

Berichte

aus dem

Institut für Meereskunde

an der

Christian-Albrechts-Universität Kiel

Nr. 239

DOI 10.3289/IFM_BER_239

Vertikale und regionale Verteilung des Mesozooplanktons
im Nordostatlantik unter der
besonderen Berücksichtigung von Copepoden

von

ALVARO MORALES R.

1993

DANKSAGUNG

Ich danke meinem Doktorvater Prof. Dr. J. Lenz aufrichtig für die Betreuung dieser Arbeit und für seine hilfreichen und kritischen Anregungen. Seine Hilfsbereitschaft war für mich und meine Familie sehr wichtig und hat unseren Aufenthalt in der Bundesrepublik Deutschland etwas erleichtert. Dem Deutschen Akademischen Austauschdienst gilt mein Dank für die finanzielle Unterstützung durch die Gewährung eines Stipendiums.

Herrn Prof. Dr. B. Zeitzschel danke ich dafür, daß ich an der Plankton 89' Expedition auf dem Forschungsschiff "METEOR" teilnehmen konnte.

Dr. M. Rolke gilt ein besonderer Dank für die Hilfe und die wertvollen Anregungen während der Forschungsreise, die mir die Schwierigkeiten an Bord erleichterten. In diesem Sinn gilt mein Dank auch der Schiffsleitung und der Mannschaft des Forschungsschiffes "METEOR" für die große Hilfsbereitschaft und nette Zusammenarbeit.

Dr. S. Goswami aus dem National Institute of Oceanography, Dona Paula, India, danke ich für die Einweisung in die Systematik von calanoiden Copepoden in der Anfangsphase dieser Arbeit. An dieser Stelle gilt mein Dank auch Frau Dr. K. Hülsemann (Calanoida) in der Biologischen Anstalt Helgoland, Hamburg und Frau Dr. R. Böttger-Schnack (Oncaeidae) im Institut für Meereskunde, Kiel für die zahlreichen und produktiven taxonomischen Diskussionen.

Eine große Hilfe waren die produktiven und nicht weniger zahlreichen Diskussionen mit Dr. G. Schneider. Seine unermüdliche Diskussionbereitschaft und seine Anregungen waren für mich sehr wichtig. Ihm gilt ein besonderer Dank.

Drs. N. Mumm und D. Piepenburg (IPÖ) gilt mein Dank für die Hilfe in der Durchführung der multivariablen Verfahren.

Herrn P. Fritsche danke ich für seine technische Unterstützung.

Frau S. Podewski, Frau A. Stuhr, Frau T. Uerdings und Frau W. Khodabakhsh danke ich für die Hilfe in verschiedenen Phasen dieser Arbeit.

Mein Dank gilt auch meinen lieben Kollegen/innen in der Hohenbergstraße für die vielen fröhlichen Kaffeerunden, die sehr zu einer angenehmen Arbeitsatmosphäre und zu einer netten Gemeinschaft beigetragen haben. Euch allen vielen Dank!

Ein besonderer Dank gilt meinem Zimmerkollegen M. Meyerhöfer für die fachlichen und nicht fachlichen Diskussionen, aber vor allem für sein Mitgefühl und seine Worte in Momenten, in denen der Weg sehr „steinig“ war. Dir, Micha, vielen Dank. Es war schön mit Dir ein Arbeitszimmer geteilt zu haben.

Abschließend danke ich ganz herzlich meiner Frau Magda für ihre Unterstützung, ermutigenden Worte und vor allem für ihr Verständnis, wenn das Wochenende nicht mit der Familie verbracht werden konnte. Ich danke Dir für Deine gute Laune und Geduld, besonders in den Fällen, wo meine Nerven nicht die besten waren. Das Lächeln meiner Töchter Paola und Andrea gaben mir immer völlig neue Kraft. Euch, Magda, Paola und Andrea, sei diese Arbeit gewidmet.

Primero estaba el mar. Todo estaba oscuro
No había sol, ni luna, ni gente, ni animales, ni plantas
El mar estaba en todas partes
El era la madre
La madre no era gente, ni nada ni cosa alguna
Ella era el espíritu de lo que iba a venir
y ella era pensamiento y memoria.

Mitología Kogui.

Am Anfang war das Meer. Alles war dunkel
Es gab keine Sonne, keinen Mond, keine Menschen, keine Tiere
und auch keine Pflanzen
Das Meer war überall
Es war die Mutter
Die Mutter war kein Mensch, weder ein Nichts noch ein Etwas
Sie war der Geist dessen, was kommen wird,
und sie war Gedanke und Gedächtnis.

Kogui Mythologie.

The vertical and regional distribution of the mesozooplankton in the Northeast Atlantic with special reference to Copepods.

Abstracts:

This work aims to study and characterize the mesozooplankton population (0.2-20mm) and to follow the development of a zooplankton population with special emphasis on copepods. A further aim is to estimate the potential grazing activity of the mesozooplankton and its resulting effect on phytoplankton. The vertical migration of copepods and their potential contribution to particle flux was also studied.

The study was conducted in May (14 days) and June (10 days), 1989 at two different areas in the Northeast Atlantic (47°N 20°W and 58°N 21°W) using Lagrange Drift experiments and was designed to be able to observe the development of the spring phytoplankton bloom from the north to the south.

In an accompanying programme, the mesozooplankton were collected from depths standardized at 500-200m, 200-100m, 100-50m and 25-0m on a day-night basis. The dry weight and the ash-free dry weight were determined and the carbon content calculated from the latter. The chlorophyll content in the zooplankton samples was also analysed to correct the zooplankton biomass. The mesozooplankton abundance was determined and for the analysis of copepods distribution a community analysis was done using multivariate procedure. Size-fractionated samples from night and day hauls were also studied size classes being: 200-500µm, 500-750µm, 750-1000 µm and 1000-2000µm.

High biomass was found in both areas studied. Generally the biomass values from night hauls were higher than those from day hauls, the differences ranging from 4-8%. These differences were caused mainly by the interzonally wandering species *Metridia* and *Pleuromamma* at 47°N and 58°N as well as *Euchaeta norvegica* at 58°N. The species *Calanus finmarchicus* contributed to most of the biomass.

The highest biomass concentration was found in the upper 100m. The high biomass measured from 2 stations at 47°N (day haul) was comprised mainly of the exoskeleton of planktonic organisms. This was also reflected in the low organic content on the dry material.

During the drift experiments at 47°N strong physical variability occurred, which can be attributed to a possible displacement of the local water masses. Both the biological as well as the physico-chemical parameters changed after 15 May. The median cumulative biomass depth (MCBD) of the mesozooplankton was found to be at 25-50m in 67% of the stations in the first phase. After the change in the water mass, this level occurred at 25-0m in 57% of the cases. At 58°N, the MCBD was at 25-50m and 50-100m in 60 and 40% of the cases, respectively.

The altered water mass at 47°N showed no significant difference in the carbon content. About 85% of the carbon content was found in the upper 100m and at 58°N this was only 50-75%. However, maximal zooplankton concentration during the first phase of the drift experiments at 47°N was found at 50-25m. This was found to be independent of the time of day during the second phase of the experiments and was always within the upper 25m. At 58°N higher zooplankton concentration was found during the night.

Towards the end of the experiment the mesozooplankton abundance at 47°N increased markedly together with a change in the species composition. The appendicularians which were abundant at the beginning were almost absent after the water mass displacement. At 58°N the abundance showed only slight variations with a decrease toward the end of the study. In both areas, however, no statistically significant differences were found between day and night samples.

The daily carbon turnover of the mesozooplankton at 47°N increased toward the end of the study. Moreover, the number of almost all important species and copepodites also increased. This indicates that the mesozooplankton activity was higher in the second water mass. At 58°N no changes in the activity were observed.

Small calanoid copepods such as *Paracalanus parvus*, *Ctenocalanus vanus*, *Clausocalanus* spp., *Calocalanus* spp. and their development stages dominated the zooplankton community at 47°N. Oithonids generally comprised less than 15% of the total population although at 58°N they predominated. Copepodite stages of calanoid copepods represented only about 20% of the population in this area. More than 60% of the mesozooplankton was found in the upper 100m.

The average size classes (500-700µm, 750-1000µm) made up the major portion of the biomass at 47°N, while the total biomass was attributable to size classes ranging from 1000-2000 µm. The smallest fraction (200-500µm) was the most abundant in both areas. Apparently, temporal differences compensated for recruitment processes.

The development of the spring bloom occurred in different phases. The area 47°N was studied during a post-bloom stage. Most of the copepod species exhibited no vertical migration. However, at 58°N a pre-bloom stage was observed. Examination of the gonads of the species *Calanus finmarchicus* revealed only immature oocytes. All developmental stages and the females did not exhibit vertical migration. The population was dominated by CIV and CV stages.

Theoretical considerations estimate that the maximum grazing rate by mesozooplankton of the daily primary production is about 50%. This is contrary to that reported in the literature. The discrepancy lies probably in the methodological problems encountered in gut fluorescence measurements which is most employed in this kind of study.

Although two different phases of the development of the spring bloom could be recorded, the zooplankton maintains the phytoplankton population at a similar level in both areas. Very low sedimentation rates for phytoplankton were measured so that particle flux is likely to be composed mainly of faecal pellets. Theoretically ca. 30% of the total POC-flux in both areas is contributed by faecal pellets.

Community analysis showed no indications of possible succession in the zooplankton population during the drift experiments. Only a vertical differentiation was found. High diversity was found at depths between 200 and 500m. This was caused by the appearance of several species of *Oncaea*.

The behaviour of many zooplankton species in the Northeast Atlantic is practically unknown. The relevance of small size fractions of the mesozooplankton with regard to their nutrition, metabolism and egg production are important aspects which should be dealt with in future zooplankton research.

INHALTSVERZEICHNIS

1.	<u>EINLEITUNG</u>	1
2.	<u>MATERIAL UND METHODEN</u>	
2.1.	Untersuchungsgebiete	4
2.2.	Probennahme	4
2.2.1	Durchführung der Driftexperimente	4
2.2.2	Zooplanktonfänge	5
2.2.3	Probenbearbeitung	7
2.3	<u>BIOMASSEBESTIMMUNG</u>	
2.3.1	Bestimmung des aschefreien Trockengewichtes	7
2.3.2	Abschätzung des Kohlenstoffgehaltes	8
2.3.3	Berechnung des Chlorophyllgehaltes auf den bearbeiteten Filtern und Korrektur der Biomassewerte	8
2.4	<u>ABUNDANZ UND SYSTEMATISCHE UNTERSUCHUNG DES MESOZOOPLANKTONS</u>	
2.4.1	Auswahl der Stationen für die Auswertung der Abundanz	8
2.4.2	Stichproben und Teilungsverfahren	9
2.4.3	Systematische Bearbeitung des Zooplanktons	10
2.4.4	Schätzung der sexuellen Reife von <i>Calanus finmarchicus</i>	11
2.5	<u>BEARBEITUNG DER GRÖßENFRAKTIONIERTEN PROBEN</u>	
2.5.1	Größenklassen	12
2.5.2	Bestimmung des Trockengewichtes	12
2.5.3	Abschätzung des Kohlenstoffgehaltes	12
2.5.4	Abundanz und Zusammensetzung in den großenfraktionierten Proben	13
2.6	<u>STATISTISCHE AUSWERTEVERFAHREN</u>	
2.6.1	Korrelationen zwischen Trockengewicht und organischer Substanz sowie Kohlenstoffgehalt und Abundanz	13
2.6.2	Unterschiede im Tag-Nacht-Rhythmus:	
2.6.2.1	Biomasse	13
2.6.2.2	Abundanz	13

2.6.3	Vertikale Verteilung wichtiger Arten	13
2.6.4	Beschreibung der Gemeinschaft: Charakterarten, Diversität und Äquität	14
2.6.5	Gemeinschaftsanalyse:	15
2.6.5.1	Cluster Analyse	15
2.6.5.2	Multidimensionale Skalierung	15
3.	<u>ERGEBNISSE</u>	
3.1	<u>DRIFT EXPERIMENT III</u>	
3.1.1	Hydrographie	17
3.1.2	Trockengewicht und Kohlenstoffgehalt des Mesozooplanktons	18
3.1.3	Vertikale Verteilung der Biomasse und des Gesamtbestandes des Mesozooplanktons	22
3.1.4	Abundanz und Kohlenstoffgehalt des Mesozooplanktons	25
3.1.5	Die Copepoden-Gemeinschaft	29
3.1.6	Verteilungsschwerpunkte der wichtigen Copepoden-Arten:	
3.1.6.1	Calanoida	33
3.1.6.2	Oithonidae	49
3.1.6.3	Poecilostomatoidea und andere Arten	52
3.1.7	Analyse der größenfraktionierten Proben:	
3.1.7.1	Abundanz	55
3.1.7.2	Trockengewicht und Kohlenstoff	58
3.1.8	Beschreibung der Copepoden-Gemeinschaft	59
3.1.9	Copepoden-Gemeinschaftsanalyse:	
3.1.9.1	Clusteranalyse und Multidimensionale Skalierung	64
3.1.9.1.1	Gruppierung der Einzelproben	66
3.1.9.1.2	Gruppierung der Arten	68
3.2	<u>DRIFT EXPERIMENT IV</u>	
3.2.1	Hydrographie	74
3.2.2	Trockengewicht und Kohlenstoffgehalt des Mesozooplanktons	74
3.2.3	Vertikale Verteilung der Biomasse und des Gesamtbestandes des Mesozooplanktons	78
3.2.4	Abundanz und Kohlenstoffgehalt des Mesozooplanktons	80
3.2.5	Die Copepoden-Gemeinschaft	84
3.2.6	Verteilungsschwerpunkte der wichtigen Copepoden-Arten:	
3.2.6.1	Calanoida	89
3.2.6.2	Oithonidae	101
3.2.6.3	Poecilostomatoidea und andere Arten	103
3.2.7	Analyse der größenfraktionierten Proben:	
3.2.7.1	Abundanz	105
3.2.7.2	Trockengewicht und Kohlenstoff	108

3.2.8	Charakterisierung und Beschreibung der Copepoden-Gemeinschaft	110
3.2.9	Copepoden-Gemeinschaftsanalyse:	
3.2.9.1	Clusteranalyse und Multidimensionale Skalierung	14
3.2.9.1	Gruppierung der Einzelproben	14
3.2.9.2	Gruppierung der Arten	116
4.	<u>DISKUSSION</u>	
4.1	Methoden-Kritik:	
4.1.1	Probennahme	123
4.1.2	Biomassebestimmung	125
4.1.3	Quantifizierung der Abundanz	126
4.1.4	Gemeinschafts-Analyse	127
4.2	Abundanz und Biomasse des Mesozooplanktons	127
4.3	Fraktionierte Biomasse	135
4.4	Verbreitung wichtiger Copepoden-Arten	137
4.5	Vertikale Verteilung von Copepoden	142
4.6	Die potentielle Fraßdruck der Copepoden und ihre Kontrolle über den Phytoplankton-Bestand	148
4.7	Die Rolle des Mesozooplanktons für den vertikalen Partikelfluß	151
4.8	Zu der Gemeinschafts-Analyse der Copepoden	154
5.	<u>ZUSAMMENFASSUNG</u>	157
6.	<u>LITERATURVERZEICHNIS</u>	160
7.	<u>ANHANG</u>	192

1. Einleitung

Das Plankton zeichnet sich durch seine Unfähigkeit aus, selbstständig größere horizontale Wanderungen auszuführen. Seine Verteilung ist von den physikalischen Gegebenheiten seines Umfeldes beeinflusst (HAURY et al., 1978). Das Zooplankton, Sekundär- sowie Tertiärproduzenten, umfaßt ein weites Größenspektrum von Organismen (SIEBURTH et al., 1978). Das in epipelagischen Zonen lebende Zooplankton ist ein aktiver "Überträger" der organischen Materie von Primärproduzenten (Phytoplankton) zu größeren Carnivoren (Fischen und Crustaceen) und trägt wesentlich durch seine exkretorische Aktivität zur Nährstoffregeneration bei (IKEDA, 1985). Seine globale Biomasse überschreitet diejenige anderer Konsumentengruppen (CONOVER, 1978). Sein weitverbreitetes Vorkommen über unterschiedliche geographische Regionen ist hervorgehoben worden (REID et al., 1978; VAN DER SPOEL & HEYMAN, 1983). Daher stellt das Zooplankton einen hervorragenden Parameter für regionale Vergleiche der saisonalen Schwankungen in der Sekundärproduktion (RAYMONT, 1983) dar.

Der von herbivoren Zooplankton ausgeübte Fraßdruck bestimmt zusammen mit dem Prozeß der Sedimentation das Schicksal des in der euphotischen Zone produzierten organischen Materials. Daher sind Bestandsmessungen des Zooplanktons sowie Abschätzungen des Fraßdruckes auf Phytoplanktonpopulationen erforderlich, um die Natur und Menge des Partikelflusses besser zu verstehen (PEINERT et al., 1989). Die Höhe des Partikelflusses wird in hohem Maße von der Plankton-Gemeinschaft bestimmt (MICHAELIS & SILVER, 1988; SILVER & GOWING, 1991). Die Anpassung und Kopplungsstrategie von Zooplankton während einer Produktionsphase, z.B. einer Frühjahrsblüte, ist entscheidend für die Kontrolle der Produktion (KRAUSE & RADACH, 1980). Die klassische Vorstellung besagt, daß Phytoplankton im Pelagial vom herbivoren Zooplankton weggefressen wird (STEELE, 1974). Etwa 20-30% des gefressenen Phytoplanktons wird in Form von Kotballen (Fecal Pellets) ausgeschieden (PAFFENHÖFER & KNOWLES, 1979). Diese können zum vertikalen Partikelfluß beitragen (URRERE & KNAUER, 1981; SMALL et al., 1983; WELSCHMEYER et al., 1984; LORENZEN & WELSCHMEYER, 1985). Dementsprechend stellt das Zooplankton einen regulierenden Faktor des vertikalen Partikelflusses dar (NOJI, 1991).

Das Verhalten des Zooplanktons ist durch mehrere Faktoren beeinflusst. Die Vertikalwanderung ist eines der auffälligsten Merkmale (LONGHURST, 1976b). Zooplankton-Gemeinschaften sind, mit einigen Ausnahmen, durch Copepoden dominiert (LONGHURST, 1985a). Die Verteilungsmuster einzelner Copepodenarten und ihre Beziehung zu Umweltparametern sind wichtige Aspekte der Struktur und Funktion der Planktongemeinschaften (BÖTTGER-SCHNACK, 1991a). Andererseits beeinflusst und reguliert die Qualität und die Menge der Nahrungsquelle die Vertikalverteilung der Copepoden (PAFFENHÖFER, 1983; NAPP et al., 1988 a,b). Die von einer kleinen Fraktion des ozeanischen Zooplanktons (< 10% aller Arten) ausgeübte Vertikalwanderung ist seit langem ein bekanntes Phänomen (z.B. in LONGHURST, 1976b; RAYMONT, 1983; ANGEL, 1985; FORWARD, 1988; KERFOOT,

1985; HANEY, 1988; HUNTLEY, 1985). Es gibt viele Theorien zur Erklärung dieses Verhaltens. Eine allgemein akzeptierte Erklärung ist, daß die Vertikalwanderung zur Vermeidung der Predation ausgeübt wird (BOLLENS & FROST, 1989a,b; HATTORI, 1989; BOLLENS & FROST, 1991; NEIL, 1991; BOLLENS & STEARNS, 1992). Diese Theorie wird jedoch dadurch entkräftet, daß andere Faktoren je nach Situation mehr Gewicht haben als die Flucht vor Räubern. So stellen energetische Vorteile (LAMPERT et al., 1988), Vermeidung einer Strahlungschädigung (BOLLENS & FROST, 1990), demographische Vorteile (OHMAN, 1990) zusätzliche Erklärungen dar. Die Periodizität und Intensität (zeitlich und räumlich) der Nahrungsverfügbarkeit legen die Wanderungsmuster fest (ANGEL, 1988). Demzufolge wandern die meisten ozeanischen Arten während der Periode maximaler Produktion (DARO, 1988), wobei das Licht u.a. ein Steuerungsmechanismus für das Auslösen der Wanderung sein kann (MILLER et al., 1991). Während dieser Phase werden auch ontogenetische Unterschiede in den Wanderungen deutlich auftreten, da die Vertikalwanderung zum Teil genetisch festgelegt ist (PALMER, 1973) und gleichzeitig von Umweltfaktoren beeinflusst wird (UYE et al., 1990). Demnach ist die Vertikalwanderung durch mehrere sowohl biologische als auch nicht biologische Parameter kontrolliert. Sie soll je nach Situation mit mehreren passenden Funktionen, die sich wieder gleichzeitig noch intentätmäßig in allen Organismen einer Population auswirken, betrachtet werden (BAYLE, 1986; in KRAUSE & RADACH, 1989). Andererseits ist die tägliche oder saisonale Vertikalwanderung ein potentieller Prozess für den Kohlenstofftransport zum tieferen Ozean (LONGHURST & WILLIAMS, 1993; MORALES et al., 1993).

Durch den Wegfraß des Phytoplanktons übt das Zooplankton einen entscheidenden Einfluß auf die Entwicklung einer Frühjahrsblüte aus. In zahlreichen ozeanischen und küstennahen Gebieten ist die Kontrolle des herbivoren Zooplanktons über das Phytoplankton untersucht worden (DARO, 1980; WILLIAMS & LINDLEY, 1980a; DAGG, 1982; HUNTLEY & BROOKS, 1982; BAAR & FRANZ, 1984; WELSCHMEYER & LORENZEN, 1985; VIDAL & SCHMITH, 1986; FROST, 1987; CONOVER & MAYZAUD, 1988; DARO, 1988; ROMAN et al., 1988; MORALES et al., 1991; PETERSON et al., 1990a; WHITE & ROMAN, 1992; DAM et al., 1993; HARRISON et al., 1993).

Der Nordatlantik ist ein sehr variables Gebiet. Langfristige Schwankungen sind sowohl in den meteorologischen (DICKSON et al., 1988a), physikalischen (DICKSON et al., 1988b) als auch biologischen Parameter (CUSHING, 1975; COLEBROOK, 1985; 1986) beobachtet worden. Der nördliche Nordatlantik stellt ein besonders dynamisches Meeresgebiet dar (KRAUSS & KÄSE, 1984; SAVIDGE et al., 1992).

Es liegen bereits zahlreiche Veröffentlichungen über die Verteilung, Zusammensetzung und Abundanz des Zooplanktons im Nordatlantik vor (BE et al., 1971; ANGEL & FASHAM, 1975; ROE, 1972 a,b,c,d; 1974; 1975; COLEBROOK, 1978; 1979; WILLIAMS & CONWAY, 1982; COLEBROOK, 1982a; ROE, 1984a,b; BECKMAN, 1988; KOPPELMANN & WEIKERT, 1992). Eine Reihe von Arbeiten konzentrieren sich auf die

Biomasse im westlichen Teil des Nordatlantiks (DAVIS & WIEBE, 1985; ROMAN et al., 1985; WIEBE et al., 1985; ALLISON & WISHNER, 1986; COWLES et al., 1987). Das dortige Gebiet ist eine ausgedehnte Region mit Eddy-Aktivitäten entlang des Golf Stromes (ROMAN et al., 1985). Ein wesentliches Motiv war, die Auswirkungen der physikalischen Variabilität auf die Biologie des Zooplanktons zu untersuchen. Im Gegensatz dazu zeichnet sich der Nordostatlantik durch eine größere Einheitlichkeit der Wassermassen aus und soll daher als Modellgebiet für langfristige Untersuchungen dienen (LOCHTE et al., 1993).

1989 richtete sich das Augenmerk der internationalen wissenschaftlichen Gemeinschaft auf den Nordatlantik. Er war das Ziel zahlreicher Untersuchungen zum Verständnis der Rolle der ozeanischen Gebiete in der Kohlenstoffdynamik. Die Untersuchungen bildeten die erste umfangreiche Datensammlung, die je in einem Meeresgebiet über die Rolle des Ozeans im Hinblick auf die globalen biogeochemischen Umsatzprozesse gewonnen wurde (DUCKLOW & HARRIS, 1993). Solche Untersuchungen gehören zu den Zielen der unter SCOR (Scientific Committee on Ocean Research) koordinierten "Joint Global Ocean Flux Study" (JGOFS), die ihrerseits ebenso ein Kernprojekt des Internationalen Geosphere-Biosphere Programmes bildet.

Frühere Untersuchungen in der Nordsee (STEELE, 1974) zeigen die zentrale Rolle der Copepoden als wesentliche "Konsumenten" der Phytoplanktonproduktion. Es scheint jedoch, daß die Frühjahrsblüte zwischen 44 und 60°N im Nordostatlantik durch das Zooplankton unterausgebeutet ist (COLEBROOK, 1978; 1979; 1982). Saisonale und räumliche Variabilität sind für das Zooplankton charakteristisch (WILLIAMS, 1988; WILLIAMS & CONWAY, 1988). Zahlreiche Arten und Entwicklungsstadien (COLEBROOK, 1984) machen es schwer, eine ausführliche Beschreibung der Zooplankton-Gemeinschaft durchzuführen. Die Gemeinschafts-Analyse erfaßt drei wichtige Aspekte: a. Taxonomie und Struktur der Gemeinschaft, b. Biomasseverteilung und c. Populationsdynamik. Daher ist die Identifikation einer Art eine wesentliche Vorbedingung in jeder ökologischen Untersuchung, um Lebenszyklus, Nahrungsbiologie, Physiologie, Verhalten erfassen zu können. Dementsprechend hat diese Arbeit die Erfassung und Charakterisierung des Mesozooplanktonbestandes sowie die Verfolgung von Populationen unter besonderer Berücksichtigung der Copepoden zum Ziel. Ein weiteres Ziel besteht darin, ihre potentielle Fraßaktivität und konsequente Kontrolle über das Phytoplankton abzuschätzen. An Hand dieser Aspekte wurde die Vertikalwanderung von Copepoden und ihr potentieller Beitrag zum Partikelfluß untersucht.

2. Material und Methoden

2.1. Untersuchungsgebiet

Auf dem zweiten Fahrtabschnitt der Meteor-Reise 10 wurden zwei unterschiedliche Gebiete auf 47°N und 58°N untersucht. Beide Gebiete liegen in Regionen mit unterschiedlichen hydrographischen und chemischen Rahmenbedingungen. Diese Meteor Reise, die als Expedition "Plankton'89-Benthos '89" die Untersuchungen zu biogeochemischen Prozessen im Pelagial und Benthos des Nordatlantiks über 6 Monaten durchführen sollte, diente gleichzeitig als Pilotstudie für das internationale Programm "Joint Global Ocean Flux Study" (JGOFS) (Abb. 2.1.1).

Der zentrale Untersuchungsgegenstand dieser Pilotstudie waren die Prozesse, die im pelagischen System des offenen Ozeans die Produktion, Modifikation und das Absinken von Partikeln kontrollieren. Die Ziele des zweiten Fahrtabschnittes waren: a. Die Quantifizierung derjenigen Prozesse, die unter Frühjahrsbedingungen zur Bildung primär produzierter biogener Partikel führen, und b. die Verfolgung und Bestimmung des Schicksals dieser Primärprodukte (ZEITZSCHEL et al., 1990). Der Untersuchungszeitraum des 2. Fahrtabschnittes währte vom 2. Mai bis zum 13. Juni 1989, wobei zwei Driftexperimente ausgeführt wurden: Driftexperiment 3 und Driftexperiment 4 (im folgenden III. DE und IV. DE abgekürzt). Das III. DE wurde in dem semi-borealen Gebiet bei 47°N und 20°W durchgeführt. Dieses Gebiet ist sowohl in diesem Jahr als auch in früheren Jahren unter verschiedenen Gesichtspunkten im Rahmen des Partikelfluß Projektes (ZEITZSCHEL & STIENEN, 1990) und des Biotrans Projektes (BECKMANN et al., 1987; LOCHTE & PFANNKUCHE, 1987; MITTELSTAEDT, 1987) untersucht worden. Das IV. DE lag südlich der Polarfront bei 58°N und 21°W in der eigentlichen borealen Region. Es sollte die Entwicklung der Frühjahrsblüte von Süden nach Norden verfolgt werden.

2.2. Probennahme

2.2.1. Durchführung der Driftexperimente

Das III. DE begann am 8. Mai bei 46°30'N und 20°03'W und dauerte 14 Tage. Zur Verfolgung des zu untersuchenden Wasserkörpers wurde eine aus zwei Sinkstofffallen bestehende Driftkette ausgesetzt, die während des gesamten Experimentes im Wasser verblieb (Langzeitdrifter). Die Tiefe der Fallen betrug 80m (Monofalle) und 300m (Multifalle mit 13 Probenbehältern), wobei sich die flachere direkt unterhalb der euphotischen Zone befand. Die Fallen (Firma Salzgitter - Elektronik, ZEITZSCHEL et al., 1978) waren mit 2%-igem Formol gefüllten Probenbehältern ausgerüstet, die alle 24 Stunden automatisch gewechselt wurden. Der Langzeitdrifter diente zu der täglichen Registrierung der Sedimentationsraten sowie als Markierung des Wasserkörpers. Zusätzlich wurde ein Tagesdrifter mit zwei parallelen Sinkstofffallen (Monofallen) eingesetzt, die sich in 80m Tiefe befanden. Die eine Falle diente dazu, das sedimentierte Material ohne Konservierungsmittel auf seine Pigmente untersuchen zu können. Die andere Falle enthielt Konservierungsmittel (2%iges Formalin). Jeden Morgen

wurde der Tagesdrifter, der meist etwas schneller als der tiefere Langzeitdrifter trieb, wieder an Bord genommen und mit neuen Probenbehältern bestückt. An dem Tagesdrifter, der dann wieder bei dem Langzeitdrifter ausgesetzt wurde, wurden die in situ Primärproduktionsmessungen unter Verwendung der ^{14}C Methode nach STEEMANN-NIELSEN (1952) durchgeführt.

Die Stationen wurden jeweils in unmittelbarer Nähe des Tagesdrifters gelegt. Dabei wurden zwei Kranzwasserschöpfer (CTD - RO 24 und RO - 6) eingesetzt, um Wasserproben zu nehmen. Hierbei wurden chemische und biologische Parameter bestimmt. Die Schöpfertiefen jeder Station wurden aufgrund des CTD Profils und des Fluoreszenzprofils festgelegt, das mit dem Sondensystem "Fish" (am Institut für Meereskunde an der Universität Kiel entwickelt) gemessen wurde.

Das IV. DE begann am 29. Mai bei $58^{\circ}0'N$ und $21^{\circ}52'W$ und dauerte 10 Tage. Im Gegensatz zum III. DE wurde nach anfänglicher hydrographischer Vermessung die flachere Sinkstoffalle (Multifalle) in 100m Tiefe gelegt, da die durchmischte Schicht tiefer als im III. DE war. Die andere Sinkstoffalle, ebenfalls eine Multifalle, wurde in 300m Tiefe eingesetzt. Beide Sinkstoffallen wurden mit 11 Probenbehältern (aufgefüllt mit 2%-igem Formol) ausgerüstet.

2.2.2. Zooplankton - Fänge

In einem begleitenden Grundprogramm wurde das Mesozooplankton in einem Tag - Nacht - Rhythmus in den Standardtiefen 500-200m, 200-100m, 100-50m, 50-25m und 25-0m gefangen. Dafür wurde ein Hydrobios Multinetz eingesetzt (Abb.2.2.2.1). Das Multinetz wurde mit fünf 2.5 m langen Netzen ausgestattet (200 μm Maschenweite), die durch ein elektrisches Signal geöffnet und geschlossen wurden. Die Filtrationsfläche betrug fast die Hälfte (46.5%) der Gesamtoberfläche von 2.9 m^2 je Netzbeutel. Der Öffnungsquerschnitt des Multinetzes war 0,25 m^2 , so daß das Verhältnis zwischen der Sieb- und der Einstromfläche bei 5,5 lag. Damit kann die Filtrationsleistung der einzelnen Netze als 100% angenommen werden (UNESCO, 1968). Das Multinetz wurde von WEIKERT & JOHN (1981) beschrieben und seine Fängigkeit getestet.

Das Größenspektrum der untersuchten Organismen reichte von 0,2 bis 20mm und entsprach daher dem Mesozooplankton nach SIEBURTH et al.(1978). Größere Organismen wurden vor der Probenbearbeitung herausgesucht.

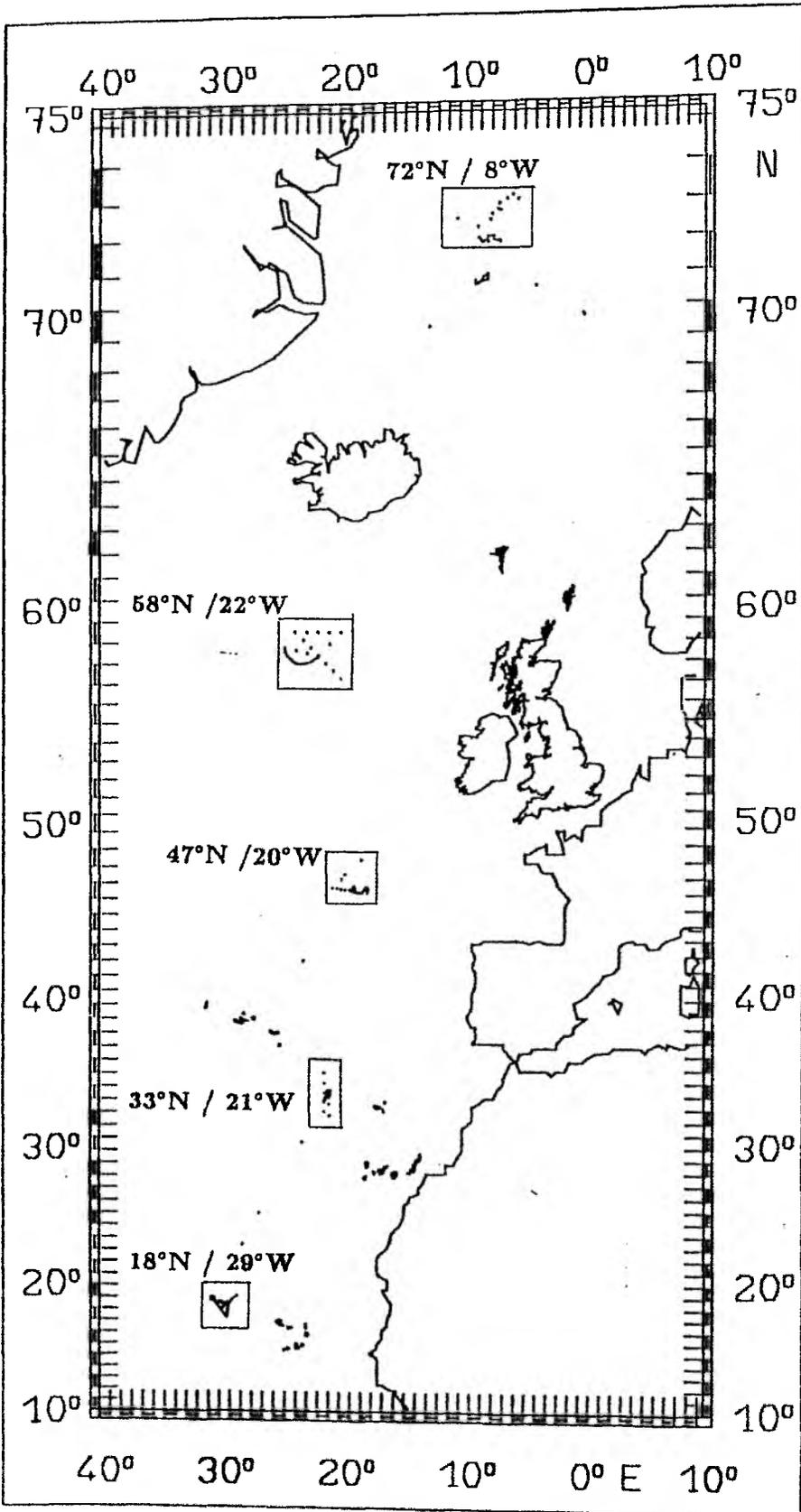


Fig. 2.1.1 Meteor expedition "Plankton 89" with the area of the five drift experiments (I-V) in the North Atlantic.

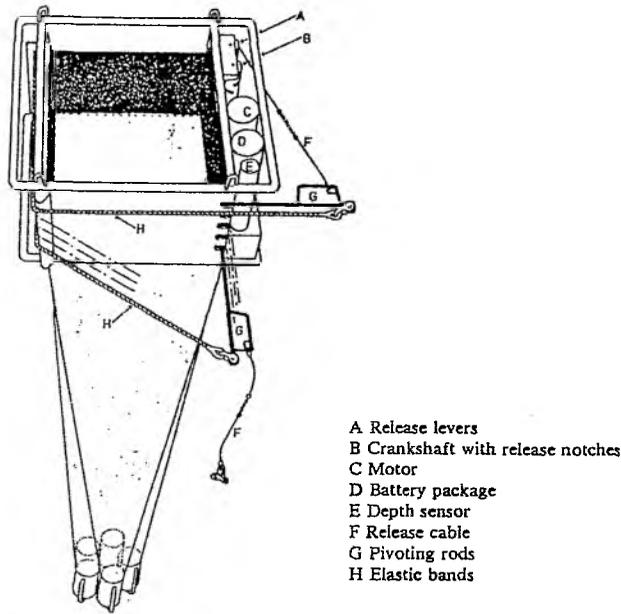


Fig.2.2.2.1 The multiple opening-closing net by Hydrobios (from WEIKERT & JOHN, 1981)

2.2.3. Probenbearbeitung

Sofort nach dem Fang wurde der Inhalt jedes Netzbechers in einen ca. 1l fassenden Plastikbecher überführt. Obwohl sich verschiedene Plankton-Teiler anbieten, wurde nach der Erfahrung der Untersuchung von VAN GUELPEN et al.(1982) der Folsomteiler benutzt. Je nach Planktonmenge schwankten die untersuchten Unterproben zwischen einem Viertel und einem Sechzehntel (in Ausnahmefällen einem Zweiunddreißigstel) der Original-Konzentration. Eine weitere Unterprobe (nie mehr als ein Viertel des gesamten Fanges und nicht in allen Fällen) wurde lebend untersucht, um einen Eindruck über die Zusammensetzung des Mesozooplanktons gewinnen zu können. Der Rest wurde für die Abundanzbestimmung, ausführliche Zählung und systematische Bearbeitung mit 2% igem Borax-gepufferten Formol fixiert.

2.3. Biomassebestimmung

2.3.1. Bestimmung des aschefreien Trockengewichtes

Als Maß für die Biomasse des Mesozooplanktons wurde das Trockengewicht (TG) und das aschefreie Trockengewicht (AFTG) gemessen. Das AFTG entspricht der organischen Substanz des Zooplanktons. BEERS (1976; 1981) hat verschiedene Methoden zur Bestimmung der Zooplanktonsbioasse zusammengefasst.

Die Unterproben wurden auf vorgewogene Whatmann-Glasfaserfilter (GF/C, 48mm Durchmesser), die eine große Genauigkeit zwischen verschiedenen getesteten Filtersorten

gewährleisten (LENZ, 1971) filtriert, mit aqua dest. mehrmals gespült und bei -20°C tiefgefroren.

Im Labor wurden die Filter bei 60°C für 8 bis 10 Stunden getrocknet. Für die Akklimatisierung wurden die Filter über Nacht im Wägeraum offen stehen gelassen. Am nächsten Tag wurden die Filter mit einer Mettler HK 60 Seston Waage (0,01 mg.) gewogen und dann in einem Muffelofen bei 550°C 4 Stunden verascht. Danach wurden die Filter akklimatisiert und für die Bestimmung des AFTG erneut gewogen. Nach WIEBE et al. (1985) wurde die kumulative mittlere Tiefe der Mesozooplanktonbiomasse ermittelt, d.h. die Tiefe, in der der kumulative Anteil den Wert 50% erreicht.

2.3.2. Abschätzung des Kohlenstoffgehaltes

Der Zooplankton-Kohlenstoffgehalt erleichtert den quantitativen Vergleich zwischen verschiedenen Plankton Kompartimenten im marinen Pelagial (e.g. LONGHURST, 1992). Zur Abschätzung des Kohlenstoffgehaltes wurde ein Faktor von 0,5 zur Umwandlung der organischen Substanz in Kohlenstoff verwendet (LENZ, 1974; HIROTA, 1981; SCHNEIDER, 1989). Eine Zusammenstellung der Biomassewerte (TG, AFTG und Kohlenstoffgehalt) findet sich in Tab.A des Anhanges.

2.3.3. Berechnung des Chlorophyllgehaltes auf den bearbeiteten Filtern und Korrektur der Biomassewerte

Bei höheren Phytoplanktonkonzentrationen in den Fängen wurde eine zusätzliche Unterprobe für eine spätere Chlorophyll a Bestimmung nach JEFFREY und HUMPHREY (1975) filtriert. Für die Umwandlung in Phytoplankton-Kohlenstoff wurde in Anlehnung an DECKERS (1991) je nach der Zusammensetzung des Phytoplanktons ein Faktor von 20 oder 30 angenommen, um die Zooplanktonbiomassewerte zu korrigieren. Eine Zusammenstellung der Chlorophyll a-Werte findet sich in Tabelle B des Anhanges.

2.4. Abundanz und systematische Untersuchung des Zooplanktons

2.4.1. Auswahl der Stationen für die Auswertung der Abundanz

Da ein wichtiges Ziel dieser Arbeit darin bestand, die vertikale Wanderung von Zooplankton und ihre Bedeutung in dem Partikelfluss zu untersuchen (ANGEL, 1987), wurden Proben in einem Tag - Nacht - Rhythmus ausgewählt, um die zeitliche Abhängigkeit der Zooplanktonabundanz erfassen zu können. Im Laufe des dritten Driftexperimentes wurden zwei verschiedene hydrographische Bedingungen festgestellt. Am Anfang befand sich der Drifter in einem zyklonalen Wirbel (Abb. 2.4.1.1), verließ diesen aber am 15.5. (Umschwenkpunkt des Drifters 15./16.5., siehe ZEITZSCHEL et al., 1990 für eine ausführliche Diskussion). Das weist darauf hin, daß der zweite Teil des Driftexperimentes sich in einem anderen Wasserkörper abspielte. Aus diesem Grund wurden zwei Stationen einen Tag vor und nach dem

Umschwenkpunkt ausgesucht, um eine mögliche Änderung in dem Mesozooplanktonbestand festzustellen. Weitere zwei Stationen wurden am Anfang und am Ende des Experimentes untersucht. Bei dem IV. DE, das keine hydrographische Veränderung zeigte, wurden zwei Stationen am Anfang, in der Mitte und am Ende des Driftexperimentes ausgewählt (Tab.2.4.1.1). Ein weiteres Kriterium zur Probenwahl war der tägliche respirative Kohlenstoffumsatz des Mesozooplanktons. Dafür wurden Respirationsdaten (erhalten von Herrn Martens, Biologische Anstalt Helgoland) von Zooplankton-Netzfängen umgerechnet. Für die Auswertung der gewichts-spezifischen Respiration wurde ein RQ von 0.8 (OMORI und IKEDA, 1984) verwendet. Die Auswahl der untersuchten Proben geschah demnach sowohl nach hydrographischen als auch physiologischen Gesichtspunkten.

Tab. 2.4.1.1 Ausgewählte Stationen zur quantitativen und systematischen Untersuchung.

Station	Position		Datum	Uhrzeit (UTC)
III DE.	Breite (N)	Länge (W)		
440	46°20.43'	19°00.56'	09.5.89	17:30
447	46°15.63'	18°52.66'	10.5.89	23:30
465	46°18.20'	18°19.84'	14.5.89	15:15
467	46°21.62'	18°09.98'	14.5.89	23:00
477	46°29.96'	17°53.48'	16.5.89	23:30
480	46°29.96'	17°53.48'	16.5.89	13:45
490	46°20.06'	17°48.67'	19.5.89	16:30
499	46°12.22'	17°51.17'	21.5.89	23:45
IV DE.				
564	57°54.03'	22°04.18'	29.5.89	14:30
566	57°31.52'	22°10.41'	30.5.89	00:00
593	57°39.37'	23°31.16'	04.6.89	00:00
596	57°40.27'	23°42.26'	04.6.89	14:00
608	58°02.20'	24°32.12'	07.6.89	00:00
611	58°09.08'	24°38.53'	07.6.89	14:00

2.4.2. Stichproben und Teilungsverfahren

Die Proben wurden mit Hilfe eines Folsom-Splitters (McEWEN et al., 1954) geteilt. Um eine mögliche Verklumpung während der Teilung zu verhindern, die zu einer Unter- bzw. Überschätzung der Abundanz führen könnte (LONGHURST & SEIBERT, 1967; GRIFFITHS et al., 1984) wurde eine sehr einfache Methode angewendet. Vor jeder Teilung wurden die Proben stark geschüttelt. Nach jeder Teilung wurden mit einer Pipette Luftblasen erzeugt, die das Probenmaterial verwirbelten. Dies wurde so lange durchgeführt, bis das Probenmaterial homogen verteilt erschien. Die Präzision des Folsom-Splitters wurde, allerdings nicht in allen Fällen, durch einen χ^2 Test überprüft (SACHS, 1992).

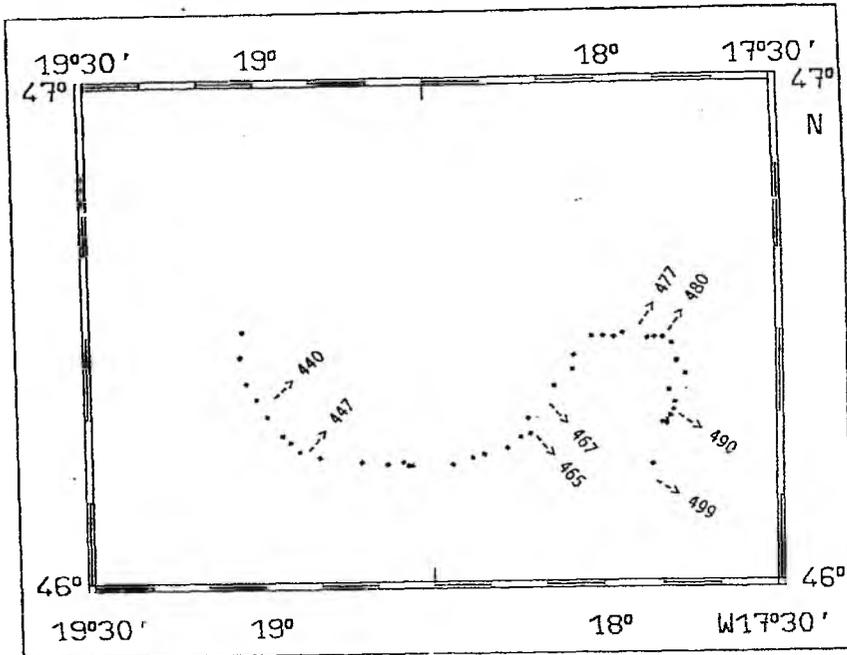


Fig. 2.4.1.1 Map of the investigated stations from 47°N 20'W.

Die geteilten Proben wurden in einer Sortierlösung, die aus 4,5% Propandiol, 0,5% Propylen - Fenoxetol und 94.5% filtriertem Seewasser bestand, weiterkonserviert.

2.4.3. Systematische Bearbeitung des Zooplanktons

Da die Copepoden die häufigsten Zooplankter in den oberflächennahen Schichten des Ozeans darstellen (LONGHURST, 1985), ein wichtiges Glied in dem Nahrungsnetz sind (VIDAL, 1980a) und eine hervorragende Rolle in der Regulierung des Partikelflusses spielen (PEINERT et al., 1989), wurden sie der Schwerpunkt der systematischen Analyse.

Die systematische Bearbeitung der Stichproben wurde so ausführlich wie möglich durchgeführt. Die Entwicklungsstadien wichtiger Copepoden-Arten wurden ebenfalls identifiziert. Die Zählung fand in einer Bogorov Schale bei 12-60facher Vergrößerung unter einem Stereomikroskop statt. Zur präzisen Artbestimmung wurden einzelne Tiere bei 60-400facher Vergrößerung unter einem Mikroskop untersucht. Es wurden alle Organismen betrachtet, deren Breite größer als 283µm war, da diese quantitativ von einem Planktonnetz mit 200µm Maschenweite gefangen werden (SMITH et al., 1968).

Die Bestimmung der Copepoden erfolgte nach: ROSE (1933); FARRAN (1948a; b; c; d; e; f; g); FARRAN und VERVOORT (1951a; c; f; g; h; i); VERVOORT (1952a; b; c; d; e; f; g; h; i); MORI (1964); TANAKA (1966); HÜLSEMAN (1966); FROST und FLEMMINGER (1968); CORRAL (1972); WILSON (1972); BRODSKY (1975); DANKAER (1975); FLEMINGER und HÜLSEMAN (1977); HERON (1977); BJÖNBERG (1980); MALT (1983); HERON et al. (1984); NISHIDA (1985); FROST (1989).

Die übrigen, nicht zu den Copepoden gehörenden Gruppen wurden gezählt, aber nicht taxonomisch genau bestimmt. Eine Zusammenstellung der Abundanzen der Zooplanktongruppen sowie der Copepoden-Arten findet sich in den Tabellen C und D des Anhangs.

2.4.4. Schätzung der sexuellen Reife von Calanus finmarchicus

Während des DE 4 trug die Copepoden-Art Calanus finmarchicus den größten Anteil zur Gesamtbiomasse bei (LENZ et al., 1992). Die Weibchen dieser Art wurden daraufhin untersucht, in welchem Reifezustand sich ihre Gonaden befanden. Die Abb. 2.4.4.1 zeigt das Aussehen einer bezeichneten reifen Gonade von C. finmarchicus. Die eingeführten morphologischen Kriterien für die Bezeichnung der Gonadenreifestadien wurden, soweit nachvollziehbar, nach RUNGE (1987) bestimmt (Tab. 2.4.4.1). Andere vergleichende Reifekriterien der Gonaden für andere Copepoden-Arten finden sich in DIEL (1991). Insgesamt wurden 72 Weibchen von 3 Stationen, die der zeitlichen Entwicklung des Zooplanktons entsprachen, ausgesucht (Tab. 2.4.4.2). Der Reife-Index für die reproduktive Aktivität wurde geschätzt.

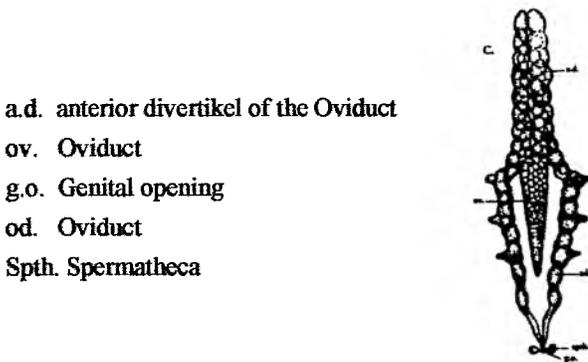


Fig. 2.4.4.1 Female gonad system of Calanus finmarchicus (from DIEL, 1991).

Tab. 2.4.4.1 Position der ausgesuchten Stationen zur Untersuchung der Gonadenreife von Calanus finmarchicus.

Station	Position		Datum	N
	Breite (N)	Länge (W)		
562	57°39.35'	22°00.84'	29.5.89	20
591	57°38.98'	23°22.14'	03.6.89	26
616	58°20.99'	24°37.83'	08.6.89	26

Tab. 2.4.4.2 Morphologische Kriterien zur Untersuchung der Oogenesistadien der konservierten Weibchen von *Calanus finmarchicus* nach RUNGE (1987)

Stadium	Merkmale
1	Oozyten sind im vorderen Teil der Ovidukte nicht zu sehen.
3	Prävitellogenetische Oozyten im vorderen Teil der Ovidukte vorhanden. Ooplasma hell.
4	Vitellogenetische Oozyten im vorderen Teil der Ovidukte vorhanden. Oozyten 60-140µm Durchmesser, sie enthalten braunes, dunkles Ooplasma.
5	Vitellogenetische Oozyten > 140µm im hinteren Teil der Ovidukte vorhanden. Oozyten dunkelbraun. Nachfolgendes Endstück der Ovidukte noch hell.
7	Vitellogenetische Oozyten > 140µm Durchmesser in der gesamten Länge der Ovidukte vorhanden. Reife postvitellogenetische Oozyten erscheinen wie dunkelbraune oder dunkelgraue Streifen, die sich von der Kopfregion bis zum letzten Thoraxsegment in seitlicher Ansicht erstrecken.

2.5. Bearbeitung von größenfraktionierten Proben

2.5.1. Größenklassen

Um die Bedeutung und den potentiellen Beitrag verschiedener Größenklassen des Zooplanktons sowie deren potentielle Grazingrate abzuschätzen (MORALES et al., 1989), wurden zwei Stationen in einem Tag-Nacht-Rhythmus ausgesucht (Tab. 2.5.1). Die Größenklassen waren: 200 - 500µm, 500 - 750µm, 750 - 1000µm und 1000 - 2000µm.

2.5.2. Bestimmung des Trockengewichtes und Abschätzung des Kohlenstoffes

Je nach Zooplankton-Menge wurden unter Berücksichtigung der einzelnen Größenklassen die Proben mit Hilfe eines Folsom-Splitters aufgeteilt. Eine Unterprobe wurde auf Whatman Glasfaserfilter (GF/C, 25 mm Durchmesser) filtriert, gespült und in einem Trockenschrank bei 65°C etwa 10 Stunden getrocknet. Nach einer 4-stündigen Akklimatisierungsdauer im Wägeraum wurden die Filter mit einer elektronischen Waage Sartorius 2474 (d= 0,01mg) gewogen. Die Abschätzung des Kohlenstoffgehaltes wurde nach SCHNEIDER (1989) durchgeführt. Zur Umrechnung von Trockengewicht auf Kohlenstoff wurde ein Faktor von 0.4 verwendet. Unter der Annahme, daß das konservierte Zooplankton im Durchschnitt einen Verlust von ca. 40% des Trockengewichtes erfährt (GUIGUERE et al., 1989) wurden alle Werte rechnerisch korrigiert.

2.5.3. Abundanz und Zusammensetzung in den größtenfraktionierten Proben

Die Unterproben wurden in Propynol Fenoxitol Lösung (STEEDMAN, 1976) aufbewahrt und mit Bengal-Rosa gefärbt. Die Organismen wurden in sieben größere taxonomische Kategorien unterschieden. Die Zählung fand in einer Bogorov Schale bei 12-60facher Vergrößerung unter einer Stereomikroskop statt. Eine Zusammenstellung der Biomasse- und Abundanzwerte befindet sich in den Tabellen E und F.

2.6. Statistische Auswerteverfahren

2.6.1. Korrelation zwischen Trockengewicht und organischer Substanz sowie Abundanz und Kohlenstoffgehalt

Um die Art und den Grad eines Zusammenhanges und gleichzeitig die Abhängigkeit zwischen den Variablen ermitteln zu können (SACHS, 1992), wurden lineare Korrelationen (nach der Methode des kleinsten Fehlerquadrates) für einzelne Tiefenstufen zwischen Trockengewicht und der organischen Substanz sowie zwischen Abundanz und dem Kohlenstoffgehalt ermittelt.

2.6.2. Unterschiede im Tag-Nacht-Rhythmus: Biomasse und Abundanzen

Für die Unterschiede in den Tag-Nacht Fängen wurde sowohl für die Biomasse als auch für die Abundanzen des Zooplanktons zur Feststellung einer Normalverteilung das mittlere Verhältnis (R) von Variationsbreite zur Standardabweichung in den Stichproben ermittelt (CARAVALLI-SFORZA, 1974). Zur Feststellung von signifikanten Unterschieden in der mittleren Gesamtabundanz in Tag-Nachtfängen wurde ein t-Test nach Student durchgeführt. In den Fällen, wo keine Normalverteilung nachgewiesen werden konnte, wurde ein nichtparametrischer Test (U-Test Wilcoxon- Man Whitney, SACHS, 1992) verwendet.

2.6.3. Vertikale Verteilung wichtiger Copepodenarten

Zur Ermittlung des vertikalen Verteilungszentrums (vVZ) einzelner Copepodenarten wurde die folgende von MUMM (1991) vorgeschlagene Formel angewendet:

$$vVZ = \frac{\sum (C_i \cdot R_i)}{\sum C_i}$$

wobei C_i die Konzentrationssumme (8 Stationen im III. DE und 6 Stationen im IV. DE) der Individuen einzelner Arten in den einzelnen Tiefenstufen ist und R_i die Tiefenstufe (500-200m= 1,.....25-0m=5) darstellt. Damit können bi- oder polymodale Vertikalwanderungen nachgewiesen werden (HATTORI, 1989).

2.6.4. Vertikale Verteilung der Entwicklungsstadien von Calanus finmarchicus

Für die Verteilung der Entwicklungsstadien (CV) der genannten Art im Wasserkörper wurden der von DIEL (1991) vorgeschlagene Index berechnet:

Index A: Es beschreibt das Verhältnis der Abundanz (N) von CV und Erwachsenen (E) in Form einer symmetrischen Verteilung von -1 (nur Erwachsene) bis +1 (nur CV):

$$\text{Index A: } NCV - NE/NCV * NE$$

Dieser Index wurde nur an Calanus finmarchicus angewendet.

2.6.5. Beschreibung der Gemeinschaft: Charakterarten, biologischer Index, Diversität und Äquität

Da die Copepoden die häufigste Zooplanktongruppe in beiden Driftexperimenten waren, wurde die gesamte Gemeinschaftsanalyse mit den hier genannten Verfahren nur für diese Gruppe ausgeführt.

2.6.5.1. Charakterarten und biologischer Index

Für die Charakterarten wurden innerhalb einzelner Stationsgruppen der "Grad der Assoziation bezüglich der Individuen" (GAI-Index) als Maß der Konzentration des Individuenbestandes einzelner Arten auf bestimmten Stationsgruppen berechnet (PIEPENBURG, 1988):

$$\text{GAI (\%): } I_{sg} / I \text{ Summe} * 100$$

wobei I_{sg} die Summe der Individuen einer Art in einer Stationsgruppe und I Summe die Summe der Individuen dieser Art auf allen Stationen bedeutet.

Um einen Anhaltspunkt über die Häufigkeit, mit der bestimmte Arten während des Driftexperimentes vorkamen, zu bekommen, wurde der biologischer Index nach McCLOSKEY (1970) und modifiziert von PIEPENBURG & PIATKOWSKI (1992) berechnet, wobei Häufigkeit und Dominanz kombiniert werden.

2.6.5.2. Diversität und Äquität

Die Artenanzahl und ihre relative Abundanz dienen als Basis für die Beschreibung einfacher, komplizierter oder durch eine oder wenige Arten dominierte Gemeinschaften (OMORI und IKEDA, 1984). Auf dieser Beschreibung basiert das Konzept der Diversität. Demnach

bezeichnet die Diversität das Maß der Vielgestaltigkeit in der Struktur einer Gemeinschaft (FRONTIER, 1985). Der Shannon-Weaver Index (SHANNON-WEAVER, 1949; in MUMM, 1991) stellt einen der am häufigsten verwendeten Diversitätsindices dar. Er lautet :

$H = -\sum (N_i/N) * \ln (N_i/N)$, wobei N_i die Anzahl der Art i und N die Summe der Abundanzen aller Arten ist.

Die Äquität ist, im Gegensatz zur Dominanz, ein Maß für die Gleichmäßigkeit der Verteilung der Individuen in dem gesamten Artenspektrum. Hierfür wurde der Pielou Index verwendet. Er kann zwischen 0 (alle Individuen gehören zu einer Art) und 1 (alle Arten sind mit der gleichen Individuenzahl vertreten) liegen. Der Pielou Index ist eine Funktion des Shannon-Weaver Index:

$$\text{Ä} = H/H_{\text{max}}$$

wobei H die berechnete Diversität bedeutet und H_{max} die maximale potentielle Diversität einer Gemeinschaft ist. Sie entspricht dem natürlichen Logarithmus der Gesamtartenzahl.

2.6 Gemeinschaftsanalyse: Multivariable Methoden

Die multivariablen Verfahren stellen eine statistische Methode zur besseren Interpretation in der Quantifizierung der Interaktionen zwischen biologischen Variablen dar (CHESTER et al., 1983; JAMES und McCULLOCH, 1991). Diese Methoden sind sowohl in unterschiedlichen biologischen Gemeinschaften, z.B. im Plankton (TRANTER, 1977; DOMANSKI, 1984; MORALES, 1987; MUMM, 1991), Benthos (LONY und LEWIS, 1987; VARGAS, 1987; 1988), in der Fischereibiologie (FEDERIZON, 1992) als auch in Medizin, Agrarwissenschaft, Geologie und Geisteswissenschaft angewendet worden (zusammengefaßt in JAMES & McCULLOCH, 1990). Eine ausführliche Beschreibung der Anwendungsmöglichkeiten kann in FIELD et al. (1982) und GORBIN und TENG (1988) gefunden werden.

Zwei der häufigsten Methoden in meeresbiologischen Untersuchungen sind die Cluster-Analyse und die Multidimensionale Skalierung, abgekürzt MDS (FIELD et al., 1982). Beide Verfahren benötigen für die Berechnung und Darstellung der Ähnlichkeit zwischen Objekten (Stationen bzw. Taxa) und ihrer Attribute (Abundanz) eine Matrize, die die Abgrenzung von Stationsgruppen oder Artengruppen auf der Grundlage der Ähnlichkeit ermöglichen (PIEPENBURG, 1988). Hierzu werden Stationen hinsichtlich ihres Artenspektrums als Q-Analyse (Normale Analyse), und die Arten hinsichtlich ihres Vorkommens auf den verschiedenen Stationen als R-Analyse (Inverse Analyse) betrachtet (PIEPENBURG, 1988; VARGAS, 1988). Die Cluster-Analyse ergibt ein Dendrogramm, das Ähnlichkeiten zwischen Stations- Artengruppen in ein hierarchisches System einstuft. Ein Nachteil der Cluster-Analyse besteht darin, daß einmal miteinander verknüpfte Objekte in der weiteren Analyse ihre Individualität verlieren und nur noch als Gruppe mit den noch nicht eingeordneten Gruppen verglichen werden (PIEPENBURG, 1988). Deswegen sollte als alternative Methode der Gemeinschaftabgrenzung die Multidimensionale Skalierung (MDS) dienen. Die MDS

ordnet die Objekte in einen Raum mit vorher wählbaren Dimensionen (meist zwei) so ein, daß die euklidischen Distanzen zwischen den Objekten in diesem Raum die originale Ähnlichkeit der Vergleichsmatrize widerspiegeln: Zwei Objekte sind sich um so ähnlicher, je näher sie auf dem MDS-Diagramm angeordnet werden. Die MDS entspricht damit einer Ordnationsmethode, andererseits entspricht die Clusteranalyse einer Klassifikationsmethode.

Für die statistische Auswertung wurden mehrere Datenmatrizen erstellt. Arten, die nur einmal angetroffen wurden, wurden gemäß STEPHENSON und COOK (1980) eliminiert und nicht in der Cluster-Analyse berücksichtigt. Für den Vergleich von Einzelproben und Stationen wurde die Quadratwurzel der Quatraturwurzel der Ursprungs-Konzentration verwendet. Einem Vergleich der Taxa bezüglich ihrer Verteilungsmuster wurden prozentnominierte Datenmatrizen zugrunde gelegt.

Für die Berechnung der Ähnlichkeiten zwischen Stationen (Q-Analyse) bzw. Arten (R-Analyse) wurde der Bray-Curtis Index angewendet. Er gilt als besonders geeignet für meeresbiologische Datensätze (FIELD et al., 1982). Er hat den Vorteil, sich neutral gegenüber paarweise auftretenden Nullwerten zu verhalten (MUMM, 1991).

Die meisten der oben genannten statistischen und mathematischen Verfahren wurden mit dem Statistik-Programm "SYSTAT" und mit dem von Dr. Piepenburg (Institut für Polarökologie an der Universität Kiel) entwickelten Programm für Gemeinschaftsanalysen "COMM" durchgeführt.

3. Ergebnisse

Die untersuchten Gebiete zeigten sowohl in der hydrographischen als auch in der biologischen Struktur starke Unterschiede. Beschreibungen über die hydrophysikochemischen Parameter beider Driftexperimente sind bereits von DECKERS (1991) veröffentlicht und von KARRASCH (1992) diskutiert worden. Aus diesen Gründen werden hier die hydrographischen Daten nur generell vorgestellt.

3.1. Driftexperiment III

3.1.1. Hydrographie

Während des Experimentes standen Meßdaten von weiteren 2 Forschungsschiffen ("Atlantis" - U.S.A.; "Discovery"- England), eines NASA Flugzeuges sowie die GEOSAT Daten zur Verfügung. Dadurch wurde eine bessere Erfassung der mesoskaligen Struktur und zeitlichen Entwicklung im Untersuchungsgebiet ermöglicht.

Wie bereits erwähnt (Kap.2.4.1), wurden während des Untersuchungszeitraumes Veränderungen in der Hydrographie des markierten Wasserkörpers (PODEWSKI & SAURE, in ZEITZSCHEL et al., 1990) sowie in den verschiedenen chemischen und biologischen Parametern (DECKERS, 1991) festgestellt. Zum Beginn des Experimentes befand sich das Driftsystem im Frontbereich eines zyklonalen Wirbels (Abb.2.4.1.1). Am 15./16. Mai verließ das Driftsystem diesen zyklonalen Wirbel und bewegte sich in einer antizyklonalen Driftbahn fort, die es bis zum Abbruch des Experimentes nicht mehr verließ (Abb. 2.4.1.1).

Die Temperaturprofile zeigen (Abb.3.1.1.1), daß in der zweiten Hälfte der Driftuntersuchung ein leichter Anstieg der Oberflächentemperatur eintrat. Die Oberflächenschicht erwärmte sich geringfügig von 13° auf 13.5°C. Ebenfalls lag die Hauptsprungsschicht vor dem 15.5. in etwa 25m Tiefe, aber im Bereich der antizyklonalen Driftbahn auf ca. 50m Tiefe (Abb.3.1.1.2).

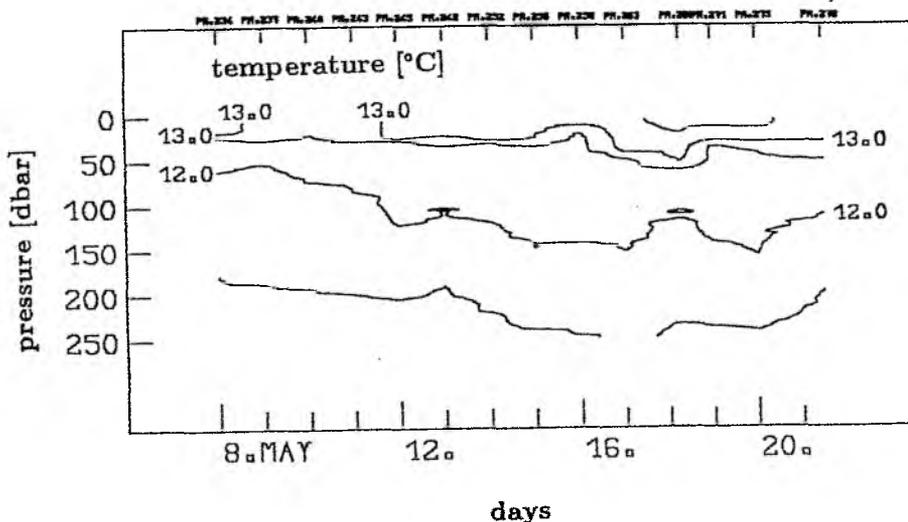


Fig. 3.1.1.1 Temperature profile during the drift experiment III.

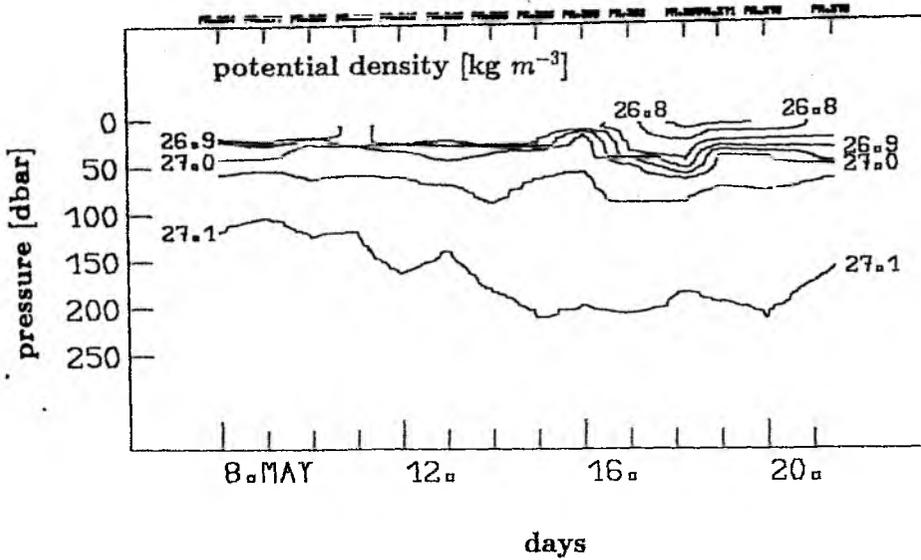


Fig. 3.1.1.2 Density profile during the drift experiment III.

3.1.2. Trockengewicht und Kohlenstoffgehalt des Mesozooplanktons

Das Trockengewicht des Mesozooplanktons (TG), bezogen auf die oberen 500m der Wassersäule, schwankte während der Untersuchungsdauer von $3779 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2}$ (St. 467) bis $9414 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2}$ (St.480). Das aschefreie Trockengewicht (AFTG) schwankte ebenso zwischen $3055 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2}$ (ST. 467) und $7291 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2}$ (St. 490). Der Anteil an organischer Substanz variierte zwischen 56% (St. 480) und etwa 90% (St. 465,477,499) (Abb.3.1.2.1).

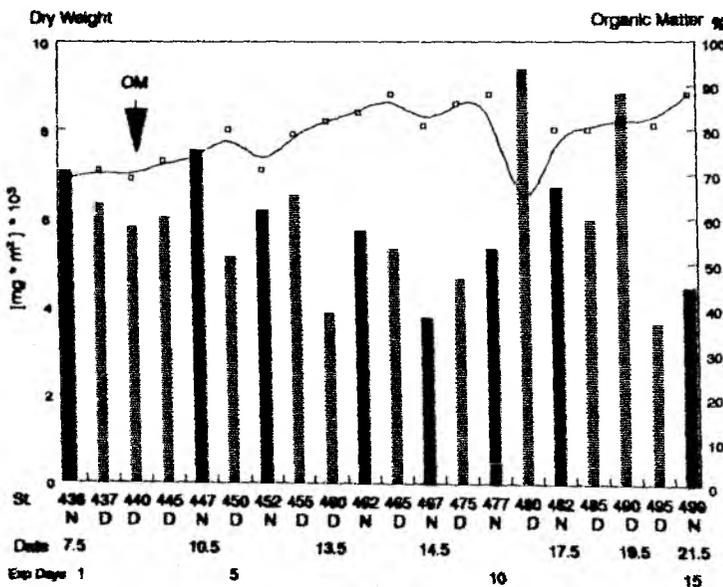


Fig. 3.1.2.1 Total standing stock of mesozooplankton (0-500m) expressed as dry weight per m^{-2} . The squares represent the value of organic matter expressed as percent from dry weight.

Die tägliche Variation war in der zyklonalen Wirbelstruktur weniger ausgeprägt als in der antizyklonalen. Die Biomassewerte waren, mit Ausnahme der Stationen 480 und 490, in Nachtfängen höher als in Tagesfängen. Am Anfang des Experimentes wurden TG- Werte in der gesamten Wassersäule von über 5,000 mg*m⁻² gemessen. Eine Abnahme um ca. 2500 mg*m⁻² erfolgte nach dem 13.5. und erreichte den niedrigsten Wert am 14.5., einen Tag vor dem Umschwenkpunkt. Nach diesem Tag nahm das TG leicht zu und erreichte nach dem zehnten Tag des Experimentes die maximalen Werte auf den St. 480 und 490, gefolgt von einer abrupten Abnahme am Ende des Driftexperimentes. Die akkumulative mittlere Biomassetiefe des Mesozooplanktons (AMBTM) erfuhr allerdings eine Veränderung im Laufe der antizyklonalen Drift. Während des ersten Teiles des Experimentes wurde die AMBTM in 67% (13 von 20 Stationen) in der Fangstufe 25-50m lokalisiert; in den übrigen Fällen lag die AMBTM in 8%(zwei Stationen), 17% (drei Stationen) und 8% (zwei Stationen) in den nächsten darunterliegenden Fangstufen. Im Laufe der antizyklonalen Driftbahn wurde die AMBTM in 57,2% der Stationen dagegen auf der Tiefstufe 0-25m lokalisiert, 28,5% auf der Stufe 50-100m und 14,3% auf der Stufe 100-200m.

Der prozentuale Beitrag der einzelnen Tiefenstufen an der gesamten Biomassekonzentration läßt sich aus der Abb. 3.1.2.2. erkennen. In der Regel wurde etwa 50% der Gesamtbiomasse in den obersten 50m Tiefe gefunden, abgesehen von den Stationen 436-437-460-480 und 490. Bedeutende Bestände wurden unter der 200m Tiefe auf den Stationen 450-460 und 490 festgestellt. Auf der St. 480 wurde fast 50% der Gesamtbiomasse auf der Stufe 50-100m gefunden.

Eine deutliche Beziehung der organischen Substanz zum Trockengewicht spiegelt sich in Abb. 3.1.2.3 und Tab. 3.1.2.2 wider. Signifikante Korrelationskoeffizienten wurden für alle Tiefenstufen festgestellt, die eine erwartungsgemäße starke Abhängigkeit der OS vom TG andeuten.

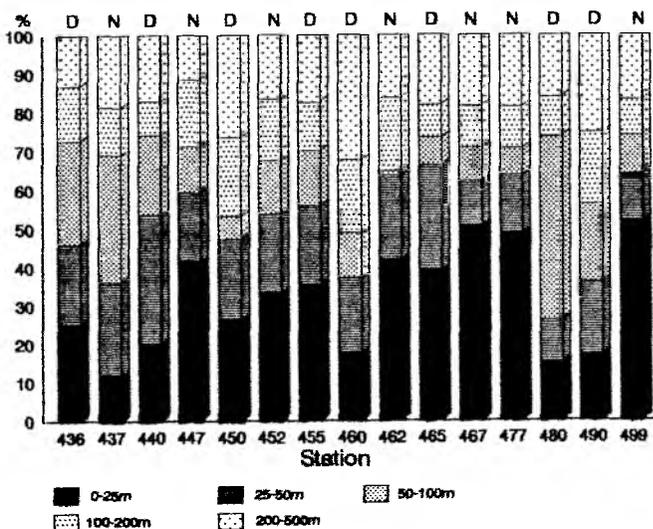


Fig. 3.1.2.2 Percent contribution to standing stock of the different depths.

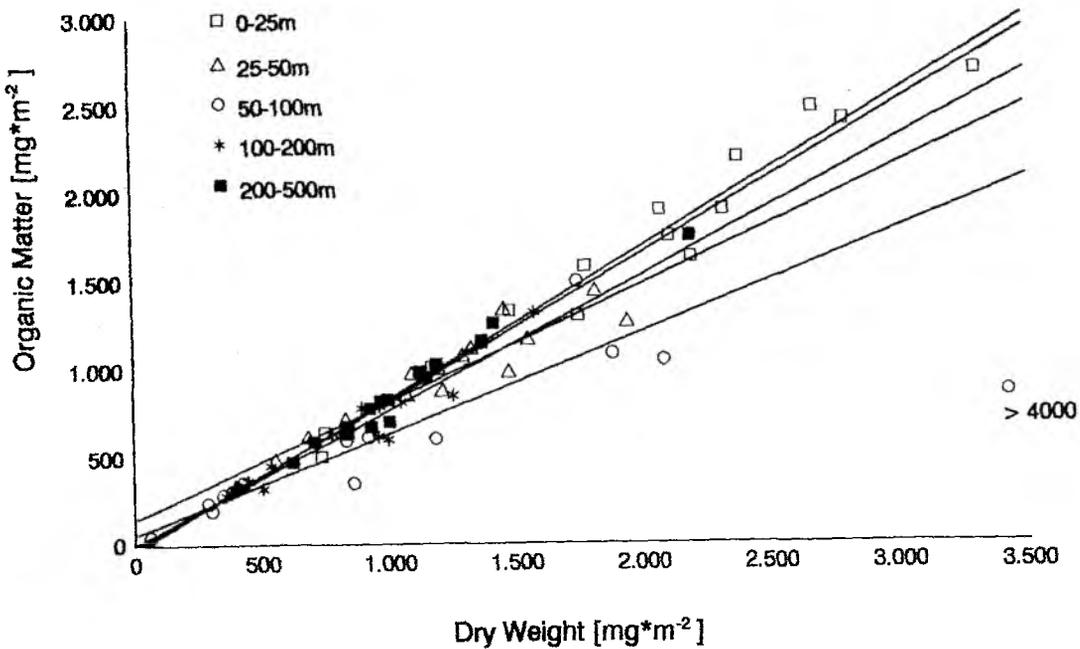


Fig. 3.1.2.3 Relationship between dry weight and organic matter.

Der Kohlenstoffgehalt variierte zwischen $1527 \text{ mgC} \cdot \text{m}^{-2}$ (St. 467) und $2773 \text{ mgC} \cdot \text{m}^{-2}$ (St. 480). Die Abb. 3.1.2.4 stellt die Kohlenstoffgehaltsschwankungen innerhalb der oberen 100m dar, wobei hier über 85% des Kohlenstoffs vorhanden waren (Tab. A, Anhang). Es zeigt sich kein deutlicher zeitlicher Unterschied im Laufe des Experimentes. Der Mittelwert für die Tagesfänge war $1500 \pm 277 \text{ mgC} \cdot \text{m}^{-2}$ (V.K.17%) und für die Nachtfänge $1636 \pm 389 \text{ mgC} \cdot \text{m}^{-2}$ (V.K.27%). Höhere Kohlenstoffwerte, über $2000 \text{ mgC} \cdot \text{m}^{-2}$, wurden sowohl im zyklonalen (St.447) als auch im antizyklonalen (St.490) Wirbel gefunden. Aus der Tab. 3.1.1.2 läßt sich ablesen, daß kein bedeutender Unterschied in den mittleren Konzentrationen der einzelnen Fangstufen zwischen den beiden hydrographischen Wasserstrukturen nachzuweisen ist.

Tab. 3.1.2.1 Korrelationskoeffizienten zwischen organischer Substanz und Trockengewicht, III DE.

Tiefenstufen	Regressionsgleichung	r (P<0.05,0.01)	N
0-25m	$y = -30.71 + 0.85x$	0.98	15
25-50m	$y = 143.86 + 0.66x$	0.94	15
50-100m	$y = 58.35 + 0.57x$	0.92	14
100-200m	$y = 3.77 + 0.76x$	0.95	15
200-500m	$y = -20.88 + 0.83x$	0.98	15

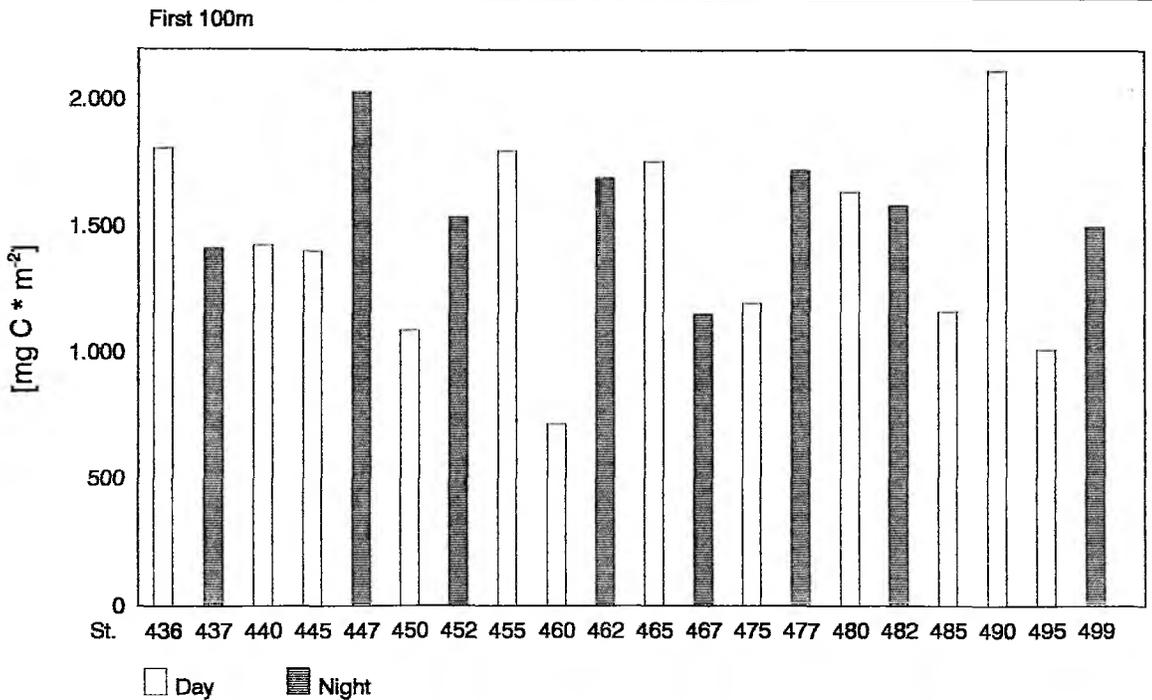


Fig. 3.1.2.4 Variation of the carbon content in the upper 100m during the III drift experiment.

Tab. 3.1.2.2 t-Test Werte für den Kohlenstoffbestand in Abhängigkeit von der Wasserstruktur und dem Tagesrhythmus.

Wasserstruktur	Tag	Mittelwert (mgC*m ⁻²)			t-Test
		N	Nacht	N	
Zyklonale Drift	117	7	2228	5	0.102
Antizyklonale Drift	2679	4	2330	3	0.274

			Mittelwert (mgC*m ⁻²)	S.D.	V.K.(%)
Zyklonal	436-467	0-25m	785.10	315.19	40.15
Antizykl.	475-499	0-25m	858.39	276.51	32.21
	436-467	25-50m	454.51	131.19	28.86
	475-499	25-50m	438.91	213.84	48.72
	436-467	50-100m	236.31	160.11	67.75
	475-499	50-100m	387.28	242.88	62.71
	436-467	100-200m	312.78	102.54	32.79
	475-499	100-500m	407.84	212.23	54.42
	436-467	200-500m	401.76	93.08	23.17
	475-499	200-500m	536.83	184.00	34.28

3.1.3. Vertikale Verteilung der Biomasse und des Gesamtbestandes des Mesozooplanktons.

Die Entwicklung der integrierten Gesamtabundanz und Biomasse als TG in den oberen 500m der Wassersäule ist in Abb. 3.1.3.1 A dargestellt. Im Laufe des Experimentes bis zur St. 477 verhielten sich Abundanz und Biomasse etwa parallel zueinander mit Ausnahme der St. 465, wo eine Zunahme der Abundanz erfolgte, aber eine Abnahme des TG. Beide Parameter erreichten ihre niedrigsten Werte an der St. 467 (14. Mai), einen Tag vor dem mehrfach genannten Umschwenkpunkt. In der antizyklonalen Driftbahn wich die Entwicklung des Biomassebestandes auffällig von der des Individuenbestandes ab, besonders auf St. 480. Schließlich erhöhte sich die Individuenanzahl erheblich auf fast $1 \cdot 10^6$ Individuen \cdot m $^{-2}$, doch der Biomassebestand nahm von 8831 auf 4461 mgTG \cdot m $^{-2}$ ab. Während des gesamten Driftexperimentes war eine erkennbare Zunahme für den Biomassebestand des Mesozooplanktons (b'' in der Abb. 3.1.3.1. B) kaum wahrzunehmen. Er blieb nahezu konstant. Allerdings war ein allmählicher Anstieg der Individuenanzahl (b') zu erkennen.

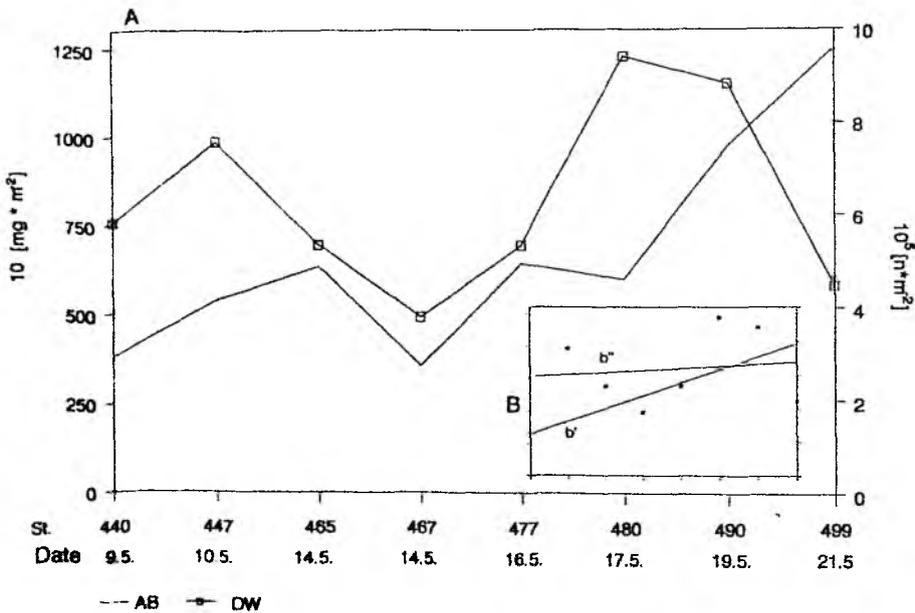


Fig. 3.1.3.1 Development of the mesozooplankton standing stock and abundance during the III drift experiment.

Insgesamt wurden 11 verschiedene taxonomische Gruppen im Probenmaterial identifiziert (Tab.C Anhang), wobei die Copepoden (Ruderfußkrebse) die häufigste Gruppe war, gefolgt von Appendicularien und Foraminiferen. Auf der Station 467 wurden eine große Anzahl der Organismen tot gefunden, insbesondere Copepoden. Sie wurden jedoch als lebende Individuen berücksichtigt (GEPTNER, 1990; BÖTTGER-SCHNACK, 1990a). Nach dem Umschwenkpunkt stieg die Gesamtabundanz des Mesozooplanktons leicht an. Sie erreichte

Tab. 3.1.3.1 Mittleres Verhältnis von Variationsbreite zur Standardabweichung zur Feststellung einer Normalverteilung der Gesamtabundanz

Station	R_t	R (nach CAVALLI-SFORZA, 1974, Tab.16.1, S.37.)
440	2.31	2.33 (bei N=5)
447	2.23	
465	2.01	
467	2.33	
477	2.34	
480	2.57	
490	2.35	
499	2.28	

Wenn $R_t >$ als R, bedeutet es, daß keine Normalverteilung der Werte vorliegt.

Tab. 3.1.3.2 t-Test und U-Test Werte für die Mesozooplanktonabundanz in Abhängigkeit vom Tagesrhythmus, III DE.

