hyperboreus* stellte die biomassereichste Art dar. Auch HABERSTROH (1985) fand im Polaren Oberflächenwasser der westlichen Framstraße eine vergleichbare Gemeinschaft vor.

Zwischen den Stationsgruppen "Süd" und "Nord" erstreckte sich eine Übergangszone (Stationsgruppe "Übergang"), die in der Nähe der ozeanographischen Front, ähnlich wie es auch PIATKOWSKI (1987) im Gebiet um die Antarktische Halbinsel beobachtete, durch erhöhte Artenzahlen gekennzeichnet war. Die erhöhten Artenzahlen innerhalb der Übergangszone waren allein das Ergebnis einer Überschneidung von Zooplanktonpopulationen, es gab keine ausschließlich in diesem Bereich vorkommenden Arten. Die Gemeinschaften "Süd" und "Nord" setzten sich nicht nur regional sondern auch vertikal voneinander ab, die Grenze zwischen beiden Gemeinschaften verlagerte sich nach Norden hin zunehmend in flachere Wasserschichten (siehe 4.3.1). Eine von *C. glacialis* dominierte Gemeinschaft ("Baffin Current assemblage"), die HUNTLEY et al. (1983) für den westlichen Teil der Baffin Bay beschrieben und auch DIEL (1989) direkt über dem ostgrönländischen Schelf feststellte, ließ sich im Nansen-Becken nicht nachweisen. Hierbei muß allerdings berücksichtigt werden, daß die Copepodite CI-CIV von *C. glacialis* und *C. finmarchicus* nicht getrennt wurden (siehe 5.3.1 und 5.3.2).

#### Verbreitungstypen

Insgesamt konnten 44 Arten einem der drei in Kapitel 5.3 aufgeführten zoogeographischen Verteilungstypen zugeordnet werden, je 12 als arktische Ar-

ten (27%) und subarktisch-boreale Arten (27%) sowie 20 als weitverbreitete bzw. kosmopolitische Arten (46%, Tab. 5.3). Ein Vergleich des Arteninventars der Stationsgruppen "Süd", "Übergang" und "Nord" (Fig. 5.1 a) zeigt, daß weitverbreitete und kosmopolitische Arten in allen drei Gruppen mit einem Anteil von ca. 40-50% dominierten. Auch das Verhältnis zwischen subarktisch-borealen Arten und arktische Arten ließ keinen regionalen Trend erkennen, die Anteile beider Gruppen an der Gesamtartenzahl bewegten sich jeweils zwischen 20 und 30%.

Ein exakter Vergleich mit Ergebnissen anderer Autoren ist nicht möglich, da einerseits die Zuordnung einzelner Arten zu bestimmten Verbreitungstypen voneinander abweichen und andererseits auch die Fangtiefe einen Einfluß auf die Anteile der Verbreitungstypen im Probenmaterial hat. Insgesamt stimmen die eigenen Ergebnisse zur faunistischen Zusammensetzung des Zooplanktons im Nansen-Becken in der Größenordnung mit den Befunden aus anderen Teilen des Nordpolarmeeres überein. BRODSKIY & PAVSHTIKS (1977) geben den Anteil arktischer Arten unter den Copepoden des Nordpolarmeeres mit 13% an, nach Daten von GRICE (1962) ergibt sich andererseits ein Wert von 50%. GRAINGER (1989) beschränkt sich auf die Aussage, daß die meisten der 158 im zentralen Nordpolarmeer vorkommenden Metazooplanktonarten eine Beziehung zum Atlantischen Ozean aufweisen.

Bei der Betrachtung des Verhältnisses zwischen den Individuenzahlen der drei Verbreitungstypen (Fig. 5.1 b) fiel vor allem der signifikant (U-Test) verminderte Anteil subarktisch-borealer Arten in der Stationsgruppe "Nord" auf. Hier spiegelt sich der Bestandseinbruch von *Calanus finmarchicus* zwischen 83°N und 84°N deutlich wider. Auf dieselbe Ursache ist der Anstieg des Anteiles arktischer Arten an der Biomasse von Stationsgruppe "Süd" (30%) zur Stationsgruppe "Nord" (70%) zurückzuführen (Fig. 5.1 c).

*C. hyperboreus* stellte den Hauptträger der Biomasse unter den arktischen Arten dar. Die im Vergleich zu den Anteilen an der Artenzahl und Abundanz geringe Bedeutung der weitverbreiteten und kosmopolitischen Arten hinsichtlich der Biomasse läßt sich auf eine Dominanz relativ kleinwüchsiger Formen (z.B.: *Microcalanus pygmaeus*, *Oithona similis*) zurückführen.

### Ernährungstypen

Bei der hier vorgenommenen Einteilung in herbivore, omnivore und carnivore Arten handelt es sich um ein grob vereinfachtes Schema, denn gerade das pelagische Nahrungsnetz gilt als besonders komplex (RAYMONT 1983, DAVIS 1984). Aufgrund des Vorhandenseins einzelliger Primärproduzenten können sich selbst relativ große Zooplanktonorganismen aus winzigen planktotrophen Larven entwickeln. Solche Arten überdecken während des Heranwachsendens einen enormen Längenbereich, sie ernähren sich demzufolge im Laufe ihres Lebens von Organismen verschiedener Größen- und Trophiestufen. Dennoch bestehen zwischen den einzelnen Meeresregionen charakteristische Unterschiede hinsichtlich der relativen Anteile (vorwiegend) herbivorer, omnivorer und carnivorer Zooplanktonorganismen am Individuen- und Biomassebestand (LONGHURST 1985 a).

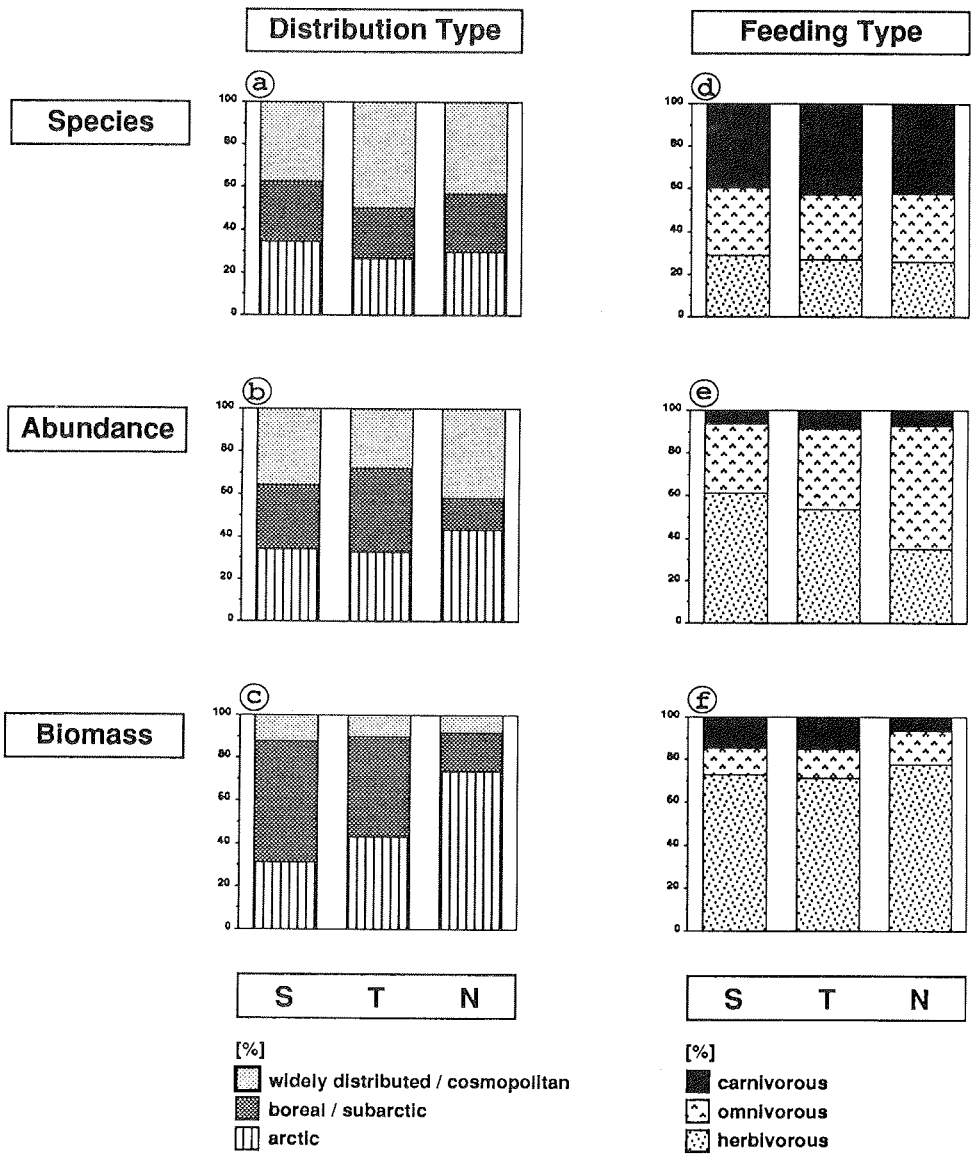
Wenn die Struktur planktischer Lebensgemeinschaften allein durch die abiotischen Bedingungen beeinflußt würde, müßte man annehmen, daß in polaren Regionen aufgrund der ganzjährig niedrigen Wassertemperaturen und der hierdurch erhöhten ökologischen Effizienzen zwischen einzelnen trophischen Stufen lange Nahrungs"ketten" mit einem großen Anteil räuberischer Arten vorherrschen (MARGALEF 1977). Daß Gegenteil trifft zu, denn gerade das Arktische Zooplankton ist durch einen extrem niedrigen Anteil räuberischer Arten gekennzeichnet.

**Tab. 5.3:** Classification of species according to distribution type, ARC = arctic ( $\Sigma_n = 12$ ), S/B = subarctic-boreal ( $\Sigma_n = 12$ ), W/C\* = widely distributed / cosmopolitan\* ( $\Sigma_n = 20$ ).

Species	ARC	S/B	W/C*	Reference
<i>Calanus glacialis</i>	+			GRAINGER 1963
<i>Calanus hyperboreus</i>	+			GRAINGER 1963
<i>Metridia longa</i>	+			RAYMONT 1983
<i>Spinocalanus longicornis</i>	+			BRODSKIY 1967
<i>Chinidius obtusifrons</i>	+			BRODSKIY 1967
<i>Pareuchaeta glacialis</i>	+			EKMAN 1953
<i>Heterorhabdus norvegicus</i>	+			RAYMONT 1983
<i>Oncaea borealis</i>	+			RAYMONT 1983
<i>Themisto libellula</i>	+			DUNBAR 1964
<i>Sarsia princeps</i>	+			KRAMP 1959)
<i>Mertensia ovum</i>	+			EKMAN 1953
<i>Oikopleura vanhoeffeni</i>	+			BÜCKMANN 1970
<i>Calanus finmarchicus</i>		+		JASCHNOV 1970
<i>Gaidius brevispinus</i>		+		RAYMONT 1983
<i>Pareuchaeta norvegica</i>		+		BRODSKIY 1967
<i>Conchoecia borealis</i>		+		EKMAN 1953
<i>Themisto abyssorum</i>		+		DUNBAR 1964
<i>Thysanoessa longicaudata</i>		+		DUNBAR 1964
<i>Thysanoessa inermis</i>		+		DUNBAR 1964
<i>Aglantha digitale</i>		+		EKMAN 1953
<i>Haliscera bigelowi</i>		+		KRAMP 1959
<i>Homoeonema platygonon</i>		+		NAUMOV 1969
<i>Fritillaria borealis</i>		+		BÜCKMANN 1970
<i>Sagitta elegans</i>		+		ALVARIÑO 1965
<i>Microcalanus pygmaeus</i>			+	BRODSKIY 196
<i>Pseudocalanus elongatus</i>			+	BRODSKIY 1967
<i>Spinocalanus magnus</i>			+	BRODSKIY 1967
<i>Gaidius tenuispinus</i>			+	BRODSKIY 1967
<i>Scaphocalanus magnus</i>			+	BRODSKIY 1967
<i>Metridia lucens</i>			+	BRODSKIY 1967
<i>Heterorhabdus compactus</i>			+	BRODSKIY 1967
<i>Augaptilus glacialis</i>			+	RAYMONT 1983
<i>Haloptilus acutifrons</i>			+	RAYMONT 1983
<i>Temorites brevis</i>			+	BRODSKIY 1967
<i>Oithona similis</i>			+*	EKMAN 1953
<i>Mormonilla minor</i>			+	BOXSHALL 1979
<i>Conchoecia elegans</i>			+	RAYMONT 1983
<i>Dimophyes arctica</i>			+*	EKMAN 1953
<i>Beroë cucumis</i>			+*	MORTENSEN 1913
<i>Limacina helicina</i>			+	EKMAN 1953
<i>Clione limacina</i>			+	EKMAN 1953
<i>Eukrohnia hamata</i>			+*	ALVARIÑO 1965
<i>Eukrohnia bathypelagica</i>			+*	ALVARIÑO 1965
<i>Sagitta maxima</i>			+*	ALVARIÑO 1965

**Tab. 5.4:** Classification of species according to feeding type, H = herbivorous ( $\Sigma_n = 7$ ), O = omnivorous ( $\Sigma_n = 10$ ), C = carnivorous ( $\Sigma_n = 19$ ), ? = trophic status uncertain ( $\Sigma_n = 8$ , not considered in Fig. 5.1), BM = included in biomass determination (Fig. 5.1).

Species	H	O	C	?	BM	Reference
<i>Calanus finmarchicus</i>	+					• DIEL 1989
<i>Calanus glacialis</i>	+					• PERUEYVA 1984
<i>Calanus hyperboreus</i>	+					• MAYZAUD 1986
<i>Pseudocalanus elongatus</i>	+					• GEYNIKH 1986
<i>Limacina helicina</i>	+					SAMEOTO 1984
<i>Fritillaria borealis</i>	+					BÜCKMANN 1970
<i>Oikopleura vanhoeffeni</i>	+					• DEIBEL 1986
<i>Microcalanus pygmaeus</i>		+				• MARSHALL 1949
<i>Chiridius obtusifrons</i>		+				• RAYMONT 1983
<i>Gaidius brevispinus</i>		+				• RAYMONT 1983
<i>Gaidius tenuispinus</i>		+				• RAYMONT 1983
<i>Metridia longa</i>		+				• PERUYEVA 1984
<i>Scaphocalanus magnus</i>		+				• LONGHURST 1985 b
<i>Conchoecia borealis</i>		+				• LONGHURST et al. 1984
<i>Conchoecia elegans</i>		+				• LONGHURST et al. 1984
<i>Thysanoessa inermis</i>		+				EINARSSON 1945
<i>Thysanoessa longicaudata</i>		+				• "
<i>Augaptilus glacialis</i>			+			RAYMONT 1983
<i>Haloptilus acutifrons</i>			+			LONGHURST 1985 b
<i>Oncaea borealis</i>			+			DRITS & SEMENOVA 1984
<i>Pareuchaeta glacialis</i>			+			• LONGHURST 1985 b
<i>Pareuchaeta norvegica</i>			+			• KURBJEWIT 1988
<i>Themisto abyssorum</i>			+			• DUNBAR 1954
<i>Themisto libellula</i>			+			• DUNBAR 1964
<i>Aglantha digitale</i>			+			• MADIN 1988
<i>Haliscera bigelowi</i>			+			"
<i>Homoeonema platygonon</i>			+			"
<i>Dimophyes arctica</i>			+			• "
<i>Beroe cucumis</i>			+			HARBISON et al. 1978
<i>Mertensia ovum</i>			+			MADIN 1988
<i>Sarsia princeps</i>			+			• "
<i>Clione limacina</i>			+			RAYMONT 1983
<i>Eukrohnia bathypelagica</i>			+			ALVARIÑO 1985
<i>Eukrohnia hamata</i>			+			• "
<i>Sagitta elegans</i>			+			• "
<i>Sagitta maxima</i>			+			• "
<i>Spinocalanus longicornis</i>				•		
<i>Spinocalanus magnus</i>				•		
<i>Metridia lucens</i>				•		
<i>Heterorhabdus compactus</i>				•		
<i>Heterorhabdus norvegicus</i>				•		
<i>Temorites brevis</i>				•		
<i>Mormonilla minor</i>				•		
<i>Oithona similis</i>				•		



**Fig. 5.1:** Relative importance of three basic distribution (a-c) and feeding types (d-f) as percentages of species number (a, d), abundance (b, e) and biomass (c, f) within station groups South (S), Transition (T) and North (N).

Ihr Anteil an der Biomasse liegt bei höchstens 20%, im tropischen Atlantik dagegen bei 43% (LONGHURST 1985 a, LONGHURST et al. 1989). Nach Meinung vom LONGHURST ist der niedrige Biomasseanteil räuberischer Arten in der Arktis vorwiegend auf die im Vergleich zu tropischen Regionen geringe Bedeutung der Cnidarier zurückzuführen.

Die Zuordnung der während ARK IV/3 festgestellten Metazooplankter zu einem bestimmten Ernährungstyp beruht auf Literaturangaben, Arten mit einer unklaren trophischen Stellung wurden nicht berücksichtigt. Alle folgenden Angaben beziehen sich auf die 36 in Tab. 5.4 aufgeführten Arten.

### Carnivoren

Mehr als die Hälfte der nach dem Ernährungstyp eingeordneten Arten gehörte zu den Carnivoren. In den drei Stationsgruppen "Süd", "Übergang" und "Nord" lag ihr Anteil an der Gesamtartenzahl jedoch stets nur bei ca. 40% (Fig. 5.1 d). Aufgrund der Individuenarmut vieler carnivorer Arten, sie stellten in den Stationsgruppen insgesamt etwa 6-8% des Bestandes (Fig. 5.1 e), war stets nur ein Teil von ihnen auf den einzelnen Stationen vertreten. Daten von HUNTLEY et al. (1983) und SAMEOTO (1984) zeigen, daß räuberische Arten auch in der Davis Strait bzw. Baffin Bay nur zu ca. 7-8% am Individuenbestand des Zooplanktons beteiligt sind.