Stationspaare	t-T (P<0.05)	N	U-Test (m=5, n=5, P<0.05)	Uhrzeit
				(UTC)
440-447	0.462*	10	-	17:30/23:30
465-467	0.730*	10	-	15:15/23:00
480-477	-	-	N.S.	13:45/23:30
490-499	-	-	N.S.	16:30/23:45
440-465	0.810*	10	-	17:30/15:30
447-467	0.372*	10	-	23:30/23:00
480-490	-	-	N.S.	13:45/16:30
477-499	-	-	N.S.	23:30/23.45

* nicht signifikant

den maximalen Wert am Ende des Experimentes bei St. 499 mit über $1 \cdot 10^6$ Individuen $\cdot m^{-2}$. Die Tab. 3.1.3.1 zeigt das mittlere Verhältnis von Variationsbreite zur Standardabweichung. Es weist auf eine normale Verteilung der Gesamtabundanz während des ersten Teiles des Experimentes hin, die aber nicht während des zweiten Teiles zu beobachten war. Auch konnten keine signifikanten Differenzen in der Konzentration im Tagesrhythmus mit Hilfe eines t-Testes und U-Testes nachgewiesen werden (Tab. 3.1.3.2).

Die Abb. 3.1.3.3 zeigt die vertikale Verteilung des Mesozooplanktons. Während der zyklonalen Struktur (St.440-467) ließen sich die höchsten Konzentrationen am Tage innerhalb

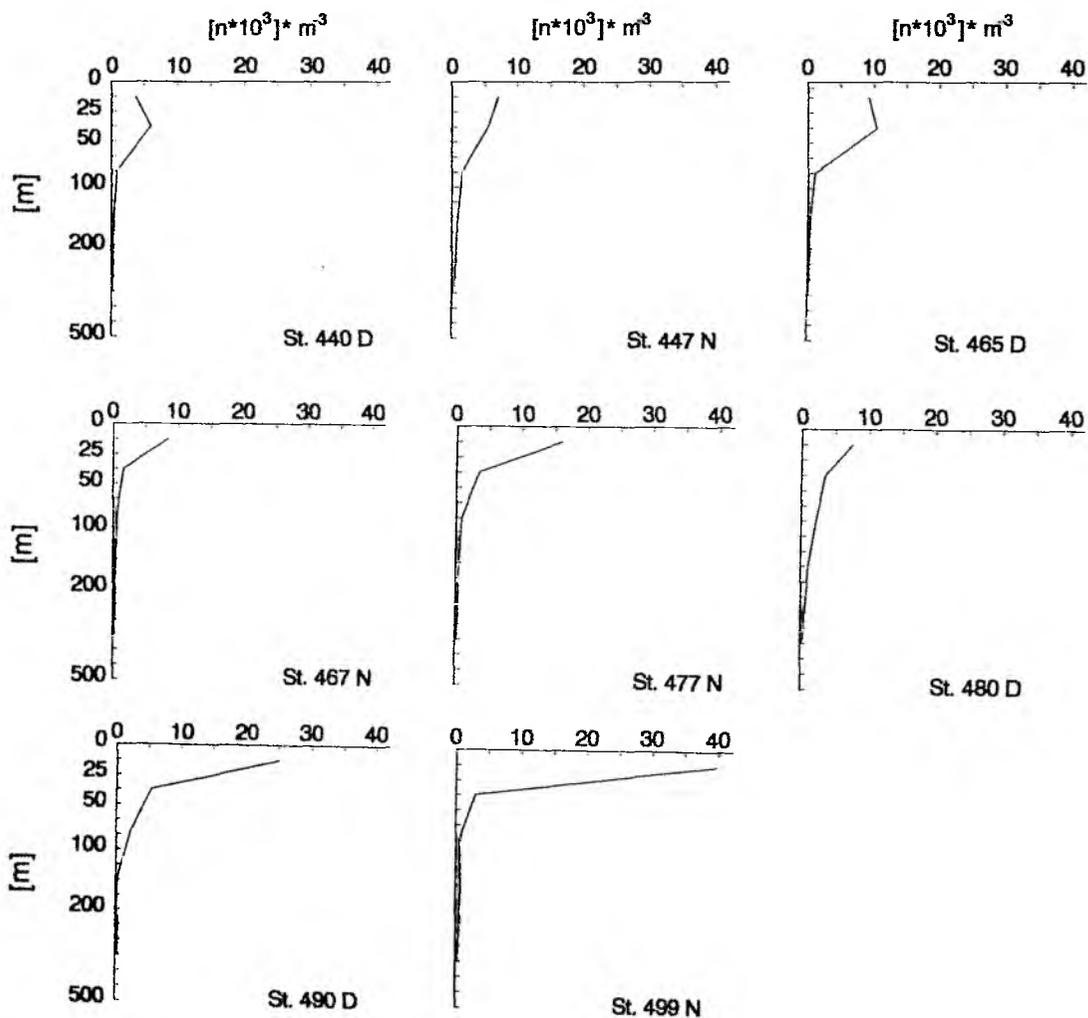


Fig. 3.1.3.3 Vertical distribution of mesozooplankton in day (D) and night (N) hauls.

der Tiefenstufe 25-50m erkennen. Auf den Nacht-Stationen traten dagegen die höheren Konzentrationen in der flachsten Fangstufe auf. Im Gegensatz dazu wurden im Laufe des antizyklonalen Wirbels die höchsten Mesozooplanktonkonzentrationen in den ersten 25m, unabhängig von der Tageszeit, bestimmt. Eine erhebliche Zunahme wurde an der St. 499 festgestellt. In allgemeinen wurde für alle Stationen, mit Ausnahme der St. 480, über 80% der Gesamtabundanz innerhalb der obersten 50m gefunden (Abb. 3.1.3.4). In den unteren Fangstufen verblieb die Konzentration nahezu konstant.

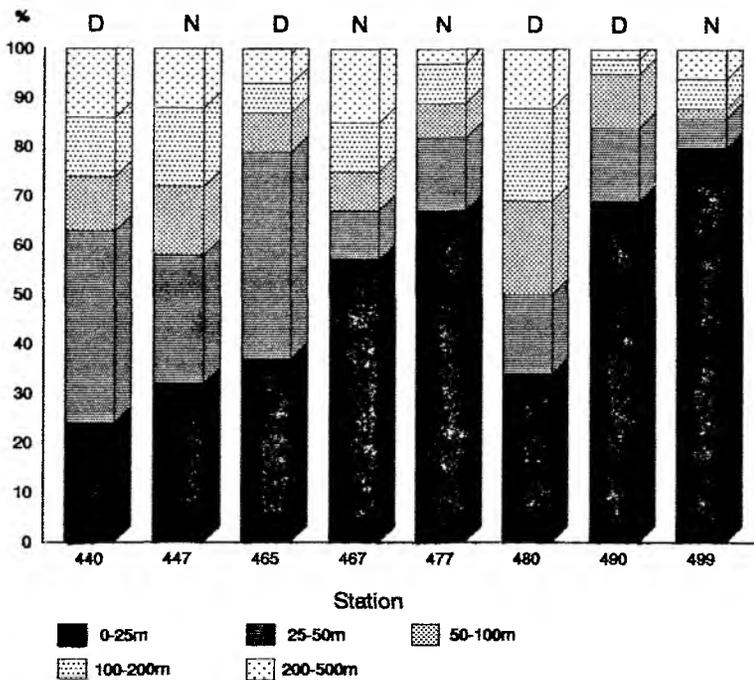


Fig. 3.1.3.4 Percent contribution to abundance of the different depths.

3.1.4 Abundanz und Kohlenstoffgehalt des Mesozooplanktons

Die vertikale Verteilung der Abundanz und ihrer Biomasse als geschätzter Kohlenstoffgehalt zeigt die Abb. 3.1.4.1. Die Individuenkonzentration war innerhalb der oberen 100m, zumindest in der zyklonalen Driftbahn, gering. Der Kohlenstoffkonzentration war jedoch sehr hoch in den obersten 50m im Vergleich mit den unteren Tiefenstufe. Hier ist auffallend, daß trotz der geringen Menge an Organismen auf der St. 447 in den obersten 25m, sich im Vergleich zum Rest der Stationen der höchste Wert an Kohlenstoff befand ($49 \text{ mgC} \cdot \text{m}^{-3}$). Für die oberen 50m Tiefe lagen die Werte zwischen etwa 9 bis $49 \text{ mgC} \cdot \text{m}^{-3}$. Die Werte für die darunter liegenden Tiefenstufen variierten kaum, lediglich auf der St. 490, wo der Wert zwischen 100 und 200 m Tiefe über $6 \text{ mgC} \cdot \text{m}^{-3}$ betrug. In den untersten Fangstufen blieben die Kohlenstoffwert im Rahmen von $1-3 \text{ mgC} \cdot \text{m}^{-3}$. Die vertikale Verteilung des Kohlenstoffes

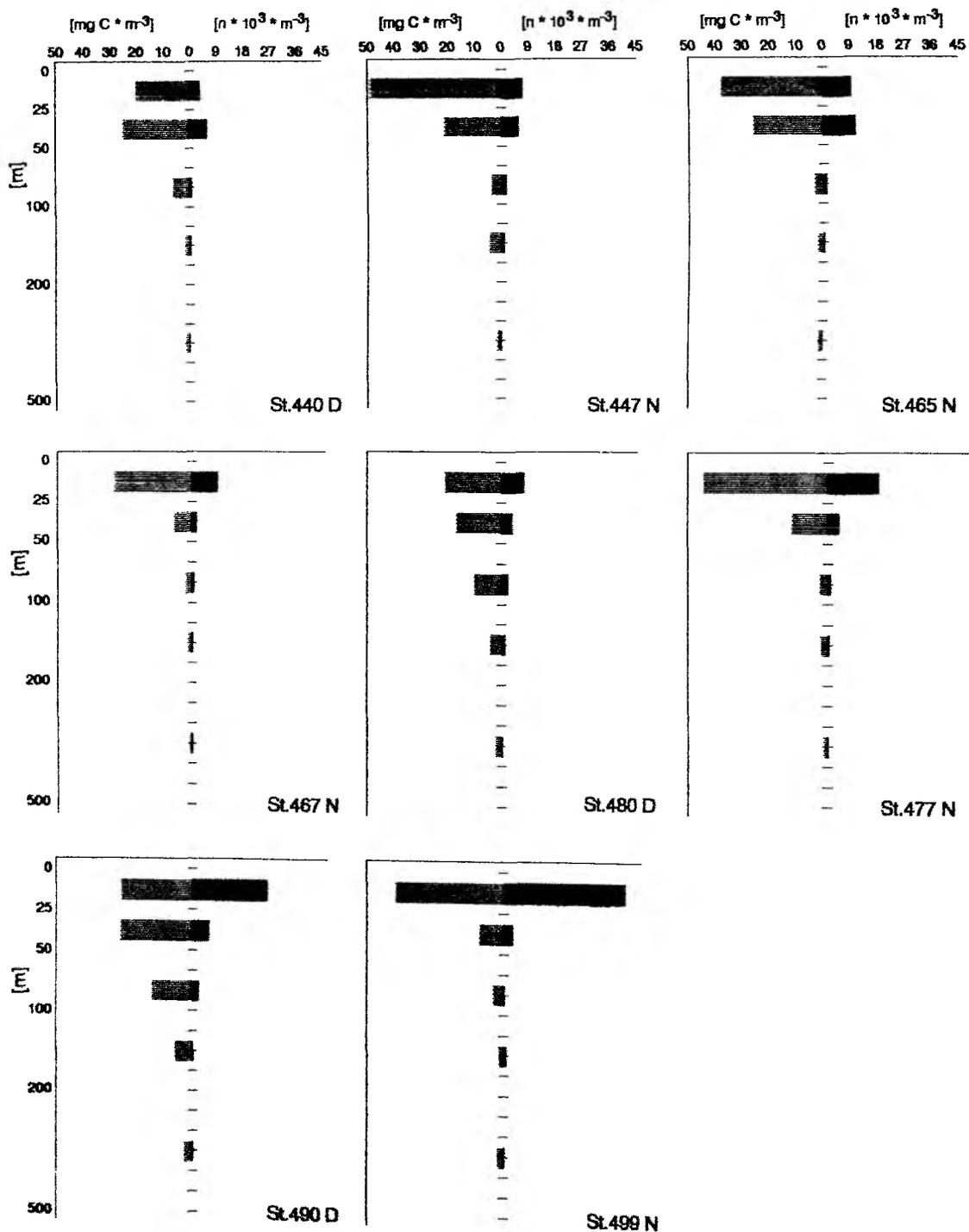


Fig. 3.1.4.1. Vertical distribution of abundance and standing stock of mesozooplankton expressed as mg C per m⁻³ (D= day, N= night).

auf den St. 477 und 499 waren typisch für die erste Phase des Experimentes, d.h. 75% der Bestände konzentrierten sich auf die ersten 100m (Tab. A, Anhang). Die vertikale Verteilung der Abundanz veränderte sich. Auf der St. 490 traten wesentlich mehr Organismen innerhalb der ersten 25m auf. Sowohl im Biomassebestand als auch in der Individuenzahl traten deutliche Unterschiede zwischen St. 480 und 490 auf. Auf der St.490 überschritt die Abundanz des Mesozooplanktons in der flacheren Fangstufe diejenige der St. 480 um zwei Drittel, doch der Kohlenstoffgehalt unterschied sich nur um $15 \text{ mgC}\cdot\text{m}^{-3}$ (53 gegen $38 \text{ mgC}\cdot\text{m}^{-3}$).

Die Abb. 3.1.4.2 zeigt die lineare Korrelation zwischen der Kohlenstoffkonzentration und der Individuenkonzentration. In allen Fällen, mit Ausnahme der St.490, wurden signifikante Korrelationskoeffizienten (Tab. 3.1.4.2) gefunden, die eine starke Abhängigkeit des Kohlenstoffgehaltes von der Anzahl der Zooplankter anzeigen.

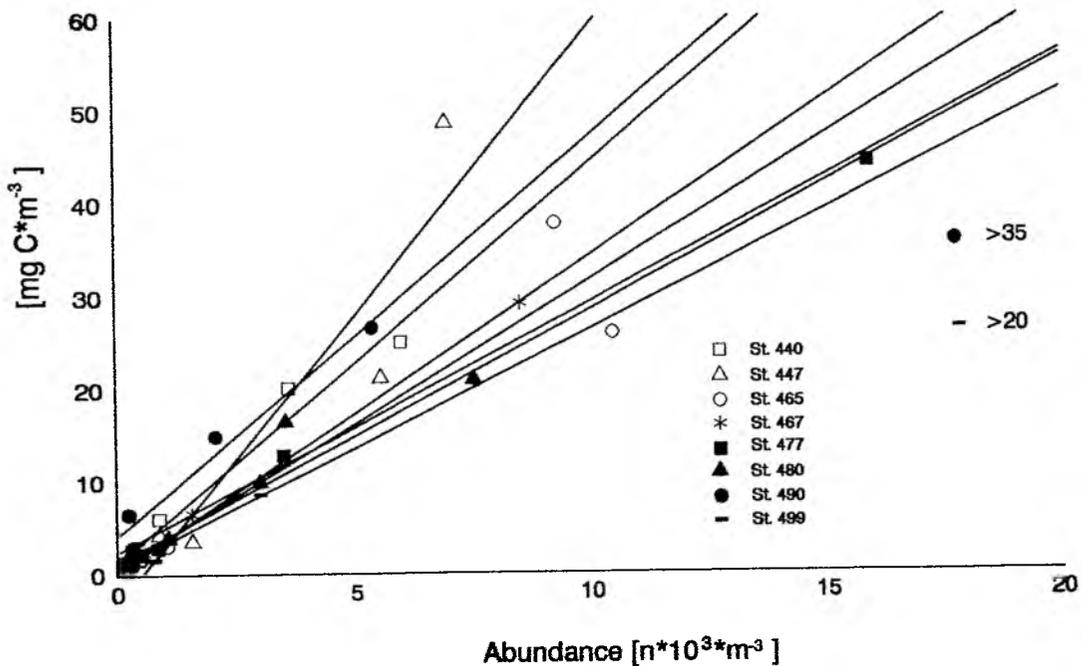
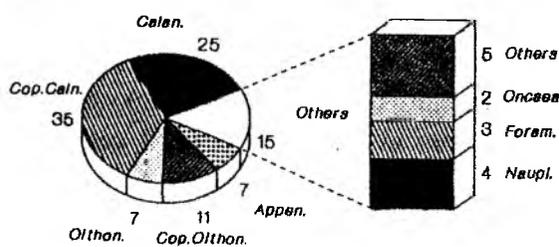


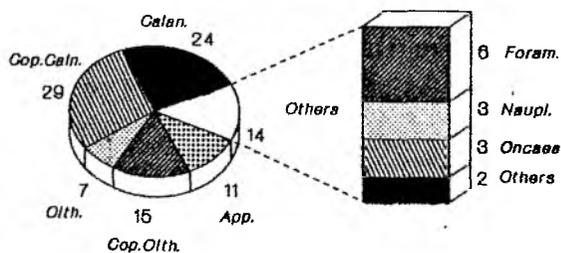
Fig. 3.1.4.2 Relationship between carbon and mesozooplankton abundance.

Bezüglich der Abundanz stellten Crustaceen als beherrschende Fraktion über 90% des Mesozooplanktons dar (Abb. 3.1.4.3). Adulte Calanoide und ihre Entwicklungsstadien trugen im Laufe des Driftexperimentes zwischen 53 % (St.447) und 76% (St.465) zum Gesamtbestand bei. Die Cyclopoideen, mit *Oithona* spp. als Hauptvertreter, variierten zwischen 13% (St.465) und 21% (St.447). Die poecilostomatoiden Copepoden, allem durch *Oncaea* spp. vertreten, waren nur von Bedeutung, wenn die unterste Fangstufe berücksichtigt wurde (200-500m). Ihre Anteil schwankte zwischen 1% (St.490-499) und 3% (St.447). Die Appendicularien waren sehr häufig während der zyklonalen Driftbahn, mit Anteilen zwischen 7% (St.467) und 11% (St.447).

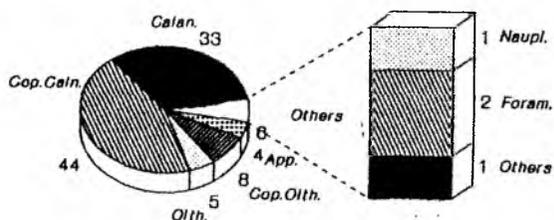
St. 440



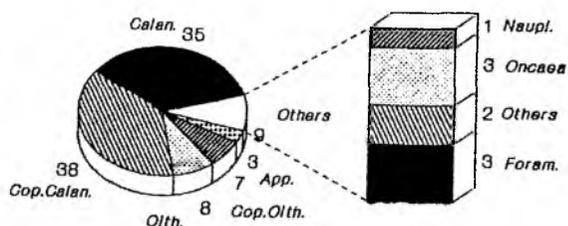
St. 447



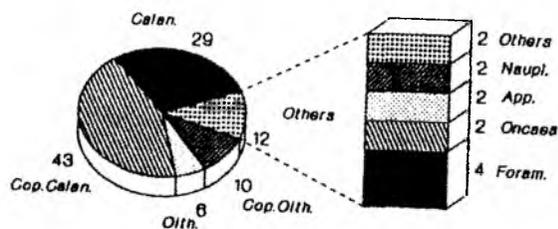
St. 465



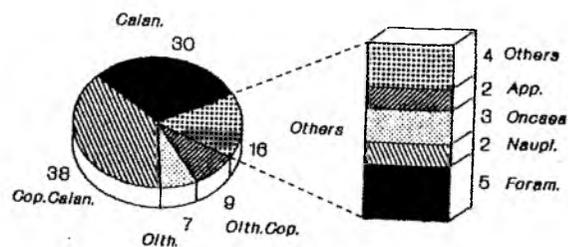
St. 467



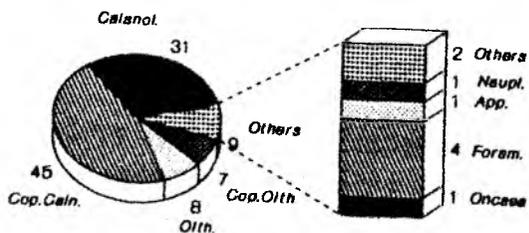
St. 477



St. 480



St. 490



St. 499

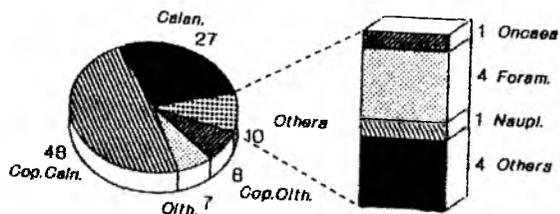


Fig. 3.1.4.3 Mesozooplankton species composition during the III. drift experiment.

Nach dem Übertritt der Driftboje in den anderen Wasserkörper nahmen die Appendicularien wesentlich ab (< 1% auf der St. 499 und 2% auf den St.477-480). Organismen anderer Gruppen, z.B. Foraminiferen, Ostracoden, Chaetognathen und Larven trugen nur sehr geringfügig zum Gesamtbestand bei.

Tab. 3.1.4.2 Lineare Korrelation zwischen der Abundanz des Mesozooplanktons und dem Kohlenstoffgehalt auf einzelnen Stationen.

Station	Regressionsgleichung	r (P<0.05)	N
440	$y = 1.32 + 4.3x$	0.98	5
447	$y = -3.05 + 6.2x$	0.94	5
465	$y = 0.74 + 3.1x$	0.94	5
467	$y = 0.46 + 3.4x$	0.99	5
477	$y = 1.31 + 2.7x$	0.99	5
480	$y = 2.44 + 2.7x$	0.95	5
490	$y = 4.30 + 4.3x$	0.98	4
499	$y = 0.85 + 2.5x$	0.94	4

3.1.5 Die Copepoden-Gemeinschaft

Insgesamt wurden 90 Arten von Copepoden bestimmt, wobei aber nur 64% (56 Arten) regelmäßig auftraten. Die Tab. 3.1.5.1 enthält die systematische Anordnung der gefundenen Arten. Eine ausführliche Auflistung der Copepoden-Arten befindet sich in der Tab. D des Anhanges.

Die calanoiden Copepoden trugen über 90% zur Gesamtkonzentration bei (Abb. 3.1.5.1), während gelegentlich die Oncaeidae, wie schon erwähnt, nur im tieferen Bereich bedeutsam waren. *Oithona* spp. dagegen war relativ gleichmäßig über die ganze Wassersäule verteilt. In der Regel traten höhere Individuenbestände in den Nachtfängen als in den Tagesfängen auf (vergleichbare Stationspaare) mit Ausnahme der St. 465-467. Die Abundanz jedoch blieb nahezu konstant und erreichte ihren maximalen Wert auf der St. 499. Im Gegensatz dazu wiesen die calanoiden Copepoden eine höhere Variabilität im Untersuchungszeitraum auf, meist wurden die höheren Organismenbestände in den Nachtfängen festgestellt. An dem prozentualen Beitrag innerhalb der einzelnen Gruppen lassen sich die wichtigen Arten erkennen (Abb. 3.1.5.2). Für die Calanoiden trugen zwei Arten *Paracalanus parvus* und *Ctenocalanus vanus* zwischen 20% (St.440) und 73%(St.490) zur Gesamtindividuenzahl bei. Weitere 13 Arten aus zwei Gattungen, nämlich *Clausocalanus* (8 Arten) und *Calocalanus* (5 Arten), wurden als wichtige Vertreter gefunden. Erwähnenswert sind *Clausocalanus pergens*, *C. furcatus* und *Calocalanus styliremis*. Verschiedene Arten der Familie Metridinidae, ins-

Tab. 3.1.5.1 Systematische Anordnung der gefundenen Copepoden-Arten (nach HYS & BOXSHALL, 1991), III DE.

Ordnung	Familie	Anzahl der Arten
Calanoidea	Acartiidae	1
	Arietellidae	1
	Aetideidae	7
	Augaptilidae	5
	Calanidae	2
	Calocalanidae	5
	Centropagidae	2
	Clausocalanidae	9
	Eucalanidae	3
	Euchaetidae	4
	Heterorhabdidae	7
	Lucicutidae	2
	Metridinidae	8
	Mecynoceridae	1
	Paracalanidae	1
Spinocalanidae	1	
Cyclopoidea	Oithonidae	5
	Cyclopidae	1
Mormonilloidea	Mormonillidae	1
Harpacticoidea	Clytemnestridae	1
	Ectinosomidae	1
Poecilostomatoidea	Oncaeidae	11
	Sapphirinidae	1

besonders *Pleuromamma gracilis*, *P. robusta* und *Metridia lucens* trugen ebenfalls zum Biomassebestand bei. Vertreter der Familien Eucalanidae, Calanidae, Mecynoceridae und Clausocalanidae (*Pseudocalanus elongatus*) kamen häufig in den flacheren Fangstufe vor. Vertreter anderer Familien, z.B. Heterorhabdidae, Lucicutidae, Spinocalanidae, Scolecithricidae, Aetidae und Clausocalanidae (*Microcalanus pusillus*) kamen am häufigsten innerhalb der untersten Fangstufen vor. Aus der Familie Oithonidae traten nur fünf Arten auf. *Oithona plumifera*, *O. setigera* und *O. similis* waren die Hauptvertreter, wobei *O. similis* die häufigste Art war. Allerdings trugen die Entwicklungsstadien (möglicherweise CIV - CV, eine genaue Bestimmung wurde nicht durchgeführt) zwischen 40% (St.490) und 70% (St.477) bei. Schließlich traten in der Familie Oncaeidae vier Hauptarten auf, nämlich *Oncaea confera*, *O. similis*, *Oncaea* sp. und *Conocea gracilis*. Sie machten zwischen 10 % (St. 467) und 60% (St.440) des Gesamtbestandes aus. Ihr Beitrag nahm im antizyklonalenm-

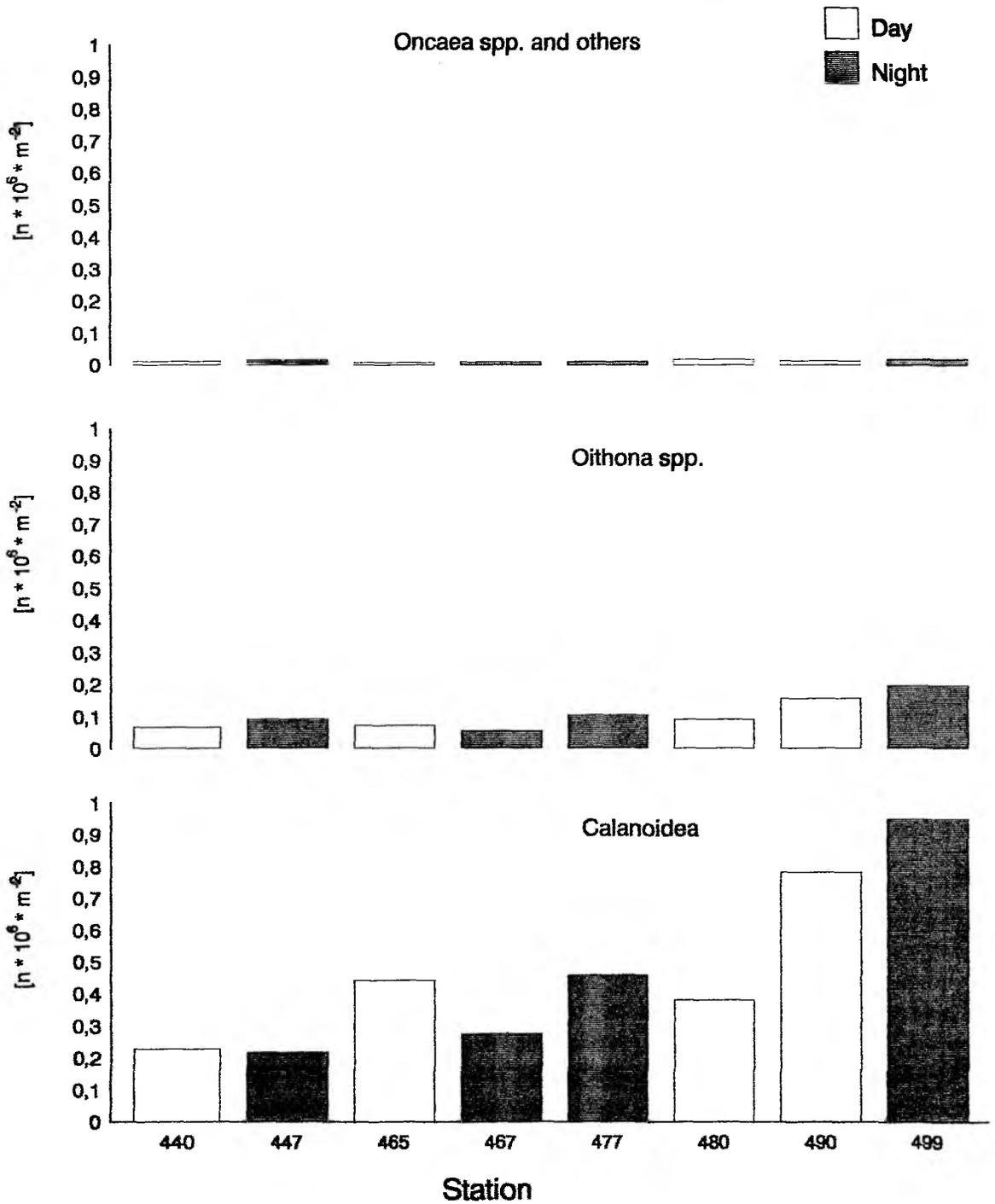


Fig. 3.1.5.1 Copepod abundance (oncaeids, oithonids and calanoids).

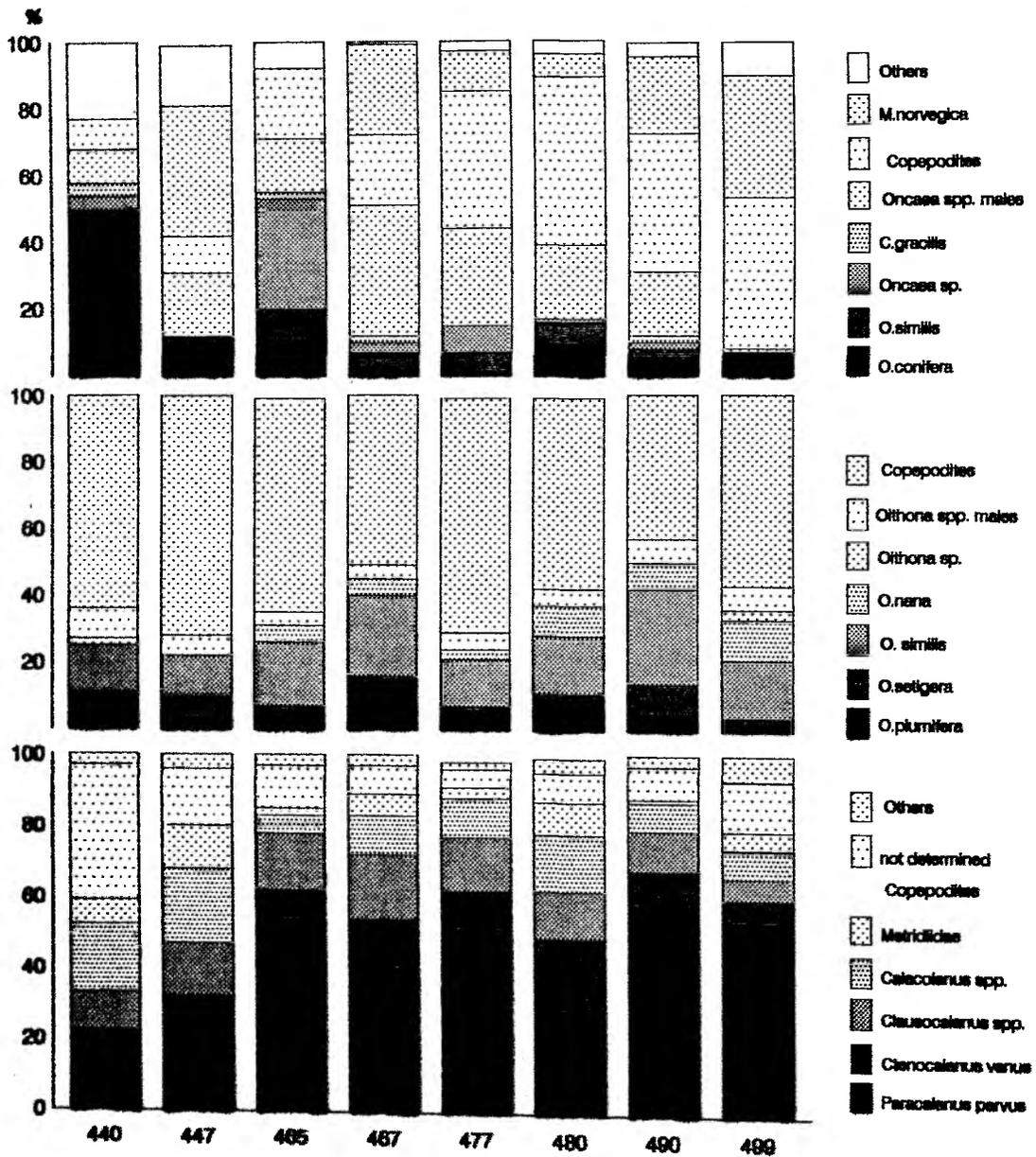


Fig. 3.1.5.2 Percent contribution of genus and species within the copepod groups (oncaeids, oithonids and calanoids).

Wasserskörper wesentlich ab. Hierbei machten aber die Entwicklungsstadien und die Art Microsetella norvegica (hier aus praktischen Gründen, obwohl sie einen anderen systematischen Status besitzt, mit Oncaea spp. gleich gestellt) bis 80% des Gesamtbestandes aus. Weitere 6 Oncaea Arten trugen zwischen 4% (St.467) und 20% (St.440) bei, O. minuta, O. mediterranea, O. subtilis, O. dentipes, O. notupus und O. ornata.

3.1.6 Verteilungsschwerpunkte der wichtigen Copepoden-Arten

Da es unmöglich ist, für die einzelnen gefundenen Copepoden-Arten eine genaue Beschreibung ihrer vertikalen Verteilungsschwerpunkte zu liefern, wird im folgenden die Verteilung der wichtigsten Arten, die in besonders hohen Beständen auftraten oder einen bestimmten Verteilungstyp darstellten, genau beschrieben. Wenn nicht anders gekennzeichnet, wird die Beschreibung der Verteilung einzelner Arten anhand einer dreiteiligen bzw. zweiteiligen Abbildung erfolgen. Die erste Abbildung (A) zeigt die integrierte Gesamtabundanz oberhalb von 500m. In einer zweiten Abbildung (B) aus 8 (III DE) oder 6 (IV DE) Diagrammen bestehend, wird die Verbreitung einer Art auf den einzelnen Stationen und Fangstufen mit horizontal aufgeteilten Feldern, die der Populationstruktur der Art entspricht, dargestellt. Die Tiefenskalierung deutet den unterschiedlichen Abstand der Fangstufen (0-25-50-100-200-500m) an. Eine dritte Abbildung (C) stellt, wo möglich, die Verteilung der Mittelwerte und Standardabweichung bezüglich der Fangstufen dar. Hierfür lag die Anzahl der Beobachtungen bei 8 oder 6. Jedoch wurden gelegentlich Werte, die außerhalb des "4-Sigma-Bereichs" (nach SACHS 1992, S.364) lagen, nicht berücksichtigt. Darüberhinaus ist die Anzahl der Beobachtungen angegeben.

3.1.6.1 CALANOIDEA

Paracalanidae

Paracalanus parvus

Die zeitliche Entwicklung des Gesamtbestandes (Abb. 3.1.6.1 A) zeigt einen Anstieg ab St. 477 (mit Ausnahme der St.480) mit einer maximalen Abundanz am Ende des Experimentes, wobei über 500,000 Individuen*m⁻² auftraten. Niedrige Individuenzahlen wurden auf St. 440 und 447 festgestellt (25000 und 38000 Individuen*m⁻²). Der durchschnittliche Individuenbestand pro Station lag bei 205200 Individuen*m⁻².

Die höchste Individuenkonzentration lag in der Regel oberhalb von 25m Tiefe vor (Abb. 3.1.6.1 B), nämlich zwischen 990 und 20000 Individuen*m⁻³. In den darunter liegenden 4 Fangstufen war die Individuenkonzentration sehr niedrig. Lediglich auf St. 465 und 480 fanden sich in 25-50m Tiefe bedeutende Anzahlen (3400-3500 Individuen*m⁻³). Zur Strukturanalyse der Population wurden Weibchen, Männchen, deren Copepoditstadien(IV-V),

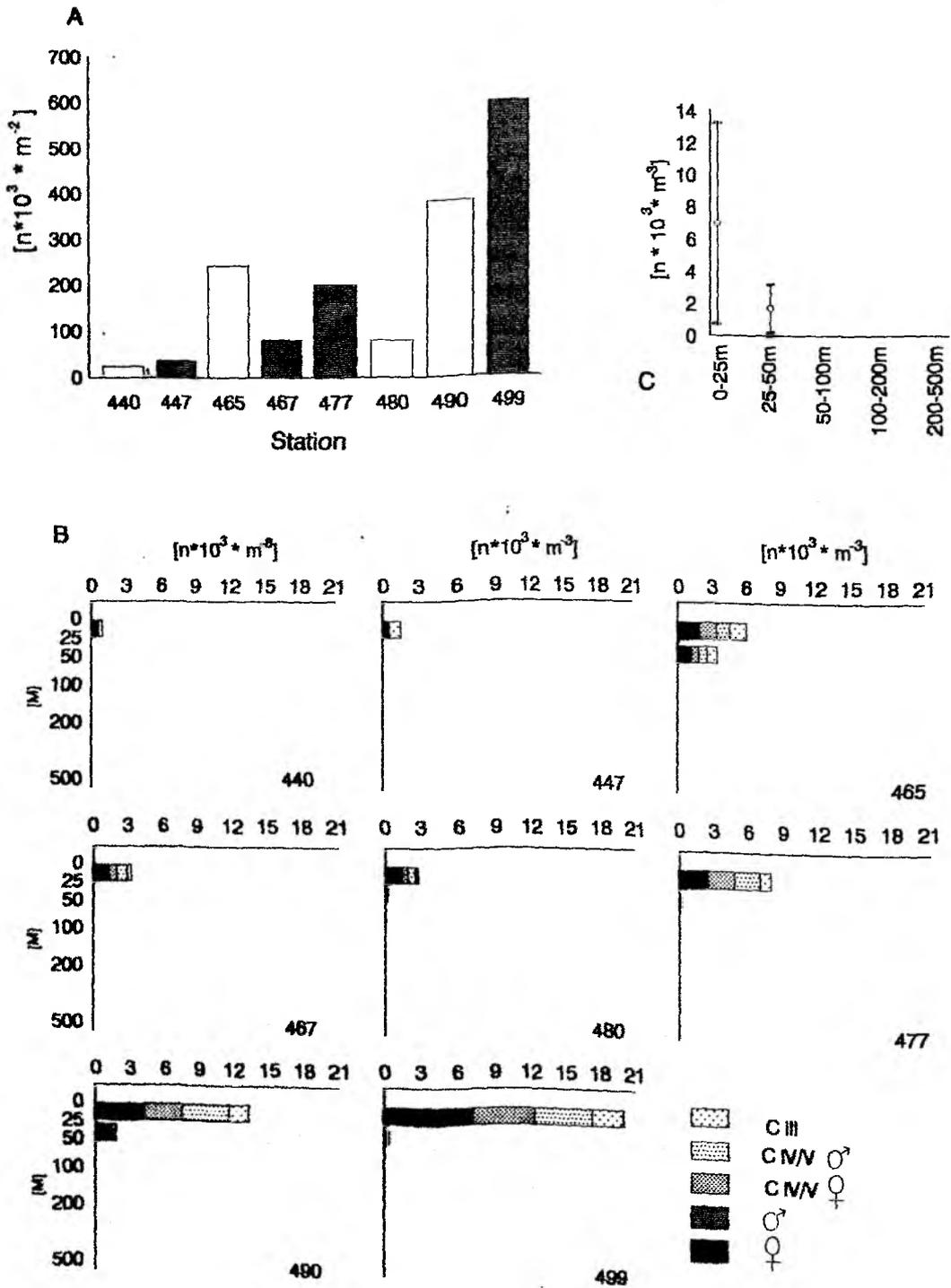


Fig. 3.1.6.1 Horizontal and vertical distribution of *Paracalanus parvus*. A. Number of organisms per station, B. concentration per depth interval, and C. average and standard deviation.

und die zusammengruppierten nicht einzeln bestimmten Entwicklungsstadien III herangezogen. Weibchen kamen auf allen Stationen vor, ebenso die Copepoditen III und IV-V. Männchen wurden in sehr geringen Konzentrationen festgestellt und fehlten auf der St. 447. Die Copepoditen trugen zum Individuenbestand wesentlich bei. Nur auf den St. 440-480 machten die Adulten mehr als 50% aus. Ansonsten dominierten die Entwicklungsstadien innerhalb der obersten 25m zwischen etwa 50% (St.480) und 63% (St.499) des Individuenbestandes. Das Verhältnis zwischen weiblichen und männlichen Copepoditen blieb mit 1.5:1 unverändert und unabhängig von der hydrographischen Wasserstruktur. Diese Art trat unter der 100m Tiefe nur ganz vereinzelt auf. Der Mittelwert schwankte zwischen 1700 (50-25m) und 7000 (25-0m) Individuen*m⁻³ (Abb. 3.1.6.1 C). Der vVP lag während des ganzen Experimentes unverändert auf der obersten Tiefenstufe (Tab. 3.1.6.1).

Calocalanidae

Die Verteilung des Gesamtbestandes der verschiedenen Arten läßt sich aus der Abb. 3.1.6.2 A ablesen. Vier Arten wurden bestimmt: *Calocalanus plumatus*, *C. styliremis*, *C. pavoninus*, und *C. elegans*, die aber nur in der ersten Hälfte des Driftexperimentes auftraten. Die Arten *C. plumatus* und *C. pavoninus* machten mehr als 65% vom Gesamtbestand aus mit Ausnahme von St. 447, wo sie zusammen 48% beitrugen. Deutlich war eine ab St. 477 (58600 Individuen*m⁻²) ansteigende Abundanz, die den höchsten Wert mit 91000 Individuen*m⁻² auf St. 499 erreichte. *C. pavoninus* stellte einen wichtigen Anteil, insbesondere auf St. 447 (19000 Individuen*m⁻², 23%) und auf St. 477 (16000 Individuen*m⁻², 27%) für den Gesamtbestand dar. Ein auffallend niedriger Bestand wurde auf St. 467 nur mit 2200 Individuen*m⁻² (6,8%) festgestellt im Gegensatz in St. 499, wo *C. pavoninus* mit 22000 Individuen*m⁻² 30% stellte. Die Entwicklungsstadien von *Calocalanus* spp. (wahrscheinlich nur CV) wurden in hoher Anzahl sowohl im zyklonalen als auch im antizyklonalen Wirbel gefunden. Der durchschnittliche Individuenbestand pro Station lag am höchsten bei *C. plumatus* mit 28400 Individuen*m⁻², gefolgt von Copepoditstadien (11500 Individuen*m⁻²), *C. styliremis* (10000 Individuen*m⁻²) und *C. pavoninus* (9000 Individuen*m⁻²).

Die maximalen Individuenkonzentrationen traten wie bei *Paracalanus parvus* in den ersten 50m Tiefe auf (Abb. 3.1.6.2 B). Zu Beginn des Driftexperimentes wurden hohe Individuenzahlen festgestellt. Auf St. 467 wurden die höchsten Konzentrationen in der flachsten Fangstufe gefunden. *C. plumatus* dominierte den Individuenbestand. *C. pavoninus* trat auf St. 447 in veränderter Anzahl (12 Individuen*m⁻³) auf. *C. elegans* war kaum vertreten. Die Entwicklungsstadien gewannen aber nach dem Umschwenkpunkt ab St. 477 an Bedeutung. Auf jeden Fall blieben die höheren Individuenkonzentrationen der Nachtfänge auf 25-50m Tiefe, während am Tag die obersten 25m höhere Abundanzen aufwiesen. Unterhalb von 50m Tiefe sanken die Individuenkonzentrationen, mit Ausnahme der St. 447-465-480 und 490, deutlich. Dennoch waren die 3 Arten und ihre Entwicklungsstadien überall vertreten. Immerhin dominierte *C. plumatus* den Bestand.

Tab. 3.1.6.1 Vertikale Verteilungsschwerpunkte für einige Copepoden-Arten während III DE.

Art	Zyklonaler Wirbel		Antizyklonaler Wirbel	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht
<i>Paracalanus parvus</i>	5	5	5	5
<i>Calocalanus pavoninus</i>	4	4	4	4
<i>C. plumatus</i>	4	4	4	4
<i>C. styliremis</i>	4	4	4	4
Copepoditen	4	4	5	4
<i>Ctenocalanus vanus</i>	4	4	4	4
<i>Clausocalanus furcatus</i>	5	4	5	5
<i>C. paululus</i>	5	5	5	4
<i>C. pergens</i>	4	4	4	5
<i>Clausocalanus</i> sp.	4	4	3	5
Copepoditen	4	4	5	5
<i>Pleuromamma gracilis</i>	1	4	2	5
Copepoditen	3	4	3	4
<i>Metridia</i> spp. Cop.	3	4	3	5
<i>Mesocalanus tenuicornis</i>	4	4	4	4
Calanoiden Cop.	4	4	5	4
<i>Oithona plumifera</i>	4	4	4	4
<i>O. setigera</i>	3	4	4	4
<i>O. similis</i>	4	4	5	5
<i>Oithona</i> sp.	4	4	3	5
Männchen	4	4	5	5
Copepoditen	4	4	4	4
<i>Oncaea conifera</i>	4	4	3	4
<i>O. similis</i>	2	2	2	2
Männchen	2	4	3	3
Copepoditen	3	4	3	4

1= 500-200m, 2= 200-100, 3= 100-50m, 4= 50-25m, 5= 25-0m

Die vertikale Verteilung der Mittelwerte und die entsprechenden Standardabweichungen deuten darauf hin, daß signifikante Unterschiede innerhalb einer Art eingetreten waren (Abb. 3.1.6.2 C). Nur bei den Copepoditsstadien wurde in der Stufe 0-25m der höchste Mittelwert festgestellt (207 Individuen*m⁻³). Für *C. plumatus*, *C. pavoninus* und *C. styliremis* lag er eine Stufe tiefer mit 290, 170 und 200 Individuen*m⁻³. Ein bedeutender Unterschied wurde für *C. plumatus* zwischen der Fangstufe 25-50m und den unter 100m liegenden Fangstufen ebenso für *C. styliremis* nachgewiesen. *C. pavoninus* zeigte keinen Unterschied in der Mittelwertverteilung. Bei den Copepoditen zeigten sich Unterschiede zwischen der Stufe

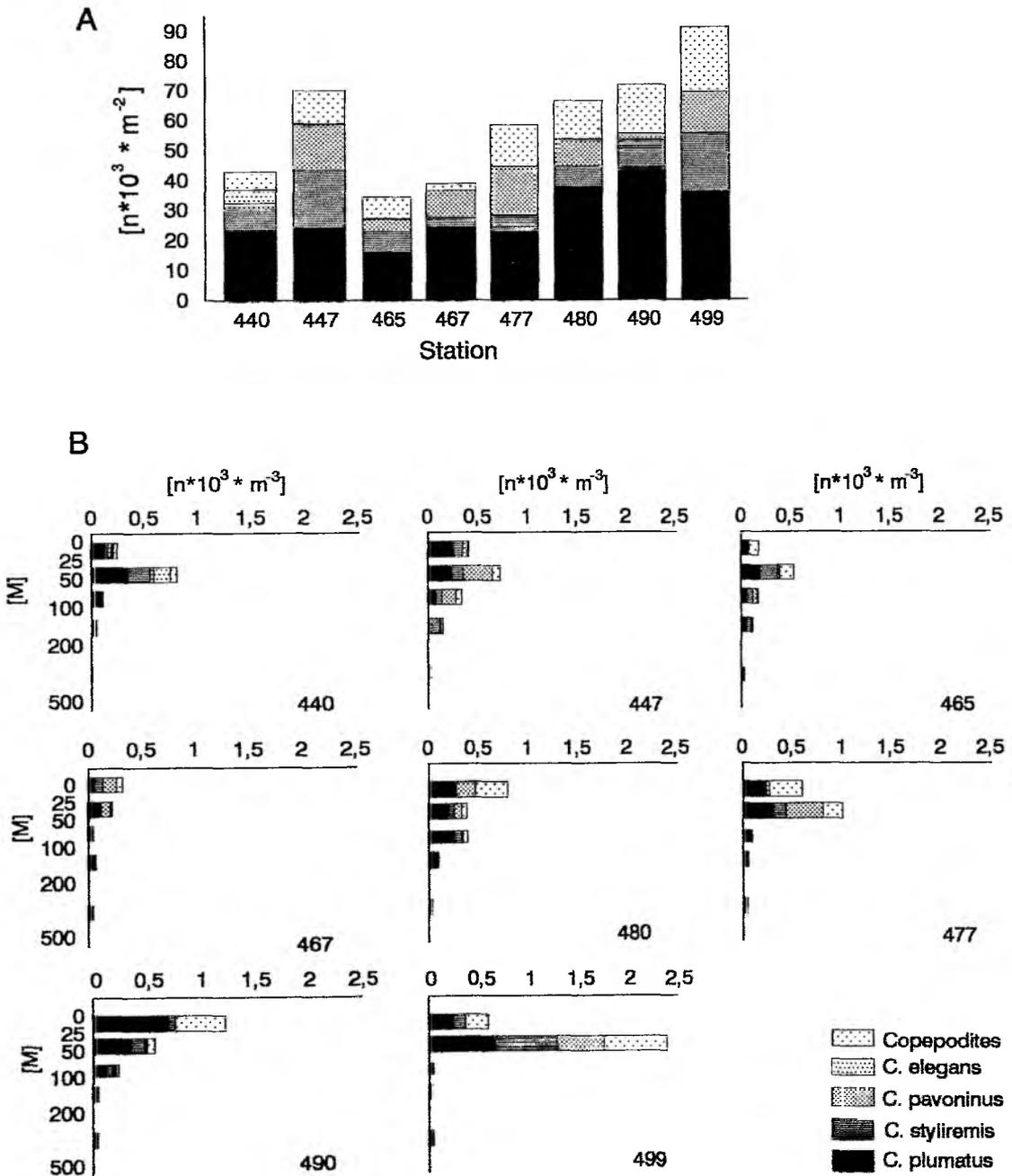


Fig. 3.1.6.2 Horizontal and vertical distribution of *Calocalanus* spp., A. Number of organisms per station, B. concentration per depth interval, and C. average and standard deviation.

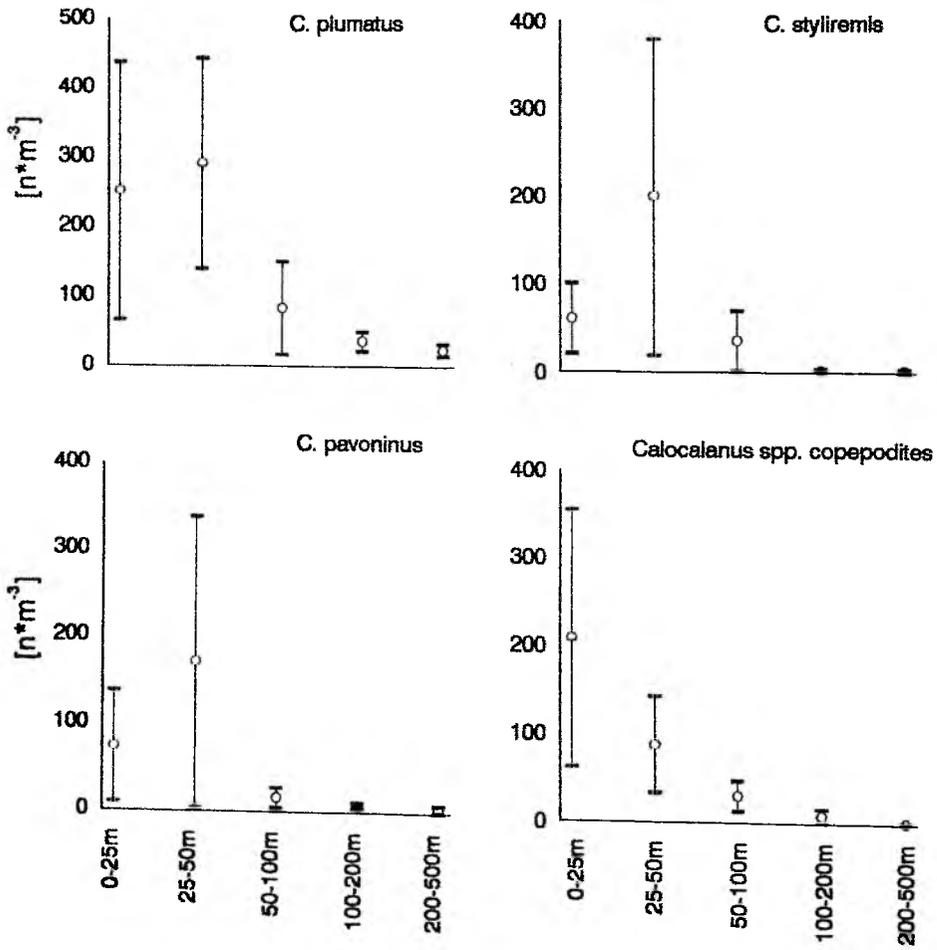


Fig. 3.1.6.2. Continuation

0-25m und denjenigen unter 50m. Die Fangstufe 25-50m zeigte ebenfalls Unterschiede zu den unteren Wasserschichten.

Die Adulten der 3 Arten hielten sich während des gesamten Untersuchungszeitraumes hinsichtlich ihres vVP innerhalb der 25-50 m Schicht auf (Tab. 3.1.6.1).

Clausocalanidae

Hier wurden neun zu vier Gattungen gehörende Arten bestimmt. Als Hauptvertreter der Gattung *Clausocalanus* wurden die Arten *C. pergens*, *C. furcatus*, *C. paululus* und *Clausocalanus* sp. gefunden. Die Entwicklungsstadien wurden zusammengefaßt. Die Arten *C. lividus* und *C. arcuicornis* kamen nur im antizyklonalen Wirbel vor und trugen kaum zum Gesamtbestand bei. Die Art *Ctenocalanus vanus* war ein wichtiger Vertreter der Familie. Daneben waren die Arten *Pseudocalanus elongatus* und *Microcalanus pusillus* während des ganzen Untersuchungszeitraumes vorhanden. Ihr Beitrag zum Gesamtbestand war allerdings gering.

Clausocalanus spp.

Der Gesamtbestand *Clausocalanus* spp. ist in der Abb. 3.1.6.3 A dargestellt. Nur *C. paululus* war auf den Stationen 447-490 und 499 nicht zu finden. Die anderen Arten waren während der gesamten Untersuchungsdauer vorhanden. Die Anzahl hatte sich von der St.447 bis St. 465 von 45500 auf 88600 Individuen*m⁻² erhöht und somit fast verdoppelt. Im Gegensatz zu den bisher vorgestellten Arten trat auf St. 467 ein höherer Bestand (87000 Individuen*m⁻²) auf, der an der nächsten Station wieder annahm. Er erreichte mit 110000 Individuen*m⁻² auf St. 499 die höchste Dichte. *C. pergens* und die Entwicklungsstadien waren die häufigsten Vertreter. Zusammen machten sie zwischen 78% (66600 Individuen*m auf St. 490) und 92,5% (102000 Individuen*m⁻² auf St. 499) aus. *C. furcatus* trug mit 11200 (St.477) und 17200 (St.490) Individuen*m⁻² mit je 20% zu den Gesamtbeständen bei. Auf St. 467 wurde sie dagegen in sehr geringer Dichte mit nur 85 Individuen*m⁻² gefunden. An dieser Stelle trugen die Copepoditen mit 47000 Individuen*m⁻² 55% zur Anzahl der Clausocalaniden bei. Ebenfalls machte *C. pergens* mit 546000 auf St. 477 und 38000 Individuen*m⁻² auf St. 480 72 % und 66,7% des Gesamtbestandes aus. Die Individuenbestände pro Station lagen durchschnittlich am höchsten bei *C. pergens* (37500 Individuen*m⁻²), gefolgt von den Entwicklungsstadien (25000 Individuen*m⁻²) und *C. furcatus* (5500 Individuen*m⁻²).

Die höchste Individuenkonzentration trat, abgesehen von St. 465, immer auf der Stufe 0-25m auf (Abb. 3.1.6.3 B). Alle Arten waren vertreten. Allerdings waren *C. pergens* und die Entwicklungsstadien häufiger unterhalb von 50m. Zusammen trugen diese an der Oberfläche zwischen 29% (St. 465) und 92% (St. 467) bei. Die Copepodit-Stadien wurden nur auf St. 467 unterhalb von 200m nachgewiesen. *C. furcatus* war zwischen 25-50m kaum zu finden. Auf der St.447 trug diese Art 30% und auf der St. 480 28% zum Individuen-

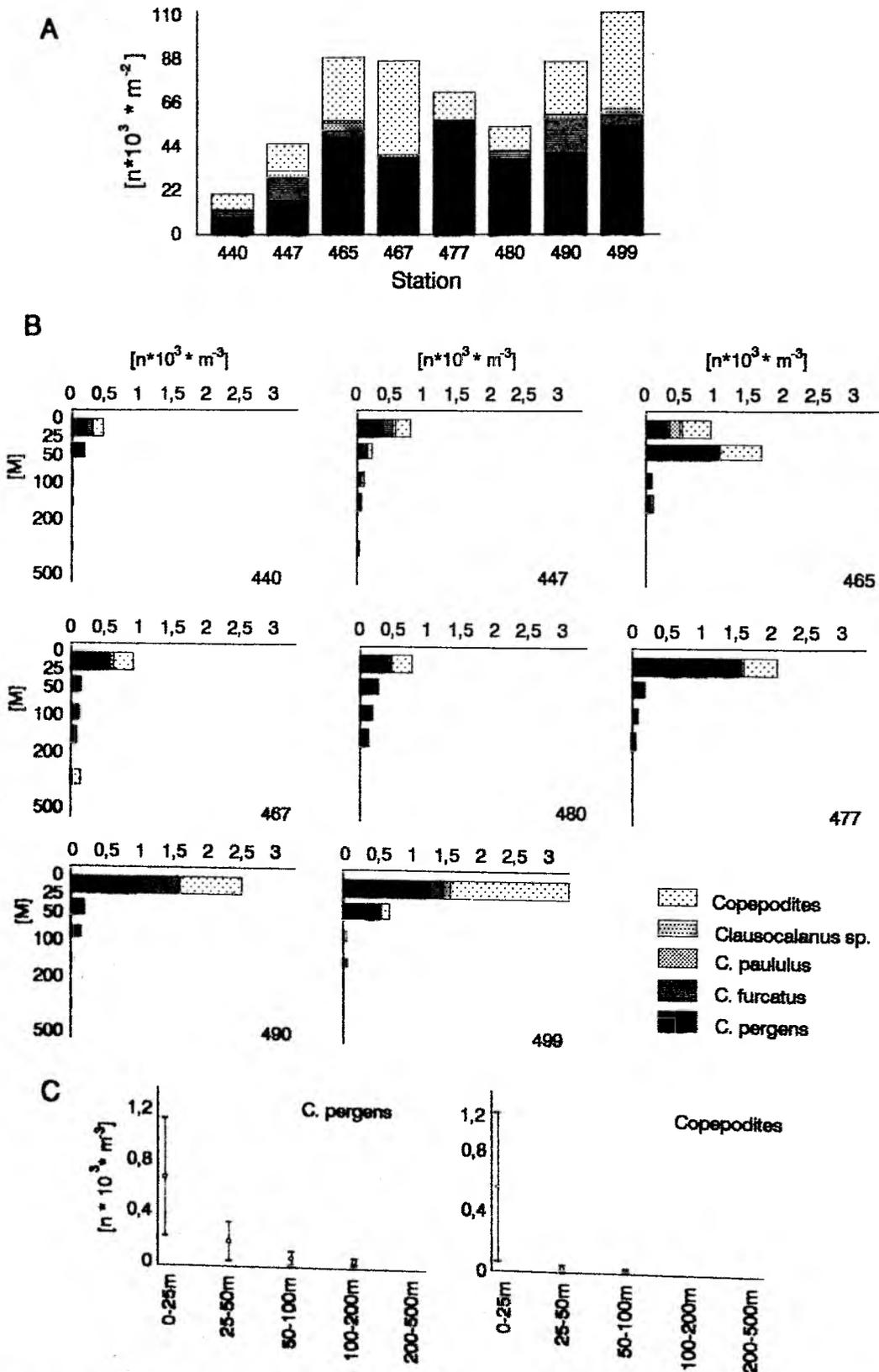


Fig. 3.1.6.3 Horizontal and vertical distribution of *Clausocalanus* spp. A. Number of organisms per station, B. concentration per depth interval, and C. average and standard deviation.

bestand bei. Andererseits trat Clausocalanus spp. in sehr geringen Konzentrationen auf.

Die Abb. 3.1.6.4 C zeigt die entsprechende Mittelwertverteilung nur für C. pergens und die Entwicklungsstadien. Bei beiden lagen die höchsten Mittelwerte innerhalb der obersten 25m, mit 700 und 560 Individuen*m⁻³. Für beiden ließen sich ein Unterschied zwischen den obersten Stufen und denen unter 50m erkennen.

Die vVP veränderten sich für die Arten im Laufe des Driftexperimentes. C. pergens sowie Clausocalanus sp. und die Copepoditenstadien verblieben während des zyklonalen Wirbels auf der Stufe 25-50m. Jedoch variierte der Schwerpunkt bei C. pergens im Laufe des antizyklonalen Wirbels bei den Nachtfängen, hierbei verlagerte sich der Schwerpunkt auf die Stufe 0-25m (Tab. 3.1.6.1). Die Copepoditstadien verblieben weiterhin auf der Stufe 0-25m. Teilweise erfuhr Clausocalanus sp. eine drastische Änderung. In der antizyklonalen Struktur lag der Schwerpunkt am Tage in der Stufe 50-100m, dagegen verschob er sich im zweiten Teil des Driftexperimentes auf die Stufe 0-25m. Die anderen zwei Arten, C. furcatus und C. paululus, zeigten auch Veränderungen ihres vVP (Tab. 3.1.6.1). C. furcatus verlagerte sich während der Nacht eine Stufe tiefer, doch blieb diese Art im antizyklonalen Wirbel innerhalb der obersten 25m unabhängig vom Tagesrhythmus. Für C. paululus trat das Gegenteil ein.

Ctenocalanus vanus

Die zeitliche Verteilung des Gesamtbestandes (Abb. 3.1.6.4 A) war durch einen deutlichen Anstieg nach dem 17.Mai (St. 477) gekennzeichnet, wobei zum Schluß des Driftexperimentes 136000 Individuen*m⁻² auftraten. Der niedrigste Individuenbestand wurde auf St.440 mit 10500 Individuen*m⁻² festgestellt. Der durchschnittliche Individuenbestand lag bei 57500 Individuen*m⁻².

Die maximale Individuenkonzentration lag innerhalb der obersten 25m (Abb. 3.1.6.4 B), und schwankte zwischen 41 (St.440) und 1640 Individuen*m⁻³ (St. 499). In der Fangstufe 50-100m traten die Individuen häufig auf. Relativ hohe Konzentrationen fanden sich auf St. 480 mit 280 und St. 490 mit 240 Individuen*m⁻³. Unter 100m Tiefe nahm die Konzentration deutlich ab. Immerhin wurden auf St. 480 und auf St 499 250 und 220 Individuen*m⁻³ gefunden. In der untersten Stufe (200-500m) trat diese Art vereinzelt auf.

Für die Analyse der Populationstruktur wurden Weibchen und die zusammengefaßten Entwicklungsstadien unterschieden. Sie kamen auf allen Stationen vor. Die Copepoditstadien (CIII-V) wurden im zyklonalen Wirbel auf der Stufe 25-50m bei Tage nicht gefunden, machten aber beim Nachtfang auf dieser Stufe zwischen 60% (St.467) und 75% (St.447) des Individuenbestandes aus. In der Oberflächenschicht (0-25m) trugen die Weibchen mit 83% (St.447) sehr bedeutend zum Individuenbestand bei. Die Copepoditen machten auf dieser Stufe zwischen 27% (St.447) und 70% (St.467) der Organismenkonzentration

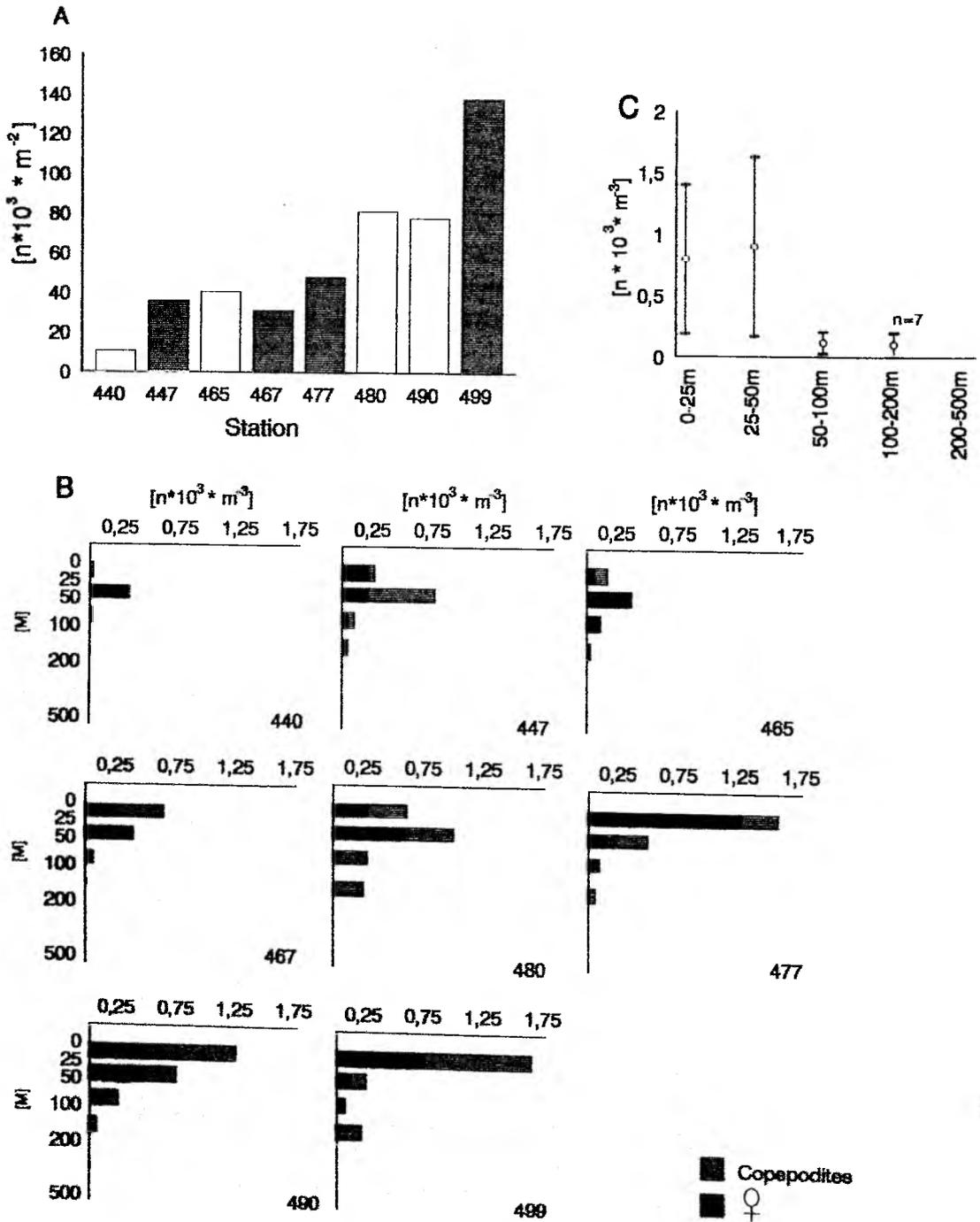


Fig. 3.1.6.4 Horizontal and vertical distribution of *Ctenocalanus vanus* spp., A. Number of organisms per station, B. concentration per depth interval, and C. average and standard deviation.

aus. Offensichtlich trat eine andere Situation mit der Entwicklung der antizyklonalen Struktur ein. Die Konzentration nahm innerhalb der oberen 100m stark zu. Höchste Konzentrationen wurden, bis auf St. 480, immer in der Stufe 0-25m festgestellt (St. 499, 1600 Individuen*m⁻³). Doch wurden die Copepoditen bei Tage auf der Stufe 25-50m gefunden. In den Nachtfängen trugen sie beispielsweise zu 50% auf St. 499 und 73% auf St. 477 bei. Die Weibchen waren in den Nachtfängen sehr häufig (79% auf St.477). Hier wurde die maximale Anzahl an Weibchen gefunden (1240 Individuen*m⁻³). Ebenfalls auf St. 499 wurde die maximale Konzentration an Copepoditen festgestellt (917 Individuen*m⁻³). Unterhalb von 100m kamen die Entwicklungsstadien häufiger als die Weibchen vor, insbesondere auf den Stationen 480 und 499. Männchen wurden während der ganzen Untersuchungszeit nicht gefunden.

Die Mittelwerte lagen zwischen 6 (200-500m) und 893 (25-50m) Individuen*m⁻³. Unterschiede in der vertikalen Verteilung konnten jedoch nicht nachgewiesen werden (Abb. 3.1.6.4 C). Der vVP lag unverändert in beiden Wirbeln zwischen 25 und 50m Tiefe (Tab. 3.1.6.1)

Metridinidae

Insgesamt wurden aus den zwei Gattungen, *Metridia* und *Pleuromamma*, acht Arten bestimmt. Dennoch machten nur *P. gracilis*, die Entwicklungsstadien (CII-CV) von *Metridia* spp. und *Pleuromamma* spp. den wesentlichen Gesamtbestand aus. Die zeitliche Entwicklung läßt sich aus der Abb. 3.1.6.5 A erkennen. Sie war gekennzeichnet durch eine relativ hohe Variabilität, die nach dem Übergang aus dem zyklonalen zum antizyklonalen Wasserkörper sehr ausgeprägt auftrat. Der Bestand wurde von den Entwicklungsstadien dominiert. Zu Beginn des Driftexperimentes fiel *P. gracilis* mit 3800 Individuen*m⁻² kaum ins Gewicht. Ihre Anzahl blieb bis St. 477 nahezu konstant. Auf St. 480 stieg die Dichte auffallend auf 8900 Individuen*m⁻² (15%) und erreichte die höchste Anzahl mit 27000 Individuen*m⁻² (23%) auf St. 499. *Pleuromamma* spp. Copepoditen waren häufiger als diejenigen von *Metridia* spp. auf den St. 477 und 499. Diese stellten zwischen 42% (8600 Individuen*m⁻², auf St. 467) und 57% (22800 Individuen*m⁻², auf St.447) des Bestandes dar. Ebenfalls auf der St. 499 erreichten die Entwicklungsstadien von *Pleuromamma* spp. und *Metridia* spp. ihre maximale Dichte mit 38500 und 27000 Individuen*m⁻². Dem gegenüber steht die geringe Konzentration auf der St. 490. Hier wurden insgesamt etwa 32000 Individuen*m⁻² festgestellt, ein Betrag, der auf St. 499 um das Dreifache anstieg. Vergleichsweise ergaben sich folgende Verhältnisse zwischen den Copepoditen von *Metridia* und *Pleuromamma*: 1.2:1, 1.7:1, 1.7:1, 1:1.7, 1:1, 1.1:1, 1.7:1, 1:1, für die einzelnen Stationen. Die Individuenbestände lagen im Durchschnitt pro Station für die Art *Pleuromamma gracilis* sowie für die Copepoditen von *Pleuromamma* spp. und *Metridia* spp. bei 7000, 15500 und 17000 Individuen*m⁻².

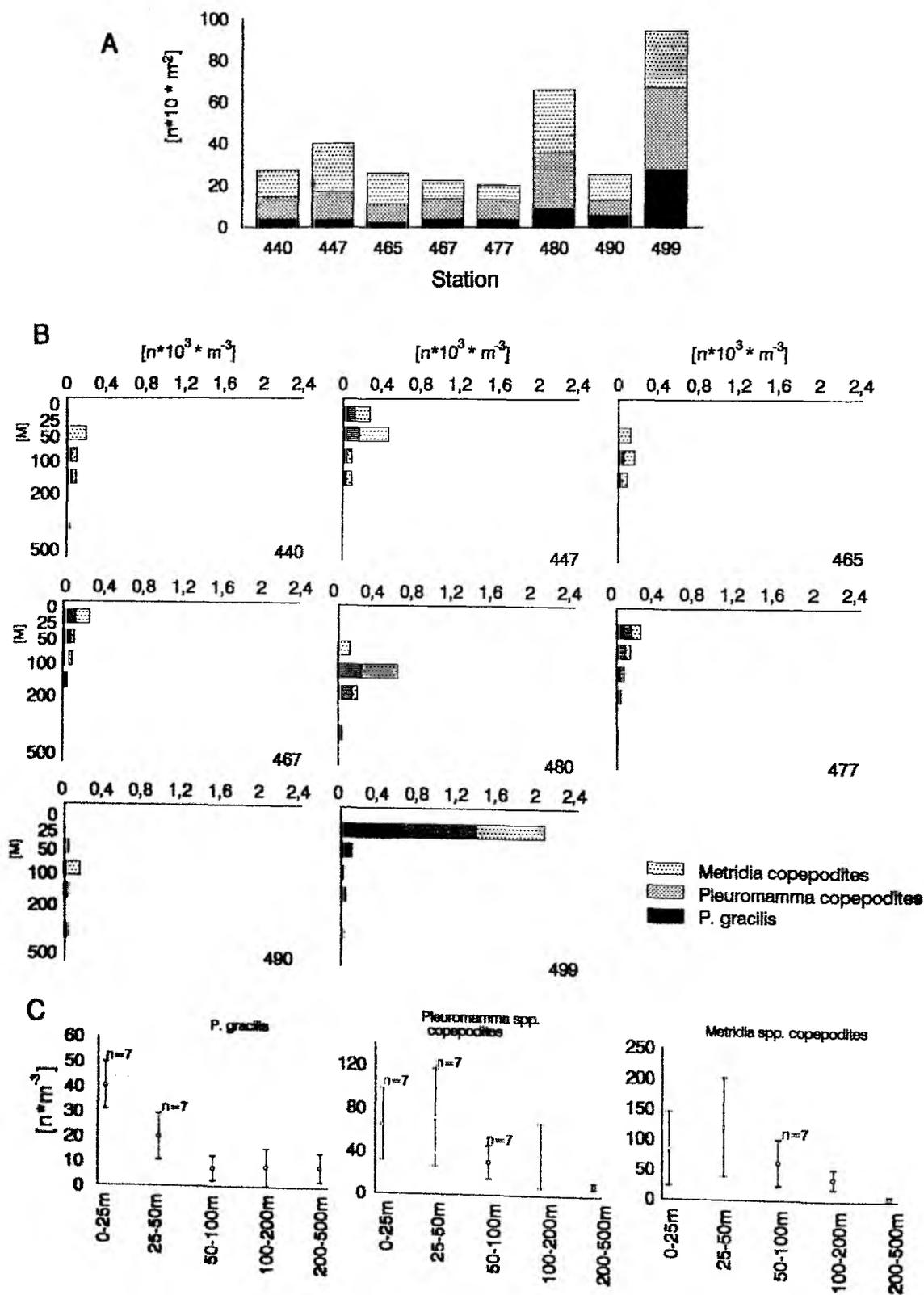


Fig. 3.1.6.5 Horizontal and vertical distribution of Metridiidae, A. Number of organisms per station, B. concentration per depth interval, and C. average and standard deviation.

Die höchsten Individuenkonzentrationen traten innerhalb der obersten 100m auf (Abb. 3.1.6.5 B). Erwachsene Copepoden trugen sehr wenig zum Individuenbestand bei. Nur auf der St. 499 machten Individuen von *P. gracilis* mit 458 Individuen*m⁻³ in der obersten Fangstufe 29% der Individuenkonzentration aus. Hierbei erreichten die Entwicklungsstadien beider Gattungen mit 786 (*Pleuromamma* spp.) und 688 (*Metridia* spp.) Individuen*m⁻³ maximale Werte. Erkennbar ist ein Unterschied in der Individuenverteilung im Laufe des Driftexperimentes abhängig von der Tageszeit. Am Tage verblieben die Individuen unterhalb von 25m, und zwar mit höheren Konzentrationen auf der Stufe 50-100m (St. 480 127 und auf der St. 490 155 Individuen*m⁻³), in der die *Metridia* spp. Copepoditen vorkamen. Die Entwicklungsstadien von *Pleuromamma* spp. waren am Tage nicht in der Stufe 25-50m anzutreffen (mit Ausnahme von St. 440). Im Gegensatz dazu traten *Metridia* spp. Copepoditen unter 200m Tiefe kaum auf. *Pleuromamma* spp. Copepoditen traten bei Tagesfängen prozentual zwischen 21% (St. 480) und 47% (St. 465) auf. Bei Nachtfängen dominierten die *Metridia* spp. Copepoditen auf der Stufe 100-200m mit Anteilen an der Individuenkonzentration zwischen 28% (St. 447) und 76% (St. 499). Die Abb. 3.1.6.5 C läßt die Verteilung der Mittelwerte für *P. gracilis* und die Entwicklungsstadien der beiden Gattungen erkennen. Der höchste Mittelwert lag für *P. gracilis* mit 40 Individuen*m⁻³ in den obersten 25m. Es zeigten sich Unterschiede bezüglich ihrer Verteilung innerhalb der untersten Fangstufen. Bei den Entwicklungsstadien lagen die höchsten Mittelwerte auf der Stufe 25-50m und waren signifikant höher als in den untersten Fangstufen.

Die vVP für *P. gracilis* und die Entwicklungsstadien erfuhren Veränderungen im Laufe des Driftexperimentes (Tab. 3.1.6.1). Während der ersten Driftbahn blieb der Schwerpunkt am Tage für *P. gracilis* auf der Fangstufe 200-500m. Er verlagerte sich in der Nacht auf die 25-50m Schicht. Gleichfalls veränderten sich bei den Copepoditen die vVP. Sie verschoben sich von der Stufe 50-100m am Tage auf die Stufe 25-50m in der Nacht. Die Situation änderte sich während der zweiten Driftbahn im Untersuchungsgebiet. Hier hielt sich *P. gracilis* am Tage in der Stufe 100-200m und in der Nacht in der Stufe 0-25m auf. Die Copepoditstadien zeigten keine Veränderung bezüglich der Tageszeit, doch verlagerte sich der Schwerpunkt in die flachste Wasserschicht hinein.

Mesocalanus tenuicornis

Zu Beginn des Experimentes traten sehr wenige Individuen auf (Abb. 3.1.6.6 A) und nur auf St. 447 wurde mit 4000 Individuen*m⁻² eine mittelhohe Abundanz vorgefunden. Sehr niedrige Bestände wurden auf der St. 465 und 467 festgestellt (171 und 341 Individuen*m⁻²). Ein deutlich ausgeprägter Anstieg war nach dem Umschwenkpunkt wahrzunehmen. Die Abundanz stieg von 2200 (St. 477) auf 10800 (St. 499) Individuen*m⁻². Im Durchschnitt pro Station lag der Individuenbestand bei 4000 Individuen*m⁻².

Hohe Individuenkonzentrationen traten innerhalb der obersten 50m (Abb. 3.1.6.6 B) auf. Die Entwicklungsstadien waren häufiger als die Adulten, deren Weibchen gleichzeitig häufiger

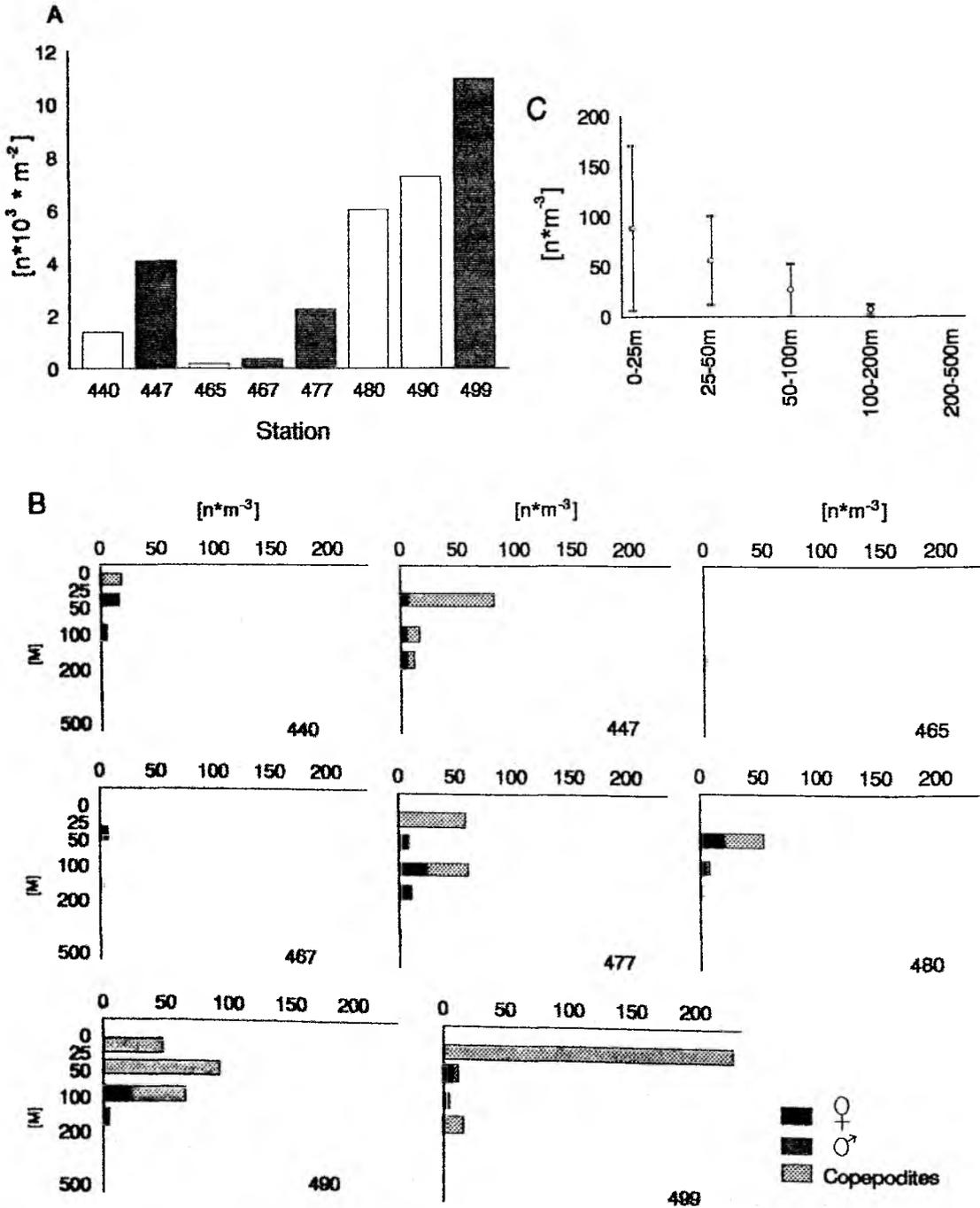


Fig. 3.1.6.6 Horizontal and vertical distribution of *Mesocalanus tenuicornis*, A. Number of organisms per station, B. concentration per depth interval, and C. average and standard deviation.

als die Männchen auftraten. Bis zur St. 467, ausgenommen St. 440, wurden auf der Stufe 0-25m keine Vertreter dieser Art festgestellt. Auf St. 447 machten die Copepoditen mit 82 Individuen* m^{-3} 57% an dem Individuenbestand aus. In der antizyklonalen Driftbahn wurden Individuen in der flachsten Tiefenstufe gefunden. Auf der St. 480 verlagerten die Entwicklungsstadien an die Oberfläche, allerdings blieben die Weibchen in den tieferen Wasserschichten. Bisher waren die Copepoditstadien selten unter 100m Tiefe nachzuweisen. Auf St.490 dominierten sie mit 140 Individuen* m^{-3} die Individuenkonzentration auf der Stufe 0-25m. Am Ende des Driftexperimentes erreichten die Copepoditstadien mit 230 Individuen* m^{-3} ihre maximale Konzentration.

Der höchste Mittelwert lag bei dieser Art auf der Fangstufe 0-25m (88 Individuen* m^{-3}). Unterschiede wurden zwischen den oberen und unteren Fangstufen nicht festgestellt (Abb. 3.1.6.6 C). Der vVP lag unabhängig von der Wasserstruktur und Tageszeit in der Stufe 25-50m (Tab. 3.1.6.1).

Calanoide Copepoditensstadien

Eine große Anzahl verschiedener Entwicklungsstadien konnte nicht bestimmt werden, deshalb wurden sie zu einer Gruppe zusammengefaßt. Am Anfang der Drifterstationen variierte der Bestand zwischen 75000 (St. 440) und 24000 Individuen* m^{-2} (St. 467) (Abb. 3.1.6.7 A). Im zweiten Teil nahmen sie allmählich zu und erreichten ihren höchsten Bestand mit 140000 Individuen* m^{-2} auf der St. 499. Der Individuenbestand pro Station lag im Durchschnitt bei 61000 Individuen* m^{-2} .

Über den gesamten Untersuchungszeitraum fanden sich die höchsten Individuenkonzentrationen innerhalb der 50m Tiefenstufe (Abb. 3.1.6.7 B). In der zyklonalen Wasserstruktur wurden am Tagesfang mehr Individuen auf der Stufe 25-50m als auf der Stufe 0-25m festgestellt (St. 440 1560, St. 465 140 Individuen* m^{-3}), dagegen traten bei Nachtfängen mehr Organismen in den obersten 25m auf. Dieser Trend war im zweiten Wasserkörper nicht mehr sichtbar. Mit Ausnahme der St. 480, bei der die Individuenkonzentration bezüglich ihrer vertikalen Verteilung nahezu konstant blieb (0-25m: 290; 25-50m: 200 und 50-100m: 274 Individuen* m^{-3}), enthielt die oberste Tiefenstufe die höchste Konzentration. Schließlich erreichten sie mit 3400 Individuen* m^{-3} auf St. 499 ihren maximalen Wert. Unterhalb 100m Tiefe schwankten die Konzentrationen von 9 (St. 465 200-500m) bis 77 (St. 480 100-200m) Individuen* m^{-3} .

Die Verteilung der Mittelwerte zeigte, wie bei Mesocalanus tenuicornis, keine Unterschiede zwischen den obersten und den untersten Fangstufen (Abb. 3.1.6.7 C). Der höchste Mittelwert lag auf der Stufe 25-50m.

Der vVP auf der Stufe 25-50 veränderte sich nicht im zyklonalen Wirbel. Während der antizyklonalen Wasserstruktur befand er sich am Tage auf derselben Stufe, verlagerte sich aber in der Nacht auf die Stufe 0-25m.

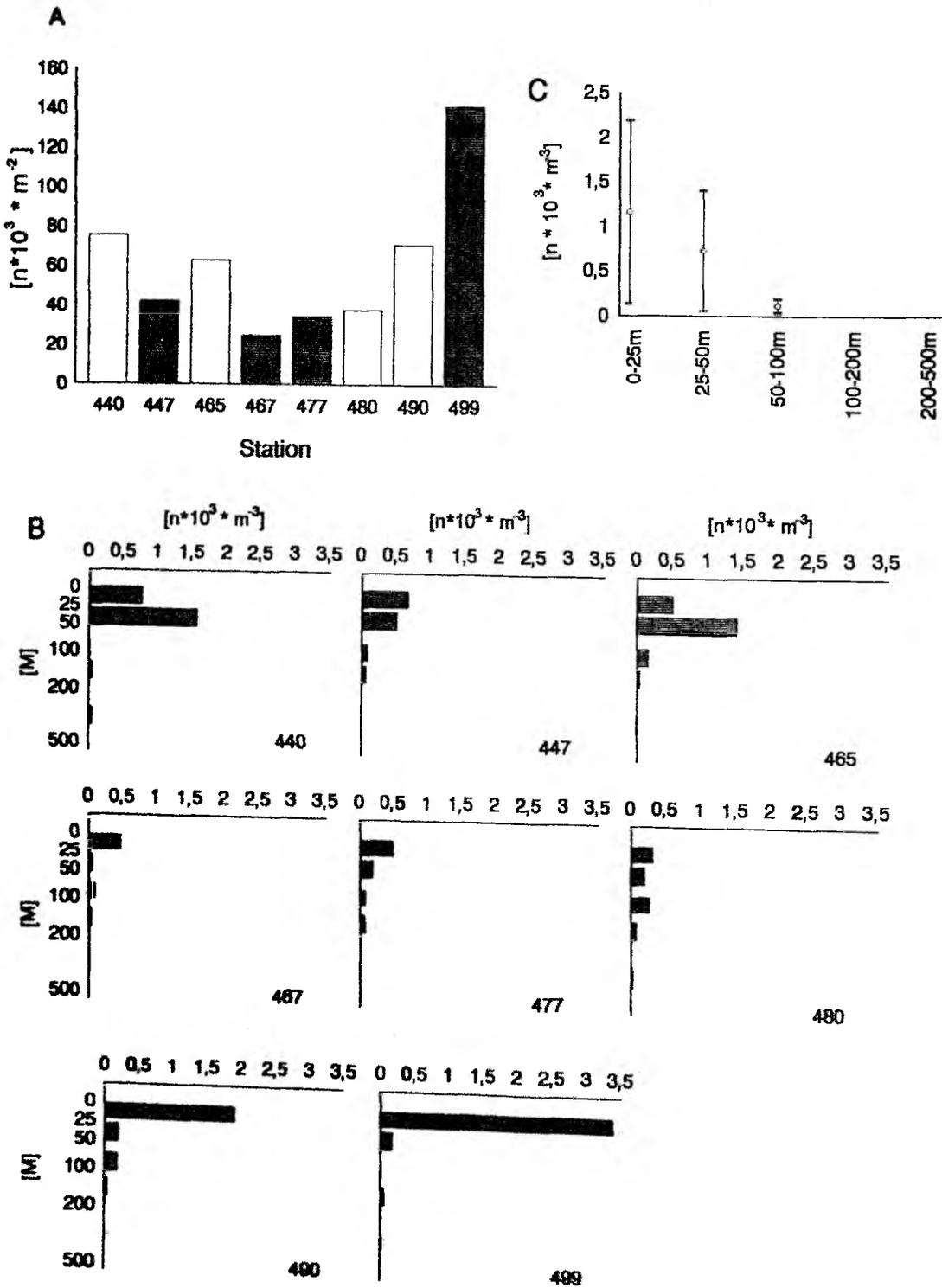


Fig. 3.1.6.7 Horizontal and vertical distribution of calanoid copepodites. A. Number of organisms per station, B. concentration per depth interval, and C. average and standard deviation.

3.1.6.2 CYCLOPOIDE

Oithonidae

Innerhalb dieser Familie wurden 4 Arten identifiziert: Oithona plumifera, O. setigera, O. similis und O. nana. Individuen einer weiteren Art konnten nicht bestimmt werden. Außerdem wurden die Männchen verschiedener Arten sowie die älteren Entwicklungsstadien (hauptsächlich CIV - CV) zusammengefaßt.

Die Abb. 3.1.6.2.1 A zeigt die zeitliche Entwicklung des Gesamtbestandes im Untersuchungsgebiet. Die Dichte lag auf der St. 440 bei 73000 Individuen*m⁻², wobei die Copepoditstadien 59% des Bestandes ausmachten. Ein leichter Anstieg auf der St. 447 wurde durch einen höheren Anteil der Copepoditstadien verursacht. Danach sank die Abundanz auf der St. 465 etwa um ein Drittel ab und erreichte den niedrigsten Wert mit 635000 Individuen*m⁻² auf der St. 467. Während dieser zyklonalen Driftbahn trugen O. plumifera und O. setigera zwischen 10% (St. 447) und 19 % (St. 467) zum Gesamtbestand bei. Andererseits machte O. similis zwischen 5% (St. 447) und 20% (St. 467) des Gesamtbestandes aus. Nach dem 15.Mai stieg der Bestand allmählich an und erreichte mit 382500 Individuen*m⁻² auf der St. 499 die höchsten Werte. Der Anteil der Entwicklungsstadien schwankte zwischen 66% (St. 477) und 45% (St. 490). Auf der St. 499 machten sie mit 200000 Individuen*m⁻² 53% der Abundanz aus. Die Anzahl von O. similis nahm zu und betrug auf der St. 490 26% des Bestandes, sank dann aber wieder leicht ab. O. plumifera und O. setigera zusammengenommen, kamen in ähnlicher Größenordnung vor: zwischen 17% (St.477) und 42% (St.490). O.nana, Oithona spp. und die Männchen verschiedener Arten trugen kaum etwas zum Gesamtbestand bei. Am Ende des Driftexperimentes wurden O. nana und Männchen in relativ höheren Anzahlen festgestellt (44000 und 22600 Individuen*m⁻², 10 und 7% des Gesamtbestandes). Die mittlere Abundanz pro Station lag bei O. plumifera bei 11500 Individuen*m⁻². Für O. setigera, O. similis und die Copepoditstadien betragen die durchschnittlichen Bestände pro Station 7700, 20000 und 72000 Individuen*m⁻².

Die Individuenkonzentration wird in Abb. 3.1.6.2.1 B gezeigt. Bis zur St. 467 befanden sich die höheren Konzentrationen unabhängig vom Tagesrhythmus in der Stufe 25-50m. Schließlich dominierten die Copepoditstadien innerhalb der oberen 100m. O. plumifera und besonders O. similis erreichten während der zyklonalen Driftbahn maximale Konzentrationen in den ersten 50m. Auf der St. 467 traten relativ viele Individuen auf. O. similis machte mit 320 Individuen*m⁻³ 23% des Individuenbestandes aus, O. setigera dagegen war kaum vorhanden. O. plumifera betrug 51% in den beiden untersten Stufen, trat allerdings nur mit 8 und 5 Individuen*m⁻³ auf. Nach dem 15.Mai verlagerte sich das Konzentrationsmaximum auf die obersten 25m mit Ausnahme der St. 499, auf der zwischen 25 und 50m die maximale Abundanz festgestellt wurde. Hier war allgemein eine ansteigende Zunahme der Individuenkonzentration deutlich zu erkennen. O. similis blieb ziemlich konstant mit 386 (St. 477) und 385 (St. 480) Individuen*m⁻³ in den obersten 25m, doch erhöhte sich die Anzahl auf 1260 Individuen*m⁻³ (34%) an der St. 490, fiel dann aber wieder auf 1000 Individuen*m⁻³

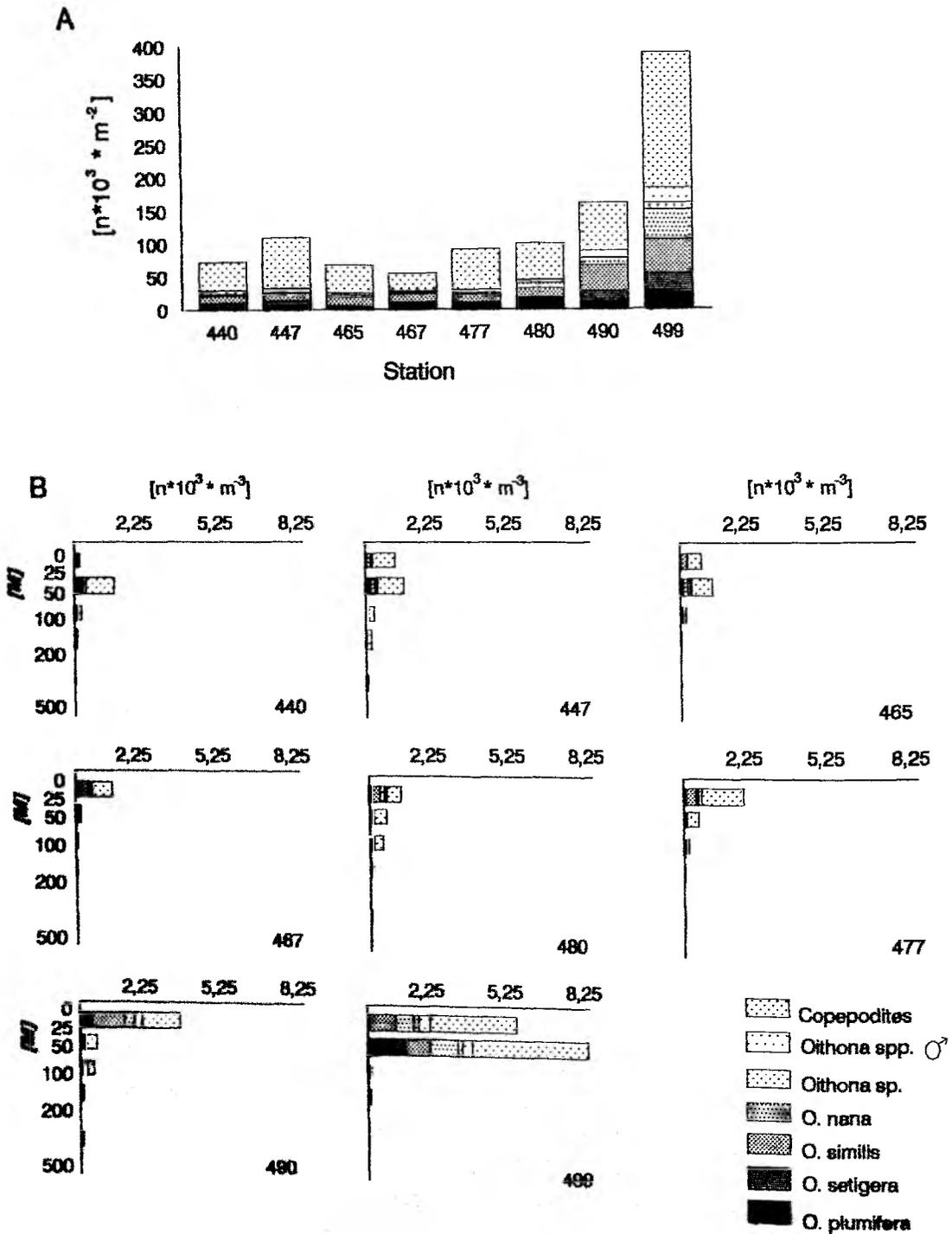


Fig. 3.1.6.8 Horizontal and vertical distribution of *Oithona* spp., A. Number of organisms per station, B. concentration per depth interval, and C. average and standard deviation.

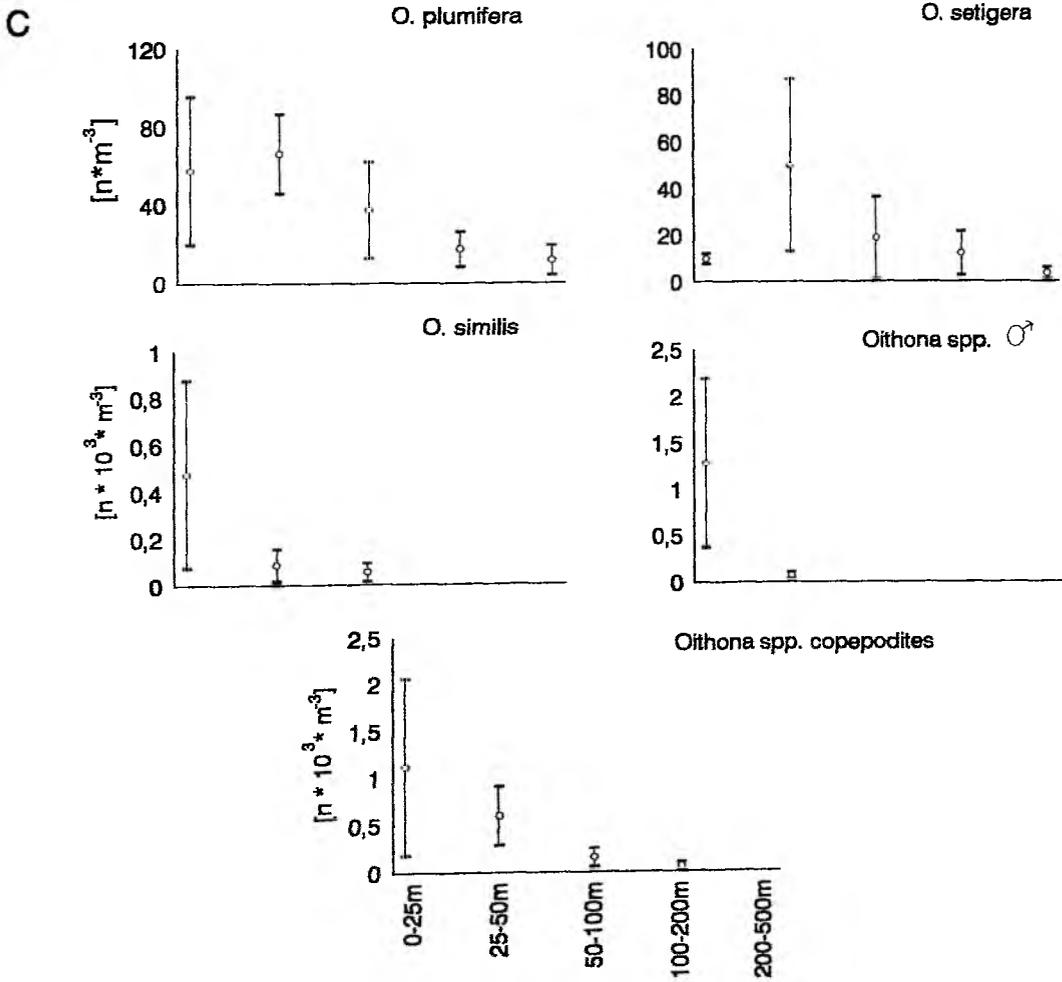


Fig. 3.1.6.8 Continuation

auf St. 499 zurück. *O. plumifera* wies höhere Konzentrationen auf der Stufe 25-50m auf. Sie trug geringfügig zum Individuenbestand innerhalb der obersten 25m bei. Andererseits wurde *O. setigera* an der Oberfläche am Tage (St.490) mit 304 Individuen*m⁻³ festgestellt, doch kam sie in der Nacht unter 25m Tiefe mit 855 Individuen*m⁻³ vor. Eine große Bedeutung hatten in jedem Falle die Entwicklungsstadien. Deutlich dominierten sie die Individuenkonzentrationen in den oberen 50m. Sie variierten auf der Stufe 0-25m im Laufe des antizyklonalen Wirbels mit 540 (St.480, 44%) bis 3309 (St.499, 58%) Individuen*m⁻³. Jedoch wiesen sie die höchste Konzentration in der Stufe 25-50m mit über 4400 Individuen*m⁻³ auf.

Maximale Mittelwerte fanden sich für *O. plumifera* und *O. setigera*, jeweils mit 66 und 50 Individuen*m⁻³, auf der Stufe 25-50m. In der flachsten Schicht lagen die höchsten Mittelwerte für *O. similis* (467 Individuen*m⁻³) und für die Copepoditstadien (1128 Individuen*m⁻³) (Abb. 3.1.6.2.1 C). Der vVP (Tab. 3.1.6.1) blieb für *O. plumifera* ebenso wie für die Entwicklungsstadien auf der Stufe 25-50m, unabhängig vom Tagesrhythmus und der hydrographischen Wasserstruktur. Dagegen ergab sich für *O. similis* und die Männchen eine Änderung nach dem Übergang aus dem zyklonalen in dem antizyklonalen Wirbel. Die Schwerpunkte bewegten sich von der Stufe 25-50 am Tage in die Stufe 0-25m in der Nacht.

3.1.6.3 POECILOSTOMATOIDEA

Oncaidae und andere Arten

Die Bestandsentwicklung der Oncaidae und anderer nicht calanoider und cyclopoider Copepoden-Arten ist in der Abb. 3.1.6.3.1 A dargestellt. Elf Arten wurden identifiziert, doch kamen die meisten nur selten vor. *Oncaea conifera*, *O. similis* und *Conocea gracilis* traten regelmäßig auf. Die Männchen verschiedener Arten sowie die Entwicklungsstadien, überwiegend CV, wurden zusammengefaßt. Hohe Gesamtbestände wurden, mit Ausnahme der St. 477-480, immer in der Nacht festgestellt. *O. conifera* und *O. similis* machten zwischen 18% (St. 490-499) und 40% (St.440) des Gesamtbestandes aus. Jedoch trugen die Copepoditstadien, besonders auf St. 480 und 499, mit 42 und 61% zu den Individuenzahlen bei. Die Abundanz schwankte zwischen 5800 (St. 440) und 23200 (St. 499) Individuen*m⁻². Eine große Variabilität trat aber während der antizyklonalen Wasserstruktur auf. Nach dem Übergang am 15./16.Mai aus dem ersten zum zweiten Wasserkörper sank der Gesamtbestand leicht ab, stieg dann aber drastisch um zwei Drittel an auf 18000 Individuen*m⁻² (St. 480). Danach nahm die Abundanz um die Hälfte auf 9000 Individuen*m⁻² ab und erhöhte sich wieder auf 23000 Individuen*m⁻² am Ende des Driftexperimentes. Im Gegensatz dazu zeichnete sich der erste Teil der Drift durch eine geringere Variabilität aus. Hier schwankten die Gesamtbestände zwischen 5800 (St. 440) und 10800 (St. 447) Individuen*m⁻². Die durchschnittliche Individuenzahl lag für *O. conifera* bei 1200 Individuen*m⁻², für *O. similis* bei 1500 Individuen*m⁻² und für die Entwicklungsstadien bei 4800 Individuen*m⁻². Für die Gruppe der anderen Arten lag die durchschnittliche Individuenzahl bei

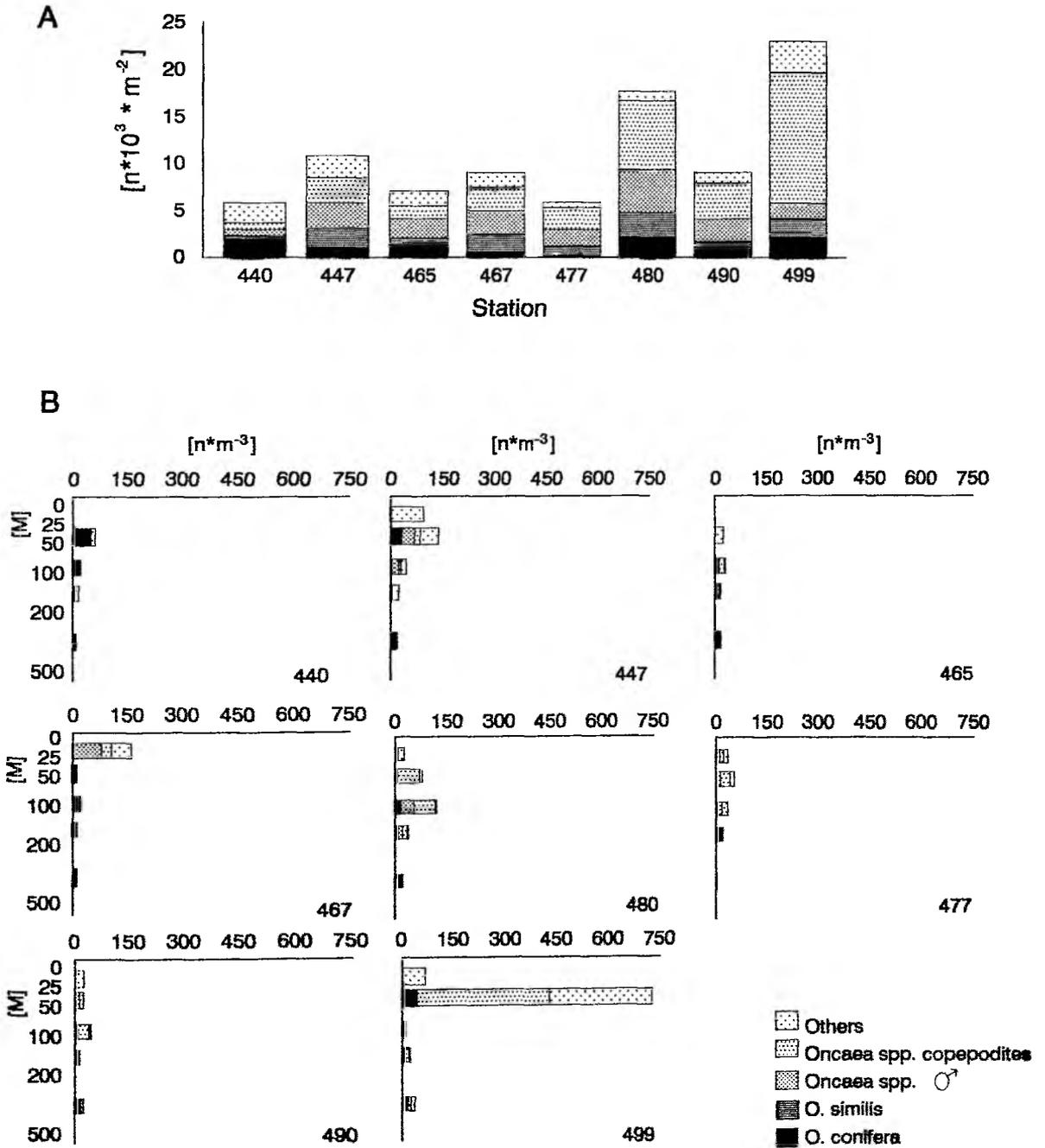


Fig. 3.1.6.9 Horizontal and vertical distribution of *Oncaea* spp., A. Number of organisms per station, B. concentration per depth interval, and C. average and standard deviation.

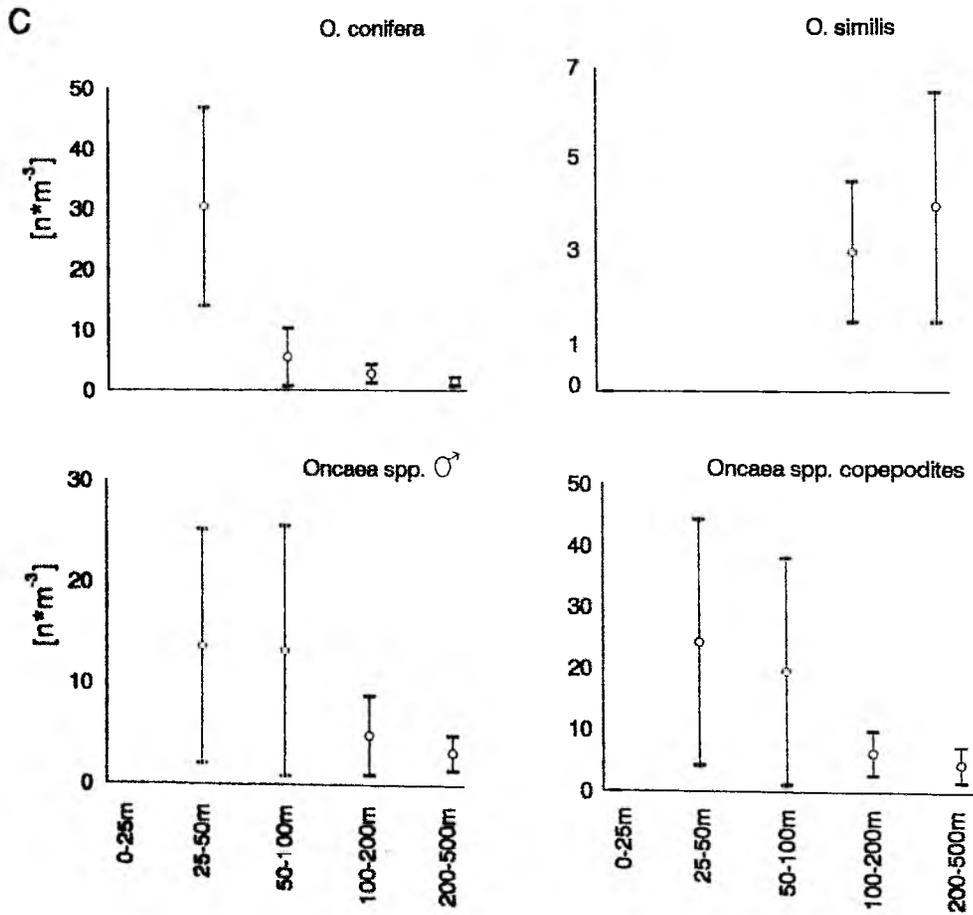


Fig. 3.1.6.9 Continuation

bei 1700 Individuen * m⁻². Die höchste Individuenkonzentration wurde mit Ausnahme der St. 467, 480 und 490 auf der Stufe 25-50m festgestellt (Abb. 3.1.6.3.2 B). Auf der St. 467 traten ca. 50% der Männchen in den obersten 25m auf. *O. conifera* und *O. similis* konzentrierten sich unterhalb 25m Tiefe. Die Copepoditstadien beherrschten den Individuenbestand innerhalb der obersten 50m. Sie machten auf der St. 499 mit 385 Individuen*m⁻³ 53% der Konzentration zwischen 25 und 50m aus. Unterhalb von 100m war das Vorkommen dieser Familie sehr gering.

Erwartungsgemäß lagen die höchsten Mittelwerte für *O. conifera*, die Copepoditstadien und Männchen auf der Fangstufe 25-50m (Abb. 3.1.6.9 C). *O. similis* wies dagegen in der untersten Stufe (> 200m) den höchsten Mittelwert auf. Unterschiede in der vertikalen Verteilung der Mittelwerte traten nur bei *O. conifera* auf.

Der Populationschwerpunkt lag bei *O. similis* auf der Stufe 200-500m, unabhängig sowohl vom Tagesrhythmus als auch von der Wasserstruktur. *O. conifera* blieb auf die Stufe 25-50m während der ersten Phase des Experimentes, doch wurde der vVP am Tage während der zweiten Phase in der Stufe 50-100m gefunden und verlagerte sich in der Nacht wieder auf die Stufe 25-50m. Für die Copepoditstadien ergab sich keine Änderung. Am Tage befanden sie sich eine Stufe tiefer als in der Nacht (Tab. 3.1.6.1). Für die Männchen zeigten sich jedoch Veränderungen hinsichtlich der Wasserstruktur. Am Tage lag ihr vVP auf der Stufe 100-200m, während sie sich in der Nacht in die Stufe 25-50m aufstiegen. Während des antizyklonalen Wirbels blieben sie unverändert auf der Stufe 50-100m.

3.1.7 Analyse der größenfraktionierten Proben

3.1.7.1 Verteilung der Abundanz

Das Mesozooplankton wurde in sieben taxonomische Kategorien unterteilt: Calanoiden, Cyclopoiden, Oncaeidae, Copepoden-Nauplien, Harpacticoiden, Appendicularien und "Andere". Darunter wurden Gruppen wie Foraminiferen, Chaetognathen, Ostracoden und Larven zusammengefaßt.

Bei den Tagesfängen (St.450) wurde die Individuenkonzentration durch die kleinste Fraktion, nämlich 200-500µm dominiert (Abb. 3.1.7.1 A). Ihre Abundanz schwankte zwischen 90 (Stufe 200-500m) und 3555 Individuen*m⁻³ (Stufe 25-50m). Andererseits schwankte die Fraktion 500-750µm zwischen 33 (200-500m Tiefe) und 1245 (25-50m Tiefe) Individuen*m⁻³. Die anderen zwei Fraktionen waren in geringer Abundanz vorhanden. Die Fraktion 750-1000µm variierte zwischen 21 (200-500m) und 590 (25-50m) Individuen*m⁻³. Die Fraktion 1000-2000µm variierte zwischen 12 (200-500) und 1073 (0-25) Individuen*m⁻³. Calanoide Copepoden beherrschten der Abundanz sowohl in allen Tiefenstufen als auch in allen Größenklassen (Tab. E, Anhang). Ihre Anteile variierten zwischen 29% (Stufe 50-100m, Fraktion 750-1000µm) und 87% (Stufe 100-200m, Fraktion 500-750µm). In den obersten

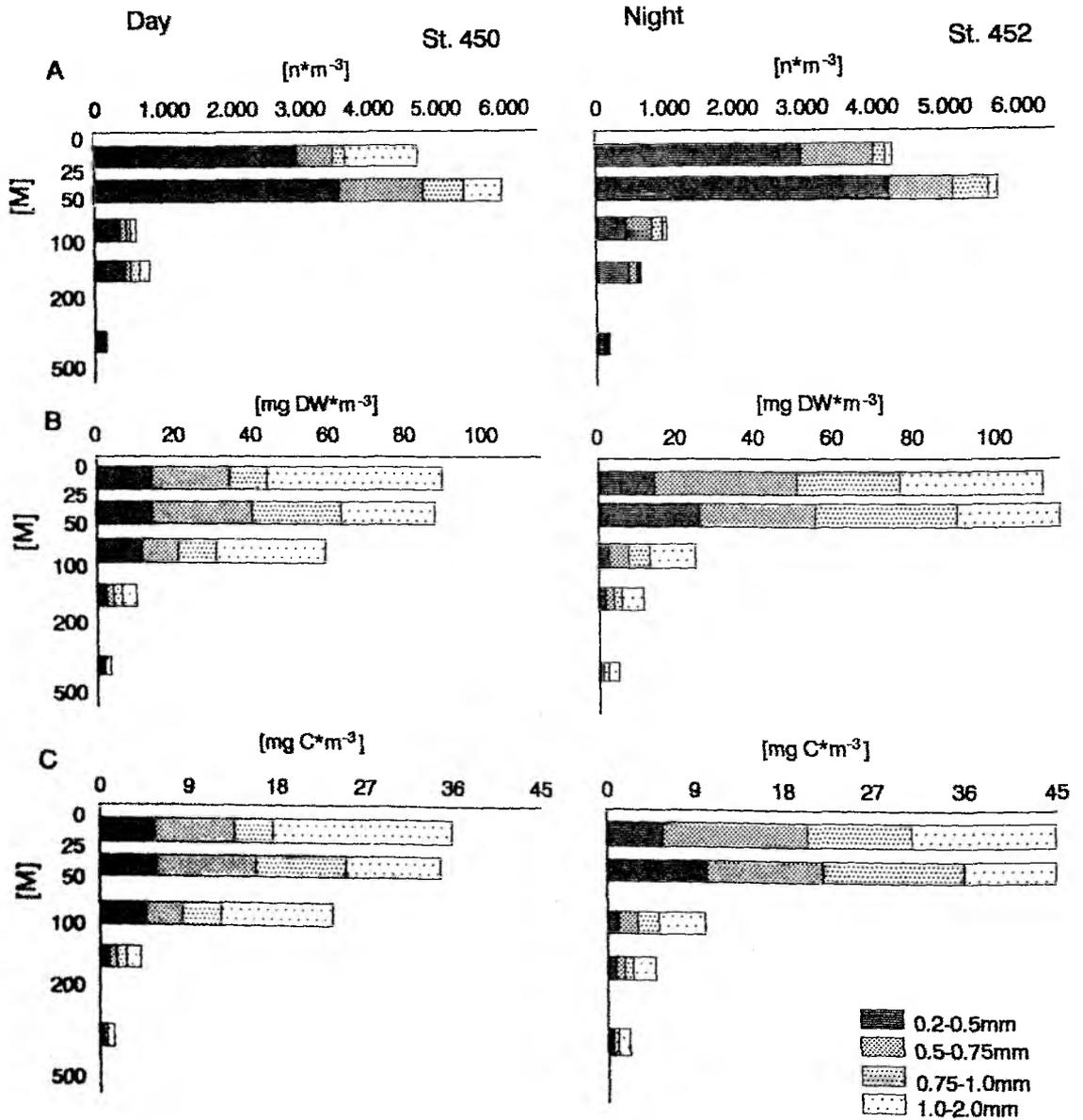


Fig. 3.1.7.1 Size-fractionated samples. A. Abundance, B. Dry weight and C. Carbon content.

50m machten die Arten Paracalanus parvus, Ctenocalanus vanus, Clausocalanus spp., Calocalanus spp. und ihre jeweiligen Entwicklungsstadien in den Größenklassen 200-500 und 500-750µm einen wesentlichen Anteil aus. In den größeren Fraktionen traten die älteren Copepoditstadien von Metridia spp. und Pleuromamma spp., Adulte von Rhincalanus nasutus, Heterorhabdus spp., Spinocalanus spp. und verschiedene zur Familie Aetidae gehörende Arten auf, jedoch nur im tieferen Bereich. Die Art Mesocalanus tenuicornis wurde in einer hohen Anzahl in der Fraktion 1000-2000µm auf der Stufe 100-200m gefunden. Die Art Microcalanus pusillus trat häufig in der Stufe 200-500m und bevorzugt in der Fraktion 200-500µm auf.

Die Cyclopoiden, deren Hauptvertreter verschiedene Arten von Oithona waren, trugen zu allen Fraktionen bei. Sie wurden häufiger in den dazwischenliegenden Fangstufen festgestellt. Ihr Anteil schwankte zwischen 2% (Stufe 0-25m, Fraktion 500-750µm) und 33% (Stufe 50-100m, Fraktion 750-1000µm). Dagegen wurden die Oncaeiden und Copepoden-Nauplien nur in der kleinsten Fraktion in mäßiger Anzahl nachgewiesen. Verschiedene Arten von Oncaea machten 9% und 11% in den Schichten 50-100m und 200-500m aus. In anderen Fangstufen oder Größenklassen waren ihre Anteile gering. Ebenfalls in der kleinsten Fraktion machten die Copepoden-Nauplien, besonders Paracalanidae, Clausocalanidae und Rhincalanidae (hauptsächlich NIV - NVI) auf der Stufe 50-100m 8,6% an der Gesamtkonzentration aus. In anderen Fangstufen sowie Fraktionen hatten die Nauplien kaum Bedeutung.

Die Appendicularien waren ein wichtiger Bestandteil. In der Fraktion 750-1000µm waren sie mit 14% (25-50m) bis 27,5% (50-100) vertreten. In der größten Fraktion machten die Appendicularien zwischen 8% (200-500m) und 32% (50-100m) aus. Innerhalb der unteren Fangstufen erreichten sie 8% und 23% der Individuenkonzentration in den jeweiligen Fraktionen vor. Die unter "andere Arten" zusammengefaßten Organismen traten lediglich in den größeren Größenklassen in bedeutenden Anteilen auf. Hierzu trugen in absteigender Reihenfolge Foraminiferen, Euphausiaceen, Ostracoden und Chaetognathen bei.

Während des Nachtfanges (St. 452, Abb. 3.1.7.1 A) wurden Änderungen in den verschiedenen Fraktionen sichtbar. Hier dominierte die kleinste Fraktion die Gesamtkonzentration. Mit 7209 Individuen*m⁻³ machten sie 11% mehr an der Abundanz aus als auf der vorherigen Station. Ihre Abundanz schwankte zwischen 91 (200-500m) und 4200 (25-50m) Individuen*m⁻³. Die Fraktion 500-750µm variierte zwischen 40 (200-500m) und 688 (0-25m) Individuen*m⁻³. Kaum Veränderungen wurden aber für die Fraktion 750-1000µm festgestellt. In der Fraktion 1000-2000µm schwankte die Individuenkonzentration zwischen 13 (100-200m) und 442 (0-25m).

Die calanoiden Copepoden dominierten ebenfalls die Gesamtkonzentrationen sowie die Größenklassen. Ihre Anteile lagen zwischen 35% (100-200m, Fraktion 1000-2000µm) und 77% (25-50m, Fraktion 500-750µm). Die Zusammensetzung blieb unverändert.

Die Oithona spp. waren in allen Tiefenstufen und Fraktionen vorhanden. Ihr Anteil schwankte zwischen 6% (25-50m, Fraktion 1000-2000µm) und 27,5% (25-50m, Fraktion

750-1000 μ m). Sie stellten auf der Stufe 200-500m 15% der Fraktion 1000-2000 μ m. Die *Oncaea* Arten wurden lediglich auf der Stufe 200-500m nur in den kleineren Fraktionen in mittleren Anzahlen gefunden. Die Copepoden-Nauplien machten 7 % an der Abundanz in der Stufe 25-50m aus.

Die Appendicularien verhielten sich wie bei dem Tagesfang nahezu konstant. Sie wurden in wesentlichen Mengen nur in den größten Fraktionen gefunden. Für die Fraktion 750-1000 μ m schwankten ihre Anteile zwischen 8% (0-25m) und 27,5% (200-500m). In der Größenklasse 1000-2000 μ m machten sie zwischen 10% (0-25m) und 27% (100-200m) aus. Unterhalb von 200m erreichten sie 9% und 16% in den jeweiligen Größenklassen. Die "anderen Arten" wurden nur in den größeren Fraktionen zahlreich nachgewiesen. In der Fraktion 750-1000 μ m variierte ihr Anteil zwischen 3% (100-200m) und 16% (25-50m), während die Fraktion 1000-2000 μ m 15% in der Stufe 0-25m und 42% in der Stufe 100-200m ausmachte, in der gelatinöses Zooplankton dominierte.

3.1.7.2 Biomasse - und Kohlenstoff - Verteilung

Die Biomasse-Verteilung (als Trockengewicht) in den entsprechenden Fraktionen läßt sich aus der Abb. 3.1.7.1 B erkennen. Die kleineren Fraktionen trugen nur mäßig zu der Biomassekonzentration innerhalb der obersten 100m bei. Unter 100m Tiefe nahm die Biomasse in allen Größenklassen erheblich ab. Die Fraktionen 750-1000 μ m und 1000-2000 μ m trugen in allen Tiefen wesentlich zur Biomassekonzentration bei und zu mehr als 75% in der untersten Fangstufe. Die größte Konzentration lag mit 176 mgTG*m⁻³ in den ersten 50m. Unterschiede ergaben sich auf der St. 452. Innerhalb der oberen 50m wurden 242 mgTG*m⁻³ gemessen. Dies entsprach einem Verhältnis Tag:Nacht von 1:1.4. Es ist aber deutlich zu erkennen, daß auf der Stufe 50-100m die Biomassekonzentration von 59 mgTG*m⁻³ auf 25 mgTG*m⁻³ (Verhältnis 2:1) abgesunken ist, wobei der größte Unterschied in der Fraktion 200-500 μ m lag (von 11 mgTG*m⁻³ auf lediglich 2,5 mgTG*m⁻³).

Der Kohlenstoffgehalt ist aus der Abb. 3.1.7.1 C ersichtlich. Die Tab. F enthält eine Zusammenstellung der Werte. Auf der Station 450 wurde in den Stufen 0-25m und 25-50m die höchsten Kohlenstoffwerte erhalten (rd. 35 mgC*m⁻³), andererseits wurden nicht mehr als 5 mgC*m⁻³ unter von 100m festgestellt. Die Verteilung änderte sich bei dem Nachtfang. In der homogenen Deckschicht stieg der Kohlenstoffgehalt von 71 auf 95 mgC*m⁻³ in den oberen 50m an. Dieses entsprach hinsichtlich des Tagesfanges einer Zunahme um 25% (Tab F, Anhang). Ebenso wie bei dem TG sank der Gehalt zwischen 50 und 100m ab, von 24 (St.450) auf 10 mgC*m⁻³ (St.452). Die Variationen in den übrigen Fraktionen und Fangstufen waren nicht ausgeprägt.

Die Verteilung des mittleren Gewichts pro Individuum innerhalb der einzelner Fraktionen enthält die Tab. 3.1.7.2.1. Auf der St. 450 nahm das mittlere Gewicht von 10 μ g in der kleinsten auf 117 μ g in der größten Fraktion zu. Die Variationkoeffizienten waren wesentlich höher als auf der Nachtstation 452. Hier stieg das Gewicht von 5 μ g auf 245 μ g (Tab. 3.1.7.2.1).

Die prozentuale Verteilung der Abundanz und des Trockengewichtes zeigt, daß die kleinste Fraktion entscheidend zur Abundanz beitrug (Abb. 3.1.7.2.1 A), daß aber die größere Biomasse von den größeren Fraktionen gestellt wurde. Die Fraktion 1000-2000µm betrug in der Regel auf allen Tiefenstufen zahlenmäßig weniger als 15%. Sie machte jedoch die größte Biomasse zwischen 28% (25-50m) und 50% (200- 500m) aus (Abb. 3.1.7.2.1 B). Die kleinsten Fraktionen trugen wenig bei. Lediglich in der Stufe 25-50m waren alle Größenklassen unter 1000 µm sehr ausgeglichen repräsentiert.

Tab. 3.1.7.2.1 Mittlere Gewicht der Individuum (µg) in den einzelnen Fraktionen, III DE.

Station	Gewicht/Individuum (µg)		Standardabw.		Variationskoeff.	
	450	452	450	452	450	452
200-500µm	10	5	12	1	113	18
500-750µm	40	25	29	8	73	34
750-1000µm	65	75	59	41	91	54
1000-2000µm	117	254	124	56	106	22

3.1.8 Charakterisierung und Beschreibung der Copepoden- Gemeinschaft

Hier werden zur Beschreibung und Charakterisierung der Copepoden-Gemeinschaft die Diversität, Äquität, Dominanz und Charakterarten (horizontal und vertikal) mit Hilfe der multivariablen Analyse betrachtet.

Die oben genannten Kriterien dienen zur Beschreibung einer "Organismengesellschaft", die eine faunistische Einheit in einem untersuchten Gebiet bildet. Diese wird durch die dort vorkommenden Arten charakterisiert. Man geht davon aus, daß die Verteilung der Arten in einer Stationsgruppe nicht zufällig ist, sondern eine bestimmte Struktur widerspiegelt (HAURY et al., 1978). Eine solche Struktur wird in der Lebensgemeinschaft sowohl durch biologische Selbstregulation als auch durch abiotische Faktoren beeinflusst (e.g. MARGALEF, 1982, GRAY, 1984).

Die Abb. 3.1.8.1 stellt den für die einzelnen Stationen und Tiefenstufen berechneten Diversitäts-Index und die Artenzahl dar. Im allgemeinen zeigte die vertikale Verteilung der Artenzahl und Diversität, im Gegensatz zur Entwicklung des Gesamtbestandes und der Biomasse, eine Zunahme mit der Tiefe. Diese Tendenz war jedoch abhängig von der Wasserstruktur. Niedrige Diversitätswerte wurden in den Stufen 0-25m und 25-50m festgestellt (Tab. 3.1.8.1). Die Artenzahl variierte in der obersten 50m gering. Im zyklonalen Wirbel

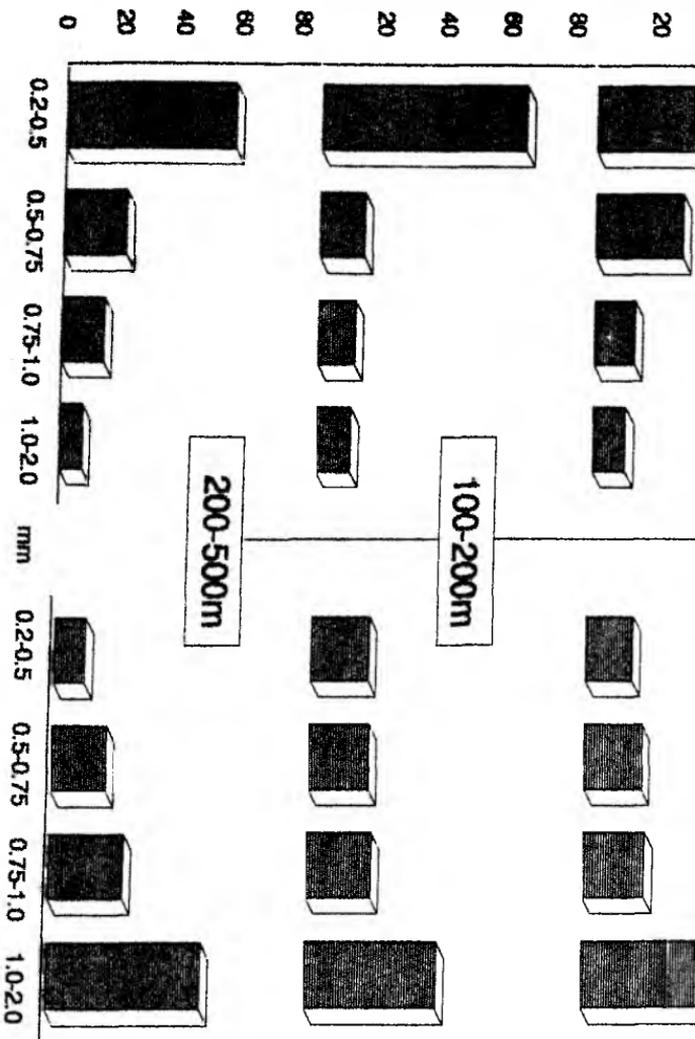
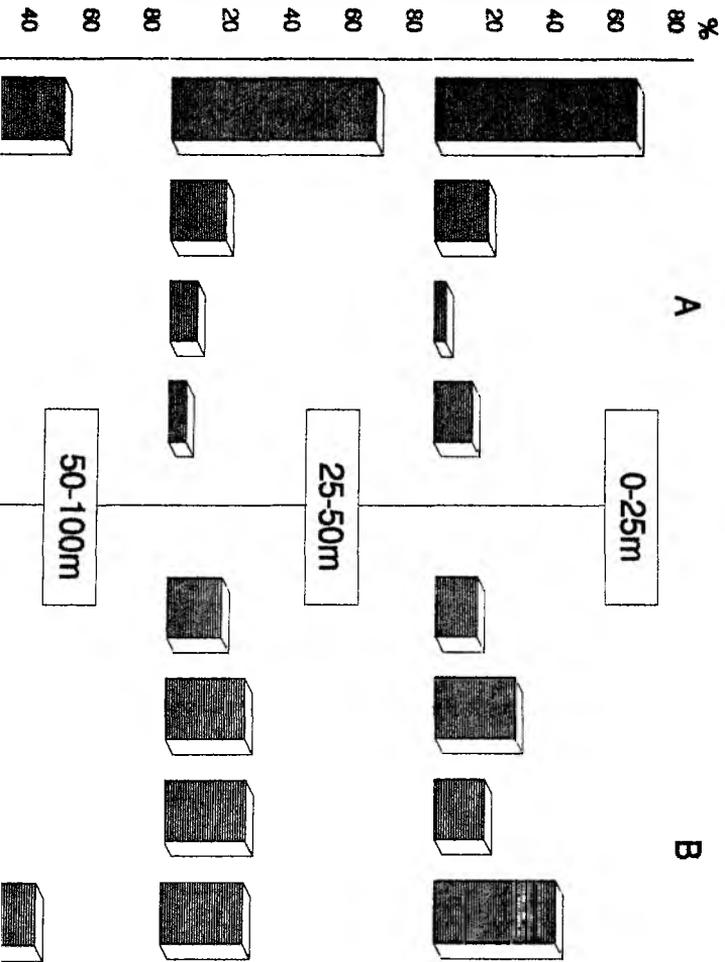


Fig. 3.1.7.2.1 Mean percent within the 4 size fractions. A. Abundance and B. biomass (dry weight).

ERGEBNISSE



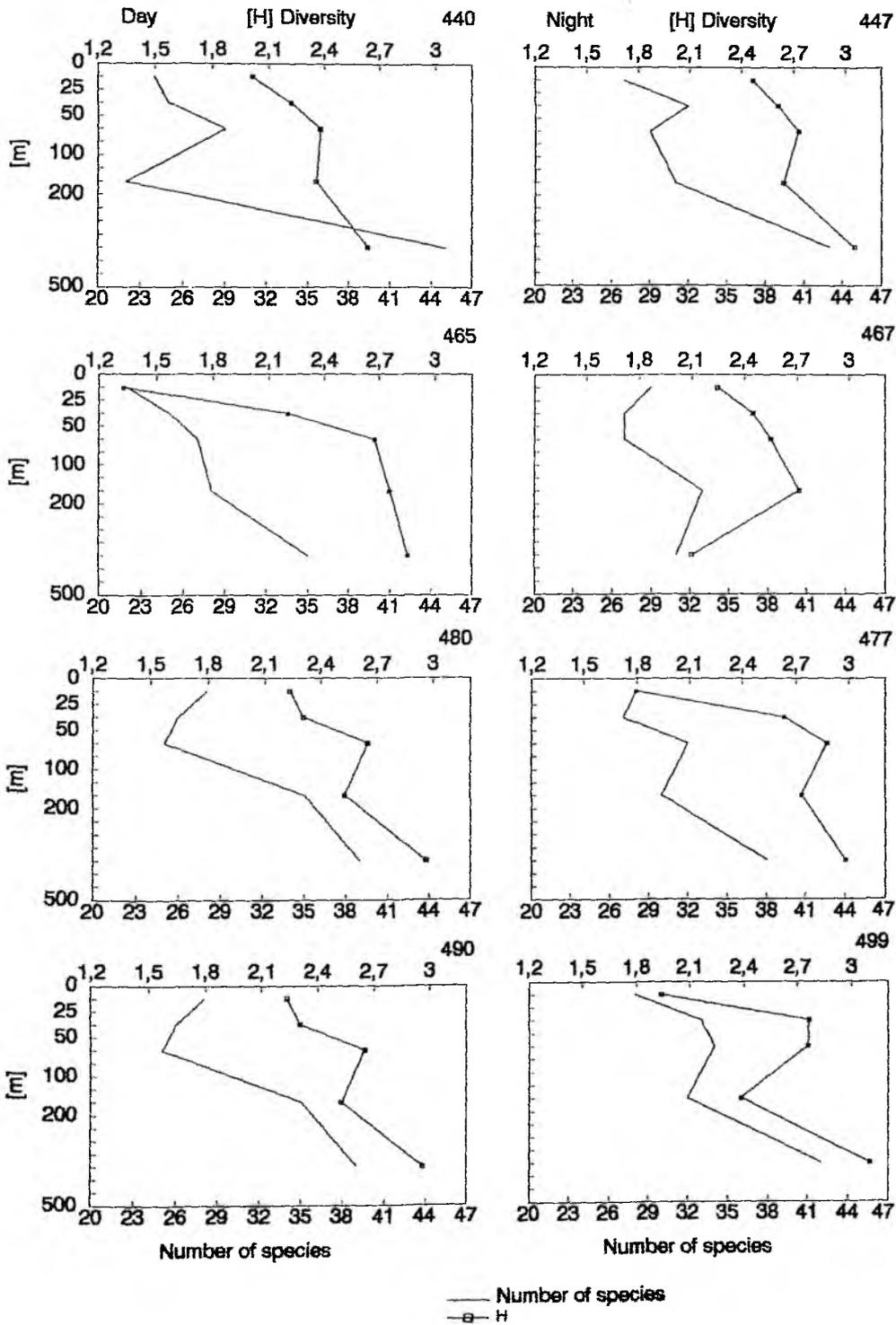


Fig. 3.8.1 Species number and diversity for each station during III. drift experiment.

wurden immer mehr Arten in der Stufe 25-50m gefunden als in der flachsten Stufe, abgesehen von der St. 467. Die Diversitätskurve zeigte bis St. 467 keine Änderung, d.h. die Diversität stieg mit der Tiefe an (Tab. 3.1.8.1). Jedoch trat auf der St. 467 der niedrigste Wert (Artenzahl und Diversität) in der Stufe 200-500m auf, obwohl der Unterschied hinsichtlich der Artenzahl zu den oberen Stufen gering war. Auch die Äquität zeigte einen Minimalwert auf dieser Stufe. Auf den übrigen Stationen blieb die Äquität auf dieser Stufe aber nahezu konstant. In der antizyklonalen Driftbahn wurden niedrigere Diversitätswerte in der Stufe 100-200m als in der 50-100m Schicht festgestellt. Die höchsten Diversitäten traten auf der St. 490 und 499 auf. Das Gleiche gilt für die Äquitätswerte (Tab. 3.1.8.1). Insgesamt war die Diversität in den obersten Tiefenstufen vorwiegend eine Funktion der Artenzahl. Allerdings ist deutlich zu erkennen, daß die Artenzahl auf der Stufe 200-500m, trotz einer fast unveränderten Individuenkonzentration (Tab. E, Anhang), im Laufe des Driftexperimentes deutlich zunahm. Die niedrigen Diversitätswerte spiegelten insofern nur niedrige Äquitätswerte wider.

Tab. 3.1.8.1 Artenzahl, Diversitäts- und Äquitätswerte, III DE.

Tiefe	Stationen							
	440	447	465	467	477	480	490	499
Artenzahl								
0-25m	24	27	22	29	28	28	22	28
25-50m	25	32	25	27	27	26	22	33
50-100m	29	29	27	27	32	25	29	39
100-200m	22	31	28	33	30	35	30	32
200-500m	45	43	35	31	38	39	45	42
Diversität								
0-25m	2.0	2.5	1.3	2.2	1.8	2.2	1.8	1.9
25-50m	2.2	2.6	2.2	2.5	2.6	2.3	2.1	2.8
50-100m	2.4	2.7	2.7	2.5	2.9	2.6	2.8	2.7
100-200m	2.4	2.6	2.8	2.7	2.8	2.5	2.6	2.4
100-200m	2.6	3.0	2.8	2.1	3.0	3.0	3.1	3.1
Äquität								
0-25m	0.69	0.75	0.43	0.67	0.54	0.67	0.60	0.58
25-50m	0.69	0.75	0.68	0.74	0.80	0.71	0.67	0.79
50-100m	0.76	0.81	0.81	0.77	0.83	0.82	0.83	0.78
100-200m	0.70	0.77	0.81	0.78	0.81	0.71	0.78	0.68
200-500m	0.63	0.81	0.80	0.61	0.82	0.81	0.81	0.93

Die Tab. 3.1.8.2 faßt die berechneten Parameter für die Artenverteilung im Laufe des Driftexperimentes für die beiden unterschiedlichen Wassermassenstrukturen zusammen. Die

ERGEBNISSE

Arten wurden entsprechend ihrer Dominanz aufgelistet. Sieben Arten und fünf zu verschiedenen Gattungen gehörenden Copepoditstadien machten 90% der Dominanz in der zyklonalen Wasserstruktur aus. Hierfür waren zweifellos *Paracalanus parvus*, calanoide Copepoditen und *Oithona* spp. Copepoditen verantwortlich. Obwohl Arten wie *Ctenocalanus vanus*, *Clausocalanus pergens*, *Calocalanus plumatus* und *C. pavoninus* keine extreme Dominanz zeigten, traten sie häufig auf. Die Copepoditstadien von Calanoiden, *Oithona* spp., *Clausocalanus* spp., und die Art *Calocalanus plumatus* waren auf allen Tiefen präsent. Trotz ihrer Dominanz wurde *P. parvus* auf die neunte Stelle bezüglich ihres biologischen Index eingestuft. Copepoditstadien verschiedener Gattungen nahmen fünf Plätze

Tab. 3.1.8.2 Dominanz, Präsenz, Biologischer Index (BI) und der "Grad der Assoziation bezüglich der Individuen" (GAI)

Art	I Wasserstruktur				II Wasserstruktur			
	Dominanz (%)	Präsenz (%)	BI	GAI (%)	Dominanz (%)	Präsenz (%)	BI	GAI (%)
<i>Paracalanus parvus</i>	31	75	29	23,6	40	95	40	76
Copepoditen								
Calanoiden	13	100	71	41	7,5	100	68	59
<i>Oithona</i> spp.	12	100	68	30	11	100	78	70
Copepoditen								
<i>Ctenocalanus vanus</i>	8,0	80	47	27	9	100	70	73
<i>Clausocalanus pergens</i>	6,5	90	54	36	4,7	100	57	64
<i>Clausocalanus</i>								
Copepoditen	4,1	100	34	36	3,0	95	12	64
<i>Calocalanus plumatus</i>	4,0	100	62	36	2,8	100	53	64
<i>Oithona similis</i>	3,1	85	20	26	3,5	95	18	74
<i>Metridia</i> spp.								
Copepoditen	2,8	95	37	43	1,5	90	25	57
<i>Calocalanus styliremis</i>	2,1	80	14	41	1,2	90	8	59
<i>C. pavoninus</i>	1,8	80	16	41	1,0	90	10	80
<i>Calocalanus</i>								
Copepoditen	1,5	90	8	23	2,0	90	10	76
<i>Pleuromamma</i> spp.								
Copepoditen	1,4	85	34	25	1,7	85	21	74
<i>Oithona plumifera</i>	1,3	95	12	32	1,1	100	29	68
<i>Oithona</i> spp.								
Männchen	1,1	85	4	27	1,2	90	1	73
<i>Oithona setigera</i>	0,7	80	6	20	1,2	90	10	53
<i>Oithona nana</i>	0,4	15	7	< 1	2,0	60	4	93
<i>Pleuromamma</i>	0,4	65	6	13	1,0	65	8	87
<i>gracilis</i>								

unter den nach dem biologischen Index angeordneten ersten 10 Arten ein. Während der antizyklonalen Driftbahn dominierten weiterhin *P. parvus*, *Oithona* spp. Copepoditen, aber *Ctenocalanus vanus* rückte auf den dritten Platz vor. Die Häufigkeit war für einige Arten im Vergleich zum zyklonalen Wirbel höher, z.B. für *Oncaea* spp. Männchen, *Microcalanus pusillus*, *Paracalanus parvus*, *Oithona nana*, *Mesocalanus tenuicornis* und *Eucalanus* spp. Copepoditen. Bei anderen Arten ergab sich praktisch keine Veränderung hinsichtlich ihrer Präsenz (*Metridia* spp. und *Calocalanus* spp. Copepoditen). Die Arten *Oithona plumifera*, *Ctenocalanus vanus*, *Clausocalanus pergens*, *Calocalanus plumatus* sowie die Entwicklungsstadien von *Oithona* spp. und Calanoiden waren in allen Tiefen präsent. Unter den ersten zehn nach dem BI aufgelisteten Arten trat nur die Art *O. plumifera* auf, die den Platz vierzehn im zyklonalen Wirbel hatte. Andererseits wurden die *Clausocalanus* spp. Copepoditen nicht unter den ersten zehn Plätzen gefunden. Die Verteilung der Arten nach dem BI (biologischer Index) hat gegenüber der totalen Dominanz den Vorteil, daß einmalig auftretende, extrem hohe Werte kein übergroßes Gewicht in der Berechnung erhalten.

Die Parameter Dominanz, als Maß der relativen Häufigkeit, Präsenz und der GAI-Index (siehe 2.6.5.1) als Maß für die Konzentration einzelner Arten in einer Stationsgruppe oder Tiefe ermöglichen zusammen eine Beschreibung der Charakterarten. Ihre Auswahl beschränkt sich für die beiden Wasserkörper aufgrund folgender Voraussetzungen:

- Dominanz innerhalb der Stationsgruppe > oder = 5%
- GAI > oder = 50%
- Präsenz innerhalb der Stationsgruppe > oder = 90%, damit mögliche methodische Fehler minimiert werden können.

Die Abb. 3.1.8.2 A zeigt die Charakterarten in beiden Teilen des Driftexperimentes. In der Stationsgruppe des zyklonalen Wirbels wurde keine Charakterart gefunden. In der Stationsgruppe der antizyklonalen Wasserkörperstruktur sind *Paracalanus parvus*, *Oithona* spp. Copepoditen, *Ctenocalanus vanus* und calanoide Copepoditen die Charakterarten. Dieselben Arten plus *Clausocalanus pergens* sind gleichzeitig die Charakterarten innerhalb der ersten 50m. *P. parvus* war mit dem höchsten Individuenbestand von allen Arten in dieser Tiefenstufe vertreten. In anderen Wasserschichten wurden Charakterarten nicht gefunden (Abb. 3.1.8.2 B).

3.1.9 Copepoden-Gemeinschaftsanalyse

3.1.9.1 Clusteranalyse und Multidimensionale Skalierung.

Wie schon erwähnt (siehe 2.6.6), ermöglichen die multivariablen Verfahren eine bessere Interpretation der Interaktionen innerhalb einer Lebensgemeinschaft. In der Folge werden die gewonnenen Ergebnisse aus der Anwendung der Cluster-Analyse und Multidimensionale Skalierung (MDS) vorgestellt. Die Anwendung der hier durchgeführten multivariablen

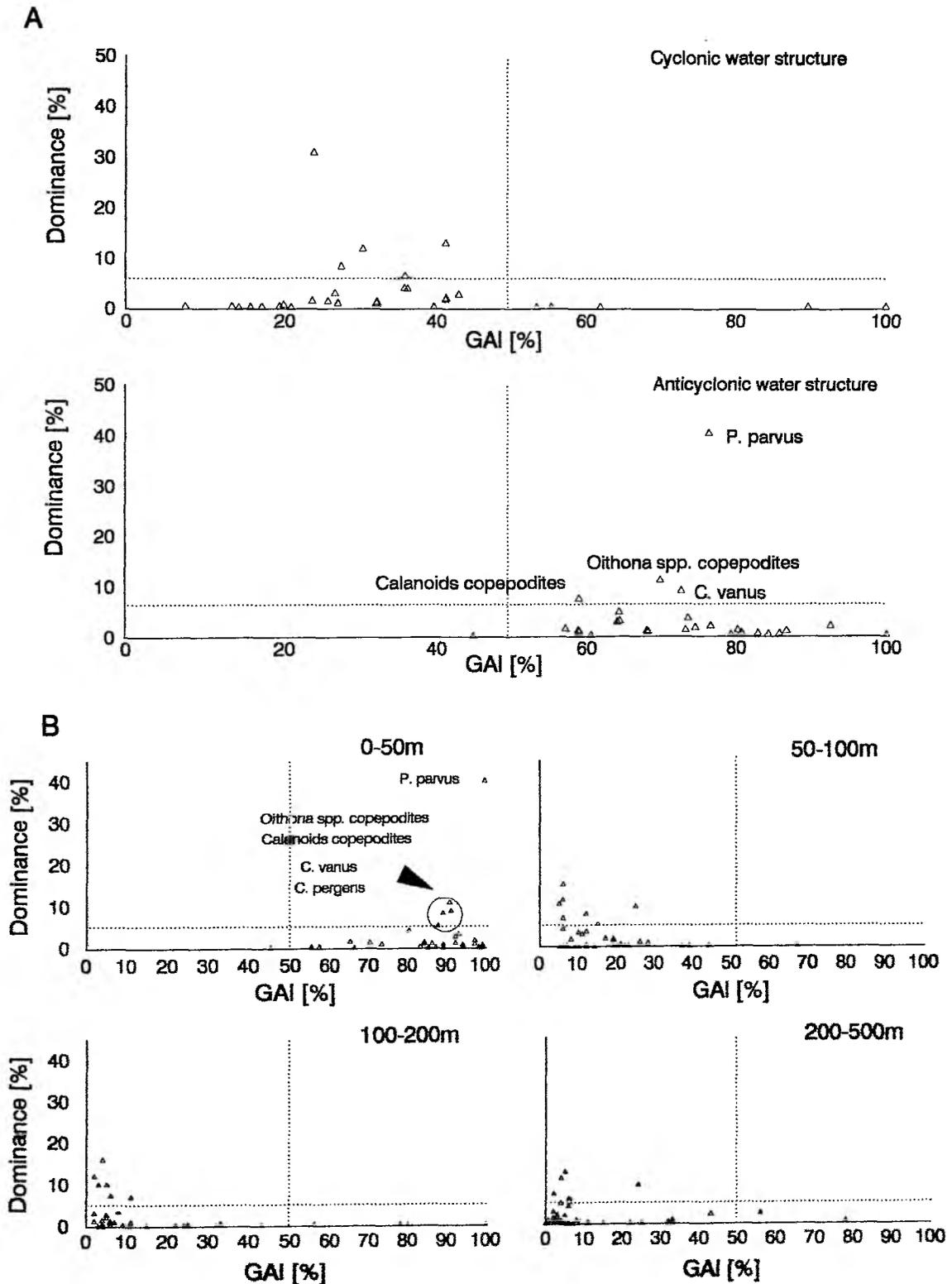


Fig.3.1.8.2 Characteristic species : A. depending on the oceanographical water structure, and B. depending on the depth interval.

Methoden benötigt die Erstellung von Datenmatrizen, die durch statistische Methoden, z.B. agglomerativ-hierarchische Methoden, weiter bearbeitet werden. Das Ergebnis ist eine Distanzmatrix, die die Ähnlichkeit zwischen den Objekten einstuft und die auch gleichzeitig als Clusterdendrogramm oder MDS-Diagramm dargestellt wird. Mit der Clusteranalyse wird zuerst eine Klassifikation der Variablen geschaffen, die der Zusammenfassung der Ähnlichkeiten in möglichst homogene Gruppen (Cluster) entspricht. Diese Cluster spiegeln jedoch nur eine unsortierte Anordnung wider, die durch die MDS sortierbar gemacht wird.

In allen Fällen wurde für die Clusteranalyse die UPGMA-Linkage (Unweighted Pair Group Method using arithmetic Average) als Clusterstrategie ausgewählt. Die Cluster-Strategien dienen dazu, um eine sukzessive Einteilung der Objekte in Cluster zunehmend höherer Ordnung vornehmen zu können. Dies geschieht durch einen Vergleich zwischen einem einzelnen Objekt und einem Cluster bzw. zwischen den Cluster (Auflösung). Die UPGMA-Linkage entspricht der Differenz zwischen den arithmetischen Mitteln der (Dis)- Similaritäten zwischen den Objekten innerhalb des Clusters (PIEPENBURG, 1988).

3.1.9.1.1 Gruppierung der Einzelproben

Hierbei soll untersucht werden, ob Unterschiede zwischen den einzelnen Proben sowohl in der horizontalen (Stationen) als auch in der vertikalen (Fangstufen) Richtung auftraten. Zur Gruppierung der Einzelproben, d.h. die Verteilung der Ähnlichkeit über die einzelnen Proben (Q-Analyse oder Normal Analyse), lagen Quadratwurzel der Quadratwurzel transformierte Individuenkonzentrationen für in mehr als einer Probe vertretene Arten zugrunde (insgesamt 67 Arten in 40 Proben). Der Bray-Curtis Index wurde als Distanzmaß gewählt.

Das hieraus resultierende Dendrogramm (Abb. 3.1.9.1.1.1) ließ zwei Hauptcluster erkennen. Der Cluster A zeigte einen komplizierten Aufbau. Hierfür lassen sich zwei klar abgegrenzte Untergruppen unterscheiden. Der Cluster B wurde von zwei fast ähnlich großen Untergruppen gebildet. Bei der Aufteilung der Proben in Cluster A und B, wobei ein deutliches räumliches Muster zwischen flachen und tiefen Proben festgestellt wurde, lassen sich innerhalb beider Cluster noch weitere Muster erkennen. Dem Cluster A (1) gehörten, mit einer Ausnahme, überwiegend Proben der flachsten Stufe und Proben aus der Stufe 25-50m. Cluster B (1) enthielt Proben, mit nur einer deutlichen Ausnahme (St. 467, Stufe 25-50m), aus den Schichten 50-100m und 100-200m. Andererseits wurde der Cluster B (2) nur durch Proben aus der tiefsten Fangstufe (200-500m) gebildet. Insgesamt zeigte die Analyse der 40 einzelnen Proben nur eine vertikale Variation in der Verteilung der Copepoden, die sehr entscheidend die Ähnlichkeitsstruktur beeinflusste. Unterschiede traten nur in geringen Maß hervor, z.B. bei Cluster B (2). Als Unterstützung für das resultierende Dendrogramm wurde die MDS durchgeführt, die die Ähnlichkeit zwischen Objekten als räumliche Abstände (Distanzmatrix) darstellt (Siehe 2.6.6.). Die MDS repräsentiert eine Ergänzung zur Clusteranalyse, da mit Hilfe eines MDS-Diagramms erkannt wird, ob die einzelnen

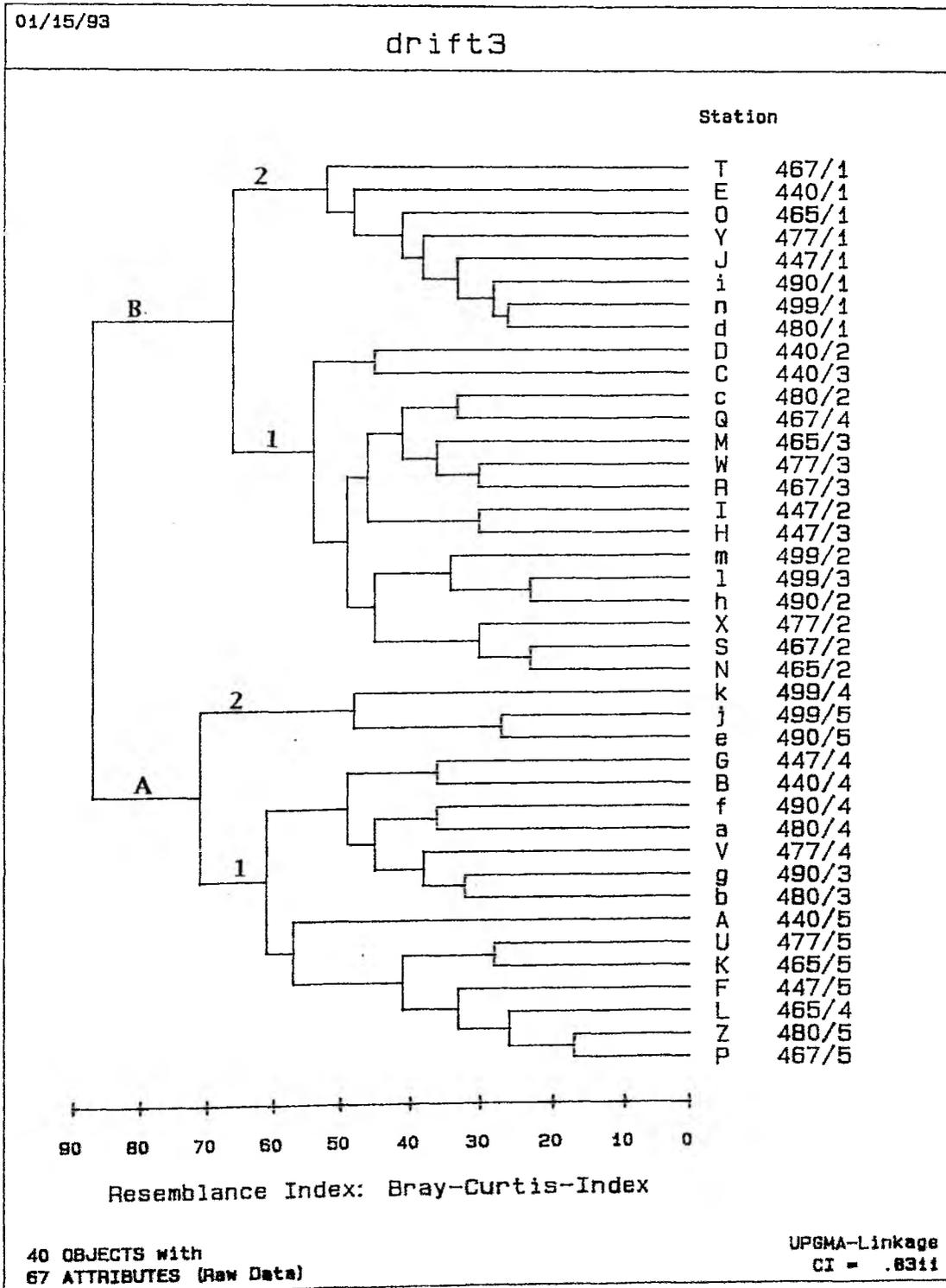


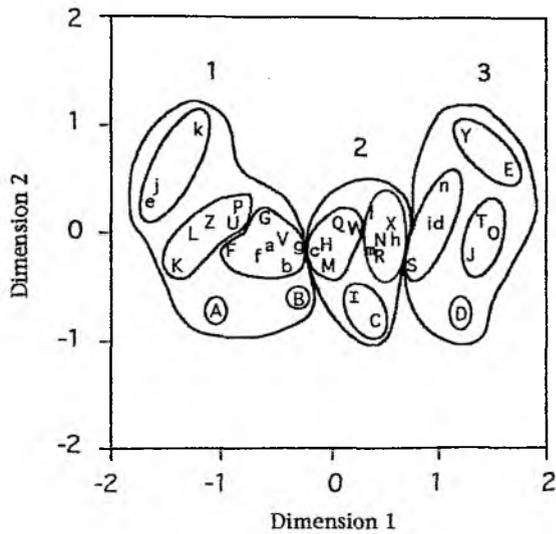
Fig. 3.1.9.1.1.1 Cluster analysis between stations (0-500m) based on abundance data and UPGMA procedure.

Objekte klar getrennten Einheiten oder Strukturen angehören oder Teile eines Ähnlichkeitsgradientes darstellen. Alle MDS-Diagramme wurden mit dem Kruskal-Verfahren ausgeführt. Damit wurden zugrundeliegende Datenmatrizen, die für die Clusteranalyse benutzt wurden, weiter bearbeitet. Diese Analyse ergab im wesentlichen die gleiche Struktur wie das Dendrogramm. Im allgemeinen beherrschte die Dimension 1 die Ausrichtung der Stationen bzw. Fangstufen (Abb. 3.1.9.1.1.2). Die erhaltenen Anordnungsmuster wiesen die Bildung von drei Hauptgruppen auf. Die Gruppe 1 wurde durch die Oberflächenschichten gebildet, dabei wurden auch mittlere Schichten eingeschlossen. Die Gruppe 2 gruppiert untere Tiefenstufen (50-100m, 100-200m). Die Stufe 25-50m auf der St. 467 zeigte eine nähere Ähnlichkeit mit dem Verteilungsmuster dieser Stufen. Andererseits spiegelte sich die Eigenständigkeit der tiefsten Stufe in der Gruppe 3 wider. Hier wurden auch die Stufen 100-200m der Stationen 440 und 467 eingeordnet.

Insgesamt konnte durch diese Methode keine deutliche Abgrenzung zwischen den beiden Wassermassenstrukturen nachgewiesen werden. Die Anordnungsmuster waren sowohl von Stationen bzw. Fangstufen aus dem zyklonalen als auch aus dem antizyklonalen Wirbel in fast gleichen Gewichten vertreten.

3.1.9.2. Gruppierung der Arten

Für die Gruppierung der Arten wurden die Datenmatrizen im Prozentgaben verwandelt, um zu vermeiden, daß die Ähnlichkeit zwischen Verteilungsmustern nicht von absoluten Häufigkeitswerten abhängen. Hier soll untersucht werden, welche Arten ähnliche Verteilungsmuster aufweisen, welche Verteilungsart auftritt und welche Gemeinschaft wo dominiert. Dafür wurde auch der Bray-Curtis Index gewählt. Drei Hauptcluster lassen sich in der Abb. 3.1.9.2.1 unterscheiden, nämlich A, B und C. Innerhalb jedes Clusters sind auch Untergruppen zu differenzieren. Cluster A enthält überwiegend Copepoditstadien verschiedener Gattungen, z.B. *Calocalanus*, *Clausocalanus*, *Oithona*, *Metridia*, *Pleuromamma* sowie häufige in Oberflächennähe auftretende Arten, darunter *P. parvus*, *C. pergens*, *C. plumatus* und *Oithona similis*. Auffällig ist, daß drei der vier Charakterarten der antizyklonalen Wassermassestruktur in den Cluster A2 gruppiert sind. Die in Cluster 1 (A) und 2 (A) gruppierten Arten waren durch einen flachen Verteilungsschwerpunkt gekennzeichnet. Der Cluster B umfaßt vorwiegend Arten mit einem tiefen Verteilungsschwerpunkt während des Tages (selten unter 200m), aber flachen in der Nacht, z.B. *Heterorhabdus papilliger*, *Pleuromamma gracilis*, *Microcalanus pusillus* und *Lucicutia flavicornis*, aber auch Arten, die sich in der mittleren Schicht befanden (*O. setigera* und *Oncaea* spp. Copepoditen). Cluster C erfaßt vorwiegend Arten mit tiefen Verteilungsschwerpunkten, die in der Regel am Tage zwischen 100 und 200m Tiefe lagen, wie es der Fall für *Conocoea gracilis*, *Mormonilla phasma*, *Spinocalanus magnus* und *S. abyssalis* war oder tiefer wie bei *Pleuromamma robusta*, *Undeuchaeta plumata*, *Oncaea similis* oder *Heterorhabdus clausii*. Es ist ersichtlich, daß eine signifikante Zahl



VARIABLE	DIMENSION		PLOT	VARIATION	DIMENSION		PLOT
	1	2			1	2	
ST 440/5	-1,04	-0,74	A	ST 477/5	-0,92	0,13	U
ST 440/4	-0,60	-0,52	B	ST 477/4	-0,46	0,05	V
ST 440/3	0,42	-0,82	C	ST 477/3	0,20	0,04	W
ST 440/2	1,14	-0,75	D	ST 477/2	0,54	0,11	X
ST 440/1	1,66	0,57	E	ST 477/1	1,31	0,91	Y
ST 447/5	1,66	0,06	F	ST 480/5	-1,07	0,10	Z
ST 447/4	-0,59	0,19	G	ST 480/4	-0,54	-0,13	a
ST 447/3	-0,03	-0,10	H	ST 480/3	-0,47	-0,24	b
ST 447/2	0,21	-1,57	I	ST 480/2	0,17	0,20	c
ST 447/1	1,29	-0,18	J	ST 480/1	0,99	0,15	d
ST 465/5	-1,43	-0,33	K	ST 490/5	-1,68	0,27	e
ST 465/4	-1,30	-0,03	L	ST 490/4	-0,75	-0,24	f
ST 465/3	-0,06	-0,26	M	ST 490/3	-0,34	-0,14	g
ST 465/2	0,47	-0,08	N	ST 490/2	0,51	0,05	h
ST 465/1	1,51	-0,01	O	ST 490/1	0,89	0,09	i
ST 467/5	-0,86	0,23	P	ST 499/5	-1,52	0,72	j
ST 467/4	0,05	0,09	Q	ST 499/4	-1,23	0,94	k
ST 467/3	0,46	-0,21	R	ST 499/3	0,43	0,28	l
ST 467/2	0,75	-0,27	S	ST 499/2	0,40	-0,13	m
ST 467/1	1,39	0,12	T	ST 499/1	1,04	0,47	n

Depth horizon:

- 5 = 0-25 m
- 4 = 25-50 m
- 3 = 50-100 m
- 2 = 100-200 m
- 1 = 200-500 m

Fig. 3.1.9.1.1.2 Multidimensional scaling between stations (0-500m).

von seltenen Arten im Cluster C erfaßt wurde. Insgesamt waren die Arten in Cluster B und C durch einen tieferen Aufenthalt am Tage und einen flacheren in der Nacht charakterisiert als die Arten von Cluster A, die normalerweise offenbar nur innerhalb der oberen 50m wanderten. Die Tab. 3.1.9.2.1 zeigt die Zusammensetzung der verschiedenen Cluster.

Die Abb. 3.1.9.2.2 erfaßt die durchgeführte MDS-Analyse zur Gruppierung der Arten als Ergänzung der Clusteranalyse. Hierbei lassen sich folgende Anordnungsmuster erkennen. Im Gegensatz zur Probengruppierung erstreckt sich die Ausrichtung der Arten auf beide Dimensionen. Jedoch lassen sich drei verschiedenen Gruppen unterscheiden. Die Gruppe 1 enthält typisch mesopelagische Arten. Die Gruppen 2 und 3 umfassen überwiegend zwischen 100-200m vorkommende Arten sowie Arten, die nicht oft auftraten. Die Gruppe 4 zeigt eine geschlossene Einheit, die zu einer Abgrenzung der meist innerhalb der oberen 50m Tiefe auftretenden Arten sowie Entwicklungsstadien verschiedener Gattungen führt.

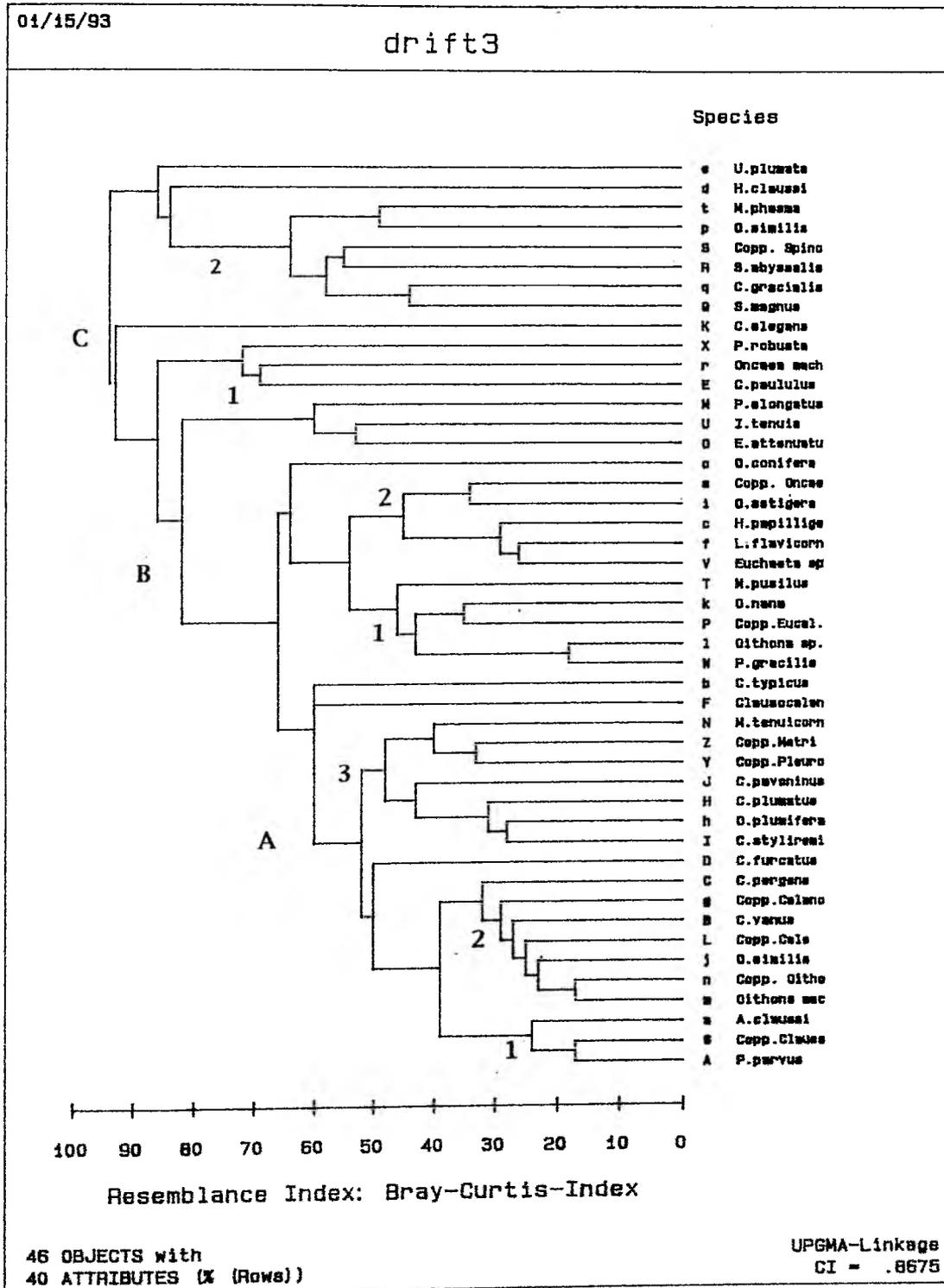
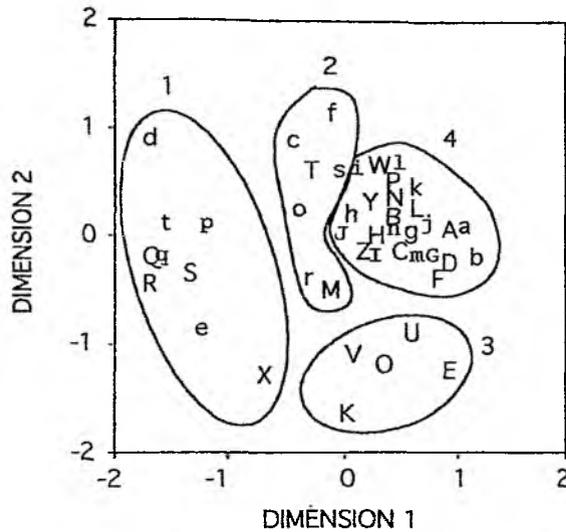


Fig. 3.1.9.2.1 Cluster analysis between distribution patterns of species.

Tab. 3.1.9.2.1 Zusammensetzung der Dendrogramme aus der Abb. 3.1.9.2.1, III DE. (Die Arten sind nach der Unähnlichkeit angeordnet)

Cluster A	Cluster B	Cluster C
Cluster A1	Cluster B1	Cluster C1
Paracalanus parvus Clausocalanus Coppten Acartia clausi	Pleuromamma gracilis Oithona Männchen Microcalanus pusillus	Eucalamus attenuatus Ischnocalanus tenuis Pseudocalanus elongatus Clausocalanus paululus Oncaea Männchen Pleuromamma robusta Calocalanus elegans
Cluster A2	Cluster B2	Cluster C2
Oithona sp Oithona spp. Coppten Oithona similis Calanoiden Copepoditen Ctenocalanus vanus Calocalanus Coppten Clausocalanus pergens Clausocalanus furcatus	Euchaeta sp. Lucicutia flavicornis Heterorhabdus papilliger Oithona setigera Oncaea spp. Copepoditen Oncaea conifera	Spinocalanus magnus Conocaea gracilis Spinocalanus abyssalis Spinocalanus Coppten Oncaea similis Mormonilla phasma Heterorhabdus clausi Undeuchaeta plumata
Cluster A3		
Calocalanus styliremis Oithona plumifera Calocalanus pavoninus Pleuromamma spp. Copepoditen Metridia spp. Copepoditen Mesocalanus tenuicornis Clausocalanus sp. Centropages typicus		



VARIABLE	DIMENSION		PLOT
	1	2	
Paracalanus parvus	0,95	0,01	A
Ctenocalanus vanus	0,44	0,11	B
Clausocalanus pergens	0,52	-0,11	C
C. furcatus	0,91	-0,25	D
C. paululus	0,89	-1,26	E
Copepodites Clausocalanus	0,80	-0,36	F
Clausocalanus sp.	0,74	-0,15	G
Calocalanus plumatus	0,27	0,00	H
C. styliremis	0,24	0,19	I
C. pavoninus	0,02	0,05	J
C. elegans	0,01	-1,68	K
Copepodites Calocalanus	0,58	0,19	L
Pseudocalanus elongatus	-0,17	-0,51	M
Mesocalanus tenuicornis	0,44	0,27	N
Eucalanus attenuatus	0,33	-1,19	O
Copepodites Eucalanus	0,39	0,51	P
Spinocalanus magnus	-1,69	-0,19	Q
S. abyssalis	-1,70	-0,46	R
Coppt. Spinocalanus spp.	-1,28	-0,42	S
Microcalanus pusillus	-0,28	0,57	T
Ischnocalanus tenuis	0,54	-0,88	U
Euchaeta sp.	-0,10	1,09	V
Pleuromamma gracilis	0,32	0,57	W
P. robusta	-0,72	-1,27	X
Copepodites Pleuromamma	0,21	0,28	Y
Copepodites Metridia	0,21	-0,09	Z
Acartia clausi	1,05	0,09	a
Centropages typicus	1,19	-0,19	b
Herorhabdus papilliger	-0,41	0,89	c
H. clausi	-1,70	0,92	d
Oithona plumifera	-1,18	-0,87	e
Lucicutia flavicornis	-0,11	1,20	f
Copepodites Calanoiden	0,55	0,02	g
Oithona plumifera	0,06	0,25	h
O. setigera	0,14	0,57	i
O. similis	0,64	0,11	j
O. nana	0,63	0,46	k
Oithona sp.	0,44	0,66	l
Oithona spp. male	0,53	0,17	m
Copepodites Oithona	0,43	0,15	n
Oncaea conifera	-0,39	0,26	o
O. similis	-1,17	0,12	p
Conocaea gracilis	-1,60	-0,14	q
Oncaea spp. male	-0,29	-0,40	r
Copepodites Oncaea spp.	-0,07	0,59	s
Mormonilla phasma	-1,56	0,13	t

Fig. 3.1.9.2.2 Multidimensional scaling between distribution patterns of species.