Den mit Abstand wichtigsten Räuber stellte die Chaetognathenart *Eukrohnia hamata* dar. Hinsichtlich der Biomasse gehörten außerdem *Sagitta elegans* (Chaetognatha), *Themisto abyssorum* (Hyperideae) und *Aglantha digitale* (Hydrozoa) zu den bedeutenden Carnivoren. SAMEOTO (1987) weist ebenfalls auf die entscheidende Stellung der Chaetognathen hin, in der Baffin Bay kann ihr täglicher Wegfraß am Biomassebestand der Copepoden 1% überschreiten. Insgesamt machten räuberische Arten während ARK IV/3 in allen drei Stationsgruppen weniger als ein Fünftel der Gesamtbiomasse aus (Fig. 5.1 f), ihr Anteil lag damit in der nach den Angaben von LONGHURST (s.o.) zu erwartenden Größenordnung.

Signifikant (U-Test) erniedrigt war der Biomasseanteil der Carnivoren in der Stationsgruppe "Nord", er erreichte dort gerade noch 6%. Dieses Ergebnis erscheint bei einem Vergleich mit der in Fig. 4.63 dargestellten Aufteilung der Biomasse nach Größenfraktionen besonders bemerkenswert. Während die Biomasseverteilung in den Stationsgruppen "Süd" und "Übergang" durch einen von Herbivoren und Omnivoren dominierten Hauptgipfel zwischen 2 und 3mm sowie einen von Carnivoren dominierten Gipfel zwischen 7 und  $\geq$  14mm gekennzeichnet war, ließ sich in der Stationsgruppe "Nord" kein Zusammenhang zwischen den Größenfraktionen und der trophischen Struktur erkennen. Der Anteil kleiner ( $\leq$  3mm) Arten war stark zurückgegangen, die Biomasse konzentrierte sich in den Größenbereichen von 3,5-4mm und 6-7mm, wo Weibchen der herbivoren Arten *C. glacialis* und *C. hyperboreus* dominierten. SHELDON et al. (1977) geben an, daß das Größenverhältnis zwischen Predatoren und ihren Beutetieren durchschnittlich bei 14:1 liegt. Möglicherweise entgingen die dominanten Carnivoren im nördlichen Nansen-Becken den Netzfängen, hierbei kämen besonders ausgewachsene Chaetognathen, größere Cnidarier und Ctenophoren sowie vielleicht auch Larven des Polardorsches (*Boreogadus saida*) in Frage.

### Omnivoren

Mehr als ein Viertel der Arten gehörte zu den Omnivoren, in den drei Stationsgruppen bewegte sich ihr Anteil an der Gesamtartenzahl zwischen 30 und 32% (Fig. 5.1 d). Neben *Metridia longa* stellten *Microcalanus pygmaeus* und *Conchoecia borealis* die individuenreichsten omnivoren Arten dar. Der Anteil der Omnivoren am Gesamtindividuenbestand stieg von der Stationsgruppe "Süd" (32%) zur Stationsgruppe "Nord" deutlich an (Fig. 5.1 e) und war dort mit 57% unerwartet hoch für die normalerweise von Herbivoren dominierten arktischen Meeresgebiete. Auch der Biomasseanteil nahm in Richtung auf das zentrale und nördliche Nansen-Becken zu, bewegte sich jedoch mit Werten zwischen 12 und 16% lediglich auf dem Niveau der carnivoren Arten (Fig. 5.1 f).

Nach LONGHURST (1985 a) liegt der Anteil der Omnivoren am Individuenbestand in den Polarregionen deutlich unterhalb des für den Erdozean geltenden Durchschnittswertes von ca. 55%. Daten aus der Kanadischen Arktis von HUNTLEY et al. (1983) und SAMEOTO (1984) ergeben Anteile zwischen 20 und 30%. HOPKINS (1969 a) und PAVSHTIKS (1983) weisen jedoch auf die mögliche Bedeutung von Detritus als Nahrungsquelle des Zooplanktons im zentralen Nordpolarmeer hin. Sowohl das in den sibirischen Randmeeren entstehende Meereis (MEL'NIKOV & PAVLOV 1978, THIEDE et al. 1990), als auch das einströmende Atlantische und Pazifische Wasser sorgen für eine erhebliche Zufuhr organischer Sinkstoffe. Die im nördlichen Nansen-Becken bis in oberflächennahen Wasserschichten hinein vertretenen bathypelagischen Copepodenarten müßten aufgrund ihrer Lebensweise besonders von dieser Nahrung profitieren können.

### Herbivoren

Die Herbivoren waren nur mit knapp einem Fünftel an der Artenzahl beteiligt. Aufgrund ihres Individuenreichtums und der damit einhergehenden hohen Präsenzen der einzelnen Arten stellten sie in den drei Stationsgruppen jedoch stets mehr als ein Viertel aller Arten (Fig. 5.1 d). Fig. 4.29 und Tab. 4.3 zeigen, daß die Herbivoren überwiegend dem Cluster 1 angehören, welches die Arten mit einem flachen und südlichen Verteilungsschwerpunkt enthält. Der Anteil der Herbivoren am Individuenbestand nahm von Süden (Stationsgruppe "Süd": 61%) nach Norden (Stationsgruppe "Nord": 35%) stark ab, vor allem zugunsten der Omnivoren (Fig. 5.1 e). Dies war hauptsächlich auf den Bestandseinbruch der wichtigsten herbivoren Art, *C. finmarchicus*, zwischen 83 und 84°N zurückzuführen.

Die eigentliche Bedeutung der Herbivoren zeigte sich im Biomasseanteil, der in allen drei Stationsgruppen 70% überschritt (Fig. 5.1 f). Hier spiegelte sich die Dominanz der drei *Calanus*-Arten, neben *C. finmarchicus* *C. glacialis* und *C. hyperboreus*, besonders deutlich wider. HOPKINS (1969 b) und KOSOBOKOVA (1982) geben für die *Calanus*-Arten allein im Nordpolarmeer Biomasseanteile von bis zu 70 bzw. 90% an. In der Kanadischen Arktis können die Herbivoren mehr als 83% der Gesamtbiomasse ausmachen, der Durchschnittswert des Erdozeans liegt bei 67% (LONGHURST 1985 a).



Der Biomassebestand der Herbivoren scheint im Nordpolarmeer bereits an der Grenze der Tragkapazität des Systems zu liegen. Sowohl die eigene Abschätzung (siehe 2.4.3) als auch die auf Respirationsraten basierende Hochrechnung von HOPKINS (1969 a) weisen darauf hin, daß die Primärproduktion des Phytoplanktons während des Sommers dem Nahrungsbedarf der Herbivoren günstigstenfalls knapp entspricht. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen sowohl SMITH (1988) und BARTHEL (1990) in der eisbedeckten westlichen Framstraße als auch LONGHURST & HEAD (1989) im Jones Sound (Kanadisches Archipel). EILERTSEN et al. (1989) stellten in der nördlichen Barentssee fest, daß die beiden dominanten Arten *C. glacialis* und *C. hyperboreus* während des Sommers täglich 65-90% der Primärproduktion konsumieren.

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, daß sich die Stationsgruppe "Nord" aufgrund des verringerten Anteils subarktisch-borealer Arten am Individuen- und Biomassebestand sowie des außergewöhnlich hohen Anteils omnivorer Arten am Individuenbestand deutlich von den beiden anderen Stationsgruppen abhob. Diese Verschiebungen in den prozentualen Anteilen der Verbreitungs- und Ernährungstypen wurden jedoch vor allem durch Bestandsveränderungen der beiden dominanten *Calanus*-Arten *C. finmarchicus* und *C. hyperboreus* hervorgerufen. Hinsichtlich des Anteils der Verbreitungs- und Ernährungstypen an der Artenzahl unterschieden sich die drei Stationsgruppen nur geringfügig.

#### 5.4.3 Abundanz und Biomasse

Bisher liegen nur wenige Veröffentlichungen mit genauen Angaben über die Häufigkeit und Biomasse des Zooplanktons im Nordpolarmeer vor, Tab. 5.5 enthält eine Zusammenstellung von Literaturdaten. Die absoluten Zahlenwerte unterschiedlicher Autoren dürfen, vor allem wenn es sich um die gegenüber der verwendeten Maschenweiten und dem Zeitpunkt der Probenahme besonders empfindlichen Abundanzen handelt, nicht direkt miteinander verglichen werden. Sie sollen lediglich einen Eindruck von der Größenordnung und Spannweite der im Arktischen Ozean und in benachbarten Meeresgebieten festgestellten Dichten und Bestände vermitteln. Die ausführlichsten Biomasseangaben finden sich bei HOPKINS (1969 a, b), BRODSKIY & PAVSHTIKS (1977) und PAVSHTIKS (1983) geben einen Überblick zur saisonalen Entwicklung der Individuendichte.

Die während ARK IV/3 innerhalb der oberen 100m des zentralen und nördlichen Nansen-Beckens festgestellten Biomassebestände (2,8 bzw. 1,0 g AFTG/m<sup>2</sup>) lagen bis zu über zehnmal höher als die meisten der bisher veröffentlichten Werte aus vergleichbaren oder größeren Tiefenintervallen. Lediglich KOSOBOKOVA (1982) nennt für die oberen 1000m des zentralen Nordpolarmeeres einen ähnlich hohen Maximalwert. Nochmals deutlich höher und in der Größenordnung mit Ergebnissen von SAMEOTO (1984) aus der Baffin Bay und HOPKINS (1969 b) aus der südwestlichen Grönlandsee vergleichbar war der Biomassebestand des Metazooplanktons oberhalb von 500m im südlichen Nansen-Becken (Stationsgruppe "Süd": 5,1g/m<sup>2</sup>). Nach den von ZENKEVITCH (1963) zusammengestellten Daten zur Biomasseverteilung im Nordpolarmeer liegt das Bestandsniveau nördlich Spitzbergens etwa fünfmal

höher als im zentralen Teil des Eurasischen Beckens. Die während ARK IV/3 festgestellten Werte bestätigen diese Angaben.

Bezüglich der Individuendichte bestanden keine gravierenden Unterschiede zwischen den eigenen Befunden aus dem Nansen-Becken und den Ergebnissen aus anderen Teilen des Nordpolarmeeres, dies traf auch auf die im direkten Einflußbereich des Atlantischen Randstromes (Stationsgruppe "Süd", 500-200m) festgestellten Konzentrationen zu. Hierbei ist allerdings zu berücksichtigen, daß während ARK IV/3 eine relativ grobe Maschenweite verwendet wurde. Die hohen Werte sowjetischer Autoren (BRODSKIY & PAVSHTIKS 1977, PAVSHTIKS 1983) beziehen sich dagegen auf Probenmaterial, daß mit sehr feinmaschigen Netzen und im Laufe vieler Jahre gesammelt wurde. Die kurzzeitigen Massenvorkommen von Jungtieren wurden bei diesen Untersuchungen regelmäßig erfaßt.

Insgesamt bleibt festzuhalten, daß bezüglich des Individuen- und Biomassebestandes ein deutlicher Gradient zwischen den Randbereichen und dem Inneren des Nordpolarmeeres zu bestehen scheint und daß zumindest der Biomassebestand des Zooplanktons im westlichen Teil des Nansen-Beckens höher ist als in den meisten der übrigen bisher untersuchten Regionen des Nordpolarmeeres. Über die Veränderung der Häufigkeit des Zooplanktons entlang des eurasischen Kontinentalrandes und über eventuelle Bestandsunterschiede zwischen dem Eurasischen und Kanadischen Becken können noch keine sicheren Aussagen gemacht werden.

**Tab. 5.5:** Zooplankton densities and standing stocks in polar seas, compilation of abundance and biomass data from literature (Ref. = Reference). Biomass is given as dry weight (DW) or ash free dry weight (AFDW), wet weight (WW) was converted to dry weight according to factors given by MULLIN (1969) and PARSONS et al. (1984):  $DW = 0.13 \times WW$ .

---

Region :	EGC = East Greenland Current, MIZ = Marginal Ice Zone, WSC = West Spitsbergen Current
Remarks :	† = maximum hauling depth / $\mu$ = mesh size / * = season (SP = spring, SU = summer, W = winter, Ø = annual mean) / ≈ = conversion WW to DW (AFDW = ash free dry weight), RD = abundances from raw data
Reference :	1 = JOHNSON 1963, 2 = ZENKEVITCH 1963, 3 = MINODA 1967, 4a = HOPKINS 1969a, 4b = HOPKINS 1969 b, 5 = MEL'NIKOV 1976, 6 = BRODSKIY & PAVSHTIKS 1977, 7 = KOSOBOKOVA 1982, 8 = PAVSHTIKS 1983, 9 = SAMEOTO 1984, 10 = HABERSTROH 1985, 11 = SMITH et al. 1985, 12 = HASSEL 1986, 13 = KNICKMEIER 1989 (* = only <i>Calanus</i> spp. and <i>M. longa</i> ), 14 = LOENG 1989, 15 = BOYSEN-ENNEN et al. in prep. (* = excl. Macroplankton and Micronekton), 16 = HIRCHE in press, 17a = MUMM 1990, 17b = this volume

---

Region	Abundance		Biomass		Remarks (†/μ/∞)	Ref.
	[n/m <sup>3</sup> ]	[n/m <sup>2</sup> ]	[mg/m <sup>3</sup> ]	[g/m <sup>2</sup> ]		
<b>Nansen-Basin</b>						
"South"	130	13000	20.8	2.1	100/300/SU/AFTG	17b
"Transition"	87	8700	28.4	2.8	100/300/SU/AFTG	17b
"North"	31	3100	10.1	1.0	100/300/SU/AFTG	17b
"South"	68	33800	10.1	5.1	500/300/SU/AFTG	17b
"Transition"	34	17100	7.9	3.9	500/300/SU/AFTG	17b
"North"	13	6300	2.8	1.4	500/300/SU/AFTG	17b
"South"	51	15300	7.9	2.4	500-200/300/SU/AFTG	17b
"Transition"	20	5900	2.4	0.7	500-200/300/SU/AFTG	17b
"North"	5	1400	0.6	0.2	500-200/300/SU/AFTG	17b
N of Spitsbergen	-	-	11.7	3.5	300/?/SU ?/NG	2
<b>central Arctic Ocean:</b>						
N of Greenland	-	-	4.5	0.9	200/330/SU/NG	3
NE of Greenland	-	-	2.8	0.6	200/330/SU/NG	3
Fram-Basin	-	-	0.6	0.3	500/73/Ø	4b
deep-sea basin	-	-	2.2	0.7	300/?/SU ?/NG	2
Canadian Basin	≤4	≤1750	-	-	500/550/SU/RD	1
August	-	-	0.8	0.8	1000/55/Ø/NG	7
October	-	-	2.4	2.4	1000/55/Ø/NG	7
"under ice"	≤200	-	-	-	<50 ?/≤65/SU	8
"upper 10m"	-	-	<1.3	<0.1	10/55/Ø/NG	7
surface waters	-	-	5-16	-	?/55/SU/NG	5
surface waters	56	11200	0.6	0.1	≤200/≤215/Ø	4a
"upper 250m"	100-200	<50000	-	-	250/?/Ø	6
50-250m	≤50	≤12000	-	-	250-50/≤65/SU	8
100-250m	≤10	≤1500	-	-	250-100/?/Ø	6
Atlantic Water	13	9100	0.1	0.1	900-200/≤215/Ø	4a
Atlantic Water	19	-	-	-	>250/≤65/SU	8
Atlantic Water	-	-	1.3	-	?/55/SU/NG	5
Deep Water	3-4	-	<0.1	-	>900/≤215/Ø	4a
<b>other polar seas:</b>						
<b>Greenl./Norw. Seas</b>						
EGC 82°N	106	10600	29	2.9	100/300/SU	17a
EGC 79°N	-	-	>53	>4.2	80/500/SU	* 13
EGC 77°N	-	-	>56	>4.5	80/500/SU	* 13
EGC 75°N	-	-	>98	>7.8	80/500/SU	* 13
EGC 73-77°N	-	-	9.0	4.5	500/73/SP	4b
MIZ 77-79°N	-	-	14.7	-	≤120/333/SU	11
WSC 79°N	-	-	>65	>5.2	80/500/SU	* 13
WSC 79°N	28	13900	-	-	500/300/SU	10
WSC 75°N	-	-	≥3.0	≥7.0	2300/150/W	16
<b>Barents Sea</b>						
north., ice edge	-	-	-	6.5	Boden/180/SU/NG	12
centr., 74°N	-	-	>65	>13.0	Boden/180/SU/NG	12
centr., Polar Front	-	-	80-150	4.0-7.5	50/?/SU	14
NE Baffin Bay	300	29935	≤104	≤10.4	100/243/SU/NG	9
<b>Weddell Sea (Antarctica)</b>						
NE Shelf	-	-	11.3	2.2	300/335+4500/SU	* 15
S Shelf	-	-	4.0	0.9	300/335+4500/SU	* 15
centr. WS	-	-	9.3	2.3	300/335+4500/SU	* 15

- AAGAARD, K. (1982): Inflow from the Atlantic Ocean to the Polar Basin. In: The Arctic Ocean (L. REY, ed.). Wiley & Sons, N.Y., pp. 69-81
- AAGAARD, K. (1989): A synthesis of the Arctic Ocean circulation. Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer **188**: 11-22
- AAGAARD, K. & GREISMAN, P. (1975): Toward new mass and heat budgets for the Arctic Ocean. J. Geophys. Res., **80**, 27: 3821-3827
- AAGAARD, K. & CARMACK, E.C. (1989): The role of sea ice and other fresh water in the arctic circulation. J. Geophys. Res. **94**, C10: 14485-14498
- AAGAARD, K., COACHMAN, L.K. & CARMACK, E. (1981): On the halocline of the Arctic Ocean. Deep-Sea Res. **28a**, 6: 529-545
- AAGAARD, K., SWIFT, J.H. & CARMACK, E.C. (1985): Thermohaline circulation in the Arctic Mediterranean Seas. J. Geophys. Res. **90**, C3: 4833-4846
- AAGAARD, K., FOLDVIK, A. & HILLMAN, S.R. (1987): The West Spitsbergen Current: disposition and water mass transformation. J. Geophys. Res. **92**, C4: 3778-3784
- ALVARIÑO, A. (1965): Chaetognaths. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev. **3**: 115-194
- ANDERSON, L.G., JONES, E.P., KOLTERMANN, K.-P., SCHLOSSER, P., SWIFT, J.H. & WALLACE, D.W.R. (1989): The first oceanographic section across the Nansen Basin in the Arctic Ocean. Deep-Sea Res. **36**, 3: 475-482
- ANRAKU, M. & OMORI, M. (1963): Preliminary survey of the relationship between the feeding habit and the structure of the mouth-parts of marine copepods. Limnol. Oceanogr. **8**, 1: 116-126
- APOLLONIO, S. (1959): Hydrobiological measurements on IGY drifting station Bravo. Trans. Am. Geophys. Union **40**, 3: 316-319
- ARASHKEVICH, Y.G. & KOSOBOKOVA, K.N. (1988): Life strategy of plant-eating copepods: physiology and biochemistry of overwintering *Calanus glacialis* under starvation conditions. Oceanology **28**, 4: 513-517
- ARCHER, C. (1900): The Fram. Norw. North Polar Exped. 1893-1896, Sci. Res. **1**, 1: 1-16
- ARON, W. (1962): Some aspects of sampling the macroplankton. Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer **153**: 29-38
- AUGSTEIN, E., HEMPEL, G., SCHWARZ, J., THIEDE, J. & WEIGEL, W. (1984): Die Expedition ARKTIS II des FS "Polarstern" 1984. Ber. Polarforsch. **20**: 60-94