3.2. Driftexperiment IV

3.2.1. Hydrographie

Kurz vor dem Beginn der Untersuchung dieses Gebietes wurde der obere Teil der Wassersäule durch einen Sturm stark durchmischt. Daher war noch keine stärkere Schichtung der Wassersäule gebildet.

Die zuerst ausgeführten hydrographischen Messungen im Untersuchungsgebiet zeigten den Einfluß einer östlichen Strömung in der späteren nordöstlichen Driftbahn. Eine höhere Planktonkonzentration, die den Ausschlag für die Positionierung des Drifters gab, war südwestlich der Driftbahn aufgetreten. Der Drifter beschrieb einen antizyklonalen Halbkreis (Abb. 3.2.1.1).

Während des Driftexperimentes erwärmte sich die Oberflächenschicht von 9,2 auf 10,0 °C (Abb. 3.2.1.2). Dies führte zu einer stabilen Stratifizierung der Wassersäule mit einer Sprungschicht zwischen 15 und 30m (Abb. 3.2.1.3).

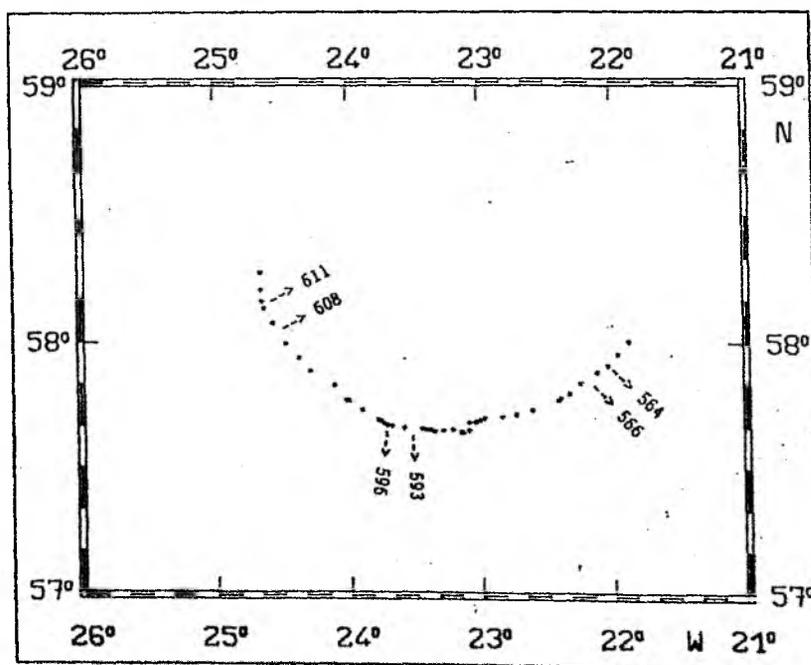


Fig. 3.2.1.1 Map of the investigated stations from 58°N 20°W.

3.2.2. Trockengewicht und Kohlenstoffgehalt des Mesozooplanktons

Das Trockengewicht des Mesozooplanktons (TG) schwankte während der Untersuchungsdauer zwischen 6838 mg*m⁻² (St.564) und 12120 mg*m⁻² (St. 596). Das aschefreie Trockengewicht (AFTG) betrug zwischen 4655 mg*m⁻² (ST. 564) und 9840 mg*m⁻² (St. 596). Der Anteil an organischer Substanz variierte zwischen 74% (St. 601 und 606) und 83% (St. 562) (Abb. 3.2.2.1).

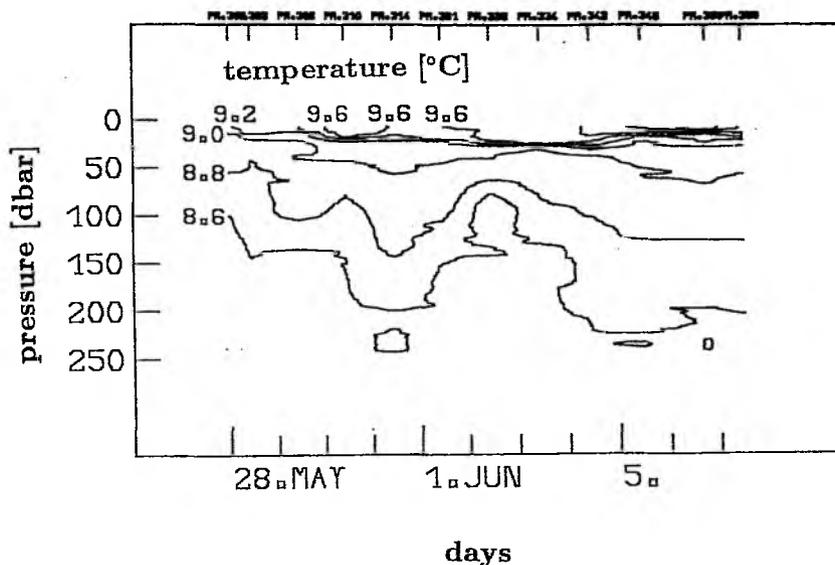


Fig. 3.2.1.2 Temperature profile during IV drift experiment.

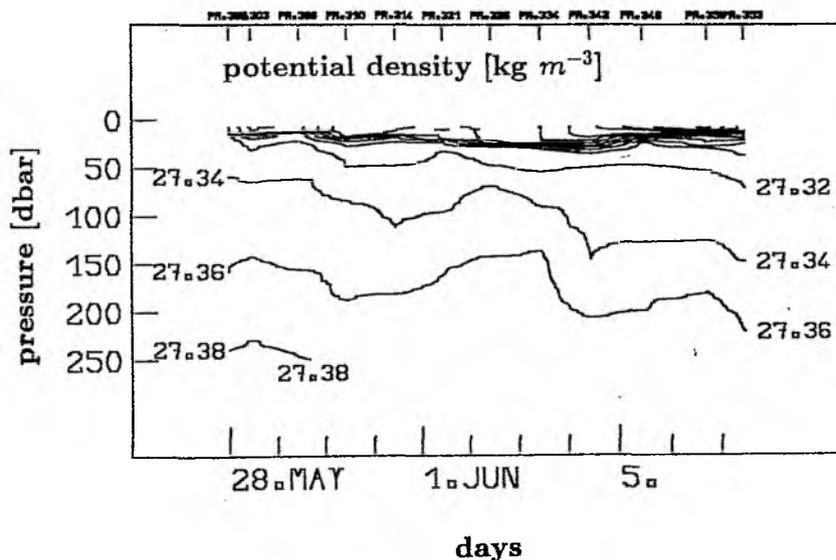


Fig. 3.2.1.3 Density profile during IV drift experiment.

Während der gesamten Untersuchungsdauer waren die Biomassewerte der Nachfänge in der Regel höher als die der Tagfänge. Am Anfang des Driftexperimentes wurden TG - Werte in der gesamten Wassersäule von über $6000 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2}$ gemessen. Eine allmähliche Zunahme erfolgte bis $7000 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2}$, und die höchsten Werte wurden am 4.6., dem fünften Tag seit Beginn des Driftexperimentes, mit über $10000 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2}$ auf den St. 593 und 596 erreicht. Nach diesem Tag nahm das TG im Laufe der Zeit auffällig ab und betrug am zehnten Tag nur $6041 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2}$ auf der St. 616. Die akkumulative mittlere Biomassetiefe des Mesozooplanktons (AMBTM) wurde bei 60% der Stationen in der Fangstufe 25-50m gefunden. In den übrigen Fällen lag die AMBTM in der Fangstufe 50-100m. Der prozentuale Beitrag der einzelnen Tiefenstufen an der gesamten Biomassekonzentration läßt sich aus der Abb. 3.2.2.2 erkennen. Auf allen Stationen wurden über 50% der Biomasse innerhalb der obersten 100m festgestellt.

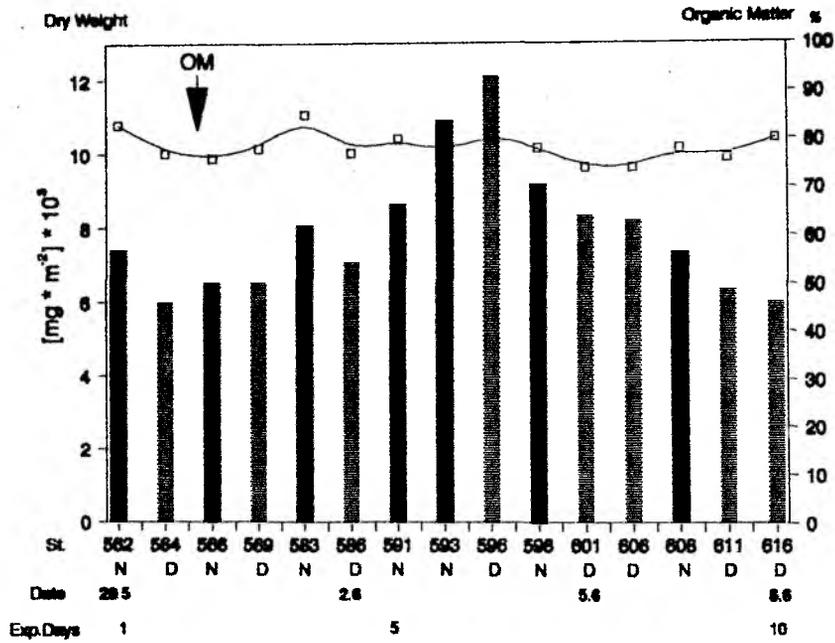


Fig. 3.2.2.1 Total standing stock of mesozooplankton (0-500m) expressed as dry weight per m^2 . The squares represent the values of organic matter as percent from dry weight.

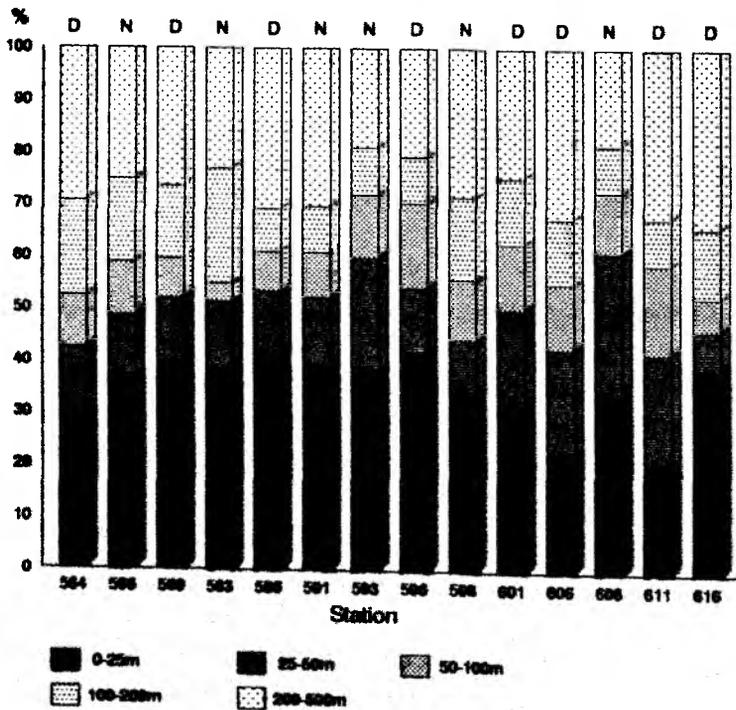


Fig. 3.2.2.2 Percent contribution to standing stock of the different depths.

Einen wichtigen Anteil (rd. 25%) für die meisten Stationen machte die Stufe 200-500m aus.

Eine deutliche Beziehung zwischen organischer Substanz und Trockengewicht spiegelt sich in Abb. 3.2.2.3 und Tab. 3.2.2.1 wider. Signifikante Korrelationskoeffizienten ergaben sich für alle Tiefenstufen.

Der Kohlenstoffgehalt variierte zwischen 2303 mg C*m⁻² (St. 564) bis 4147 mg C*m⁻² (St. 596). Die Abb. 3.2.2.4 stellt die Kohlenstoffgehaltsschwankungen innerhalb der obersten 100m dar, in denen sich die Hälfte bis zwei Drittel des Gesamtgehaltes befanden (Tab. A , Anhang). Es zeigte sich kein deutlicher zeitlicher Unterschied im Laufe des Driftexperimentes. Der Mittelwert für die Tagesfänge betrug 1822 +- 706 mgC*m⁻² (V.K. 38.7%) und für die Nachtfänge 2036 +- 512 mgC*m⁻² (V.K. 25%). Höhere Kohlenstoffwerte über 2900 mgC*m⁻² wurden auf den St. 593 und 596 angetroffen.

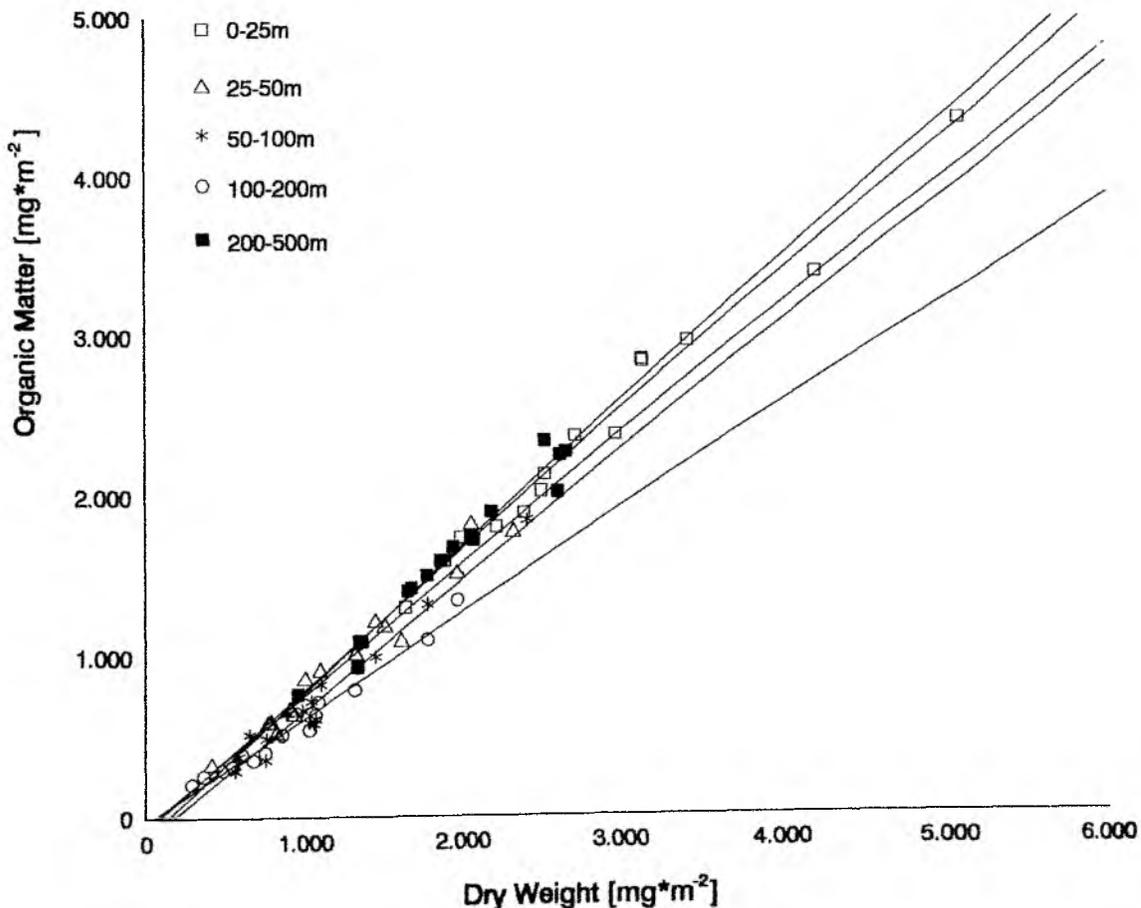


Fig. 3.2.2.3 Relationship between dry weight and organic matter.

Tab. 3.2.2.1 Korrelationskoeffizienten zwischen organischer Substanz und Trockengewicht, IV DE.

Tiefenstufen	Regressionsgleichung	r (P<0.05,0.01)	N
0-25m	$y = -72.6 + 0.87x$	0.992	15
25-50m	$y = -49.1 + 0.81x$	0.981	15
50-100m	$y = -30.1 + 0.65x$	0.855	14
100-20m	$y = -139.3 + 0.81x$	0.981	15
200-500m	$y = -122.1 + 0.90x$	0.982	20

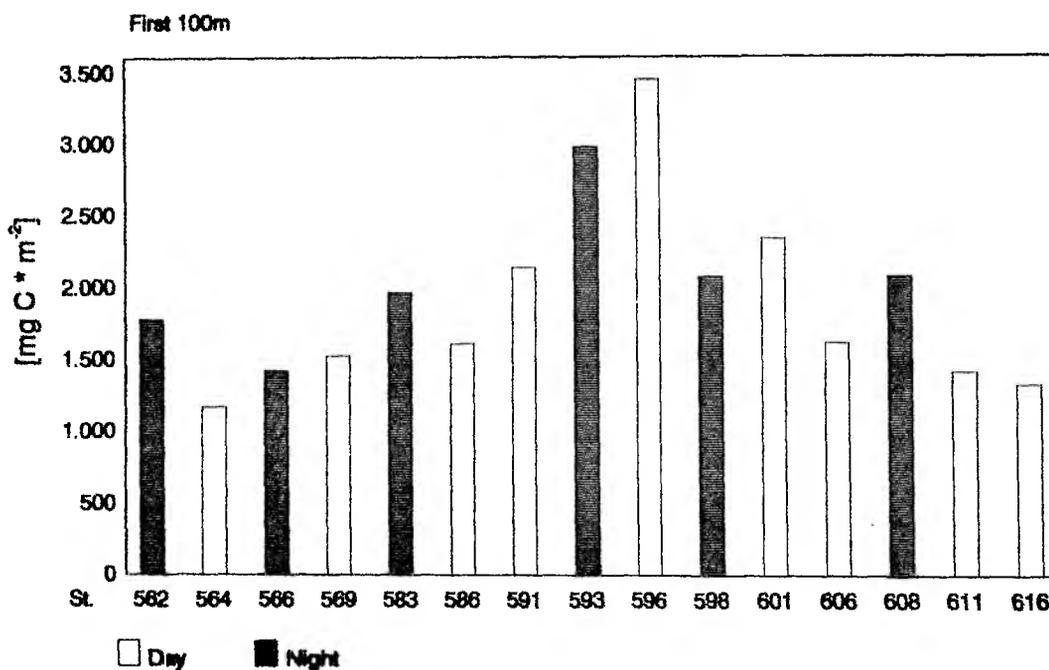


Fig. 3.2.2.4 Variation of carbon content in the upper 100m during IV drift experiment.

3.2.3. Vertikale Verteilung der Biomasse und des Mesozooplanktonbestandes

Die zeitliche Entwicklung der integrierten Abundanz und Biomasse als TG über die oberen 500m der Wassersäule ist in Abb. 3.2.3.1 A dargestellt. Im Laufe des Driftexperimentes verhielten sich Anzahl und Biomasse etwa parallel zueinander bis auf St. 593 und St. 596, auf denen sich das Verhältnis zwischen die Biomasse und Individuenbestand veränderte. Nach der St. 596 fiel die Abundanz von rd. $730 \cdot 10^3$ auf ca. $600 \cdot 10^3$ Individuen $\cdot m^{-2}$ (St.608). Andererseits ging die Biomasse von $12120 \text{ mgTG} \cdot m^{-2}$ auf nur $7347 \text{ mgTG} \cdot m^{-2}$ zurück. Eine leichte Abnahme erfolgte nach dem 7.Juni in der Abundanz ($550 \cdot 10^3$ Individuen $\cdot m^{-2}$ auf der St. 611). Die Biomasse nahm um rd. $1000 \text{ mgTG} \cdot m^{-2}$ weiter ab. Insgesamt zeigte die Biomasse (b' in Abb. 3.2.3.1 B) während des Driftexperimentes ein größeres Auf und Ab als die Abundanz (b), die im Mittel etwas abnahm.

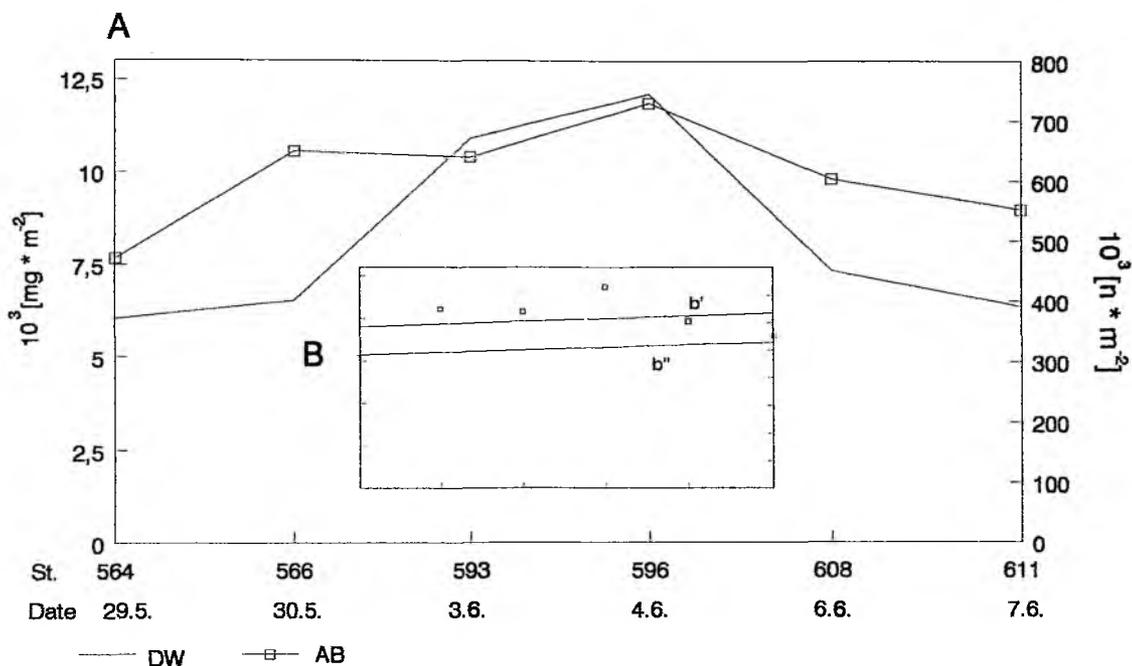


Fig. 3.2.3.1 Development of mesozooplankton dry weight and abundance during IV drift experiment.

Es wurden 8 verschiedene taxonomische Gruppen im Probenmaterial identifiziert (Tab. C, Anhang), wobei die Copepoden die häufigste Gruppe bildeten, gefolgt von Foraminiferen und Appendicularien. Die Tab. 3.2.3.1 zeigt das mittlere Verhältnis von Variationsbreite zur Standardabweichung. Es weist darauf hin, daß keine Normalverteilung der Gesamtabundanz während des Driftexperimentes vorgelegen hat. Es konnten keine signifikanten Differenzen in der Konzentration im Tagesrhythmus mit Hilfe eines U-Testes nachgewiesen werden (Tab. 3.2.3.2).

Tab. 3.2.3.1 Mittleres Verhältnis von Variationsbreite zur Standardabweichung zur Feststellung einer Normalverteilung.

Station	R_t	R
564	2.54	2.33 (bei N=5)
566	2.50	
593	2.42	
596	2.48	
608	2.46	
611	2.16	

Wenn $R_t >$ als R bedeutet es keine Normalverteilung der Werten. (nach CAVALLI-SFORZA, 1974, Tab.16.1, S.37).

Tab. 3.2.3.2 U-Test Werte für die Mesozooplanktonabundanz in Abhängigkeit vom Tagesrhythmus, IV DE.

Stationenpaare	U-Test (m=5, n=5, P<0.05)	
		Uhrzeit (UTC)
564-566	N.S.	14:30/00:00
596-593	N.S.	14:00/00:00
611-608	N.S.	14:00/00:00
564-596	N.S.	14:30/14:00
564-611	N.S.	14:30/14:00
566-593	N.S.	00:00/00:00
566-608	N.S.	00:00/00:00

Die Abb. 3.2.3.2 zeigt die vertikale Verteilung des Mesozooplanktons. Die höchsten Individuenkonzentrationen, abgesehen von St. 564, wurden auf der Fangstufe 0-25m festgestellt. In den Nachtfängen war die Abundanz immer höher als in den Tagesfängen. Auf den St. 564 und 566 wurde relativ hohe Konzentrationen auf den Stufe 100-200m (1600 und 1700 Individuen*m⁻³) nachgewiesen. Die Individuenkonzentration blieb innerhalb der untersten Fangstufe (200-500m) nahezu konstant (150-400 Individuen*m⁻³). Im allgemeinen befanden auf den St. 564 und 566 über 50% der Gesamtabundanz in den obersten 100m, während sich etwa 50% der Organismen auf den übrigen Stationen in den ersten 50m konzentrierten (Abb. 3.2.3.3). Die tiefste Fangstufe trug etwa 9% (St. 564) und 21% (St. 596) zum Gesamtbestand bei.

3.2.4. Abundanz und Kohlenstoffgehalt des Mesozooplanktons

Die vertikale Verteilung der Abundanz und ihrer Biomasse als Kohlenstoffgehalt aufgeschlüsselt nach Konzentration pro Tiefenstufen ist in der Abb. 3.2.4.1 dargestellt. Die Individuenkonzentration war innerhalb der oberen 50m am höchsten. Niedrige Kohlenstoffkonzentrationen wurden unterhalb von 100m festgestellt. Auf der Stufe 0-25m auf der St. 596 wurde der höchste Wert an Kohlenstoff gemessen (87 mgC*m⁻³). Unterschiede traten abhängig vom Tagesrhythmus auf. Höhere Abundanz wurden in der Nacht als am Tage nachgewiesen. Unterhalb von 100m blieb die Abundanz ziemlich konstant, doch schwankten die Kohlenstoffwerte zwischen 2,5 und 4 mgC*m⁻³. Nur auf der St. 608 wurden weniger als 2 mgC*m⁻³ festgestellt.

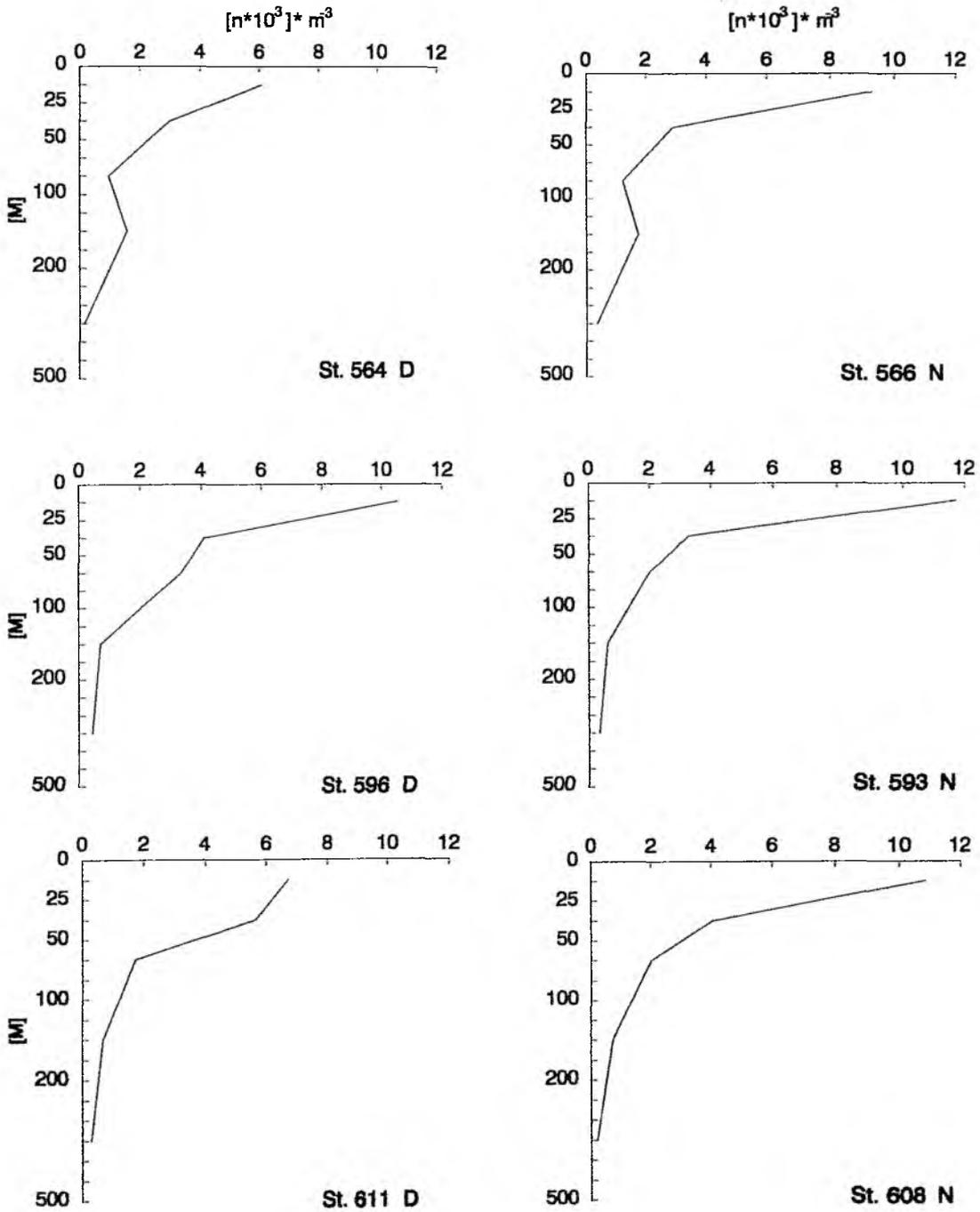


Fig. 3.2.3.2 Vertical distribution of mesozooplankton during IV drift experiment in day (N) and night (N) hauls.

Die Abb. 3.2.4.2 zeigt die lineare Korrelation zwischen der Kohlenstoffkonzentration und der Individuenkonzentration. Für alle Stationen wurden signifikante Korrelationskoeffizienten (Tab. 3.2.4.1) gefunden.

Hinsichtlich der Abundanz stellten die Copepoden als beherrschende Fraktion zwischen 73 (St. 596) und 81% (St.564) des gesamten Mesozooplanktonbestandes dar (Abb. 3.2.4.3).

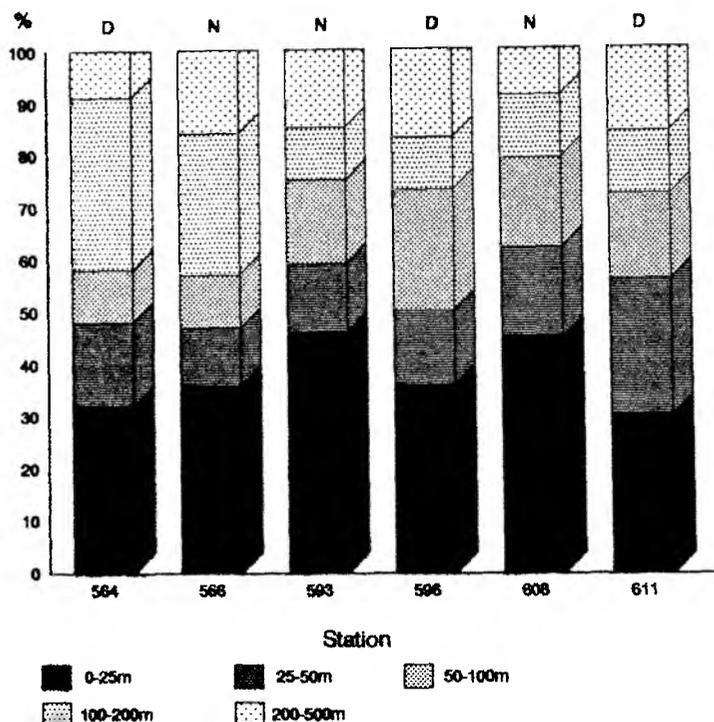


Fig. 3.2.3.3 Percent contribution to abundance of different depths.

Adulte Calanoide und ihre Entwicklungsstadien trugen im Laufe des Driftexperimentes zwischen 7% (St.564) und 23% (St.566) zum Gesamtbestand bei. Die Cyclopoiden, mit *Oithona* spp. als Hauptvertreter, variierten zwischen 50% (St.566) und 55% (St.611). Die Poecilostomatoiden Copepoden, nur durch *Oncaea* spp vertreten, wiesen einen bedeutenden Anteil in den unteren Fangstufen auf, insbesondere in der Tiefenstufe 200-500m. Ihr Anteil schwankte zwischen 4% (St.566,596 und 608) und 7% (St.564) und blieb ziemlich konstant im Laufe des Untersuchungszeitraumes. Die Art *Microsetella norvegica* machte 3% des Gesamtbestandes auf der St. 608 aus. Die Foraminiferen waren von spezieller Bedeutung. Sie trugen zum Gesamtbestand zwischen 11 (St. 564-593-608) und 20% (St. 596) bei. Die Appendicularien waren auch vertreten. Sie wurden auf St. 593-611 mit Anteilen von 3% und auf St. 608 mit einem Anteil von 7% festgestellt. Zu anderen Gruppen gehörende Organismen wie Chaetognathen und Larven hatten kaum einen Anteil am Gesamtbestand.

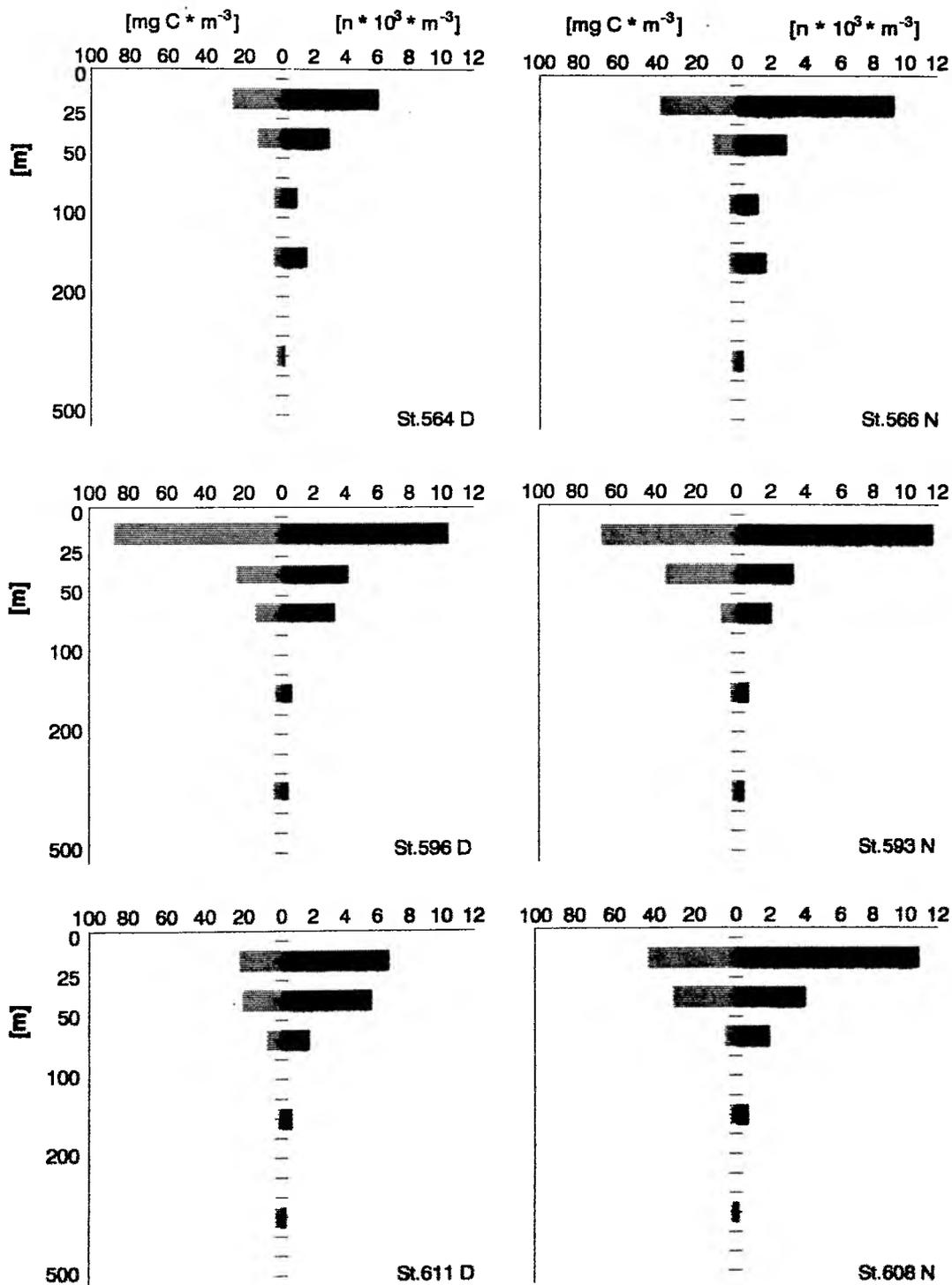


Fig. 3.2.4.1 Vertical distribution of abundance and standing stock of mesozooplankton expressed as mg Carbon per m^{-3} (D=day, N=night hauls).

3.2.5. Die Copepoden-Gemeinschaft

Insgesamt wurden 47 Arten von Copepoden bestimmt, wobei aber etwa 50% regelmäßig auftraten. Die Tab. 3.2.5.1 enthält die systematische Anordnung der gefundenen Arten. Eine umfangreiche Zusammenstellung der Copepoden-Arten befindet sich in der Tab. D des Anhangs.

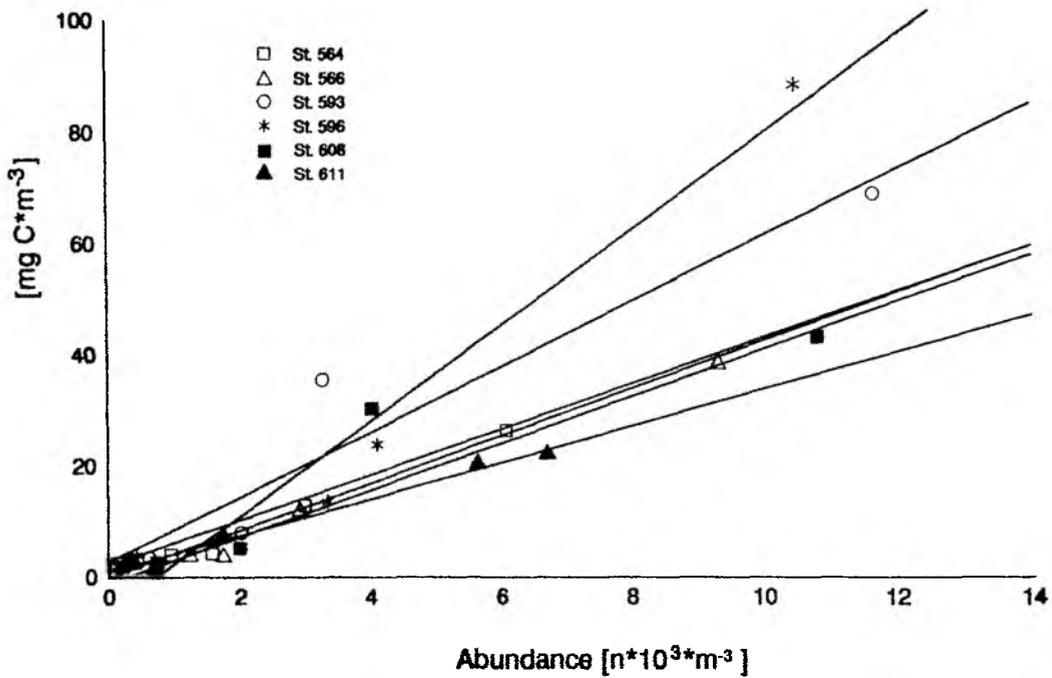
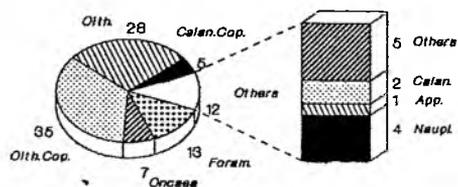


Fig. 3.2.4.2 Relationship between mesozooplankton abundance and carbon content.

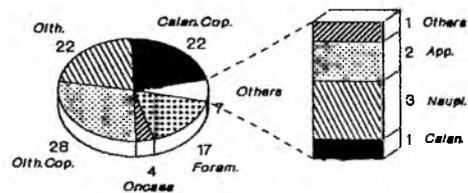
Tab. 3.2.4.1 Lineare Korrelation zwischen der Abundanz des Mesozooplanktons und dem Kohlenstoffgehalt auf den einzelnen Stationen, IV DE.

Station	Regressionsgleichung	r (P<0.05)	N
564	y= 0.5 + 4.2x	0.98	5
566	y= -1.1 + 4.1x	0.99	5
593	y= 2.7 + 5.8x	0.96	5
596	y= -6.0 + 8.5x	0.98	5
608	y= 2.1 + 4.0x	0.93	5
611	y= 1.0 + 3.2x	0.99	5

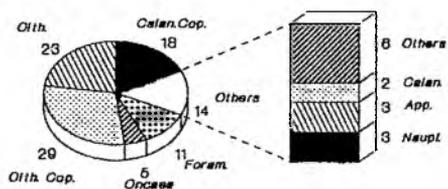
St. 564



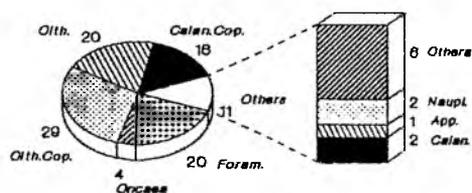
St. 566



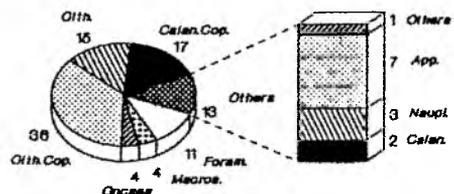
St. 593



St. 596



St. 608



St. 611

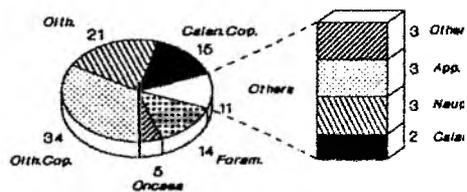


Fig. 3.2.4.3 Mesozooplankton species composition during IV drift experiment.

Tab. 3.2.5 Systematische Anordnung der gefundenen Copepoden-Arten (nach HYS & BOXSHALL, 1991), IV DE.

Ordnung	Familie	Anzahl der Arten
Calanoidea	Acartiidae	1
	Aetideidae	4
	Calanidae	2
	Calocalanidae	2
	Candacidae	1
	Clausocalanidae	6
	Eucalanidae	1
	Euchaetidae	1
	Heterorhabdidae	2
	Lucicutidae	1
	Metridinidae	4
	Paracalanidae	1
	Scolecithricidae	2
	Spinocalanidae	1
Cyclopoidea	Oithonidae	3
Mormonilloidea	Mormonillidae	1
Harpacticoidea	Clytemnestridae	1
	Ectinosomidae	1
Poecilostomatoidea	Oncacidae	9

Im Gegensatz zum III. DE trugen die Cyclopoiden über 75% zum Gesamtbestand bei. Ein maximaler Wert wurde auf der St. 596 mit über 350000 Individuen*m⁻² festgestellt (Abb. 3.2.5.1). Während der Untersuchungsdauer zeigte sich keine größere Variabilität. Die calanoiden Copepoden variierten wenig, nur am Anfang und am Ende der Driftstationen fiel die geringere Individuenkonzentration auf. Entgegen dem III. DE wurden Oncaciden in der gesamten Wassersäule gefunden, aber in niedrigen Beständen. Es wurde wie bei Calanoiden und Cyclopoiden kein bedeutsamer Unterschied im Tagesrhythmus festgestellt. Für die drei systematischen Gruppen traten leicht höhere Abundanzen in den Nachtfängen als in den Tagesfängen auf.

Am prozentualen Beitrag innerhalb einzelner Gruppen lassen sich aus der Abb. 3.2.5.2 die wichtigen Arten erkennen. Für die Calanoiden trugen zwei Arten, *Calanus finmarchicus* und *Microcalanus pusillus*, mit 20% (St.608) bis 82% (St.596, davon 68% nur *C. finmarchicus*) zum Gesamtindividuenbestand bei. Der Anteil der Copepoden- Nauplien (die Mehrzahl NIV-V) betrug zwischen 14% (St. 596) und 28% (St 564). Die Art *Metridia lucens* wurde nur am Ende des Driftexperimentes in höheren Anteilen festgestellt (21 und 13%, St. 608 und 611). Andere Metridiniden wie *Pleuromamma gracilis* und *P. robusta* wurden am häufigsten

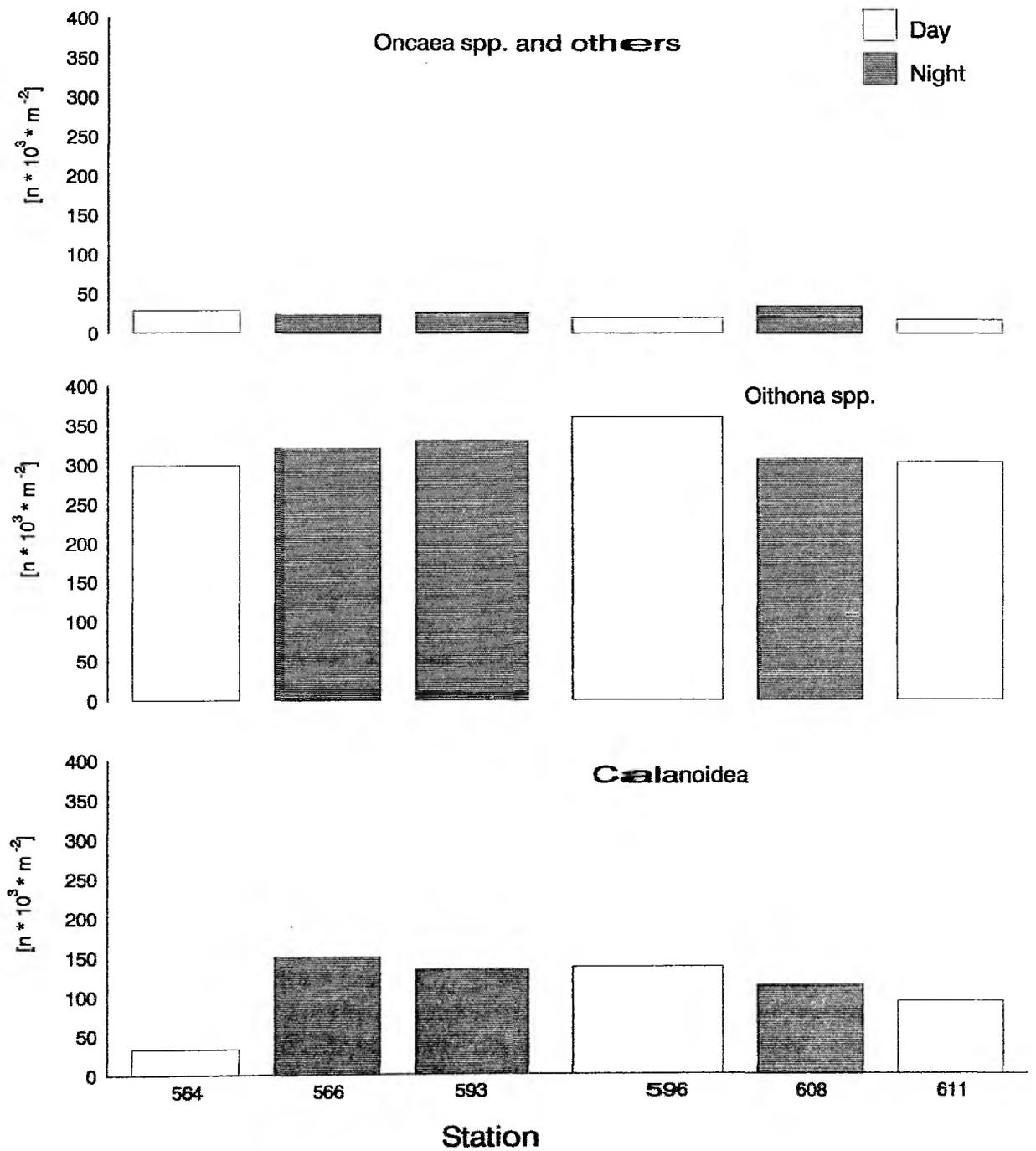


Fig. 3.2.5.1 Copepod abundance (oncaeids, oithonids and calanoidea).

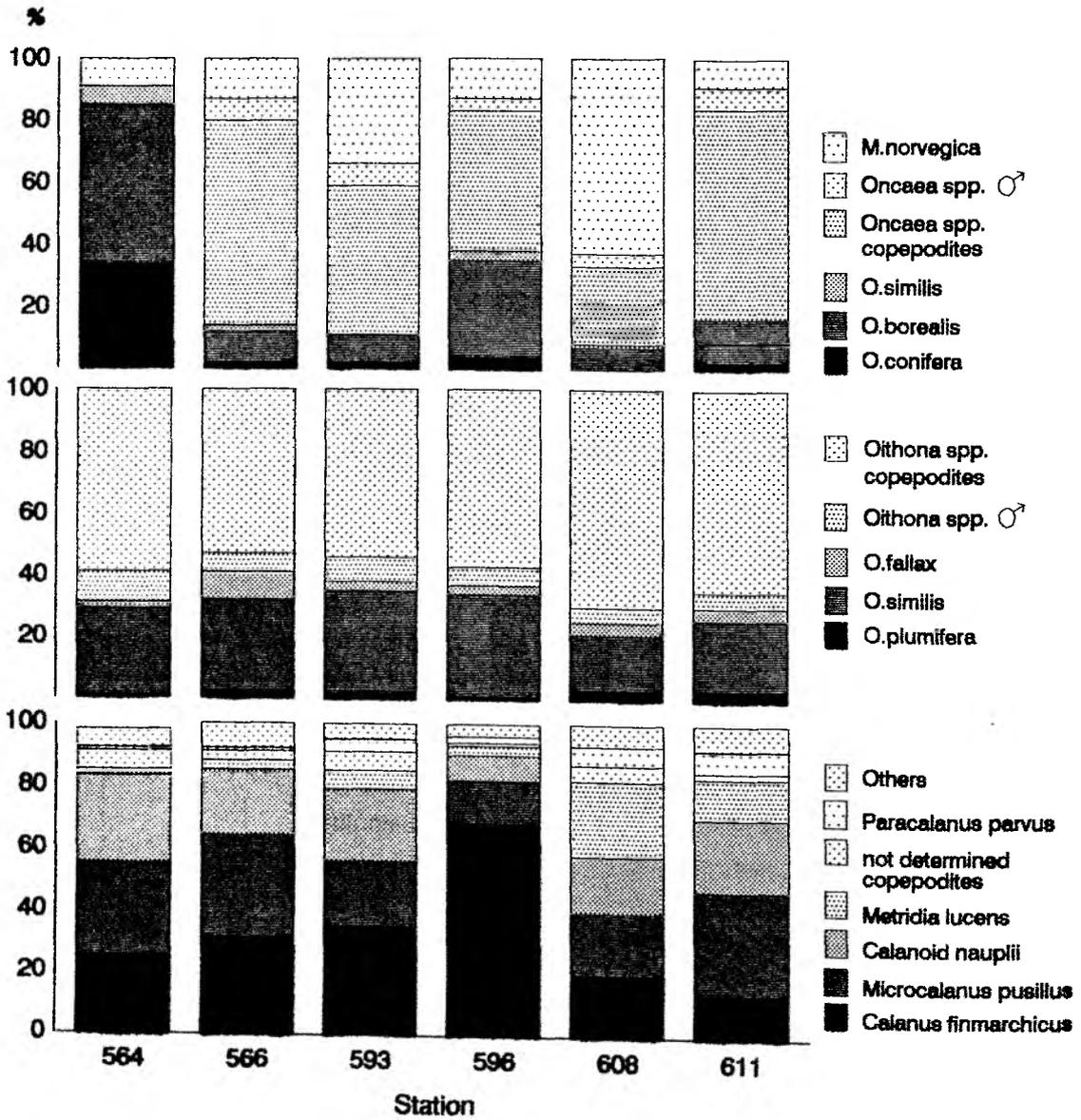


Fig. 3.2.5.2 Percent contribution of genus and species within the groups (oncaeids, oithonids and calanoids).

unterhalb von 100m gefunden. Jedoch machten sie sehr wenig vom Gesamtbestand aus. Unter der verschiedenen Arten der Gattungen der Familie Oithonidae traten drei Arten hervor, nämlich *Oithona plumifera*, *O. similis* und *O. fallax*, wobei *O. similis* die häufigste Art darstellte. Hier trugen allerdings die Entwicklungsstadien (wahrscheinlich CIV - CV, eine genaue Bestimmung wurde nicht durchgeführt) über 52% (St.566) und 70% (St.608) zum Bestand bei. In der Familie Oncaeidae traten drei Hauptarten auf, nämlich *Oncaea conifera*, *O. borealis*, *O. similis*. Auf der St. 564 machten *O. borealis* und *O. conifera* über 85% des Gesamtbestandes aus. Auf der St. 566 fiel die Abundanz beider Arten stark. In der Folgezeit wurde *O. borealis* häufiger als *O. conifera*. *O. similis* wurde nur auf den St. 566-596 und 608 in sehr niedriger Individuenzahl festgestellt. Die Entwicklungsstadien waren am Anfang des Driftexperimentes kaum vorhanden, doch machten sie zwischen 67% (St. 611) und 25% (St. 608) des Individuenbestandes am Ende der Driftstationen aus. Die Art *Microsetella norvegica* (hier wie im III DE aus praktischen Gründen unter *Oncaea* spp. aufgestellt) betrug 62% der Gesamtabundanz auf der St. 608. Andere Arten wie *O. notupus*, *O. dentipes*, *O. similis* und zwei nicht identifizierte Arten wurden sehr vereinzelt gefunden.

3.2.6. Vertikalverteilung der wichtigen Copepoden-Arten

Da es unmöglich ist, für die einzelnen gefundenen Copepoden- Arten eine genaue Beschreibung ihrer vertikalen Verteilungsschwerpunkte zu liefern, wird im folgenden die Verteilung der wichtigsten Arten, die in besonders hohen Beständen auftraten oder einen bestimmten Verteilungstyp darstellten, genauer beschrieben.

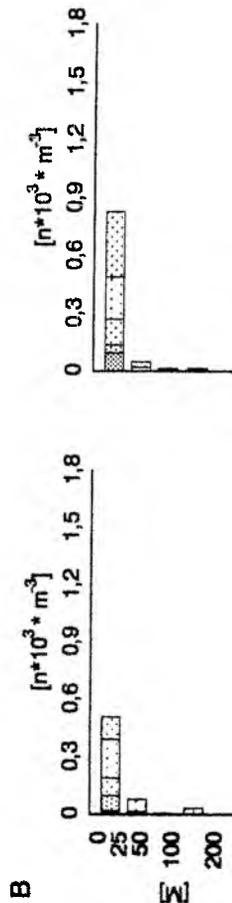
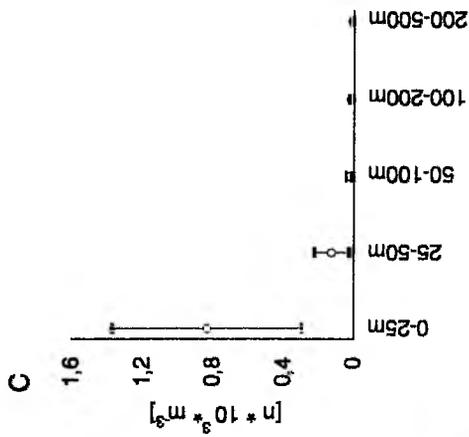
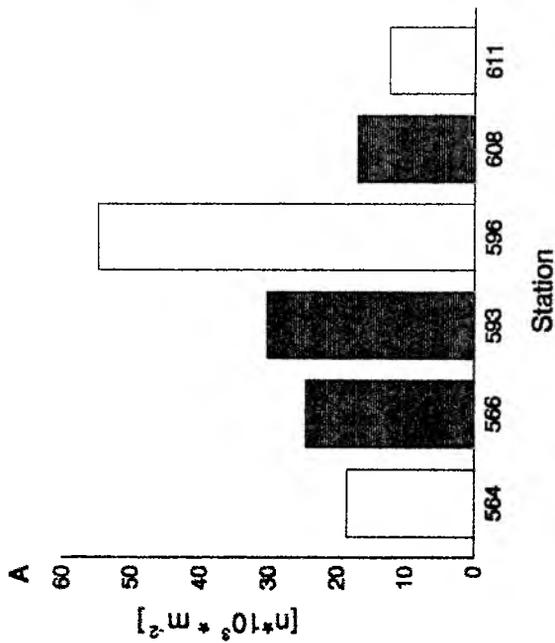
3.2.6.1. CALANOIDEA

Calanidae

Calanus finmarchicus

Die zeitliche Entwicklung des Gesamtbestandes war durch eine deutliche Zunahme auf der St 596 gekennzeichnet (Abb. 3.2.6.1 A), gefolgt von einer drastischen Abnahme der Individuendichte am Ende des Driftexperimentes. Am Anfang der Untersuchung auf der St. 564 lag der Wert bei 18500 Individuen*m⁻² mit einem Anstieg auf der nächsten Station. Auf der St. 596 verdoppelte sich der Gesamtbestand auf 54600 Individuen*m⁻². Danach gingen die Werte auf den Stationen 608 und 611 wieder auffällig stark bis auf 12300 Individuen*m⁻² (St. 611) zurück. Der durchschnittliche Individuenbestand pro Station lag bei 28900 Individuen*m⁻².

In der Regel lag die höchste Individuenkonzentration oberhalb von 25m Tiefe (Abb. 3.2.6.1 B), zwischen 330 St.611) und 1890 Individuen*m⁻³ (St. 596). Auf der Tiefenstufe 25-50m wurden zwischen 22 (St. 564) und 236 (St. 608) Individuen*m⁻³ festgestellt. Die



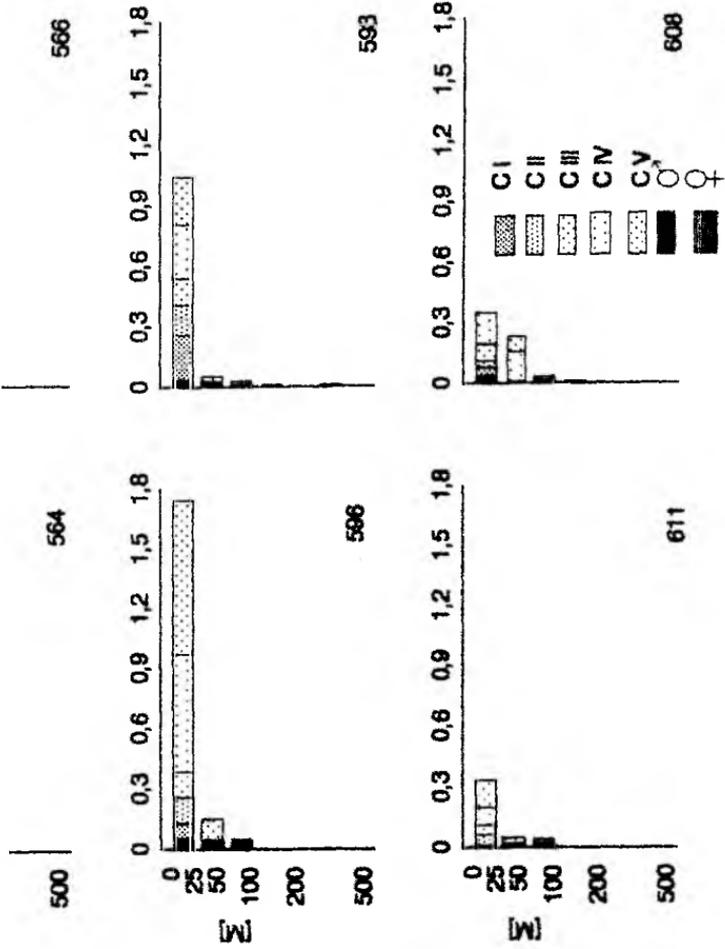


Fig. 3.2.6.1 Horizontal and vertical distribution of *Calanus finmarchicus*. A. Number of organisms per station, B. concentration per depth interval, and C. average and standard deviation.

Individuenkonzentration blieb in den folgenden 3 Fangstufen sehr niedrig. Für die Strukturanalyse der Population wurden Weibchen, Männchen und die Entwicklungsstadien unterschieden. Insgesamt wurde die Individuenkonzentration durch die Entwicklungsstadien dominiert. Am häufigsten traten CIV und CV Stadien auf. Sie machten zusammen auf der St. 596 mit über 1300 Individuen*m⁻³ 48% des Individuenbestandes aus. Die Adulten dieser Art wurden in relativ höherer Anzahl nur auf den St. 593 und 596 gefunden. Hier betrug sie innerhalb der obersten 50m mit 45 und 60 Individuen*m⁻³ jeweils 24 und 26% der Gesamtkonzentration. Sehr auffällig ist der Rückgang der Konzentration am Ende des Driftexperimentes, da in den oberen 25m nicht mehr als 400 Individuen*m⁻³ festgestellt wurden. Auf der St. 608 trat auf der Stufe 25-50m eine höhere Konzentration (191 Individ.*m⁻³) auf. Das Abundanzverhältnis von CV und Adulten beschrieb eine symmetrische Verteilung. Eine solche Verteilung (Sektion 2.6.4.) entsprach in 74% der Fälle einem durch CV dominierter Bestand (Tab. 3.2.6.1). Eine Dominanz durch Adulte wurde nur auf den St. 608 (Stufe 0-25m) und 564 (Stufe 25-50m) festgestellt.

Tab. 3.2.6.1 Abundanzverhältnis von CV und Adulten der Art *C. finmarchicus*, IV DE.

Tiefenstufe	Stationen					
	564	566	593	596	608	611
0-25m	0.7	1.0	0.7	0.8	- 1.0	1.0
25-50m	- 1.0	1.0	0.4	0.5	0.9	0.5
50-100m	- 1.0	0.0	0.1	- 0.3	0.5	0.1
100-200m	1.0	0.5	- 0.7	0.5	- 0.2	0.3
200-500m	0.3	0.8	0.3	0.7	0.5	0.6

Der höchste Mittelwert lag in der Oberflächenschicht bei 831 Individuen*m⁻³. Signifikante Unterschiede bestanden bezüglich der unteren Fangstufen (Abb. 3.2.6.1 C). Der vVP lag bei den Weibchen unverändert auf der Stufe 25-50m (Tab 3.2.6.2) dagegen verlagerte er sich bei den Männchen in der Nacht eine Stufe höher. Die Entwicklungsstadien blieben unabhängig von dem Tagesrhythmus in der flachsten Tiefenstufe.

Bei der Untersuchung des Reifezustands der Gonaden in den Weibchen (insgesamt 72) nach den Kriterien von RUNGE (1987) wurden vorwiegend Gonaden gefunden, die noch nicht die Reife erreicht hatten. Die Mehrheit der Eier befand sich in den Stadien 3-4, in denen die größte noch unter 100µm lag. Nur sehr wenige Weibchen entsprachen dem Stadium 5, hatten aber noch unreife Gonaden.

Tab. 3.2.6.2 Vertikale Verteilungsschwerpunkte für einige Copepoden-Arten während des IV DE.

Art	Tag	Nacht
<i>Calanus finmarchicus</i> W	4	4
<i>C. finmarchicus</i> M	3	4
CI	5	5
CII	5	5
CIV	5	5
CV	5	5
<i>Scolicithricella minor</i> W	3	2
<i>S. minor</i> M	2	2
Copepoditen	3	3
<i>M. pusillus</i> W	3	3
Copepoditen	3	3
<i>Euchaeta norvegica</i>		
CI	1	4
CII	3	4
CIII	2	2
CIV	3	4
CV	3	4
<i>Metridia lucens</i> W	4	4
<i>M. lucens</i> M	4	4
CI	3	4
CII	4	4
CIII	4	4
CIV	4	4
CV	4	5
Andere Copepoditen	4	4
Copepoden Nauplien	5	5
<i>Oithona fallax</i>	4	5
<i>O. plumifera</i>	4	5
<i>O. similis</i>	4	4
<i>Oithona</i> spp. Männchen	4	5
<i>Oithona</i> spp. Copepoditen	4	3
<i>Oncaea borealis</i>	4	3
<i>O. conifera</i>	3	4
<i>O. similis</i>	3	4
<i>Oncaea</i> spp. Männchen	3	4
<i>Oncaea</i> spp. Copepoditen	3	4
<i>Microsetella norvegica</i>	4	5

1=500-200m, 2=200-100m, 3=100-50m, 4=50-25m, 5=25-0m

Clausocalanidae

Microcalanus pusillus

Die zeitliche Entwicklung des Gesamtbestandes (Abb. 3.2.6.2 A) war durch eine deutliche Abnahme zum Ende des Driftexperimentes gekennzeichnet. Zu Beginn des Driftexperimentes betrug der Gesamtbestand etwa 50000 Individuen*m⁻², stieg auf 67500 Individuen*m⁻² auf der St. 566 an, fiel dann auf 30000 Individuen*m⁻² auf der St. 596 zurück und lag am Ende bei 23000 Individuen*m⁻². Der durchschnittliche Individuenbestand lag bei 44000 Individuen*m⁻².

Während des gesamten Untersuchungszeitraumes wurde diese Art in relativ hoher Anzahl gefunden. Die Copepoditstadien (meistens IV und V) dominierten den Bestand. Adulte waren nur in sehr niedrigen Konzentrationen vorhanden. Weibchen traten häufiger als Männchen auf. Innerhalb der obersten 50m variierte die Individuenkonzentration zwischen 60 (St.611) und 250 Individuen*m⁻³ (St. 564) (Abb. 3.2.6.2 B). In den folgenden zwei Tiefenstufen wurden höhere Individuenkonzentrationen bei Nachtfängen als bei Tagesfängen festgestellt, wobei die Konzentration, abgesehen von St. 608 und 611, etwa das Doppelte betrug. Besonders auffällig ist die hohe Konzentration auf der St. 566 (398 Individuen*m⁻³), während unterhalb von 200m die Individuenkonzentration mit 25-40 Individuen*m⁻³ nahezu konstant blieb. Nur auf St. 608 wurden weniger als 20 Individuen*m⁻³ festgestellt.

Der höchste Mittelwert befand sich auf der Stufe 100-200m (377 Individuen*m⁻³) und wies gegenüber den flacheren Fangstufen einen signifikanten Unterschied auf (Abb. 3.2.6.2 C). Jedoch blieb der vVP unverändert auf der Stufe 50-100m (Tab. 3.2.6.2).

Scolecithricidae

Scolecithricella minor

Obwohl diese Art in sehr niedrigen Beständen auftrat, verdient sie wegen ihrer Verteilung eine besondere Anmerkung. Zu Beginn des Driftexperimentes traten relativ viele Individuen (2200 Individuen*m⁻², St. 564) im Vergleich zu dem Rest der Stationen auf (Abb. 3.2.6.3 A). Niedrige Bestände wurden in Tagesfängen festgestellt, deren Dichte in der Nacht deutlich zunahm. Zum Schluß wurden nur 500 Individuen*m⁻² festgestellt. Der durchschnittliche Bestand pro Station lag bei 1300 Individuen*m⁻².

Die maximale Individuenkonzentration trat in 50% der Fälle in der Stufe 100-200m (Abb. 3.2.6.3 B) auf. Es wurden Weibchen, Männchen und Entwicklungsstadien unterschieden. Mit Ausnahme der St. 564, wo nur Weibchen vorkamen, wurde diese Art in den obersten 50m nicht gefunden. Während des gesamten Driftexperimentes dominierten die Weibchen den Individuenbestand.

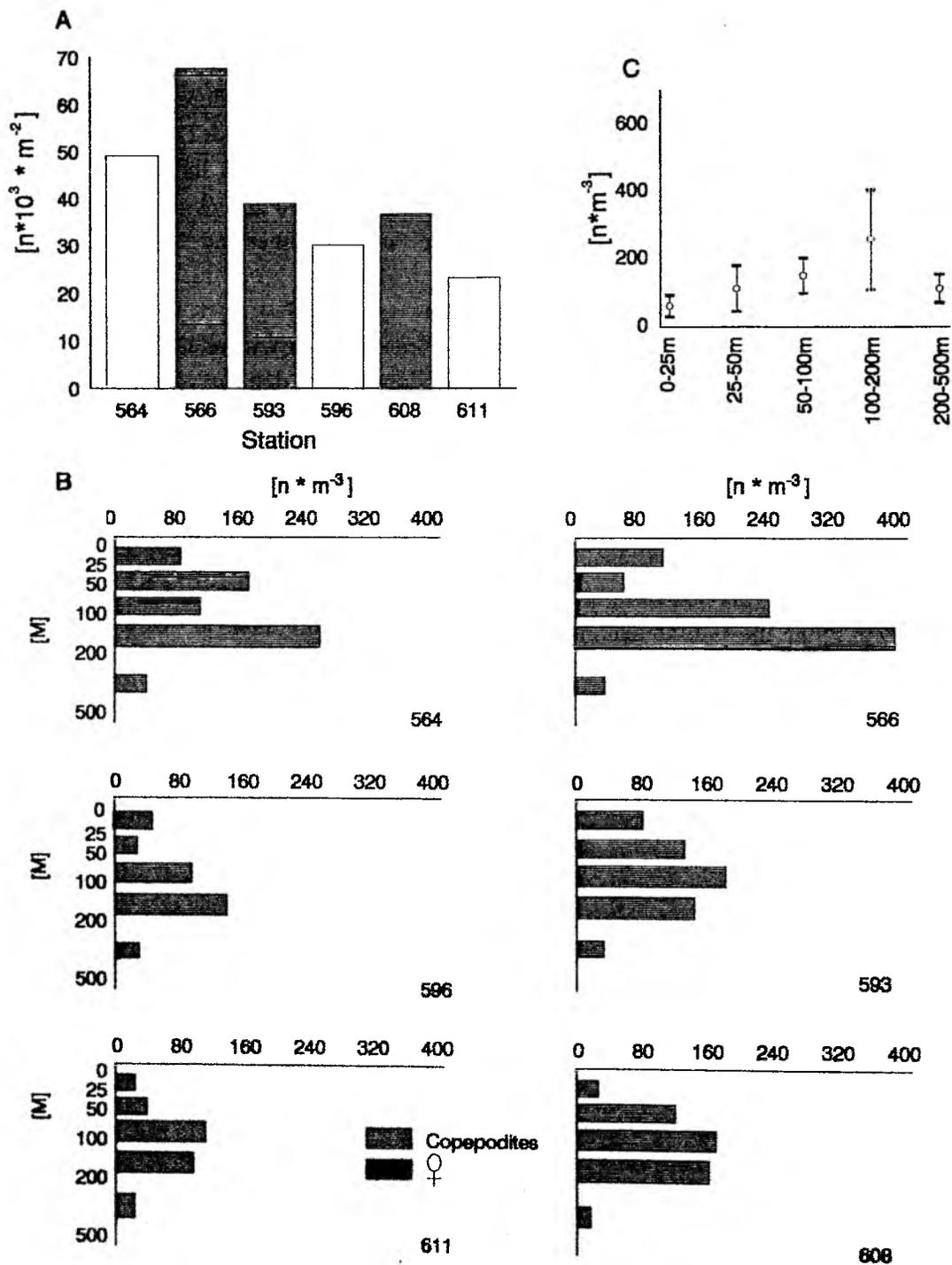


Fig. 3.2.6.2 Horizontal and vertical distribution of *Microcalanus pusillus*, A. Number of organisms per station, B. concentration per depth interval, and C. average und standard deviation.

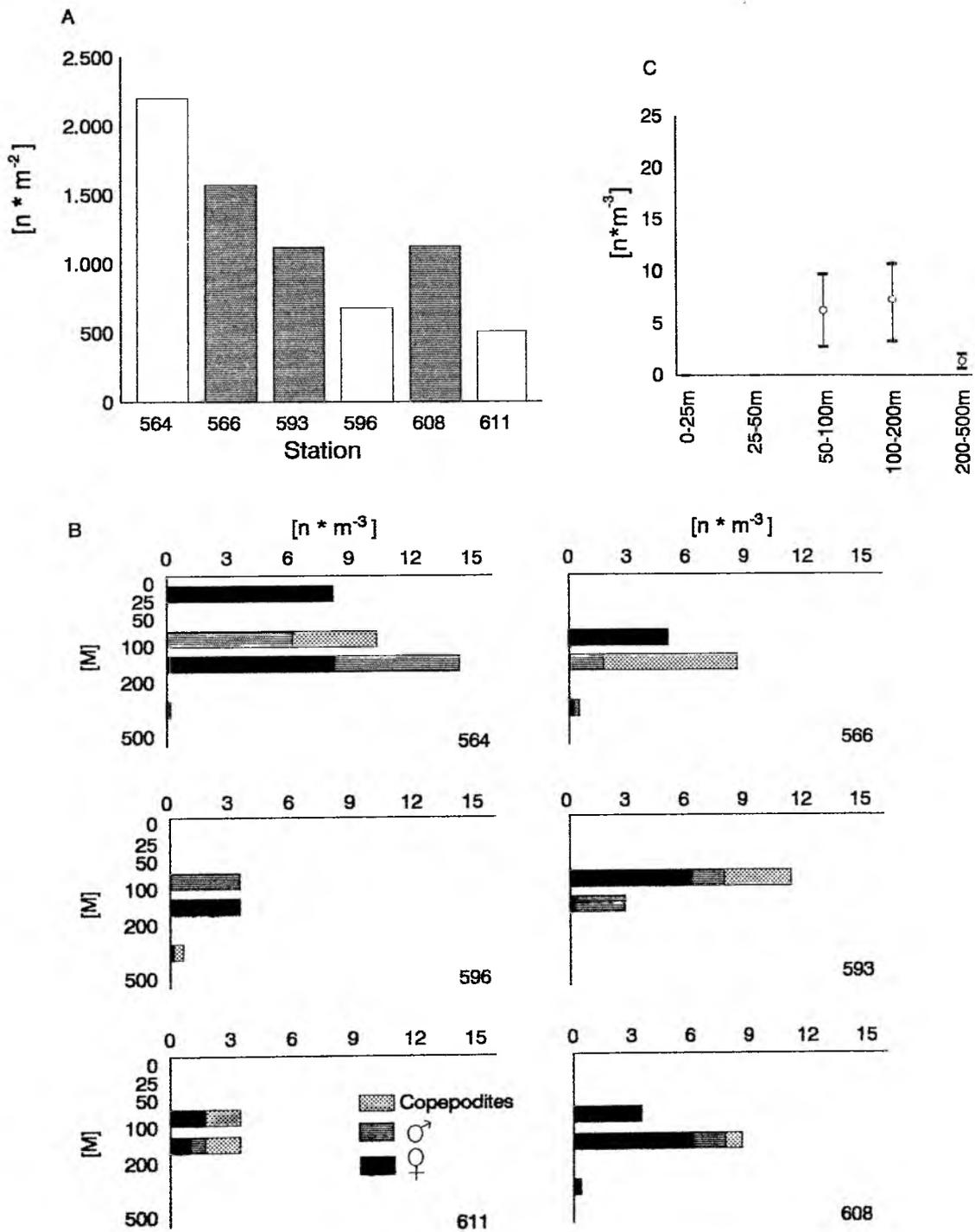


Fig.3.2.6.3 Horizontal and vertical distribution of *Scolicithricella minor*, A. Number of organisms per station, B. concentration per depth interval, and C. average und standard deviation.

Jedoch wurden sie, mit Ausnahme der St. 611 auf der Stufe 50-100m, am Tage nicht nachgewiesen. Dagegen fehlten Männchen und Copepoditstadien (nur auf St. 593 anwesend) in der Nacht auf derselben Stufe. In der Stufe 200-500m wurden nur ganz vereinzelt Individuen gefunden.

Der höchste Mittelwert lag auf der Stufe 100-200m mit 13 Individuen*m⁻³ (Abb. 3.2.6.3 C). Der vertikale Verteilungsschwerpunkt lag bei den Copepoditen, unabhängig von der Tageszeit, zwischen 50-100m, und für die Männchen auf der Stufe 100-200m. Allerdings verlagerte sich der vVP bei den Weibchen von der Stufe 50-100m in der Nacht eine Stufe tiefer (Tab. 3.2.6.2).

Euchaetidae

Euchaeta norvegica

Wie *S. minor* trug diese Art nur gering zum zahlenmäßigen Bestand des Mesozooplanktons bei, doch stellte sie einen wichtigen Vertreter der Gesamtbiomasse. Die zeitliche Entwicklung zeigt sich in der Abb. 3.2.6.4 A. Sie war durch niedrige Bestände sowohl am Anfang als auch am Ende des Driftexperimentes (1100 Individuen*m⁻²) gekennzeichnet. Es läßt sich ein Tagesrhythmus erkennen mit einer höheren Individuenkonzentration in der Nacht als am Tage. Allerdings war dieser Unterschied zwischen den St. 593 und 596 nicht so klar ausgeprägt, da die Differenz nur 100 Individuen*m⁻² betrug. Besonders hohe Bestände wurden auf den St. 566 (2700 Individuen*m⁻²) und 608 (2100 Individuen*m⁻²) festgestellt. Der Durchschnitt pro Station lag bei 1800 Individuen*m⁻².

Die höchste Individuenkonzentration befand sich innerhalb der obersten 100m (Abb. 3.2.6.4 B). Für die Strukturanalyse der Population wurden die Entwicklungsstadien identifiziert. Adulte kamen vereinzelt vor. Am Tage wurden keine Organismen auf der Stufe 0-25m gefunden. Die CII und CIV Stadien dominierten den Individuenbestand. CI wurde nur auf der St. 566 in relativ hohen Konzentrationen festgestellt. Mit 20 Individuen*m⁻³ machten sie in der Stufe 25-50m 60% des Individuenbestandes aus. In der Stufe 50-100m betrug CI und CII zusammen 92% der Gesamtkonzentration. Auf der St. 596 wurden nur CIV innerhalb der oberen 100m gefunden. Die höchste Konzentration an Copepoditen wurde an der Oberfläche auf St. 608 festgestellt (27 Individuen*m⁻³, CV). Die CIV befanden sich eine Stufe tiefer. Unterhalb von 200m waren nur noch weniger CIII Stadien vorhanden.

Die vertikale Verteilung der Mittelwerte zeigte keinen deutlichen Unterschied in den ersten 100m (Abb. 3.2.6.4 C). Der maximale Mittelwert lag mit Individuen*m⁻³ auf der Stufe 0-25m. Die Stadien CII-CIV und CV unterschieden sich hinsichtlich ihres vVP (Tab. 3.2.6.2). Während des Tages lag er auf der Stufe 50-100m und verlagerte sich in der Nacht auf die Stufe 25-50m. Für die CIII verschob er sich nachts aus 100-200m Tiefe in die 25-50m Schicht.

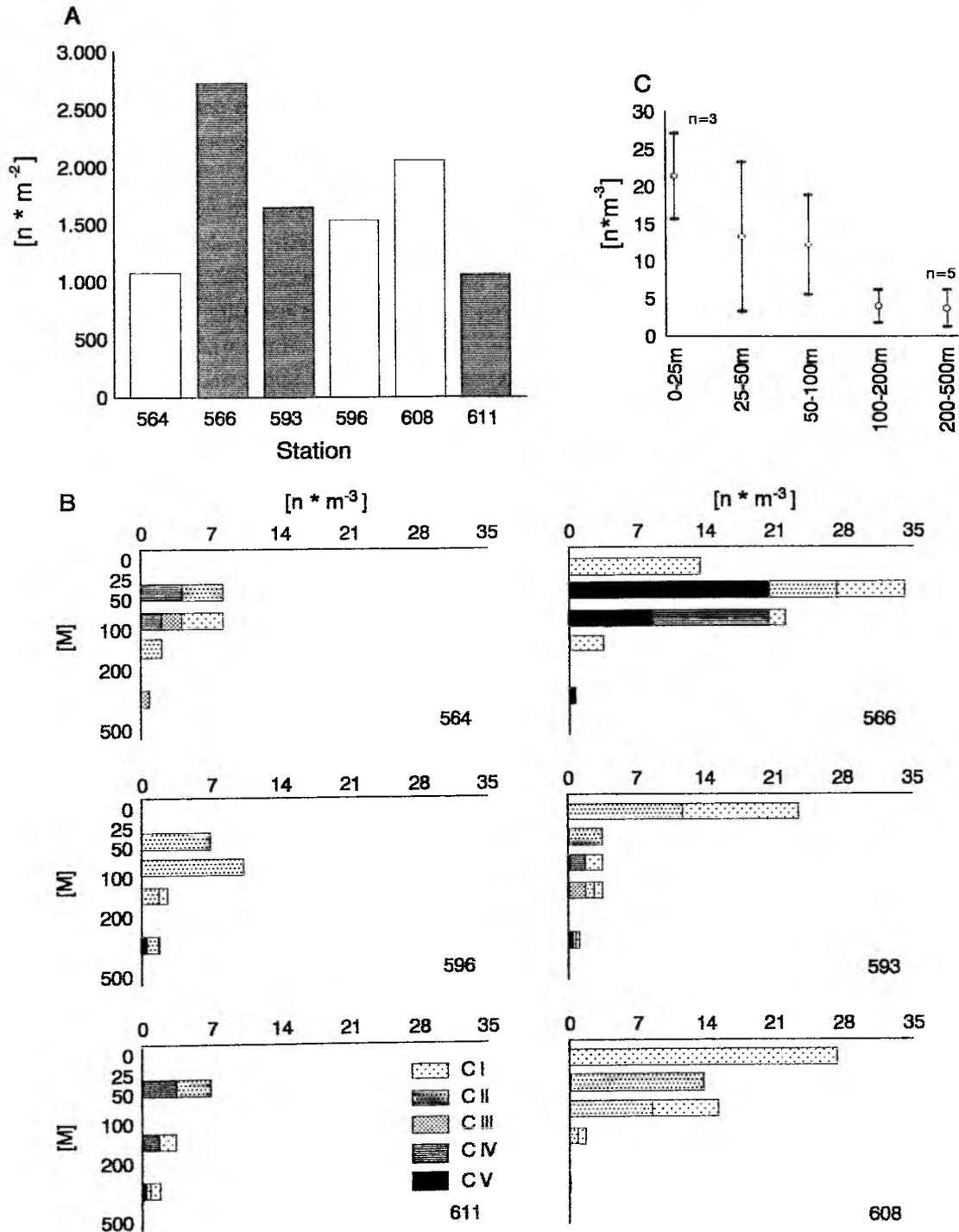


Fig 3.2.6.4 Horizontal and vertical distribution of *Euchaeta norvegica*, A. Number of organisms per station, B. concentration per depth interval, and C. average und standard deviation.

Metridinidae

Die zeitliche Entwicklung läßt sich aus der Abb. 3.6.2.5 A erkennen. Sie war gekennzeichnet durch einen allmählichen Anstieg sowohl der Tag- als auch der Nachtfänge. Auf der St. 608 wurde ein ausgeprägtes Maximum erreicht (23700 Individuen*m⁻²). Wie bei *E. norvegica* ist ein Tagesrhythmus zu erkennen. Immer wurde ein höherer Bestand in der Nacht festgestellt. Der durchschnittliche Individuenbestand pro Station lag bei 8400 Individuen*m⁻².

Höhere Individuenkonzentrationen traten innerhalb der obersten 100m auf (Abb. 3.2.6.5 B). Unterhalb von 100m wurden sehr geringe Konzentrationen festgestellt. Adulte und Entwicklungsstadien wurden unterschieden. Erwachsene Copepoden von *Metridia lucens* trugen sehr wenig zum Individuenbestand bei. Nur auf der St. 593 machten die Adulten mit 35 Individuen*m⁻³ in der obersten Fangstufe 75% der Gesamtkonzentration aus. Der Individuenbestand wurde durch die Entwicklungsstadien CII und CIII von *Metridia* spp. dominiert. Nur auf der St. 611 wurden Organismen in der Stufe 0-25m während des Tages festgestellt. Während der Nacht dagegen waren Organismenkonzentrationen bis etwa 170 Individuen*m⁻³ (St 608) vorhanden, wobei die CII und CIII Stadien jeweils 23 und 67% der Gesamtkonzentration ausmachten. In der Stufe 25-50m betrugen sie mit 263 (CII) und 143 (CIII) Individuen*m⁻³ 57 und 31% der Individuenkonzentration. Gleichzeitig wurde hier die höchste Konzentration während der gesamten Untersuchung festgestellt. Die CIV Konzentrationen variierten zwischen 3 (St. 593, Stufe 25-50) und 14 (St. 608, Stufe 25-50) Individuen*m⁻³. CV wurden nur in geringer Zahl am Anfang des Experimentes festgestellt. Ihre Konzentration variierte zwischen 2 Individuen*m⁻³ (St. 566, Stufe 25-50m) und 20 Individuen*m⁻³ (St. 564, Stufe 25-50).

Die vertikale Verteilung der Mittelwerte läßt sich in der Abb. C erkennen. Der höchste Mittelwert lag bei 73 Individuen*m⁻³ und wies nur bei den niedrigsten Werten einen signifikanten Unterschied auf.

Die Adulten, CII-CIII und CIV blieben hinsichtlich ihrer vVP unverändert, außer in der Stufe 25-50m (Tab. 3.2.6.2). Jedoch verlagerte er sich für CI und CV Stadien in der Nacht um eine Stufe höher.

Calanoide Copepoditstadien und Nauplien

Wie bei dem III. DE konnte eine große Anzahl verschiedener Entwicklungsstadien nicht identifiziert werden. Darum wurden sie zusammengefaßt. Der höchste Bestand wurde auf St. 593 mit 11500 Individuen*m⁻² gefunden (Abb. 3.2.6.6 A), doppelt so hoch wie auf vorherigen Stationen. Auf der St. 596 trat der niedrigste Bestand mit nur 2700 Individuen*m⁻² auf. Der durchschnittliche Bestand pro Station lag bei 6300 Individuen*m⁻². Die maximalen Mittelwerte befanden sich innerhalb der oberen 50m (54 und 36 Individuen*m⁻³) (Abb. 3.2.6.6 B). Unverändert blieb der vVP in der Stufe 25-50m (Tab. 3.2.6.2).