- BACKHAUS, K., ERICHSON, B., PLINKE, W., SCHUCHARD-FICHER, C. & WEIBER, R. (1987): Multivariate Analysemethoden. 4. Aufl., Springer, Berlin, 404 S.
- BÅMSTEDT, U. (1974): Biochemical studies on the deep-water pelagic community of Korsfjorden, western Norway - methodology and sample design. *Sarsia* **56**: 71-86
- BÅMSTEDT, U. & TANDE, K. (1988): Physiological responses of *Calanus finmarchicus* and *Metridia longa* (Copepoda: Calanoida) during the winter-spring transition. *Mar. Biol.* **99**: 31-38
- BANSE, K. (1962): Net zooplankton and total zooplankton. *Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer* **153**: 211-215
- BARNES, H. & MARSHALL, S.M. (1952): On the variability of replicate plankton samples and some applications of 'contagious' series to the statistical distribution of the catches over restricted periods. *J. mar. biol. Ass. U.K.* **30**, 233-263
- BARNES, H. & TRANTER, D.J. (1965): A statistical examination of the catches, numbers and biomass taken by three commonly used plankton nets. *Austr. J. mar. Freshwat. Res.* **16**, 3: 293-306
- BARTHEL, K.-G. (1988): Feeding of the three *Calanus* species on different phytoplankton assemblages in the Greenland Sea. *Meeresforsch.* **32**: 92-106
- BARTHEL, K.-G. (1990): Relationships of food uptake and body components of *Calanus finmarchicus*, *C. glacialis* and *C. hyperboreus* to particulate matter and water characteristics in Fram Strait. *Polar Biol.* **10**: 343-350
- BEERS, J.R. (1976): Determination of zooplankton biomass. *In*: Zooplankton fixation and preservation (H.F. STEEDMAN, ed.), UNESCO Press, Paris, pp. 37-84
- BENSON, R.H. (1969): Determination of biogeographic boundaries of quaternary arctic marine faunas. *In*: The Taxonomy and Ecology of Recent Ostracoda (J.W. NEALE, ed.). Oliver & Boyd, Edinburgh, pp. 249-250
- BLINDHEIM, J. (1989): Ecological features of the Norwegian Sea. *In*: Proc. Sixth Conf. Comité Arctique. Int. 1985 (L. REY & V. ALEXANDER, eds.). E.J. Brill, Leiden, pp. 366-401
- BOGOROV, V.G. (1946 a): Zooplankton collected by the "G. Sedov" expedition 1937-1939. *In*: Dreifuiushchaia Ekspeditsiia Glasevmorputi na Ledokol' Nom Parokhode "G. Sedov" 1937-1940 gg. (V.K. BUINITSKI, ed.). Trudy: 336-370 (russisch)
- BOGOROV, V.G. (1946 b): Peculiarities of diurnal vertical migrations of zooplankton in polar seas. *J. Mar. Res.* **6**, 1: 25-32

- BOLMS, G. (1986): Zur Verteilung des Mikrozooplanktons in der Framstraße zwischen Grönland und Spitzbergen. Diplomarb. Univ. Kiel, 135 S.
- BONE, Q., BROWNLEE, C., BRYAN, G.W., BURT, G.R., DANDO, P.R., LIDDI-COAT, M.I., PULSFORD, A.L. & RYAN, K.P. (1987): On the difference between the two 'indicator' species of chaetognath, *Sagitta setosa* and *S. elegans*. J. mar. biol. Ass. U.K. **67**: 545-560
- BOURKE, R.H., NEWTON, J.L., PAQUETTE, R.G. & TUNNCLIFFE, M.D. (1987): Circulation and water masses of the East Greenland Shelf. J. Geophys. Res. **92**, C7: 6729-6740
- BOURKE, R.H., WEIGEL, A.M. & PAQUETTE, R.G. (1988): The westward turning branch of the West Spitsbergen Current. J. Geophys. Res. **93**, C11: 14065-14077
- BOWMAN, T.E. & GRUNER, H.-E. (1973): The families and genera of Hyperiidia (Crustacea: Amphipoda). Smithsonian Contrib. Zool. **146**: 1-64
- BOXSHALL, G.A. (1979): The planktonic copepods of the northeastern Atlantic Ocean: Harpacticoida, Siphonostomatoida and Mormonilloida. Bull. Br. Mus. nat. Hist. (Zool.) **35**, 3: 201-264
- BOYSEN-ENNEN, E., HAGEN, W., HUBOLD, G., PIATKOWSKI, U. (in press): Zooplankton biomass in the Weddell Sea, Antarctica. Mar. Biol.
- BRIGGS, J.C. (1970): A faunal history of the North Atlantic Ocean. Syst. Zool. **19**, 1: 19-34
- BRODSKIY, K.A. (1967): Calanoida of the far eastern seas and Polar Basin of the USSR. In: Keys to the Fauna of the USSR No. 35 (E.N. PAVLOVSKII, ed.). Israel Progr. Sci. Transl., Jerusalem, pp. 440
- BRODSKIY, K.A. & PAVSHTIKS, Y.A. (1977): Plankton of the central part of the Arctic Basin. Pol. Geogr., **1**: 143-161
- BROGMUS, W. (1952): Eine Revision des Wasserhaushaltes der Ostsee. Kieler Meeresforsch. **9**: 15-42
- BÜCKMANN, A. (1949): Appendicularia I-III. Fich. Ident. Zoopl. **7**: 1-8
- BÜCKMANN, A. (1970): Die Verbreitung der Kaltwasser- und der Warmwasserfauna der Appendicularien im nördlichen Nordatlantischen Ozean im Spätwinter und Spätsommer 1958. Mar. Biol. **5**: 35-56
- CAREY, A.G.jr. (1985): Marine ice fauna. In: Sea Ice Biota (R.A. HORNER, ed.). CRC Press, Boca Raton, pp. 173-190
- CHENEY, J. (1985): Spatial and temporal abundance patterns of oceanic chaetognaths in the western North Atlantic. II. Vertical distributions and migrations. Deep-Sea Res. **32**, 9: 1061-1075

- CLARK, D.L. (1977): Climatic factors of the late mesozoic and cenozoic Arctic Ocean. *In*: Polar Oceans (M.J. DUNBAR, ed.). Arct. Inst. N. Am., pp. 603-615
- CLARKE, K.R. & GREEN, R.H. (1988): Statistical design and analysis for a 'biological effects' study. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* **46**: 213-226
- CLUTTER, R.I. & ANRAKU, M. (1979): Avoidance of samplers. *In*: Zooplankton sampling. UNESCO Press, Paris, pp. 57-76
- COACHMAN, L.K. & BARNES, C.A. (1962): Surface water in the Eurasian Basin of the Arctic Ocean. *Arctic* **15**, 4: 251-278
- COACHMAN, L.K. & BARNES, C.A. (1963): The movement of Atlantic Water in the Arctic Ocean. *Arctic* **16**, 1: 8-16
- COACHMAN, L.K. & AAGAARD, K. (1974): Physical oceanography of arctic and subarctic seas. *In*: Marine Geology and Oceanography of the Arctic Seas (Y. HERMAN, ed.). Springer, N.Y., pp. 1-72
- COLONY, R. & THORNDIKE, A.S. (1984): An estimate of the mean field of arctic sea ice motion. *J. Geophys. Res.* **89**, C6: 10623-10629
- COMISO, J.C. (1990): Arctic multiyear ice classification and summer ice cover using passive microwave satellite data. *J. Geophys. Res.* **95**, C8: 13411-13422
- CONOVER, R.J. (1960): The feeding behavior and respiration of some marine planktonic Crustacea. *Biol. Bull.* **119**: 399-415
- CONOVER, R.J. (1967): Reproductive cycle, early development, and fecundity in laboratory populations of the copepod *Calanus hyperboreus*. *Crustaceana* **13**: 61-72
- CONOVER, R.J. (1988): Comparative life histories in the genera *Calanus* and *Neocalanus* in high latitudes of the northern hemisphere. *Hydrobiologia* **167/168**: 127-142
- CONOVER, R.J., BEDO, A.W. & SPRY, J.A. (1988): Arctic zooplankton prefer living ice algae: a caution for zooplankton excretion measurements. *J. Plankton Res.* **10**, 2: 267-282
- CORKETT, C.J., McLAREN, I.A. & SEVIGNY, J.-M. (1986): The rearing of the marine calanoid copepods *Calanus finmarchicus* (Gunnerus), *C. glacialis* Jaschnov and *C. hyperboreus* Krøyer with comment on the equiproportional rule. *In*: Proc. Sec. Int. Conf. Copepoda Ottawa 1984 (G. SCHRIEVER, H.K. SCHMINKE & C.-t. SHIH, eds.). *Syllogeus* **58**: 539-546
- CURTIN, T.B.; UNTERSTEINER, N. & CALLAHAM, T. (1990): Arctic oceanography. *Oceanus* **33**, 4: 58-66
- DAMKAER, D.M. (1975): Calanoid copepods of the genera *Spinocalanus* and *Mimocalanus* from the central Arctic Ocean, with a review of the Spinocalanidae. NOAA Techn. Rep. NMFS CIRC-391, pp. 1-88

- DANILOV, I.D. (1989): Geological and paleoclimatic evolution of the Arctic during late cenozoic time. *In*: The Arctic Seas (Y. HERMAN, ed.). Van Nostrand Reinhold New Comp., N.Y., pp. 759-760
- DAVIS, C.C. (1984): Planktonic Copepoda (including Monstrilloida). *In*: Marine Plankton Life Cycle Strategies (K.A. STEIDINGER & L.M. WALKER, eds.). CRC Press, Boca Raton, pp. 67-91
- DAWSON, J.K. (1968): Chaetognaths from the Arctic Basin, including the description of a new species of *Heterokrohnia*. Bull. So. Calif. Acad. Sci. **67**, 2: 112-124
- DAWSON, J.K. (1978): Vertical distribution of *Calanus hyperboreus* in the central Arctic Ocean. Limnol. Oceanogr. **23**, 5: 950-957
- DEIBEL, D. (1986): Feeding mechanism and house of the appendicularian *Oikopleura vanhoeffeni*. Mar. Biol. **93**: 429-436
- DEIBEL, D. (1988): Filter feeding by *Oikopleura vanhoeffeni*: grazing impact on suspended particles in cold ocean waters. Mar. Biol. **99**: 177-186
- DIEL, S. (1989): Zur Lebensgeschichte dominanter Copepodenarten (*Calanus finmarchicus*, *C. glacialis*, *C. hyperboreus*, *Metridia longa*) in der Framstraße. Diss. Univ. Kiel, 140 S.
- DIGBY, P.G.N. & KEMPTON, R.A. (1987): Multivariate Analysis of Ecological Communities. Chapman & Hall, London, 206p.
- DIGBY, P.S.B. (1954): The biology of the marine planktonic copepods of Scoresby Sound, East Greenland. J. Anim. Ecol. **23**: 298-335
- DONN, W.L. & SHAW, D.M. (1977): Continental drift and arctic climate. *In*: Polar Oceans (M.J. DUNBAR, ed.). Arct. Inst. N. Am., pp. 555-566
- DRITS, A.V. & SEMENOVA, T.N. (1984): Experimental investigations of the feeding of *Oithona similis* Claus. Oceanology **24**, 6: 755-759
- DUNBAR, M.J. (1954): The amphipod Crustacea of Ungava Bay, Canadian eastern Arctic. J. Fish. Res. Bd. Can. **11**, 6: 709-798
- DUNBAR, M.J. (1962): The life cycle of *Sagitta elegans* in arctic and subarctic seas, and the modifying effects of hydrographic differences in the environment. J. Mar. Res. **20**, 1: 76-91
- DUNBAR, M.J. (1964): Serial Atlas of the Marine Environment, Folio 6: Euphausiids and pelagic amphipods. Am. Geogr. Soc., 8 plates
- DUNBAR, M.J. (1985): The arctic marine ecosystem. *In*: Petroleum Effects in the Arctic Environment (F.R. ENGELHARDT, ed.). Elsevier, London, pp. 1-35



- DUNBAR, M.J. (1989): The Arctic Ocean as a biological environment. In: Proceedings of the sixth Conference of the Comité Arctique International (L. REY & V. ALEXANDER, eds.). E.J. Brill Leiden, pp. 35-47
- DURBIN, E.G. & DURBIN, A.G. (1978): Length and weight relationships of *Acartia clausi* from Narragansett Bay, R.I.. Limnol. Oceanogr. **23**, 5: 958-969
- EILERTSEN, H.C., TANDE, K.S. & TAASEN, J.P. (1989): Vertical distributions of primary production and grazing by *Calanus glacialis* Jaschnov and *C. hyperboreus* Krøyer in arctic waters (Barents Sea). Polar Biol. **9**: 253-260
- EINARSSON, H. (1945): Euphausiacea. Dana-Report **27**: 1-185
- EKMAN, S. (1953): Zoogeography of the Sea. Sidgwick & Jackson, London, 417p.
- FARRAN, G.P. (1936): The arctic plankton of the "Nautilus" Expedition. Part II - Report on the Copepoda. J. Linn. Soc. Lond. Zool. **39**: 404-410
- FARRAN, G.P. (1949a): Copepoda, sub-order: Calanoida, family: Metridiidae, genus: *Metridia*. Fich. Ident. Zoopl. **14**: 1-4
- FARRAN, G.P. (1949b): Copepoda, sub-order: Calanoida, family: Heterorhabdidae, genus: *Heterorhabdus*. Fich. Ident. Zoopl. **16**: 1-4
- FARRAN, G.P. (1951a), revised by W. VERVOORT: Copepoda, sub-order: Calanoida, family: Calanidae. Fich. Ident. Zoopl. **32**: 1-4
- FARRAN, G.P. (1951b), revised by W. VERVOORT: Copepoda, sub-order: Calanoida, family: Pseudocalanidae, genera *Pseudocalanus*, *Microcalanus*. Fich. Ident. Zoopl. **37**: 1-4
- FARRAN, G.P. (1951c), revised by W. VERVOORT: Copepoda, sub-order: Calanoida, family: Pseudocalanidae, genus: *Spinocalanus*. Fich. Ident. Zoopl. **39**: 1-4
- FASHAM, M.J.R. & ANGEL, M.V. (1975): The relationship of the zoogeographic distributions of the planktonic ostracods in the North-East Atlantic to the water masses. J. mar. biol. Ass. U.K. **55**: 739-757
- FIELD, J.G., CLARKE, K.R. & WARWICK, R.M. (1982): A practical strategy for analysing multispecies distribution patterns. Mar. Ecol. Prog. Ser. **8**: 37-52
- FLEMINGER, A. & HÜLSEMANN, K. (1977): Geographical range and taxonomic divergence in North Atlantic *Calanus* (*C. helgolandicus*, *C. finmarchicus* and *C. glacialis*). Mar. Biol. **40**: 233-248
- FOLDVIK, A., AAGAARD, K. & TØRRESEN, T. (1988): On the velocity field of the East Greenland Current. Deep-Sea Res. **35**, 8: 1335-1354
- FRASER, J.H. (1957): Chaetognatha. Fich. Ident. Zoopl. **1** (first revision): 1-6

- FRASER, J.H. (1962): The role of ctenophores and salps in zooplankton production and standing crop. Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer **153**: 121-123
- GARRISON, D.L. & BUCK, K.R. (1989): Protozooplankton in the Weddell Sea, Antarctica: abundance and distribution in the ice-edge zone. Polar Biol. **9**: 341-351
- GARSTANG, W. & GEORGESON, E. (1936): The arctic plankton of the "Nautilus" Expedition - Part III - Report on the appendicularians. J. Linn. Soc. Lond. Zool. **39**: 411-412
- GEIGER, S.R. (1966): Size variation in *Metridia longa* (Lubbock). In: Contemporary Studies in Marine Science (H. BARNES, ed.). Allen & Unwin, London, pp. 335-341
- GEYNIKH, A.K. (1986): Mass species of oceanic phytophagous copepods and their ecology. Oceanology **26**, 2: 213-217
- GEYNIKH, A.K., KOSOBOKOVA, K.N. & RUDYAKOV, Y.A. (1983): Seasonal variations in the vertical distribution of some prolific copepods of the Arctic Basin. Can. Transl. Fish. Aquat. Sci. **4925**: 1-22
- GIERLOFF-EMDEN, H.G. (1980): Geographie des Meeres, Teil 2. W. de Gruyter, Berlin, 1310 S.
- GIGUERE, L.A., ST-PIERRE, J.F., BERNIER, B., VEZINA, A. & RONDEAU, J.-G. (1989): Can we estimate the true weight of zooplankton samples after chemical preservation. Can. J. Fish. Aquat. Sci. **46**: 522-527
- GRAINGER, E.H. (1959): The annual oceanographic cycle at Igloolik in the Canadian Arctic - 1. The zooplankton and physical and chemical observations. J. Fish. Res. Bd. Can. **16**, 4: 453-501
- GRAINGER, E.H. (1961): The copepods *Calanus glacialis* Jaschnov and *Calanus finmarchicus* (Gunnerus) in Canadian arctic-subarctic waters. J. Fish. Res. Bd. Can. **18**, 5: 663-678
- GRAINGER, E.H. (1963): Copepods of the genus *Calanus* as indicators of eastern Canadian waters. In: Marine Distributions (M.J. DUNBAR, ed.). Univ. Toronto Press, pp. 68-94
- GRAINGER, E.H. (1965): Zooplankton from the Arctic Ocean and adjacent Canadian waters. J. Fish. Res. Bd. Can. **22**, 2: 543-564
- GRAINGER, E.H. (1989): Vertical distribution of zooplankton in the central Arctic Ocean. In: Proc. Sixth Conf. Comité Arctique Int. 1985 (L. REY & V. ALEXANDER, eds.). E.J. Brill, Leiden, pp. 48-60
- GRAY, J.S. (1984): Ökologie mariner Sedimente. Springer, Berlin, 193 S.
- GRAY, J.S., ASCHAN, M., CARR, M.R., CLARKE, K.R., GREEN, R.H., PEARSON, T.H., ROSENBERG, R. & WARWICK, R.M. (1988): Analysis of com-