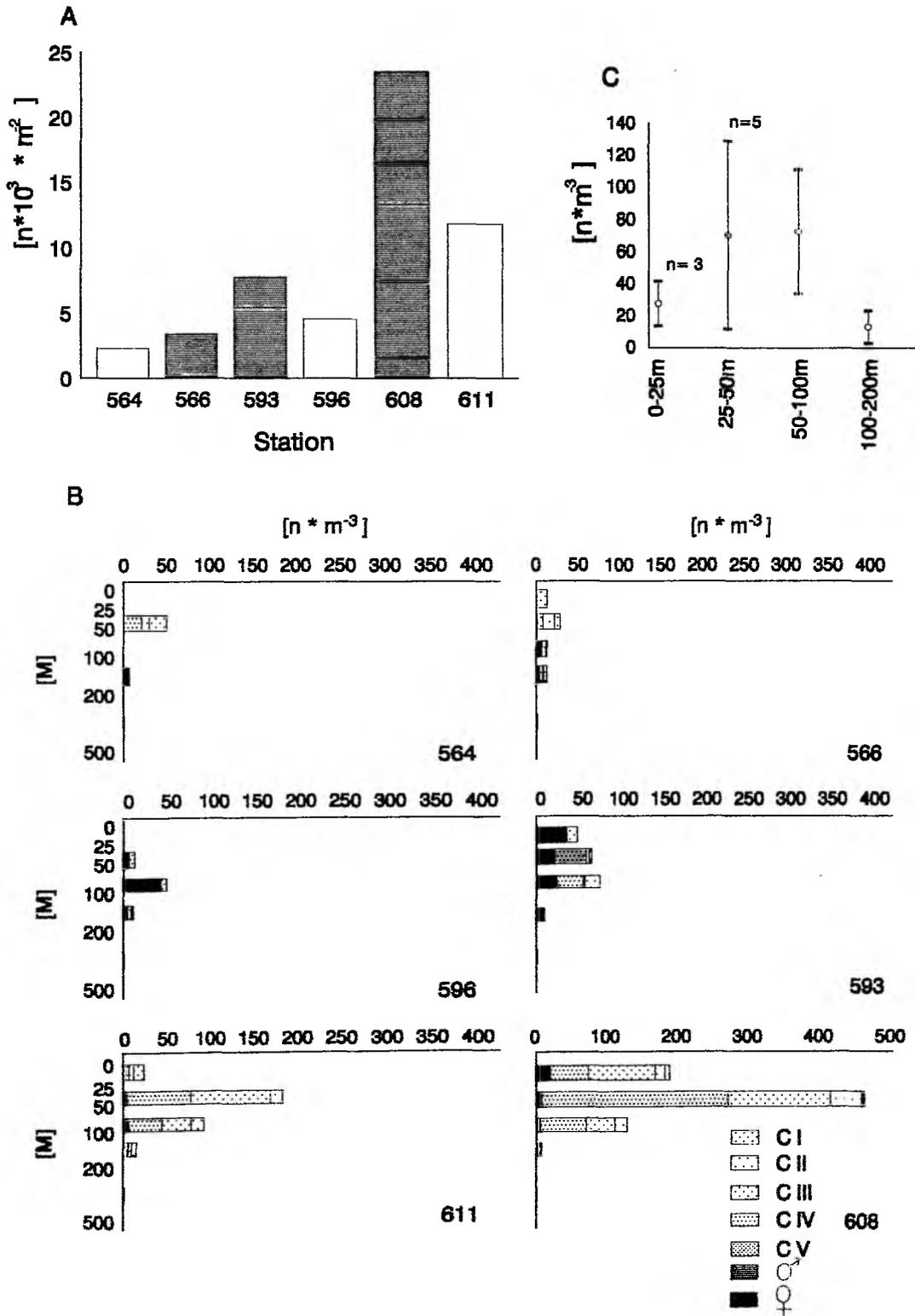


Fig.3.2.6.5 Horizontal and vertical distribution of *Metridia lucens*, A. Number of organisms per station, B. concentration per depth interval, and C. average und standard deviation.

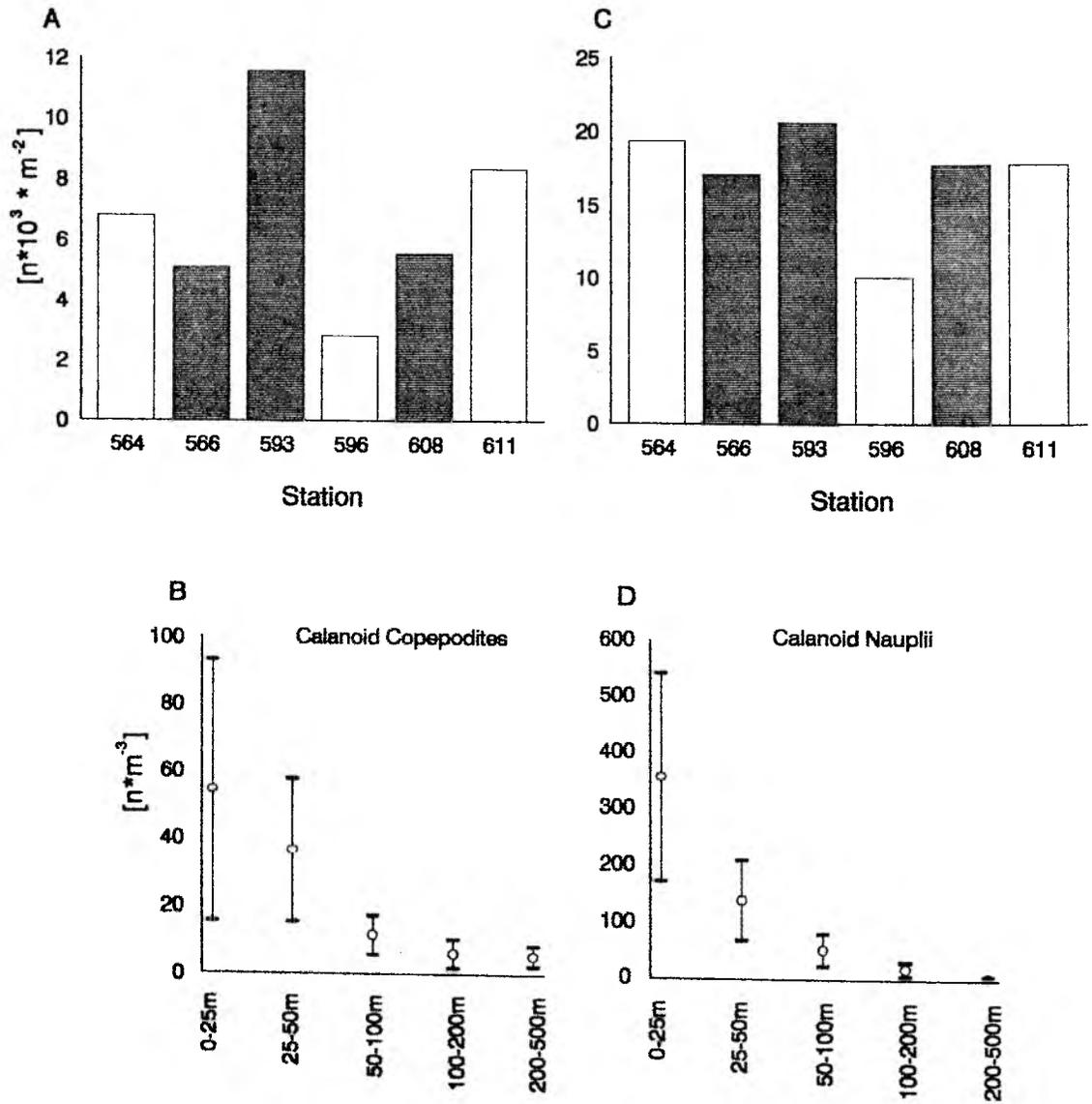


Fig.3.2.6.6 Horizontal and vertical distribution of calanoid copepodites and nauplii, A-B. Number of organisms per station, C-D. average und standard deviation.

Eine bedeutsame Anzahl verschiedener Naupliusstadien von Copepoden (meistens NIV-NV) wurde ebenso zusammengefaßt. Der gesamte Bestand schwankte im allgemeinen wenig, zwischen 17000 Individuen*m⁻² (St. 566) und 20500 Individuen*m⁻² (St. 593) (Abb.3.2.6.6 C). Dennoch wurde auf der Station 596 mit nur 10000 Individuen*m⁻² der niedrigste Individuenbestand festgestellt. Der durchschnittliche Bestand pro Station lag bei 17000 Individuen*m⁻². Deutlich lag der höchste Mittelwert der Individuenkonzentration mit 540 Individuen*m⁻³ innerhalb der obersten 25m (Abb. 3.2.6.6 D). Der Unterschied zu den unterhalb von 50m liegenden Fangstufen ist deutlich.

3.2.6.2 CYCLOPOIDEN

Oithonidae

Die Abb. 3.2.6.2.1 A zeigt die zeitliche Entwicklung des Gesamtbestandes im Untersuchungsgebiet. Die Individuendichte lag auf der St. 564 bei 290300 Individuen*m⁻², wobei die Copepoditstadien 56% des Bestandes ausmachten. Auf einen leichten Anstieg deuteten auf St. 593 die höheren Anteile der Copepoditstadien. Der höchste Gesamtbestand wurde auf der St. 596 mit 349900 Individuen*m⁻² erreicht. Hier trugen die Entwicklungsstadien 60% zum Gesamtbestand bei. O. similis war die häufigste Art. Sie machte zwischen 16% (47200 Individuen*m⁻², St. 608) und 29% (100500 Individuen*m⁻², St. 593) des Gesamtbestandes aus. O. plumifera und O. fallax blieben nahezu konstant. Zusammen trugen sie auf der St. 564 mit 11300 Individuen*m⁻² und auf St. 566 mit 35800 Individuen*m⁻² jeweils 4 und 12% zum Gesamtbestand bei. Die Männchen waren in einer bedeutenden Anzahl auf der St. 564 mit 48300 Individuen*m⁻² vertreten, entsprechend einem Anteil von 17% des Gesamtbestandes. Der Durchschnitt der Individuenabundanz pro Station betrug bei O. fallax auf 11500 Individuen*m⁻². Die durchschnittlichen Bestände für O. plumifera, O. similis und Copepoditstadien pro Station lagen bei 12200, 77500 und 186200 Individuen*m⁻².

Eine höhere Individuenkonzentration wurde während der Untersuchungsdauer, unabhängig von der Tageszeit, immer innerhalb der obersten 25m gefunden (Abb. 3.2.6.2.1 B). Außerdem wurden in der Nacht, mit Ausnahme von St. 596, immer höhere Organismenkonzentrationen als am Tage festgestellt. Die maximalen Werte fanden sich auf der St. 593 (8500 Individuen*m⁻³). O. similis und die Copepoditstadien dominierten den Individuenbestand. Zusammen betrugen sie auf dieser Station 89% des Gesamtbestandes. Die Copepoditstadien variierten in den oberen 25m zwischen 2300 Individuen*m⁻³ (St. 611) und 5400 Individuen*m⁻³ (St.608). Das waren zwischen 44% und 67% der Gesamtkonzentration. Ebenfalls beherrschten sie die Fangstufen bis 200m, insbesondere die Stufe 25-50m auf der St. 611. Hier trugen sie mit 3400 Individuen*m⁻³ 83% zur Organismenkonzentration bei. Andererseits variierte O. similis innerhalb der obersten 50m zwischen 1770 Individuen*m⁻³ (St. 564) und 3740 Individuen*m⁻³ (St. 596). Die Männchen waren innerhalb der Deckschicht am häufigsten. Sie traten aber auch in der Tiefe auf (St. 564, Stufe 100-200m und St. 566

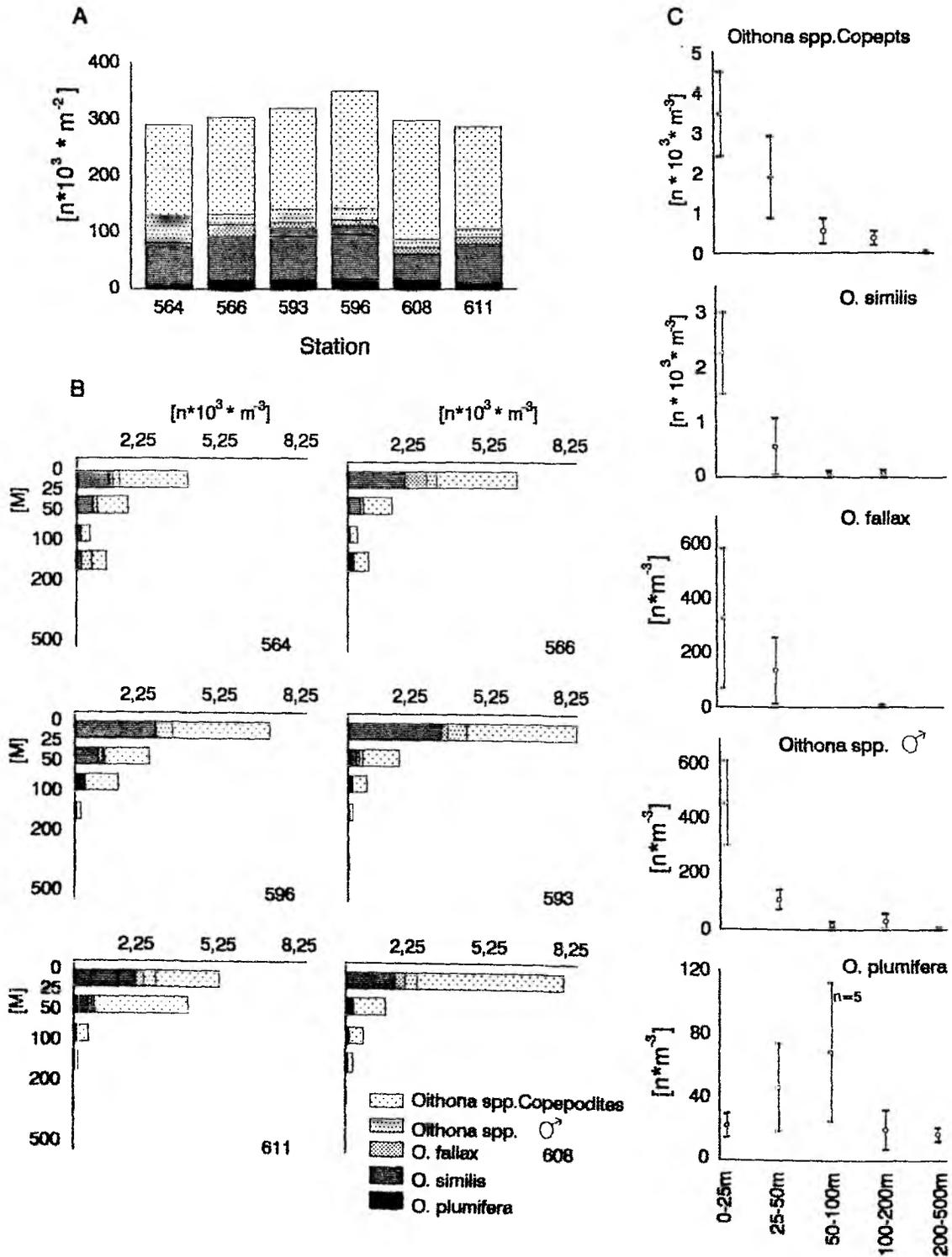


Fig. 3.2.6.7 Horizontal and vertical distribution of *Oithona* spp., A. Number of organisms per station, B. concentration per depth interval, and C. average und standard deviation.

Stufe 200-500m) und machten 34 und 25% von der Individuenkonzentration aus. Auf anderen Stationen sowie Fangstufen waren die Männchen nur geringfügig vertreten. Die Art O. plumifera trat nur in geringer Zahl auf. Höhere Konzentrationen wurden zwischen 25 und 100m Tiefe festgestellt. Sie schwankten zwischen 29 Individuen*m⁻³ (St. 564) und 202 Individuen*m⁻³ (St. 593). Mit Ausnahme der St. 608 wurden Individuen dieser Art in der Stufe 0-25m bei Nachtfängen nicht nachgewiesen, sie wurden jedoch in niedrigen Konzentrationen am Tage festgestellt. O. fallax erreichte relativ hohe Individuenkonzentrationen auf der Stufe 0-25m, in erster Linie bei Nachtfängen. Besonders fiel sie auf der St. 566 (830 Individuen*m⁻³, 13% der Gesamtkonzentration) auf. Auf der St. 596 und 608 wurde diese Art nicht tiefer als 50m gefunden.

Höhere Individuenkonzentrationen von *Oithona* spp. wurden in der Nacht, abgesehen von St. 566, in der Stufe 0-25m festgestellt. Am Tage erreichte diese Gruppe maximale Organismenkonzentrationen am Tag in der Stufe 25-50m (St 611), 50-100m (ST. 611) oder zwischen 100-200m (St. 564-566).

Maximale Mittelwerte wurden für O. similis und O. fallax, Männchen und die Copepoditstadien jeweils auf der Stufe 0-25m mit 2300, 325, 466 und 3475 Individuen*m⁻³. Die höchsten Mittelwerte für O. plumifera (69 Individuen*m⁻³) befanden sich auf der Stufe 50-100m. Nur die Arten O. fallax und O. plumifera wiesen keinen signifikanten Unterschied in der vertikalen Verteilung ihrer Mittelwerte auf (Abb. 3.2.6.2.1 C). Der vVP (Tab. 3.2.6.2) blieb für O. plumifera, O. fallax ebenso wie für die Männchen auf der Stufe 25-50m. Er verlagerte sich in der Nacht auf die Stufe 0-25m verlagerte. O. similis erfuhr jedoch keine Veränderung. Ihr vertikaler Verteilungsschwerpunkt blieb auf der Stufe 25-50m, sowohl am Tage als auch in der Nacht. Bei den Copepoditstadien verlagerte sich er sich dagegen in der Nacht eine Stufe tiefer.

3.2.6.3 POECILOSTOMATOIDEA

Oncaeiidae und andere Arten

Die Bestandsentwicklung der Oncaeiidae und anderer nicht calanoider und cyclopoider Copepoden-Arten wird in der Abb. 3.2.6.3.1 A gezeigt. Insgesamt wurden 9 Arten identifiziert, doch kamen die meisten nur selten vor. Oncaea conifera, O. borealis und Microsetella norvegica traten regelmäßig auf. Die Männchen verschiedener Arten (wurden sie aber nicht differenziert) sowie die Entwicklungsstadien, wahrscheinlich CIV-V, wurden zusammengefaßt. Die Art O. similis wurde tagesüber nur in kleiner Anzahl festgestellt. Höhere Gesamtbestände wurden, mit Ausnahme der St. 564, immer in der Nacht festgestellt. O. borealis und O. conifera machten zwischen 7% (St.608) und 17% (St. 596) des Gesamtbestandes aus. Die Abundanz schwankte zwischen 17400 (St. 596) und 37800 (St. 608) Individuen*m⁻². Die Copepoditstadien trugen, besonders auf St. 564 und 566 mit 21700 und 14500 Individuen*m⁻², jeweils zu 89 und 72% zum Gesamtbestand bei. Die Art Microsetella norvegica betrug mit 19300 Individuen*m⁻² auf der St. 608 und 6780

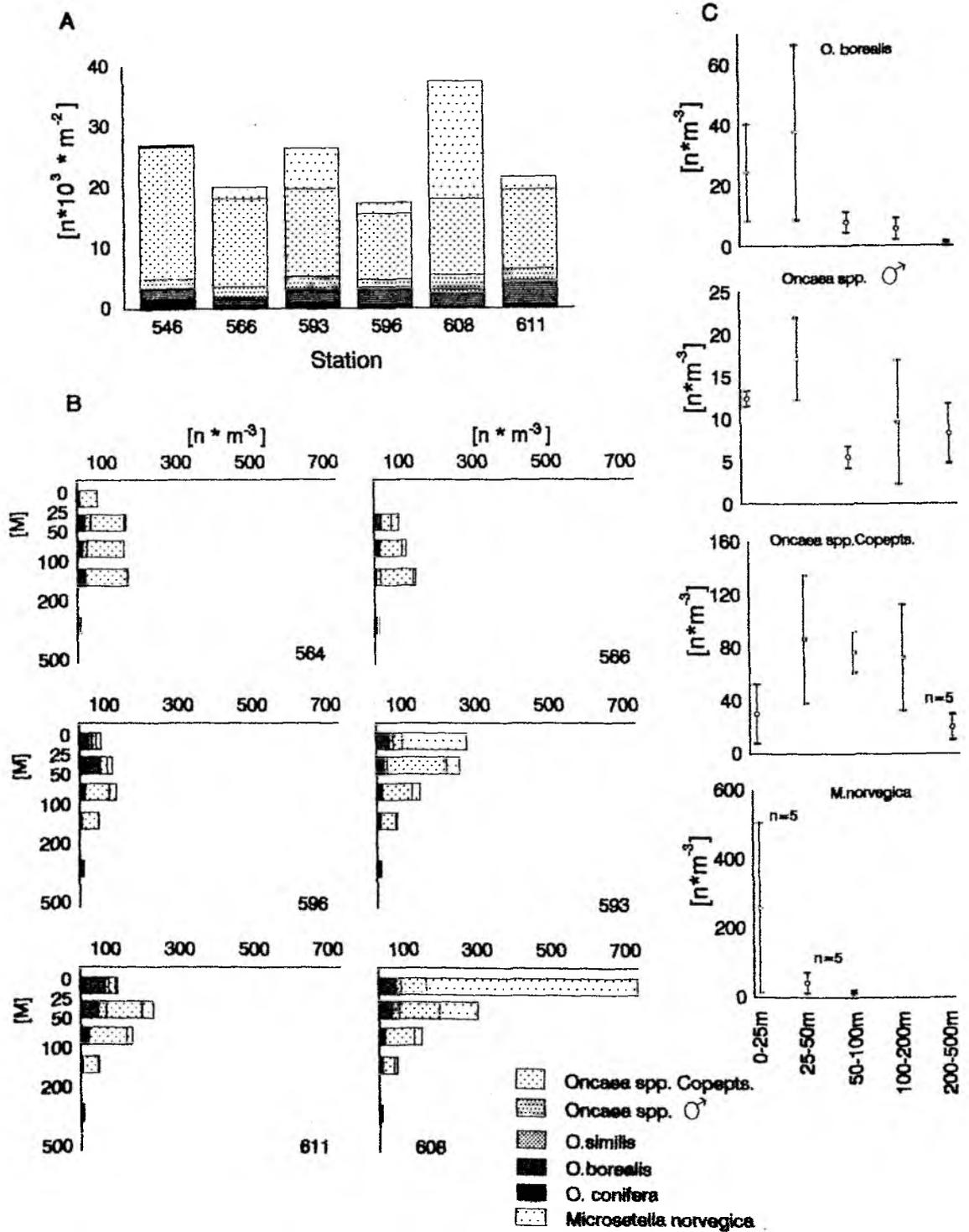


Fig. 3.2.6.8 Distribution of *Oncaea* spp. and *Microsetella norvegica*. A. Number of organisms per station, B. concentration per depth interval, and C. average und standard deviation.

Individuen*m⁻² auf St. 596 zu 51 und 26% zum Gesamtbestand bei. Andererseits blieben die Anteile der Männchen mit 6% (St. 564) bis 9% (St. 593-608) nahezu konstant. Der durchschnittliche Individuenbestand lag für O. borealis bei 19000 Individuen*m⁻², für O. conifera bei 680 Individuen*m⁻², für die Entwicklungsstadien bei 14800 Individuen*m⁻² und für M. norvegica bei 6000 Individuen*m⁻².

Höhere Individuenkonzentrationen wurden in der Nacht (abgesehen von St. 566) in der Stufe 0-25m festgestellt (Abb 3.2.6.3.1 B). Diese Gruppe erreichte maximale Konzentrationen am Tage entweder in der Stufe 25-50m und 50-100m (St. 611) oder zwischen 100-200m (St. 564-566). Auf jeden Fall trugen O. borealis, die Copepoditstadien und M. norvegica am meisten zum Gesamtbestand bei. O. borealis wurde in höheren Anteilen innerhalb der obersten 50m festgestellt. Ihre Abundanz schwankte von 20 Individuen*m⁻³ (St. 564-566) bis 105 Individuen*m⁻³ (St. 611). Sie wurde häufiger am Tage als in der Nacht gefunden. Die Entwicklungsstadien wurden oberhalb von 200m in höheren Anteilen festgestellt (> 40%). Nur auf der Stufe 0-25m auf den St. 593, 608 und 611 machten sie weniger als 11% der Gesamtkonzentration aus. Andererseits wurde die Art M. norvegica im Laufe des Driftexperimentes wichtiger. Ihre Konzentration variierte in den oberen 100m von 44 (St. 596) bis 716 (St. 608) Individuen*m⁻³ und machte in der Stufe 0-25 der St. 608 mit 594 Individuen*m⁻³ 81% der Individuenkonzentration aus.

Höhere Mittelwerte lagen für O. borealis, Copepoditstadien und männliche Formen auf der Stufe 25-50m (37, 86 und 17 Individuen*m⁻³) vor. Der maximale Mittelwert lag für M. norvegica in der Stufe 0-25m. Signifikante Unterschiede in der Tiefeverteilung konnten nur für M. norvegica nachgewiesen werden.

Der vertikale Verteilungsschwerpunkt der Männchen lag am Tag in der Stufe 50-100m, dagegen eine Stufe höher in der Nacht (Tab. 3.2.6.2). Allerdings verschoben sich die vVP bei O. borealis und O. conifera in der Nacht in größere Tiefen (von 50-100m auf 100-200 bei O. conifera und von 25-50m auf 50-100m bei O. borealis). Bei M. norvegica befand er sich am Tage in der Stufe 25-50m und verlagerte sich in der Nacht in die flachsten Stufe.

3.2.7 Analyse der größenfraktionierten Proben

3.2.7.1 Verteilung der Abundanz

Das Mesozooplankton wurde wie bei dem III. DE in sieben taxonomische Kategorien geteilt: Calanoiden, Cyclopiden, Oncaeidae, Copepoden-Nauplien, Harpacticiden, Appendicularien, und unter "andere Arten" wurden Gruppen wie Foraminiferen, Chaetognathen, Ostracoden und Larven zusammengefaßt. Bei dem Tagesfang (St.569) wurde die Individuenkonzentration durch die kleinste Fraktion, nämlich 200-500µm, dominiert (Abb. 3.2.7.1.1 A). Ihre Häufigkeit

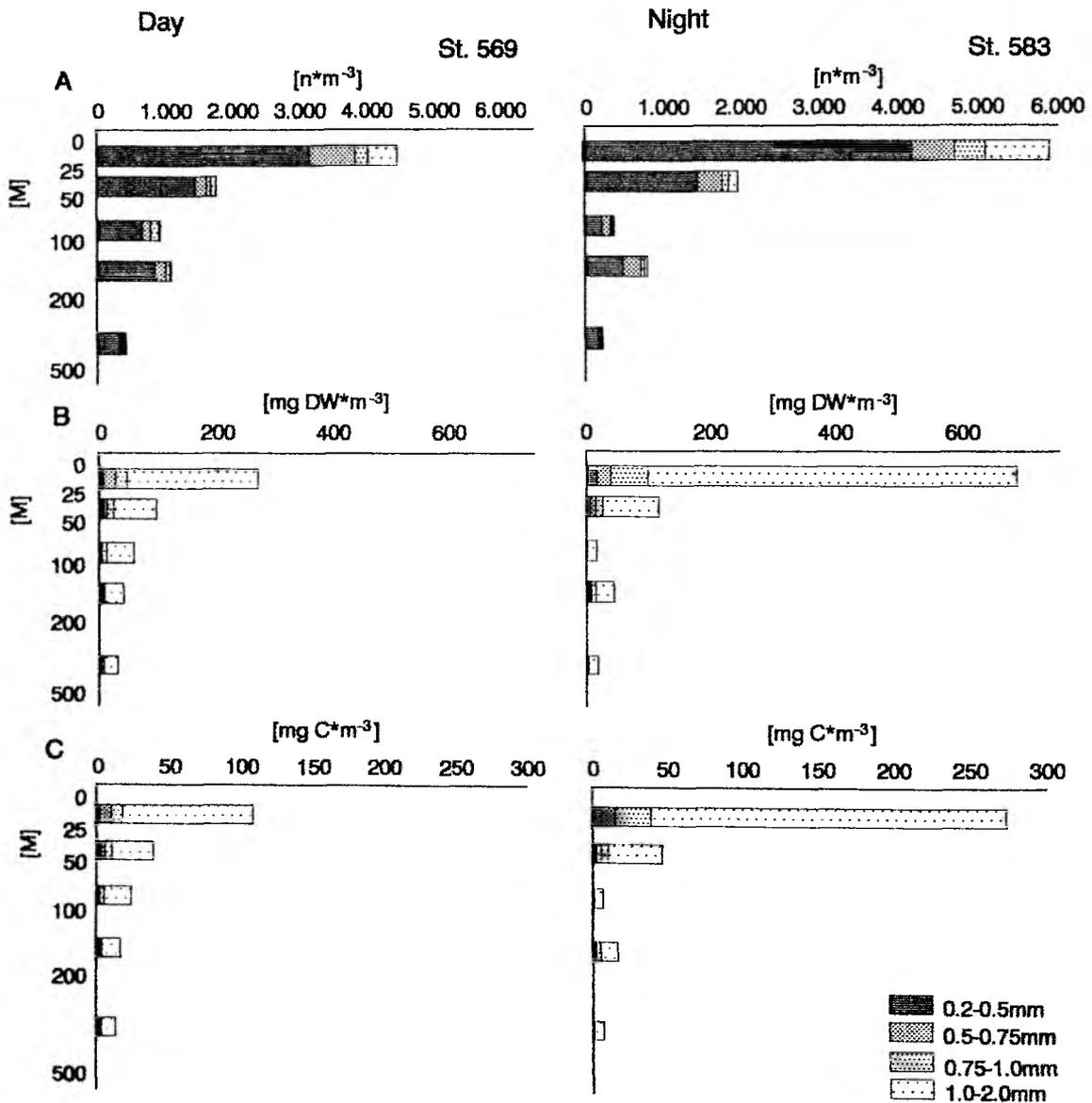


Fig. 3.2.7.1. Size-fractionated samples. A. Abundance, B. Dry weight and C. Carbon content.

schwankte zwischen 331 (Stufe 200-500m) und 3147 Individuen*m⁻³ (Stufe 0-25m). Weiterhin hatte die Fraktion 500-750µm die höchste Individuenkonzentration auf der Stufe 0-25m. Ihre Konzentrationen schwankten zwischen 39 (200-500m Tiefe) und 688 (0-25m) Individuen*m⁻³. Die anderen zwei Fraktionen waren in geringer Abundanz vorhanden. Die Fraktion 750-1000µm variierte zwischen 30 (200-500m) und 189 (0-25m) Individuen*m⁻³. Für die Fraktion 1000-2000µm wurden Konzentrationen zwischen 13 (100-200m) und 442 (0-25) Individuen*m⁻³ festgestellt.

Cyclopoide Copepoden beherrschten den Gesamtbestand in den Fraktionen 200-500µm, 500-750µm und 750-1000µm und bis zu 200m Tiefe (Tab. E, Anhang). Ihre Anteile variierten zwischen 1% (Stufe 200-500m, Fraktion 1000-2000µm) und 81% (Stufe 0-25m, Fraktion 200-500µm).

Calanoide Copepoden dominierten die Fraktionen 200-500µm und 1000-2000µm auf der Tiefenstufe 200-500m. Sie waren mit Anteilen von 2% (Stufe 0-25, Fraktion 200-500µm) bis 78% (Stufe 200-500m, Fraktion 1000-2000µm) vorhanden. Diese Fraktion betrug in allen Fangstufen immer mehr als 50% der Abundanz. Die CII-CIII Stadien von Calanus finmarchicus sowie die CII von Metridia spp. machten einen wesentlichen Anteil innerhalb der obersten 100m in den Fraktionen 200-500 und 500-750µm aus. Scolecithricella minor wurde zahlreich in der Stufe 50-100m in den Größenklassen 500-750 und 750-1000µm festgestellt. Andererseits dominierte Microcalanus pusillus die Fraktion 200-500µm in den Stufen 100-200m und 200-500m, diese Fraktion machte sogar 13 und 54% der Individuenkonzentration aus. Die Fraktion 750-1000µm wurde in den obersten 25m durch die CIV von C. finmarchicus dominiert. Auf der Stufe 25-50m überwogen die älteren Copepoditstadien von Metridia spp. Auch die CV von C. finmarchicus in der Fraktion 1000-2000µm waren auf dieser Stufe sehr häufig vorhanden. Die Entwicklungsstadien von Euchaeta norvegica, Mesocalanus tenuicornis sowie die Adulten von Metridia lucens waren zwischen 50 und 200m mäßig vertreten. Im tieferen Bereich traten in der Fraktion 1000-2000µm Arten wie Spinocalanus abyssalis, Heterorhabdus norvegicus, Pleuromamma robusta und Aetideus armatus häufig auf.

Oncaeiden und Copepoden-Nauplien wurden nur in den kleinsten Fraktionen in einer bedeutenden Anzahl gefunden. Die Arten Oncaea borealis und O. conifera machten zusammen zwischen <1% und 5% innerhalb der obersten 50m aus, besonders in den Fraktionen 200-500 und 500-750µm. In anderen Fangstufen und Größenklassen waren ihre Anteile gering. Außerdem machten die Copepoden-Nauplien, (wahrscheinlich hauptsächlich meisten NIV - NV) in den ersten 50m Tiefe 16% an der Konzentration aus. Wie im III. DE hatten die Nauplien in anderen Fangstufen sowie Fraktionen kaum Bedeutung.

Die Appendicularien waren mäßig vertreten, meistens nur in den Fraktionen 750-1000-2000µm und nur bis 200m Tiefe. In der Fraktion 750-1000µm waren sie mit 2% (100-200m) bis 12% (25-50m) vorhanden. In der größten Fraktion machten die Appendicularien zwischen 4% (50-100m) und 7% in den anderen Tiefenstufen aus. Schließlich wurden die unter "andere Arten" zusammengefaßten Organismen lediglich in den größeren Größenklassen in

bedeutendem Maße festgestellt. Besonders auf der Stufe 100-200m ist ihr Betrag in der Fraktion 750-1000µm auffällig (38% der Individuenkonzentration).

Hierzu trugen in absteigender Reihenfolge Foraminiferen, Euphausiacen, Ostracoden und Chaetognathen bei.

Bei dem Nachtfang (St. 583, Abb. 3.2.7.1. A) wurden Unterschiede in den verschiedenen Fraktionen nachgewiesen. Hier dominierte die kleinste Fraktion die Abundanz. Sie schwankte zwischen 162 (200-500m) und 4213 (0-25m). Die Fraktion 500-750µm blieb damit nahe am Wert der St. 569. Ihre Abundanz variierte zwischen 29 (200-500m) und 530 (0-25m) Individuen*m⁻³. Kaum eine Veränderung wurde auch in der Fraktion 750-1000µm festgestellt. In der Fraktion 1000-2000µm variierte die Abundanz zwischen 12 (200-500m) und 693 (0-25) Individuen*m⁻³.

Die cyclopoiden Copepoden dominierten ebenfalls, wie zuvor die Fraktionen 200-500-750µm bis 200m Tiefe. In den obersten 50m trugen sie von 38% (Fraktion 750-1000µm, Stufe 0-25m) bis 84,5% (Fraktion 200-500µm, Stufe 25-50m) zur Individuenkonzentration bei. Die Häufigkeit der Cyclopoiden ist noch bis 200m auffällig mit Beiträgen von 42 (Stufe 100-200m, Fraktion 200-500µm) bis 78% (Stufe 100-200m, Fraktion 750-1000µm).

Die calanoiden Copepoden waren in den ersten 100m besonders in der Fraktion 1000-2000µm vertreten mit einem Anteil zwischen 54,4% (Stufe 50-100m) und 87,6% (Stufe 0-25). Sie dominierten ebenfalls die Fraktion 200-500µm unterhalb von 200m, in der sie mit *Microcalanus pusillus* als Hauptvertreter 63% der Abundanz ausmachten. Die Oncaeidae wurden nur unter 100m ebenso wie in den kleinsten Größenklassen wichtig. Sie waren mit 7% in der Stufe 100-200m, 13,5% (Fraktion 200-500µm) und 29% (Fraktion 500-750µm) in der Stufe 200-500m beteiligt. Die Copepoden-Nauplien hatten einen Anteil von 8% an der Gesamtkonzentration oberhalb 50m Tiefe.

Die Appendicularien verhielten sich anders als bei dem Tagesfang. Sie erreichten oberhalb von 200m nie mehr als 4% in den Fraktion 750-1000-2000µm, jedoch 12 und 6% in der Stufe 200-500m in den entsprechenden Fraktionen. Die zusammengefaßten Arten wurden nur in den größeren Fraktionen zahlreich nachgewiesen. In der Fraktion 750-1000µm variierten ihre Beiträge zwischen <1% (100-200m) und 24,5% (0-25m). Die Fraktion 1000-2000µm war zu 11% in der Stufe 0-25m, 30% in der Stufe 25-50m, 25% auf der Stufe 50-100m und 20% auf der Stufe 100-200m vorzufinden, wobei die Foraminiferen dominierten.

3.2.7.2 Biomasse und Kohlenstoff- Verteilung

Die Biomasse-Verteilung (als Trockengewicht) in den entsprechenden Fraktionen läßt sich aus der Abb. 3.2.7.2.1 B erkennen (Tab. F, Anhang). Die kleineren Fraktionen trugen kaum zu der Biomassekonzentration innerhalb der obersten 50m bei (St. 569). Unter 50m nahm die Biomasse in den Größenklassen 200-500µm und 500-750µm erheblich ab. Bei dem Nachtfang blieb der Betrag der kleinen Fraktionen unverändert. Die Fraktion 750-1000µm

variierte wenig innerhalb der obersten 100m (St. 569). Unterhalb von 100m Tiefe machte sie bis zu 20% der Gesamtkonzentration aus. Deutlich ist die Dominanz der Fraktion 1000-2000 μm in allen Tiefen sowohl am Tage als auch in der Nacht zu erkennen. Mit 225 $\text{mgTG}\cdot\text{m}^{-3}$ betrug sie am Tage in der Stufe 0-25m 82,5% der Biomassekonzentration. Allerdings wurde die TG Konzentration auf derselben Stufe beim Nachtfang mehr als verdoppelt (685 $\text{mgTG}\cdot\text{m}^{-3}$).

Der Kohlenstoffgehalt wird in der Abb. 3.2.7.1 C gezeigt. Die Tab. F, Anhang enthält eine Zusammenstellung der Werte. Auf der St. 569 wurde in der Stufe 0-25m der höchste Wert an Kohlenstoff erhalten (109 $\text{mgC}\cdot\text{m}^{-3}$), während unter 100m 17 und 13 $\text{mgC}\cdot\text{m}^{-3}$ (Stufen 100-200m und 200-500m) festgestellt wurden. In den oberen 25m trug die Fraktion 1000-2000 μm 82,5% zur Kohlenstoffkonzentration bei. Die Verteilung änderte sich beim Nachtfang. In der obersten 25m stieg der Kohlenstoffgehalt um 165 auf 274 $\text{mgC}\cdot\text{m}^{-3}$. Dies entsprach einer Zunahme des Kohlenstoffgehaltes um >100% in der Stufen 0-25. Auf der Stufe 25-50m änderte sich die Kohlenstoffkonzentration in den Größenklassen kaum. Auf der Stufe 50-100m wurde jedoch eine drastische Abnahme festgestellt, besonders in der Fraktion 1000-2000 μm . Ihr Betrag sank von 19 am Tag auf 6 $\text{mgC}\cdot\text{m}^{-3}$ in der Nacht ab. Für die Fraktionen 200-500-750 μm variierten die Werte stark auf der Stufe 50-100m (Tab.F , Anhang).

Die Verteilung des mittleren Individuengewichtes innerhalb der einzelnen Fraktionen zeigt die Tab. 3.2.7.2.1. Die Variabilität war höher beim Tagesfang als beim Nachtfang. Das mittlere Gewicht variierte zwischen 4 μg in der kleinsten Fraktion und 1308 μg in der größten Klasse. Die Variationkoeffizienten ebenfalls waren relativ hoch (Tab.3.2.7.2.1). Im Gegensatz dazu war die mittlere Gewichtsverteilung in der Nacht homogener. Sie variierte zwischen 4 μg und 745 μg . Die Variationskoeffizienten betragen zwischen 14% (1000-2000 μm) und 49% (500-750 μm) (Tab. 3.2.7.2.1).

Tab. 3.2.7.2.1 Mittlere Gewichte (μg) der Individuen in den einzelnen Fraktionen, IV DE.

Fraktion	Gewicht/Individuum (μg)		Standardabw.		Variationskoeff.	
	569	583	569	583	569	583
200-500 μm	4	4	1	2	27	39
500-750 μm	38	26	19	13	51	49
750-1000 μm	113	131	57	47	51	36
1000-2000 μm	1308	745	1031	106	79	14

Die mittlere prozentuale Verteilung der Abundanz zeigt, daß die kleinste Fraktion zur Gesamtkonzentration wesentlich mehr als die anderen Fraktionen beitrug (Abb. 3.2.7.2.1 A). Ihr durchschnittlicher Beitrag lag prozentual zwischen 65% (50-100m) und 78% (25-50m) der Gesamtabundanz, gefolgt von der Fraktion 500-750µm. Die Fraktion 1000-2000µm betrug in der Regel in allen Stufen weniger als 6%. Nur in der Stufe 0-25 machte sie 11,7% der Gesamtabundanz aus. Jedoch hatte die größte Größenklasse einen Anteil von 74% (100-200m) bis 84% (0-25m) an der Biomasse, ausgedrückt als Trockengewicht (Abb. 3.2.7.2.1 B). Die Fraktion 750-1000µm variierte wenig und blieb im Rahmen von 10%. Die kleineren Fraktionen stellten in der Regel geringe Anteile der Gesamtbio­masse dar. Nur auf der Stufe 100-200m machten sie 8%, ansonsten weniger als 7% aus.

3.2.8 Charakterisierung und Beschreibung der Copepoden-Gemeinschaft

Die Abb. 3.2.8.1 stellt für die 6 untersuchten Stationen des IV. DE den berechneten Diversitäts-Index und die Artenzahl dar. Im allgemeinen zeigte die vertikale Verteilung der Artenzahl und Diversität wie beim III. DE eine Zunahme mit der Tiefe, doch waren die Diversitätswerte kleiner als diejenigen im III. DE.. Niedrige Diversitätswerte wurden in den Stufen 0-25m und 25-50m festgestellt (Tab. 3.2.8.1). Die Artenzahl variierte in der oberen 50m wenig. Die Diversitätskurve zeigt Unterschiede zwischen den Tages- und den Nachtfängen. Bei den Tagesfängen stieg die Diversität mit der Tiefe an. Nur auf der St. 564 blieb die Diversität ziemlich konstant, aber etwas höhere Werte traten innerhalb der oberen 50m als in der Schicht 200-500m auf (Tab. 3.2.8.1). Bei den Nachtfängen ergaben sich zwei hohe Diversitätswerte in den Stufen 50-100m und 200-500m (St. 566 und 593). Die Gleichverteilung der Individuen auf die Arten (Äquität) war im Gegensatz zu den Stationen des III DE homogener. Die höchsten Diversitätswerte traten auf der St. 596 und 611 in der Stufe 200-500m auf. Bei den Stationen 564 und 566 wurden die höchsten Äquitätswerte entweder in der Stufe 50-100 oder 100-200m gefunden.

Die Tab. 3.2.8.2 faßt die berechneten Abundanz-Parameter im Laufe des Driftexperimentes zusammen. Nur die Arten, die über 1% Dominanz erreichten, wurden berücksichtigt. Die Arten wurden in abnehmender Reihenfolge, abhängig von ihrer Dominanz, aufgelistet. Die Entwicklungsstadien machten zusammen über 55% der Dominanz aus. *Oithona similis*, *Oithona plumifera*, *Metridia lucens* und *Microsetella norvegica* waren unter den Adulten die dominanten Arten. *Oithona* spp. Männchen, Copepoden-Nauplien zeigten keine extreme Dominanz. Sie waren zusammen mit *Oithona* spp. Copepoditen und *M. pusillus* Copepoditen in allen Tiefen präsent. Gleichzeitig nahmen die Entwicklungsstadien verschiedener Gattungen drei Plätze unter den ersten nach dem biologischen Index angeordneten 5 Arten ein. Da dieses Driftexperiment keine zeitliche hydrographische Veränderung zeigte (horizontale Gradienten), wurde die Berechnung der Charakterarten nur für die vertikalen Gradienten ausgeführt. Dafür wurden die selben Voraussetzungen wie beim III. DE angewandt. Die Beschreibung der Charakterarten im IV. DE ergab das

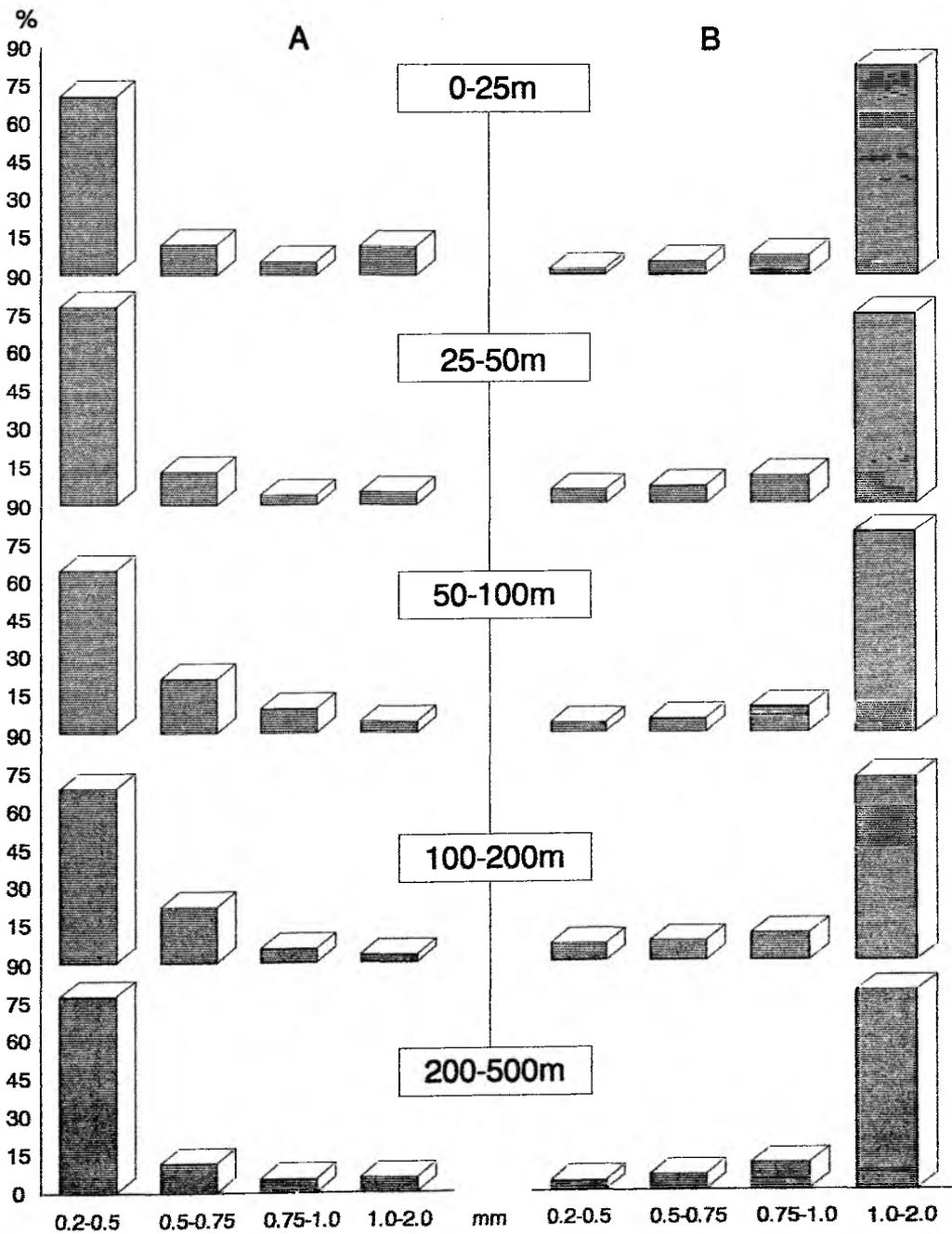


Fig. 3.2.7.2.1 Mean percent within the 4 size fractions. A. Abundance and B. biomass (dry weight).

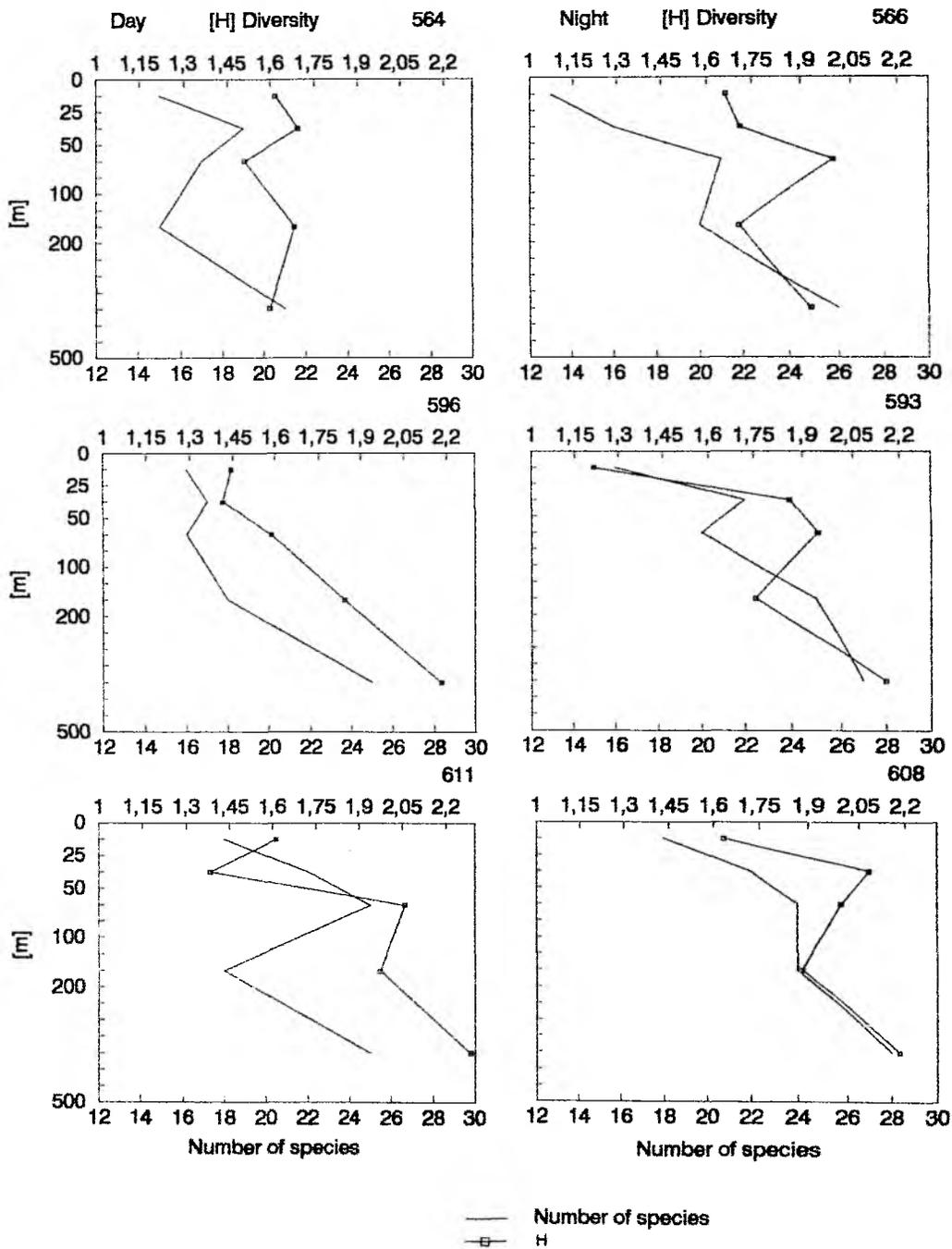


Fig. 3.2.8.1 Species number and diversity for each depth horizon during IV drift experiment.

Tab. 3.2.8.1 Artenzahl, Diversitäts- und Äquitätswerte, IV DE.

Station						
Tiefe	564	566	593	596	608	611
Artenzahl						
0-25m	15	13	16	16	21	18
25-50m	19	16	22	17	21	22
50-100m	17	21	20	16	24	25
100-200m	15	20	25	18	24	18
200-500m	21	26	27	25	28	25
Diversität						
0-25m	1.6	1.7	1.2	1.4	1.6	1.6
25-50m	1.7	1.7	1.9	1.4	2.1	1.4
50-100m	1.5	2.0	1.9	1.6	2.0	2.1
100-200m	1.7	1.7	1.8	1.8	1.9	2.0
200-500m	1.6	1.9	2.2	2.1	2.2	2.3
Äquität						
0-25m	0.60	0.65	0.44	0.45	0.90	0.50
25-50m	0.58	0.62	0.60	0.49	0.66	0.48
50-100m	0.53	0.66	0.65	0.57	0.61	0.64
100-200m	0.61	0.57	0.54	0.65	0.61	0.64
200-500m	0.52	0.59	0.65	0.76	0.75	0.79

gleiche Ergebnis wie im III. DE. Nur innerhalb der oberen 50m lassen sich Charakterarten anhand der genannten Voraussetzungen erkennen (Abb. 3.2.8.2). Dazu gehören *Calamus finmarchicus*, *Oithona similis*, *Oithona* spp. Männchen und Copepoditen. In der Schicht 50-100m dominierten *Microcalamus pusillus*, *Oithona plumifera* und *Oncaea* spp. Copepoditen, doch konnten sie nicht als Charakterarten gewertet werden. Unterhalb von 100m beherrschten sie die Gemeinschaft zusammen mit die Entwicklungsstadien von *Oithona* spp.

Tab. 3.2.8.2 Berechnete Abundanz-Parameter, IV. DE

Arten	Dominanz (%)	Präsenz (%)	BI
Oithona spp.			
Copepoditen	45	100	98
O.similis	21	90	49
Oithona spp.			
Männchen	4,8	100	47
Nauplien	4,3	100	53
Microcalanus pusillus	3,8	100	62
Oithona fallax	3,2	60	23
Calanus finmarchicus			
CV	2,3	90	15
C.finmarchicus			
CIV	2,1	53	13
Oncaea spp.Copepoditen	1,9	80	44
Oithona plumifera	1,7	93	45
Microsetella norvegica	1,3	80	9
Metridia lucens	1,2	67	12

3.2.9 Copepoden-Gemeinschaftsanalyse

3.2.9.1 Clusteranalyse und Multidimensionale Skalierung.

3.2.9.1.1 Gruppierung der Einzelproben

Zur Gruppierung der Einzelproben, d.h. die Verteilung der Ähnlichkeit der einzelnen Proben (Q-Analyse oder Normal-Analyse), lagen, wie beim III. DE, die Quadratwurzel der Quadratwurzel transformierte Individuenkonzentrationen für in mehr als einer Probe vertretene Arten zugrunde (insgesamt 57 Arten bzw. Entwicklungsstadien in 30 Proben). Der Bray-Curtis Index wurde als Distanzmaß gewählt. Das hieraus resultierende Dendrogramm (Abb. 3.2.9.1.1.1) ließ zwei Hauptcluster erkennen. Der Cluster A zeigte einen komplizierten Aufbau. Hierfür lassen sich drei klar abgegrenzte Untergruppen unterscheiden. Der Cluster B wurde nur aus einer Gruppe gebildet. Bei der Aufteilung der Proben in Cluster A und B, bei der ein deutliches räumliches Muster zwischen flachen und tiefen Proben festgestellt wurde, lassen sich innerhalb beider Cluster noch weitere Muster erkennen. Dem Cluster 1 (A) gehörten nur Proben der flachsten Stufe an. Cluster 2 (A) enthielt vorwiegend Proben aus der Stufe 25-50m und Cluster 3 (A) erfaßte Proben aus den Schichten 50-100m und 100-200m. Allerdings nur von den letzten zwei untersuchten Stationen. Cluster B enthielt Proben,

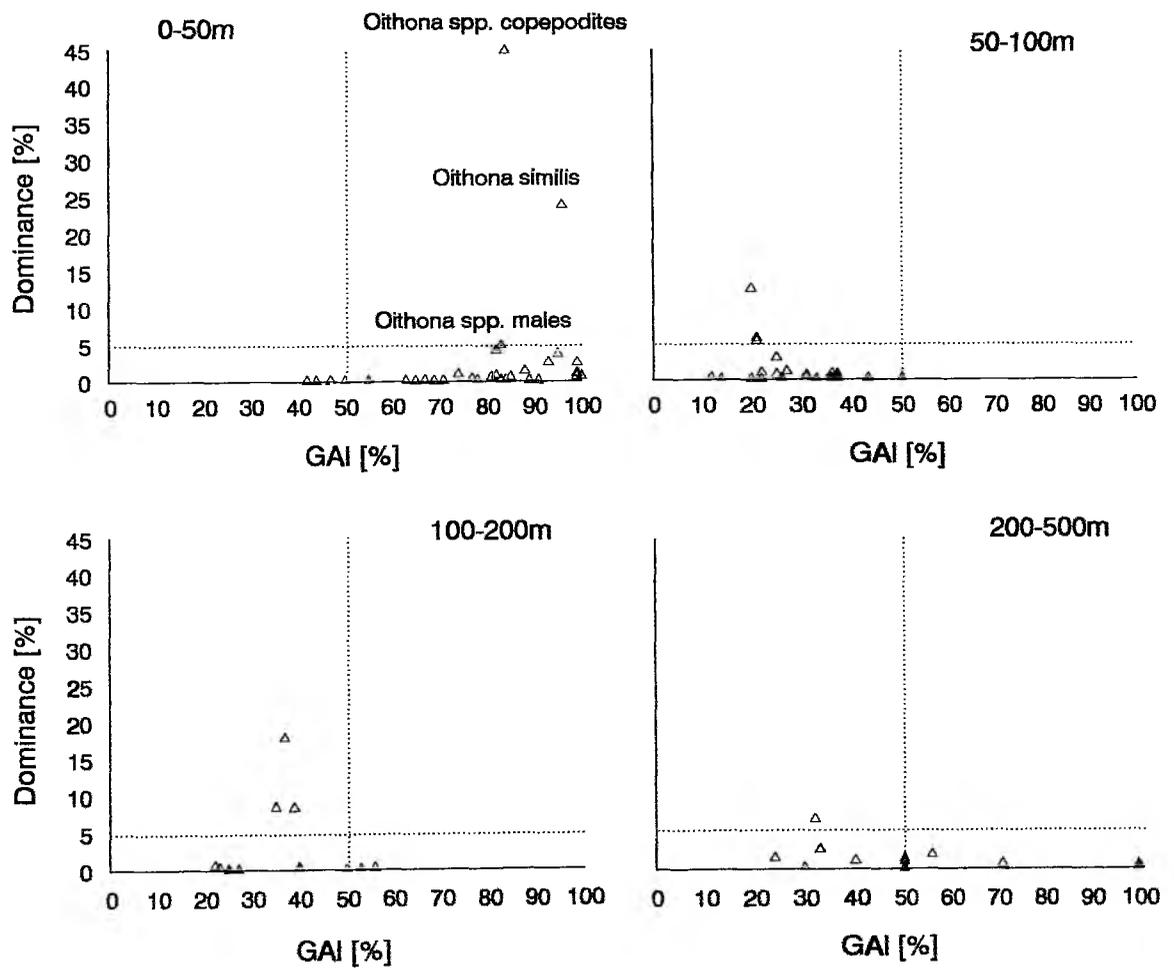


Fig. 3.2.8.2 Characteristic species depending on the depth interval.

aus den Schichten 50-100m und 100-200m. Andererseits wurde der Cluster B nur durch Proben aus der tiefsten Fangstufe (200-500m) gebildet.

Insgesamt zeigte die Analyse der 30 einzelnen Proben nur eine vertikale Variation in der Verteilung der Copepoden, die sehr entscheidend die Ähnlichkeitsstruktur beeinflusst.

Als Unterstützung für das resultierende Dendrogramm wurde die MDS durchgeführt. Damit wurden zugrundeliegende Datenmatrizen, die für die Clusteranalyse benutzt wurden, weiter bearbeitet. Diese Analyse ergab im wesentlichen die gleiche Struktur wie das Dendrogramm. Im allgemeinen beherrschte die Ausrichtung der Stationen bzw. Fangstufen die der Dimension 1 (Abb. 3.2.9.1.1.2). Die erhaltenen Anordnungsmuster weisen die Bildung von vier Hauptgruppen auf. Die Gruppe 1 wird verursacht durch die höheren Individuenkonzentrationen in der Stufe 0-25m. Sie umfaßte auch vorwiegend Proben aus der Stufe 25-50m, doch wurden flachere (St. 611) und tiefere (St. 596) Proben eingeschlossen. Hierbei wurden auch Oberflächenschichten gebildet und mittlere Schichten eingeschlossen. Die Gruppe 2 erfaßte Proben aus unteren Tiefstufen (50-100m, 100-200m). Andererseits spiegelte die Eigenständigkeit der tiefsten Stufe sich in der Gruppe 3 wider. Die Proben aus den Stufen 50-100 und 100-200m der St. 564 waren deutlich von der Gruppe 2 getrennt und bildeten damit die Gruppe 4.

3.2.9.1.2. Gruppierung der Arten

Zwei Hauptgruppen lassen sich in der Abb. 3.2.9.1.2.1 und Tab. 3.2.9.2.1 unterscheiden, nämlich A und B. Innerhalb jedes Clusters sind auch Untergruppen zu differenzieren. Cluster A (1) enthält die Copepoditstadien von *C. finmarchicus* und Weibchen. Cluster A (2) umfaßt überwiegend nicht calanoide- Copepoden, z.B. *Oithona similis*, *O. fallax*, *Oithona* spp. Copepoditen und Männchen. Cluster A (3) erfaßt vorwiegend ältere Entwicklungsstadien von den Arten *Metridia lucens* und *Euchaeta norvegica*. Hier wurde auch *Microsetella norvegica* sowie die Adulten von *M. lucens* (Weibchen) und *C. finmarchicus* (Männchen) gruppiert. Die zusammengruppierten Copepoditen im Cluster A1 waren durch einen flachen vertikalen Verteilungsschwerpunkt gekennzeichnet. Die Arten im Cluster A2 hatten am Tage einen tieferen vertikalen Verteilungsschwerpunkt (25-50m), der sich in der Nacht in der flachste Schicht verlagerte. Andererseits waren die im Cluster A (3) gruppierten Arten bzw. Copepoditen entweder durch einen am Tage tieferen vertikalen Verteilungsschwerpunkt charakterisiert (unter 50m) und in der Nacht in der Stufe 25-50m (*E. norvegica* Copepoditen und *C. finmarchicus* Männchen) oder durch einen unveränderten vertikalen Verteilungsschwerpunkt in der Schicht 25-50m (Copepoditen *M. lucens*). Der Cluster B umfaßte vorwiegend Arten mit einem tiefen, unveränderten Verteilungsschwerpunkt (50-100m, z.B. *Microcalanus pusillus*, *Scolicithricella minor* Copepoditen) und veränderten vertikalen Verteilungsschwerpunkt in der Nacht (CHH *E. norvegica*, *Oncaea similis*, *Oncaea* spp. Copepoditen und Männchen). In diesem Cluster wurden auch Arten mit tiefem Verteilungsschwerpunkt erfaßt, der in der Regel unabhängig vom Tagesrhythmus tiefer als

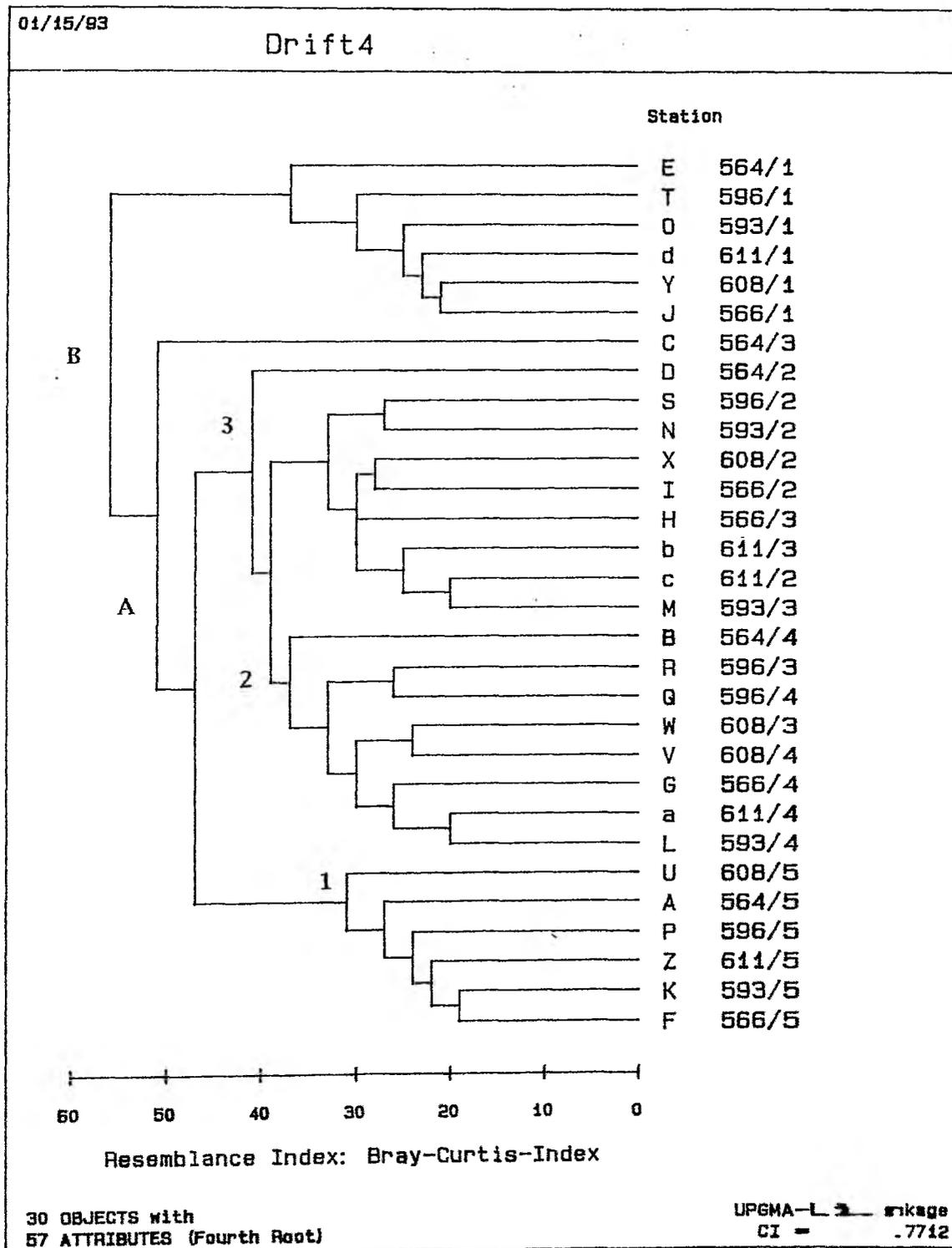
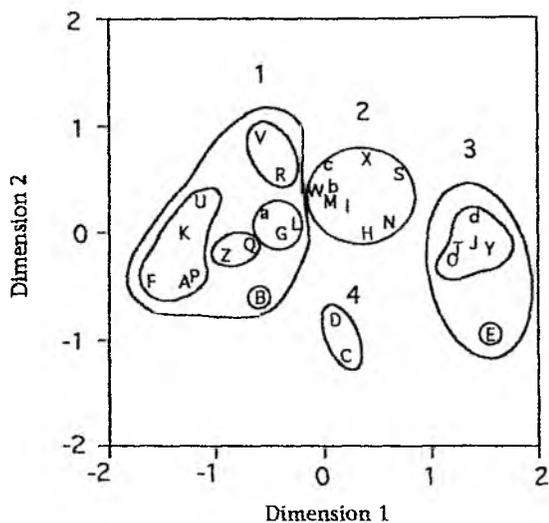


Fig. 3.2.9.1.1.1 Cluster analysis between stations (0-500m) based on abundance data and UPGMA-L 3 linkage procedure.



VARIABLE	DIMENSION		PLOT
	1	2	
ST 564/5	-1,29	-0,49	A
ST 564/4	-0,59	-0,63	B
ST 564/3	0,19	-1,14	C
ST 564/2	0,08	-0,53	D
ST 564/1	1,54	-0,95	E
ST 566/5	-1,57	-0,44	F
ST 566/4	-0,42	0,01	G
ST 566/3	0,39	0,07	H
ST 566/2	0,26	0,27	I
ST 566/1	1,38	-0,09	G
ST 593/5	-1,29	-0,02	K
ST 593/4	-0,28	0,12	L
ST 593/3	0,09	0,33	M
ST 593/2	0,69	0,13	N
ST 593/1	1,17	-0,33	O
ST 596/5	-1,17	-0,39	P
ST 596/4	-0,68	-0,13	Q
ST 596/3	-0,37	0,53	R
ST 596/2	0,63	0,53	S
ST 596/1	1,19	-0,23	T
ST 608/5	-1,15	0,3	U
ST 608/4	-0,67	0,54	V
ST 608/3	-0,05	0,47	W
ST 608/2	0,4	0,68	X
ST 608/1	1,56	0,15	Y
ST 611/5	-0,89	-0,17	Z
ST 611/4	-0,55	0,24	a
ST 611/3	0,06	0,46	b
ST 611/2	0,04	0,64	c
ST 611/1	1,35	0,07	d

Depth horizon:
 5 = 0-25 m
 4 = 25-50 m
 3 = 50-100 m
 2 = 100-200 m
 1 = 200-500 m

Fig. 3.2.9.1.1.2 Multidimensional scaling between station.

100m lag (Adulte von S. minor, O. conifera sowie CI-CII-CIII von E. norvegica). Hier wurden auch die in der flachsten Stufe vorkommenden Arten zusammengruppiert (O. plumifera, Oncaea similis und die CII von M. lucens).

Die Abb. 3.2.9.1.2.2 erfaßt die durchgeführte MDS-Analyse zur Gruppierung der Arten als Ergänzung der Clusteranalyse. Hierbei lassen sich Anordnungsmuster erkennen. Im Gegensatz zur Probengruppierung ist die Ausrichtung der Arten auf beide Dimensionen zerstreut. Jedoch lassen sich zwei Hauptgruppen unterscheiden, wobei innerhalb jeder Gruppe auch Untergruppen abzugrenzen sind. Die Gruppe 1 enthielt typische, unter 100m vorkommende Arten (selten zwischen 50-100m). Die CI und CIII von E. norvegica bildeten eine einzelne Untergruppe. Andererseits umfaßt die Gruppe 2 überwiegend Entwicklungsstadien. Die Arten Oithona fallax, O. similis, C. finmarchicus (Weibchen), Oncaea borealis und M. norvegica sind hier auch vertreten. Die CI, CIII und CIV von M. lucens scheinen eine Untergruppe zu bilden, die auch eine gemäß Anordnungsmuster mit der Gruppe 1 zeigen. Die Art Oncaea similis bildete eine isolierte Untergruppe. Deutlich ist zu erkennen, daß eine Mehrheit der Organismen in der Gruppe 2 eine geschlossene Einheit darstellt, die eine Abgrenzung der meistens innerhalb der obersten 50m auftretende Entwicklungsstadien verschiedener Gattungen zeigt.

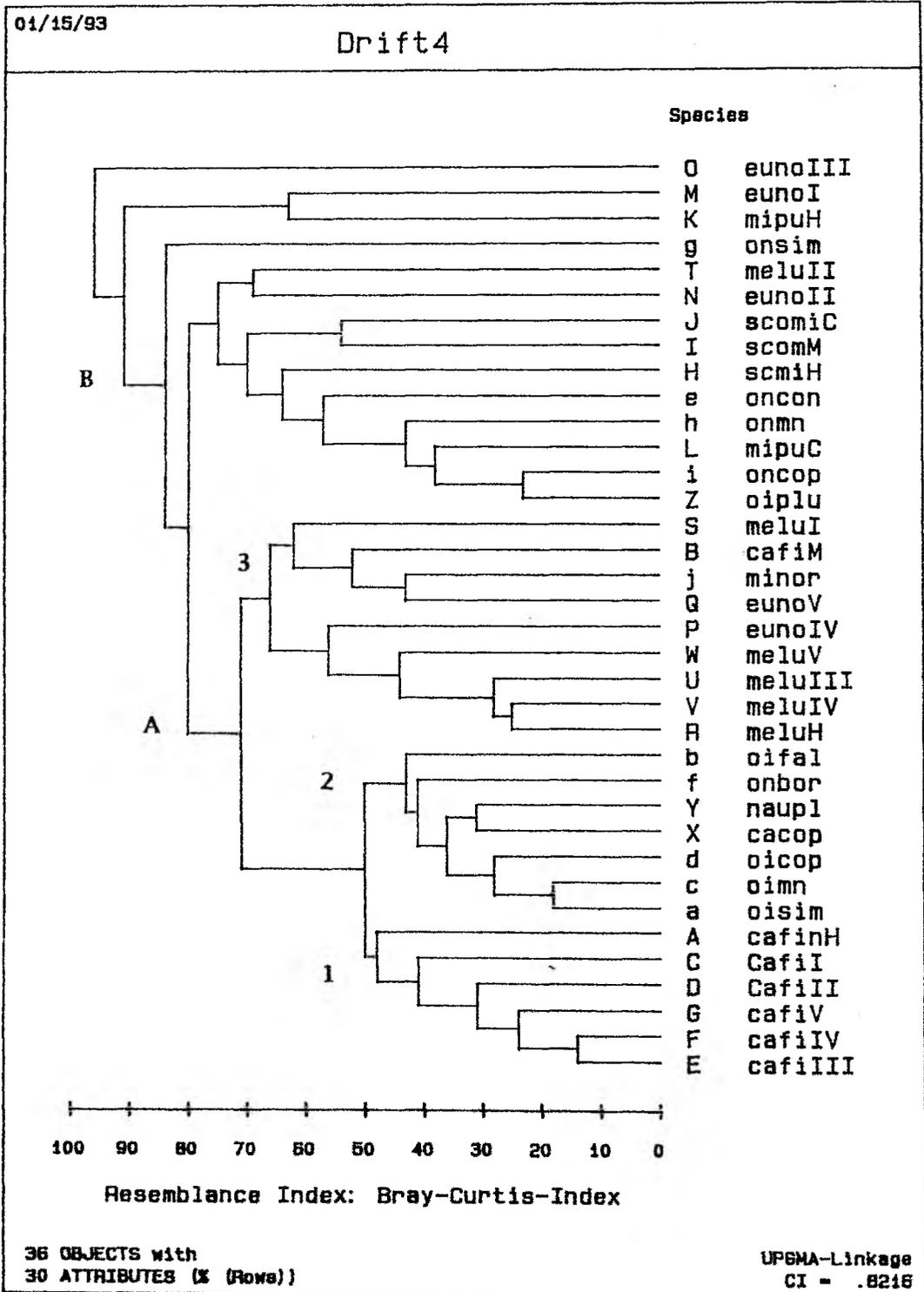
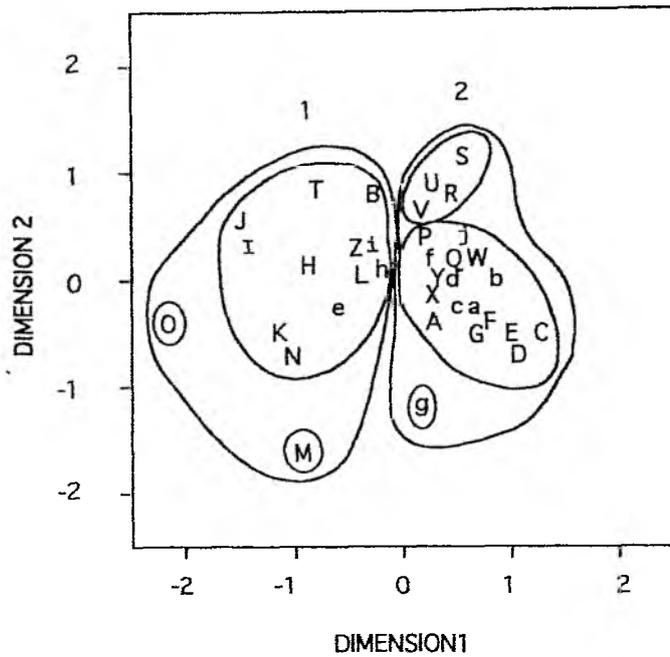


Fig. 3.2.9.1.2.1 Cluster analysis between distribution patterns of species.

Tab. 3.2.9.2.1 Zusammensetzung der Dendrogramme aus der Abb. 3.2.9.2.1, IV. DE.

Cluster A	Cluster B
Cluster A1	
Calanus finmarchicus	Oithona plumifera
CI	
CII	Oncaea Copp.
CIII	Microcalanus pusillus Copp.
CIV	Oncaea Männchen
CV	Oncaea conifera
Weibchen	Scolicithricella minor
	S. minor M
Cluster A2	S. minor Copp.
	Euchaeta norvegica CII
Oithona similis	Metridia lucens CII
Oithona spp. Männchen	Oncaea similis
Oithona spp. Copepoditen	Microcalanus pusillus
Calanoiden Copepoditen	Euchaeta norvegica CI
Copepoden-Nauplien	E. norvegica CIII
Oncaea borealis	
Oithona fallax	
Cluster A3	
Metridia lucens W	
M. lucens CI	
M. lucens CIII	
M. lucens CIV	
M. lucens CV	
Euchaeta norvegica CV	
E. norvegica CIV	
Microsetella norvegica	
Calanus finmarchicus M	



VARIABLE	DIMENSION		PLOT
	1	2	
Calanus finmarchicus , female	0,30	-0,39	A
male	-0,26	0,76	B
C I	1,28	-0,47	C
C II	1,02	-0,58	D
C III	0,99	-0,55	E
C IV	0,83	-0,37	F
C V	0,73	-0,57	G
Scolicithricella minor, female	-0,91	0,17	H
male	-1,41	0,32	I
Copepodites	-1,46	0,63	J
Microcalanus pusillus, female	-1,16	-0,48	K
Copepodites	-0,41	0,06	L
Euchaeta norvegica C I	-0,95	-1,63	M
C II	-1,03	-0,74	N
C III	-2,18	-0,4	O
C IV	0,23	0,37	P
C V	0,51	0,18	Q
Metridia lucens , female	0,42	0,81	R
C I	0,57	1,1	S
C II	-0,84	0,83	T
C III	0,33	0,95	U
C IV	0,19	0,79	V
C V	0,68	0,22	W
Calanoide Copepodites	0,28	-0,15	X
Nauplien	0,32	-0,07	Y
Oithona plumifera	-0,42	0,3	Z
O. similis	0,7	-0,31	a
O. fallax	0,86	0	b
Oithona spp. male	0,51	-0,27	c
Oithona spp. Copepodites	0,41	-0,04	d
Oncaea conifera	-0,62	-0,24	e
O. borealis	0,25	0,11	f
O. similis	0,16	-1,23	g
Oncaea spp. male	-0,15	0,1	h
Oncaea spp. Copepodites	-0,33	0,39	i
Microstella norvegica	0,58	0,43	j

Fig. 3.2.9.2.2 Multidimensional scaling between distribution patterns of species.

4. Diskussion

4.1 Methoden-Kritik

4.1.1 Probennahme

Die Beschreibung bestimmter Verteilungsmuster ist in der Ökologie von grundlegender Bedeutung für die Erklärung und Quantifizierung der Zusammenhänge in der Natur (ANDREW & MAPSTONE, 1987). Dafür ist die Vielfalt eines Ökosystems sowohl räumlich als auch zeitlich von spezieller Bedeutung (STEELE, 1976). In ökologischen Untersuchungen zur Dynamik, Zusammensetzung oder Entwicklung einer Zooplankton-Gemeinschaft treten in der Regel, außer der inneren Variabilität des Ökosystems (e.g. MARGALEF, 1982), die sogenannten Probennahme-Fehler (z.B. UNESCO, 1968) auf. Obwohl der Einsatz von Netzen die häufigste Fangmethode zur Beprobung planktischer Organismen ist (BOLTOVSKOY, 1980), können die Fänge einen unterschätzten Wert der wahrhaftig vorhandenen Arten bzw. Individuenzahlen ergeben (ARON, 1962). Hierbei kann die Vergleichbarkeit der während der Meteor - Reise 10/2 durchgeführten Multinetzfänge vor allem durch die "Patchiness" des Zooplanktons eingeschränkt werden. Im folgenden werden drei für diese Arbeit wichtige Faktoren zur Quantifizierung des Zooplanktonsbestandes betrachtet:

- a. Maschenselektion
- b. Netzmeidung
- c. Filtrierte Volumina.

Die räumliche Verteilung der Planktonorganismen ist sowohl horizontal als auch vertikal als fleckhaft bekannt (CASSIE, 1963; WIEBE & HOLLAND, 1968; STEELE, 1976). Patchiness ist ein ausgeprägtes Merkmal des Planktons in allen Skalen. Die Phytoplanktonverteilung wird überwiegend durch physikalische Prozesse beeinflusst (STEELE & ANDERSON, 1992), entweder vertikal (Thermoklinen und Auftrieb) oder horizontal (Fronten und Eddies). Für herbivores Zooplankton sind jedoch die Gründe der räumlichen Variabilität noch nicht klar (STEELE & ANDERSON, 1992). Einerseits sind sie fähig, eine vertikale Wanderung auszuführen; auf anderen Seite können sie durch physikalische Kräfte einer lateralen Advektion unterliegen. Während der Meteor - Reise 10/2 konnte nur ein Hol pro Station durchgeführt werden. Die kleinräumige Variabilität des Individuenbestandes innerhalb einzelner Stationen blieb aus diesem Grund unbekannt. Obwohl während der ersten Driftexperimentes der Übergang von einer zyklonalen zu einer antizyklonalen Wasserstruktur (siehe Kap. 2.4.1) erfolgte, wurde angenommen, die gleiche Populationen beprobt zu haben. Als Konsequenz des Wassermassenwechsels trat mit hoher Wahrscheinlichkeit eine höhere Variabilität der beobachteten großräumigen Verteilung des Gesamtbestandes und der einzelnen Arten ein. Die hydrographische Veränderung im Laufe des III. DE gab Anlaß zur Vermutung, daß die Patchiness eine Verzerrung der beobachteten Verteilung des Zooplanktonbestandes und der Arten verursachte, was während des IV. DE nicht der Fall gewesen zu sein scheint, da die hydrographische Situation sehr stabil war.

a. Maschenselektion

Es wurde angenommen, daß die mit 200µm Maschenweite ausgerüsteten Netze quantitativ die Mesozooplankton-Fraktion (200-2000 µm, SIEBURTH et al., 1978) beproben. Organismen mit > 283µm Durchmesser sollten dabei vollständig erfaßt werden (Siehe Kap. 2.2). Manchmal reicht aber eine Maschenweite nur von 75% der Breite z.B. des Vorderkörpers von Copepoden aus, um etwa 95% der Individuen erfassen zu können (NICHOLS & THOMPSON, 1991). Es ist in der Regel auch akzeptiert, daß die zurückgehaltenen Tiere normalerweise den Wert der Maschenweite überschreiten (VANNUCCI, 1968). Damit könnte ein erheblicher Teil der kleinen Organismen mit den Netzen nicht gefangen worden sein, so daß z.B. die jüngsten Copepoditstadien von Arten wie *Paracalanus parvus*, *Microcalanus pusillus*, *Ctenocalanus vanus*, *Calocalanus* spp., *Clausocalanus* spp, *Oncaea* spp. und *Oithona* spp., sowie Adulte von *Oncaea* spp. und *Oithona* spp. möglicherweise unterrepräsentiert sein können. Auch für andere Gruppen wie Foraminiferen, Larven oder jüngere Chaetognathen und Ostracoden kann dies zutreffen.

b. Netzmeidung

Zooplanktonorganismen reagieren empfindlich auf Druckwellen, die von durch das Wasser gezogenen Planktonnetzen ausgehen (CLUTTER & ANRAKU, 1968; HAURY et al., 1980). Das Ausweichen der Organismen vor den Netzen wirkt sich auf die Berechnung verschiedener Populationsparameter der Zooplankton-Gemeinschaft (MCGOWAN & FRAUNDORF, 1966) aus und betrifft ebenso die Interpretation der Vertikalwanderung (BRINTON, 1965; in CLUTTER & ANRAKU, 1968). Die Fluchtmöglichkeit nimmt mit abnehmendem Netzdurchmesser zu (CLUTTER & ANRAKU, 1968). Das hier angewendete Multinetz hat mit 50 x 50 cm eine relativ kleine Netzöffnungsfläche. Also wurden große Carnivoren u.a. Chaetognathen, *Euchaeta* spp. oder *Candacia* spp. vermutlich nicht quantitativ erfaßt.

c. Filtrierte Volumina

Die Filtrationsleistung eines Netzes stellt einen wichtigen Parameter dar, der die Genauigkeit der Fänge stark beeinflußt (TRANTER & SMITH, 1968). Sie wird als Filtrationseffizienz des Netzes angegeben. Während der Meteor - Reise 10/2 konnte die Filtrationseffizienz als 100% angenommen werden, da es sich um Vertikalfänge im offenen Ozean handelt (Siehe Kap. 2.2.2). Es wurde daher in beiden Driftexperimenten darauf verzichtet, Strömungsmesser für das Multinetz einzusetzen. Die filtrierte Volumina wurden aus dem Tiefenintervall der Fangstufe und der Öffnungsfläche des Netzes berechnet. Im Laufe beider Driftexperimente (auffälliger im III. DE), wurden gelegentlich große Aggregate beobachtet, die möglicherweise zu einer Maschenverstopfung (clogging) mit einer Herabsetzung der Filtrationseffizienz geführt haben könnten (TRANTER & SMITH, 1968). Jedoch ist zumindest in Vertikalfängen im offenen Ozean das "clogging" eines Multinetzes selten zu beobachten (WEIKERT & JOHN, 1981; BÖTTGER-SCHNACK, 1990a; LENZ et al., 1993).

4.1.2. Biomassebestimmung

An für sich ist die Biomasse- bzw. Sestonbestimmung ein einfaches Verfahren, doch treten manchmal verschiedene methodische Probleme auf (LENZ, 1973). Obwohl unterschiedliche Methoden zur Bestimmung vorliegen (BEERS, 1976), ist keine Methode für alle Zwecke optimal (BEERS, 1980). Das hier ausgewählte Trockengewicht bzw. aschefreie Trockengewicht als Maß zur Biomassebestimmung ist gegenüber dem Naßgewicht oder Verdrängungsvolumen für ökologische Betrachtungen geeigneter (OMORI, 1978). Es ist jedoch sehr wichtig, darauf hinzuweisen, daß die Methoden zur Biomasse- bzw. Sestonbestimmung immer nur einen Ausschnitt des breiten Größenspektrums der im Meerwasser schwebenden Partikel erfassen (LENZ, 1971).