- munity attributes of the benthic macrofauna of Frierfjord/Langesundfjord and in a mesocosm experiment. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* **46**: 151-165
- GREVE, W. (1975): Ctenophora. *Fich. Ident. Zoopl.* **146**: 1-6
- GRICE, G.D. (1962): Copepods collected by the nuclear submarine "Seadragon" on a cruise to and from the North Pole, with remarks on their geographic distribution. *J. Mar. Res.* **20**, 1: 97-108
- GROENDAHL, F. & HERNROTH, L. (1986): Vertical distribution of copepods in the eurasian part of the Nansen Basin, Arctic Ocean. *In*: Proc. Sec. Int. Conf. Copepoda Ottawa 1984 (G. SCHRIEVER, H.K. SCHMINKE & C.-t. SHIH, eds.). *Syllogeus* **58**: 311-320
- GULLIKSEN, B. (1984): Under-ice fauna from Svalbard waters. *Sarsia* **69**: 17-23
- GULLIKSEN, B. & LØNNE, O.J. (1989): Distribution, abundance, and ecological importance of marine sympagic fauna in the Arctic. *Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer* **188**: 133-138
- GURYANOVA, E.F. (1982): Characteristic of the Arctic Ocean fauna and their significance for understanding the history of its formation. *In*: The Arctic Ocean and Its Coast in the Cenozoic Era (A.I. TOLMACHEV, ed.). Amerind Publ., New Delhi, pp. 122-155
- HABERSTROH, D. (1985): Die Vertikalverteilung von planktonischen Crustaceen auf einem Schnitt in der nördlichen Framstraße. *Diplomarb. Univ. Würzburg*, 140 S.
- HAEDRICH, R.L. & JUDKINS, D.C. (1979): Macrozooplankton and its environment. *In*: Zoogeography and diversity of plankton (S. VAN DER SPOEL, A.C. PIERROT-BULTS, eds.). Edward Arnold London, pp. 4-28
- HAGEN, W. (1985): On distribution and population structure of antarctic Chaetognatha. *Meeresforsch.* **30**: 280-291
- HAMNER, W.M. (1988): Behavior of plankton and patch formation in pelagic ecosystems. *Bull. Mar. Sci.* **43**, 3: 752-757
- HANSEN, B., BERGGREEN, U.C., TANDE, K.S. & EILERTSEN, H.C. (1990): Post-bloom grazing by *Calanus glacialis*, *C. finmarchicus* and *C. hyperboreus* in the region of the Polar Front, Barents Sea. *Mar. Biol.* **104**: 5-14
- HARBISON, G.R., MADIN, L.P. & SWANBERG, N.R. (1978): On the natural history and distribution of oceanic ctenophores. *Deep-Sea Res.* **25**: 233-256
- HARDY, A.C. (1936): The arctic plankton of the "Nautilus" Expedition - Part I - General Account. *J. Linn. Soc. Lond. Zool.* **39**: 391-403
- HASSEL, A. (1986): Seasonal changes in zooplankton composition in the Barents Sea, with special attention to *Calanus* spp. (Copepoda). *J. Plankt. Res.* **8**, 2: 329-339

- HEMPEL, G. (1985): On the biology of polar seas, particularly the Southern Ocean. *In*: Marine Biology of Polar Regions and Effects of Stress on Marine Organisms (J.S. GRAY & M.E. CHRISTIANSEN, eds.). Wiley & Sons, Chichester, pp. 3-33
- HERMAN, Y. (1974): Topography of the Arctic Ocean. *In*: Marine Geology and Oceanography of the Arctic Seas (Y. HERMAN, ed.). Springer, N.Y., pp. 73-81
- HERMAN, Y. (1979): Plankton distribution in the past. *In*: Zoogeography and diversity of plankton (S. VAN DER SPOEL & A.C. PIERROT-BULTS, eds.). Edward Arnold, London, pp. 29-49
- HERMAN, Y. (1983): Arctic paleoceanography in late neogene time and its relationship to global climates. *Oceanology* **23**, 1: 81-87
- HEWES, C.D., HOLM-HANSEN, O. & SAKSHAUG, E. (1985): Alternate carbon pathways at lower trophic levels in the antarctic food web. *In*: Antarctic Nutrient Cycles and Food Webs (W.R. SIEGFRIED, P.R. CONDY & R.M. LAWS, eds.). Springer, Berlin, pp. 277-283
- HIRCHE, H.-J. (1983): Overwintering of *Calanus finmarchicus* and *Calanus helgolandicus*. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* **11**: 281-290
- HIRCHE, H.-J. (1989): Egg production of the Arctic copepod *Calanus glacialis*: laboratory experiments. *Mar. Biol.* **103**: 311-318
- HIRCHE, H.-J. (in press): Distribution of dominant calanoid copepod species in the Greenland Sea during late fall. *Polar Biol.*
- HIRCHE, H.-J. & BOHRER, R.N. (1987): Reproduction of the arctic copepod *Calanus glacialis* in Fram Strait. *Mar. Biol.* **94**: 11-17
- HIRCHE, H.J. & MUMM, N. (subm.): Distribution of dominant copepods in the Arctic Ocean in summer. *Deep-Sea Res.*
- HOPKINS, T.L. (1969a): Zooplankton standing crop in the Arctic Basin. *Limnol. Oceanogr.* **14**: 80-85
- HOPKINS, T.L. (1969b): Zooplankton biomass related to hydrography along the drift track of Arlis II in the Arctic Basin and the East Greenland Current. *J. Fish. Res. Bd. Can.* **26**, 2: 305-310
- HORNER, R. (1985): History of ice algal investigations. *In*: Sea Ice Biota (R. HORNER, ed.). CRC Press, Boca Raton, pp. 1-19
- HUNKINS, K., BE, A.W.H., OPDYKE, N.D. & MATHIEU, G. (1971): The late cenozoic history of the Arctic Ocean. *In*: The Late Cenozoic Glacial Ages (K.K. TUREKIAN, ed.). Yale Univ. Press New Haven, pp. 215-237

- HUNTLEY, M., STRONG, K.W. & DENGLER, A.T. (1983): Dynamics and community structure of zooplankton in the Davis Strait and northern Labrador Sea. *Arctic* **36**, 2: 143-161
- HURLBERT, S.H. (1971): The nonconcept of species diversity: a critique and alternative parameters. *Ecol.* **52**: 577-586
- JASCHNOV, V.A. (1966): Water masses and plankton. *Oceanology* **6**, 404-412
- JASCHNOV, V.A. (1970): Distribution of *Calanus* species in the seas of the northern hemisphere. *Int. Revue ges. Hydrobiol.* **55**, 2: 197-212
- JOHANNESSEN, O.M., JOHANNESSEN, J.A., SVENDSEN, E., SHUCHMAN, R., MANLEY, T., CAMPBELL, W.J., JOSBERGER, E.G., SANDVEN, S., GASCARD, J.C., OLAUSEN, T., DAVIDSON, K. & VAN LEER, J. (1987): Mesoscale eddies in the Fram Strait marginal ice zone during the 1983 and 1984 Marginal Ice Zone Experiments. *J. Geophys. Res.* **92**, C7: 6754-6772
- JOHNSON, M.W. (1963): Zooplankton collections from the high Polar Basin with special reference to the Copepoda. *Limnol. Oceanogr.* **8**, 1: 89-102
- KATTNER, G., HIRCHE, H.-J. & KRAUSE, M. (1989): Spatial variability in lipid composition of calanoid copepods from Fram Strait, the Arctic. *Mar. Biol.* **102**: 473-480
- KERN, J.C. & CAREY, A.G.jr. (1983): The faunal assemblage inhabiting seasonal sea ice in the nearshore Arctic Ocean with emphasis on copepods. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* **10**: 159-167
- KLIE, W. (1949a): Ostracoda - I. *Fich. Ident. Zoopl.* **5**: 1-4
- KLIE, W. (1949b): Ostracoda - II. *Fich. Ident. Zoopl.* **6**: 1-4
- KNICKMEIER, K. (1989): Bestimmung der Freßrate arktischer Copepoden mittels der Magenfluoreszenz-Methode. *Diplomarb. Univ. Kiel*, 82 S.
- KOSOBOKOVA, K.N. (1978): Diurnal vertical distribution of *Calanus hyperboreus* Krøyer and *Calanus glacialis* Jashnov in the central Polar Basin. *Oceanology* **18**, 4: 476-480
- KOSOBOKOVA, K.N. (1980): Caloric value of some zooplankton representatives from the central Arctic Basin and the White Sea. *Oceanology* **20**, 1: 84-89
- KOSOBOKOVA, K.N. (1982): Composition and distribution of the biomass of zooplankton in the central Arctic Basin. *Oceanology* **22**, 6: 744-750
- KOSOBOKOVA, K.N. (1986): Estimation of production of common herbivorous copepods of the central Arctic Basin. *Oceanology* **26**, 6: 749-752
- KRAMP, P.L. (1920): Anthomedusae and Leptomedusae. Rep. "M. Sars" N. Atl. Deep-Sea Exped. 1910, **3**: 1-13

- KRAMP, P.L. (1939): The Godthaab Expedition 1928 - Chaetognatha. Medd. Grønland **80**, 5: 3-40
- KRAMP, P.L. (1947): Medusae - Part III - Trachylina and Scyphozoa. Dan. In-golf-Exped. **5**, 14: 1-66
- KRAMP, P.L. (1959): The Hydromedusae of the Atlantic Ocean and adjacent waters. Dana-Report **46**: 1-284
- KRAMP, P.L. (1968): The Hydromedusae of the Pacific and Indian Oceans - Sections II and III. Dana-Report **72**: 1-200
- KURBJEWIT, F. (1988): Untersuchungen zur Lage und Struktur von Sensillen bei calanoiden Copepoden (*Calanus glacialis*, *Pareuchaeta norvegica*, *Metridia longa*). Diplomarb. Univ. Kiel, 125 S.
- LAEVASTU, T. (1962): The adequacy of plankton sampling. Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer **153**: 66-73
- LARSON, R.J. & HARBISON, G.R. (1989): Source and fate of lipids in polar gelatinous zooplankton. Arctic **42**, 4: 339-346
- LEGENDRE, L. & LEGENDRE, P. (1983): Numerical Ecology. Elsevier, Amsterdam, 384p.
- LEWIS, E.L. (1982): The Arctic Ocean: water masses and energy exchanges. In: The Arctic Ocean (L. REY, ed.). Wiley & Sons, N.Y., pp. 43-68
- LILEY, R. (1960): Ctenophora. Fich. Ident. Zoopl. **82**: 1-5
- LOENG, H. (1989): Ecological features of the Barents Sea. In: Proc. Sixth Conf. Comité Arctique Int. 1985 (L. REY & V. ALEXANDER, eds.). E.J. Brill Leiden, pp. 327-365
- LOHMANN, H. (1900): Die Appendicularien. Fauna Arctica **1**, 3: 363-378
- LONGHURST, A.R. (1985a): The structure and evolution of plankton communities. Progr. Oceanogr. **15**: 1-35
- LONGHURST, A.R. (1985b): Relationship between diversity and the vertical structure of the upper ocean. Deep-Sea Res. **32**, 12: 1535-1570
- LONGHURST, A. & HEAD, E. (1989): Algal production and variable herbivore demand in Jones Sound, Canadian high Arctic. Polar Biol. **9**: 281-286
- LONGHURST, A.R., SAMEOTO, D. & HERMAN, A. (1984): Vertical distribution of arctic zooplankton in summer: eastern Canadian Archipelago. J. Plankt. Res. **6**, 1: 137-168
- LONGHURST, A.R., PLATT, T., HARRISON, W.G., HEAD, E.J.H., HERMAN, A.W., HORNE, E., CONOVER, R.J., LI, W.K.W., SUBBA RAO, D.V., SAMEOTO, D., SMITH, J.C. & SMITH, R.E.H. (1989): Biological oceanography

- in the Canadian high Arctic. Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer **188**: 80-89
- LOVEGROVE, T. (1962): The effect of various factors on dry weight values. Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer **153**: 86-91
- MACLELLAN, D.C. (1967): The annual cycle of certain calanoid species in West Greenland. Can. J. Zool. **45**: 101-115
- MADIN, L.P. (1988): Feeding behavior of tentaculate predators: in situ observations and a conceptual model. Bull. Mar. Res. **43**, 3: 413-429
- MALT, S.J. (1983): Crustacea, order: Copepoda, sub-order: Cyclopoida, family: Oncaeidae, genus: *Oncaea*. Fich. Ident. Zoopl. **169-171**: 1-11
- MARGALEF, R. (1977): Ecosystem diversity differences: poles and tropics. In: Polar Oceans (M.J. DUNBAR, ed.). Arct. Inst. N. Am., pp. 367-376
- MARKHASEVA, Y.L. (1984): Aetideidae copepods (Copepoda, Calanoida) of the eastern sector of the central Arctic Basin. Oceanology **24**, 3: 391-393
- MARSHALL, S.M. (1949): On the biology of the small copepods in Loch Striven. J. mar. biol. Ass. U.K. **28**, 1: 45-122
- MARSHALL, S.M. & ORR, A.P. (1962): Food and feeding in copepods. Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer **153**: 92-97
- MAUCLINE, J. (1980): The biology of mysids and euphausiids. Part II - The biology of euphausiids. Adv. Mar. Biol. **18**: 373-680
- MAYER, A.G. (1977): The Medusae of the World - Part I-III - The Hydromedusae. A. Asher & Co. Amsterdam, 735p.
- MAYZAUD, P. (1986): Digestive enzymes and their relation to nutrition. In: The Biological Chemistry of Marine Copepods (E.D.S. CORNER & S.C.M. O'HARA, eds.). Clarendon Press, Oxford, pp. 226-259
- McGOWAN, J.A. & FRAUNDORF, V. (1966): The relationship between size of net used and estimates of zooplankton diversity. Limnol. Oceanogr. **11**, 3: 456-469
- McLAREN, A.S. (1988): Analysis of the under-ice topography in the Arctic Basin as recorded by the USS Nautilus during August 1958. Arctic **41**, 2: 117-126
- McLAREN, I.A. (1966): Adaptive significance of large size and long life of the chaetognath *Sagitta elegans* in the Arctic. Ecology **47**, 5: 852-855
- MEL'NIKOV, I.A. (1976): Hydrobiological investigations in the central Arctic Ocean. Oceanology **16**, 3: 314-315

- MEL'NIKOV, I.A. (1980): The ecosystem of the arctic pack ice. *In*: Biology of the Central Arctic Basin (Biologiya tsentral'nogo arkticheskogo basseina, P.P. SHIRSHOV, ed.). Nauka Press, pp. 61-111
- MEL'NIKOV, I.A. & PAVLOV, G.L. (1978): Characteristics of organic carbon distribution in the waters and ice of the Arctic Basin. *Oceanology* **18**, 2: 163-166
- MILLS, E.L. (1969): The community concept in marine zoology, with comments on continua and instability in some marine communities: a review. *J. Fish. Res. Bd. Can.* **26**, 6, 1415-1428
- MINODA, T. (1967): Seasonal distribution of Copepoda in the Arctic Ocean from June to December, 1964. *Rec. Oceanogr. Wks. Jap.* **9**, 1: 161-172
- MOEBIUS, K. (1893): Über die Thiere der Schleswig-holsteinischen Austerbänke, ihre physikalischen und biologischen Lebensverhältnisse. *Sonderber. Preuss. Akad. Wiss.* **7**: 33-58
- MOHR, J.L. & GEIGER, S.R. (1962): Comparison of results from a new automatic plankton sampler and from conventional methods in the Arctic Basin. *Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer* **153**: 205-206
- MORTENSEN, T. (1913): Ctenophora. Rep. "M. Sars" N. Atl. Deep-Sea Exped. 1910, **3**: 1-9
- MORTON, J.E. (1958): Opisthobranchia, order: Gymnosomata, family: Clionidae. *Fich. Ident. Zoopl.* **80**: 1-4
- MÜLLER, G.W. (1933): Die Ostracoden des arktischen Gebietes. *Fauna Arctica* **6**, 1: 21-32
- MULLIN, M.M. (1969): Production of zooplankton in the ocean: the present status and problems. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* **7**, 293-314
- MUMM, N. (1990): Zur sommerlichen Verteilung des Mesozooplanktons im Nansen-Becken, Nordpolarmeer. *Diss. Univ. Kiel*, 216 S.
- NANSEN, F. (1902): The oceanography of the North Polar Basin. *Norw. North Polar Exped. 1893-1896, Sci. Res.* **3**: 1-427
- NAUMOV, D.V. (1969): Hydroids and Hydromedusae of the USSR (Gidroidy i gidromeduzy morskikh, solonovotovodnykh i presnovodnykh basseinov SSSR). *Israel Progr. Sci. Transl.*, Jerusalem, 660p.
- NEMOTO, T. & HARRISON, G. (1981): High latitude ecosystems. *In*: Analysis of marine ecosystems (A.R. LONGHURST ed.). Academic Press, London, pp.95-126
- ODUM, E.P. (1983): *Basic Ecology*. Holt-Saunders Japan, 613p.
- ÖSTLUND, H.G. & HUT, G. (1984): Arctic Ocean water mass balance from isotope data. *J. Geophys. Res.* **89**, C4: 6373-6391