In den größtenfraktionierten Proben wurde die Biomassebestimmung nach einem über 12 monatigen Aufbewahrungszeitraum durchgeführt. Obwohl sich für tropisches Zooplankton nach einer 10 monatigen Konservierung in 10%-igem Formol kein bedeutender Gewichtsverlust ergab (CHISHOLM & ROFF, 1990a), wird für semi- und boreales Zooplankton die Meinung vertreten, daß bei lipidreichen Copepoden ein sehr starker Gewichtsverlust auftritt, insbesondere während des ersten Tages nach der Fixierung (OMORI, 1978; DURBIN & DURBIN, 1978). Die Fixierung mit 4%-igem Formol kann durch hyperosmotische Veränderung einen signifikanten Körperflüssigkeitsverlust erzeugen (WILLIAMS & ROBIN, 1980). Korrekturfaktoren von 25% (TREMBLAY & ROFF, 1983), 29.5% (DURBIN & DURBIN, 1978) oder 37-43% (GIGUERE et al., 1989) wurden verwendet. Diese gelten allerdings für in 5%-igem Formol konservierte Proben. Die Proben der Meteor-Reise 10/2 wurden in 2%-igem Formol aufbewahrt, welches Proben aus anderen Expeditionen bis zu 10 Jahre gut konserviert hat (ROLKE, persön. Mitt.). Allerdings reagieren Copepoden-Arten sehr unterschiedlich unter ähnlichen Bedingungen; sie können mehr als 50% (OMORI, 1970) oder weniger als ein Viertel (DURBIN & DURBIN, 1978) ihres Gewichtes verlieren. Um eine Unterschätzung des Gewichtes der größtenfraktionierten Proben zu vermeiden, wurde im Durchschnitt ein Gewichtsverlust vom 40% angenommen.

Zur Bestimmung des Kohlenstoffgehaltes ist die Anwendung eines CHN-Analysators empfehlenswert (z.B. OMORI & IKEDA, 1984). Während unserer Driftexperimente stand uns am Bord kein CHN-Analysator zur Verfügung. Der Kohlenstoffgehalt kann in Laborversuchen mit neritischen Arten bis zu 35% des TG erreichen (FRANSZ, persön. Mitt.). Ozeanische Arten enthalten mehr Lipide mit höherem C:N Verhältnis (z.B. RAYMONT, 1983). Andererseits ist der vom Trockengewicht abgeleitete Kohlenstoffgehalt in Copepoden sehr variabel (IKEDA, 1974). Er kann zwischen 26% und 60% des TG liegen. Aufgrund der Erfahrungen von verschiedenen Autoren (LENZ, 1974; HIROTA, 1981, SCHNEIDER, 1989a) wurde zur Umwandlung des aschenfreien Trockengewichts in Kohlenstoffgehalt ein Faktor von 0.50 verwendet. Damit liegen die errechneten Kohlenstoffgehalte im Rahmen der zu erwartenden Werte (IKEDA, 1974).

4.1.3. Abundanz-Quantifizierung

Die quantitative Analyse der Zooplankton-Populationen bedeutet in fast allen Fällen eine harte, mühsame und geduldige Arbeit. Eine Zooplanktonprobe enthält in der Regel Informationen aus verschiedenartigen Populationen, die in Abhängigkeit von den Umweltbedingungen in Wechselwirkung zueinander stehen. Solche Informationen werden sichtbar, wenn untersucht wird, wie und in welchen Ausmaßen die vorkommenden Organismen auftreten. Deswegen gewinnt die Quantifizierung eines Zooplanktonfanges an Bedeutung. Dazu gehören Aspekte wie Artenzusammensetzung, Populationsstruktur und Entwicklung trophischer Ebenen innerhalb des Ökosystems zur Erkennung möglicher Mechanismen, die die Populationen kontrollieren (HAYWARD & MCGOWAN, 1979; HOPKINS et al., 1993).

In der quantitativen Bearbeitung des Zooplanktons stellt jeder Schritt jedoch nur eine indirekte Bewertung (BOLTOVSKOY, 1980) dar, unabhängig von den erfolgten Analysenstrategie (WALTER et al., 1979). Daher erübrigt sich die Bestimmung der ganz genauen Anzahl der Organismen (FRONTIER, 1980). Auf der anderen Seite ist eine vollständige Zählung einer Probe zur Schätzung der Abundanz planktischer Organismen bzw. ihrer Variabilität zwar zu empfehlen (VENRICK, 1978), aber der notwendige Zeitaufwand macht es meist unmöglich. Daher sind verschiedene quantitativen Teilungsmethoden sehr nützlich (BOLTOVSKOY, 1980) und für die Bestimmung der Schätzungsgenauigkeit der Planktonabundanz wichtig (SELL & EVANS, 1982). Alle Teilungsverfahren stellen jedoch wiederum eine Fehlerquelle dar (GUELPEN et al., 1982), die sich aber berechnen läßt (CASSIE, 1968; FRONTIER, 1980).

Für die Quantifizierung der Mesozooplankton-Abundanz wurde der Folsom-Splitter, der statistisch als zuverlässig gilt (McEWEN et al., 1954) verwendet. Bei höheren Teilungsschritten (z.B. 1/32 bzw. 1/64) kann auch der Folsom-Splitter eine ungegügende Reproduzierbarkeit besitzen (LONGHURST & SEIBERT, 1967). In anderen Untersuchungen zeigte der Folsom-Splitter aber keine statistisch signifikanten Abweichungen (GUELPEN et al., 1982). Es ist auch bekannt, daß während des Teilungsverfahrens die Verklumpung der Organismen zu einer Überschätzung der Abundanz führen kann (GRIFFITHS et al., 1984). Um diese Verklumpung zu vermeiden, wurden die Unterproben im Teiler noch zusätzlich belüftet (siehe Kap. 2.4.2). Nur gelegentlich mußte des Teilungsverfahrens erneut durchgeführt werden, wenn ein χ^2 Test signifikante Unterschiede zwischen zwei Unterproben ergab. Insgesamt kann der Folsom-Splitter als zuverlässig betrachtet werden.

Für die Stationen des III. und IV. DE wurden jeweils im Durchschnitt pro Tiefenstufe 650 und 870 Organismen gezählt. Dadurch sollte sich ein relativer Fehler unter 10% und gleichzeitig ein breiterer Vertrauensbereich (>95%) ergeben (FRONTIER, 1980), um die statistische Unsicherheit möglichst gering zu halten.

4.1.4 Gemeinschaft-Analyse

4.1.4.1 Clusteranalyse und Multidimensionale Skalierung (MDS)

Die Methoden der Clusteranalyse und Multidimensionalen Skalierung sind statistische Verfahren, die helfen, zeitliche bzw. räumliche Arten-Assoziationen aufzudecken (FEDERIZON, 1992). Ist eine Gemeinschaft identifiziert, läßt sich ihre Struktur beschreiben (VARGAS, 1987). Dennoch tritt häufig das Problem auf, daß die Interpretation der Ergebnisse weitgehend dem Anwender überlassen wird (JAMES & McCULLOCH, 1990). Um Zufallsergebnisse ausschließen zu können, ist die Anwendung verschiedener Cluster und MDS - Strategien sehr empfehlenswert (PIEPENBURG, 1988). In einer ausführlichen Arbeit verwendete MUMM (1991) mehrere Transformations - und Approximationsverfahren, die möglicherweise zu einer systematischen Verschiebung in der Zusammensetzung der Cluster führten. Das Cluster-Verfahren hat jedoch den Nachteil, daß es manchmal Verhältnisse kodiert, die nicht der Stabilität der Daten entsprechen (JAMES & McCULLOCH, 1990). Die in dieser Arbeit angewendete Quadratwurzel der Quadratwurzel-Transformation ist besonders dann angebracht, wenn der Bray-Curtis Index als Distanzmaß ausgewählt wird (FIELD et al., 1982). Das Verfahren nimmt auch eine Mittelstellung im Vergleich zu den Ergebnissen anderer Verfahren ein, z.B. $\log(X+1)$, Canberra Metric oder Jaccard Index (MUMM, 1991). Andererseits ist die MDS - Methode eine robuste Ordnungsmethode. Die Interpretation ist jedoch qualitativ und subjektiv (JAMES & McCULLOCH, 1990), wobei die Variablen nur als Maß zwischen Objekten benutzt werden. Die MDS-Methode trägt jedoch dazu bei, die sich aus einem Dendrogramm ergebenden Ergebnisse zu interpretieren.

4.2 Abundanz und Biomasse des Mesozooplanktons

Die untersuchten Gebiete (47°N 20°W: III. D.E. und 58°N 20°W: IV. DE) stellen verschiedene klimatische Bereiche im Nordatlantik dar, die sich durch ausgeprägte Unterschiede in der Produktivität unterscheiden. Sie werden von der Stabilität und von dem Umfang der vertikalen Durchmischung im Winter bestimmt (GLOVER & BREWER, 1988). Das III. DE lag noch im Einflußgebiet subtropischer Wassermassen, während das IV. DE mehr von subarktischem Wasser beeinflusst war (van der SPOEL & HEYMAN, 1983). Bezüglich der Abundanz und Zusammensetzung des Mesozooplanktons stellten beide Gebiete verschiedene biologische Situationen dar. Copepoden beherrschten die Abundanz und gleichzeitig die Biomasse. Copepoden stellen normalerweise die häufigste Zooplanktongruppe im Ozean (LONGHURST, 1985a) dar, insbesondere in der 500m Wassersäule (DAVID & WIEBE, 1985). Sie machen regelmäßig zwischen 35% (Tropen) und 90% (Polargebiete) der Zooplanktonbiomasse (HOPKINS, 1982; FRANZ & GIESKES, 1984; LONGHURST, 1985a; MUMM, 1991) aus, abhängig von der Jahreszeit, Artenzusammensetzung und Entwicklungsphase. Adulte und Copepoditstadien dominierten die Abundanz in beiden Gebieten (75-91% auf 47°N und 73-81% auf 58°N). Oithoniden waren häufiger auf 58°N (49-63%) gegenüber 13-22% auf 47°N. Oncaeidae waren häufiger im IV.DE (4-7%) als im III.DE (1-3%). Appendicularien waren häufiger während des ersten

Teiles des IILDE (3-11%). Andererseits waren Foraminiferen im IV. DE, insbesondere auf St. 596 (bis 20%), stark vertreten, wobei die Art *Globigerinoides glutinata* dominierte (BIJMA et al., in ZEITZSCHEL et al., 1991). Die Entwicklungsstadien von Copepoden machten in beiden Gebieten den größten Teil der Gesamtabundanz aus (44-59% im III. DE und 42-51% im IV. DE). Dies ist auch für andere Meeresgebiete gefunden worden, wobei Copepodite normalerweise die Abundanz von Adulten übertreffen (AMBLER & MILLER, 1987). Auch quantitative Unterschiede in der Dominanz wurden deutlich. Kleine Calanoiden machten zwischen 53 und 77% des Gesamtbestandes auf 47°N aus, dagegen herrschten die Cyclopoiden auf 60°N vor (zwischen 49 und 63%). Die Gesamtabundanz des Mesozooplanktons blieb im Rahmen einer Frühjahrsblüten-Situation, besonders auf 47°N. Insgesamt lagen die Werte, bezogen auf die Wassersäule bis 500m Tiefe, zwischen ca. $0.2 \cdot 10^6$ und $1 \cdot 10^6$ n*m⁻² auf 47°N und zwischen ca. $0.47 \cdot 10^6$ n*m⁻² und ca. $0.73 \cdot 10^6$ n*m⁻². In der Sargassosee sind Zooplanktonbestände bis 80,000 n*m⁻² festgestellt worden (DEEVEY & BROOKS, 1977). Im Umgebungsgebiet vom III. DE, stellten BECKMAN et al. (1987) Bestände zwischen 41,400 und 50,700 n*m⁻² fest, allerdings mit einem Netz von 300µm Maschenweite und bis 400m Tiefe. Höhere Bestände sind im Frühling, über $500 \cdot 10^3$ n*m⁻² in Gebieten der Nordsee und Bucht von New York, vorgefunden worden (SMITH & LANE, 1988; KRAUSE & RADACH, 1989), die Wassersäule reichte jedoch nicht tiefer als 200m. Im Sommer hat SAMEOTO (1984) in der Bucht von Marville ca. $30 \cdot 10^3$ n*m⁻² festgestellt. Andererseits wurden in einem Warm-Core Ring Gebiet des Golfs von Mexico über $200 \cdot 10^3$ n*m⁻² festgestellt (COWLES et al., 1987), aber mit einem Netz von 64µm Maschenweite. Schwierigkeiten treten auf, wenn man verschiedene Gebiete vergleicht. Direkte Vergleiche sind normalerweise auf Grund der unterschiedlichen Probennahme-Methoden (u.a. Netz, Maschenweite, Tiefe, Jahreszeit) nicht möglich. Wie später diskutiert wird, stellten die Gesamtabundanzen in beiden Gebieten verschiedene Entwicklungsphasen während der Frühjahrsblüte dar.

Die Tab. 4.2.1 zeigt verschiedene Biomassewerte des Zooplanktons in benachbarten Gebieten unserer Untersuchungsareale. In der Regel zeigte die Mesozooplanktonbiomasse höhere Bestände in der Nacht als im Tag. Die mittleren Biomassebeständen unterschieden sich zwischen 4% (III. DE) und 8% (IV. DE). Tägliche Variationen in diesem Bereich für die Vertikalverteilung der Zooplanktonbiomasse wurden auch von WIEBE et al. (1985) festgestellt. Ähnliche Unterschiede sind in oligotrophen Meeresgebieten beobachtet worden (ORTNER et al., 1978). Obwohl im Tag-Nacht Rhythmus für beide Gebiete kein statistisch signifikanter Unterschied festzustellen war (LENZ et al., 1993), bewirkte die von einer kleinen Fraktion des Zooplanktons (<10% aller ozeanischen Arten wandern, VINOGRADOV, 1970; MARLOW & MILLER, 1975) ausgeübte Vertikalwanderung eine leichte Differenz. Interzonale Arten der Gattungen *Metridia* und *Pleuromamma* (VINOGRADOV, 1970; LONGHURST et al., 1990) führen ausgeprägte Vertikalwanderungen in der Nacht aus und bleiben am Tage unterhalb von 400-600m (BATCHELDER, 1986; BENNET & HOPKINS, 1989; HATTORI, 1989; LONGHURST et al., 1989). Mehrere Arten beider Gattungen wurden regelmäßig auf 47°N vorgefunden. Andererseits trat die Art *Calanus finmarchicus* auf 58°N ziemlich häufig auf. Diese Art trägt in verschiedenen Gebieten des Nordatlantiks bis 80-90% zu der gesamten Zooplanktonbio-

Tab. 4.2.1 Biomasse Werte (Trockengewicht) aus verschiedenen Meeresgebieten.

Gebiet	Tiefe (m)	Biomasse (gr*m ⁻²)	Maschenweite (µm)	Autor
G.v.M.(S)	0-1000	1.2	162	HOPKINS(1982) ¹
S.S.(S)	0-500	1.4	366	MENGEL & RYTHER (1961) ¹
S.S.	0-200	0.52	180	YASHNOV(1962) ¹
S.S.(S)	0-800	16.6	333	ORTNER et al., (1978) ¹
S.S.(H)	0-800	10.2	333	ORTNER et al., (1978) ¹
K.S.	0-500	10.0	180	YASHNOV)1962 ¹
G.S(H)	0-200	15.1	333	COWLES et al., (1987) ¹
G.S.(H)	0-1000	0.04	333	BARBER & WIEBE (1985) ¹
G.S.(F)	0-200	0.94	333	ROMAN et al., (1985) ¹
G.S.(S)	0-200	1.1	333	ROMAN et al., (1985) ¹
B.S(F)	0-1200	25-35	150	VIDAL & SMITH (1986) ²
NW.B.B.(S)	0-100	10-20	243	SAMEOTO(1984) ¹
N.S.(F)	?	1.3	300?	FRANSZ et al., (1984) ³
N.S.	?	2.2	300?	FRANSZ et al., (1984) ³
N.S.(F)	170?	3.6-6.9	280	WILLIAMS&LINDLEY, (1980b) ⁴
NE.A.(F)	0-500	3.8-12	200	DIESE ARBEIT ⁵
NW.A.(F)	0-200	0.6-6.5	149	SCHMITH & LANE (1980) ⁶
N.A. (S-H)	0-300	1.2-5.9	202	BE et al. (1971) ¹

Abkürzungen:

1= Gesamtzooplankton, 2= herbivores Zooplankton; 3= nur Copepoden, 4= nur *Calanus finmarchicus*, 5= Mesozooplankton, 6= nur *Calanus finmarchicus* und *Metridia lucens*.

G.v.M.= Golf von Mexiko; S.S.= Sargassosee; K.S.= Kanarischer Strom; G.S.= Golf Strom; B.S.= Bering See; NW B.B.= Nordwestl. Baffin Bay; N.S.= Nordsee; NE.A.= Nordostatlantik; NW.A.= Nordwestatlantik; N.A.= Nordatlantik. (S)= Sommer, (H)= Herbst, (F)= Frühling.

sse im nördlichen Bereich des Nordatlantiks (WILLIAMS, 1988). Kleine herbivore Copepoden tragen dagegen wenig zur gesamten Biomasse bei (VIDAL & SMITH, 1980).

Die relativ hohen Biomassewerte auf St. 480 und 490 (Tagesfänge, III. DE) enthielten wahrscheinlich eine große Menge an anorganischer Substanz, die auf die Schalen von planktischen Organismen zurückzuführen ist. Große Ostracoden wurden auf St. 480 unterhalb von 200m Tiefe häufig festgestellt. Ebenfalls trat auf der St. 490 die Art *Clio pyramata*, eine der im Gebiet verbreitetsten Thecosomata (van der SPOEL & HEYMAN, 1983) auf, die aber nicht auf der St. 499 festgestellt wurde. Im Bereich unseres Untersuchungsgebietes können relativ hohe Konzentrationen von *Clio* spp. und anderen Thecosomata-Arten auftreten (BECKMANN et al., 1987).

Auf 58°N war die Bestandsentwicklung der Biomasse homogener. Sie spiegelt sich in einer größeren Konstanz bezüglich des Inhalts an organischer Substanz wider. Hier wurde ebenfalls ein hoher Wert in einem Tagesfang vorgefunden (St. 596). *Calanus finmarchicus* erreichte hier seinen höchsten Bestand und wurde in der Sommersituation in höheren Konzentrationen am Tage festgestellt (MORALES et al., 1991). *Calanus*-Arten können am Tage häufiger auftreten als in der Nacht, da sie tagsüber in der Oberflächennähe bleiben (MORALES et al., 1993). Die niedrigere Steigung in der Regressionskurve für das Trockengewicht und organischer Substanz im III. DE im Vergleich mit derjenigen im IV. DE war anscheinend durch extrem niedrige Werte auf der Stufe 100-200m verursacht. Die Bildung von Aggregaten durch einen höheren Anteil an Appendicularien während des ersten Teils unserer Untersuchung auf 47°N hatte einen unverhältnismäßig hohen Aschegehalt zur Folge. Solche Aggregate waren auch im zweiten Teil der Untersuchung vorhanden, obwohl die Appendicularien nicht so stark vertreten waren. Die Variationsbreite des TG für die ganze Wassersäule war für beide Gebiete unterschiedlich. Auf 47°N ergab sich eine Variationsbreite von 2,5 (3779-9414 mg * m⁻²), während sie auf 58°N 1,8 betrug (6838-12120 mg*m⁻²). Dieser Unterschied entspricht wiederum der größeren physikalischen Variabilität, die unser III. DE begleitete (ROBINSON et al., 1993). Diese latitudinale Zunahme der Biomasse im Nordatlantik entsprechend der Entwicklung der Frühjahrsblüte ist ein charakteristisches Merkmal (LENZ et al., 1993), das auch in anderen Jahreszeiten gefunden worden ist (BE et al., 1971). Die Mesozooplanktonbiomasse zeigte im Zeitverlauf einen abnehmenden Trend, insbesondere auf 58°N. Auf 47°N erfolgte dagegen ein kräftiges Absinken des TG nach dem 19.5.. Ein entsprechender Trend wurde im gleichen Untersuchungszeitraum für das Mesozooplankton innerhalb der Deckschicht von MARTENS (1992) berichtet.

Die Verteilung des Kohlenstoffgehaltes ergab für beide Gebiete ein fast identisches Verhältnis der Tag-Nachtfänge (1,04 auf 47°N und 1,1 auf 58°N). Werden aber beide Gebieten zwischen dem Tagesrhythmus unterschieden, ergibt sich ein Verhältnis von 1,4 am Tage und 1,5 in der Nacht, auf jeden Fall höher bei 58°N als bei 47°N. Ein solcher Unterschied kann an der Größenverteilung und der Artzusammensetzung der verschiedenen Größenklassen des Mesozooplanktons liegen, da zeitlich eine Verschiebung in der Dominanz eintritt (MORALES et al., 1991; DAM et al., 1993). Dieser Aspekt wird später diskutiert werden.

Im Gebiet von 47°N befand sich der größte Biomassebestand innerhalb der obersten 50m, davon 75% auf der Stufe 0-25m auf St. 467. Es ist allgemein zu erwarten, daß die Zooplanktonbiomasse sich entweder in der obersten 50m (HOPKINS, 1982; SAMEOTO, 1984; WIEBE, 1984) oder oberhalb von 100m Tiefe (ALLISON & WISHNER, 1986) konzentriert. Darauf erfolgt eine exponentielle Abnahme bis 1000m, was einer generell beobachteten Tendenz in mehreren ozeanischen Gebieten entspricht (VINOGRADOV, 1970; ANGEL & BAKER, 1982).

Im Laufe unserer Driftexperimente trat eine stärker physikalische Variabilität bei 47°N als bei 58°N auf. Das physikalische Umfeld auf 47°N war ziemlich kompliziert. Es war durch eine mesoskalige Wechselwirkung von drei zyklonalen Wirbeln, die nach ihrer Größe als „groß“, „standard“ und „klein“ klassifiziert wurde, gekennzeichnet (ROBINSON et al., 1993, Abb. 3). Die Bildung solcher zyklonaler Wirbel war bisher selten im Nordostatlantik beobachtet worden. Ihre Existenz ist erst kürzlich nachgewiesen worden (MITTELSTAEDT, 1987; KRAUSS et al., 1990). Eine mesoskaliges ozeanisches Ereignis kann biologische Prozesse im offenen Ozean stark beeinflussen (z.B. MANN & LAZIER, 1991). Die Dichteschwankungen in der Oberflächenschicht in Verbindung mit solchen dynamischen Prozessen können die Nährstoffverfügbarkeit in der euphotischen Zone beträchtlich verändern (NELSON et al., 1989).

Im Untersuchungsgebiet auf 47°N sind signifikante biologische und chemische Veränderungen beschrieben worden (LOCHTE & PFANNKUCHE, 1987). Eine räumliche bzw. zeitliche Variabilität in der Intensität und Ausdehnung der vertikalen Durchmischung im offenen Ozean kann durch einen aktiven und dynamischen Austausch zwischen verschiedenen Wasserkörpern verursacht werden (ROBINSON et al., 1993). Eine solche Dynamik im Zusammenhang mit anderen Prozessen (Frontogenese, Wirbelwechsel oder vertikale Beschleunigung) führt auch zu Veränderungen von biologischen Parametern. Im Mai war die Oberflächendeckschicht flacher (10-20m), erkenntlich an der Tiefe der homogenen Durchmischung. Die Hauptsprungschicht wurde am Anfang unseres III. DE auf 25m Tiefe festgestellt. Sie verschob sich aber nach dem 15.5. auf ca. 50m Tiefe. Als Folge veränderten sich die Chlorophyll-a Konzentration und Artendominanz in der Phytoplanktonpopulation nach dem 15.5. (DECKERS, 1991), ebenso wie die Tiefe des Chlorophyll-a Maximums (zuerst zwischen 30-40m und danach bei 25m). Diatomeen beherrschten den ersten Teil des Driftexperimentes, während Dinoflagellaten, Coccolithophoriden und andere Gruppen im zweiten Teil wichtiger waren (MEYERHÖFER, in Vorb.). Die Bakterienzahl veränderte sich ebenfalls, mit einer Zunahme nach dem 15.5. (KARRASCH, 1992).

Der Wechsel der Wasserkörper wirkte sich auf die Artenzusammensetzung des Zooplanktons aus, da eine solche Dynamik die Entwicklung und Verdriftung von Organismen fördert (LOCHTE & PFANNKUCHE, 1987). Appendicularien waren z.B. vor dem 15.5 wesentlich häufiger als danach. Die Schwankungen ihrer Populationsstärke könnten von einem Temperatur-Gradienten abhängen (ACUNA & ANADON, 1992), z.B. wenn kaltes Wasser durch warmes Wasser ersetzt wird (TAGGART & FRANK, 1987). Andererseits ergab sich eine höhere Sterblichkeit an Copepoden, die durch das Zusammentreffen von zwei

Wasserkörpern hervorgerufen werden kann (WEIKERT, 1977). Eine höhere Sterblichkeit von Appendicularien ist ebenfalls nicht auszuschließen. Nach dem 15.5. erhöhten sich die Oberflächen-Temperatur sowie der Salzgehalt und erstreckten sich am 15. u. 16.5. von der Oberfläche bis in 100m Tiefe. Dieser Vorgang wurde als „downwelling“ bezeichnet (LOCHTE et al., 1993).

Vielfältige Faktoren wirken auf die Zusammensetzung und die Abundanz des Zooplanktons (zusammengefaßt in COYLE et al., 1990). Auf der St. 467 wurden die niedrigsten Werte an Biomasse und Abundanz festgestellt. Die Vertikalverteilung der Gesamtkonzentration des Mesozooplanktons sowie die Lokalisierung der akkumulativen mittleren Biomassetiefe des Mesozooplanktons (AMBTM) änderte sich in Abhängigkeit von der Wassermassenstruktur. Während des ersten Teiles des III. DE richtete sich das meiste Mesozooplankton nach der Tiefe des Chlorophyll-a Maximums. Jedoch repräsentiert das Chlorophyll-Maximum nicht immer auch ein Phytoplanktonbiomasse-Maximum (HERMAN, 1983). Ein Zooplanktonbiomasse-Maximum wird in der Regel im Phytoplanktonbiomasse-Maximum (NAPP et al., 1988a) oder in der Tiefe der maximalen Produktivität des Phytoplankton gefunden (HERMAN, 1983). Das Chlorophyll-Maximum stimmte während unseres Driftexperimentes nicht immer mit dem Biomasse-Maximum überein (DECKERS, 1991). Die geringe Tiefenauflösung der Probennahme machte es jedoch unmöglich, die Tiefe genau zu ermitteln. Auf jeden Fall wurde die akkumulative mittlere Biomassetiefe des Mesozooplanktons (AMBTM) in 67% aller Fälle in der Tiefenstufe 25-50m festgestellt, in der auch das Chlorophyll-a Maximum lag. Obwohl ein Zusammenhang zwischen der Phytoplankton und Zooplankton-Vertikalverteilung umstritten ist (HOBSON & LORENZEN, 1972; MULLIN & BROOKS, 1972; LONGHURST, 1976a; HERMAN 1983; HERMAN et al., 1981; ORTNER et al., 1980), haben die wichtigen Gruppen des Zooplanktons, z.B. Copepoden, die Tendenz, sich im Bereich der höchsten Nahrungsdichte zu konzentrieren (FRANSZ et al., 1984). Im antizyklonalen Wirbel wurde die AMBTM in 57% der Fälle auf der Stufe 0-25m gefunden, was der Anhebung des Chlorophyll-a Maximums entsprach.

Deutlich war, daß nach dem Wasserkörperwechsel die höheren Abundanzen unabhängig vom Tagesrhythmus innerhalb der obersten 25m zu finden waren. Hier war der Effekt der Vertikalwanderung kaum wahrzunehmen, zumal die tägliche Biomasseänderungen in erster Linie durch *Metridia* spp. und *Pleuromamma* spp. erzeugt wurden. Die Population wurde durch kleine Calanoiden wie *Paracalanus parvus*, *Ctenocalanus vanus*, *Clausocalanus* spp. und *Calocalanus* spp. dominiert, die normalerweise weder tägliche noch ontogenetische Wanderungen ausführen (AMBLER & MILLER, 1987). Am Ende des III. DE erreichte die Abundanz ihre höchsten Werte, der Biomassebestand nahm jedoch auffallend ab. Zeitliche Änderungen in der Zooplanktonabundanz um einen Faktor von 2,2 über mehrere Wochen müssen nicht unbedingt eine bedeutende Veränderung in der Zooplanktonbiomasse ergeben (ROMAN et al., 1985). Andererseits können kurzfristige Veränderungen der biologischen Merkmale von Copepoden durch kleinskalige Umweltveränderungen beeinflusst werden (ASHJIAN & WISHNER, 1993). So wurde eine höhere Respirationsrate des Mesozooplanktons nach dem Umschwenkpunkt festgestellt (MARTENS, 1992). Eine weitere Aufarbeitung der Daten weist darauf hin, daß der tägliche Kohlenstoff-Umsatz des Mesozooplanktons innerhalb der oberen 80m sehr schnell anstieg (Abb. 4.2.1). Das legt die

Vermutung nahe, daß die Tiere des antizyklonalen Wasserkörpers aktiver waren als die Tiere des zyklonalen Wirbels. Die Anzahl fast aller wichtigen Arten stieg am Ende des driftexperimentes stark an. Insbesondere wurde eine Zunahme der Copepoditstadien beobachtet. Es bleibt aber unklar, ob sich die Größenverteilung des Mesozooplanktons wesentlich veränderte. Einen indirekten Beweis für die Aktivität des Mesozooplanktons liefert die Menge an Pigmenten und Abbauprodukten in den Faecal Pellets.

Faecal Pellets stellen einen wichtigen Anteil des totalen Kohlenstoffflusses (URRERE & KNAUER 1981) und beherrschten den Partikelfluß während unserer Driftexperimente (LENZ et al., 1993). Eine ausgeprägte Zunahme der Pigmente und Abbauprodukte (Phaeophorbide) wurde in Faecal Pellets nach dem 15.5. nachgewiesen (MEYERHÖFER, in Vorb.). Obwohl keine quantitativen Angaben über die Konzentration von Kotbällen gemacht werden können, die einen Unterschied zwischen beiden Wasserstrukturen erkennen lassen, scheint in der zweiten Hälfte des Driftexperimentes eine höhere Freßaktivität des Mesozooplanktons geherrscht zu haben auf Grund der hohen Menge an Abbauprodukten (Phaeophorbide) in Faecal Pellets (FRANSZ & van ARKEL, 1980; WELSCHMEYER & LORENZEN, 1985; DAGG et al., 1989). Zu Beginn einer Frühjahrsblüte enthalten Faecal Pellets mehr abgebaute Pigmente als während einer schon weiter entwickelten Frühjahrsblüte (PENRY & FROST, 1991). Obwohl eine niedrige Wegfraßrate in tropischem und subtropischem Wasser beobachtet worden ist (SMALL et al., 1983; 1987), sedimentierten dort viele Faecal Pellets. Dieses Phänomen ist in borealen Gebieten während der Frühjahrsblüte selten zu beobachten (SMETACEK, 1980; BATHMANN et al., 1987).

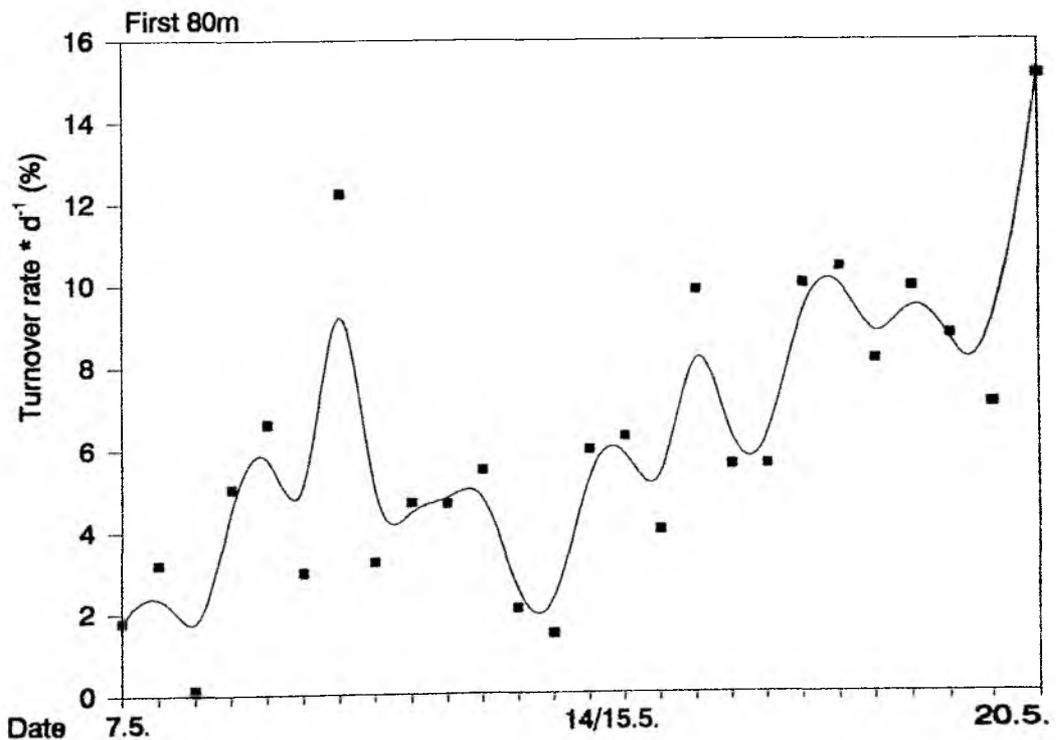


Fig. 4.2.1 Turnover rate of mesozooplankton at first 80m during III drift experiment.

Da antizyklonale Wirbel eine entgegengesetzte Vertikalkomponente (downwelling vrs upwelling) als zyklonale Wirbel haben, können sie damit in unterschiedlicher Weise die Planktonentwicklung beeinflussen (FRYXELL et al., 1985; LOCHTE et al., 1993). Es ist daher nicht auszuschließen, daß eine geschlossene Plankton-Gemeinschaft weit weg von ihrem ursprünglichen Herkunftsort transportiert werden kann (ANGEL & FASHAM, 1983). Dadurch entstehen gemischte Populationen, die eine verschiedene Größenzusammensetzung haben können (ASHJIAN & WISNER, 1993). So kann z.B. eine Diatomeen Flora südlich von Island ursprünglich von der Ostküste Nordamerikas herkommen (GRAN, 1912).

Bedauerlicherweise konnte keine Untersuchung der Größenklassen in der antizyklonalen Phase unseres Experimentes durchgeführt werden, womit eine solche mögliche Veränderung bestätigt werden könnte.

Das Gebiet auf 58°N war hinsichtlich seiner Hydrographie homogener. Im allgemeinen blieb die Abundanz des Mesozooplanktons ziemlich konstant. Nur am Ende sank der Bestand leicht ab. Schwankungen in der Zooplanktonabundanz können von der Präsenz oder Entwicklung von Räuber abhängen (VILLATE, 1991). Das bedeutet, daß die Zooplanktonpopulationen durch Freßdruck kontrolliert werden (ROFF et al., 1988; FULTON, 1984). Die Hydromeduse *Aglantha digitale* wurde zum Schluß unseres Driftexperimentes sehr häufig gefunden. Diese Trachymeduse ist allgemein von ca. 35°N nordwärts bis in arktisches Gewässer verbreitet (KRAMP, 1959). Sie beherrscht dort die Coelenteraten-Populationen im Sommer (WILLIAMS & CONWAY, 1981). Wichtige Beuteorganismen stellen calanoide und cyclopoide Copepoden (LEBOUR, 1922; SMEDSTAD, 1972) für sie dar. Die Calanoiden und Oithoniden nahmen am Ende des Experimentes leicht ab, was die Hypothese, daß gelatinöses Zooplankton eine Kontrolle über die Copepoden-Populationen ausübt (SUTHERS & FRANK, 1990), unterstützt. Interspezifische Kontrolle von Copepoden-Arten spielte möglicherweise, wie später diskutiert wird, ebenfalls eine wichtige Rolle im Hinblick auf Abundanzschwankungen der Copepoden-Populationen. Niedrige Respirationswerte wurden am Ende des Driftexperimentes festgestellt (MARTENS, 1992). Da *Calanus finmarchicus*, *Euchaeta norvegica* und *Metridia lucens* den Biomassebestand dominierten, zeigte sich das typische umgekehrte Verhältnis zwischen Körpergröße und Gewichtsspezifischer Umsatzrate (IKEDA, 1970). Die Cyclopoiden beherrschten die Abundanz ebenso wie schon eine Woche früher (DAM et al., 1993).

Die Mesozooplanktonkonzentration war, abhängig von der Tageszeit, höher in der Nacht als am Tag. Das Chlorophyll-a Maximum wurde am Anfang auf 40m festgestellt, verschob sich aber in den nächsten 7 Tagen auf ca. 20m und verlagerte sich dann wieder auf 35m am Ende des Driftexperimentes (DECKERS, 1991). Die akkumulative mittlere Biomassetiefe wurde in mehr als der Hälfte der Stationen in der Stufe 25-50m lokalisiert. Der Effekt der Vertikalwanderung ist hier in den täglichen Schwankungen der Gesamtbiomasse ausgeprägter als im III. DE. Dafür verantwortlich waren *Euchaeta norvegica*, *Metridia lucens* und *Pleuromamma* spp..

Hinsichtlich der Artenzusammensetzung zeichnet sich der Nordatlantik durch eine hohe Diversität und das Vorkommen vieler Entwicklungsstadien aus (COLEBROOK, 1984). Die Mehrheit der gefangenen Arten ist auch in anderen Gebieten des Nordatlantiks gefunden worden (GRICE & HÜLSEMANN, 1965; OWRE & FOYO, 1967; WHEELER, 1971; ROE, 1972a;b;c;d; ROE, 1984b; DEEVEY & BROOKS, 1977; BOXSHALL, 1977a). Auf 47°N wurden die oberen 100m durch hervibore Calanoiden sowie Entwicklungsstadien dominiert. Arten der Familien Paracalanidae, Clausocalanidae und Calocalanidae kamen häufig bis 100m Tiefe vor (ROSE, 1933; GRICE & HÜLSEMANN, 1965; FROST & FLEMINGER, 1968). Andererseits waren sie nur in kleinen Anteilen im IV.DE vertreten. Hier trat *Calanus finmarchicus* innerhalb der obersten 50m häufig auf, während *Microcalanus pusillus* (Clausocalanidae) in den untersten Tiefenstufen vorherrschte. Andere Familien, z.B. die Metridinidae, sind starke Wanderer, die normalerweise am Tage unterhalb von 300m vorkommen und nachts häufig in die Oberflächenschichten hinaufwandern (VINOGRADOV, 1970). Sie waren in beiden Gebieten vertreten. Vertreter der Familien Scolicithridae, Spinocalanidae, Lucicutidae, Aetideidae und Heterorhabdidae stellen eine Gruppe von Arten dar, die in der Tiefenzone von 200 bis 1000m typisch für den Nordatlantik sind (WHEELER, 1970; DEEVEY & BROOKS, 1977). Oithoniden zählen zu den häufigsten Vertretern des Zooplanktons im Epipelagial und Mesopelagial (DEEVEY, 1948; im RAYMONT, 1983; NISHIDA & MARUMO, 1982). Sie passen sich sehr gut an verschiedene Zirkulationsmuster der Wassermassen an (REID et al., 1978). Oncaeiden machten nur einen kleinen Teil des Gesamtbestandes aus, zeichneten sich jedoch durch eine hohe Diversität aus. Die meisten Arten sind aber aufgrund ihrer geringen Größe wahrscheinlich in den Fängen unterrepräsentiert (siehe Kap. 4.1.1). Dennoch gewinnt diese Gruppe von kleinen Copepoden immer mehr Bedeutung sowohl im Mesopelagial als auch im Bathypelagial (z.B. BÖTTGER, 1987; BÖTTGER-SCHNACK, 1990b). Unterschiede in der vertikalen Verteilung des Kohlenstoffgehaltes des Mesozooplanktons bildeten hinsichtlich der Artenzusammensetzung, der vertikalen Verteilung sowie Abundanz der Arten ein Spiegelbild des Süd/Nord-Gradienten innerhalb des Nordatlantiks.

Dementsprechend dominierten größere Organismen die Biomasse unterhalb von 100m am Tage. Die Vertikalwanderung einiger Arten in der Nacht bewirkte die Unterschiede an der Oberfläche. Das Verhältnis zwischen Kohlenstoffgehalt und Abundanz spiegelt sich in den Korrelationskoeffizienten wider, wobei auf allen Stationen beider Driftexperimente signifikanter Koeffizient ausgerechnet wurden. Das Verhältnis zwischen Abundanz und Biomasse (in diesem Fall als Kohlenstoffgehalt ausgedrückt) kann aber durch die Größenzusammensetzung in unterschiedlicher Weise die Verteilung der Gesamtbiomasse in der Wassersäule beeinflussen (siehe unten). Ein solches Verhältnis kann eine einfache Funktion der Zunahme der Organismenanzahl sein. Das ist wahrscheinlich der Fall auf 47°N, wo, mit Ausnahme gegen Ende des Driftexperimentes, Biomasse und Abundanz parallel zueinander verliefen.

4.3. Fraktionierte Biomasse

Die Berücksichtigung von Größenklassen ist ein wichtiger Aspekt, um zu verstehen, wie das Nahrungsnetz strukturiert ist. In planktischen Organismen erklärt die Größe ca. zwei Drittel

der physiologischen Veränderungen (IKEDA, 1985). Während des „North Atlantic Bloom Experiment (NABE)“ (DUCKLOW & HARRIS, 1993) wurde in einem Zeitraum von April bis Juli 1989 die Größenklassezusammensetzung des Mesozooplanktons untersucht. Die Tab. 4.3.1 zeigt Unterschiede in der Abundanz und Dominanz des Zooplanktons. Traditionelle Konzepte erwähnen ausdrücklich die Wichtigkeit von großen Copepoden in der marinen Zooplanktodynamik (HUNTLEY, 1981; MILLER et al., 1984; TANDE & BAMSTEDT, 1985). Kleine Copepoden gewinnen jedoch mehr und mehr an Bedeutung. Die Rolle der kleinen Copepoden (z.B. Cyclopoiden) für die Regulierung und Stabilität in ozeanischen pelagischen Ökosystemen beginnt sich abzuzeichnen (PAFFENHÖFER, 1993).

Die kleine Fraktion beherrschte die Abundanz in beiden Untersuchungsgebieten und über die ganze Beobachtungszeit. Konzentrationsunterschiede traten auf 47°N auf, deutlich waren sie in der Biomasse zwischen April und Mai zu finden (Tab. 4.3.1). Der höchste Wert von DAM et al. (1993) war kleiner als die Hälfte des kleinsten Wertes dieser Arbeit. Differenzen in der Zusammensetzung und Rekrutierung können dafür die Gründe sein. Die Biomasse wurde Ende April-Anfang Mai durch die kleine Fraktion dominiert (ohne systematische Angabe), andererseits dominierte für die restliche Zeit im Mai die mittlere Fraktion (500-1000µm). Hierzu trugen von allem *Clausocalanus* spp., *Metridia* und ältere Copepoditstadien von *Pleuromamma* und *Paracalanus parvus* bei. Die kleine Fraktion wurde im Mai vornehmlich durch *Paracalanus parvus*, *Oithona* spp. und *Calocalanus* spp. gebildet. Im Juli wurde *Pleuromamma robusta* als hauptverantwortlich für die gesamte Biomasse gefunden (MORALES et al., 1991). Anscheinend reproduzierten sich Populationen von Metridinidae Mitte bis-Ende April (MORALES et al., 1993), obwohl Arten wie *M. lucens* und *P. robusta* keine ausgeprägte Reproduktionsphase Anfang Mai haben (LONGHURST & WILLIAMS, 1979). Eine hohe Anzahl von Entwicklungsstadien von *Metridia* spp. und *Pleuromamma* spp. wurden jedoch am Ende unseres Driftexperimentes (21. Mai) festgestellt. Auf 47°N wiesen die kleinen Fraktionen sowohl im April als auch im Juli die höchste Wegfraßaktivität gegenüber dem Phytoplanktonbestand auf (MORALES et al., 1991; DAM et al., 1993). Potentielle Herviboren wurden nur am Rande betrachtet. Zalreiche Appendicularien waren in der größten Fraktion im Mai vorhanden (bis 27.5%). Über ihren potentiellen Wegfraß finden sich jedoch keine näheren Angaben.

Im Gebiet 58°N dominierte wiederum die kleinste Fraktion die Abundanz. Ihr Beitrag war Anfang Juni etwas mehr als doppelt so hoch wie Ende Mai bzw. in der zweiten Juni-Woche. *Oithona* spp. und ihre Copepoditstadien dominierten über den ganzen Beobachtungszeitraum in den obersten 100m. Ein sehr deutlicher und ausgeprägter Unterschied liegt zwischen den Ergebnissen von DAM et al. (1993) und den in dieser Arbeit bestimmten Biomassewerten. Nach DAM et al. (1993) dominierte im Zeitraum 18.-31.5. die kleinste Fraktion (200-500µm) die Biomasse (wiederum ohne taxonomische Angabe). Auf die mittlere Fraktion entfiel der höchste Anteil des weggefressenen Phytoplanktons. Die Autoren beobachteten sehr geringe Anzahlen von *Calanus* spp. am Ende ihres Driftexperimentes. Andererseits machten *Calanus finmarchicus*, *Metridia lucens* und *Euchaeta norvegica* (von den zwei letzten Arten waren es hauptsächlich die Copepoditstadien) der größten Anteil der Biomasse aus. Eine 2,6-fache Zunahme erfolgte in der Nacht in der oberen 50m aufgrund der Vertikalwanderung von *Metridia* und *Euchaeta*. Wenn nur die ersten 25m betrachtet werden, liegen meine

Kohlenstoff-Werte 4,7 mal am Tage und in der Nacht 12 mal so hoch wie die von DAM et al. (1993). *Calanus finmarchicus* dominierte die größte Fraktion in der dritten Woche des Juni 1990 und war wie in meinem Fall am Tage häufiger als in der Nacht (MORALES et al., 1993). Die Diskrepanz zwischen den Ergebnissen von DAM et al. (1993) und dieser Arbeit liegt in den Fangmethoden, insbesondere auf 58°N. Sie beprobten nur die oberen 30m. Ältere Entwicklungsstadien und die Adulten von *Metridia* und *Pleuromamma* sowie möglicherweise die CIV bleiben tagesüber tiefer als 60-80m (KRAUSE & RADACH, 1989) oder in Tiefen zwischen 200-300m (AMBLER & MILLER, 1987) und steigen bis ca. 30m in der Nacht auf (SMITH & LANE, 1988). Es besteht daher offensichtlich die Wahrscheinlichkeit, daß ein großer Teil der Populationen der Metridinidae von DAM et al. (1993) nicht beprobt worden ist. Sie hätten zu der mittleren oder größeren Klasse beigetragen (MORALES et al, 1991). *Metridia lucens* und *Pleuromamma robusta* nahmen während der ersten Juni-Woche zu. Andererseits wurde *C. finmarchicus* am 29. und 30.5 mit 6000 bzw. 9000 n*m⁻² innerhalb der obersten 50m festgestellt. In diesem Untersuchungsgebiet sind 94% der Population dieser Art in den obersten 100m vorzufinden (WILLIAMS & LINDLEY, 1980). Copepoditen wandern innerhalb der obersten 40m in der Nacht (DARO, 1980). Anscheidend haben DAM et al. (1993) die Populationen von *C. finmarchicus* nicht erfaßt, obwohl sie vorhanden waren.

Tab. 4.3.1 Biomasse und Abundanz der größtenfraktionierten Proben während des NABE im Nordatlantik im Jahr 1989.

Gebiet	Zeitraum	Tiefe (m)	Abundanz* (n*m ⁻³)	Dominanz	Biomasse* (mgC*m ⁻³)	Dominanz
47°N	24.4-7.5	120?	1937-4668	k.F.	2-6	k.F. ¹
47°N	24.4-7.5	100	281-7638	k.F.	15.7-55.1	m.F. ²
47°N	1.5-5.7	100	12-4968	k.F.	k.A.	k.A. ³
58°N	18.-31.5	30	1305-2388	k.F.	2.8-19	k.F. ¹
58°N	30.5-1-6	100	537-5877	k.F.	6.4-276	g.F. ²
58°N	19.-20.6	100	100-2362	k.F.	k.A.	k.A. ³

* Maschenweite der Netze 200µm

Zeichenerklärung:

§= DAM et al. (1993); ¶= diese Arbeit; , = MORALES et al.(1990); k.F.= kleinere Fraktion (200-500µm); m.F.= mittlere Fraktion (500-1000µm); g.F.= größere Fraktion (1.0-2.0mm); k.A.= keine Angabe.

4.4 Verbreitung wichtiger Arten

Im folgenden Teil wird die Verbreitung der wichtigeren beobachteten Arten diskutiert.

Calanoidea

III. Driftexperiment.

Calanoide Copepoden umfaßten im Laufe des Experimentes zwischen 50 und 81% der Abundanz. Davon machten *Paracalanus parvus* und *Ctenocalanus vanus* den größten Teil des Gesamtbestandes aus. *P. parvus* ist in allen drei Ozeanen, einschließlich der warmen und temperierten Gebiete verbreitet (RAYMONT, 1983). Im Nordostatlantik findet sie sich von den Inseln der Färöer über die Nordsee bis zum Englischen Kanal (FARRAN & VERVOORT, 1951d). Diese Art ist ein Hauptvertreter der herbivoren Copepoden (PETIPA et al., 1970). Während der ganzen Untersuchungszeit wurde sie in der obersten 25m vorgefunden. ROE (1984b) fand sie aber nur 3 Grad südlicher auf 450m. In beiden Fällen übte *P. parvus* keine Vertikalwanderung aus.

Andererseits kann *C. vanus* das Zooplankton dominieren (ALMEHIDA PRADO-POR, 1983). Das Verbreitungsgebiet erstreckt sich von Island über den Nordostatlantik (FARRAN & VERVOORT, 1951g; GRICE & HÜLSEMANN, 1967) bis in den Südatlantik (BJÖRNBERG, 1980). In der Karibischen See ist sie eine häufige Art (PARK, 1970) und in der Sargasso See kommt sie das ganze Jahr über bis in 500m Tiefe vor (DEEVEY, 1971; DEEVEY & BROOKS, 1977). Sie war eine der 3 zahlreichsten Arten auf 44°N (ROE, 1984b).

Zwei wichtige Gattungen waren *Calocalanus* und *Clausocalanus*. *Calocalanus* umfaßt die typischen epiplanktischen Arten warmer und temperierter Gebiete (RAYMONT, 1983). Die häufigen Arten während der Untersuchung waren *Calocalanus plumatus*, *Calocalanus pavoninus* und *Calocalanus styliremis*. Die letzten zwei sind für die Karibik, die Sargasso See, den Nordostatlantik und das Mittelmeer dokumentiert (PARK, 1970; DEEVEY, 1971; CORRAL, 1972; DEEVEY & BROOKS, 1977). *C. styliremis* ist wahrscheinlich eine nahezu weltweit verbreitete Art, die aber nicht in polaren Gebieten vorkommt (CORRAL, 1972). Die Verbreitung von *C. plumatus*, der häufigsten Art, beschränkt sich hingegen auf tropische Gebiete. Ihre Ausbreitung in dem umgebenden Gebiet der Kanarischen Inseln ist bereits fraglich (CORRAL, 1972). Eine Verwechslung mit *C. pavo*, eine von 60°N bis 40°S im Atlantik verbreitete Art (GRICE & HÜLSEMANN, 1965; CORRAL, 1972), ist möglich. Jedoch deutete nach der morphologischen Untersuchung des fünften Beinpaars alles darauf hin, daß eine Form vorlag, die mehr an *plumatus* als an *pavo* erinnerte. Alle Arten hielten sich auf der Tiefenstufe 25-50m auf.

Clausocalanus ist durch kleine Organismen vertreten, die auf Grund ihrer Mundwerkzeuge als Herbivore betrachtet werden (ANRAKU & OMORI, 1963). Die Gattung kommt zahlreich in der Oberflächenschicht des Nordatlantiks vor (ROE, 1972a). In der Sargasso See ist sie eine der häufigsten Gattungen (DEEVEY, 1971). *C. furcatus*, *C. paululus* und *C. pergens* waren die häufigen Arten während des III, Driftexperimentes. Die ersten zwei Arten kommen über das ganze Jahr in der Sargasso See vor (DEEVEY, 1971), und alle drei breiten sich im Golf von Mexiko aus (PARK, 1970), insbesondere *C. furcatus* (OWRE & FOYO, 1967). Die

drei Arten finden sich auch im Nordostatlantik (GRICE & HÜLSEMANN, 1967) sowie westlich und südlich von Island (FARRAN & VERVOORT, 1951g) (nur *C. pergens* und *C. paululus*). Adulte von *C. pergens* dominierten die Populationen, aber die Copepoditen waren am Ende des Driftexperimentes häufiger. Die Arten hielten sich in der oberen 50m auf, da diese Gattung ein schwacher Wanderer ist (ROE, 1974; SCOTTO di CARLO et al., 1984).

Mit den Gattungen *Metridia* und *Pleuromamma* stellt die Familie Metridinidae eine sehr wichtige Gruppe von ozeanischen Copepoden dar (RAYMONT, 1983). Adulte von *Metridia* spp. kamen selten vor. Andererseits dominierte *Pleuromamma gracilis* die Adultenpopulationen. *P. robusta* war nur am Ende unserer Untersuchung wichtig. Die Bedeutung der Gattung *Pleuromamma* ist für die Karibik (OWRE & FOYO, 1967), den Nordostatlantik (ROE, 1972a,b;1984b), die Sargasso See (DEEVEY & BROOKS, 1977) und den Golf von Mexiko (BENNETT & HOPKINS, 1989) dokumentiert. Im Nordatlantik kommen die drei Arten in der Sargasso See (DEEVEY & BROOKS, 1977), bei den Kanarischen Inseln (ROE, 1974), im Nordostatlantik (GRICE & HÜLSEMANN, 1965, ROE, 1984b; WILLIAMS, 1988), sowie südlich und westlich von Island vor (FARRAN, 1948d). *P. gracilis* ist weltweit in den drei Ozeanen verbreitet (SEWELL, 1947). *M. lucens* ist zahlreich in semi-borealen Gebieten vorzufinden und ist eine bekannte Art in der Nordsee (KRAUSE & RADACH, 1989) und nördlichen Nordatlantik (SAMEOTO, 1982). Im allgemeinen dominierten Copepoditen die Bestände, wobei Copepoditstadien von *Pleuromamma* häufiger als von *Metridia* zu beobachten waren. Aufgrund ihrer Mundwerkzeuge sowie ihres Mageninhaltes werden diese Gattungen als omnivor angesehen (LONGHURST et al., 1989).

Mesocalanus tenuicornis (nach BRADFORD, 1988) wurde in geringer Anzahl vorgefunden, trug aber deutlich zum Biomassebestand bei. Sie ist weit verbreitet in tropischen, warmen sowie semi-borealen Gebieten des Atlantiks bzw. Pazifiks (BRODSKY, 1975). In der Sargassosee kommt sie das ganze Jahr über (DEEVEY, 1971) von der Oberfläche bis zu 500m Tiefe vor (DEEVEY & BROOKS, 1977). Jedoch ist sie innerhalb der obersten 100m besonders zahlreich (ROE, 1972a; ROE, 1984b). Sie ist von der nördlichen bis in die südliche Nordsee, sowie bei Süd- und Westisland verbreitet (FARRAN & VERVOORT, 1951d). Die nördlichen Regionen stellen für sie ein Expatriationsgebiet dar (WILLIAMS & CONWAY, 1988).

IV. Driftexperiment

Zweifellos waren hier *Calanus finmarchicus*, *Euchaeta norvegica* und *Metridia lucens* die wichtigsten Arten, wobei *C. finmarchicus* am stärksten zur Zooplanktonbiomasse beitrug (LENZ et al., 1993). *Calanus*-Arten dominieren normalerweise die marinen Zooplankton-Gemeinschaften in borealen und arktischen Gebieten (WILLIAMS & CONWAY, 1988) und werden als Filtrierer angesehen (CONOVER, 1988). *C. finmarchicus* ist eine im Nordatlantik massenhaft auftretende Art, insbesondere entlang des Randes des Kontinentalschelfs (GLOVER, 1967; MATTHEWS, 1969). Sie ist verbreitet vom Kattegat über den Norden und Süden der Nordsee bis in den Englischen Kanal und das anschließende Gebiet bis etwa 45-47°N. Dort trifft sie anscheinend auf eine biologische Grenze (WILLIAMS, 1988). Sie findet

sich ebenso im Gebiet der Färöer, von Schottland und Island, der Norwegischen See und der Barentssee (WILSON, 1932; FARRAN & VERVOORT, 1951d). Im Nordwestatlantik hat sie ihre Verbreitungsgrenze in der Chesapeake Bucht (DEEVEY, 1960, im RAYMONT, 1983). Im Nordostatlantik spielt sie eine große Rolle in den borealen Regionen (SOMME, 1934; OSTVEDT, 1955; WIBORG, 1955, MATTHEWS & BAKKE, 1977; BAMSTEDT & TANDE, 1988). Ihr Vorkommen zusammen mit anderen sehr ähnlichen Morphotypen von *Calanus* führte in der Vergangenheit zu einer Verwirrung über die wirkliche Verbreitung dieser Art. Jedoch sind die Zweifel bezüglich *C. helgolandicus* im Nordatlantik (FLEMINGER & HÜLSEMANN, 1977) sowie jene über *C. glacialis* im polaren Gebiet nun ausgeräumt (GRAINGER, 1963; JASHNOV, 1970). *C. glacialis* besiedelt Gebiete unter 0°C, dagegen scheinen *C. finmarchicus* und *C. helgolandicus* in den höchsten Breiten zu fehlen.

Microcalanus pusillus war eine zahlenmäßig wichtige Art, besonders unterhalb von 50m Tiefe. Im Nordatlantik geht sie bis zur norwegischen Küste (ROSE, 1933), wo sie eine bedeutende Art ist und praktisch das ganze Jahr über vorkommt (WIBORG, 1954). Auch in der Nordsee kommt diese Art sehr häufig vor und wird als detritivor angenommen (KRAUSE & RADACH, 1989). *Scolicithricella minor* ist als kosmopolite Art bekannt (RAYMONT, 1983). Dementsprechend kommt die Art im ganzen Nordatlantik vor (WILSON, 1932; ROSE, 1933; GRICE & HÜLSEMANN, 1965).

Euchaeta norvegica ist ebenfalls eine im Nordatlantik weit verbreitete Art (GRICE & HÜLSEMANN, 1965). Sie kommt an der Westküste der U.S.A. (WILSON, 1932), im Polarmeer als auch in der Nordsee, bei Schottland und Norwegen vor (ROSE, 1933). In der Sargassosee ist sie allerdings nur unterhalb von 500m Tiefe vorzufinden (DEEVEY & BROOKS, 1977). Diese Art stellt einen wichtigen Räuber im Polargebiet der Arktis bzw. Antarktis dar (BAMSTEDT & HOLT, 1978), indem sie sich ausschließlich von kleinen Crustaceen ernährt (HARDING, 1974; HOPKINS, 1985).

Cyclopoidea und Poecilostomatoidea

Bei 47°N waren *Oithona similis*, *O. plumifera* und *O. setigera* die häufigsten Oithoniden-Arten. Oithoniden finden sich in fast allen Ozeanen: Im Epi- bzw. Mesopelagial des offenen Ozeans ebenso wie in küstennahen Bereichen und Ästuarien (NISHIDA, 1981). *O. similis* wird als der weltweit am häufigsten vorkommende Zooplankter bezeichnet (Nordatlantik, Nordpazifik, Arktis, Mittelmeer, Ostsee, Rotes Meer, tropische Ozeane, Südhalbkugel und Antarktis, SHUVALOV, 1975, im RAYMONT, 1983). Sie ist hoch abundant in subarktischen und subantarktischen Gewässern des Pazifiks und des Indischen Ozeans (NISHIDA, 1985). Im Nordatlantik kommt sie das ganze Jahr über in der Sargassosee (DEEVEY, 1971) bis in 500m Tiefe vor (DEEVEY & BROOKS, 1977). In der Karibik tritt sie häufig auf (OWRE & FOYO, 1967). An der norwegischen Küste kommt sie das ganze Jahr über vor (WIBORG, 1955). FISH (1936) betrachtet diese Art als Kosmopolit. Anscheinend ist diese Art auch in der zentralen Nordsee, sowie im Skagerrak und Kattegat autochthon (BLANNER, 1982). *O. plumifera* findet sich in tropischen und subtropischen Meeresgebieten (NISHIDA, 1985). Im Atlantik ist sie vom Süden (BJÖRNBERG, 1980) bis zu sub-borealen Gebieten verbreitet

(ROSE, 1933). Sie ist auch in der Karibik häufig (OWRE & FOYO, 1967). Im Nordostatlantik wurde sie in den Gebieten der britischen Inseln und in der Nordsee gefunden (RAYMONT, 1983). Ihre außergewöhnliche Ähnlichkeit mit *O. atlantica* führt zur Unklarheit ihrer Verbreitung im Nordatlantik, da hier beide Arten sympatrisch vorkommen (NISHIDA, 1985). *O. setigera* wurde während der Expedition nur bei 47°N gefunden. Sie ist charakteristisch für den gesamten tropischen und subtropischen Atlantik (BJÖRNBERG, 1963; DEEVEY, 1971; DEEVEY & BROOKS, 1977, BJÖRNBERG, 1980; NISHIDA, 1985). In der Karibik kommt sie auch vor (OWRE & FOYO, 1967). Demhingegen wurde *O. fallax* nur bei 58°N vorgefunden. Nach NISHIDA (1985) ist diese Art im wesentlichen im tropischen Indischen Ozean und in den Küstenbereichen des West- und Ostpazifiks verbreitet. Im Atlantik ist sie nur im Golf von Guinea (ROSENDORN, 1917) und dem südwestlichen Atlantik gefunden worden (BJÖRNBERG, 1963). Diese auffallenden Gegensätze mögen auf mangelnden taxonomischen Kriterien beruhen, denn *O. fallax* zeigt z. B. eine extreme Ähnlichkeit mit *O. decipiens* und, wie bei *Calocalanus plumatus* und *C. pavo*, sind Verwechslungen nicht auszuschließen. Auch könnte die Ähnlichkeit beider Arten mit *O. similis* die weite Verbreitung im Pazifik erklären, was gleichzeitig erklären könnte, warum *O. similis* eine weitere Verbreitung im Nordatlantik aufweist (NISHIDA, 1985). Genetische Untersuchungen sind hier wichtig, denn es wird angenommen, daß *O. similis* mehrere Rassen mit bestimmten geographischen Grenzen hat (SHUVALOV, 1975, im RAYMONT, 1983). Elektrophoretische Untersuchungen können sehr hilfreich zur Abgrenzung und Identifizierung mehrerer Arten sein, die morphologisch keine große Divergenz zeigen, wie sie bereits bei den Copepoden-Arten der Gattung *Pseudocalanus* durchgeführt wurden (SEVIGNE et al., 1989).

Hinsichtlich der Gattung *Oncaea* wurden die Arten *O. conifera*, *O. similis* sowie die Art *Conocaea gracilis* am häufigsten bei 47°N vorgefunden. Die drei waren auch bei 58°N vertreten, jedoch trat nur *O. borealis* im Gebiet sehr häufig auf. *O. conifera* ist eine sehr weit verbreitete Art im Nordatlantik zwischen 65°N und 45°S, im Indischen Ozean, Pazifik, Mittelmeer (MALT, 1983) sowie im Roten Meer (BÖTTGER-SCHNACK, 1990a). Im Nordatlantik kommt sie in der Sargassosee das ganze Jahr über vor (DEEVEY, 1971), ebenso im kalten Wasser vor Norwegen (OSTVEDT, 1955). *O. similis* ist eine häufige Art des tropischen und borealen Atlantiks, der Norwegensee und der Beringsee (MALT, 1983). Diese Art war während unserer Untersuchung häufiger auf 47°N als auf 58°N. *O. borealis* kommt nur nördlich von 45°N im ganzen Nordpolargebiet vor (MALT, 1983). Sie ist aber auch vor Norwegen und den Britischen Inseln anzutreffen (ROSE, 1932). Dagegen ist *C. gracilis* eine in der Karibik (OWRE & FOYO, 1967), Sargassosee (DEEVEY, 1971) und Ostisland (ROSE, 1932) auftretende Art. Sie kommt normalerweise zwischen 500 und 1000m Tiefe vor (DEEVEY & BROOKS, 1977). Als letzte wurde die harpacticoide Art *Microsetella norvegica* zahlreicher bei 58°N als bei 47°N vorgefunden, besonders am Ende des Driftexperimentes. Diese Art kommt in polaren Meeren, in der Antarktis, bei den Britischen Inseln (ROSE, 1933), im Nordwestatlantik (WILSON, 1932), im Südatlantik (BJÖRNBERG, 1980), in der Karibik (OWRE & FOYO, 1967) und im Indischen Ozean (KASTURIRANGAN, 1963) vor.

Bezüglich der Ernährungsweise von *Oithona* und *Oncaea* gibt es gegensätzliche Ansichten (zusammengefaßt in PAFFENHÖFER, 1993). Beide Gattungen erzeugen keinen der Filtration dienenden Wasserstrom (PRICE, 1988). Es scheint, daß die Oithoniden sich aktiv bewegende Partikel fressen (LAMPITT & GAMBLE, 1982; UCHIMA & HIRANO, 1986; UCHIMA, 1988). Dagegen sind Oncaeiden in Appendicularien-Häusern vorgefunden worden (OHTSUKA & KUBO, 1991), wo sie sich aktiv von den von Appendicularien gesammelten Partikeln ernähren. Individuen von *Oncaea mediterranea* wachsen sehr gut, wenn Flagellaten als Nahrung angeboten werden (PAFFENHÖFER, 1993). Auf der anderen Seite fressen alle Arten von *Oithona* und *Oncaea* in der Antarktis ausschließlich Diatomeen (HOPKINS & TORRES, 1989). Im Golf von Mexiko wurden in den Kotballen mehrerer Arten kleine sowie große Diatomeen festgestellt (TURNER, 1986). In der Chesapeake Bucht hat *Oithona colcarva* sehr hohe Phytoplankton "clearance" Raten (WHITE & ROMAN, 1992). Eine widerspruchsfreie Ansicht über die Nahrungspräferenz beider Gattungen existiert noch nicht. Somit werden sowohl Adulte als auch Copepoditsstadien als omnivor betrachtet (PAFFENHÖFER, 1993).

4.5 Vertikale Verteilung von Copepoden

Die Nahrungsverteilung kann die Vertikalverteilung des Zooplanktons bestimmen (NAPP et al., 1988a,b). Jedes unserer beiden Untersuchungsgebiete stellte verschiedene Phasen in der Entwicklung der Frühjahrsblüte dar. Im Gebiet 47°N wurde am Anfang der Untersuchung kaum Silikat nachgewiesen (DECKERS, 1991). Die Konzentrationen erhöhten sich auf Werte um $1 \mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ im Laufe des Driftexperimentes und waren erneut kaum nachweisbar am Ende. Nitrat nahm stark mit der Zeit ab (von $2 \mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ auf $0,5 \mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$). Ammonium zeigte Werte über $1 \mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ zu Beginn des Experimentes, Phosphat wurde zum Beginn mit über $0,2 \mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ festgestellt. Seine Konzentration sank aber unter $0,2 \mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ zum Schluß des Experimentes. Die Chlorophyll-a Gehalte schwankten zwischen 2 und $3 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-3}$. Die Primärproduktion variierte zu Beginn von 463 bis rd. $1000 \text{ mg C} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$. Der niedrigste Wert wurde am 15.5. gemessen ($371 \text{ mg C} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$). In der ersten Phase unseres Driftexperimentes bildeten Diatomeen den größten Teil des Phytoplanktonbestandes und der Biomasse. Diatomeen wie *Chaetoceros decipies*, *Nitzschia seriata*, *Thalassionema nitzschioides* und *Rhizosolenia*-Arten waren am häufigsten vertreten (DECKERS, 1991). Nach dem Wasserkörperwechsel übernahmen aber Dinoflagellaten die Dominanz. Die Konzentration von 19-Hexanoyl-oxy-Fucoanthin, dem charakteristischen Pigment der Haptophyceen (z.B. Coccolithophoriden, PARSONS et al., 1984), stieg deutlich an (MEYERHÖFER, in Vorb.). Coccolithophoriden kamen regelmäßig in fast allen untersuchten Tiefen vor (DECKERS, 1991). Diese Sukzession im Laufe unseres Experimentes entspricht wohl der fortgeschrittenen Frühjahrsblüte (MARGALEF, 1978). Natürlich ist das ganze Bild von den vorherrschenden hydrographischen Bedingungen während unseres Driftexperimentes abhängig.

Die Situation bei 58°N stellte aber im Vergleich zu 47°N eine Anfangsphase der Frühjahrsblüte dar. Höhere Werte an Silikat wurden zu Beginn gemessen (etwa $2 \mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$) und nahmen bis in 100m Tiefe auf $5 \mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ zu. In den folgenden Tagen blieb die

Konzentration im Rahmen von 1-2 $\mu\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$ an der Oberfläche und 3-4 $\mu\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$ bis in 100m Tiefe. Phosphat war deutlich höher als im III. DE mit Werten zwischen 0.6 (30m) und 0.8 (100m) $\mu\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$. Eine leichte Abnahme erfolgte am 2.6. Nitrat war in den ersten drei Tagen in hohen Konzentrationen vorhanden (9 $\mu\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$) und sank auf 7 $\mu\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$ in der zweite Hälfte des Driftexperimentes. Ammonium wurde bis in 100m Tiefe mit Werten von weniger als 1 $\mu\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$ festgestellt.

Bei der Primärproduktion wurden geringere Schwankungen im Vergleich mit dem III. DE beobachtet und es war kein zu- oder abnehmender Trend zu erkennen. Die Werte lagen zwischen 700 und 890 $\text{mg C}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$. Der niedrigste gemessene Wert betrug allerdings nur 484 $\text{mg C}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$. Die Chlorophyll a Konzentration blieb ziemlich konstant (1,5-1,8 $\mu\text{g Chla}\cdot\text{l}^{-3}$), wobei ein Chlorophyll-a Maximum auf 40m festgestellt wurde, das sich aber in den folgenden Tagen auf 5-20m verschob. Im Zeitraum 18.5.-31.5. dominierten kleine Flagellaten (< 10 μm , SIERACKI et al., 1993, VERITY, 1993) das Phytoplankton. Diatomeen bildeten aber während unseres Driftexperimentes den Hauptbiomasseanteil. Die Artenzusammensetzung blieb im Vergleich zum III. DE praktisch unverändert. Die Phytoplanktonbiomasse nahm, abgesehen von den ersten zwei Tagen, trotz hoher Produktion und geringer Sedimentation (DECKERS, 1991), ab.

Diese Darstellung entspricht der polwärtigen Verschiebung des saisonalen Zyklus der Primärproduktion (STRASS & WOODS, 1991). Eine potentiell zu erwartende Zunahme der neuen Produktion (DUGDALE & GOERING, 1967) in den höheren Nordbreiten durch eine Verminderung der Nutriklintiefe wird durch eine gleichzeitige Abnahme der Oberflächenährstoffe um der Faktor 2 ausgeglichen (BAUER et al., 1985). LENZ et al.(1993) fanden eine gute Überstimmung zwischen der Zunahme der neuen Produktion (Stickstoffverfügbarkeit) und der Zooplanktonbiomasse in nordwärtiger Richtung.

Das Mesozooplankton bei 47°N bestand zum großen Teil aus Entwicklungsstadien. Eine Mehrheit der Copepoden hielt sich in den oberen 50m auf. Über 80% davon waren Herbivore oder Omnivore (Oithoniden). Normalerweise zeigen herbivore Copepoden entweder eine schwache oder gar keine Wanderung (HANSEN et al., 1990) und verbleiben auch während Nahrungsmangelperioden in den oberen Schichten (HUNTLEY & BROOKS, 1982; DAGG, 1985).

Copepoden ernähren sich dann selektiv in Abhängigkeit von der Menge und Verfügbarkeit bestimmter Größenfraktionen (TURNER, 1991). In vielen Fällen sind Copepoden fähig, über ein breites Spektrum von Zellgrößen zu fressen und daraus die häufigsten Arten zu selektieren (RYTHER & SANDERS, 1980). Dieses Verhalten ist jedoch sehr variabel; *Calanus* spp. fressen immer die größeren Zellen, unabhängig davon, in welchen Konzentrationen kleinere Arten des Phytoplanktons vorkommen (PAFFENHÖFER, 1984b). Wie schon erwähnt, waren Diatomeen die Hauptgruppe des Phytoplanktons und trugen 88% zur Gesamtbiomasse bei (DECKERS, 1991). Diatomeen sind eine wichtige Nahrungsquelle für herbivore Copepoden (SMETACEK, 1980), obwohl ihre Bedeutung als bevorzugte Nahrung nicht vollständig akzeptiert ist (KLEPPEL et al., 1991).

Paracalanus parvus, *Ctenocalanus vamus*, *Clausocalanus* spp. und *Calocalanus* spp. zeigten ihre höchsten Konzentrationen innerhalb der obersten 50m. Für sie wurde keine Vertikalwanderung nachgewiesen. *P. parvus* und *Clausocalanus* spp. zeigten auch keine Vertikalwanderung im umgebenden Gebiet (ROE, 1984b), aber sie hielten sich in Tiefen unter 100m auf. Die Aufwärtswanderung des herbivoren Zooplanktons könnte eventuell Ende April/Anfang Mai stattgefunden haben, als maximale Nahrungskonzentrationen vorhanden waren, die den Aufstieg des Zooplanktons zur Oberfläche induzieren (MULLIN, 1963). Die Tiefe der durchmischten Deckschicht nahm nach dem 25. April ab, was gleichzeitig den Beginn der Frühjahrsblüte bewirkte. Sie entwickelte sich innerhalb der nächsten zwei Wochen, wobei hohe Chlorophyll-a Konzentrationen während der ersten 10 Tage im Mai erreicht wurden (LOCHTE et al., 1993). *P. parvus* kann sehr häufig auch in einem nahrungsarmen Umfeld vorkommen, da er fähig ist, sich von niedrigen Nahrungskonzentrationen zu ernähren (PAFFENHÖFER & STEARNS, 1988), was nach dem Wasserkörperwechsel der Fall war. Die Mehrheit der Diatomeen hat einen Durchmesser zwischen 7 und 45µm (PANKOW, 1990). Diese Größe liegt noch im optimalen Bereich für die meisten Copepoditstadien von *P. parvus* und möglicherweise auch für einen großen Teil der anderen Herbivoren (PAFFENHÖFER, 1984a). *P. parvus* frisst auch in bedeutendem Maß Arten von *Gonyaulax* (HUNTLEY et al., 1986). *Gonyaulax* spp. waren häufig in der antizyklonalen Wasserstruktur des III. DE, in der Dinoflagellaten biomassebeherrschend waren (DECKERS, 1991). Alle herbivoren Copepoden nahmen nach dem Wasserübergang zu, insbesondere in der Endphase unseres Driftexperimentes. Arten von *Calocalanus* sind erfolgreich in hohen Coccolithophoriden-Konzentrationen (WINTER et al., 1979). Der opportunistische Charakter kleiner Copepoden kam auch in diesem Fall zum Ausdruck (ALMEHIDA PRADO-POR, 1983). *P. parvus* sowie die meisten der *Clausocalanus*-Arten blieben in den obersten 25m, andererseits zeigten *Calocalanus* spp. und *C. vamus* keine Veränderung in ihrem vVP (vertikaler Verteilungsschwerpunkt), der sich auf der Stufe 25-50m befand. Das weist darauf hin, daß die herbivoren Copepoden das Phytoplankton auf unterschiedliche Weise ausnutzen. *Chaetoceros decipiens* machte über 50% der Gesamtbiomasse in den obersten 25m aus, wohingegen *Rhizosolenia shrubsolei* und *Thalassionema nitzschioides* einen großen Teil der Biomasse an der unteren Grenze der euphotischen Zone bildeten (DECKERS, 1991).

Metrididen bildeten die einzige interzonale Arten-Gruppe, die eine starke Vertikalwanderung ausübte. *Pleuromamma gracilis* hatte am Tag ihren vVP auf der Stufe 200-500m, in der Nacht dagegen in der Stufe 25-50m. Im antizyklonalen Wirbel verschob sich der vVP im Vergleich zum zyklonalen Wirbel jeweils am Tage sowie in der Nacht um eine Stufe nach oben (auf 100-200 und 0-25m). Im Golf von Mexiko und in der Sargassosee wurden ähnliche Vertikalwanderungen festgestellt (BENNETT & HOPKINS, 1989; BUSKEY et al., 1989). Im Pazifik hält sich diese Art am Tage zwischen 300-400m auf, ist aber in der oberen 25m während der Nacht zu finden (AMBLER & MILLER, 1987). *P. gracilis* zeichnet sich durch eine andauernde negative Phototaxis über einen breiten Bereich von Beleuchtungsintensitäten aus (BUSKEY et al., 1989). Die andere wichtige Art war *P. robusta*, die aber nur am Ende des Driftexperimentes in mäßigen Zahlen vorkam. Copepoditstadien von *Pleuromamma* spp. und *Metridia* spp. zeigten in der zyklonalen Wasserstruktur ein ähnliches Wanderverhalten wie die Adulten, wenn auch zwischen anderen Tiefenstufen (von 50-100 auf 25-50m). In der

antizyklonalen Wasserstruktur, wo sehr niedrige Phytoplanktonbestände bzw. Chlorophyll-a Konzentrationen vorhanden waren, verhielten sie sich am Tage wie in dem zyklonalen Wirbel, aber die Copepoditen von *Metridia* spp. verschoben ihren vVP in der Nacht auf die Stufe 0-25m. Dagegen blieben die Copepoditen von *Pleuromamma* spp. auf der Stufe 25-50m. Die Trennung der Entwicklungsstadien von *Metridia* spp. und *Pleuromamma* spp. durch eine Differenzierung in der Wanderungsintensität stellt eine Möglichkeit dar, wodurch die Copepoditstadien ihre Nahrung wirkungsvoll ausnützen können (WILLIAMS & LINDLEY, 1980a). Die Konkurrenz nimmt dadurch ab und die Koexistenz homopatrischer Arten wird ermöglicht (WILLIAMS, 1988). Das Verhalten von *M. lucens* bei 58°N war bezüglich ihres vVP's aber anders. Es wurde nur für CI und CV eine Verschiebung des vVP's in der Nacht festgestellt (CI von 100-50m auf 50-25m, und CV von 25-50m auf 0-25m). Dieses Verhalten ist schwierig zu erklären. SMITH & LANE (1988) fanden ausgiebige Wanderungen bei den CV-Stadien. Es könnte nur eine Anpassung an eine Vor-Frühjahrsblüten-Situation sein, wie diejenige, die während unseres Driftexperimentes bei 58°N herrschte. Es ist beobachtet worden, daß nach einer Blüte *M. lucens* am häufigsten unter der Thermokline zu finden ist (KRAUSE & RADACH, 1989).

In allgemeinen zeigten die zu einer Gruppe zusammengefaßten calanoiden Copepoditen, wahrscheinlich von herbivoren Copepoden, auch keine Änderung in ihrem vVP. Dieses Verhalten im Zusammenhang mit den bisher diskutierten Verteilungsmustern anderer Arten stärkt die Idee, daß Juvenile von Copepoden keine bedeutsame Wanderung ausüben und damit in relativ reichhaltigen Nahrungsschichten verbleiben (MULLIN & BROOKS, 1972; WILLIAMS & LINDLEY, 1980a; KRAUSE & TRAHMS, 1982). Copepoditstadien ziehen Vorteile daraus, daß sie die Nahrung zum Wachstum einsetzen, während die Adulten die Ernährung mehr zur Fortpflanzung und zur Deckung des Metabolismus nutzen (WILLIAMS & CONWAY, 1980).

Calanus finmarchicus war eine der wichtigsten auftretenden Arten bei 58°N. Sie ist die Schlüssel-Art in dem Energietransfer der Primärproduktion zu höheren trophischen Niveaus in borealen Gebieten (TANDE et al., 1985). Diese Art zeigt normalerweise drei Fortpflanzungsperioden im Jahr (MARSHALL & ORR, 1972). Sie finden in Februar-März, Mai-Juni und Juni-Juli statt. Frühere Arbeiten von NICHOLLS (1933) und MARSHALL (1933) bewiesen den Überwinterungscharakter des CV-Stadiums dieser Art. Auch die Arbeiten von MARSHALL et al. (1934) in der Clydesee, von FISH (1936) im Golf von Maine und von TANDE (1982) in der Arktis unterstützen die Annahme, daß sich die den Winter überlebenden Organismen als CV zum Sommerende/Herbstanfang in der Tiefe ansammeln (WILLIAMS & CONWAY, 1988; MILLER, 1991). Eine intensive Wachstumsperiode mit starker Rekrutierung beginnt Ende April und endet Mitte Juni, wenn die Populationen zu ca. 20% aus CIV und 80% aus CV bestehen (TANDE & HOPKINS, 1981; TANDE 1982; TANDE et al., 1985). Während unseres Driftexperimentes dominierten CIV und CV die Populationen. Alle Copepoditstadien blieben in der Oberflächenschicht (0-25m), ohne ihren vVP zu verändern. Weibchen hatten ihren vVP sowohl am Tage als auch in der Nacht auf 50-25m Tiefe, Männchen verlagerten dagegen ihren vVP von 100-50m am Tage auf 25-50m in der Nacht. In einer normalen, stratifizierten Wassersäule und bei gleichzeitig reichem Nahrungsangebot wird erwartet, daß sich CV und Weibchen unter der

Thermokline befinden und in der Nacht aufwärts wandern (SMITH & LANE, 1988; KRAUSE & TRAHMS, 1982; HANSEN et al., 1990). Obwohl eine leichte Schichtung vorlag, wurde ein solches Verhalten bei CV und Weibchen nicht beobachtet. Einige bedeutende Arten von *Calanus* üben keine Vertikalwanderung unter Nahrungsmangel aus und bleiben an der Oberfläche (HUNTLEY & BROOKS, 1982). Das wurde für *C. finmarchicus* in der Nordsee im Juni-Juli beobachtet (DARO, 1988). Bei Chlorophyll-a Konzentrationen von ca. $1 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ (1,5 -ca. $2 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ während unseres Experimentes) findet keine Vertikalwanderung von *C. finmarchicus* statt (WILLIAMS & LINDLEY, 1980b). Von den Männchen dieser Art weiß man, daß sie nicht fressen (BAMSTEDT & TANDE, 1988). Damit ist ihre Vertikalverteilung unabhängig vom Nahrungsangebot.

Die Gonaden-Untersuchung ergab nach RUNGE (1987) unreife Oocyten. In nahrungsreichen Regimen führen *C. helgolandicus* und *C. finmarchicus* ausgedehnte Wanderungen durch und laichen während des Aufstiegs die Eier in der Wassersäule ab (TANDE & HOPKINS, 1981; RUNGE, 1985; WILLIAMS & CONWAY, 1988; CONOVER, 1988). Das Wachstum und die Gonadenreife ist bei vielen Copepodenarten stark mit der Nahrungsverfügbarkeit gekoppelt (HOPKINS et al., 1984). Normalerweise werden die Eier abgelegt, wenn der Phytoplanktonbestand sowie dessen Wachstum maximal sind (MARSHALL & ORR, 1972; HIRCHE, 1990; DIEL, 1991). Der Rekrutierungsprozess erfordert anscheinend hohe Phytoplanktonkonzentrationen (RUNGE, 1985). JOINT et al. (1993) fanden bei 58°N im Zeitraum 25.5-4.6 eine Vor-Blüten-Phase und zwischen dem 14. und 21.6 eine Nach-Blüten-Periode, wobei die Fraktion $>5\mu\text{m}$ die Produktivität beherrschte. *C. finmarchicus* kann in einer Sommer-Situation u.a. Bakterien, Choanoflagellaten und Cyanobakterien fressen (URBAN et al., 1992). Die Fraktion 1-5 μm dominierte im Zeitraum 25.5.-4.6. 1990, den Phytoplanktonbestand. Anscheinend ist diese Fraktion für die Eiproduktion in *C. finmarchicus* nicht ausreichend. *C. finmarchicus* könnte jedoch das Abbläuen in der zweiten Hälfte Juni begonnen und dann über 1 bis 3 Wochen ausgedehnt haben (MARSHALL & ORR, 1972).

Microcalanus pusillus war eine weitere wichtige Art. Nach der Stratifizierung der Wassersäule sammelt sich *M. pusillus* unter der Thermokline (KRAUSE & RADACH, 1989). Hohe Abundanzen dieser Art wurden unterhalb von 50m gefunden, ohne daß eine Änderung in ihrem vVP festgestellt wurde. *Microcalanus* wird normalerweise nicht an der Oberfläche gefunden und hat eine optimale vertikale Verbreitung zwischen 100-600m (OSTVEDT, 1955). Als Detritivorer ist er unabhängig von der Nahrung an der Oberfläche. In ungünstigen Situationen kann diese Art an der Oberfläche gefunden werden, besonders im Winter (KRAUSE & RADACH, 1989). Ihre hohe Abundanz am Anfang unseres Driftexperimentes könnte mit dem bereits erwähnten Sturm zusammenhängen. Stürme erzeugen Turbulenzen, die einen vertikalen Transport im Inneren des Ozeanes bewirken können (KRAUSE & RADACH, 1989). Teile von *M. pusillus*-Populationen wurden in tiefere Wasserschichten hineingeführt. Die höhere Sedimentationsrate in den ersten zwei Tagen hielten diese Populationen auf bestimmten Schichten zurück. Das wäre für diese Art als Detritivorer vorteilhaft. Nach der Stabilisierung der Wassersäule verlagerten sich die Populationen auf eine optimale Tiefe (Tiefenstufe 100-200m).

Die Gattung *Euchaeta* stellt sehr wichtige Räuber (VERVOORT, 1963; BAMSTEDT & HOLT, 1978), die zusammen mit *C. finmarchicus* die Zooplanktonbiomasse im nördlichen Nordatlantik beherrschen (WILLIAMS, 1988). Fast alle Copepoditstadien erfuhren eine Verschiebung ihres vVP, jedoch war sie nicht sehr ausgeprägt. Erwachsene waren sehr selten. Sie bildeten eine sehr kleine Fraktion (BAKKE, 1977). Die Weibchen werden in der Tiefe reif, und die Reproduktion findet am Ende des Winters statt (WILLIAMS, 1988). Der Aufstieg im Frühling schließt daher die erste Generation ein (LONGHURST & WILLIAMS, 1992). Auffällig ist der Trend zur Kopplung der Lebenszyklen zwischen carnivoren und herbivoren Copepoden (MATTHEWS & BAKKE, 1977). Copepoden sind eine wichtige Beute für *Euchaeta*-Arten (BAMSTEDT & HOLT, 1978; YEN, 1986), insbesondere kleine Arten wie *Oithona* spp. oder *Oncaea* spp., obwohl größere Copepoden auch eine wichtige Beute sein können (ORESAND, 1991). In der Norwegischen See reguliert *E. norvegica* die überwinterten CV- Bestände von *C. finmarchicus* (BATHMANN et al., 1990). Im Skagerrak und Kattegat wird angenommen, daß *Pareuchaeta norvegica* (= *Euchaeta*) einen starken Fraßdruck auf *Pseudocalanus elongatus* Populationen ausübt (TISELIUS, 1988). Auf jeden Fall nahm der Bestand von *C. finmarchicus* am Ende des Driftexperimentes auffällig ab, eine mögliche Konsequenz des Fraßdrucks von *E. norvegica* oder, wie schon erwähnt, von *Aglantha digitale*.

Oithona spp. und *Oncaea* spp. waren in beiden Gebieten vertreten. Cyclopoide wandern in der Regel nicht (ROMAN et al., 1985), jedoch ist die Abundanz und Verteilung mehrerer Arten im Epipelagial durch verhältnismäßig kleine Verschiebungen der Populationen beeinflusst (BOXSHALL, 1977a), so daß doch geringe Wanderungen (30-50m) von Cyclopoideen erwartet werden können (SAMEOTO, 1986). *Oithona similis* änderte ihren vVP sowohl bei 47°N als auch bei 58°N nicht und blieb auf der Stufe 25-50m. Normalerweise findet sie sich im Bereich der Thermokline (MINODA, 1971). Bei 58°N wurde *O. similis* mit Eisäcken beobachtet. Diese Art, wie wahrscheinlich auch andere *Oithona* Arten, laicht zum Beginn einer Frühjahrsblüte (KRAUSE & TRAHMS, 1982). *Oithona plumifera* verlagerte ihren vVP im Gebiet 58°N eine Stufe höher in der Nacht (von 25-50 auf 25-0m). Sie verteilt sich über den Bereich der Thermokline (NISHIDA & MARUMO, 1982). Allerdings blieb sie unverändert auf der Stufe 25-50m im Gebiet bei 47°N. *O. plumifera* weist höhere Dichten zwischen 20 und 60m auf und zeigt in der Regel keine oder nur eine geringe Wanderung (ZALKINA, 1970). *O. setigera* findet man am Tage von 10 bis 780m und in der Nacht zwischen 10 und 900m, jedoch konzentriert sich die Mehrheit der Individuen sowohl am Tage als auch in der Nacht zwischen 50 und 100m (BOXSHALL, 1977a). *O. fallax* besetzt in der Regel den unteren Bereich der durchmischten Deckschicht oder die Basis der ständigen Thermokline (NISHIDA & MARUMO, 1982). Sie zeigte eine Verschiebung ihres vVPs in der Oberflächenschicht. Im allgemeinen kamen Oithoniden in hohen Konzentrationen innerhalb der 25-50m Tiefenstufe bei 47°N, aber innerhalb der obersten Schicht (0-25m) bei 58°N vor. Der vVP blieb aber bei den meisten Arten unverändert. Eine vertikale Differenzierung zwischen der Arten war nicht möglich. Merkwürdigerweise zeigen Arten, die morphologisch sehr ähnlich sind, verschiedene Vertikalverteilungen, während Arten, die ähnlich in ihrer Verteilung sind, morphologisch unterschiedlich sind (NISHIDA & MARUMO, 1982). Die Abwechslung in den dominanten Arten von einer Schicht zur nächsten sichert die Koexistenz mehrere Arten ab, die den

gleichen Nahrungsbedarf aufweisen (VINOGRADOV, 1970). Oithoniden zeigen gleichartige Nahrungspräferenzen und ihre "treppenweise" Vertikalverteilung (ZALKINA, 1970; NISHIDA & MARUMO, 1982) soll diese Koexistenz ermöglichen. Daß diese Vertikalverteilung nicht beobachtet wurde, dürfte daran liegen, daß die zahlreichen Entwicklungsstadien der Oithoniden-Bestände nicht detailliert genug bestimmt wurden.

Unter den *Oncaea*-Arten waren *O. conifera* und *O. similis* die wichtigsten Vertreter im III. DE.. *O. conifera* ist abundant zwischen 100 und 250m. Sie zeigt im Roten Meer eine unimodale Wanderung (BÖTTGER-SCHNACK, 1990a). Bei 47°N lag ihr vVP meistens auf der Stufe 25-50m und in der antizyklonalen Wasserstruktur verlagerte er sich eine Stufe tiefer. Bei 58°N verschob er sich von 50-100m am Tage auf 25-50m in der Nacht. *O. conifera* zeigt eine mäßige Vertikalwanderung, sie kann jedoch bis zu 125m überdecken (ZALKINA, 1970). *O. similis* zeigte keine Veränderung in ihrem vVP (100-200m). Bei 58°N waren beiden Arten vertreten, dennoch traten *O. borealis* und die entsprechenden Entwicklungsstadien häufiger auf. Die hohe Anzahl an Copepoditstadien bei 58°N ist ein Zeichen der höheren Produktivität dieses Gebietes aufgrund der höheren Nährsalzkonzentration (PAFFENHÖFER, 1983; 1984; COWLES et al., 1987). *Microsetella norvegica* wurde sehr häufig mit Eisäcken gefunden und erreichte ihre höchsten Konzentrationen am Ende des Driftexperimentes. Wie *Oithona similis* konnte auch *M. norvegica* vor der Blüte ablaichen.

4.6 Der potentielle Fraßdruck des Mesozooplanktons

Herbivorie ist als ein hauptverantwortlicher Prozeß zu betrachten, der die Phytoplanktonproduktion kontrolliert (WELSCHMEYER & LORENZEN, 1985). Absinken und Advektion, z.B. durch Überschichtung mit einen anderen Wasserkörper können aber auch sehr wichtige Prozesse sein (WALSBY & REYNOLDS, 1980).

Beispielsweise erscheint das Phytoplankton im Nordpazifik nur in geringer Konzentration (FROST, 1987), ohne daß sich eine Frühjahrsblüte entwickelt. Es wird angenommen, daß der starke Fraßdruck von Calanoiden der Gattung *Neocalanus* dafür verantwortlich ist (FROST, 1987; MILLER et al., 1987).

In anderen Gebieten, z.B. in der Nordsee können herbivore Copepoden zwischen 40-100% der täglichen Primärproduktion wegfressen (DARO, 1980; WILLIAMS & LINDLEY, 1980a; JOIRIS et al., 1982). In Küstenbereich variierte die damit verbundene Reduktion zwischen 13 und 46% der täglichen Primärproduktion im Frühling und bis über 100% in Schelfgebieten (SMITH & LANE, 1988). WHITE & ROMAN (1992) maßen Fraßraten zwischen 12 und 102 % dertäglichen Primärproduktion in der Chesapeake Bucht. Jedoch sind auch sehr niedrige Fraßdrucke mit Werten unter 10% (ARIMANDI et al., 1990; HARRISON et al., 1993, MORALES et al., 1993) bzw. 5% (NICOLAISEN et al., 1983; MORALES et al., 1991; DAM et al., 1993) gefunden worden. Südlich des Bengalischen Auftriebsgebietes wurden Werte zwischen 1-5% gemessen (PETERSON et al., 1990a). BAARS & FRANSZ (1984) fanden, daß calanoide Copepoden nur einen kleinen Anteil der Primärproduktion in der Nordsee wegfraßen.

Im Nordatlantik ist die Frühjahrsblüte eine regelmäßige Erscheinung, gefolgt von einer Zunahme der Zooplanktonabundanz (PARSONS & LALLI, 1988). Diese Blüte wird aber in weiten Gebieten des Nordatlantiks vom Zooplankton offenbar nicht ausreichend genutzt (COLEBROOK, 1979; 1984). Damit sinkt ein erheblicher Anteil des Phytoplanktons am Ende der Blüte ab (BILLET et al., 1983). Während der Entwicklung des "North Atlantic Spring Bloom Experimentes" (NABE) maßen MORALES et al. (1991) und DAM et al. (1993) mit der Fluoreszenzmethode Fraßraten unter 5% der täglichen Primärproduktion.

Die Darmfluoreszenzmethode (MACKAS & BOHRER, 1976; kommentiert in MORALES et al., 1990) ist wegen ihrer Anwendungsmöglichkeiten und leichten Handhabung die am häufigsten verwendete Methode zur Untersuchung der Fraßaktivität des Zooplanktons. Als alternative Methoden können z.B. die vereinfachte ^{14}C Methode (DARO, 1978; 1980) oder die Methyl- ^3H Methylamin-Hydrochloride-Methode (ROMAN & RUBLEE, 1981; WHITE & ROMAN, 1991) angewendet werden. Fluorometrie, HPLC (High Performance Liquid Chromatography), Zellzahlabnahme und Eiproduktion geben direkt oder indirekt Aufschluß über die Fraßaktivität des Zooplanktons (PETERSON et al., 1990b). Auf der anderen Seite schätzten LENZ et al. (1993) indirekt durch Respirationsmessungen, daß das Zooplankton potentiell rd. 50% der täglichen Primärproduktion wegfressen könnte. Die potentielle Wegfraßrate der Zooplanktongemeinschaften betrug innerhalb der obersten 100m im Gebiet des III DE. auf $313 \text{ mg C} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ und $319 \text{ mg C} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ im Gebiet 58°N (LENZ et al., 1993, Tab. 3). Die mittlere Primärproduktion war jeweils 689 bzw. 655 $\text{mg C} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ für das Gebiet 47°N und 58°N (LENZ et al., Tab. 4). Dabei wurde angenommen, daß die Herbivoren die Hauptgruppe des Zooplanktons bildeten. Wie schon diskutiert worden ist, waren herbivore Copepoden die Hauptvertreter des Zooplanktonbestandes bei 47°N , während Omnivore bei 58°N die Hauptgruppe waren. Daneben waren Appendicularien bei 47°N wichtig während der zyklonalen Phase, bei 58°N waren sie allerdings nur mäßig vertreten. Diese herbivore Gruppe wurde offensichtlich nicht in anderen Phasen des NABE untersucht (MORALES et al., 1991; DAM et al., 1993), so daß ihre Rolle und Fraßaktivität unbekannt bleibt. Appendicularien können einen sehr wichtigen Anteil des Fraßdruckes des Mesozooplanktons ausmachen. Sie zeichnen sich durch einen hohen Stoffwechsel aus (PAFFENHÖFER, 1973), der in günstigen Situationen mit einer niedrigen Generationzeit der Populationen verbunden ist (ALLDREGDE & MADIN, 1982). *Oikopleura vanhoffeni* kann zwischen 4 und 19% der täglichen Primärproduktion in einer Nach-Blüten-Situation wegfressen (DEIBEL, 1988). Subtropische Arten konsumieren zwischen 5 bis 100% der täglichen Produktion (ALLDREGDE, 1981).

Die Diskrepanz in der Abschätzung des Mesozooplankton - Fraßdruckes zwischen MORALES et al. (1991;1993), DAM et al. (1993) auf einer Seite und LENZ et al. (1993) auf der anderen könnte eventuell in der Anwendung der Darmfluoreszenzmethode liegen. Experimentelle Ergebnisse weisen darauf hin, daß diese Methode die Fraßrate von Zooplankton, insbesondere von Copepoden, unterschätzt (CONOVER & DURVASULA, 1986; LOPEZ et al., 1988; PETERSON et al., 1990a; PENRY & FROST; 1991).

Eine Mehrheit der Autoren, die sich mit dieser Methode beschäftigt haben, erwähnen diese potentielle Fehlerquelle. Zum Beispiel schlugen MORALES et al. (1991) vor, ihre Fraßrate mit einem Faktor von 35 zu multiplizieren. Damit würden ihre Fraßraten etwa 40-50% der Primärproduktion erreichen, was den Werten von LENZ et al. (1993) entsprechen würde. PETERSON et al. (1990a) nehmen an, daß ihre kalkulierten Fraßraten um das etwa 2-4 fache unterschätzt worden waren. Fraßschätzungen mit anderen Methoden ergaben andere Ergebnisse. DARO (1980) erzielte mit der ^{14}C -Methode Wegfraßraten zwischen 50 und 100% für *C. finmarchicus*. Anteile von bis zu 102% wurden mit der ^{14}C und ^3H -MEA Methode in der Chesapeake Bucht ermittelt (WHITE & ROMAN, 1992). Starke Dezimierungen der Primärproduktion wurden aber auch mit der Darmfluoreszenzmethode gemessen (SMITH & LANE, 1988; TISELIUS, 1988). Die Diskrepanzen in den Ergebnissen können vor allem auf den notwendigen Annahmen für die Anwendung dieser Meßmethode beruhen. PETERSON et al. (1990b) fanden Unterschiede in der Entleerungsrate der Copepoden, die als Meßwert in die Berechnung mit eingeht. MORALES et al. (1991) nennen u.a. Pigmentzerstörung, Unterschätzung der Abundanz sowie einen starken Einfluß der Nahrungszusammensetzung auf das C:Chlorophyll-Verhältnis als mögliche Fehlerquellen. Die in der Literatur aufgeführten Fraßraten von Copepoden oder des Zooplanktons überhaupt sind sehr variabel.

Methodische Untersuchungen zum Vergleich der Fraßaktivität unter verschiedenen Bedingungen sind erforderlich, um ein besseres Bild über die Kontrolle, die die Zooplankton-Populationen über die Primärproduktion ausüben, gewinnen zu können.

Wenn das Zooplankton zu keiner ausgeprägten Abnahme der Primärproduktion während unserer Driftexperimente geführt hätte, wäre eine starke Phytoplanktonsedimentation zu erwarten gewesen (PEINERT et al., 1987). Bei 47°N und 58°N (abgesehen von den ersten zwei Tagen bei 58°N) wurden aber nur niedrige Sedimentationsraten gemessen ($< 2\%$) (DECKERS, 1991). Offenbar sollte der Partikelfluß durch Faeces dominiert sein (LENZ et al., 1993). MEYERHÖFER (in Vorb.) fand in beiden Gebieten ein erheblich höheres Verhältnis Phaephorbide:Chlorophyll-a in den Sinkstoffallen als in der Wassersäule. Das deutet darauf hin, daß ein selektives Absinken von Kotmaterial stattgefunden hat. Obwohl zwei verschiedene Frühjahrs-Situationen auftraten, wurde in beiden Gebieten quasi ein "steady-state" beobachtet (LENZ et al., 1993). Für die Copepoden-Populationen auf 47°N war die drastische Abnahme der Appendicularien nach dem Wassermassenwechsel vorteilhaft, da Tunicaten sehr stark das Phytoplankton reduzieren (DEIBEL, 1988) und daher eine direkte Konkurrenz für herbivore Copepoden bedeuten (BERNER, 1967, in: KOPPELMANN & WEIKERT, 1992). Die Nach-Blütenphase wurde am Ende des Driftexperimentes erreicht, als das Zooplankton durch Copepoditstadien beherrscht wurde, die sich durch einen höheren täglichen Kohlenstoffumsatz auszeichneten. Die Blüte wurde "in situ" verbraucht, ein Phänomen, das auch in anderen Meeresgebieten beobachtet worden ist (ROMAN et al., 1985).

Bei 58°N wurde das Zooplankton ebenfalls von Entwicklungsstadien dominiert. Die Populationen von *C. finmarchicus* hielten sich an der Oberfläche auf und übten keine Vertikalwanderung aus. Die Weibchen zeigten keine reifen Oocyten. Populationen wurden durch CV und CIV Stadien beherrscht. Ein frühes Erscheinen dieser Art, d.h. ein frühes

Aufwärtswandern des überwinternden Bestandes, ausgelöst durch eine Änderung der Lichtintensität (MILLER et al., 1991) oder der Temperatur (PEDERSEN & TANDE, 1992), kann möglicherweise die beobachtete niedrige Sedimentationsrate erklären. In der Norwegischen See wurde diese Situation ebenfalls beobachtet (PEINERT et al., 1987), wobei der frühe Aufstieg von überwinternden Beständen von *C. finmarchicus* und der hohe Fraßdruck die Sedimentation von frischem Phytoplankton-Material verhinderte. Unter solchen Umständen wird die Phytoplankton-Blüte verzögert oder gar verhindert (BATHMANN et al., 1990). Die Abschätzung von LENZ et al. (1993) erscheint daher in einer solchen Anfangsphase realistisch. Mesozooplankton kann 10 bis 30% der täglichen Produktion in einer Vor-Blütenphase durch seine Fraßaktivität dezimieren (CONOVER & MAYZAUD, 1988). Hohe Fraßdrucke entstehen durch hohe Zooplanktonbestände (DARO, 1980), eine in unseren Driftexperimenten erfüllte Bedingung.

4.6 Zooplankton und der Partikelfluß

Die Entwicklung des Konzeptes der "biologischen Pumpe" (z.B. LONGHURST & HARRISON, 1989), d.h. die Aufnahme atmosphärischen Kohlenstoffes, seine Fixierung durch die biologische Aktivität des Phytoplanktons im Pelagial und seine Deposition im tiefen Ozean durch Sedimentationsprozesse, hat in den letzten Jahren große Aufmerksamkeit erregt. Durch die Wechselwirkung der verschiedenen beteiligten Komponenten (LONGHURST, 1991) wird das Absinken des im Pelagial fixierten Kohlenstoffs kontrolliert. Also ist die Vertikalverteilung des partikulären und organisch gebundenen Kohlenstoffs im Ozean hauptsächlich durch biologische Prozesse reguliert. Kohlenstoff wird aus der anorganisch gelösten Form in organisches partikuläres Material verwandelt. Der Export organischen Kohlenstoffes und anderer biogener Substanzen aus der euphotischen Zone hat starke Auswirkungen auf fast die ganze Chemie und Biologie der Ozeane (BENDER et al., 1992). So entsteht ein Vertikalfluß von Materie, der die biochemischen Prozesse im innen Ozean beeinflusst.

Eine wichtige regulierende Komponente des Vertikalflusses stellt das Zooplankton dar (NOJI, 1991). Der Einfluß des Zooplanktons auf die Sedimentation durch die Produktion von größeren Partikeln, z.B. abgestorbenen Organismen, Skelett- und Schalenteilen oder Faeces und Aggregaten verschiedenartiger Zusammensetzung ist sowohl quantitativ als auch qualitativ von Bedeutung (NOJI, 1991). Von den drei Sedimentationsquellen stellen die Faecal Pellets einen der wichtigsten Träger für den Transport organischen Materials dar (ANGEL, 1984b), und ihre Rolle in der Biochemie der Ozeane ist allgemein anerkannt (TURNER & FERRANTE, 1979).

Andere Prozesse, wie Aggregatbildung ("Marine Snow"), können zum Vertikalfluß auch bedeutsam beitragen (SILVER & GOWING, 1991). Während unserer Driftexperimente wurden keine Produktionsraten von Faecal Pellets gemessen, deswegen können hier nur die theoretischen Aspekte des Beitrages von Mesozooplankton zum gesamten Partikelfluß diskutiert werden.

Durch ihre hohe Abundanz sind die von Copepoden produzierten Faecal Pellets oder Kotballen für die Dynamik des Partikelflusses besonders relevant (URRERE & KNAUER, 1981; FOWLER et al., 1991). Jedoch kann fäkales Material von Salpen in speziellen Situationen den Partikelfluß dominieren (BATHMANN, 1988). Der Transport der Faecal Pellets ist aber von verschiedenen Faktoren abhängig, die ihre Fähigkeit, den tiefen Ozean zu erreichen, regulieren. Remineralisierung durch Bakterien ist umstritten. Experimentelle Ergebnisse deuten darauf hin, daß mikrobiologische Degradierung der peritrophischen Membran bei Copepoden-Pellets die Zerstörung in kurzer Zeit (einige Stunden bei 20°C) (HOFMAN et al., 1981) bewirkt. Unter diesen Bedingungen wird das von Copepoden an der Oberfläche erzeugte Material den Meeresgrund nicht erreichen. Andererseits fanden JACOBSEN & AZAM (1984), daß eine vollständige Zerstörung eines Pellets etwa 50 Tage bei 18°C dauert, weshalb Bakterien nicht die Hauptverantwortlichen für die Remineralisierung des Kohlenstoffes in den oberen 300m sein können. Andere Prozesse, wie Koprorexie (LAMPITT et al., 1990; NOJI et al., 1991) oder Koprochalie und Koprophagie (NOJI et al., 1991) können ebenso das Schicksal der Faecal Pellets bestimmen. Die Folge eines solchen Prozesses ist die Erhöhung der Aufenthaltszeit des fäkalen Materials in der euphotischen Zone, da die Absinkrate reduziert wird. Ebenfalls kommt es zu einer Rückführung des Materials innerhalb der produktiven Schichten der Ozeane und folglich zur Abnahme des Vertikalflusses von organischen Partikeln (BATHMANN et al., 1987).

In verschiedenen Meeresgebieten sind die Beiträge der Faecal Pellets untersucht worden. Sie sind mit Hilfe verankerter Sinkstofffallen gesammelt worden. Im Nordwesten des Mittelmeers stellten sie 25, 29 und 33% des gesamten partikulären Kohlenstoffflusses jeweils in 50, 150 und 250m Tiefe (FOWLER et al., 1991), während URRERE & KNAUER (1981) einen Kohlenstofffluß von nur 10, 19, 9.7 und 3.4% jeweils auf 35, 150, 500 und 1500m Tiefe ermittelten. Im Zentralwirbel des Nordatlantiks trugen Kotballen zwischen 6 und 8% zum gesamten Partikelfluß bei (TAYLOR, 1989). Modellberechnungen ergaben Beiträge von ca. 65% zum Partikelfluß in einem küstennahen pelagischen Ökosystem (ANDERSEN & NIVAL, 1988). Im Californien Strom betrug der Beitrag der Faecal Pellets von Salpen etwa 22% des Stickstoff-Exportes (MICHAELIS & SILVER, 1988). Auf der VERTEX Station (Nordpazifik) war der maximale Beitrag zum Partikelfluß 15% (SILVER & GOWING, 1991). Die durchgeführten Driftexperimente im Gebiet 47°N und 58°N deuten darauf hin, daß der Partikelfluß von Faecal Pellets dominiert wurde (LENZ et al., 1993). Eine weitere Frage ist, ob die Vertikalwanderung des Mesozooplanktons zum Vertikalfluß beiträgt (ANGEL, 1989).

Interzonale Wanderer wie *Pleuromamma*- oder *Metridia*- Arten könnten aktiv dazu beitragen (LONGHURST & HARRISON, 1989). Beide fressen in der Nacht teilweise Algen (LONGHURST et al., 1989), und ihr Verhalten könnte für alle wandernden omnivoren Copepoden typisch sein (LONGHURST & HARRISON, 1988). Ihre exkretorische Aktivität hat wichtige Konsequenzen für den Stickstofffluß außerhalb der euphotischen Zone und beeinflusst die Größe des f-Verhältnisses (LONGHURST & HARRISON, 1989). Ein bedeutender Beitrag zum Partikelfluß setzt voraus, daß die beteiligten Organismen ihre an der Oberfläche aufgenommene Nahrung für ausreichend lange Zeit behalten, damit ihre Verdauung am Tage in der Tiefe stattfindet. Diese Voraussetzung ist, zumindest unter den

Copepoden, schwer zu erfüllen. Manche Copepoden haben Entleerungszeiten zwischen 100 und 25 Minuten, bei Temperaturen von 1 bis 15°C (KJØRBOE et al., 1982; DAGG & WYMAN, 1983). In den Tropen wird die Rate höher (LONGHURST & HARRISON, 1988). DAGG et al. (1989) fanden einen sehr geringen Pigmenttransport in *C. pacificus* und *M. lucens* (0.01-0.02 ng pig* m⁻²*d⁻¹) und schließen heraus, daß der Beitrag zum Partikelfluß durch die Vertikalwanderung kaum Bedeutung hat. Jedoch fanden MORALES et al. (1993) während einer 6 wöchigen Driftstation im Nordatlantik, daß Arten von *Pleuromamma* und *Metridia* bedeutsam zum Partikelfluß beitragen können. Eine Tendenz zu einer Zunahme von Pigmenten des Mageninhalts in der Nacht, in Verbindung mit einer konstanten Entleerungs- und Defäkationsrate, deuteten darauf hin, daß Arten dieser Gattungen einen Großteil der in den oberen Schichten aufgenommenen Nahrung in die Tiefe transportieren können. *Pleuromamma*-Arten zeigen eine aktive Tiefenwanderung (BUSKEY et al., 1989). Somit können sie in nur kurzer Zeit relativ große Tiefen erreichen.

In einem spekulativen Rahmen schätzen DAM et al. (1993) den Beitrag der Faecal Pellets zum gesamten Partikelfluß auf 5%. Um abzuschätzen, wie hoch der Beitrag der Faecal Pellets während unserer Driftexperimente war, wurden folgende Voraussetzungen angenommen: 1. Die häufigsten Zellen in den Faecal Pellets sind diejenigen, die auch am häufigsten in der Wassersäule vorkommen (TURNER, 1991). 2. Etwa 30% des aufgenommenen Phytoplanktonkohlenstoffs sind in den Faecal Pellets enthalten (EPPLEY & PETERSON, 1979). 3. Alle Faecal Pellets werden Teil des absinkenden Materials, was in der Wirklichkeit eher unwahrscheinlich ist (BATHMANN et al., 1987; LAMPITT et al., 1990; NOJI et al., 1992). 4. Der mittlere POC-Fluß in den oberen 50m blieb während des ganzen Untersuchungszeitraums unverändert. Der POC-Fluß betrug Ende April 314 mg C*m⁻²*d⁻¹ (MARTIN et al. 1993). Die gesamte Fraßrate betrug jeweils 313 und 319 mg C*m⁻²*d⁻¹ bei 47°N und 58°N (LENZ et al., 1993, Tab. 3). Danach konnten Faecal Pellets in beiden Gebieten etwa 30% zum gesamten POC-Fluß beitragen.

Diese Abschätzung fällt in den Bereich anderer Untersuchungen (SMALL et al., 1983; 1987; FOWLER et al., 1991), obwohl dies dem typischen Wertebereich oligotropher Gebiete entspricht. Die Nach-Blüten-Situation im Gebiet 47°N ermöglichte, besonders nach dem Wasserkörperwechsel, eine präzise Kopplung zwischen Phyto- und Zooplankton. Bei 58°N war der frühe Aufstieg der überwinterten CV von *C. finmarchicus* signifikant. Sie hielten die Phytoplanktonbestände unter Kontrolle und produzierten eine Menge Faecal Pellets.

Anscheinend war der Beitrag zum Vertikalfluß von partikulärem Material während unserer Phase wichtiger als in anderen Phasen des NABE. Trotz der spekulativen Natur dieser Abschätzung unterstützt der hohe Zooplanktonbestand mit 85-90% Herbivoren, die sich in den obersten 100m aufhielten, die Vorstellung, daß das Zooplankton durch die Produktion von fäkalem Material eine wichtige Komponente des Partikelflusses darstellt. Zusammen mit anderen Komponenten, wie Mikrozooplankton oder Nanoflagellaten (LENZ et al., 1993) waren sie verantwortlich für die Erhaltung eines 'quasi steady-state', das die Phytoplanktonsedimentation behinderte. Das Modell von MARRA & HO (1993) unterstützt dieses ganze Bild für das Gebiet 47°N.

4.7 Zu den Gemeinschafts-Analysen der Copepoden

In dieser Arbeit wurden verschiedene Aspekte zur Beschreibung und Charakterisierung der Copepoden-Gemeinschaft bearbeitet. Die Diversität war im Gebiet 47°N höher als im Gebiet 58°N (90 gegenüber 47 Arten), ein typischer Trend von Äquator zu den hohen Breiten (z.B. LEVINTON, 1982). Die Äquität jedoch nahm in beiden Gebieten in den tieferen Schichten zu. Normalerweise existiert ein vertikaler Gradient des Artenreichtums (SANDERS, 1969). Der Nordatlantik enthält eine reiche Gemeinschaft mit etwa 600 Zooplankton-Arten (ROE, 1984a). Für die Copepoden geben GRICE & HÜLSEMANN (1965) 187 Arten von Calanoiden in dem Gebiet an, während BOXSHALL (1977a) für das gleiche Gebiet bei 18°N 45 Cyclopoiden-Arten aufführt. Die höheren Diversitäten auf der Stufe 200-500m sind durch das Vorkommen mehrerer Arten von *Oncaea* zu verzeichnen. Diese Gattung zeigt eine graduelle Zunahme in ihrer Diversität bis 1000m Tiefe in tropischen Gebieten (BÖTTGER-SCHNACK, 1987).

Von der Wasserstruktur abhängige Charakterarten wurden nur im Gebiet 47°N festgestellt. Aus der Fig. 3.1.8.2. kann man die Verschiebung fast aller Arten bzw. Copepoditstadien in dem Grad der Assoziation bezüglich der Individuen (GAI) entnehmen, was auf eine Reproduktions-Rekrutierungsphase hindeuten könnte. Ebenfalls wurden nur innerhalb der obersten 50m Charakterarten gefunden, wo ein großer Teil der Populationen zu finden waren. Oithoniden dienten als Charakterarten bei 58°N. Das spiegelt wahrscheinlich ihre Rolle als "Stabilisatoren" pelagischer Ökosysteme wider (PAFFENHÖFER, 1993). Durch die Anwendung verschiedener multivariabler Verfahren sind mehrere unterschiedliche Gemeinschaften charakterisiert worden, z.B. auf der Antarktischen Halbinsel (PIATKOWSKI, 1987), in der Arktis (MUMM, 1991), im Mittelmeer (PANCUCCI-PAPADOPOULOU et al., 1992), in der Scotiasee (HOPKINS et al., 1993) und im Indischen Ozean (TRANTER, 1977). Im Nordatlantik gelang es DOMANSKI (1984) durch die multidimensionale Skalierung, über einen 48 stündigen Zeitraum unterschiedliche, sich wiederholende Verteilungsmuster in der Gemeinschafts-Struktur in Tiefen von 100, 250 und 450m nachzuweisen, allerdings unter einem sehr intensiven Probennahme-Programm (alle 2 Stunden). Die meisten Arbeiten erfassen weite geographische Gebiete, in denen Gradienten leicht erkennbar sind und wobei verschiedene Wasserkörpern involviert sind (z.B. MUMM, 1991; PIATKOWSKI, 1987). Insofern ist die Gemeinschafts-Struktur sehr von physikalischen Faktoren abhängig.

Die Gruppierung der Einzelproben deutete auf keinen horizontalen Gradienten hin, aber die Schicht 25-50m der St. 467 wurde tieferen Schichten zugeordnet. Das läßt vermuten, daß in dieser Schicht möglicherweise eine physikalische Störung eingetreten war.

Der MDS-Plot gab die gleiche Struktur und ließ keine definierte Abgrenzung erkennen. Bei 58°N war das Zooplankton homogener verteilt. Dabei bildeten die oberen 4 Stufen ein Cluster. Aus diesem Grund war die Abgrenzung verschiedener Arten-Gruppen vielleicht deutlicher im Gebiet 47°N als im Gebiet 58°N. Die Ursache hierfür kann die Entwicklungsphase der Frühjahrsblüte sein. Multivariable Verfahren zur Gemeinschafts-

Analyse waren hilfreich, um zu beweisen, daß Zooplankton-Populationen unter verschiedenen Bedingungen des Nahrungsangebotes ständig eine Wechselwirkung zeigen. Innerhalb der Planktonfauna wird ihre Struktur durch physikalische Prozesse beeinflusst und verändert (HAURY et al., 1978). Neue Hypothesen erklären die Koexistenz pelagischer Copepoden durch die Unterteilung der Wassersäule und die Veränderung des Verhaltens (AMBLER & MILLER, 1987; HAURY, 1988; WILLIAMS, 1988; HATTORI, 1989; UYE et al., 1990). Dementsprechend bevölkerten *Paracalanus parvus* (47°N) und *Calanus finmarchicus* (58°N) die obersten 25m, mehrere Arten wurden eine Stufe tiefer gefunden. Sie standen jedoch in einer Wechselbeziehung und bewegten sich in der Nacht eine Stufe höher oder am Tage tiefer. Andere Arten blieben unterhalb der Thermoklinen, vollführten eine Vertikalwanderung durch diese physikalische Grenze in der Nacht aus, während sich wiederum andere Arten nur unter 100m Tiefe aufhielten. Unterschiede des Diversitätsniveaus beziehen sich auf die Nahrungsverfügbarkeit (BOXSHALL, 1977a).

Die Toleranz in der Nischenüberlappung sowie die Größe der Artenanzahl werden den Erfolg dieser oder jener Gemeinschaft festlegen. Geschlossene Gemeinschaften aus dem Pazifik sind beschrieben worden (HAYWARD & McGOWAN, 1979; HAYWARD, 1980), wobei Kokurrenz- und Räuber/Beute- Beziehungen als regulierende Faktoren vorgeschlagen worden sind.

Abschließend sei darauf hingewiesen, daß das Verhalten einer Mehrheit von Zooplankton-Arten im Nordatlantik praktisch unbekannt ist. *Calocalanus* spp., *Clausocalanus* spp., *Ctenocalanus vanus*, *Microcalanus pusillus* oder *Oithona* und *Oncaea* spp. können eine wichtige Rolle in der Regulierung einer Gemeinschaft spielen. Oithoniden und Oncaeiden als mögliche Stabilisatoren im Pelagial ozeanischer Ökosysteme (PAFFENHÖFER, 1993) könnten auch von Bedeutung für die Existenz größerer Copepoden sein (STEELE & FROST, 1977).

Die Rolle der kleinen Größenfraktionen des Mesozooplanktons (200-500µm) muß intensiver untersucht werden (MORALES et al, 1991). Die Flexibilität, Spezialisierung und Variabilität in der Nahrungsbiologie von Copepoden (PAFFENHÖFER & LEWIS, 1990), ihre hohe individuelle Variabilität der Stoffwechselaktivität (BAMSTEDT, 1988) sowie die bedeutenden interspezifischen Unterschiede in der Eiproduktion (TESTER & TURNER, 1990) stellen wichtige Themen zukünftiger Zooplanktonforschung dar.

Solche Ziele begleiten auch das "Global Ocean Ecosystem Research" (GLOBEC) Programm. Als Schwerpunkt des Programmes steht die Untersuchung des Einflusses physikalischer Prozesse auf Räuber/Beute Interaktionen und die Populationsdynamik des Zooplanktons sowie seiner Stellung in den ozeanischen Ökosystemen im Rahmen des globalen Klimasystems und des anthropogenen Wandels.

Die mögliche Anwendung neuer Methoden zur feinskaligen Erfassung des Zooplanktons (akustische, optische oder Image-Identifizierung) auf der einen Seite und die Vertiefung des Wissen in der Biologie und über das Verhalten des Zooplanktons durch molekulargenetische

Methoden auf der anderen Seite werden unser Verständnis mariner Ökosysteme wesentlich erweitern.

5. Zusammenfassung

1. Ziel dieser Arbeit war die Erfassung und Charakterisierung des Mesozooplanktonbestandes (0.2-20mm) sowie die Verfolgung der Populationsentwicklung unter der besonderen Berücksichtigung der Copepoden. Ein weiteres Ziel bestand darin, die potentielle Fraßaktivität und die daraus resultierende Kontrolle über das Phytoplankton abzuschätzen. Daneben wurde die Vertikalwanderung von Copepoden und ihr potentieller Beitrag zum Partikelfluß untersucht.

2. Die Untersuchung wurde in zwei verschiedenen Gebieten des Nordostatlantiks (47°N 20°W und 58°N 21°W) mittels Lagrange'scher Driftexperimente durchgeführt. Diese fanden im Mai (14 Tage) und im Juni (10 Tage) 1989 statt und sollten die Entwicklung der Frühjahrsblüte von Süden nach Norden verfolgen.

3. In einem begleitenden Grundprogramm wurde das Mesozooplankton in einem Tag-Nacht-Rhythmus in den Standardtiefen 500-200m, 200-100m, 100-50m, 50-25m und 25-0m gefangen und das Trockengewicht und das aschefreie Trockengewicht bestimmt und der Kohlenstoffgehalt aus dem letzteren abgeleitet. Zur Korrektur der Biomassewerte mitgefangenes Phytoplankton wurde der Chlorophyllgehalt gemessen. Die Abundanz des Mesozooplanktons wurde bestimmt und für die Copepoden-Verteilung eine Gemeinschafts-Analyse mit multivariablen Verfahren durchgeführt.

4. Zusätzlich wurden auch größenfraktionierte Proben in einem Tag-Nacht-Rhythmus untersucht. Die Größenklassen waren: 200-500µm, 500-750µm, 750-1000µm und 1000-2000µm.

5. Hohe Biomassebestände wurden in beiden Gebieten festgestellt. In der Regel waren die Biomassewerte in Nachtfängen höher als in Tagesfängen, mit prozentualen Unterschieden zwischen 4 und 8%. Diese Differenzen wurden von interzonalen wandernden Arten der Gattungen *Metridia* und *Pleuromamma* bei 47°N und 58°N sowie durch *Euchaeta norvegica* bei 58°N erzeugt. Die Art *Calanus finmarchicus* trug auf 58°N wesentlich zur Gesamtbiomasse bei.

6. Die höchsten Biomassekonzentrationen wurden innerhalb der obersten 100m festgestellt, während unter 100m Tiefe nur geringe Werte ermittelt wurden. Hohe Biomassewerte auf zwei Stationen bei 47°N (Tagesfänge) wurden durch die Schalen planktischer Organismen hervorgerufen, was sich in einem niedrigen Gehalt an organischer Substanz im Trockenmaterial widerspiegelte.

7. Im Laufe des Driftexperimentes auf 47°N trat eine starke physikalische Variabilität auf, die auf einen Wasserkörperwechsel schließen ließ. Sowohl die biologischen als auch die chemischen und physikalischen Parameter veränderten sich nach dem 15.5. Die akkumulative mittlere Biomassetiefe des Mesozooplanktons wurde in der ersten Phase bei 67% der Stationen auf der Stufe 25-50m gefunden, während sie nach dem Wassermassenwechsel in

57% der Fälle auf der Stufe 25-0m lag. Bei 58°N wurde sie bei 60% der Stationen auf der Stufe 25-50m und 40% auf der Stufe 50-100m festgestellt.

8. Der Wassermassenwechsel bei 47°N zeigte keine signifikanten Unterschiede im Kohlenstoffgehalt. Rund 85% des Kohlenstoffgehaltes wurden in den obersten 100m festgestellt, während es bei 58°N nur 50-75% waren. Andererseits wurden maximale Zooplankton-Konzentrationen während der ersten Phase des Driftexperimentes bei 47°N auf der Stufe 50-25m gefunden. Sie wurden aber in der zweiten Phase unabhängig von der Tageszeit immer innerhalb der obersten 25m gefunden. Bei 58°N wurden höhere Zooplanktonkonzentrationen in der Nacht als am Tage festgestellt.

9. Die Mesozooplankton-Abundanz nahm auf 47°N gegen Ende des Driftexperimentes stark zu. Gleichzeitig trat eine Veränderung in der Artenzusammensetzung auf. Die anfangs häufigen Appendicularien waren nach dem Wassermassenwechsel kaum noch zu finden. Bei 58°N unterlag die Abundanz kleinen Schwankungen mit einer Abnahme zum Ende des Untersuchungszeitraumes. Für beide Gebiete wurden jedoch keine statistisch signifikanten Unterschiede im Tag-Nacht-Rhythmus nachgewiesen.

10. Der tägliche Kohlenstoffumsatz des Mesozooplanktons bei 47°N stieg am Ende des Untersuchungszeitraumes an, ebenfalls nahm die Anzahl fast aller wichtigen Arten und Copepoditstadien stark zu. Dies deutet darauf hin, daß sich die Mesozooplankton- Aktivität im zweiten Wasserkörper erhöhte. Bei 58°N zeigte sich keine größere Veränderung der Aktivität.

11. Kleine calanoide Copepoden, wie *Paracalanus parvus*, *Ctenocalanus varus*, *Clausocalanus* spp., *Calocalanus* spp sowie ihre Entwicklungsstadien beherrschten die Zooplankton- Gemeinschaft bei 47°N. Oithonide machten in der Regel nicht mehr als 15% des Gesamtbestandes aus, doch dominierten sie die Abundanz bei 58°N. Copepoditstadien von calanoiden Copepoden waren hier nur mit Anteilen von etwas über 20% vertreten. Über 60% des Mesozooplanktons hielt sich in den oberen 100m auf.

12. Bei 47°N bildeten die mittleren Größenfraktionen (500-750µm, 750-1000µm) den Hauptanteil der Biomasse, während bei 58°N die Größenklasse 1000-2000µm dominierte. Die Abundanz wurde in beiden Gebieten durch die kleinste Fraktion (200-500µm) dominiert. Zeitliche Unterschiede traten als Antwort auf Rekrutierungsprozesse auf.

13. Die Entwicklung der Frühjahrsblüte befand sich in verschiedenen Phasen. Das Gebiet 47°N wurde in einer Nach-Blütenphase angetroffen. Die meisten Copepoden-Arten übten keine Vertikalwanderung aus. Bei 58°N wurde dagegen eine Vor-Blütenphase gefunden. Für die Art *Calanus finmarchicus* ergab eine Gonaden-Untersuchung unreife Oocyten. Alle Entwicklungsstadien und Weibchen vollführten keine Vertikalwanderung. Die Populationen wurden durch CIV und CV Stadien dominiert.

14. Theoretische Betrachtungen ergaben eine potentielle maximale Wegfraßrate von etwa 50% der täglichen Primärproduktion durch das Mesozooplankton. Dies steht im Gegensatz zu den meisten Angaben der Literatur. Der Grund sind wahrscheinlich methodische Probleme in der am häufigsten ausgeführten Darmfluoreszenz-Messung.

15. Obwohl zwei verschiedene Phasen in der Entwicklung der Frühjahrsblüte erfaßt wurden, hielt das Zooplankton die Phytoplanktonpopulationen auf mehr oder weniger konstantem Niveau in beiden Gebieten. Da sehr niedrige Sedimentationsraten für das Phytoplankton gemessen wurden, sollte der Partikelfluß in erste Linie aus Faecal Pellets bestehen. Eine theoretische Berechnung ergab einen Beitrag von Faecal Pellets zum gesamten POC-Fluß von etwa 30% für beide Gebiete.

16. Die Gemeinschaft-Analyse gab keine Hinweise auf ein mögliches Sukzessionsgeschehen in den Zooplanktonpopulationen im Laufe der Driftexperimente. Es wurde nur eine vertikale Differenzierung gefunden. Hohe Diversitätswerte wurden in der Tiefenstufe 200-500m festgestellt. Sie sind durch das Vorkommen mehrerer Arten von Oncaea zu verzeichnen.

17. Das Verhalten einer Mehrzahl von Zooplankton-Arten im Nordostatlantik ist praktisch unbekannt. Die Bedeutung kleiner Größenfraktionen des Mesozooplanktons hinsichtlich ihrer Nahrungsbiologie, ihres Stoffwechsels und der Eiproduktion müssen wichtige Themen zukünftiger Zooplanktonforschung sein.

6. Literaturverzeichnis

- ACUNA, J.L. and R. ANODON 1992 Appendicularian assemblages in a shelf area and their relationship with temperature. *J. Plankton Res.* **14**: 1233-1250.
- ALLDREGDE, A. 1981 The impact of appendicularian grazing on natural food concentration in situ. *Limnol. Oceanogr.* **26**:247-257.
- ALLDREGDE, A. and L.P. MADIN 1982 Pelagic tunicates: unique herbivores in the marine plankton. *BioScience* **32**:655-663.
- ALLISON, S. and K.F. WISHNER 1986 Spatial and temporal patterns of zooplankton biomass across the Gulf Stream. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **31**: 233-244.
- ALMEHIDA PRADO-POR, M.S. 1983 The diversity and dynamics of Calanoidea (Copepoda) in the northern Gulf of Elat (Aqaba), Red Sea. *Oceanol. Acta* **6**: 139-145.
- AMBLER, J.W. and C.B. MILLER 1987 Vertical habitat-partitioning by copepodites and adults of subtropical oceanic copepods. *Mar. Biol.* **94**: 561-577
- ANDERSON, V. and P. NIVAL 1988 A pelagic ecosystem model simulation production and sedimentation of biogenic particles: role of salps and copepods. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **44**: 37-50.
- ANDREW, N.L. and B.D. MAPSTONE 1987 Sampling and the description of spatial pattern in marine ecology. *Oceanog. Mar. Biol. Ann Rev.* **25**: 39-90.
- ANGEL, M. V. 1984a The diel migration and distribution within a mesopelagic community in the north east Atlantic 3. Planktonic ostracods, a stable component in the community. *Prog. Oceanog.* **13**: 319-351.
- ANGEL, M.V. 1984b Detrital organic fluxes through marine ecosystems. In: FASHAM, M.J.R. (ed.) *Flow of energy and materials in marine Ecosystems*. Plenum Press, pp: 475-516.
- ANGEL, M.V. 1985 Vertical migrations in the oceanic realm: possible causes and probable effects. *Contrib. Mar. Sci.* **27**: 45-70.
- ANGEL, M.V. 1989 Does mesopelagic biology affect the vertical flux?. In: Berger, W.H. and Smetacek, V. S. (eds) *Productivity of the Ocean: Present and Past*. J. Wiley and Sons, pp: 155-173.

- ANGEL, M.V. and M.J.R. FASHAM 1975 Analysis on the vertical and geographic distribution of the abundant species of planktonic ostracods in the North-east Atlantic. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 55: 709-737.
- ANGEL, M.V. and M.J.R. FASHAM 1983 Eddies and biological processes. In: ROBINSON, A.R. (ed.) *Eddies in Marine Science*. Springer Verlag, New York, pp: 492-524.
- ANGEL, M.V. and BAKER A. de C. 1982 Vertical distribution of the standing crop of plankton and micronekton at three stations in the Northeast Atlantic. *Biol. Oceanogr.* 2: 1-30
- ANRAKU, M. and M. OMORI 1963 Preliminary survey of the relationship between the feeding habit and the structure of the mouth-part of marine copepods. *Limnol. Oceanogr.* 8: 116-126.
- ARIMANDI, O.M., BAARS, M.A. and S.S. OSTERHUIS 1990 Grazing in tropical copepods, measured by gut fluorescence, in relation to seasonal upwelling in the Banda Sea (Indonesia). *Netherl. J. Sea Res.* 25: 545-560.
- ARON, W. 1962 Some aspects of sampling the macroplankton. *Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer* 153: 29-38.
- ASHJIAN, C. J. and K.F. WISHNER 1993 Temporal and spatial changes in the body size and reproductive state of *Nanocalanus minor* (Copepoda) females across and along the Gulf Stream. *J. Plankton Res.* 15: 67-98.
- BAARS, H.A. and H.G. FRANZ 1984 Grazing pressure of copepods on the phytoplankton stock of the Central North Sea. *Netherl. J. Sea Res.* 18: 120-142.
- BAKKE, J.L.W. 1977 Ecological studies on the Deep-water pelagic community of Korsfjorden, Western Norway. Population dynamics of *Euchaeta norvegica* (Crustacea, Copepoda) from 1971 to 1974. *Sarsia* 63: 49-55.
- BAMSTEDT, U. 1988 Ecological significance of individual variability in copepods bioenergetics. *Hydrobiology* 167/168: 43-59.
- BAMSTEDT, U. and M.R. HOLT 1978 Experimental studies on the deep-water pelagic community of Korsfjorden, western Norway. Prey-size preference and feeding of *Euchaeta norvegica* (copepoda). *Sarsia* 63: 225-236.
- BAMSTEDT, U. and K. TANDE 1988 Physiological responses of *Calanus finmarchicus* and *Metridia longa* (Copepoda: Calanoida) during the Winter-spring transition. *Mar. Biol.* 99: 31-30.

- BARBER, V.A. and P.H. WIEBE 1985 Zooplankton biomass and related MOCNESS data for tows taken on the 1981-82 warm-core rings cruises. Woods Hole Oceanogr. Inst. Tech. Rep. 85-3.
- BATCHELDER, H. 1985 Seasonal abundance, vertical distribution, and life history of *Metridia pacifica* (Copepoda:Calanoida) in the oceanic subarctic Pacific. Deep-Sea Res. 32: 949-964.
- BATHMANN, U.V. 1988 Mass occurrence of *Salpa fusiformis* in the spring of 1984 off Ireland: implications for sedimentation processes. Mar. Biol. 97: 127-135.
- BATHMANN, U.V., T.T. NOJI, R. PEINERT and M. VOSS 1987 Copepods faecal pellets: abundance, sedimentation and content at a permanent station in the Norwegian Sea in May/June 1986. Mar. Ecol. Prog. Ser. 38: 45-51.
- BATHMANN, U.V., T.T. NOJI and B. von BODUNGEN 1990 Copepod grazing potential in late winter in the Norwegian Sea -a factor in the control of spring phytoplankton growth?. Mar. Ecol. Prog. Ser. 60: 225-233.
- BAUER, J., J. FISCHER, H. LEACH and D.H. WOODS 1985 SEA ROVER Data Report I-North Atlantic Summer 1981-NOA '81. Ber.Inst. Meereskunde Kiel, 143: 155pp.
- BE, A.W.H., J.M. FONT and O.A. ROELS 1971 Plankton abundance in the North Atlantic Ocean. In: COSLOW, D.J. (ed.) Fertility of the Sea. Gordon and Breach, New York, pp: 17-50.
- BECKMANN, W. 1988 The zooplankton community in the deep bathyal and abyssal zones of the eastern North Atlantic. Preliminary results and data list from MOCNESS hauls during cruise 08 of the RV 'POLARSTERN'. Ber. Polarforsch. 42: 1-57.
- BECKMANN, W., A. AURAS and C. HEMLEBEN 1987 Cyclonic cold-core eddy in the eastern the North Atlantic.III. Zooplankton. Mar. Ecol. Prog. Ser. 39: 65-73.
- BEERS, J.R. 1976 Determination of zooplankton Biomass. In: STEEDMAN, H.F. (ed.) Zooplankton fixation and preservation. Monographs on oceanographic methodology. UNESCO Press, pp: 37-84.
- BEERS, J.R. 1981 Determinación de la biomasa del zooplancton. In: BOLTOVSKOY, D. (ed.) Atlas del zooplankton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplankton marino. INIDEP, Mar del Plata, pp: 133-141.
- BENDER, M., H. DUCKLOW, J. KIDDON, J. MARRA and J. H. MARTIN 1992 The carbon balance during the 1989 spring bloom in the North Atlantic Ocean, 47°N,20°W. Deep-Sea Res. 39: 1707-1725.

- BENNETT, J.L. and T.L. HOPKINS 1989 Aspects of the ecology of the Calanoid copepod genus *Pleuromamma* in the eastern Gulf of Mexico. *Contrib. Mar. Sci.* **31**: 119-136.
- BILLET, D.S., R.S. LAMPITT, A.L. RICE and R.F. MANTOURA 1983 Seasonal sedimentation of phytoplankton to the deep sea benthos. *Nature* **302**: 520-522
- BJÖRNBER, T.K.S. 1963 On the marine free living copepods off Brazil. *Bull. Inst. Oceanogr. Univ. Sao Paulo* **13**: 3-142.
- BJÖRNBER, T.K.S. 1981 Copepoda. In: BOLTOVSKOY, D. (ed.) *Atlas del zooplankton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplankton marino*. INIDEP, Mar del Plata, pp: 587-679.
- BLANNER, P. 1982 Composition and seasonal variation of the zooplankton in the Limfjord (Denmark) during 1973-1974. *Ophelia* **21**: 1-40.
- BOLLENS, S. and B.W. FROST 1989a Zooplanktivorous ICES Fish and variable diel vertical migration in the marine planktonic copepod *Calanus pacificus*. *Limnol. Oceanogr.* **34**: 1072-1083.
- BOLLENS, S. and B.W. FROST 1989b Predator-induced diel vertical migration in a planktonic copepod. *J. Plankton Res.* **11**: 1047-1065.
- BOLLENS, S. and B.W. FROST 1990 UV light and vertical distribution of the marine planktonic copepod *Acartia hudsonica* Pinkey. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **137**: 89-93.
- BOLLENS, S. and B.W. FROST 1991 Diel vertical migration in zooplankton: rapid individual response to predators. *J. Plankton Res.* **13**: 1359-1365.
- BOLLENS, S. and D.E. STEARNS 1992 Predator-induced changes in the diel feeding cycle of a planktonic copepod. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **156**: 179-186.
- BOLTOVSKOY, D. 1981 Recuento y análisis de datos. In: BOLTOVSKOY, D. (ed.) *Atlas del zooplankton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplankton marino*. INIDEP, Mar del Plata, pp: 153-163.
- BÖTTGER, R. 1987 The vertical distribution of micro and small mesozooplankton in the Central Red Sea. *Biol. Oceanogr.* **4**: 383-402.
- BÖTTGER-SCHNACK, R. 1990a Community structure and vertical distribution of cyclopoid copepods in the Red Sea. I. Central Red Sea, autumn 1980. *Mar. Biol.* **106**: 473-485.

- BÖTTGER-SCHNACK, R. 1990b Community structure and vertical distribution of cyclopoid copepods in the Red Sea. II. Aspects of seasonal and regional differences. *Mar. Biol.* **106**: 487-501.
- BOWMAN, T.E. 1971 The distribution of calanoid copepods off the southeastern United States between Cape Hatteras and Southern Florida. *Smithson. Contrib. Zoology* **96**: 1-58.
- BOXSHALL, G.A. 1977a The depth distribution and community organization of the planktonic cyclopoids (Crustacea: Copepoda) of the Cape Verde Island Region. *J. mar. biol. Ass. U.K.* **57**:543-568.
- BOXSHALL, G.A. 1977b The planktonic copepods of the northeastern Atlantic ocean: some taxonomic observations on the Oncaeidae (Cyclopoida). *Bull. Br. Mus. N.H. Zool.* **31**: 101-155.
- BRADFORD, J.M. 1988 Review of the taxonomy of the Calanidae (Copepoda) and the limits to the genus *Calanus*. *Hydrobiology* **167/168**: 73-81.
- BRODSKY, K.A. 1975 Phylogeny of the family Calanidae (Copepoda) on the basis a comparative morphological analysis of its characters. In: ZVEREVA, Zh.A. (ed.) Exploration of marine fauna XII-XX. Geographical and seasonal variability of Marine Plankton. Akd. Nauk. SSSR. Zool. Inst., Izd Nauka, Leningrad. Israel Prog. Sci. Translation, Jerusalem, pp: 1-128.
- BUSKEY, E.J, K.S. BAKER, R.C. SMITH and E. SWIFT, 1989 Photosensibility of the oceanic copepods *Pleuromamma gracilis* and *P. xiphias* and its relation to light penetration and day time depth distribution. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **55**: 207-216.
- CASSIE, R.M. 1963 Microdistribution of plankton. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* **1**: 223-252.
- CASSIE, R.M. 1968 Sample design. In: TRANTER, D.J. (ed.) Zooplankton Sampling. Monographs on oceanographic methodology, UNESCO Press. pp: 105-122.
- CAVALLI-SFORZA, L. 1974 Biometrie. Gustav Fischer Verlag. 212pp.
- CHESTER, A.J. and G.W. THAYER 1983 Environment gradients and benthic macroinvertebrates distribution in a shallow North Carolina estuary. *Bull. Mar. Sci.* **3**: 282-295.
- CHISHOLM, L.A. and J.C. ROFF 1990a Size-weight relationships and biomass of tropical neritic copepods off Kingston Jamaica. *Mar. Biol.* **106**: 71-77.

- CLUTTER, R.I. and M. ANRAKU 1968 Filtration performance. In: TRANTER, D.J.(ed.) Zooplankton Sampling. Monographs on oceanographic methodology. UNESCO Press, pp: 27-56.
- COLEBROOK, J.M. 1978 Continuous Plankton Records: zooplankton and environment, North East Atlantic and North Sea, 1948-1975. *Oceanol. Acta* **1**: 9-23.
- COLEBROOK, J.M. 1979 Continuous Plankton Records: seasonal cycles of phytoplankton and coepods in the North Atlantic Ocean and North Sea. *Mar. Biol.* **51**: 23-32.
- COLEBROOK, J.M. 1982 Continuous Plankton Records: seasonal variations in the distribution and abundance of plankton in the North Atlantic Ocean and the North Sea. *J. Plankton Res.* **4**: 435-462.
- COLEBROOK, J.M. 1984 Continuous Plankton Records: relationship between species of phytoplankton and zooplankton in the seasonal cycle. *Mar. Biol.* **83**: 313-323.
- COLEBROOK, J.M. 1985 Continuous Plankton records: overwintering and annual fluctuations in the abundance of zooplankton. *Mar. Biol.* **84**: 261-265.
- COLEBROOK, J.M. 1986 Environmental influences on long-term variability in marine plankton. *Hydrobiologia* **142**: 309-325.
- CONOVER, R.J. 1978 Transformation of organic matter. In: KINNE, O. (ed.) *Marine ecology*. Vol. IV. John Wiley & Sons, pp: 221-499.
- CONOVER, R.J. 1988 Comparative life histories in the genera *Calanus* und *Neocalanus* in high latitudes of the northern hemisphere. *Hydrobiologia* **167/168**: 127-141.
- CONOVER, R.J. AND R. DURVASULA 1986 Probable loss of chlorophyll-derived pigments during passage through the gut of zooplankton, and some of the consequences. *Limnol. Oceanogr.* **31**: 878-887.
- CONOVER, R.J. and P. MAYZAUD 1988 Utilization of phytoplankton by zooplankton during the spring bloom in a Nova Scotia Inlet. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **41**: 232-244.
- CORRAL, J. 1972 Copepoda. Calanoida, Family Calocalanidae. Genera: *Calocalanus*, *Ischnocalanus* and *Mecynocera*. ICES Fish Ident. Zooplankton. 138, 7pp.
- COWLES, T.J., M.R. ROMAN, A.L. GAUZENS and N.J. COPLES 1987 Short-term changes in the biology of a warm-core ring: zooplankton biomass and grazing. *Limnol. Oceanogr.* **32**: 653-664.
- COYLE, K.O., A.J. PAUL and D.A. ZIEMANN 1990 Copepod population during the spring bloom in an Alaskan subarctic embayment. *J. Plankton Res.* **12**: 759-797.

- CUSHING, D.H. 1975 Marine ecology and ICES Fisheries. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 278pp.
- DAGG, M.J. 1985 The effect of food limitation on the diel migratory behaviour in marine zooplankton. Arch. Hydrobiol. **21**: 247-255.
- DAGG, M.J. and K.D. WYMAN 1983 Natural ingestion rates of the copepods *Neocalanus plumchrus* and *N. cristatus* calculated from gut contents. Mar. Ecol. Prog. Ser. **13**: 37-46.
- DAGG, M.J., B.W. FROST and W.E. WALSER 1989 Copepod diel migration, feeding and the vertical flux of pigment. Limnol. Oceanogr. **34**: 1062-1071.
- DAM, H.G., C.A. MILLER and S.H. JONASDOTTIR 1993 The trophic role of mesozooplankton at 47°N, 20°W during the North Atlantic Bloom Experiment. Deep-Sea Res. **40(1/2) Vol. II**: 197-212.
- DAMKAER, D.M. 1975 Calanoid copepods of the genera *Spinocalanus* and *Mimocalanus* from Central Arctic Ocean with a review of the Spinocalanidae. NOAA Tech. Report **391**: 1-88.
- DARO, M.M. 1980 Field study of the diel feeding of a population of *Calanus finmarchicus* at the end of a phytoplankton bloom. 'METEOR' Forsch. Ergebn., A **22**: 123-132.
- DARO, M.M. 1988 Migratory and grazing behaviour of copepods and vertical distribution of phytoplankton. Bull. Mar. Sci. **43**: 710-729.
- DAVIS, C.S. and P.H. Wiebe 1985 Macrozooplankton biomass in a warm-core Gulf Stream ring: time series changes in size structure, taxonomic composition and vertical distribution. J. Geoph. Res. **90** : 8871-8884.
- DECKERS, M. 1991 Artenzusammensetzung, Biomasse und Sedimentation des Phytoplanktons von zwei Driftexperimenten im Nordostatlantik im Mai/Juni 1989. Diploma Thesis, Kiel University, 120 pp.
- DEEVEY, G.B. 1971 The annual cycle in quantity and composition of the zooplankton of the Sargasso Sea off Bermuda. I. The upper 500m. Limnol. Oceanogr. **16**: 219-240.
- DEEVEY, G.B. and A.L. BROOKS 1977 Copepods of the Sargasso Sea off Bermuda: species composition, and vertical and seasonal distribution between the surface and 2000m. Bull. Mar. Sci. **27**: 256-291.
- DEIBEL, D. 1988 Filter feeding by *Oikopleura vanhoeffeni*: grazing impact on suspended particles in cold ocean waters. Mar. Biol. **99**: 1177-186.

- DICKSON, R.R., P.M. KELLY, J.M. COLEBROOK, W.S. WOOSTER and D.H. CUSHING 1988a North winds and production in the eastern North Atlantic. *J. Plankton Res.* **10**: 151-169.
- DICKSON, R.R., J. MEINKE, S.A. MALMBERG and A.J. LEE 1988b The 'great salinity anomaly' in the northern North Atlantic 1962-1982. *Prog. Oceanogr.* **20**: 103-151.
- DIEL, S. 1991 Zur Lebensgeschichte dominanter Copepodenarten (*Calanus finmarchicus*, *C. glacialis*, *C. hyperboreus*, *Metridia longa*) in der Framstraße. *Berichte Polarforsch.* **88**: 1-113.
- DOMANSKI, P. 1984 The diel migrations and distributions within a mesopelagic community in the North East Atlantic. VIII. A multivariate analysis of community structure. *Prog. Oceanogr.* **13**: 491-511.
- DUCKLOW, H.W. and R.P. HARRIS 1993 Introduction to the JGOFS North Atlantic Bloom Experiment. *Deep-Sea Res.* **40(1/2) Vol. II**: 1-8.
- DUGDALE, R.C. and J.J. GOERING 1967 Uptake of new and regenerated forms of nitrogen in primary productivity. *Limnol. Oceanogr.* **12**: 196-206.
- DURBIN, E.G. and A.G. DURBIN, 1978 Length and weight relationship of *Acartia clausi* from Narragansett Bay, Rhode Island. *Limnol. Oceanogr.* **23**: 958-969.
- EPPLEY, R.W. and B.J. PETERSON 1979 Particulate organic matter flux and planktonic new production in the Deep-ocean. *Nature* **282**: 677-680.
- FARRAN, G.R. 1948a Copepoda: Calanoida. Family: Centropagidae. ICES Fish. Ident. Zooplankton **11**: 4pp.
- FARRAN, G.R. 1948b Copepoda: Calanoida. Family: Acartiidae. Genus: *Acartia*. ICES Fish. Ident. Zooplankton **12**: 4pp.
- FARRAN, G.R. 1948c Copepoda: Calanoida. Family: Candaciidae. Genus: *Candacia*. ICES Fish. Ident. Zooplankton **13**: 4pp.
- FARRAN, G.R. 1948d Copepoda: Calanoida. Family: Metridiidae. Genus: *Metridia*. ICES Fish. Ident. Zooplankton **14**: 4pp.
- FARRAN, G.R. 1948e Copepoda: Calanoida. Family: Heterorhabdidae. Genus: *Heterostylites*, *Hemirhabdus*, *Mesorhabdus*, *Disseta*. ICES Fish. Ident. Zooplankton **15**: 4pp.

- FARRAN, G.R. 1948f Copepoda: Calanoida. Family: Heterorhabdidae. Genus: Heterorhabdus. ICES Fish. Ident. Zooplankton 16: 4pp.
- FARRAN, G.R. 1948g Copepoda: Calanoida. Family: Metridiidae. Genus: Pleuromamma. ICES Fish. Ident. Zooplankton 17: 4pp.
- FARRAN, G.R. and W. VERVOORT 1951a Copepoda: Sub-order: Calanoida. Family Calanidae. ICES Fish. Ident. Zooplankton 32: 4pp.
- FARRAN, G.R. and W. VERVOORT 1951b Copepoda: Calanoida. Family: Megacalanidae. ICES Fish. Ident. Zooplankton 33: 4pp.
- FARRAN, G.R. and W. VERVOORT 1951c Copepoda: Calanoida. Family: Eucalanidae. ICES Fish. Ident. Zooplankton 34: 4pp.
- FARRAN, G.R. and W. VERVOORT 1951d Copepoda: Calanoida. Family: Paracalanidae. Genus: Paracalanus. ICES Fish. Ident. Zooplankton 35: 4pp.
- FARRAN, G.R. and W. VERVOORT 1951e Copepoda: Calanoida. Family: Pseudocalanidae. Genus: Pseudocalanus, Microcalanus. ICES Fish. Ident. Zooplankton 37: 4pp.
- FARRAN, G.R. and W. VERVOORT 1951f Copepoda: Calanoida. Family: Pseudocalanidae. Genus: Clausocalanus, Drepanopus, Drepanopsis, Ctenocalanus. ICES Fish. Ident. Zooplankton 38: 4pp.
- FARRAN, G.R. and W. VERVOORT 1951g Copepoda: Calanoida. Family: Spinocalanidae. Genus: Spinocalanus. ICES Fish. Ident. Zooplankton 39: 4pp.
- FARRAN, G.R. and W. VERVOORT 1951h Copepoda: Calanoida. Family: Spinocalanidae. Genus: Mimocalanus, Monocilla. ICES Fish. Ident. Zooplankton 40: 4pp.
- FEDERIZON, R.R. 1992 Description of the subareas of Ragay Gulf, Phillipines and their ICES Fish assemblages by exploratory data analysis. Aust. J. Mar. Freshw. Res. 43: 379-391.
- FERRARI, F. and T.E. BOWMAN 1980 Pelagic copepods of the family Oithonidae (Cyclopoidea) from the east coast of Central and South America. Smiths. Contrib. Zool. 312: 1-27.
- FIELD, J.G., K.R. CLARKE and R.M. WARWICK 1982 A practical strategy for analysing multispecies distribution patterns. Mar. Ecol. Prog. Ser. 8: 37-52.
- FISH, C.H. 1936 The biology of Calanus finmarchicus in the Gulf of maine and Bay of Fundy. Biol. Bull. 70: 118-141.

- FLEMINGER, A. and K. HÜLSEMANN, 1977 Geographical range and taxonomic divergence in North Atlantic *Calanus* (*C. helgolandicus*, *C. finmarchicus*, *C. glacialis*). Mar. Biol. 40: 233-248.
- FORWARD, M.B. Jr. 1988 Diel vertical migration: zooplankton photobiology and behaviour. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev. 26: 361-393.
- FOWLER, S.W., L.F. SMALL and J. La ROSA 1991 Seasonal particulate carbon flux in the coastal northwestern Mediterranean Sea, and the role of zooplankton faecal matter. Oceanol. Acta 14: 77-85.
- FRANSZ, H.G. and W.E. van ARKEL 1980 Zooplankton activity during and after the phytoplankton spring bloom at the central station in the FLEX box, northern North Sea, with special reference to the calanoid copepod *Calanus finmarchicus* (Gunn.) 'METEOR' Forsch. Ergebn. A 22: 113-121.
- FRANSZ, H.G. and W.W.C. GIESKES 1984 The unbalance of phytoplankton and copepods in the North Sea. Rapp. P.-v. Reün. Cons. int. Explor. Mer 183: 218-225.
- FRANSZ, H.G., J.C. MIQUEL and S.R. GONZALEZ 1984 Mesoplankton composition, biomass and vertical distribution, and copepods production in the stratified central North Sea. Neth. J. Sea Res. 18: 82-96.
- FRONTIER, S. 1980 Cálculo del error en el recuento de organismos zooplanctónicos. In: BOLTOVSKOY, D. (ed.). Atlas del Zooplankton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplankton marino. INEDEP, Mar del Plata. pp: 1163-168.
- FRONTIER, S. 1985 Diversity and structure in aquatic ecosystems. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev. 23: 253-312.
- FROST, B. and A. FLEMINGER 1968 A revision of the genus *Clausocalanus* (Copepoda: Calanoida) with remarks on the distributional patterns in diagnostic Characters. Bull. Scripps Inst. Oceanogr., University California. 12: 1-235.
- FROST, B.W. 1989 A taxonomy of the marine calanoid copepod genus *Pseudocalanus*. Can. J. Zool. 67: 525-551.
- FROST, B.W. 1987 Grazing control of phytoplankton stock in the open subarctic Pacific Ocean: a model assessing the role of mesozooplankton, particularly the large calanoid copepods *Neocalanus* sp. Mar. Ecol. Prog. Ser. 39: 49-68.
- FRYXELL, G.A., R.W. GOULD, E.R. BALMORI and E.C. THERIOT 1985 Gulf Stream warm core rings: phytoplankton in two fall rings of different ages. J. Plankton Res. 7: 339-364.

- FULTON, R.S. 1984 Predation, production and the organization of an estuary copepod community. *J. Plankton Res.* **6**: 399-415.
- GARBIN, L.P. and G.K. TENG 1988 *Applied Multivariate Analysis*. Springer-Verlag, Heidelberg. 508pp.
- GEPTNER, M.V., A.N. ZAIKIN and Y.A. RUDYAKOV 1990 Dead copepods in plankton: facts and hypotheses. *Oceanology* **30**: 99-102.
- GIGUERE, L.A., J.F. St. PERRE, A. VEZINA and J.-G. RONDEAU 1989 Can we estimate the true weight of zooplankton samples after chemical preservation?. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **46**: 522-527.
- GLOVER, R.S. 1967 The continuous plankton recorder survey of the North Atlantic. *Symp. Zool. Soc. Lond.* **19**: 189-210.
- GLOVER, D.M. and P.G. BREWER 1988 Estimates of wintertime mixed layer nutrient concentrations in the North Atlantic. *Deep-Sea Res.* **35**: 1525-1546.
- GRAY, J.S. 1984 *Ökologie mariner Sedimente*. Springer, Berlin, 193 pp.
- GRAN, H.H. 1912 Pelagic plant life. In: MURRY, J. and J. HJORT (eds.) *Depths of the ocean*. MacMillan & CO., pp: 307-368.
- GRAINGER, E.H. 1963 Copepods of the genus *Calanus* as indicators of eastern Canadian waters. DUNBAR, M.J. (ed.) *Marine Distributions*, University Toronto Press, pp: 68-94.
- GRICE, G.D. 1961 Calanoid copepods from equatorial waters of the Pacific ocean. *ICES Fish. Bull.* **61**: 171-246.
- GRICE, G.D. and K. HÜLSEMANN 1965 Abundance, vertical distribution and taxonomy of calanoid copepods at selected stations in the northeast Atlantic. *J. Zool.* **146**: 213-265.
- GRIFFITHS, F.B, G.H. BROWN, D.D. REID and R.R. PARKER 1984 Estimation of sample zooplankton abundance from Folsom splitter sub-samples. *J. Plankton Res.* **6**: 721-731.
- GUELPEN, L. van, D.F. MARKLE and D.J. DUGGAN 1982 An evaluation of accuracy, precision and speed of several zooplankton subsampling techniques. *J. Cons. int. Explor. Mer* **40**. 226-236.

- HANSEN, B, V.C. BERGGREEN, K.S. TANDE and H.C. EILERTEN 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.
- HANEY, J.F. 1988 Diel patterns of zooplankton behavior. Bull. Mar. Sci. **43**: 583-603.
- HARDING, G.C.H. 1974 The food and feeding of the Deep-sea copepods. J. mar. biol. Ass. U.K. **54**: 141-155.
- HARRISON, W.G, E.J.H. HEAD, E.P.W. HORNE, B. IRWIN, W.K.W. LI, A.R. LONGHURST, M.A. PARANJAPPE and T. PLATT 1993 The western North Atlantic Bloom Experiment. Deep-Sea Res. **40(1/2) Vol II**: 279-305.
- HATTORI, H. 1989 Bimodal vertical distribution and diel migration of the copepods *Metricaria pacifica*, *M. okhotemis* and *Pleuromamma scutullata* in the western North Pacific Ocean. Mar. Biol. **103**: 39-50.
- HAURY, L.R. 1988 Vertical distribution of *Pleuromamma* (Copepoda: Metridinidae) across the eastern Pacific Ocean. Hydrobiology **167/168**: 335-341.
- HAURY, L.R., J.A. MCGOWAN and P.H. WIEBE 1978 Patterns and processes in the time-space scales of plankton distribution. In: STEELE, J.H. (ed.) Spatial Pattern in Plankton Communities, Plenum Press, pp: 277-327.
- HAURY, L.R., D.E. KENYON and J.R. BROOKS 1980 Experimental evaluation of the avoidance reaction of *Calanus finmarchicus*. J. Plankton Res. **2**: 187-202.
- HAYWARD, T.L. 1980 Spatial and temporal feeding patterns of copepods from the North Pacific Central Gyre. Mar. Biol. **58**: 295-309.
- HAYWARD, T.T. and J.A. MCGOWAN 1979 Pattern and structure in an oceanic zooplankton community. Amer. Zoologist **19**: 1045-1055.
- HERMAN, A. 1983 Vertical distribution patterns of copepods, chlorophyll and production in northeastern Baffin Bay. Limnol. Oceanogr. **28**: 709-719.
- HERMAN, A., D.D. SAMEOTO and A.R. LONGHURST 1981 Vertical and horizontal distribution patterns of copepods near the shelf break south of Nova Scotia. Cand. J. ICES Fish. Aquat. Sci. **38**: 1065-1076.
- HERON, G.A. 1977 Twenty-six species of Oncaeidae (Copepoda: Cyclopoida) from the southwest Pacific-Antarctic Area. Biology of the Antarctic Seas VI. Antarctic Research Series **26**: 37-96.

- HERON, G.A., T.S. ENGLISH and D.M. DAMKAER 1984 Artic ocean copepoda of the genera *Lubboekia*, *Oncaea* and *Epicalymma* (Poecilostomatoidea: Oncaeidae) with remarks on distribution. J. Crust. Biol. **4**: 448-490.
- HIROTA, R. 1981 Dry weight and chemical composition of the important zooplankton in the Setonaikai (Inland Sea of Japan). Bull. Plankton Soc. Japan **28**: 19-24.
- HIRCHE, H.-J. 1990 Egg production of *Calanus finmarchicus* at low temperature. Mar. Biol. **106**: 53-58.
- HOBSON, L.A. and C.J. LORENZEN 1972 Relationships of chlorophyll maxima to density structure in the Atlantic ocean and Gulf of Mexico. Deep-Sea Res. **19**: 297-306.
- HOFMANN, E.E., J.M. KLINCK and G.A. PAFFENHÖFER 1981 Concentration and vertical flux of zooplankton fecal pellets on a continental shelf. Mar. Biol. **61**: 327-335.
- HOPKINS, T.L. 1982 The vertical distribution of zooplankton in the eastern Gulf of Mexico. Deep-Sea Res. **29**: 1069-1083.
- HOPKINS, L.T. 1985 Food web of an Antarctic midwater ecosystem. Mar. Biol. **89**: 197-212.
- HOPKINS, T.L. and J.J. TORRES 1989 Midwater food web in the vicinity of a marginal ice zone in the western Weddell Sea. Deep-Sea Res. **36**: 453-560.
- HOPKINS, T.L., T.M. LANCAFT, J.J. TORRES and J. DONNELLY 1993 Community structure and trophic ecology of zooplankton in the Scotia Sea marginal ice zone in Winter (1988). Deep-Sea Res. **40**: 81-105.
- HOPKINS, C.C.E., K.S. TANDE, S. GRONVIK and J.R. SARGENT 1984 Ecological investigations of the zooplankton community of Balsjorden, Northern Norway: an analysis of growth and overwintering tactics in relation to niche and environment in *Metridia longa* (Lubbock), *Calanus finmarchicus* (Gunnerus), *Thysanoessa inermis* (Kroyer) and *T. raschi* (M.Sars). J. Exp. Mar. Biol. Ecol. **82**: 77-99.
- HÜLSEMANN, K. 1966 A revision of the genus *Lucicutia* (Copepoda: Calanoida) with a key to its species. Bull. Mar. Sci. **16**: 702-747.
- HUNTLEY, M. 1981 Nonselective, nonsaturated feeding by three calanoid copepod species in the Labrador Sea. Arctic **36**: 143-161.
- HUNTLEY, M. 1985 Experimental approaches to the study of vertical migration of zooplankton. Contrib. Mar. Sci. **43**: 71-90.

- HUNTLEY, M. AND E.R. BROOKS 1982 Effects of age and food availability on diel migration of Calanus pacificus. Mar. Biol. 71: 23-31.
- HUNTLEY, M., P. SYKES, G. ROHAN and V. MARIN 1986 Chemically mediated rejection of dinoflagellate prey by the copepods Calanus pacificus and Paracalanus parvus: mechanism, occurrence and significance. Mar. Ecol. Prog. Ser. 28: 105-120
- HUYS, R. and G. A. BOXSHALL 1991 Copepod Evolution. The Ray Society, Unwin Brothers Lts., London, 468pp.
- IKEDA, T. 1970 Relationship between respiration rate and body size as a function of the temperature of habitat. Bull. Fac. ICES Fish. Hokkaido Univ. 21: 91-112.
- IKEDA, T. 1974 Nutritional ecology of marine zooplankton. Mem. Fac. Fish. Hokkaido Univ. 22: 1-97.
- IKEDA, T. 1985 Metabolic rates of epipelagic marine zooplankton as a function of body mass and temperature. Mar. Biol. 85: 1-11.
- JACOBSEN, T.R. and F. AZAM 1984 The role of bacteria on copepod fecal pellets decomposition: colonization, growth rates and mineralization. Bull. Mar. Sci. 35: 495-502.
- JAMES, F.C. and C.E. McCULLOCH 1990 Multivariate analysis in ecology and systematics: Panacea or Pandora's box?. Ann. Rev. Ecol. Syst. 21: 129-66.
- JASHNOV, V.A 1970 Distribution of Calanus species in the seas of the northern hemisphere. Int. Rev. ges. Hydrobiol. 55: 197-21.
- JEFFREY, S.W. and G.F. HUMPHREY 1975 New spectrophometric equations for determining chlorophylls a, b, c1, c2 in higher plants, algae and natural phytoplankton. Biochem. Physiol. Pflanzen 167: 191-194.
- JOINT, I., A. POMROY, G. SAVIDGE and P. BOYD 1993 Size-fractionated primary productivity in the northeast Atlantic in May-July 1989. Deep-Sea Res. 40(1/2) Vol. II: 423-440.
- JOIRIS, C, G. BILLEN, C. LANCELOT, M.D. DARO, J.P. MOMMAERT, A. BERTELS, M. BOSSICART, J. NIJS and J.H. HECQ 1982 A budget of carbon cycling in the Belgian coastal zone: relative roles of zooplankton, bacterioplankton and benthos in the utilization of primary production. Neth. J. Sea Res. 16: 260-275.
- KARRASCH, B. 1992 Systemökologische Analyse mariner Pelagialsysteme auf der Basis von mikrobiologisch-planktologischen Variablen und pDNA-Messungen. PhD. Thesis, University Kiel, 197pp

- KASTURIRANGAN, L.R. 1963 A key for the identification of the more common planktonic copepoda of Indian coastal waters. Indian National Committee on Oceanic Research. 2: 1-87.
- KERFOOT, W.Ch. 1985 Adaptive value of vertical migration: comments on the predation hypothesis and some alternatives. Contrib. Mar. Sci. 27: 91-113.
- KIORBOE, T., F. MOHLENBERG and H. NICOLAJSEN 1982 Ingestion rate and gut clearance rate in the planktonic copepod *Centropages hamatus* in relation to food concentration and temperature. Ophelia 21: 181-203.
- KLEPPEL, G.S., D.V. HOLLIDAY and R.E. PIEPER 1991 Trophic interactions between copepods and microzooplankton: A question about the role of diatoms. Limnol. Oceanogr. 36: 172-178.
- KOPPELMANN, R. and H. WEIKERT 1992 Full-depth zooplankton profiles over the Deep- bathyal of the NE Atlantic. Mar. Ecol. Prog. Ser. 86: 263-272.
- KRAMP, P.L. 1959 The Hydromedusae of the Atlantic Ocean and adjacent waters. Dana Rep. 46: 1-283.
- KRAUSE, M. and G. RADACH 1980 On the succession of development stages of herbivorous zooplankton in the northern North Sea during Flex' 76. 1. First statements about the main groups of zooplankton community. 'METEOR' Forsch. Ergebn. A 22: 133-149.
- KRAUSE, M and J. TRAHMS 1982 Vertical distribution of copepods (all developmental stages) and other zooplankton during spring bloom in the Fladen ground area of the North Sea. Neth. J. Sea Res. 16: 217-230.
- KRAUSE, M. and G. RADACH 1989 On the relations of vertical distribution, diurnal migration und nutritional state of herbivorous zooplankton in the Northern North Sea during Flex 1976. Int. Rev. ges. Hydrobiol. 74 371-417.
- KRAUSS, W., R. DÖSCHER, A. LEHMANN and T. VIEHOFF 1990 On eddy scales in the eastern and northern North Atlantic Ocean as a function of the latitude. J. Geophys. Res. 95. 18049-18056.
- KRAUSS, W. and R.H. KÄSE 1984 Mean circulation and eddy kinetic energy in the eastern North Atlantic. J. Geophys. Res. 89: 3407-3415.
- LAMPERT, W., R.D. SCHMITT and P. MUCK 1988 Vertical migration of freshwater zooplankton: test of some hypotheses predicting a metabolic advantage. Bull. Mar. Sci. 43: 620-640.

- LEBOUR, M.V. 1922 The food of plankton organisms. *J.mar. biol. Ass. U.K.* **12**: 644-677.
- LAMPITT, R.S. and J.C. GAMBLE 1982 Diet and respiration of the small planktonic marine copepod *Oithona nana*. *Mar. Biol.* **66**: 185-190.
- LAMPITT, R.S., T.T. NOJI and B. von BODUNGEN 1990 What happens to zooplankton fecal pellets?. Implications for material flux. *Mar. Biol.* **104**: 15-23.
- LENZ, J. 1971 Zur Methode der Sestonbestimmung. *Kieler Meersforsch.* **27**: 180-193.
- LENZ, J. 1974 On the amount and size distribution of suspended organic matter in the Kiel Boght. *Ber. deutsch. wiss. Komm. Meeresforsch.* **23**: 209-225.
- LENZ, J, A. MORALES and J. GUNKEL 1993 Mesozooplankton standing stock during the North Atlantic spring bloom study and its potential grazing pressure on phytoplankton: a comparison between low, medium and high latitudes. *Deep-Sea Res.* **40 (1/2) Vol.II**: 559-572.
- LEVINTON, J.S 1982 *Marine Ecology*. Prentice-Hall Inc., N. Jersey. 524pp.
- LOCHTE, K. and O. PFANNKUCHE 1987 Cyclonic cold-core eddy in the eastern North Atlantic. II. Nutrients, phytoplankton and bacterioplankton. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **39**: 153-164.
- LOCHTE, K., H.W. DUCKLOW, M.J.R. FASHAM and C. STIENEN 1993 Plankton succession and carbon cycling at 47°N 20°W during the JGOFS North Atlantic Bloom Experiment. *Deep-Sea Res.* **40(1/2) Vol.II**: 91-114.
- LONGHURST, A.R. 1976a Interactions between zooplankton and phytoplankton profiles in the eastern Pacific Ocean. *Deep-Sea Res.* **23**: 720-754.
- LONGHURST, A.R. 1976b Vertical migration. In: CUSHING, D.H. and J.J. WALSH (eds.) *The ecology of the seas*. Blackwell Publ., Oxford, pp: 116-137.
- LONGHURST, A.R. 1985a Relationship between diversity and the vertical structure of the upper ocean. *Deep-Sea Res.* **32**: 1535-1570.
- LONGHURST, A.R. 1991 Role of the marine Biosphere in the Global Carbon Cycle. *Limnol. Oceanogr.* **36**: 1507-1526.
- LONGHURST, A.R. and D.L.R. SIEBERT 1967 Skill in the use of Folsom's Plankton Sample Splitter. *Limnol. Oceanogr.* **12**: 334-335.
- LONGHURST, A.R. and R. WILLIAMS 1979 Materials for plankton modelling vertical distribution of Atlantic zooplankton in summer. *J. Plankton Res.* **1**: 1-28.

- LONGHURST, A.R. and G. HARRISON 1988 Vertical nitrogen flux from the oceanic photic zone by diel migrant zooplankton and nekton. *Deep-Sea Res.* **35**: 881-889.
- LONGHURST, A.R. and G. HARRISON 1989 The biological pump: profiles of plankton production and consumption in the upper ocean. *Prog. Oceanogr.* **22**: 47-123.
- LONGHURST, A.R. 1991 The role of the marine Biosphere in the Global Carbon Cycle. *Limnol. Oceanogr.* **36**: 1507-1526.
- LONGHURST, A.R. and R. WILLIAMS 1992 Carbon flux by seasonal vertical migrant copepods is a small number. *J. Plankton Res.* **14**: 1495-1509.
- LONGHURST, A.R., A. BEDO, W.G. HARRISON, E.J.H. HEAD, E.P. HORNE, B. IRWIN and C. MORALES 1989 NFLUX: a test of vertical nitrogen flux by diel migrant biota. *Deep-Sea Res.* **36**: 1705-1719.
- LOPEZ, M.D.G, M.E. HUNTLEY and P.F. SYKES 1988 Pigment destruction by *Calanus pacificus*: impact on the estimation of water column fluxes. *J. Plankton Res.* **10**: 715-734.
- LORENZEN, C.J. and N.A. WELSCHMEYER 1983 The in situ sinking rates of herbivore fecal pellets. *J. Plankton Res.* **5**: 929-933.
- MACKAS, D. and B.R. BOHRER 1976 Fluorescence analysis of zooplankton gut contents and an investigation of diel feeding patterns. *J. exp. mar. Biol. Ecol.* **25**: 77-85.
- MALT, S.J. 1983 Copepoda, Oncaea. ICES Fish. Ident. Zooplankton **169/170/171**, 11pp.
- MANN, K.H. and J.R.N. LAZIER 1991 Dynamics of Marine Ecosystems. Biological-Physical Interactions in the Oceans. Blackwell Scientific Publications. Boston, 466pp.
- MARGALEF, R. 1978 Life forms of phytoplankton as survival alternatives in an unstable environment. *Oceanol. Acta* **1**: 493-509.
- MARGALEF, R. 1982 *Ecología*. Omega Edit., Barcelona. 951pp.
- MARLOWE, C.J. and C.B. MILLER 1975 Patterns of vertical distribution and migration of zooplankton at ocean station "P". *Limnol. Oceanogr.* **20**: 824-844.
- MARRA, J. and C. HO 1993 The initiation of the spring bloom in the northeast Atlantic (47°N, 29°W): a numerical simulation. *Deep-Sea Res.* **40 (1/2) Vol. II**: 55-73.