- PARKINSON, C.L.; COMISO, J.C.; ZWALLY, H.J.; CAVALIERI, D.J.; GLOERSEN, P. & CAMPBELL, W.J. (1987): Arctic Sea Ice, 1973-1976: satellite passive-microwave observations. NASA SP-489, Washington D.C., 296p.
- PARKINSON, C.L. & CAVALIERI, D.J. (1989): Arctic sea ice 1973-1987: seasonal, regional and interannual variability. *J. Geophys. Res.* **94**, C10: 14499-14523
- PARSONS, T.R., TAKAHASHI, M. & HARGRAVE, B. (1984): *Biological Oceanographic Processes*. Pergamon Press, Oxford, 3rd ed., 330p.
- PAVSHTIKS, E.A. (1983): Some patterns in the life of the plankton of the central Arctic Basin (O nekotorykh zakonomernostyakh v zhizni planktona tsentral'nogo arkticheskogo basseina). *Can. Transl. Fish. Aquat. Sci.* **4917**: 1-24
- PERKIN, R.G. & LEWIS, E.L. (1984): Mixing in the West Spitsbergen Current. *J. Phys. Oceanogr.* **14**: 1315-1325
- PERUYEVA, Y.G. (1984): A comparison of the feeding of two abundant copepods of the White Sea. *Oceanology* **24**, 5: 613-617
- PETERSEN, C.G.J. (1915): On the animal communities of the sea bottom in the Skaggerak, the Christiana Fjord and Danish waters. *Rep. Dan. Biol. Stat.* **23**: 3-28
- PETERSEN, C.G.J. (1924): A brief survey of the animal communities in Danish waters. *Amer. J. Sci.* **7**: 343-354
- PETIPA, T.S., PAVLOVA, E.V. & MIRONOV, G.N. (1970): The food web structure, utilization and transport of energy by trophic levels in the planktonic communities. In: *Marine Food Webs* (J.H. STEELE, ed.). Oliver & Boyd, Edinburgh, pp. 142-167
- PIATKOWSKI, U. (1987): Zoogeographische Untersuchungen und Gemeinschaftsanalysen an antarktischem Makroplankton. *Ber. Polarforsch.* **34**, 150p.
- PIELOU, E.C. (1966): The measurement of diversity in different types of biological collections. *J. Theoret. Biol.* **13**: 131-144
- PIEPENBURG, D. (1988): Zur Zusammensetzung der Bodenfauna in der westlichen Fram-Straße. *Ber. Polarforsch.* **52**, 118p.
- PIERROT-BULTS, A.C. & VAN DER SPOEL, S. (1979): General conclusions. In: *Zoogeography and diversity of plankton* (S. VAN DER SPOEL & A.C. PIERROT-BULTS, eds.). Edward Arnold, London, pp. 356-358
- POLARSTERN SHIPBOARD SCIENTIFIC PARTY (1988): Breakthrough in arctic deep-sea research: the r/v Polarstern Expedition 1987. *Eos* **69**: 665, 676-678

- POULSEN, E.M. (1969): Ostracoda II - Myodocopa, sub-order: Halocypriformes, families: Thaumatoocypridae, Halocypridae. Fich. Ident. Zoopl. **115**: 1-5
- POULSEN, E.M. (1973): Ostracoda, Myodocopa - III b - Halocypriformes, Halocypridae, Conchoeciinae. Dana-Report **84**: 1-224
- QUADFASEL, D., GASCARD, J.-C. & KOLTERMANN, K.-P. (1987): Large scale oceanography in Fram Strait during the 1984 Marginal Ice Zone Experiment. J. Geophys. Res. **92**, C7: 6719-6728
- RAYMONT, J.E.G. (1980): Plankton and Productivity in the Oceans. Vol. 1 Phytoplankton. Pergamon Press, Oxford, 2nd ed., 489p.
- RAYMONT, J.E.G. (1983): Plankton and Productivity in the Oceans. Vol. 2 Zooplankton. Pergamon Press, Oxford, 2nd ed., 824p.
- REY, L. (1982): The Arctic Ocean: a 'polar mediterranean'. In: The Arctic Ocean (L. REY, ed.). Wiley & Sons, N.Y., pp. 3-38
- REY, L. (1989): The arctic world - an exclusive frontier. In: Proc. Sixth Conf. Comité Arctique Int. 1985 (L. REY & V. ALEXANDER, eds.). E.J. Brill Leiden, pp. 8-24
- RÖMER, F. (1904): Die Ctenophoren. Fauna Arctica **3**, 1: 65-90
- RUDYAKOV, Y.A. (1983): Vertical distribution of *Calanus hyperboreus* (Copepoda) in the central Arctic Basin. Oceanology **23**, 2: 249-254
- RUNGE, J.A. & INGRAM, R.G. (1988): Underice grazing by planktonic, calanoid copepods in relation to a bloom of ice microalgae in southeastern Hudson Bay. Limnol. Oceanogr. **33**, 2: 280-286
- RUSSELL, F.S. (1936): On the value of certain plankton animals as indicators of water movements in the English Channel and North Sea. J. Mar. Biol. Ass. U.K. **20**: 309-332
- RUSSELL, F.S. (1950): Hydromedusae, family: Corynidae. Fich. Ident. Zoopl. **29**: 1-4
- RUSSELL, F.S. (1980): Trachymedusae, families: Geryonidae, Ptychogastriidae, Halicreatidae. Fich. Ident. Zoopl. **164**: 1-4
- RUSSELL, F.S. (1981): Trachymedusae, family: Rhopalonematidae. Fich. Ident. Zoopl. **165**: 1-4
- SACHS, L. (1984): Angewandte Statistik. Springer, Berlin, 6. Aufl., 552 S.
- SAFRONOV, S.G. (1984): Ecology of the copepod *Calanus glacialis* from the Sea of Okhotsk. Soviet J. Mar. Biol. **10**, 4: 200-203

- SALZWEDEL, H., RACHOR, E. & GERDES, D. (1985): Benthic macrofauna communities in the German Bight. Veröff. Inst. Meeresforsch. Bremerh. **20**: 199-267
- SAMEOTO, D.D. (1984): Vertical distribution of zooplankton biomass and species in northeastern Baffin Bay related to temperature and salinity. Polar Biol. **2**: 213-224
- SAMEOTO, D.D. (1987): Vertical distribution and ecological significance of chaetognaths in the arctic environment of Baffin Bay. Polar Biol. **7**: 317-328
- SANDS, N.J. (1978): Ecological studies on the deep-water pelagic community of Korsfjorden, western Norway - comparison of the catch of the more numerous species by two different nets. Sarsia **63**, 4: 237-246
- SANDS, N.J. (1980): Ecological studies on the deep-water pelagic community of Korsfjorden, western Norway - population dynamics of the Chaetognaths from 1971-1974. Sarsia **65**, 1: 1-12
- SARS, G.O. (1900): Crustacea. Norw. North Pol. Exped. 1893-1896, Sci. Res. **1**, 5: 1-137
- SAVILLE, A. (1958): Mesh selection in plankton nets. J. Cons. perm. int. Explor. Mer **23**, 2: 192-201
- SCHNACK, S.B., MARSCHALL, S. & MIZDALSKI, E. (1985): On the distribution of copepods and larvae of *Euphausia superba* in antarctic waters during February 1982. Meeresforsch. **30**: 251-263
- SCHNEPPENHEIM, R. & WEIGMANN-HAASS, R. (1986): Morphological and electrophoretic studies of the genus: *Themisto* (Amphipoda: Hyperiidea) from the South and North Atlantic. Polar Biol. **6**: 215-225
- SHANNON, C.E. & WEAVER, W. (1949): The mathematical theory of communication. Urbana, Univ. of Illinois Press, 117p.
- SHELDON, R.W., SUTCLIFFE, W.H. jr. & PARANJAPE, M.A. (1977): Structure of pelagic food chain and relationship between plankton and fish production. J. Fish. Res. Bd. Can. **34**: 2344-2353
- SIEBURTH, J.McN., SMETACEK, V. & LENZ, J. (1978): Pelagic ecosystem structure: heterotrophic compartments of the plankton and their relationship to plankton size fractions. Limnol. Oceanogr. **23**, 6: 1256-1263
- SIVERTSEN, E. (1941): On the biology of the harp seal *Phoca groenlandica* Erxl.. Hvalrådets Skrifter **26**: pp 1-166
- SMETHIE, W.M., CHIPMAN, D.W., SWIFT, J.H. & KOLTERMANN, K.P. (1988): Chlorofluoromethanes in the Arctic Mediterranean Seas: evidence for formation of bottom water in the Eurasian Basin and deep-water exchange through Fram Strait. Deep-Sea Res. **35**, 3: 347-369

- SMITH, J.N., ELLIS, K.M. & JONES, E.P. (1990): Cesium 137 transport into the Arctic Ocean through Fram Strait. *J. Geophys. Res.* **95**, C2: 1693-1701
- SMITH, P.E. & RICHARDSON, S.L. (1977): Standard techniques for pelagic fish egg and larva surveys. *FAO Fish. Tech. Pap.* **175**, 100p.
- SMITH, S.L. (1988): Copepods in Fram Strait in summer: distribution, feeding and metabolism. *J. Mar. Res.* **46**: 145-181
- SMITH, S.L. (1990): Egg production and feeding by copepods prior to the spring bloom of phytoplankton in Fram Strait, Greenland Sea. *Mar. Biol.* **106**: 59-69
- SMITH, S.L., SMITH, W.O., CODISPOTI, L.A. & WILSON, D.L. (1985): Biological observations in the marginal ice zone of the East Greenland Sea. *J. Mar. Res.* **43**: 693-717
- SMITH, W.O. jr., BAUMANN, M.E.M., WILSON, D.L. & ALETSEE, L. (1987): Phytoplankton biomass and productivity in the marginal ice zone of the Fram Strait during summer 1984. *J. Geophys. Res.* **92**, C7: 6777-6786
- STEMANN NIELSEN, E. (1962): The relationship between phytoplankton and zooplankton in the sea. *Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer* **153**: 178-182
- STEELE, J.H. (1976): Patchiness. In: *The Ecology of the Seas* (D.H. CUSHING & J.J. WALSH, eds.). Blackwell, Oxford, pp. 98-115
- STRÖMBERG, J.-O. (1989): Northern Svalbard waters. In: *Proc. Sixth Conf. Comité Arctique Int. 1985* (L. REY & V. ALEXANDER, eds.). E.J. Brill Leiden, pp. 402-426
- SUBBA-RAO, D.V. & PLATT, T. (1984): Primary production of arctic waters. *Polar Biol.* **3**: 191-201
- SVERDRUP, H.U., JOHNSON, M.W. & FLEMING, R.H. (1970): *The Oceans*. Prentice-Hall, N.Y., 1060p.
- TANDE, K. (1983): Ecological investigations of the zooplankton community of Balsfjorden, northern Norway: population structure and breeding biology of the chaetognath *Sagitta elegans* Verrill. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **68**: 13-24
- TANDE, K., HASSEL, A. & SLAGSTAD, D. (1985): Gonad maturation and possible life cycle strategies in *Calanus finmarchicus* and *Calanus glacialis* in the northwestern part of the Barents Sea. In: *Marine Biology of Polar Regions and Effects of Stress on Marine Organisms* (J.S. GRAY & M.E. CHRISTIANSEN, eds.). Wiley & Sons, Chichester, pp. 141-155
- TENCATI, J.R. & GEIGER, S.R. (1968): Pelagic amphipods of the slope waters of Northeast Greenland. *J. Fish. Res. Bd. Can.* **25**, 8: 1637-1650
- TESCH, J.J. (1949): Pteropoda: Thecosomata. *Fich. Ident. Zoopl.* **8**: 1-6

- TESCH, J.J. (1950): The Gymnosomata II. Dana-Report **36**: 1-55
- THIEDE, J. (1986): Zur geologischen Geschichte der Polarmeere und ihrer Wassermassen. Geolog.-Paläontolog. Inst. Mus. Univ. Kiel, 312 S.
- THIEDE, J. (1988): Wissenschaftlicher Fahrtbericht der Arktis-Expedition ARK IV/3. Ber. Polarforsch. **43**, 237 S.
- THIEDE, J., ALTENBACH, A., BLEIL, U., BOTZ, R., MUDIE, P., PFIRMAN, S., SUNDVOR, E. and others (1990): Properties and history of the central eastern Arctic sea floor. Polar Rec. **26**: 1-6
- THORSON, G. (1957): Bottom communities (sublitoral and shallow shelf). In: Treatise on Marine Ecology and Palaeoecology, Volume I (J.W. HEDGPETH, ed.). Memoirs Geol. Soc. Am. **67**: 461-534
- TOTTON, A.K. & FRASER, J.H. (1956): Siphonophora, sub-order: Calycophorae, family: Diphyidae, genera: *Dimophyes*, *Muggiaea*, *Sulculeolaria*, *Chelophyes*, *Eudoxoides*. Fich. Ident. Zoopl. **55**: 1-4
- TRANTER, D.J. & SMITH, P.E. (1979): Filtration performance. In: UNESCO Monogr. Oceanogr. Methodol. **2**: 27-56
- TRESHNIKOV, A.F. (1977): Water masses of the Arctic Basin. In: Polar Oceans (M.J. DUNBAR, ed.). Arct. Inst. N. Am., pp. 17-31
- UDVARDY, M.D.F. (1954): Distribution of appendicularians in relation to the Strait of Belle Isle. J. Fish. Res. Bd. Can. **11**, 4: 431-453
- VANNUCCI, M. (1979): Loss of organisms through the meshes. In: UNESCO Monogr. Oceanogr. Methodol. **2**: 27-56
- VAN DER SPOEL, S. (1972): Peropoda, Thecosomata. Fich. Ident. Zoopl. **140-142**: 1-12
- VAN DER SPOEL, S. & HEYMAN, R.P. (1983): A Comparative Atlas of Zooplankton. Springer, Berlin, 186 S.
- VERVOORT, W. (1952a): Copepoda, sub-order: Calanoida, family: Aetideidae, genera: *Aetideus*, *Euaetideus*, *Aetideopsis*. Fich. Ident. Zoopl. **42**: 1-4
- VERVOORT, W. (1952b): Copepoda, sub-order: Calanoida, family: Aetideidae, genera: *Chiridius*, *Pseudaetideus*, *Chiridella*. Fich. Ident. Zoopl. **44**: 1-4
- VERVOORT, W. (1952c): Copepoda, sub-order: Calanoida, family: Aetideidae, genus: *Gaidius*. Fich. Ident. Zoopl. **45**: 1-4
- VINJE, T.E. (1982): The drift pattern of sea ice in the Arctic with particular reference to the atlantic approach. In: The Arctic Ocean (L. REY, ed.). Wiley & Sons, N.Y., pp. 83-96
- VINOGRADOV, M.E. & MEL'NIKOV, I.A. (1980): The study of the pelagic ecosystem of the central Arctic Basin. In: Biologiya tsentral'nogo arkticheskogo

- basseina (M.E. VINOGRADOV & I.A. MEL'NIKOV, eds.). Nauka Press Moscow, pp. 5-15 (russisch)
- VOWINCKEL, E. & ORVIG, S. (1962): Water balance and heat flow of the Arctic Ocean. *Arctic* **15**, 3: 205-223
- WARWICK, R.M. (1988): Analysis of community attributes of the macrobenthos of Frierfjord/Langesundfjord at taxonomic levels higher than species. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **46**: 167-170
- WEBER, J.R. (1987): Maps of the Arctic Basin sea floor. Part II: bathymetry and gravity of the Alpha Ridge: the 1983 CESAR Expedition. *Arctic* **40**, 1: 1-15
- WILLIAMS, R. & ROBINS, D.B. (1982): Effects of preservation on wet weight, dry weight, nitrogen and carbon contents of *Calanus helgolandicus* (Crustacea: Copepoda). *Mar. Biol.* **71**: 271-281
- WOLLENBURG, I., PFIRMAN, S., ABELMANN, A. & LANGE, M. (1989): Framstraße und östliches Arktisches Becken: Das rezente Ablagerungsmilieu (5p.). In: Framstraße - Hydrobiologische und geowissenschaftliche Schlüsselregion zwischen Nordpolarmeer und Europäischem Nordmeer (J. MEINCKE, ed.). Inst. Meeresk. Univ. Hamburg
- ZENKEVITCH, L. (1963): *Biology of the Seas of the USSR*. Allen & Unwin, London, 955p.

## **Appendix**

<b>A:</b>	<b>Abundance data</b>	<b>12 p.</b>
<b>B:</b>	<b>Biomass data</b>	<b>12 p.</b>
<b>C:</b>	<b>Length / weight relationships and average individual weights</b>	<b>1 p.</b>
<b>D:</b>	<b>Station list</b>	<b>1 p.</b>

# Appendix A

## Abundance per station for individual depth intervals

25-0m [n/1000m <sup>3</sup> ]	St. 276	St. 280	St. 296	St. 412	St. 310	St. 393	St. 340	St. 382	St. 358	St. 362	St. 376	St. 370
C. finmarchicus F	480	10080	24480	4960	6080	3520	3840	1600	1440	480	640	1760
C. finmarchicus CV	3840	51840	78720	49920	20000	32320	27200	8000	4160	1280	960	1760
C. glacialis F	3520	960	3040	2240	2560	3360	1280	1120	2560	2400	5280	5120
C. glacialis CV	20640	2560	7680	480	4320	2560	0	1280	320	0	0	1280
C. finm./glac. M	0	0	0	0	0	0	0	160	0	0	0	0
C. finm./glac. CIV	640	11520	32000	8640	36960	3520	14080	640	1920	160	0	0
C. finm./glac. CIII	10880	6400	4480	160	3200	480	320	0	0	0	0	0
C. finm./glac. CII	11200	9440	5440	0	160	0	0	0	0	0	0	0
C. finm./glac. CI	30080	22880	9440	1600	160	800	0	0	0	0	0	0
C. finm./glac. Nauplii	10880	800	0	960	0	1120	640	2720	0	0	0	0
C. hyperboreus F	0	160	960	3360	160	5120	6720	2240	4800	4160	1760	5760
C. hyperboreus M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C. hyperboreus CV	960	2240	3040	2880	1600	1760	33440	160	2080	1920	2560	4320
C. hyperboreus CIV	1120	23040	11520	3200	960	640	7040	480	640	0	0	1600
C. hyperboreus CIII	2880	23520	13120	640	480	0	640	320	160	320	0	160
C. hyperboreus CII	11200	14720	9760	0	160	0	0	0	0	0	0	320
C. hyperboreus CI	160	0	160	0	0	160	0	0	0	0	0	0
M. longa F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M. longa M	0	0	0	160	480	2880	320	4000	160	160	2560	1280
M. longa CV	0	0	0	0	160	0	0	160	0	320	1120	640
M. longa CIV	0	0	0	0	320	320	0	0	480	160	160	0
M. longa CIII	0	0	0	0	0	160	0	0	320	320	160	160
M. longa CII	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M. longa CI	160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M. pygmaeus F	0	0	320	0	0	0	480	0	320	0	0	0
M. pygmaeus sCV	0	160	320	320	0	0	0	160	480	320	480	0
Pa. elongatus	5440	15680	19040	640	12480	0	1440	0	160	0	0	0
Sp. longicornis F	0	0	0	0	0	0	0	0	640	0	160	0
Sp. longicornis M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sp. longicornis sCV	0	0	0	0	0	320	0	160	1280	0	0	0
Sp. magnus F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sp. magnus M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sp. magnus sCV	0	0	0	0	160	0	160	0	0	0	0	320
Ch. obtusifrons sCIV	0	0	0	160	0	0	0	160	0	0	640	0
G. brevispinus sCIV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G. tenuispinus sCIV	0	0	0	0	160	0	0	0	160	0	0	0
Gaidius/Chiridius spp. sCIII	0	0	0	0	0	0	160	0	160	0	0	160
P. glacialis F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	320	0	0
P. norvegica F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



	119680	252280	280480	131880	140960	63200	125920	31360	33440	23040	23040	41440
<i>Paruchæta</i> spp. SCV	0	160	160	320	160	0	1440	160	800	480	320	960
<i>S. magnus</i>	0	0	0	0	0	0	160	0	0	0	160	0
<i>M. lucens F.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>M. lucens M.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>M. lucens SCV</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>H. compactus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>H. norvegicus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>A. glacialis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>H. acutifrons</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>T. brevis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>M. minor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>O. similis</i>	320	2880	2680	3200	8960	960	4160	6080	5760	8640	3200	7360
<i>O. borealis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>S. princeps</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>H. bigelowi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>A. digitatus</i>	0	0	0	0	0	0	480	0	0	0	0	0
<i>H. platygono</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>D. arctica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>M. ovum</i>	160	0	0	0	160	160	0	0	0	0	0	0
<i>B. cucumis</i>	800	480	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Polychæta</i>	320	0	0	0	0	160	0	0	0	0	0	0
<i>L. helicina</i>	160	160	640	160	480	1920	160	0	0	0	0	0
<i>C. limicola</i>	0	160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. borealis</i>	640	0	320	160	480	640	0	0	480	0	0	0
<i>C. elegans</i>	160	0	320	160	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Balanida Nauphii</i>	0	160	160	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thys. longicaudata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thysanoessa</i> spp. Calypopsis	160	1280	480	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bopyridæ</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gammaridea</i>	0	0	0	640	160	0	0	0	0	0	0	160
<i>Lamnolia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Th. abyssorum</i>	160	1280	1280	1120	160	2080	160	160	160	160	0	960
<i>Th. libellula</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>O. vanhoefeni</i>	160	28000	12960	35520	34400	0	12160	160	2720	800	2400	6560
<i>F. borealis</i>	0	160	160	800	0	0	0	480	160	0	0	0
<i>S. elegans</i>	2080	11200	6400	1760	4160	480	1280	800	480	0	0	0
<i>S. maxima</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>E. hankai</i>	0	1120	2400	6880	480	1280	3520	160	160	320	0	800
<i>Echinodermata Putei</i>	480	10240	5600	0	0	0	0	0	0	0	0	0





## Appendix A

100-50m [n/1000m <sup>3</sup> ]	St. 276	St. 280	St. 296	St. 412	St. 310	St. 393	St. 340	St. 382	St. 358	St. 362	St. 376	St. 370
<i>C. finmarchicus</i> F	320	3200	7280	4720	13600	1600	5920	2080	1760	160	0	320
<i>C. finmarchicus</i> CV	880	6480	15680	22560	59200	4800	43040	3920	9760	240	240	480
<i>C. glacialis</i> F	80	160	80	1120	640	1280	2880	2080	1440	1600	560	1440
<i>C. glacialis</i> CV	800	80	0	80	80	0	320	0	80	80	80	0
<i>C. finm./glac.</i> M	0	80	80	0	0	0	80	0	0	0	0	0
<i>C. finm./glac.</i> CIV	560	720	1280	320	12960	160	1520	160	80	0	0	0
<i>C. finm./glac.</i> CIII	1040	320	160	0	400	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. finm./glac.</i> CII	1440	240	0	0	80	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. finm./glac.</i> CI	4160	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. finm./glac.</i> Nauplii	2800	320	0	0	0	80	0	0	0	0	0	0
<i>C. hyperboreus</i> F	0	0	0	80	6080	0	1120	0	240	160	80	320
<i>C. hyperboreus</i> M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. hyperboreus</i> CV	160	160	0	0	7840	0	560	0	320	0	80	80
<i>C. hyperboreus</i> CIV	160	240	0	0	1280	0	80	0	0	0	0	0
<i>C. hyperboreus</i> CIII	1840	720	400	0	240	0	0	0	0	0	0	80
<i>C. hyperboreus</i> CII	1680	240	160	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. hyperboreus</i> CI	240	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>M. longa</i> F	0	0	0	160	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>M. longa</i> M	0	80	4880	1600	1040	2160	2000	2480	3280	1760	320	160
<i>M. longa</i> CV	0	160	560	560	0	2160	160	640	2320	1600	1120	1200
<i>M. longa</i> CIV	0	160	0	160	0	1120	0	320	1440	400	160	720
<i>M. longa</i> CIII	0	0	0	0	0	80	0	80	1120	640	0	880
<i>M. longa</i> CII	80	0	0	0	0	160	0	0	400	80	0	0
<i>M. longa</i> CI	240	80	560	0	0	0	0	0	0	0	160	0
<i>M. pygmaeus</i> F	320	0	560	400	0	480	3360	160	3280	1760	560	480
<i>M. pygmaeus</i> ≤CV	560	0	720	720	80	1840	0	1360	4080	4240	3120	4400
<i>Ps. elongatus</i>	17520	20240	6000	80	2960	40	240	80	0	0	0	80
<i>Sp. longicornis</i> F	0	0	0	0	0	0	0	160	4480	800	0	640
<i>Sp. longicornis</i> M	0	0	0	0	0	0	0	0	240	0	0	0
<i>Sp. longicornis</i> ≤CV	0	160	0	160	0	480	0	80	6800	560	80	960
<i>Sp. magnus</i> F	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0	0	0
<i>Sp. magnus</i> M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sp. magnus</i> ≤CV	0	0	0	0	0	80	80	0	1120	0	0	80
<i>Ch. obtusifrons</i> ≥CIV	0	0	0	0	80	80	160	80	80	160	160	0
<i>G. brevispinus</i> ≥CIV	0	0	0	0	0	0	0	0	160	0	0	0
<i>G. tenuispinus</i> ≥CIV	0	0	80	0	80	80	0	0	0	0	0	0
<i>Gaidius/Chiridius</i> spp. ≤CIII	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80
<i>P. glacialis</i> F	0	0	0	80	160	160	80	0	0	0	0	80
<i>P. norvegica</i> F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



# Appendix A

200-100m [n/1000m^3]	St. 276	St. 280	St. 296	St. 412	St. 310	St. 393	St. 340	St. 382	St. 358	St. 365	St. 376	St. 370
C. finmarchicus F	3040	2720	2400	480	1760	80	1800	280	760	280	200	200
C. finmarchicus CV	7000	5600	4560	3560	6960	400	5080	320	4800	400	160	360
C. glacialis F	600	40	160	0	40	80	320	40	840	40	120	160
C. glacialis CV	920	160	0	0	40	0	80	0	80	0	0	0
C. finm./glac. M	280	120	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0
C. finm./glac. CIV	200	80	360	280	840	80	520	120	520	40	40	0
C. finm./glac. CIII	680	80	120	0	0	0	80	0	0	0	0	0
C. finm./glac. CI	3920	120	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0
C. finm./glac. CII	840	160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C. finm./glac. Nauplii	1360	40	0	0	0	40	0	0	40	0	0	0
C. hyperboreus F	40	0	0	80	280	0	40	0	400	40	0	80
C. hyperboreus M	0	0	0	0	0	0	0	0	1080	0	0	0
C. hyperboreus CV	240	80	0	0	80	0	0	0	0	0	0	0
C. hyperboreus CIV	800	200	40	40	40	0	40	40	0	0	40	0
C. hyperboreus CIII	2240	160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C. hyperboreus CII	2560	0	80	0	0	0	0	0	0	0	0	40
C. hyperboreus CI	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M. longa F	40	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M. longa M	2800	560	640	600	960	40	80	0	0	0	0	0
M. longa CIV	3720	640	160	240	120	680	2800	360	200	320	120	80
M. longa CV	600	360	120	40	120	2040	640	840	0	480	120	800
M. longa CIII	40	320	0	0	0	240	0	840	0	1480	1560	1120
M. longa CII	320	320	160	0	0	120	0	120	0	2000	1520	2520
M. longa CI	520	240	200	0	40	120	0	0	0	360	40	0
M. pygmaeus F	520	360	360	360	120	520	0	240	320	1080	2160	3040
M. pygmaeus SCV	1440	480	400	1440	240	1160	0	1960	520	480	1640	2240
Ps. elongatus	33280	12040	1360	0	440	0	320	40	40	0	0	40
Sp. longicornis F	0	0	0	80	0	960	1080	560	0	720	1760	2320
Sp. longicornis M	0	80	0	0	0	0	0	0	0	80	120	80
Sp. longicornis SCV	0	0	0	200	40	920	1960	760	40	2000	3200	6480
Sp. magnus F	0	0	0	40	0	160	0	200	0	0	760	480
Sp. magnus M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sp. magnus SCV	0	0	0	40	0	1160	40	40	0	1160	5320	2400
Ch. obtusifrons >CIV	0	0	120	160	40	0	40	0	0	0	0	0
G. brevispinus >CIV	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	80
G. tenuispinus >CIV	0	0	160	280	40	240	880	0	0	40	0	0
Gaidius/Chiridius spp. >CIII	0	0	0	240	40	40	640	0	0	240	440	680
P. glacialis F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40
P. norvegica F	0	0	80	40	0	0	40	0	0	0	0	0

<i>Pareuchaeta</i> spp. sCV	1960	2520	1600	1520	2720	1200	680	440	80	40	40	240
<i>Sc. magnus</i>	0	0	40	0	0	0	400	280	40	480	880	960
<i>M. lucena</i> F	160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>M. lucena</i> M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>M. lucena</i> sCV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>H. compactus</i>	0	0	0	0	0	40	0	0	0	40	240	120
<i>H. norvegicus</i>	0	40	240	200	280	400	400	240	0	80	40	40
<i>A. glacialis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>H. acutifrons</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	40	80
<i>T. brevis</i>	0	0	0	0	0	0	40	0	0	200	200	320
<i>M. minor</i>	0	0	0	0	0	0	0	40	0	40	0	80
<i>O. similis</i>	10960	5680	4320	6560	3000	3320	4800	1920	240	160	560	520
<i>O. borealis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	120	80
<i>S. princeps</i>	40	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>H. bigelowi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>A. digitale</i>	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>H. platygonon</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0
<i>D. arctica</i>	120	40	80	240	40	320	520	80	0	0	120	280
<i>M. ovum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>B. cucumis</i>	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Polychaeta</b>	440	540	40	40	0	0	40	80	0	40	80	160
<i>L. helicina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. limacina</i>	80	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0
<i>C. borealis</i>	0	1320	2840	6440	3120	2520	6880	1800	680	360	280	520
<i>C. elegans</i>	1560	2560	1760	520	120	40	360	0	0	0	0	0
Balanida Naupili	1080	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thys. longicaudata</i>	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thysanoessa</i> spp. Calyptopia	360	1080	320	40	0	0	0	0	0	0	0	0
Bopyridae	40	120	0	160	0	80	120	160	200	40	80	160
Gammaridea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lanceola sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Th. abyssorum</i>	880	440	280	40	120	80	40	0	0	0	0	80
<i>Th. libellula</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>O. vanhoeffeni</i>	520	520	0	40	0	40	0	0	40	40	40	40
<i>F. borealis</i>	240	120	0	40	80	0	0	120	0	0	0	40
<i>S. elegans</i>	760	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>S. maxima</i>	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	40	40
<i>E. hamata</i>	4440	4800	2000	1640	760	1160	1600	800	120	120	520	800
<b>Echinodermata Plutei</b>	280	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Σ</b>	<b>92040</b>	<b>45200</b>	<b>25040</b>	<b>25720</b>	<b>22520</b>	<b>19200</b>	<b>32400</b>	<b>12760</b>	<b>11080</b>	<b>13120</b>	<b>22960</b>	<b>27800</b>

## Appendix A

500-200m [n/1000m <sup>3</sup> ]	St. 276	St. 280	St. 296	St. 412	St. 310	St. 393	St. 340	St. 382	St. 358	St. 362	St. 376	St. 370
<i>C. finmarchicus</i> F	9080	2893	1373	707	187	67	213	67	53	27	13	53
<i>C. finmarchicus</i> CV	11227	5120	2200	1947	693	227	787	107	200	80	13	53
<i>C. glacialis</i> F	107	173	40	40	27	27	0	0	120	40	13	27
<i>C. glacialis</i> CV	480	120	0	0	13	0	13	0	13	0	0	0
<i>C. finm./glac.</i> M	13	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. finm./glac.</i> CIV	133	27	67	280	307	27	93	0	200	13	0	0
<i>C. finm./glac.</i> CII	573	213	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. finm./glac.</i> CII	373	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. finm./glac.</i> CI	800	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. finm./glac.</i> Nauplii	520	147	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. hyperboreus</i> F	27	0	0	27	0	0	0	13	27	27	40	147
<i>C. hyperboreus</i> M	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0
<i>C. hyperboreus</i> CV	147	240	13	27	107	0	13	13	160	27	0	107
<i>C. hyperboreus</i> CIV	1107	333	80	13	27	0	0	0	0	27	40	40
<i>C. hyperboreus</i> CIII	467	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. hyperboreus</i> CII	387	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. hyperboreus</i> CI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>M. longa</i> F	1280	1080	160	107	133	520	53	80	0	67	93	27
<i>M. longa</i> M	2533	1173	280	627	187	360	760	67	27	80	40	80
<i>M. longa</i> CV	3427	3240	827	2133	893	600	920	80	0	187	40	27
<i>M. longa</i> CIV	6320	8053	440	1680	680	5467	493	827	0	413	107	120
<i>M. longa</i> CIII	2227	3133	107	973	67	1520	547	507	0	653	160	93
<i>M. longa</i> CII	6240	5973	747	200	13	160	427	67	0	133	0	0
<i>M. longa</i> CI	2067	4400	573	80	13	40	0	13	0	27	0	0
<i>M. pygmaeus</i> F	1160	2120	307	1747	400	2640	587	627	0	933	440	653
<i>M. pygmaeus</i> ≤CV	3413	4760	1067	3227	1320	1507	1400	240	27	387	253	347
<i>Ps. elongatus</i>	10467	6147	720	173	333	13	187	0	13	0	27	213
<i>Sp. longicornis</i> F	53	27	133	453	533	1533	960	227	0	373	333	147
<i>Sp. longicornis</i> M	200	933	13	13	27	373	67	13	0	93	173	0
<i>Sp. longicornis</i> ≤CV	107	80	160	693	627	1813	893	280	0	707	173	240
<i>Sp. magnus</i> F	0	0	0	40	93	280	67	133	0	533	53	0
<i>Sp. magnus</i> M	0	0	0	13	0	0	0	13	0	0	0	0
<i>Sp. magnus</i> ≤CV	0	0	0	173	320	1240	480	453	0	667	80	0
<i>Ch. obtusifrons</i> ≥CIV	53	80	40	40	40	40	13	0	0	13	40	0
<i>G. brevispinus</i> ≥CIV	0	0	0	40	0	0	27	0	0	0	0	40
<i>G. tenuispinus</i> ≥CIV	467	227	680	787	387	467	520	80	0	13	13	53
<i>Gaidius/Chiridius</i> spp. ≤CIII	80	40	93	680	533	600	653	267	0	440	80	0
<i>P. glacialis</i> F	0	0	0	0	13	0	0	0	0	13	0	13
<i>P. norvegica</i> F	40	27	40	40	93	53	53	0	0	0	0	0





## Appendix A

500-0m [n/m^2]	St. 276	St. 280	St. 296	St. 412	St. 310	St. 393	St. 340	St. 382	St. 358	St. 382	St. 378	St. 370
<i>C. finmarchicus</i> F	3132	2084	2428	720	1300	280	736	244	220	64	40	136
<i>C. finmarchicus</i> CV	4468	5412	5372	3760	5056	1560	4572	724	1140	120	68	152
<i>C. glacialis</i> F	244	120	120	140	128	232	228	192	256	196	236	460
<i>C. glacialis</i> CV	1020	152	208	16	132	72	52	32	24	4	12	56
<i>C. finm./glac.</i> M	32	20	8	0	4	0	4	4	0	0	0	0
<i>C. finm./glac.</i> CIV	144	648	1208	420	2416	112	712	36	164	12	4	0
<i>C. finm./glac.</i> CIII	852	316	144	4	128	16	16	0	0	0	0	0
<i>C. finm./glac.</i> CII	1272	392	136	0	16	0	4	0	0	0	0	0
<i>C. finm./glac.</i> CI	2552	696	248	40	8	32	0	0	0	0	0	0
<i>C. finm./glac.</i> Nauplii	1760	108	0	24	0	64	16	84	4	0	0	0
<i>C. hyperboreus</i> F	16	52	52	112	376	132	288	168	184	132	80	288
<i>C. hyperboreus</i> M	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0
<i>C. hyperboreus</i> CV	144	300	128	88	556	48	1044	20	228	56	76	188
<i>C. hyperboreus</i> CIV	504	1116	448	96	180	16	256	28	20	8	16	108
<i>C. hyperboreus</i> CIII	748	892	412	20	36	0	16	8	4	8	0	16
<i>C. hyperboreus</i> CII	1168	468	284	0	12	0	0	0	0	0	4	8
<i>C. hyperboreus</i> CI	72	40	4	0	0	4	0	0	0	0	0	0
<i>M. longa</i> F	388	328	48	40	40	160	24	24	16	20	28	8
<i>M. longa</i> M	1052	412	392	372	216	572	652	384	204	168	148	276
<i>M. longa</i> CV	1404	1044	292	692	284	392	352	152	120	208	140	212
<i>M. longa</i> CIV	1956	2460	144	516	224	1920	148	348	104	296	208	188
<i>M. longa</i> CIII	672	972	32	292	20	488	164	168	132	448	208	328
<i>M. longa</i> CII	1920	1824	244	60	4	68	128	20	28	80	4	0
<i>M. longa</i> CI	696	1348	220	24	8	24	0	4	0	16	44	4
<i>M. pygmaeus</i> F	428	672	164	584	132	876	356	220	244	492	388	544
<i>M. pygmaeus</i> sCV	1220	1480	404	1156	428	660	420	344	296	420	444	668
<i>Ps. elongatus</i>	8356	4684	1152	76	700	6	144	8	16	0	8	76
<i>Sp. longicornis</i> F	16	8	40	144	160	556	400	136	316	232	280	312
<i>Sp. longicornis</i> M	60	288	4	4	8	112	20	4	28	36	64	8
<i>Sp. longicornis</i> sCV	32	32	48	236	192	668	464	168	420	448	376	776
<i>Sp. magnus</i> F	0	0	0	16	28	100	20	60	8	160	92	48
<i>Sp. magnus</i> M	0	0	0	4	0	0	0	4	0	0	0	0
<i>Sp. magnus</i> sCV	0	0	0	56	104	492	160	140	112	316	556	264
<i>Ch. obtusifrons</i> ≥CIV	16	24	24	32	20	16	16	8	4	12	44	8
<i>G. brevispinus</i> ≥CIV	0	0	0	12	0	0	8	12	8	0	0	20
<i>G. tenuispinus</i> ≥CIV	140	68	224	264	128	168	244	24	8	8	4	16
<i>Gaidius/Chiridius</i> spp. sCIII	24	12	28	228	164	184	268	80	28	156	68	76
<i>P. glacialis</i> F	0	0	0	4	12	8	4	4	0	12	0	12
<i>P. norvegica</i> F	12	8	20	16	28	16	20	0	0	0	0	0

<i>Paruchaeta</i> spp. sCV	368	580	716	572	548	376	316	128	112	124	36	100
<i>Sc. magnus</i>	0	4	24	68	28	104	112	112	72	224	140	212
<i>M. lucens</i> F	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>M. lucens</i> M	8	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
<i>M. lucens</i> sCV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>H. compactus</i>	0	0	0	4	0	20	0	12	4	24	44	16
<i>H. norvegicus</i>	172	188	136	224	152	180	156	60	44	40	48	28
<i>A. glacialis</i>	0	0	0	4	0	4	0	4	0	4	8	0
<i>H. acutifrons</i>	0	0	0	0	0	16	4	4	4	32	12	24
<i>T. brevis</i>	0	0	0	16	0	60	8	8	20	112	52	36
<i>M. minor</i>	0	0	4	12	4	92	4	16	48	152	72	304
<i>O. similis</i>	2416	2840	1836	1772	1100	2252	949	2168	284	496	324	1168
<i>O. borealis</i>	0	0	0	0	0	4	4	4	4	8	32	16
<i>S. princeps</i>	20	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>H. bigelowi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	40
<i>A. digitale</i>	60	12	20	64	8	36	40	20	0	0	0	8
<i>H. platygonon</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	80
<i>D. arctica</i>	128	124	108	72	32	192	172	20	48	68	16	36
<i>M. ovum</i>	8	4	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0
<i>B. cucumis</i>	24	40	4	0	0	0	8	0	0	0	0	0
<b>Polychaeta</b>	408	684	24	20	32	64	32	20	8	36	8	32
<i>L. helicina</i>	20	4	24	4	36	16	68	0	4	0	0	0
<i>C. limacina</i>	12	16	0	0	8	4	12	4	0	4	0	0
<i>C. borealis</i>	200	312	508	2080	712	840	1188	440	276	196	80	212
<i>C. elegans</i>	448	632	344	168	204	4	112	4	0	0	0	0
Balanida Nauplii	300	121	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thys. longicaudata</i>	40	4	0	4	8	0	0	0	0	0	4	0
<i>Thysanocessa</i> spp. Calyptopis	92	280	116	4	8	0	0	0	0	0	0	0
Bopyridae	16	40	4	28	0	20	20	40	28	28	48	64
Gammaridea	0	4	0	16	12	4	0	0	4	12	0	0
<i>Lanceola</i> sp.	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4
<i>Th. abyssorum</i>	236	164	124	80	116	52	84	36	12	4	4	40
<i>Th. libellula</i>	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	8
<i>O. vanhoeffeni</i>	244	976	436	1016	2188	56	384	28	76	44	100	216
<i>F. borealis</i>	128	76	4	32	24	28	16	32	4	0	0	4
<i>S. elegans</i>	380	420	196	44	244	12	76	20	12	0	0	0
<i>S. maxima</i>	0	0	0	8	4	4	0	4	0	4	8	16
<i>E. hamata</i>	872	952	704	1204	476	616	448	184	52	100	112	176
Echinodermata Plutei	432	584	168	0	0	0	0	0	4	0	0	0
<b>Σ</b>	<b>43581</b>	<b>37544</b>	<b>20192</b>	<b>17788</b>	<b>19199</b>	<b>15122</b>	<b>16169</b>	<b>7220</b>	<b>5456</b>	<b>5840</b>	<b>4815</b>	<b>8096</b>

## Appendix B

Biomass per station (AFDW incl. Formaline correction)  
for individual depth intervals

25-0m [mg/1000m <sup>3</sup> ]	St. 276	St. 280	St. 296	St. 412	St. 310	St. 393	St. 340	St. 382	St. 358	St. 362	St. 376	St. 370
<i>C. finmarchicus</i> F	197	7918	9051	2052	2699	1532	1569	698	710	278	264	760
<i>C. finmarchicus</i> CV	1094	16756	17519	12763	5172	7983	6806	2090	1050	378	233	506
<i>C. glacialis</i> F	4139	1151	2777	2224	2127	3630	1588	1242	2795	2768	6045	5679
<i>C. glacialis</i> CV	14891	827	4741	322	2756	1753	0	1009	175	0	0	941
<i>C. finm./glac.</i> M	0	108	0	0	0	0	0	68	0	0	0	0
<i>C. finm./glac.</i> CIV	134	1288	3666	967	5271	634	1730	142	307	24	0	0
<i>C. finm./glac.</i> CIII	808	151	310	12	209	30	23	0	0	0	0	0
<i>C. finm./glac.</i> CII	237	99	103	0	4	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. finm./glac.</i> CI	179	27	84	15	1	8	0	0	0	0	0	0
<i>C. finm./glac.</i> Nauplii	86	8	0	8	0	9	5	22	0	0	0	0
<i>C. hyperboreus</i> F	0	4809	2500	8899	313	13785	16805	5806	11078	9771	3612	12700
<i>C. hyperboreus</i> M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. hyperboreus</i> CV	996	5974	2696	2792	1286	1541	28226	159	1691	1643	1994	3506
<i>C. hyperboreus</i> CIV	311	4584	3006	946	209	214	1863	161	133	0	0	445
<i>C. hyperboreus</i> CIII	258	845	986	46	29	0	47	25	13	25	0	9
<i>C. hyperboreus</i> CII	224	75	179	0	2	0	0	0	0	0	0	5
<i>C. hyperboreus</i> CI	1	8	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>M. longa</i> F	0	0	0	43	161	893	103	1233	43	39	765	388
<i>M. longa</i> M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>M. longa</i> CV	0	0	0	0	20	0	0	15	0	38	116	71
<i>M. longa</i> CIV	0	0	0	0	10	11	0	0	16	5	5	0
<i>M. longa</i> CIII	0	0	0	0	0	2	0	0	4	5	2	2
<i>M. longa</i> CII	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>M. longa</i> CI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>M. pygmaeus</i> F	0	0	2	0	0	0	3	0	2	0	0	0
<i>M. pygmaeus</i> sCV	0	0	2	2	0	0	0	1	3	2	3	0
<i>Pa. elongatus</i>	134	228	468	16	307	0	35	0	4	0	0	0
<i>Sp. longicornis</i> F	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	2	0
<i>Sp. longicornis</i> M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sp. longicornis</i> sCV	0	0	0	0	0	3	0	2	12	0	0	0
<i>Sp. magnus</i> F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sp. magnus</i> M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sp. magnus</i> sCV	0	0	0	0	5	0	5	0	0	0	0	11
<i>Ch. obtusifrons</i> sCIV	0	0	0	91	0	0	0	68	0	0	97	0
<i>G. brevispinus</i> sCIV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>G. tenuispinus</i> sCIV	0	0	0	0	0	0	0	0	27	0	0	0
<i>Gaidius/Chiridius</i> spp. sCIII	0	0	0	0	0	0	6	0	2	0	0	8
<i>P. glacialis</i> F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1605	0	0
<i>P. norvegica</i> F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

<i>Pareuchaeta</i> spp. sCV	0	20	14	359	1	0	84	178	521	310	0	84
<i>Sc. magnus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	28	0
<i>M. lucens</i> F												
<i>M. lucens</i> M												
<i>M. lucens</i> sCV												
<i>H. compactus</i>	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	88	0
<i>H. norvegicus</i>												
<i>A. glacialis</i>												
<i>H. acutifrons</i>												
<i>T. brevis</i>												
<i>M. minor</i>	2	23	124	15	43	5	20	29	27	41	15	35
<i>O. similis</i>												
<i>O. borealis</i>												
<i>S. princeps</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>H. bigelowi</i>												
<i>A. digitale</i>	0	0	0	0	0	0	110	0	0	0	0	0
<i>H. platygonon</i>												
<i>D. arctica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>M. ovum</i>												
<i>B. cucumis</i>												
<i>Polychaeta</i>	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
<i>L. helicina</i>	19	0	32	51	21	97	129	0	0	0	0	0
<i>C. limacina</i>												
<i>C. borealis</i>	25	10	5	254	16	96	183	0	54	0	0	0
<i>C. elegans</i>	32	0	48	30	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Balanida Nauplii</i>	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thys. longicaudata</i>	0	0	0	423	309	0	0	0	0	0	482	0
<i>Thysanoessa</i> spp. <i>Calyptoplia</i>	1	12	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bopyridae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5
<i>Gammaridea</i>												
<i>Lanceola</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Th. abyssorum</i>	128	87	98	188	53	16	119	15	9	9	0	90
<i>Th. libellula</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>O. vanhoelteni</i>	28	291	621	6683	2089	0	582	8	184	13	335	402
<i>F. borealis</i>												
<i>S. elegans</i>	295	956	548	2476	378	185	1819	828	1302	0	0	0
<i>S. maxima</i>												
<i>E. hamata</i>	0	226	880	6768	291	608	4841	70	179	125	0	1291
<i>Echinodermata Plutei</i>												
$\Sigma$	24222	46482	50471	48443	23810	33035	66703	13868	20347	17150	14091	26935

# Appendix B

50-25m [mg/1000m <sup>3</sup> ]	St. 276	St. 280	St. 296	St. 412	St. 310	St. 393	St. 340	St. 382	St. 358	St. 362	St. 378	St. 370
C. finmarchicus F	1247	4017	12419	1659	3305	1286	1620	902	59	136	0	686
C. finmarchicus CV	3001	11658	14846	5082	5678	4586	9826	2989	83	134	132	425
C. glacialis F	2401	842	381	637	747	2705	783	2485	0	2030	3165	10717
C. glacialis CV	6692	1859	458	0	305	201	682	0	0	0	198	661
C. finm./glac. M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C. finm./glac. CIV	317	1189	1270	315	3145	0	901	0	0	0	0	0
C. finm./glac. CIII	763	391	35	0	72	11	0	0	0	0	0	0
C. finm./glac. CI	359	227	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0
C. finm./glac. CI	277	192	5	0	0	6	0	0	0	0	0	0
C. finm./glac. Nauplii	335	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C. hyperboreus F	475	353	2747	856	3890	518	6584	12070	385	805	1767	6941
C. hyperboreus M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C. hyperboreus CIV	1989	1833	1896	285	2923	159	7165	436	157	0	246	1260
C. hyperboreus CIII	594	6173	1410	100	682	0	854	160	0	0	0	524
C. hyperboreus CII	776	1823	199	10	39	0	0	0	0	0	0	11
C. hyperboreus CI	365	275	18	0	6	0	0	0	0	0	2	0
M. longa F	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M. longa M	128	0	0	491	0	2318	448	1256	96	249	549	2577
M. longa CV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M. longa CIV	24	0	0	0	0	0	22	37	78	0	0	0
M. longa CIII	0	0	0	0	0	164	0	0	18	67	136	219
M. longa CII	0	0	0	0	0	18	0	0	28	0	10	5
M. longa CI	3	0	1	0	0	0	0	0	34	6	2	0
M. longa CI	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
M. pygmaeus F	3	0	0	1	0	2	0	0	9	4	3	5
M. pygmaeus sCV	6	1	0	0	1	0	0	1	5	8	8	28
P. elongatus	862	386	24	4	94	0	8	0	4	0	0	4
Sp. longicornis F	0	0	0	0	0	0	2	2	29	3	0	2
Sp. longicornis M	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0
Sp. longicornis sCV	0	0	0	0	0	0	0	0	17	3	0	3
Sp. magnus F	0	0	0	0	0	0	0	0	23	0	0	0
Sp. magnus M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sp. magnus sCV	0	0	0	0	5	0	5	0	75	0	0	16
Ch. obtusifrons sCIV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56	31
G. brevispinus sCIV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G. tenuispinus sCIV	0	0	0	0	0	0	0	0	68	0	0	0
Gaidius/Chironidus spp. sCIII	0	0	0	0	0	0	2	0	22	0	0	0
P. glacialis F	0	0	0	0	0	0	0	872	0	0	0	0
P. norvegica F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



## Appendix B

100-50m [mg/1000m <sup>3</sup> ]	St. 276	St. 280	St. 296	St. 412	St. 310	St. 393	St. 340	St. 382	St. 358	St. 362	St. 376	St. 370
<i>C. finmarchicus</i> F	114	1258	2923	1948	5345	627	2459	837	717	64	0	110
<i>C. finmarchicus</i> CV	233	1636	4196	7018	16020	1272	12488	1155	2560	80	64	117
<i>C. glacialis</i> F	103	143	77	1068	679	1287	3112	2327	1684	1766	588	1684
<i>C. glacialis</i> CV	548	59	0	43	43	0	226	0	47	66	43	0
<i>C. finm./glac.</i> M	0	39	31	0	0	0	34	0	0	0	0	0
<i>C. finm./glac.</i> CIV	94	93	133	47	1606	25	180	39	6	0	0	0
<i>C. finm./glac.</i> CIII	68	20	8	0	26	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. finm./glac.</i> CII	31	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. finm./glac.</i> CI	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. finm./glac.</i> Nauplii	22	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>C. hyperboreus</i> F	0	0	0	147	15589	0	3009	0	473	465	237	628
<i>C. hyperboreus</i> M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. hyperboreus</i> CV	198	173	0	0	7350	0	573	0	195	0	71	70
<i>C. hyperboreus</i> CIV	42	74	0	0	363	0	22	0	0	0	0	0
<i>C. hyperboreus</i> CIII	134	55	28	0	11	0	0	0	0	0	0	6
<i>C. hyperboreus</i> CII	36	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. hyperboreus</i> CI	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>M. longa</i> F	0	19	1473	485	323	652	589	748	1041	544	99	48
<i>M. longa</i> M	0	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>M. longa</i> CV	0	21	64	61	0	247	21	73	261	168	128	120
<i>M. longa</i> CIV	0	8	0	8	0	42	0	12	49	14	6	25
<i>M. longa</i> CIII	0	0	0	0	0	1	0	1	16	8	0	12
<i>M. longa</i> CII	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0
<i>M. longa</i> CI	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>M. pygmaeus</i> F	2	0	3	2	0	3	20	1	19	10	3	3
<i>M. pygmaeus</i> sCV	3	0	4	4	0	11	0	8	24	25	16	26
<i>Ps. elongatus</i>	431	498	148	2	73	1	6	2	0	0	0	2
<i>Sp. longicomis</i> F	0	0	0	0	0	0	0	2	43	8	0	6
<i>Sp. longicomis</i> M	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
<i>Sp. longicomis</i> sCV	0	2	0	2	0	5	0	1	65	5	1	9
<i>Sp. magnus</i> F	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0
<i>Sp. magnus</i> M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sp. magnus</i> sCV	0	0	0	0	0	3	3	0	37	0	0	3
<i>Ch. obtusifrons</i> sCIV	0	0	0	0	43	5	80	17	5	17	55	0
<i>G. brevispinus</i> sCIV	0	0	0	0	0	0	0	0	76	0	0	0
<i>G. tenuispinus</i> sCIV	0	0	18	0	37	7	0	0	0	0	0	0
<i>Gaidus/Chiridius</i> spp. sCIII	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>P. glacialis</i> F	0	0	0	577	1155	963	566	0	0	0	0	190
<i>P. norvegica</i> F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



<i>Pareuchaeta</i> spp. $\leq$ CV	13	523	394	171	129	102	42	333	54	428	155	104
<i>Sc. magnus</i>	0	0	0	0	0	36	146	32	284	473	252	213
<i>M. lucens</i> F												
<i>M. lucens</i> M												
<i>M. lucens</i> $\leq$ CV												
<i>H. compactus</i>												
<i>H. norvegicus</i>	0	0	61	94	162	79	30	34	21	5	0	0
<i>A. glacialis</i>												
<i>H. acutifrons</i>												
<i>T. brevis</i>												
<i>M. minor</i>												
<i>O. similis</i>	16	15	41	53	29	35	31	93	5	20	4	7
<i>O. borealis</i>												
<i>S. princeps</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>H. bigelowi</i>												
<i>A. digitale</i>	0	0	36	0	531	107	0	135	0	0	0	87
<i>H. platygonon</i>												
<i>D. arctica</i>	0	0	0	0	0	58	0	12	130	12	0	0
<i>M. ovum</i>												
<i>B. cucumis</i>												
Polychaeta	2	0	2	1	1	2	1	0	1	2	0	1
<i>L. helicina</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. limacina</i>												
<i>C. borealis</i>	0	1	106	966	110	215	430	428	423	317	21	106
<i>C. elegans</i>	0	0	96	63	14	0	17	0	0	0	0	0
Balanida Nauplii	27	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thys. longicaudata</i>	0	217	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thysanoessa</i> spp. Calyptopsis	4	17	16	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Bopyridae	0	7	2	5	0	7	5	12	5	5	22	10
Gammaridea												
<i>Lanceola</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Th. abyssorum</i>	1	58	41	0	74	42	0	23	0	0	0	0
<i>Th. libellula</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>O. vanhoefeni</i>	4	27	8	26	419	0	4	2	5	13	1	10
<i>F. borealis</i>												
<i>S. elegans</i>	48	0	0	0	516	0	211	0	0	0	0	0
<i>S. maxima</i>												
<i>E. harrata</i>	25	227	739	1217	2504	423	400	59	57	29	52	17
Echinodermata Plutei												
$\Sigma$	2222	5209	10653	14030	53157	6256	24705	6385	8318	4545	1823	3613

# Appendix B

- VII -

200-100m [mg/1000m <sup>2</sup> ]	St. 278	St. 280	St. 296	St. 412	St. 310	St. 393	St. 340	St. 382	St. 358	St. 362	St. 378	St. 370
C. fimmarchicus F	1159	1112	928	208	735	34	747	160	339	339	117	88
C. fimmarchicus CV	1894	1492	1246	1024	2025	109	1515	82	1142	1142	119	84
C. glacialis F	516	26	108	0	43	67	383	33	1040	1040	59	142
C. glacialis CV	637	122	0	0	22	0	55	0	50	50	0	0
C. glacialis F	151	56	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0
C. fimm/glac. M	42	9	53	36	99	12	51	13	51	51	0	0
C. fimm/glac. CIV	36	5	6	0	0	0	5	0	0	0	0	0
C. fimm/glac. CII	85	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
C. fimm/glac. CI	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C. fimm/glac. Nauplii	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C. hyperboreus F	96	0	0	636	0	0	96	0	984	984	110	180
C. hyperboreus M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C. hyperboreus CV	263	96	0	82	0	0	0	0	932	932	0	0
C. hyperboreus CIV	189	49	14	10	7	13	13	11	0	0	0	0
C. hyperboreus CIII	150	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C. hyperboreus CII	55	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C. hyperboreus CI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C. hyperboreus Cl	843	172	199	185	289	278	822	110	55	97	36	24
M. longa F	6	5	0	5	0	10	10	0	0	0	0	0
M. longa M	459	76	22	27	15	78	79	89	0	0	0	0
M. longa CIV	28	18	6	4	4	76	29	0	0	0	0	0
M. longa CIII	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M. longa CII	2	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
M. longa CI	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
M. pygmaeus F	3	2	2	2	1	3	0	1	2	6	13	18
M. pygmaeus SCV	8	3	2	8	1	7	12	3	3	3	10	13
Pa. elongatus	819	296	33	11	0	8	0	1	0	0	0	1
Sp. longicornis F	0	0	0	0	0	9	10	5	0	0	7	22
Sp. longicornis M	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Sp. longicornis SCV	0	0	0	0	0	9	19	7	0	19	30	62
Sp. magnus SCV	0	0	0	6	0	23	29	0	0	0	109	69
Sp. magnus M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sp. magnus F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ch. obtusifrons >CIV	0	0	89	43	0	39	1	1	0	39	177	80
G. brevispinus >CIV	0	0	60	79	0	29	176	41	0	0	0	0
Gallus/Chiridius spp. SCIII	0	0	0	4	1	2	15	0	0	8	17	20
P. glacialis F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P. norvegica F	0	0	307	132	0	0	148	0	0	0	0	0

<i>Pareuchaeta</i> spp. SCV	153	167	55	24	42	42	44	12	30	1	16	18
<i>Sc. magnus</i>	0	0	23	0	0	0	166	112	21	134	287	284
<i>M. lucens</i> F												
<i>M. lucens</i> M												
<i>M. lucens</i> SCV												
<i>H. compactus</i>	0	0	30	16	66	2	32	6	0	1	3	20
<i>H. norvegicus</i>												
<i>A. glacialis</i>												
<i>H. scutifrons</i>												
<i>T. brevis</i>												
<i>M. minor</i>	52	27	21	31	14	16	23	9	1	1	3	2
<i>O. similis</i>												
<i>O. borealis</i>												
<i>S. princeps</i>	36	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>H. bigelowi</i>												
<i>A. digitale</i>	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>H. playgonon</i>												
<i>D. arctica</i>	4	9	7	49	22	28	56	31	0	0	18	2
<i>M. ovum</i>												
<i>B. cucumis</i>												
<i>Polychaeta</i>	4	6	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>L. helicina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. limacina</i>												
<i>C. borealis</i>	0	17	247	784	489	328	589	179	147	4	5	31
<i>C. elegans</i>	140	238	100	70	21	6	38	0	0	0	0	0
<i>Balanida Naupill</i>	19	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thys. longicaudata</i>	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thysanoessa</i> spp. <i>Calyptopsis</i>	4	14	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bopyridae</i>	1	4	0	5	0	2	4	5	6	1	2	5
<i>Gammaridea</i>												
<i>Lanceola</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Th. abyssorum</i>	811	78	39	17	10	18	1	0	0	0	0	7
<i>Th. libellula</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>O. vanhoeffeni</i>	5	25	0	4	0	2	0	0	1	2	0	0
<i>F. borealis</i>												
<i>S. elegans</i>	384	170	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>S. maxima</i>												
<i>E. hamata</i>	439	438	749	275	355	62	231	59	4	17	47	62
<i>Echinodermata Plutei</i>												
$\Sigma$	9609	4798	4356	3246	5046	1288	5346	1042	4821	895	1211	1608

## Appendix B

500-200m [mg/1000m <sup>3</sup> ]	St. 276	St. 280	St. 296	St. 412	St. 310	St. 393	St. 340	St. 362	St. 358	St. 362	St. 376	St. 370
<i>C. finmarchicus</i> F	3637	1176	587	300	71	27	101	30	20	12	5	21
<i>C. finmarchicus</i> CV	3550	1380	621	571	149	51	247	29	59	23	3	13
<i>C. glacialis</i> F	95	144	27	29	23	33	0	0	136	47	18	29
<i>C. glacialis</i> CV	362	89	0	0	7	0	11	0	10	0	0	0
<i>C. finm./glac.</i> M	2	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. finm./glac.</i> CIV	20	5	9	32	46	2	11	0	22	1	0	0
<i>C. finm./glac.</i> CIII	35	15	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. finm./glac.</i> CII	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. finm./glac.</i> CI	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. finm./glac.</i> Nauplii	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. hyperboreus</i> F	82	0	0	79	0	0	24	68	72	88	347	
<i>C. hyperboreus</i> M	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0
<i>C. hyperboreus</i> CV	161	285	12	28	91	0	14	15	144	25	0	71
<i>C. hyperboreus</i> CIV	353	98	27	5	7	0	0	0	0	8	11	13
<i>C. hyperboreus</i> CIII	42	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. hyperboreus</i> CII	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. hyperboreus</i> CI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>M. longa</i> F	773	363	89	191	57	113	235	22	8	23	13	25
<i>M. longa</i> M	170	146	21	14	16	68	7	9	0	8	10	3
<i>M. longa</i> CV	414	385	100	244	96	69	104	8	0	19	4	3
<i>M. longa</i> CIV	308	410	22	66	24	203	17	30	0	14	4	4
<i>M. longa</i> CIII	39	62	2	13	1	21	7	7	0	8	2	1
<i>M. longa</i> CII	37	38	4	1	0	1	2	0	0	1	0	0
<i>M. longa</i> CI	5	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>M. pygmaeus</i> F	7	12	2	10	2	16	3	4	0	5	3	4
<i>M. pygmaeus</i> sCV	20	28	6	19	8	9	8	1	0	2	1	2
<i>Ps. elongatus</i>	257	151	18	4	8	0	5	0	0	0	1	5
<i>Sp. longicornis</i> F	1	0	1	4	5	15	9	2	0	4	3	1
<i>Sp. longicornis</i> M	2	9	0	0	0	4	1	0	0	1	2	0
<i>Sp. longicornis</i> sCV	1	1	2	7	6	17	9	3	0	7	2	2
<i>Sp. magnus</i> F	0	0	0	6	13	40	10	19	0	76	8	0
<i>Sp. magnus</i> M												
<i>Sp. magnus</i> sCV	0	0	0	6	11	41	16	15	0	22	3	0
<i>Ch. obtusifrons</i> sCIV	7	16	10	20	19	12	2	0	0	8	14	0
<i>G. brevispinus</i> sCIV	0	0	0	48	0	0	31	23	0	0	0	14
<i>G. tenuispinus</i> sCIV	117	62	130	129	69	66	64	15	0	1	2	11
<i>Gaidius/Chiridius</i> spp. sCIII	2	0	4	21	12	20	20	8	0	15	0	0
<i>P. glacialis</i> F	0	0	0	0	94	0	0	0	0	74	0	90
<i>P. norvegica</i> F	153	127	156	160	347	194	213	0	0	0	0	0

Pareuchaeta spp. sCV	52	54	32	17	10	12	11	7	3	9	2	28
Sc. magna	0	7	24	94	55	111	75	73	0	156	37	84
M. lucena F												
M. lucena M												
M. lucena sCV												
H. compactus	27	8	28	52	3	3	26	3	0	5	3	10
H. norvegicus												
A. glacialis												
H. acutifrons												
T. brevis												
M. minor	8	30	5	7	3	3	0	1	1	0	0	1
O. similis												
O. borealis												
S. princeps	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H. bigelowi	340	37	176	662	53	29	180	80	0	0	0	0
A. digitate												
H. platygonon	87	59	313	40	18	155	82	4	0	31	2	0
D. arctica												
M. ovum												
B. cucumis												
Polychaeta	11	20	0	0	1	2	1	0	0	1	0	0
L. helicina	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
C. limacina												
C. borealis	86	31	85	667	229	230	200	176	8	11	3	14
C. elegans	181	173	52	30	81	0	31	3	0	0	0	0
Balanida Naupili	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Thys. longicaudata	250	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0
Thysanocasa spp. Calyptopsis	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bopyridae	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Gammaridea												
Lanceola sp.	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
Th. abyssorum	450	113	368	188	27	16	199	89	2	0	1	0
Th. libellula	0	0	152	0	0	0	0	0	0	0	0	34
O. vanhoefeni	10	7	0	4	7	1	0	0	0	0	0	1
F. borealis												
S. elegans	198	124	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S. maxima	1068	324	975	301	150	67	43	11	0	28	8	6
E. hamata												
Echinodermata Plutei												
Σ	13486	6013	4066	4048	1835	1669	1994	711	483	718	254	837

## Appendix B

500-0m [mg/m <sup>2</sup> ]	St. 276	St. 280	St. 296	St. 412	St. 310	St. 393	St. 340	St. 382	St. 358	St. 362	St. 378	St. 370
<i>C. finmarchicus</i> F	1249	825	952	301	512	113	308	107	95	29	17	56
<i>C. finmarchicus</i> CV	1368	1355	1325	1071	1320	404	1266	202	288	36	18	41
<i>C. glacialis</i> F	249	103	102	134	117	239	253	213	299	228	282	517
<i>C. glacialis</i> CV	739	109	130	10	83	49	37	25	15	3	7	40
<i>C. finm./glac.</i> M	16	10	3	0	1	0	2	2	0	0	0	0
<i>C. finm./glac.</i> CIV	26	69	138	48	314	19	83	7	20	1	1	0
<i>C. finm./glac.</i> CIII	57	20	10	0	9	1	1	0	0	0	0	0
<i>C. finm./glac.</i> CII	27	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. finm./glac.</i> CI	14	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. finm./glac.</i> Nauplii	14	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
<i>C. hyperboreus</i> F	46	129	131	295	948	358	745	454	429	320	173	645
<i>C. hyperboreus</i> M	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0
<i>C. hyperboreus</i> CV	159	299	118	85	508	43	917	19	192	49	60	144
<i>C. hyperboreus</i> CIV	149	307	120	29	43	5	70	9	4	2	4	28
<i>C. hyperboreus</i> CIII	60	71	31	1	2	0	1	1	0	1	0	1
<i>C. hyperboreus</i> CII	25	9	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>C. hyperboreus</i> CI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>M. longa</i> F	319	127	120	113	66	174	196	117	64	51	45	86
<i>M. longa</i> M	52	44	6	5	5	21	3	3	2	2	3	1
<i>M. longa</i> CV	171	124	35	79	31	45	41	16	13	22	15	22
<i>M. longa</i> CIV	95	125	7	20	8	71	5	13	4	10	8	6
<i>M. longa</i> CIII	12	19	0	4	0	7	2	2	2	6	3	4
<i>M. longa</i> CII	11	12	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>M. longa</i> CI	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>M. pygmaeus</i> F	3	4	1	3	1	5	2	1	1	3	2	3
<i>M. pygmaeus</i> <CV	7	9	2	7	3	4	2	2	2	2	3	4
<i>Ps. elongatus</i>	206	115	28	2	17	0	4	0	0	0	0	2
<i>Sp. longicornis</i> F	0	0	0	1	2	5	4	1	3	2	3	3
<i>Sp. longicornis</i> M	1	3	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
<i>Sp. longicornis</i> <CV	0	0	0	2	2	6	4	2	4	4	4	7
<i>Sp. magnus</i> F	0	0	0	2	4	14	3	9	1	23	13	7
<i>Sp. magnus</i> M												
<i>Sp. magnus</i> <CV	0	0	0	2	3	16	5	5	4	11	19	9
<i>Ch. obtusifrons</i> >CIV	2	5	12	12	10	4	5	3	0	3	11	1
<i>G. brevispinus</i> >CIV	0	0	0	14	0	0	9	11	4	0	0	8
<i>G. tenuispinus</i> >CIV	35	19	46	47	25	23	37	5	2	1	1	3
<i>Gaidius/Chiridius</i> spp. <CIII	1	0	1	7	4	6	8	2	1	5	2	2
<i>P. glacialis</i> F	0	0	0	29	86	48	28	22	0	62	0	56
<i>P. norvegica</i> F	46	38	77	61	104	58	79	0	0	0	0	0



## Appendix C

**Biomass determination:**  
average individual weights (mg AFDW / ind.),  
length / weight relationships (AFDW = a \* length ^b).

R<sup>2</sup>: correlation coefficient  
ΣSamp.: total number of samples (≥ 1 ind./sample)  
shaded: no biomass determination

Art	[mg/ind.]	a	b	R <sup>2</sup>	ΣSamp.
C. flnm./glac. CI-ad.	.	0,0084	3,4333	0,952	90
C. flnm./glac. N	0,0050	.	.	.	5
C. hyperboreus CI-F	.	0,0026	3,3620	0,880	113
M. longa CI-W	.	0,0101	3,0996	0,955	45
M. pygmaeus	0,0037	.	.	.	10
Ps. elongatus	0,0155	.	.	.	10
Sp. longicornis F	0,0060	.	.	.	10
Sp. magnus ≤CV	0,0900	.	.	.	5
Sp. magnus F	0,0210	.	.	.	5
Chiridius/Gaidius spp.	.	0,0089	3,4119	0,900	12
Pareuchaeta spp. CI-ad.	.	0,0075	3,2740	0,961	22
Sc. magnus	.	0,0107	3,0635	0,951	11
M. lucens F	.	.	.	.	.
H. compactus	.	.	.	.	.
H. norvegicus	.	0,0031	4,7164	0,987	9
A. glacialis	.	.	.	.	.
H. acutifrons	.	.	.	.	.
T. brevis	.	.	.	.	.
M. minor	.	.	.	.	.
O. similis	0,0030	.	.	.	5
O. borealis	.	.	.	.	.
S. princeps	0,7000	.	.	.	3
H. bigelowi	.	.	.	.	.
A. digitale	.	0,0040	2,3420	0,827	12
H. platygobion	.	.	.	.	.
D. arctica	.	0,0003	3,6097	0,998	15
M. ovum	.	.	.	.	.
B. cucumis	.	.	.	.	.
Polychaeta	0,0060	.	.	.	5
L. helicina	.	0,0390	3,5032	0,990	10
C. limacina	.	.	.	.	.
Conchoecia spp.	.	0,0228	2,3698	0,953	11
Balanida Nauplii	0,0110	.	.	.	3
Thys. longicaudata	.	0,0157	1,8477	0,993	5
Bopyridae	0,0190	.	.	.	3
Gammaridea	.	.	.	.	.
Lanceola sp.	.	0,0073	2,4074	0,940	25
Themisto spp.	.	0,0073	2,4074	0,940	25
O. vanhoeffeni	.	0,0164	2,3042	0,979	7
F. borealis	.	.	.	.	.
S. elegans	.	0,0002	2,6924	0,922	23
S. maxima	.	.	.	.	.
E. hamata	.	0,0001	3,0773	0,961	39



## Appendix D

Station list:  
Multinet hauls (500-200-100-50-25-0m)

Station	Date	UTC [hh,mm]		Light	Position [°,']				Echo depth [m]
		Start	Stop		Lat.	N/S	Long.	E/W	
276	8.7.87	3,59	4,23	D	81,29	N	31,26	E	571
280	9.7.87	2,40	3,05	D	81,35	N	31,39	E	887
296	12.7.87	16,51	17,21	D	81,48	N	31,35	E	3005
310	13.7.87	16,04	16,27	D	82,08	N	31,58	E	3028
340	17.7.87	11,35	11,51	D	82,59	N	31,58	E	3779
358	21.7.87	12,12	12,32	D	84,02	N	30,34	E	4044
362	26.7.87	15,37	15,46	D	85,05	N	29,14	E	4037
370	31.7.87	19,34	20,04	D	85,54	N	22,44	E	4651
376*	10.8.87	21,22	21,41	D	85,23	N	21,38	E	2884
382*	14.8.87	12,15	12,35	D	83,22	N	19,53	E	4063
393*	15.8.87	2,01	2,19	D	82,50	N	17,17	E	3241
412*	16.8.87	7,37	7,58	D	82,02	N	15,10	E	2031

\*: north-south transect  
D: day light