- MARSHALL, S.M. 1933 On the biology of Calanus finmarchicus. II. Seasonal variations in the size of Calanus finmarchicus in the Clyde sea area. J. mar. biol. Ass. U.K. **19**: 45-122.
- MARSHALL, S.M., A.G. NICHOLLS and A.P. ORR 1934 On the biology of Calanus finmarchicus. V. Seasonal distribution, size, weight and chemical composition in Loch Striven in 1933 and their relation to the phytoplankton. J. mar. biol. Ass. U.K. **19**:793-828.
- MARSHALL, S.M. and A.P. ORR 1972 The biology of a marine copepod (Calanus finmarchicus). Oliver & Boyd, Edinburgh. First Reprint. 195pp.
- MARTENS, P. 1992 Zooplankton community respiration during the JGOFS pilot study. Helgol. Meeresunters. **46**: 117-135.
- MARTIN, J.H., S.E. FITZWATER, R.M. GORDON, C.N. HUNTER and S.J. TANNER 1993 Iron, primary production and carbon-nitrogen flux studies during the JGOFS North Atlantic Bloom Experiment. Deep-Sea Res. **40 Vol. II (1/2)**: 115-132.
- MATTHEWS, J.B.L. 1969 Continuous plankton records: the geographical and seasonal distribution of Calanus finmarchicus s.l. in the North Atlantic. Bull. Mar. Ecol. **6**: 251-273.
- MATTHEWS, J.B.L. and J.L.W. BAKKE 1977 Ecological studies on the deep-water pelagic community of Korsfjorden (western Norway). The research for a trophic pattern. Helgol. Wiss. Meeresunters. **30**: 47-62.
- MCCLOSKEY, L.R. 1970 The dynamics of the community associated with a marine scleractinian coral. Int. Rev. Ges. Hydrobiol. **55**: 13-51.
- McEWEN, J.F., M.W. JOHNSON and T.R. FOLSOM 1954 A statistical analysis of the performance of the Folsom Plankton Sample Splitter based upon test observations. Arch. Met. Geophys. Klimatol. **A. 7**: 502-527.
- McGOWAN, J.A. and V. FRAUNDORF 1966 The relationship between size of net used and estimates of zooplankton diversity. Limnol. Oceanogr. **11**: 456-469.
- MENZEL, D.W. and J.W. RYTHER 1961 Zooplankton in the Sargasso Sea off Bermuda and its relation to organic production. J. Cons. Perm. intern. Explor. Mer **26**: 250-258.
- MEYERHÖFER, M. 1993 Beschreibung der pelagischen Exportproduktion und der Absinkprozesse im Nordatlantik mit Hilfe der photosynthetischen Pigmente und ihrer Abbauprodukte als Biomarker. Diss., Univer. Kiel (in Vorbereitung).

- MICHAELS, A.F. and M.W. SILVER 1988 Primary production, sinking fluxes and the microbial food web. *Deep-Sea Res.* **35**: 473-490.
- MILLER, C.H., B.W. FROST, H.P. BATCHELDER, M.J. CLEMONS and R.E. CONWAY 1984 Life histories of large, grazing copepods in a subarctic ocean gyre: *Neocalanus plumchrus*, *Neocalanus cristatus* and *Eucalamus bungii* in the Northeast Pacific. *Prog. Oceanogr.* **13**: 201-243.
- MILLER, C.B., T.J. COWLES, P.H. WIEBE, N.J. COPLEY and H. GRIGG 1991 Phenology in *Calanus finmarchicus*: hypotheses about control mechanisms. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **72**: 79-91.
- MITTELSTAEDT, E. 1987 Cyclonic cold-core eddy in the eastern North Atlantic. I. Physical description. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **39**: 145-152.
- MINODA, T. 1971 Pelagic copepods in the Bering Sea and the northwestern North Pacific with special reference to their vertical distribution. *Mem. Fac. ICES Fish. Hokkaido Univ.* **18**: 1-74.
- MORALES, A. 1987 Caracterización del zooplancton del arrecife en el Parque Nacional Cahuita, Limón, Costa Rica. Diploma Thesis, University Costa Rica, 69pp.
- MORALES, C. E., B. BAUTISTA and R.P. HARRIS 1990 Estimates of ingestion in copepod assemblages: gut fluorescence in relation to body size. In: BARNES, M. and R.N. GIBSON (eds.) *Trophic relationships in the Marine Environment*. Aberdeen University Press, Aberdeen, pp: 565-577.
- MORALES, C.E., A. BEDO, R.P. HARRIS and P.R.G. TRANTER 1991 Grazing of copepod assemblages in the north-east Atlantic: the importance of the small size fraction. *J. Plankton Res.* **13**: 455-472.
- MORALES, C.E., R.P. HARRIS, R.N. HEAD and P.G. TRANTER 1993 Copepod grazing in the oceanic northeast Atlantic during a 6 week drifting station: the contribution of size classes and vertical migrants. *J. Plankton Res.* **15**: 185-211.
- MORI, T. 1964 The pelagic copepoda from the neighbouring waters of Japan. Soyo Company Inc., Tokio. 150pp, 80 plates.
- MULLIN, M.M. 1963 Some factors affecting the feeding of marine copepods of the genus *Calanus*. *Limnol. Oceanogr.* **8**: 239-250.
- MULLIN, M.M. and E. BROOKS 1972 The vertical distribution juvenile *Calanus* (Copepoda) and phytoplankton within the upper 50m of water of La Jolla, California. In: TAKENOUTI, A.Y. (ed.) *Biological Oceanography of the Northern North Pacific Ocean*, Idemitsu Shoten, Tokyo, pp: 347-354.

- MUMM, N. 1991 Zur sommerlichen Verteilung des Mesozooplanktons im Nansen-Becken, Nordpolarmeer. Ber. Polarforsch. 92, 146pp.
- NAPP, J.M., E.R. BROOKS, F.M.H. REID, P. MATRAI and M.M.MULLIN 1988a Vertical distribution of marine particles and grazers. I. Vertical distribution of food quality and quantity. Mar. Ecol. Progr. Ser. 50: 45-58.
- NAPP, J.M., E.R. BROOKS, P. MATRAI and M.M. MULLIN 1988b Vertical distribution of marine particles and grazers. II. Relation of grazer distribution to food quality and quantity. Mar. Ecol. Prog. Ser. 50: 59-72.
- NELSON, D., J. McCARTHY, T. JOYCE and H. DUCKLOW 1989 Enhanced near-surface nutrient availability and new production resulting from frictional decay of a Gulf Stream warm-core ring. Deep-Sea Res. 36: 705-714.
- NEIL, W. 1990 Induced vertical migration in copepods as a defense against invertebrate predation. Nature 345: 524-526.
- NICHOLLS, A.G. 1933 On the biology of *Calanus finmarchicus* III. Vertical distribution and diurnal migration in the Clyde sea area. J.mar. biol. Ass. U.K. 19: 139-164.
- NICHOLS, J.H. and A.B. THOMPSON 1991 Mesh selection of copepodite and nauplius stages of four calanoid copepod species. J. Plankton Res. 13: 3: 661-671.
- NICOLAJSEN, H., F. MOHLENBERG and T. KIORBOE 1983 Algal grazing by the planktonic copepods *Centropages hamatus* and *Pseudocalanus* sp: diurnal and seasonal variation during the spring phytoplankton bloom in the Oresund. Ophelia 22: 15-31.
- NISHIDA, S. 1985 Taxonomy and distribution of the family Oithonidae (Copepoda, Cyclopoida) in the Pacific and Indian Ocean. Bull. Ocenogr. Res. Inst. Univ. Tokio 20: 1-167.
- NISHIDA, S. and R. MARUMO 1982 Vertical distribution of cyclopoid copepods of the family Oithonidae in the western Pacific und eastern Indian oceans. Bull. Plankton Soc. Jap. 29: 99-118.
- NOJI, T.T. 1991 The influence of macrozooplankton on vertical particulate flux. Sarsia 79: 1-9.
- NOJI, T.T., K.N. ESTEP, F. MacINTYRE and F. NOVRBIN 1991 Image analysis of faecal material grazed upon by three species of copepods: evidence for coprophagy, coprophagy and coprochaly. J. mar. biol. Ass. U.K. 71: 465-480.

- OHMAN, M.D. 1990 The demographic benefits of diel vertical migration by zooplankton. *Ecolog. Monogr.* **60**: 257-281.
- OHTSUKA, S. and N. KUBO 1991 Larvaceans and their houses as important food for some pelagic copepods. *Proceed. Fourth Internat. Confer. Copepoda. Bull. Plankton Soc. Japan. Special Volume*, pp: 535-551.
- OMORI, M. 1970 Variations of length, weight, respiratory rate, and chemical composition of *Calanus cristatus* in relation to its food and feeding. In: STEELE, J.H. (ed.) *Marine Food Chains*, Oliver & Boyd, London, pp: 113-126.
- OMORI, M. 1978 Some factors affecting on dry weight, organic weight and concentration of carbon and nitrogen in freshly prepared and in preserved zooplankton. *Int. Rev. ges. Hydrobiol.* **63**: 261-269.
- OMORI, M. and T. IKEDA 1984 *Methods in marine zooplankton ecology*. John Wiley & Sons, New York, 332pp.
- ORES LAND, V. 1991 Feeding of the carnivorous copepod *Euchaeta antartica* in Antarctic waters. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **78**: 41-47.
- ORTNER, P.B., P.H. WIEBE, L. HAURY and S. BOYD 1978 Variability in zooplankton biomass distribution in the northern Sargasso Sea: the contribution of Gulf stream cold-core rings. *Fish. Bull.* **76**: 323-334.
- ORTNER, P.B., P.H. WIEBE and J.L. COX 1980 Relationship between oceanic epizooplankton and the seasonal Deep- chlorophyll maximum in the Northwestern Atlantic Ocean. *J. Mar. Res.* **38**: 507-531.
- OSTVEDT, O.J. 1955 Zooplankton investigations from weathership M in the Norwegian Sea 1948-49. *Hvalradests Skr.* **40**, 93pp.
- OWRE, H.B. and M. FOYO 1967 Copepods of the Florida Current. *Fauna Caribaea. 1. Crustacea, Part 1: Copepoda.* 137pp.
- PAFFENHÖFER, G.-A. 1973 The cultivation of an appendicularian through numerous generations. *Mar. Biol.* **22**: 183-185.
- PAFFENHÖFER, G.-A. 1983 Vertical zooplankton distribution on the northeastern Florida shelf and its relation to temperature and food abundance. *J. Plankton Res.* **5**: 15-33.
- PAFFENHÖFER, G.-A. 1984a Does *Paracalanus* feed with a leaky sieve?. *Limnol. Oceanogr.* **29**: 155-160.

- PAFFENHÖFER, G.-A. 1984b Food digestion by the marine planktonic copepod *Paracalanus* in relation to abundance and size distribution of food. *Mar. Biol.* **80**: 323-333.
- PAFFENHÖFER, G.-A. 1993 On the ecology of marine cyclopoid copepods (Crustacea, Copepoda). *J. Plankton Res.* **15**: 37-55.
- PAFFENHÖFER, G.-A. and S.C. KNOWLES 1979 Ecological implications of fecal pellet, production and consumption by copepods. *J. Mar. Res.* **37**: 35-49.
- PAFFENHÖFER, G.-A. and D.E. STEARNS 1988 Why is *Acartia tonsa* (Copepoda: Calanoidea) restricted to nearshore environments?. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **42**: 33-38.
- PAFFENHÖFER, G.-A. and K.D. LEWIS 1990 Perceptive performance and feeding behavior of calanoids copepods. *J. Plankton Res.* **12**: 933-946
- PALMER, J.D. 1973 Tidal rhythms: the clock control of the rhythmic physiology of marine organisms. *Biol. Rev.* **48**: 377-418.
- PANCUCCI-PAPADOPOULOU, M.A., I. SIOKOUFRANGOU, A. THEOCHARIS and D. GEOGOPOUDOS 1992 Zooplankton vertical distribution in relation to the hydrology in the NW Levantine and the SE Aegean Seas (Spring 1986). *Oceanol. Acta* **15**: 365-381.
- PANKOW, H. 1990 Ostsee-Algenflora. Gustav Fischer Verlag, Jena. 648pp.
- PARK, T.S. 1970 Calanoids from Caribbean Sea and Gulf von Mexico. *Bull. Mar. Sci.* **20**: 472-546.
- PARSONS, T.R., M. TAKAHASHI and B. HARGRAVE 1984 Biological Oceanographic Processes. 2nd edn. Pergamon Press, Oxford, 330pp.
- PARSONS, T.R. and C.M. LALLI 1988 Comparative oceanic ecology of the plankton communities of the subarctic Atlantic and Pacific Oceans. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* **26**: 317-359.
- PEDERSEN, G. and K.S. TANDE 1992 Physiological plasticity to temperature in *Calanus finmarchicus*. Reality or artefact? *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **155**: 183-197.
- PEINERT, R., BATHMANN, U.V., B. von BODUNGEN and T.T. NOJI 1987 The impact of grazing on spring bloom growth and sedimentation in the Norwegian Current. *Mitt. Geolog.-Paleontol. Inst. Univ. Hamburg, SCOPE/UNEP Sonderb.* **62**: 149-164.

- PEINERT, R., B. von BODUNGEN and V. SMETACEK 1989 Food web structure and loss rates. In: BERGER, W.H., V.S. SMETACEK and W. WEFER (eds.) Productivity of the oceans: present and past. pp: 35-48.
- PENNEY, D.L. and B.W. FROST 1991 Chlorophyll a degradation by *Calanus pacificus*: Dependence on ingestion rate and digestive acclimation to food resources. Limnol. Oceanogr. **36**: 147-159.
- PETERSON, W., S.P. PAINTING and L. HUTCHINGS 1990a Diel variations in gut pigment content, diel vertical migration and estimates of grazing impact for copepods in the southern Benguela upwelling region in October 1987. J. Plankton Res. **12**: 259-281.
- PETERSON, W., S. PAINTING and R. BARLOW 1990b Feeding rate of *Calanoides carinatus*: a comparison of five methods including evaluation of the gut fluorescence methode. Mar. Ecol. Prog. Ser. **63**: 85-92.
- PETIPA, , T.S., E.V. PAVLOVA and G.N. MIRONOV 1970 The food web structure, utilization and transport by trophic level in the planktonic communities. In: STEELE, J.H. (ed.) Marine Food Chains, Oliver & Boyd, London, pp: 142-167.
- PIATKOWSKI, U. 1987 Zoogeographische Untersuchungen und Gemeinschaftsanalysen an antarktischem Makroplankton. Ber. Polarforsch. **34**, 150pp.
- PIEPENBURG, D. 1988 COMM : ein Programm für Computerunterstützte Analysen von Arten-Stations-Tabellen. Institut für Polarökologie. Universität Kiel, 38pp.
- PIEPENBURG, D. and U. PIATKOWSKY 1992 A program for the computer-aided analysis of ecological field data. Cabios **8**: 587-590.
- RAYMONT, J.E.G. 1983 Plankton and productivity in the oceans., 2nd edn., Vol. II. Zooplankton, Pergamon Press, Oxford, 824pp.
- PRICE, H.J. 1988 Feeding mechanisms in marine and freshwater zooplankton. Bull. Mar. Sci. **43**: 327-343.
- REID, J.L., E. BRINTON, A. FLEMINGER, E.R. VENRICK and J.M. McGOWAN 1978 Ocean circulation and marine life. In: CHARNOCK, C.L. and G. DEACON (eds.) Advances in Oceanography, Plenum Publis. Corp., pp: 65-130.
- RYTHER, J.M. and J.G. SANDERS 1980 Experimental evidence of zooplankton control of the species composition and size distribution of marine phytoplankton. Mar. Ecol. Prog. Ser. **3**. 279-283.

- ROBINSON, A.R, D.J.McGILLICUDDY, J. CALMAN, H.W. DUCKLOW, M.J.R. FASHAM, F.E. HOGE, W.G. LESLIE, J.J. McCARTHY, S. PODEWSKI, D.L. PORTER, G. SAURE and J.A. YODER 1993 Mesoscale and upper ocean variabilities during the 1989 JGOFS bloom study. *Deep-Sea Res.* **40(1/2) Vol.II**: 9-35.
- ROE, H.S. 1972a The vertical distributions and diurnal migration of calanoid copepods collected on the SOND cruise, 1965. I. The total population and general discussion. *J. mar. biol. Ass. U.K.* **52**: 277-314.
- ROE, H.S. 1972b The vertical distribution and diurnal migration of calanoid copepods collected on the SOND cruise, 1965. II. Systematic account: families Calanidae up to and including the Aetideidae. *J. mar. biol. Ass. U.K.* **52**: 315-343.
- ROE, H.S. 1972c. The vertical distribution and diurnal migration of calanoid copepods collected on the SOND cruise, 1965.III. Systematic account: families Euchaetidae up to and including the Metridiidae. *J. mar. biol.Ass. U.K.* **52**: 525-552.
- ROE, H.S. 1972d The vertical distributions and diurnal migration of calanoid copepods collected on the SOND cruise, 1965. IV. Systematic account: of families Lucicutiidae to Candaciidae. The relative abundance of the numerically most important genera. *J. mar. biol. Ass. U.K.* **52**: 1021-1044.
- ROE, H.S. 1975 Some new and rare species of calanoid copepods from the northeastern Atlantic. *Bull. Br. Mus. Zool.* **28**: 395-372.
- ROE, H.S., M.V. MARTIN, J. BADOCK, P. DOMANSKE, P.T. JAMES, P.R. PUGH and H.H.THURSTON 1984a The diel migration and distribution within a mesopelagic community in the North East Atlantic.1. Introduction and sampling procedures. *Prog. Oceanogr.* **13**: 245-268.
- ROE, H.S. 1984b The diel migrations and distributions within a mesopelagic community in the North East Atlantic. 4. The copepods. *Prog. Oceanogr.* **13**: 353-388.
- ROFF, J.C., K. MIDDLEBROOK and F. EVANS 1988 Long-time variability in the North Sea zooplankton off the Northumberland coast: productivity of small copepods and analysis of trophic interactions. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.* **68**: 143.164.
- ROMAN, M.R. and P.A. RUBLEE 1981 A method to measure in situ zooplankton grazing rates on natural particle assemblages. *Mar. Biol.* **65**: 303-309.
- ROMAN, M.R., A.L. GAUZENS and T.J. COWLES 1985 Temporal and spatial changes in epipelagic microzooplankton and mesozooplankton biomass in warm-core Gulf Stream ring 82-b. *Deep- Sea Res.* **32**: 1007-1022.

- ROMAN, M.R., K.A. ASHTON and A. L. GAUZENS 1988 Day/Night differences in the grazing impact of marine copepods. *Hydrobiology* **167/168**: 21-30.
- ROSE, M. 1933 Faune de France. 26: Copepodes Pelagiques. 19 Plates et 456 figures, Paris, 334pp.
- ROSENDORN, I. 1917 Die Gattung *Oithona*. *Wiss. Ergebn. dt. Tiefsee-Exp. "Valdivia"*, **23**: 1-58.
- RUNGE, J.A. 1985 Relationship of egg production of *Calanus pacificus* to seasonal changes in phytoplankton availability in Puget Sound, Washington. *Limnol. Oceanogr.* **30**: 382-396.
- RUNGE, J.A. 1987 Measurement of egg production rate of *Calanus finmarchicus* from preserved samples. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **44**: 2009-2012.
- SACHS, L. 1992 *Angewandte Statistik*. Springer Verlag, Heidelberg., 7 ed. 846pp.
- SAMEOTO, D.D. 1984 Vertical distribution of zooplankton biomass and species in the Northeastern Baffin Bay related to temperature and salinity. *Polar Biol.* **2**: 213-224.
- SAMEOTO, D.D. 1986 Influence of the biological and physical environment on the vertical distribution of mesozooplankton and micronekton in the eastern tropical Pacific. *Mar. Biol.* **93**: 263-279.
- SANDERS, H.L. 1969 Benthic marine diversity and the stability-time hypothesis. In: WOODWELL, G.M. and H.H. SMITH (eds) *Diversity and Stability in Ecological Systems*. Brookhaven Symp. Biol. **22**, Brookhaven.
- SAVIDGE, G., D.R. TURNER, P.H. BURKILL, A.J. WATSON, M.V. ANGEL, R.D. PINGRE, H. LEACH and J. RICHARDS 1992 The BOFS 1990 Spring Bloom Experiment: temporal evolution and spatial variability of the hydrographic field. *Prog. Oceanogr.* **29**: 235-281.
- SEVIGNY, J.-M., I.A. McLAREN and B.W. FROST 1989 Discrimination among and variation of species of *Pseudocalanus* based on the GPI locus. *Mar. Biol.* **102**: 321-327.
- SEWELL, R.B.S. 1947 The free swimming planktonic Copepoda. *Systematic Account. John Murray Expedition 1933-1934. Scientific Report 8*, **8**: 1-303.
- SCHNEIDER, G. 1989 Carbon and nitrogen content of marine zooplankton dry materials: a short review. *Plankton Newsletter* **11**: 4-7.

- SCOTTO di CARLO, B, A. IANORA, E. FRESI and J. HURE 1984 Vertical zonation patterns for Mediterranean copepods from the surface to 3000m at a fixed station in the Tyrrhenian Sea. *J. Plankton Res.* **6**: 1031-1056.
- SELL, D.W. and M.S. EVANS 1982 A statistical analysis of subsampling and an evaluation of the Folsom Plankton Splitter. *Hydrobiologia* **94**: 223-230.
- SIERACKI, M.E., P.G. VERITY and D.T. STOECKER 1993 Plankton community response to sequential silicate and nitrate depletion during the 1989 North Atlantic spring bloom. *Deep-Sea Res.* **40(1/2) Vol II**: 213-225.
- SILVER, M.W. and M.M. GOWING 1991 The "Particle" Flux: Origins and biological components. *Progr. Oceanogr.* **26**: 75-113.
- SMALL, L.F., S.A. FOWLER, S.A. MOORE and J.La ROSA 1983 Dissolved and fecal pellets carbon and nitrogen release by zooplankton in tropical waters. *Deep-Sea Res.* **30**: 119-1220.
- SMALL, L.F., A. KNAUER and M.D. TUEL 1987 The role of sinking fecal pellets in stratified euphotic zones. *Deep-Sea Res.* **34**: 1705-1712.
- SMEDSTAD, O.M. 1972 On the biology of *Aglantha digitale* (Forbes) (Coelenterata: Trachymedusae) in the Oslofjord. *Norw. J. Zool.* **20**: 111-135.
- SMETACEK, V.S. 1980 Zooplankton standing stock, copepod fecal pellets and particulate detritus in Kiel Bight. *Estuar. Coast. Mar. Sci.* **11**: 477-490.
- SMITH, P.E., R.C. COUNTS and R.I. CLUTTER 1968 Changes in filtering efficiency of plankton nets due to clogging under tow. *J. Cons. Int. Explor. Mer* **32**: 232-248
- SMITH, S.L. and P.V.Z. LANE 1988 Grazing of the spring diatom bloom in the New York Bight by the calanoid copepods *Calanus finmarchicus*, *Metridia lucens* and *Centropages typicus*. *Cont. Shelf Res.* **8**: 485-509.
- SOMME, J.D. 1934 Animal plankton of the Norwegian coast waters and the open sea I. *ICES Fish. Shrif. Ser. Havrunders.* **4**: 1-167.
- SPOEL, S. van der and R.P. HEYMAN 1983 A Comparative Atlas of Zooplankton. Biological Patterns in the Oceans. Springer Verlag, Heidelberg, 186pp.
- STEEDMAN, H.F. 1976 Zooplankton fixation and preservation. Monographs on oceanographic methodology. UNESCO Press, 349pp.
- STEEMANN-NIELSEN, E. 1952 The use of radioactive carbon ¹⁴C for measuring organic production in the sea. *J. Cons. Int. Explor. Mer* **18**: 117-140.

- STEELE, J.H. 1974 The structure of marine ecosystem. Harvard University Press. 128pp.
- STEELE, J.H. 1976 Patchiness. In: CUSHING, D.H. and J.J. WALSH (eds.) The Ecology of the Seas, pp: 98-115.
- STEELE, J.H. and B.W. FROST 1977 The structure of plankton communities. Phil. Trans. Roy. Soc. London **280**: 485-534.
- STEELE, J.H. and E.W. HENDERSON 1992 A simple model for plankton patchiness. J. Plankton Res. **14**: 1397-1403.
- STEPHENSON, W. and S.D. COOK 1980 Elimination of species before cluster analysis. Austral. J. Ecol. **5**: 263-273.
- STRASS, V.H. and J.D. WOODS 1991 New production in the summer revealed by the meridional slope of the Deep- chlorophyll maximum. Deep-Sea Res. **38**: 35-56.
- SUTHERS, I.M. and K.T. FRANK Zooplankton biomass gradient off south-western Nova Scotia: nearshore ctenophore predation or hydrographic separation. J. Plankton Res. **12**: 831-850.
- TANAKA, O. 1960b Biological results of the Japanese Antarctic research expedition 10. Pelagic Copepoda. Sp. Publ. Set. Mar. Biol. Lab., 95pp+40 pl.
- TANDE, K.S. 1982 Ecological investigation on the zooplankton community of Balsfjorden, northern Norway: generation cycles and variation in body weight and body content of carbon and nitrogen related to overwintering and reproduction in the copepod *Calanus finmarchicus* (Gunnerus). J. exp. mar. Biol. Ecol. **62**: 129-142.
- TANDE, K.S. and C.C.E. HOPKINS 1981 : Ecological investigation on the zooplankton community of Balsfjorden, northern Norway: The genital system in *Calanus finmarchicus* and the role of gonad development in overwintering strategy. Mar. Biol. **63**: 159-164.
- TANDE, K.S. and U. BAMSTEDT 1985 Grazing rates of the copepods *Calanus glacialis* and *C. finmarchicus* in arctic waters of the Barents Sea. Mar. biol. **87**: 251-258.
- TANDE, K.S., A. HASSEL, D. SLAGSTAD 1985 Gonad maturation and possible life cycle strategies in *Calanus finmarchicus* and *Calanus glacialis* in the northwestern part of the Barents Sea. In: GRAY, J.S. and M.E. CHRISTIANSEN (eds.) Marine Biology of Polar Regions and Effects of Stress on Marine Organisms. J. Wiley and Sons, Ltd., pp: 141-155.

- TAYLOR, G.T. 1989 Variability in the vertical flux of microorganisms and biogenic material in the epipelagic zone of a North Pacific central gyre station. *Deep-Sea Res.* **36**: 1287-1308.
- TESTER, P.A. and J.L. TURNER 1990 How long does it take copepods to make eggs?. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **141**: 169-182.
- TISELIUS, P. 1988 Effects of diurnal feeding rhythms, species composition and vertical migration of the grazing impact of calanoid copepod in the Skagerrak and Kattegat. *Ophelia* **28**: 215-230.
- TRANTER, D.J. and P.E. SMITH 1968 Filtration performance. In: TRANTER, D.J. (ed.) *Zooplankton Sampling. Monographs on oceanographic methodology.* UNESCO Press, pp: 27-56.
- TRANTER, D.J. 1977 Further studies of plankton ecosystems in the eastern Indian Ocean V. Ecology of the copepoda. *Austral. J. Mar. Freshw. Res.* **28**: 593-625.
- TREMBLAY, H.J. and J.C. ROFF 1983 Production estimates for Scotian shelf copepods based on mass specific P/B ratios. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **40**: 749-753.
- TURNER, J.T. 1986 Zooplankton feeding ecology: contents of fecal pellets of the cyclopoid copepods *Oncaea venusta*, *Corycaeus amazonicus*, *Oithona plumifera* and *O. simplex* from the Northern Gulf of Mexico. *P.S.Z.N.I. Mar. Ecol.* **7**: 289-302.
- TURNER, J.T. 1991 Zooplankton feeding ecology: Do co-occurring copepods compete for the same food?. *Rev. Aquatic Sci.* **5**: 101-195.
- TURNER, J.T. and J.G. FERRANTE 1979 Zooplankton fecal pellets in aquatic ecosystems. *BioScience* **29**: 670-677.
- UNESCO 1968 *Zooplankton Sampling. Monographs oceanographic on methodology.* UNESCO Press. 174pp.
- URBAN, J.L., C.H. MCKENZIE and D. DEIBEL 1992 Seasonal differences in the content of *Oikopleura vanhoeffeni* and *Calanus finmarchicus* faecal pellets: illustrations of zooplankton food web shifts in coastal Newfoundland waters. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **84**: 255-264.
- UCHIMA, M. 1988 Gut content analysis of neritic copepod *Acartia omorii* and *Oithona devisae* by a new method. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **48**: 93-97.
- UCHIMA, M. and R. HIRANO 1986 Food of *Oithona devisae*: internal control and search for environment. *Mar. Biol.* **99**: 47-56

- URRERE, M. A. and G.A. KNAUER 1981 Zooplankton fecal pellet fluxes and vertical transport of particulate organic material in the pelagic environment. *J. Plankton Res.* **3**: 369-387.
- UYE, S., C. HUANG and T. ONBE 1990 Ontogenetic diel vertical migration of the planktonic copepod *Calanus sinicus* in the Inland Sea Japan. *Mar. Biol.* **104**: 389-396.
- VANNUCCI, M. 1968 Loss of organisms through the meshes. In: TRANTER, D.J. (ed.) *Zooplankton Sampling. Monographs oceanographic methodology.* UNESCO Press, pp: 77-86.
- VARGAS, J.A. 1987 The benthonic community of a intertidal mud flat in the Gulf of Nicoya, Costa Rica. *Description of the community. Rev. Biol. Trop.* **35**: 299-316.
- VARGAS, J.A. 1988 A survey of the meiofauna of an eastern tropical Pacific intertidal mud flat. *Rev. Biol. Trop.* **36**: 541-544.
- VENRICK, E.L. 1978 How many cells to count?, In: SOURIA, A. (ed), *Phytoplankton manual, UNESCO mMonographs on oceanographic methodology.* UNESCO Press, pp: 167-181.
- VERITY, P.G, D.K. STOECKER, M.E. SIERACKI, P.H. BURKILL, E.S. EDWARDS and C.R. TRONZO 1993 Abundance, biomass and distribution of heterotrophic dinoflagellates during the North Atlantic spring bloom. *Deep-Sea Res.* **40 (1/2) Vol.II**: 227- 244.
- VERVOORT, W. 1952a Copepoda: Calanoida. Family: Aetidae. Key to the Genera and References. *ICES Fish.. Ident. Zooplankton* **41**.
- VERVOORT, W. 1952b Copepoda: Calanoida. Family: Aetidae. Genus *Aetideus*, *Euaetideus*, *Aetidopsis*. *ICES Fish.. Ident. Zooplankton* **42**, 4pp.
- VERVOORT, W. 1952c Copepoda: Calanoida. Family: Aetidae. Genus *Bradidyus*, *Bradyetes*, *Bryaxis*. *ICES Fish. Ident. Zooplankton* **43**, 4pp.
- VERVOORT, W. 1952d Copepoda: Calanoida. Family: Aetidae. Genus *Chiridius*, *Pseudochiridius*, *Chiridiella*. *ICES Fish.. Ident. Zooplankton* **44**, 4pp.
- VERVOORT, W. 1952e Copepoda: Calanoida. Family: Aetidae. Genus *Gaidius*. *ICES Fish.. Ident. Zooplankton* **45**, 4pp.
- VERVOORT, W. 1952f Copepoda: Calanoida. Family: Aetidae. Genus *Gaetanus*. *ICES Fish.. Ident. Zooplankton.* **46**, 4pp.

- VERVOORT, W. 1952g Copepoda: Calanoida. Family: Aetidae. Genus Euchirella. ICES Fish.. ident. Zooplankton 47, 6pp.
- VERVOORT, W. 1952h Copepoda: Calanoida. Family: Aetidae. Genus Pseudochirella. ICES Fish.. Ident. Zooplankton. 48, 4pp.
- VERVOORT, W. 1952i Copepoda: Calanoida. Family: Aetidae. Genus Chirundina, Undeuchaeta, Pseudeuchaeta. ICES Fish.. Ident Zooplankton. 49, 4pp.
- VERVOORT, W. 1963 Pelagic Copepoda. Part I. Copepoda Calanoida of the families Calanidae up to and including Echaetidae. Atlantide Report 7: 77-194.
- VIDAL, J. 1980 Physioecology of zooplankton. I. Effects of phytoplankton concentration, temperature and body size on the growth rate of Calanus pacificus and Pseudocalanus sp. Mar. Biol. 56: 111-134.
- VIDAL, J. and S.L. SMITH 1986 Biomass, growth, and development of population of herbivorous zooplankton in the southeastern Bering Sea during spring. Deep-Sea Res. 33: 523-556.
- VILLATE, F. 1991 Annual cycle of zooplankton community in the Abra Harbour (Bay of Biscay): abundance, composition and size spectra. J. Plankton Res. 13: 691-706.
- VINOGRADOV, M.E. 1970 Vertical distribution of the oceanic zooplankton. Translated, Israel Prog. Sci. Trans., Jerusalem. 399pp.
- WALKER, H.A., S.B. SAILA, E.L. ANDERSON 1979 Exploring data structure of New York Bight benthic data using post-collection stratification of samples, and linear discriminant analysis of species composition comparisons. Estuar. Coast. Mar. Sci. 9: 101-120.
- WALSBY, A.E. and C. R. REYNOLDS 1980 Sinking and floating. In: MORRIS, J. (ed.) The physiological ecology of phytoplankton. University of California Press. 625pp.
- WEIKERT, H. 1977 Copepod carcasses in the upwelling region south of Cap Blanc. N.W. Africa. Mar. Biol. 42: 351-355.
- WEIKERT, H. and H.-C. JOHN 1981 Experiences with a modified Bé multiple opening-closing plankton net. J. Plankton Res. 3: 167-176.
- WELSCHMEYER, N.A., A.E. COPPING, M. VERNET and C.J. LORENZEN 1984 Diel fluctuation in zooplankton grazing rate as determined from the downward vertical flux of pheopigment. Mar. Biol. 83: 263-270.

- WELSCHMEYER, N.A. and C.J. LORENZEN 1985 Role of herbivory in controlling phytoplankton abundance: annual pigment budget for a temperate marine fjord. *Mar. Biol.* **90**: 75-86.
- WHEELER, E.H. 1970 Atlantic Deep-Sea Calanoid Copepoda. *Smiths. Contrib. Zool.* **55**: 1-31.
- WHITE, J.R. and M.R. ROMAN 1992 Seasonal study of grazing by metazoan zooplankton in the mesohaline Chesapeake Bay. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **86**: 251-261.
- WIBORG, K.F. 1955 Zooplankton in relation to hydrography in the Norwegian Sea. *Rep. Norw. ICES Fish. Mar. Invest.* **11**: 1-66.
- WIEBE, P.H. and W.R. HOLLAND 1968 Plankton patchiness: effects of repeated net tows. *Limnol. Oceanogr.* **13**: 315-321.
- WIEBE, P.H., G.R. FLIERL, C.S. DAVIS, V. BARBER and S.H. BOYD 1985 Macrozooplankton biomass in Gulf stream warm-core rings: spatial distribution and temporal changes. *J. Geophys. Res.* **90**: 8885-8901.
- WILLIAMS, R. 1988 Spatial heterogeneity and niche differentiation in oceanic zooplankton. *Hydrobiology* **167/168**: 151-159.
- WILLIAMS, R. and D.V.P. CONWAY 1980 Vertical distributions of *Calanus finmarchicus* and *C. helgolandicus* (Crustacea: Copepoda). *Mar. Biol.* **60**: 57-61.
- WILLIAMS, R. and J.A. LINDLEY 1980a Plankton of the Fladen Ground during Flex 76.I. Spring development of the plankton community. *Mar. Biol.* **57**: 73-78.
- WILLIAMS, R. and J.A. LINDLEY 1980b Plankton of the Fladen Ground during Flex'76. III. Vertical distribution, population dynamics and production of *Calanus finmarchicus* (Crustacea:Copepoda). *Mar. Biol.* **60**: 47-56.
- WILLIAMS, R. and D.V.P. CONWAY 1981 Vertical distribution and seasonal abundance of *Aglantha digitale* (O.F. Müller) (Coelenterata: Trachymedusae) and other planktonic coelenterates in this northeast Atlantic Ocean. *J. Plankton Res.* **3**: 633-643.
- WILLIAMS, R. and D.B. ROBINS 1982 Effects of preservation on wet weight, dry weight, nitrogen and carbon contents of *Calanus helgolandicus* (Crustacea: Copepoda). *Mar. Biol.* **71**: 271-281.
- WILLIAMS, R. and D.V.P. CONWAY 1988 Vertical distribution and seasonal numerical abundance of the Calanidae in oceanic waters to the south-west of the British Isles. *Hydrobiology* **167/168**: 259-266.

- WILSON, C.B. 1932 The copepods of the Woods Hole region, Massachusetts. Smiths. Inst. Bull. **158**, 635pp.
- WINTER, A., Z. REISS and B. LUZ 1979 Distribution of living coccolithophore assemblages in the Gulf of Elat (Aqaba). Mar. Micropalaeontol. **4**: 197-223.
- YASHNOV, V.A. 1962 Vertical distribution of the mass of zooplankton in the tropical region of the Atlantic Ocean. Oceanology **136-141**, 4-6.
- YEN, J. 1986 Predatory feeding ecology of *Euchaeta antarctica*, a carnivorous marine copepod. Ant. J.U.S. **21**:190-191.
- ZALKINA, A.V. 1970 Vertical distribution and diurnal migration of some cyclopoida (Copepoda) in the tropical region of the Pacific Ocean. Mar. Biol. **5**: 274-282.
- ZEITZSCHEL, B., P. DIEKMANN and L. UHLMANN 1978 A new sediment trap. Mar. Biol. **45**: 285-288.
- ZEITZSCHEL, B. and C. STIENEN 1990 Arbeitsbericht zum Projekt Partikelfluss im Nordatlantik, biogenes Material (Ze 119/ 8-3, 8-4) für den Zeitraum Mai 1987-Mai 1990. 45pp.
- ZEITZSCHEL, B., J. LENZ, H. THIEL, R. BOJE, U. PASSOW and A. STUHR 1990 Expedition Plankton '89-Benthos '89, Reise Nr. 10, 19. März-31. August 1989, ME-THEOR-Berichte, Universität Hamburg, **90-1**, 216 pp.

7. Anhang

Liste der verwendeten Abkürzungen

Liste der Tabellen:

Tab. A. Biomassewerte

Tab. B. Chlorophyllwerte

Tab. C. Mesozooplankton - Abundanz

Tab. D. Copepoden-Arten

Tab. E. Mesozooplankton - Abundanz in den größenfraktionierten Proben

Tab. F. Mesozooplankton - Trockengewicht und - Kohlenstoffgehalt in den größenfraktionierten Proben

ABKÜRZUNGEN

III.DE	Driftexperiment 3
IV.DE	Driftexperiment 4
TG	Trockengewicht
AFTG	aschefreies Trockengewicht
OS	organische Substanz
vVP	vertikaler Verteilungsschwerpunkt
AMBTM	akkumulative mittlere Biomassetiefe des Mesozooplanktons
MS	Multidimensionale Skalierung
GAI	Grad der Assoziation bezüglich der Individuen
BI	Biologischer Index
CI	Copepoditstadium I
CII	Copepoditstadium II
CIII	Copepoditstadium III
CIV	Copepoditstadium IV
CV	Copepoditstadium V

Tab. A Biomassewerte

STATION NR.	DATUM	UHRZEIT (UTC)	BREITE	LÄNGE	TIEFE [M]	TG [mg/m ³]	OS [mg/m ³]	%
III. DE								
436	7.5.89	01:15	47°N 16.44'	19°W 40.27'	500-200	3.10	2.24	72.15
436	7.5.89	01:15	47°N 16.44'	19°W 40.27'	200-100	9.98	5.96	59.73
436	7.5.89	01:15	47°N 16.44'	19°W 40.27'	100-50	37.70	21.49	56.99
436	7.5.89	01:15	47°N 16.44'	19°W 40.27'	50-25	59.08	38.73	65.55
436	7.5.89	01:15	47°N 16.44'	19°W 40.27'	25-0	71.34	62.98	88.28
437	7.5.89	11:30	46°N 27.04'	19°W 04.11'	500-200	3.97	3.41	85.90
437	7.5.89	11:30	46°N 27.04'	19°W 04.11'	200-100	7.79	6.37	81.75
437	8.5.89	11:30	46°N 27.04'	19°W 04.11'	100-50	41.72	20.79	49.83
437	8.5.89	11:30	46°N 27.04'	19°W 04.11'	50-25	62.12	46.11	74.22
437	8.5.89	11:30	46°N 27.04'	19°W 04.11'	25-0	29.88	25.55	85.52
440	9.5.89	17:30	46°N 30.26'	19°W 02.90'	500-200	3.33	2.75	82.64
440	9.5.89	17:30	46°N 30.26'	19°W 02.90'	200-100	5.04	3.19	63.32
440	9.5.89	17:30	46°N 30.26'	19°W 02.90'	100-50	23.76	12.00	50.48
440	9.5.89	17:30	46°N 30.26'	19°W 02.90'	50-25	77.76	50.04	64.35
440	9.5.89	17:30	46°N 30.26'	19°W 02.90'	25-0	46.92	40.17	85.61
445	10.5.89	15:15	46°N 20.43'	19°W 00.56'	500-200	3.28	2.50	76.11
445	10.5.89	15:15	46°N 20.43'	19°W 00.56'	200-100	14.06	8.94	63.55
445	10.5.89	15:15	46°N 20.43'	19°W 00.56'	100-50	-	-	-
445	10.5.89	15:15	46°N 20.43'	19°W 00.56'	50-25	53.90	35.04	65.00
445	10.5.89	15:15	46°N 20.43'	19°W 00.56'	25-0	92.54	77.20	83.43
447	10.5.89	23:30	46°N 16.21'	18°W 54.14'	500-200	2.79	2.11	75.62
447	10.5.89	23:30	46°N 16.21'	18°W 54.14'	200-100	12.6	8.43	66.88
447	10.5.89	23:30	46°N 16.21'	18°W 54.14'	100-50	17.21	7.03	40.85
447	10.5.89	23:30	46°N 16.21'	18°W 54.14'	50-25	51.77	42.32	81.74
447	10.5.89	23:30	46°N 16.21'	18°W 54.14'	25-0	132.56	106.36	80.24
450	11.5.89	16:15	46°N 15.63'	18°W 52.66'	500-200	4.57	3.85	84.20
450	11.5.89	16:15	46°N 15.63'	18°W 52.66'	200-100	10.52	8.08	76.84
450	11.5.89	16:15	46°N 15.63'	18°W 52.66'	100-50	6.04	3.92	64.97
450	11.5.89	16:15	46°N 15.63'	18°W 52.66'	50-25	43.01	33.48	77.86
450	11.5.89	16:15	46°N 15.63'	18°W 52.66'	25-0	54.79	45.72	83.44
452	11.5.89	23:30	46°N 14.28'	18°W 44.73'	500-200	3.35	2.32	69.36
452	11.5.89	23:30	46°N 14.28'	18°W 44.73'	200-100	9.61	6.14	63.90
452	11.5.89	23:30	46°N 14.28'	18°W 44.73'	100-50	16.65	11.86	71.20
452	11.5.89	23:30	46°N 14.28'	18°W 44.73'	50-25	48.56	34.44	70.93
452	11.5.89	23:30	46°N 14.28'	18°W 44.73'	25-0	88.01	64.76	73.57
455	12.5.89	14:15	46°N 13.96'	18°W 40.66'	500-200	3.82	3.17	82.86
455	12.5.89	14:15	46°N 13.96'	18°W 40.66'	200-100	8.13	6.30	77.48
455	12.5.89	14:15	46°N 13.96'	18°W 40.66'	100-50	18.41	12.24	66.47
455	12.5.89	14:15	46°N 13.96'	18°W 40.66'	50-25	53.15	44.13	83.02
455	12.5.89	14:15	46°N 13.96'	18°W 40.66'	25-0	93.07	75.41	81.03

STATION NR.	DATUM	UHRZEIT (UTC)	BREITE	LÄNGE	TIEFE [M]	TG [mg/m ³]	OS [mg/m ³]	%
460	13.5.89	15:00	46°N 13.96'	18°W 33.06'	500-200	3.74	3.28	87.51
460	13.5.89	15:00	46°N 13.96'	18°W 33.06'	200-100	9.64	7.86	81.49
460	13.5.89	15:00	46°N 13.96'	18°W 33.06'	100-50	8.08	6.49	80.26
460	13.5.89	15:00	46°N 13.96'	18°W 33.06'	50-25	27.43	24.22	88.29
460	13.5.89	15:00	46°N 13.96'	18°W 33.06'	25-0	29.47	20.12	68.28
462	13.5.89	23:45	46°N 14.71'	18°W 21.69'	500-200	2.80	2.25	80.32
462	13.5.89	23:45	46°N 14.71'	18°W 21.69'	200-100	9.64	7.86	81.49
462	13.5.89	23:45	46°N 14.71'	18°W 21.69'	100-50	1.19	0.90	75.82
462	13.5.89	23:45	46°N 14.71'	18°W 21.69'	50-25	43.76	38.42	87.79
462	13.5.89	23:45	46°N 14.71'	18°W 21.69'	25-0	111.99	95.56	85.33
465	14.5.89	15:45	46°N 15.99'	18°W 17.54'	500-200	3.23	2.73	84.37
465	14.5.89	15:45	46°N 15.99'	18°W 17.54'	200-100	4.46	3.63	81.42
465	14.5.89	15:45	46°N 15.99'	18°W 17.54'	100-50	7.63	6.18	81.05
465	14.5.89	15:45	46°N 15.99'	18°W 17.54'	50-25	58.36	52.91	90.67
465	14.5.89	15:45	46°N 15.99'	18°W 17.54'	25-0	83.16	75.51	90.81
467	14.5.89	23:45	46°N 18.20'	18°W 19.84'	500-200	2.07	1.57	75.86
467	14.5.89	23:45	46°N 18.20'	18°W 19.84'	200-100	3.58	2.79	77.90
467	14.5.89	23:45	46°N 18.20'	18°W 19.84'	100-50	5.76	4.78	83.00
467	14.5.89	23:45	46°N 18.20'	18°W 19.84'	50-25	15.91	13.13	82.57
467	14.5.89	23:45	46°N 18.20'	18°W 19.84'	25-0	84.56	69.48	82.17
475	16.5.89	16:30	46°N 21.62'	18°W 09.98'	500-200	4.37	3.74	85.55
475	16.5.89	16:30	46°N 21.62'	18°W 09.98'	200-100	5.91	5.25	88.87
475	16.5.89	16:30	46°N 21.62'	18°W 09.98'	100-50	-	-	-
475	16.5.89	16:30	46°N 21.62'	18°W 09.98'	50-25	13.38	11.67	87.70
475	16.5.89	16:30	46°N 21.62'	18°W 09.98'	25-0	97.72	84.02	85.98
477	16.5.89	23:00	46°N 29.66'	17°W 56.56'	500-200	3.09	2.58	83.52
477	16.5.89	23:00	46°N 29.66'	17°W 56.56'	200-100	5.35	4.52	84.51
477	16.5.89	23:00	46°N 29.66'	17°W 56.56'	100-50	6.94	5.71	82.30
477	16.5.89	23:00	46°N 29.66'	17°W 56.56'	50-25	33.24	28.20	84.82
477	16.5.89	23:00	46°N 29.66'	17°W 56.56'	25-0	107.37	98.31	91.56
480	17.5.89	13:45	46°N 29.96'	17°W 53.48'	500-200	4.72	4.18	88.39
480	17.5.89	13:45	46°N 29.96'	17°W 53.48'	200-100	8.95	7.79	87.00
480	17.5.89	13:45	46°N 29.96'	17°W 53.48'	100-50	83.02	19.84	23.89
480	17.5.89	13:45	46°N 29.96'	17°W 53.48'	50-25	47.91	39.50	82.45
480	17.5.89	13:45	46°N 29.96'	17°W 53.48'	25-0	70.12	51.83	73.93
482	17.5.89	22:15	46°N 28.78'	17°W 48.75'	500-200	3.21	2.62	81.66
482	17.5.89	22:15	46°N 28.78'	17°W 48.75'	200-100	16.98	14.29	84.13
482	17.5.89	22:15	46°N 28.78'	17°W 48.75'	100-50	-	-	-
482	17.5.89	22:15	46°N 28.78'	17°W 48.75'	50-25	-	-	-
482	17.5.89	22:15	46°N 28.78'	17°W 48.75'	25-0	162.34	126.86	78.15

STATION NR.	DATUM	UHRZEIT (UTC)	BREITE	LÄNGE	TIEFE [M]	TG [mg/m ³]	OS [mg/m ³]	%
485	18.5.89	14:15	46°N 27.26'	17°N 47.67'	500-200	4.02	3.20	79.75
485	18.5.89	14:15	46°N 27.26'	17°N 47.67'	200-100	17.90	15.05	84.09
485	18.5.89	14:15	46°N 27.26'	17°N 47.67'	100-50	-	-	-
485	18.5.89	14:15	46°N 27.26'	17°N 47.67'	50-25	76.34	55.25	72.38
485	18.5.89	14:15	46°N 27.26'	17°N 47.67'	25-0	43.18	37.82	87.59
490	18.5.89	16:30	46°N 23.65'	17°W 46.01'	500-200	7.32	5.80	79.20
490	18.5.89	16:30	46°N 23.65'	17°W 46.01'	200-100	15.79	13.12	83.09
490	19.5.89	16:30	46°N 23.65'	17°W 46.01'	100-50	35.01	29.82	85.18
490	19.5.89	16:30	46°N 23.65'	17°W 46.01'	50-25	72.82	56.96	78.22
490	19.5.89	16:30	46°N 23.65'	17°W 46.01'	25-0	59.32	52.94	89.25
495	20.5.89	14:30	46°N 22.07'	17°W 48.23'	500-200	3.63	3.14	86.46
495	20.5.89	14:30	46°N 22.07'	17°W 48.23'	200-100	-	-	-
495	20.5.89	14:30	46°N 22.07'	17°W 48.23'	100-50	-	-	-
495	20.5.89	14:30	46°N 22.07'	17°W 48.23'	50-25	-	-	-
495	20.5.89	14:30	46°N 22.07'	17°W 48.23'	25-0	103.03	80.84	78.47
499	21.5.89	23:45	46°N 20.06'	17°W 48.67'	500-200	2.36	1.97	83.64
499	21.5.89	23:45	46°N 20.06'	17°W 48.67'	200-100	3.89	3.20	82.41
499	21.5.89	23:45	46°N 20.06'	17°W 48.67'	100-50	8.49	7.07	83.28
499	21.5.89	23:45	46°N 20.06'	17°W 48.67'	50-25	22.12	19.06	86.14
499	21.5.89	23:45	46°N 20.06'	17°W 48.67'	25-0	95.49	87.10	91.21
IV. DE								
562	29.5.89	01:00	57°N 39.35'	22°W 00.84'	500-200	3.18	2.57	80.80
562	29.5.89	01:00	57°N 39.35'	22°W 00.84'	200-100	24.09	18.42	76.45
562	29.5.89	01:00	57°N 39.35'	22°W 00.84'	100-50	-	-	-
562	29.5.89	01:00	57°N 39.35'	22°W 00.84'	50-25	82.27	72.44	88.06
562	29.5.89	01:00	57°N 39.35'	22°W 00.84'	25-0	79.60	69.49	87.30
564	29.5.89	14:30	57°N 54.03'	22°W 04.18'	500-200	5.91	5.01	84.78
564	29.5.89	14:30	57°N 54.03'	22°W 04.18'	200-100	11.00	8.31	75.59
564	29.5.89	14:30	57°N 54.03'	22°W 04.18'	100-50	12.06	7.85	65.10
564	29.5.89	14:30	57°N 54.03'	22°W 04.18'	50-25	37.12	25.48	68.63
564	29.5.89	14:30	57°N 54.03'	22°W 04.18'	25-0	65.38	52.07	79.64
566	30.5.89	00:00	57°N 31.52'	22°W 10.41'	500-200	5.49	4.68	85.30
566	30.5.89	00:00	57°N 31.52'	22°W 10.41'	200-100	10.37	7.25	69.88
566	30.5.89	00:00	57°N 31.52'	22°W 10.41'	100-50	13.46	7.18	53.39
566	30.5.89	00:00	57°N 31.52'	22°W 10.41'	50-25	31.19	23.50	75.33
566	30.5.89	00:00	57°N 31.52'	22°W 10.41'	25-0	95.63	75.58	79.04
569	30.5.89	15:45	57°N 46.00'	22°W 23.39'	500-200	5.57	4.74	85.08
569	30.5.89	15:45	57°N 46.00'	22°W 23.39'	200-100	8.79	6.52	74.24
569	30.5.89	15:45	57°N 46.00'	22°W 23.39'	100-50	9.57	5.93	62.04
569	30.5.89	15:45	57°N 46.00'	22°W 23.39'	50-25	31.64	23.75	75.05
569	30.5.89	15:45	57°N 46.00'	22°W 23.39'	25-0	108.60	86.01	79.19

STATION NR.	DATUM	UHRZEIT (UTC)	BREITE	LÄNGE	TIEFE [M]	TG [mg/m ³]	OS [mg/m ³]	%
583	1.6.89	23:45	57°W 38.50'	23°W 05.20'	500-200	6.21	5.31	85.48
583	1.6.89	23:45	57°W 38.50'	23°W 05.20'	200-100	17.76	13.21	74.37
583	1.6.89	23:45	57°W 38.50'	23°W 05.20'	100-50	5.71	4.21	73.71
583	1.6.89	23:45	57°W 38.50'	23°W 05.20'	50-25	39.94	34.29	85.84
583	1.6.89	23:45	57°W 38.50'	23°W 05.20'	25-0	125.62	114.02	90.77
586	2.6.89	18:00	57°N 39.09'	23°W 11.58'	500-200	7.28	6.33	86.90
586	2.6.89	18:00	57°N 39.09'	23°W 11.58'	200-100	5.83	3.82	65.58
586	2.6.89	18:00	57°N 39.09'	23°W 11.58'	100-50	10.85	6.40	58.97
586	2.6.89	18:00	57°N 39.09'	23°W 11.58'	50-25	32.62	20.81	63.79
586	2.6.89	18:00	57°N 38.97'	23°W 22.14'	25-0	119.01	95.03	79.85
591	3.6.89	14:15	57°N 38.97'	23°W 22.14'	500-200	8.74	7.51	85.93
591	3.6.89	14:15	57°N 38.97'	23°W 22.14'	200-100	7.51	3.58	47.71
591	3.6.89	14:15	57°N 38.97'	23°W 22.14'	100-50	14.91	8.07	54.15
591	3.6.89	14:15	57°N 39.37'	23°W 31.16'	50-25	43.72	36.34	83.13
591	3.6.89	14:15	57°N 39.37'	23°W 31.16'	25-0	136.95	118.48	86.51
593	4.6.89	00:00	57°N 39.37'	23°W 31.16'	500-200	6.91	5.74	83.05
593	4.6.89	00:00	57°N 39.37'	23°W 31.16'	200-100	9.79	6.70	68.39
593	4.6.89	00:00	57°N 39.37'	23°W 31.16'	100-50	26.29	15.87	60.38
593	4.6.89	00:00	57°N 39.37'	23°W 31.16'	50-25	92.93	70.68	76.05
593	4.6.89	00:00	57°N 39.37'	23°W 31.16'	25-0	168.18	135.70	80.69
596	4.6.89	14:00	57°N 40.27'	23°W 42.26'	500-200	8.41	7.79	92.70
596	4.6.89	14:00	57°N 40.27'	23°W 42.26'	200-100	10.61	6.16	58.03
596	4.6.89	14:00	57°N 40.27'	23°W 42.26'	100-50	39.37	26.95	68.46
596	4.6.89	14:00	57°N 40.27'	23°W 42.26'	50-25	60.24	47.22	78.39
596	4.6.89	14:00	57°N 40.27'	23°W 42.26'	25-0	202.52	174.35	86.09
598	5.6.90	00:00	57°N 42.16'	23°W 50.28'	500-200	8.69	6.73	77.47
598	5.6.89	00:00	57°N 42.16'	23°W 50.28'	200-100	14.45	9.98	69.07
598	5.6.89	00:00	57°N 42.16'	23°W 50.28'	100-50	21.23	12.78	60.21
598	5.6.89	00:00	57°N 42.16'	23°W 50.28'	50-25	36.07	26.64	73.86
598	5.6.89	00:00	57°N 42.16'	23°W 50.28'	25-0	125.73	113.46	90.24
601	5.6.89	14:00	57°N 46.17'	24°W 00.92'	500-200	4.44	3.12	70.21
601	5.6.89	14:00	57°N 46.17'	24°W 00.92'	200-100	10.51	5.86	55.81
601	5.6.89	14:00	57°N 46.17'	24°W 00.92'	100-50	35.50	22.04	62.08
601	5.6.89	14:00	57°N 46.17'	24°W 00.92'	50-25	57.83	48.40	83.70
601	5.6.89	14:00	57°N 46.17'	24°W 00.92'	25-0	108.78	94.69	87.05
606	6.6.89	18:00	57°N 58.42'	24°W 27.37'	500-200	8.85	7.57	85.48
606	6.6.89	18:00	57°N 58.42'	24°W 27.37'	200-100	10.21	5.95	58.24
606	6.6.89	18:00	57°N 58.42'	24°W 27.37'	100-50	20.49	10.96	53.50
606	6.6.89	18:00	57°N 58.42'	24°W 27.37'	50-25	64.33	43.56	67.70
606	6.6.89	18:00	57°N 58.42'	24°W 27.37'	25-0	75.54	63.65	84.26

STATION NR.	DATUM	UHRZEIT (UTC)	BREITE	LÄNGE	TIEFE [M]	TG [ng/m ³]	OS [ng/m ³]	%
608	7.6.89	00:00	58°N 02.20'	24°W 32.12'	500-200	4.52	3.65	80.78
608	7.6.89	00:00	58°N 02.20'	24°W 32.12'	200-100	6.47	5.19	80.22
608	7.6.89	00:00	58°N 02.20'	24°W 32.12'	100-50	17.00	10.29	60.49
608	7.6.89	00:00	58°N 02.20'	24°W 32.12'	50-25	78.67	60.38	76.76
608	7.6.89	00:00	58°N 02.20'	24°W 32.12'	25-0	101.01	85.07	84.22
611	7.6.89	14:00	58°N 09.08'	24°W 38.53'	500-200	6.85	5.79	84.48
611	7.6.89	14:00	58°N 09.08'	24°W 38.53'	200-100	5.61	2.93	52.24
611	7.6.89	14:00	58°N 09.08'	24°W 38.53'	100-50	21.66	14.44	66.67
611	7.6.89	14:00	58°N 09.08'	24°W 38.53'	50-25	52.74	40.35	76.50
611	7.6.89	14:00	58°N 09.08'	24°W 38.53'	25-0	53.73	43.75	81.44
616	8.6.89	14:30	58°N 20.99'	24°W 37.83'	500-200	6.47	5.60	86.59
616	8.6.89	14:30	58°N 20.99'	24°W 37.83'	200-100	7.52	4.93	65.54
616	8.6.89	14:30	58°N 20.99'	24°W 37.83'	100-50	14.37	10.33	71.89
616	8.6.89	14:30	58°N 20.99'	24°W 37.83'	50-25	16.53	12.83	77.60
616	8.6.89	14:30	58°N 20.99'	24°W 37.83'	25-0	88.72	72.12	81.29

Tab. A Fortsetzung

Integrierte Biomassewerte

STATION NR.	DATUM	UHRZEIT (UTC)	BREITE	LÄNGE	TIEFE [M]	TG [mg/m ²]	OS [mg/m ²]	KOHLSTOFF [mg/m ²]
III. DE								
436	7.5.89	01:15	47°N16.44'	19°W 40.27'	500-200	931.20	671.84	335.92
436	7.5.89	01:15	47°N16.44'	19°W 40.27'	200-100	997.65	595.95	297.97
436	7.5.89	01:15	47°N16.44'	19°W 40.27'	100-50	1885.01	1074.35	537.17
436	7.5.89	01:15	47°N16.44'	19°W 40.27'	50-25	1477.12	968.32	427.35
436	7.5.89	01:15	47°N16.44'	19°W 40.27'	25-0	1783.57	1574.51	787.25
						7074.56	4884.96	2385.83
437	7.5.89	11:30	46°N 27.04'	19°W 04.11'	500-200	1190.56	1022.72	511.36
437	7.5.89	11:30	46°N 27.04'	19°W 04.11'	200-100	778.80	636.64	318.32
437	8.5.89	11:30	46°N 27.04'	19°W 04.11'	100-50	2085.76	1039.36	519.68
437	8.5.89	11:30	46°N 27.04'	19°W 04.11'	50-25	1552.96	1152.64	516.37
437	8.5.89	11:30	46°N 27.04'	19°W 04.11'	25-0	746.88	638.72	306.47
						6354.96	4490.08	2172.52
440	9.5.89	17:30	46°N 30.26'	19°W 02.90'	500-200	999.13	825.67	412.83
440	9.5.89	17:30	46°N 30.26'	19°W 02.90'	200-100	503.55	318.85	159.43
440	9.5.89	17:30	46°N 30.26'	19°W 02.90'	100-50	1188.08	599.76	299.88
440	9.5.89	17:30	46°N 30.26'	19°W 02.90'	50-25	1943.89	1250.99	625.49
440	9.5.89	17:30	46°N 30.26'	19°W 02.90'	25-0	1173.07	1004.21	502.11
						5807.72	3999.48	1999.74
445	10.5.89	15:15	46°N 20.43'	19°W 00.56'	500-200	984.84	749.56	374.78
445	10.5.89	15:15	46°N 20.43'	19°W 00.56'	200-100	1405.97	893.55	387.17
445	10.5.89	15:15	46°N 20.43'	19°W 00.56'	100-50	-	-	-
445	10.5.89	15:15	46°N 20.43'	19°W 00.56'	50-25	1347.47	875.89	437.95
445	10.5.89	15:15	46°N 20.43'	19°W 00.56'	25-0	2313.39	1930.08	965.04
						6051.67	4449.08	219.94
447	10.5.89	23:30	46°N 16.21'	18°W 54.14'	500-200	838.29	633.88	316.94
447	10.5.89	23:30	46°N 16.21'	18°W 54.14'	200-100	1260.48	843.04	392.13
447	10.5.89	23:30	46°N 16.21'	18°W 54.14'	100-50	860.59	351.52	150.29
447	10.5.89	23:30	46°N 16.21'	18°W 54.14'	50-25	1294.29	1057.92	528.96
447	10.5.89	23:30	46°N 16.21'	18°W 54.14'	25-0	3313.92	2659.04	1329.52
						7567.57	5545.40	2717.84
450	11.5.89	16:15	46°N 15.63'	18°W 52.66'	500-200	1371.44	1154.80	577.40
450	11.5.89	16:15	46°N 15.63'	18°W 52.66'	200-100	1052.05	808.43	404.21
450	11.5.89	16:15	46°N 15.63'	18°W 52.66'	100-50	302.03	196.21	84.88
450	11.5.89	16:15	46°N 15.63'	18°W 52.66'	50-25	1075.20	837.12	388.73
450	11.5.89	16:15	46°N 15.63'	18°W 52.66'	25-0	1369.71	1142.93	559.17
						5170.43	4139.49	2013.64
452	11.5.89	23:30	46°N 14.28'	18°W 44.73'	500-200	1005.39	697.33	343.20
452	11.5.89	23:30	46°N 14.28'	18°W 44.73'	200-100	960.64	613.87	289.81
452	11.5.89	23:30	46°N 14.28'	18°W 44.73'	100-50	832.64	592.85	277.04
452	11.5.89	23:30	46°N 14.28'	18°W 44.73'	50-25	1214.08	861.12	383.66
452	11.5.89	23:30	46°N 14.28'	18°W 44.73'	25-0	2200.32	1618.88	809.44
						6213.07	4384.05	2103.07

STATION NR.	DATUM	UHRZEIT (UTC)	BREITE	LÄNGE	TIEFE [M]	TG [mg/m ²]	OS [mg/m ²]	KOHLSTOFF [mg/m ²]
455	12.5.89	14:15	46°N 13.96'	18°W 40.66'	500-200	1147.20	950.61	475.31
455	12.5.89	14:15	46°N 13.96'	18°W 40.66'	200-100	813.12	630.03	307.41
455	12.5.89	14:15	46°N 13.96'	18°W 40.66'	100-50	920.43	611.79	279.36
455	12.5.89	14:15	46°N 13.96'	18°W 40.66'	50-25	1328.85	1103.25	536.67
455	12.5.89	14:15	46°N 13.96'	18°W 40.66'	25-0	2326.72	1885.28	921.48
						6536.32	5180.96	2517.23
460	13.5.89	15:00	46°N 13.96'	18°W 33.06'	500-200	1123.25	982.93	491.47
460	13.5.89	15:00	46°N 13.96'	18°W 33.06'	200-100	964.16	785.71	392.85
460	13.5.89	15:00	46°N 13.96'	18°W 33.06'	100-50	404.11	324.35	162.17
460	13.5.89	15:00	46°N 13.96'	18°W 33.06'	50-25	685.73	605.45	302.73
460	13.5.89	15:00	46°N 13.96'	18°W 33.06'	25-0	736.80	503.07	251.53
						3914.05	3201.51	1600.75
462	13.5.89	23:45	46°N 14.71'	18°W 21.69'	500-200	839.28	674.12	337.06
462	13.5.89	23:45	46°N 14.71'	18°W 21.69'	200-100	964.00	786.00	378.07
462	13.5.89	23:45	46°N 14.71'	18°W 21.69'	100-50	59.60	45.19	17.84
462	13.5.89	23:45	46°N 14.71'	18°W 21.69'	50-25	1094.08	960.48	480.24
462	13.5.89	23:45	46°N 14.71'	18°W 21.69'	25-0	2799.84	2388.99	1194.49
						5756.80	4854.77	2407.71
465	14.5.89	15:45	46°N 15.99'	18°W 17.54'	500-200	970.00	818.39	409.19
465	14.5.89	15:45	46°N 15.99'	18°W 17.54'	200-100	445.89	363.03	181.51
465	14.5.89	15:45	46°N 15.99'	18°W 17.54'	100-50	381.33	309.07	154.53
465	14.5.89	15:45	46°N 15.99'	18°W 17.54'	50-25	1458.88	1322.72	661.36
465	14.5.89	15:45	46°N 15.99'	18°W 17.54'	25-0	2078.93	1887.79	943.89
						5335.04	4700.99	2350.49
467	14.5.89	23:45	46°N 18.20'	18°W 19.84'	500-200	621.23	471.25	235.63
467	14.5.89	23:45	46°N 18.20'	18°W 19.84'	200-100	358.48	279.24	139.62
467	14.5.89	23:45	46°N 18.20'	18°W 19.84'	100-50	288.21	239.23	119.61
467	14.5.89	23:45	46°N 18.20'	18°W 19.84'	50-25	397.63	328.33	164.17
467	14.5.89	23:45	46°N 18.20'	18°W 19.84'	25-0	2113.92	1736.98	868.48
						3779.47	3055.01	1527.51
475	16.5.89	16:30	46°N 21.62'	18°W 09.98'	500-200	1310.72	1121.28	560.64
475	16.5.89	16:30	46°N 21.62'	18°W 09.98'	200-100	590.88	525.12	262.56
475	16.5.89	16:30	46°N 21.62'	18°W 09.98'	100-50	-	-	-
475	16.5.89	16:30	46°N 21.62'	18°W 09.98'	50-25	334.50	291.75	145.88
475	16.5.89	16:30	46°N 21.62'	18°W 09.98'	25-0	2442.88	2100.48	1050.24
						4678.98	4038.63	2019.32
477	16.5.89	23:00	46°N 29.66'	17°W 56.56'	500-200	928.00	775.04	387.52
477	16.5.89	23:00	46°N 29.66'	17°W 56.56'	200-100	535.20	452.32	226.16
477	16.5.89	23:00	46°N 29.66'	17°W 56.56'	100-50	347.04	285.60	142.80
477	16.5.89	23:00	46°N 29.66'	17°W 56.56'	50-25	831.09	704.91	352.45
477	16.5.89	23:00	46°N 29.66'	17°W 56.56'	25-0	2684.32	2457.76	1228.88
						5325.65	4675.63	2337.81
480	17.5.89	13:45	46°N 29.96'	17°W 53.48'	500-200	1417.33	1252.75	626.37
480	17.5.89	13:45	46°N 29.96'	17°W 53.48'	200-100	894.95	778.57	389.29
480	17.5.89	13:45	46°N 29.96'	17°W 53.48'	100-50	4151.20	991.84	495.92
480	17.5.89	13:45	46°N 29.96'	17°W 53.48'	50-25	1197.63	987.49	493.75
480	17.5.89	13:45	46°N 29.96'	17°W 53.48'	25-0	1752.93	1295.87	647.93
						9414.04	5306.52	2653.26

STATION NR.	DATUM	UHRZEIT (UTC)	BREITE	LÄNGE	TIEFE (M)	TG [mg/m ²]	OS [mg/m ²]	KOHLENSTOFF [mg/m ²]
482	17.5.89	22:15	46°N 28.78'	17°W 48.75'	500-200	963.64	786.91	393.45
482	17.5.89	22:15	46°N 28.78'	17°W 48.75'	200-100	1698.24	1428.69	707.95
482	17.5.89	22:15	46°N 28.78'	17°W 48.75'	100-50	-	-	-
482	17.5.89	22:15	46°N 28.78'	17°W 48.75'	50-25	-	-	-
482	17.5.89	22:15	46°N 28.78'	17°W 48.75'	25-0	4058.40	3171.52	1585.76
						6720.28	5387.12	2687.16
485	18.5.89	14:15	46°N 27.26'	17°N 47.67'	500-200	1205.20	961.12	480.56
485	18.5.89	14:15	46°N 27.26'	17°N 47.67'	200-100	1790.16	1505.33	752.67
485	18.5.89	14:15	46°N 27.26'	17°N 47.67'	100-50	-	-	-
485	18.5.89	14:15	46°N 27.26'	17°N 47.67'	50-25	1908.48	1381.33	690.67
485	18.5.89	14:15	46°N 27.26'	17°N 47.67'	25-0	1079.52	945.60	472.80
						5983.36	4793.39	2396.69
490	18.5.89	16:30	46°N 23.65'	17°W 46.01'	500-200	2196.96	1740.05	870.03
490	18.5.89	16:30	46°N 23.65'	17°W 46.01'	200-100	1579.28	1312.27	656.13
490	19.5.89	16:30	46°N 23.65'	17°W 46.01'	100-50	1750.61	1491.20	733.74
490	19.5.89	16:30	46°N 23.65'	17°W 46.01'	50-25	1820.59	1424.00	712.00
490	19.5.89	16:30	46°N 23.65'	17°W 46.01'	25-0	1482.88	1323.52	661.76
						8830.32	7291.04	3654.52
495	20.5.89	14:30	46°N 22.07'	17°W 48.23'	500-200	1088.37	940.96	470.48
495	20.5.89	14:30	46°N 22.07'	17°W 48.23'	200-100	-	-	-
495	20.5.89	14:30	46°N 22.07'	17°W 48.23'	100-50	-	-	-
495	20.5.89	14:30	46°N 22.07'	17°W 48.23'	50-25	-	-	-
495	20.5.89	14:30	46°N 22.07'	17°W 48.23'	25-0	2575.79	2021.12	1010.56
						3664.16	2962.08	1481.04
499	21.5.89	23:45	46°N 20.06'	17°W 48.67'	500-200	707.41	591.68	295.84
499	21.5.89	23:45	46°N 20.06'	17°W 48.67'	200-100	388.91	320.48	160.24
499	21.5.89	23:45	46°N 20.06'	17°W 48.67'	100-50	424.27	353.35	176.67
499	21.5.89	23:45	46°N 20.06'	17°W 48.67'	50-25	553.07	476.43	238.21
499	21.5.89	23:45	46°N 20.06'	17°W 48.67'	25-0	2387.20	2177.44	1088.72
						4460.85	3919.37	1959.69
IV. DE								
562	29.5.89	01:00	57°N 39.35'	22°W 00.84'	500-200	953.60	770.48	385.24
562	29.5.89	01:00	57°N 39.35'	22°W 00.84'	200-100	2409.39	1841.87	920.93
562	29.5.89	01:00	57°N 39.35'	22°W 00.84'	100-50	-	-	-
562	29.5.89	01:00	57°N 39.35'	22°W 00.84'	50-25	2056.64	1811.12	905.56
562	29.5.89	01:00	57°N 39.35'	22°W 00.84'	25-0	1989.97	1737.33	868.67
						7409.60	6160.80	3080.40
564	29.5.89	14:30	57°N 54.03'	22°W 04.18'	500-200	1772.69	1502.97	751.49
564	29.5.89	14:30	57°N 54.03'	22°W 04.18'	200-100	1099.65	831.20	415.60
564	29.5.89	14:30	57°N 54.03'	22°W 04.18'	100-50	603.15	392.64	196.32
564	29.5.89	14:30	57°N 54.03'	22°W 04.18'	50-25	928.08	636.96	305.89
564	29.5.89	14:30	57°N 54.03'	22°W 04.18'	25-0	1634.45	1301.76	640.00
						6038.03	4665.53	2300.30

STATION NR.	DATUM	UHRZEIT (UTC)	BREITE	LÄNGE	TIEFE [M]	TG [mg/m ²]	OS [mg/m ²]	KOHLENSTOFF [mg/m ²]
566	30.5.89	00:00	57°N 31.52'	22°W 10.41'	500-200	1646.68	1404.56	702.28
566	30.5.89	00:00	57°N 31.52'	22°W 10.41'	200-100	1037.17	724.80	348.79
566	30.5.89	00:00	57°N 31.52'	22°W 10.41'	100-50	672.83	359.20	167.77
566	30.5.89	00:00	57°N 31.52'	22°W 10.41'	50-25	779.71	587.39	292.69
566	30.5.89	00:00	57°N 31.52'	22°W 10.41'	25-0	2390.77	1889.60	944.80
						6527.16	4965.55	2456.23
569	30.5.89	15:45	57°N 46.00'	22°W 23.39'	500-200	1671.21	1421.84	710.92
569	30.5.89	15:45	57°N 46.00'	22°W 23.39'	200-100	878.67	652.32	326.16
569	30.5.89	15:45	57°N 46.00'	22°W 23.39'	100-50	478.28	296.72	148.36
569	30.5.89	15:45	57°N 46.00'	22°W 23.39'	50-25	790.99	593.63	296.81
569	30.5.89	15:45	57°N 46.00'	22°W 23.39'	25-0	2715.09	2150.13	1075.07
						6534.24	5114.64	2557.32
583	1.6.89	23:45	57°W 38.50'	23°W 05.20'	500-200	1864.40	1593.64	796.82
583	1.6.89	23:45	57°W 38.50'	23°W 05.20'	200-100	1776.43	1321.07	640.98
583	1.6.89	23:45	57°W 38.50'	23°W 05.20'	100-50	285.31	210.31	105.15
583	1.6.89	23:45	57°W 38.50'	23°W 05.20'	50-25	998.56	857.20	428.60
583	1.6.89	23:45	57°W 38.50'	23°W 05.20'	25-0	3140.43	2850.43	1425.21
						8065.12	6832.64	3396.77
586	2.6.89	18:00	57°N 39.09'	23°W 11.58'	500-200	2184.24	1898.20	949.10
586	2.6.89	18:00	57°N 39.09'	23°W 11.58'	200-100	582.61	382.05	191.03
586	2.6.89	18:00	57°N 39.09'	23°W 11.58'	100-50	542.59	319.99	159.99
586	2.6.89	18:00	57°N 39.09'	23°W 11.58'	50-25	815.47	520.19	246.39
586	2.6.89	18:00	57°N 38.97'	23°W 22.14'	25-0	2975.15	2375.79	1167.12
						7100.05	5496.21	2713.64
591	3.6.89	14:15	57°N 38.97'	23°W 22.14'	500-200	2620.59	2251.83	1125.91
591	3.6.89	14:15	57°N 38.97'	23°W 22.14'	200-100	751.36	358.48	179.24
591	3.6.89	14:15	57°N 38.97'	23°W 22.14'	100-50	745.49	403.69	201.85
591	3.6.89	14:15	57°N 39.37'	23°W 31.16'	50-25	1092.91	908.59	454.29
591	3.6.89	14:15	57°N 39.37'	23°W 31.16'	25-0	3423.84	2961.96	1480.98
						8634.19	6884.55	3442.27
593	4.6.89	00:00	57°N 39.37'	23°W 31.16'	500-200	2072.85	1721.41	860.71
593	4.6.89	00:00	57°N 39.37'	23°W 31.16'	200-100	978.99	669.51	334.75
593	4.6.89	00:00	57°N 39.37'	23°W 31.16'	100-50	1314.56	793.68	372.06
593	4.6.89	00:00	57°N 39.37'	23°W 31.16'	50-25	2323.20	1766.88	883.44
593	4.6.89	00:00	57°N 39.37'	23°W 31.16'	25-0	4204.48	3392.56	1696.28
						10894.08	8344.04	4147.24
596	4.6.89	14:00	57°N 40.27'	23°W 42.26'	500-200	2522.08	2338.00	1169.00
596	4.6.89	14:00	57°N 40.27'	23°W 42.26'	200-100	1060.80	615.60	288.96
596	4.6.89	14:00	57°N 40.27'	23°W 42.26'	100-50	1968.32	1347.52	649.70
596	4.6.89	14:00	57°N 40.27'	23°W 42.26'	50-25	1505.92	1180.56	590.28
596	4.6.89	14:00	57°N 40.27'	23°W 42.26'	25-0	5063.04	4358.72	2179.36
						12120.16	9840.40	4877.30
598	5.6.90	00:00	57°N 42.16'	23°W 50.28'	500-200	2608.24	2020.48	993.34
598	5.6.89	00:00	57°N 42.16'	23°W 50.28'	200-100	1444.59	997.76	469.21
598	5.6.89	00:00	57°N 42.16'	23°W 50.28'	100-50	1061.41	639.04	299.12
598	5.6.89	00:00	57°N 42.16'	23°W 50.28'	50-25	901.84	666.08	333.04
598	5.6.89	00:00	57°N 42.16'	23°W 50.28'	25-0	3143.37	2836.48	1418.24
						9159.45	7159.84	3512.95

STATION NR.	DATUM	UHRZEIT (UTC)	BREITE	LÄNGE	TIEFE [M]	TG [mg/m ²]	OS [mg/m ²]	KOHLENSTOFF [mg/m ²]
601	5.6.89	14.00	57°N 46.17'	24°W 00.92'	500-200	1331.27	934.72	467.36
601	5.6.89	14:00	57°N 46.17'	24°W 00.92'	200-100	1050.53	586.29	279.64
601	5.6.89	14:00	57°N 46.17'	24°W 00.92'	100-50	1774.99	1101.87	523.73
601	5.6.89	14:00	57°N 46.17'	24°W 00.92'	50-25	1445.68	1210.08	597.34
601	5.6.89	14:00	57°N 46.17'	24°W 00.92'	25-0	2719.57	2367.25	1183.63
						8322.04	6200.21	3051.70
606	6.6.89	18:00	57°N 58.42'	24°W 27.37'	500-200	2656.05	2270.45	1135.23
606	6.6.89	18:00	57°N 58.42'	24°W 27.37'	200-100	1021.20	594.72	279.07
606	6.6.89	18:00	57°N 58.42'	24°W 27.37'	100-50	1024.37	548.05	243.24
606	6.6.89	18:00	57°N 58.42'	24°W 27.37'	50-25	1608.35	1088.91	544.45
606	6.6.89	18:00	57°N 58.42'	24°W 27.37'	25-0	1888.50	1591.25	795.63
						8198.47	6093.38	2997.16
608	7.6.89	00:00	58°N 02.20'	24°W 32.12'	500-200	1357.31	1096.43	548.21
608	7.6.89	00:00	58°N 02.20'	24°W 32.12'	200-100	647.00	519.00	259.50
608	7.6.89	00:00	58°N 02.20'	24°W 32.12'	100-50	850.24	514.29	257.15
608	7.6.89	00:00	58°N 02.20'	24°W 32.12'	50-25	1966.72	1509.60	754.80
608	7.6.89	00:00	58°N 02.20'	24°W 32.12'	25-0	2525.33	2126.83	1063.41
						7346.60	5766.15	2883.07
611	7.6.89	14:00	58°N 09.08'	24°W 38.53'	500-200	2055.68	1736.72	868.36
611	7.6.89	14:00	58°N 09.08'	24°W 38.53'	200-100	560.69	292.91	146.45
611	7.6.89	14:00	58°N 09.08'	24°W 38.53'	100-50	1082.77	721.87	360.93
611	7.6.89	14:00	58°N 09.08'	24°W 38.53'	50-25	1318.56	1008.64	504.32
611	7.6.89	14:00	58°N 09.08'	24°W 38.53'	25-0	1343.20	1093.87	536.36
						6360.91	4854.00	2416.43
616	8.6.89	14:30	58°N 20.99'	24°W 37.83'	500-200	1940.24	1680.00	840.00
616	8.6.89	14:30	58°N 20.99'	24°W 37.83'	200-100	751.92	492.80	246.40
616	8.6.89	14:30	58°N 20.99'	24°W 37.83'	100-50	718.40	516.48	258.24
616	8.6.89	14:30	58°N 20.99'	24°W 37.83'	50-25	413.20	320.64	160.32
616	8.6.89	14:30	58°N 20.99'	24°W 37.83'	25-0	2217.92	1802.88	901.44
						6041.68	4812.80	2406.40

Tab. B Chlorophyll-Werte

III D.E.

46°N

ST. N°	TIEFE [m]	Chl. a ug/l	TG mg/m ³	Chl. -a mgC/m ³	Mesozoopl. mgC/m ³	ZPPC
436	25	0.08	59.08	2.27	23.63	9.59
437	25	0.08	62.12	2.39	24.85	9.60
437	0	0.02	29.88	0.52	11.95	4.31
445	100	0.02	14.06	0.55	5.62	9.71
447	100	0.01	12.60	0.29	5.04	5.83
447	50	0.02	17.21	0.51	6.88	7.40
450	50	0.01	6.04	0.26	2.42	10.96
450	25	0.04	43.01	1.19	17.20	6.94
450	0	0.02	54.76	0.49	21.90	2.25
452	200	0.00	3.35	0.02	1.34	1.36
452	100	0.01	9.61	0.17	3.84	4.47
452	50	0.01	16.65	0.39	6.66	5.82
452	25	0.06	48.56	1.88	19.42	9.66
455	100	0.00	8.13	0.08	3.25	2.34
455	50	0.02	18.41	0.59	7.36	8.02
455	25	0.02	53.14	0.60	21.26	2.81
455	0	0.03	93.07	0.85	37.23	2.27
462	100	0.00	9.64	0.15	3.86	3.87
462	50	0.00	1.19	0.10	0.48	19.99
482	100	0.00	16.98	0.06	6.79	0.94
490	50	0.01	35.01	0.24	14.00	1.69
				Mittelwert		5.65
				Standardabw.		4.55

IV D.E.

58°N

564	100	0.00	11.00	0.09	4.40	2.07
564	25	0.03	37.12	0.50	14.85	3.39
564	0	0.02	65.38	0.44	26.15	1.66
566	100	0.01	10.37	0.14	4.15	3.28
566	50	0.01	13.46	0.24	5.38	4.40
566	25	0.00	31.19	0.04	12.48	0.35
566	0	0.00	95.63	0.00	38.25	0.00
583	100	0.01	17.76	0.20	7.10	2.76
586	25	0.03	32.62	0.55	13.05	4.20
586	0	0.04	119.01	0.83	47.60	1.75
593	50	0.02	26.29	0.50	10.52	4.71
596	100	0.01	10.61	0.19	4.24	4.44
596	50	0.02	39.37	0.48	15.75	3.06
598	200	0.00	8.69	0.06	3.48	1.62
598	100	0.01	14.45	0.30	5.78	5.13
598	50	0.02	21.23	0.41	8.49	4.81
601	100	0.01	10.51	0.14	4.20	3.22
601	50	0.03	35.50	0.54	14.20	3.84
601	25	0.02	57.83	0.31	23.13	1.34
606	100	0.01	10.21	0.18	4.08	4.48
606	50	0.03	20.49	0.62	8.20	7.51
611	25	0.02	52.74	0.42	21.10	2.00
				Mittelwert		3.18
				Standardabw.		1.72

Tab. C. Mesozooplankton-Abundanz

Gruppe	St. 440 17:30 U.					St. 447 23:30 U.				
	n/m ³	n/m ³	n/m ³	n/m ³	n/m ³	n/m ³	n/m ³	n/m ³	n/m ³	n/m ³
Tiefenstufe	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
Calanoide	1360	1249	159	113	34	1861	1047	392	221	59
Calanoide Copepoditen	1425	1929	224	143	80	2329	1691	347	222	73
Oithonide	131	422	47	44	15	281	445	92	48	20
Oithonode Copepoditen	70	1040	133	51	5	843	983	212	172	14
Oncaeide	8	90	13	14	16	0	70	34	11	11
Oncaeide Copepoditen	0	25	5	0	2	23	23	6	7	6
Microsetella norvegica	0	0	6	0	0	70	35	7	7	0
Copepoden-Nauplien	111	262	49	6	3	211	105	28	9	3
Foraminiferen	106	209	29	10	3	281	263	151	45	7
Appendicularien	0	487	184	40	1	843	667	236	103	3
Salpen	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2
Chaetognathen	0	0	4	4	3	0	6	1	5	2
Amphipoden	332	4	0	0	0	0	6	0	0	0
Ostracoden	0	16	4	6	6	0	12	6	2	6
Polychaeten	0	0	0	0	4	0	6	1	1	2
Siphonophoren	0	8	0	9	1	23	0	22	7	1
Eier	33	0	0	0	2	23	6	13	0	0
Mollusken	3	4	0	0	0	0	12	0	0	0
Crustaceen Larven	12	233	1	0	0	152	170	0	0	0
	3591	5980	859	440	177	6940	5547	1548	860	210

Gruppe	St. 465 15:30 U.					St. 467 23:45 U.				
	n/m ³	n/m ³	n/m ³	n/m ³	n/m ³	n/m ³	n/m ³	n/m ³	n/m ³	n/m ³
Tiefenstufe	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
Calanoide	2657	3218	247	148	45	2608	594	242	160	59
Calanoide Copepoditen	5360	4939	413	201	47	3659	543	186	119	71
Oithonide	269	445	70	31	8	594	143	56	33	38
Oithonode Copepoditen	480	866	140	24	5	812	75	19	16	16
Oncaeide	0	23	12	13	11	20	3	9	9	14
Oncaeide Copepoditen	0	0	16	0	2	27	3	0	4	5
Microsetella norvegica	0	12	0	0	0	34	10	2	1	0
Copepoden-Nauplien	47	129	28	9	4	123	10	9	3	7
Foraminiferen	129	152	37	38	4	266	31	12	3	7
Appendicularien	257	632	22	0	1	225	79	12	10	1
Salpen	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3
Chaetognathen	0	0	0	3	1	0	0	2	3	1
Amphipoden	0	0	0	9	0	27	3	0	0	0
Ostracoden	0	0	1	3	2	7	14	0	2	3
Polychaeten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Siphonophoren	0	0	0	3	1	7	24	7	4	3
Eier	47	0	0	0	0	75	0	3	0	0
Mollusken	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Crustaceen Larven	23	59	37	9	1	34	14	5	1	0
	9269	10474	1023	492	132	8520	1546	563	368	231

1= 200-500m

2= 100-200m

3= 50-100m

4= 25-50m

5= 0-25m

Gruppe Tiefenstufe	St. 477 23:00 U.					St. 480 13:20 U.				
	n/m ³ 5	n/m ³ 4	n/m ³ 3	n/m ³ 2	n/m ³ 1	n/m ³ 5	n/m ³ 4	n/m ³ 3	n/m ³ 2	n/m ³ 1
Calanoide	5161	1256	222	92	59	2646	1339	655	246	73
Calanoide Copepoditen	7455	1072	263	226	71	2720	946	1282	540	63
Oithonide	690	137	80	33	38	647	164	176	52	31
Oithonode Copepoditen	1545	423	111	43	16	541	512	344	69	13
Oncaeide	12	14	15	9	14	0	16	57	25	16
Oncaeide Copepoditen	12	27	17	3	5	8	61	61	11	5
Microsetella norvegica	0	14	0	3	0	16	0	0	2	0
Copepoden-Nauplien	234	48	3	4	7	49	143	119	4	3
Foraminiferen	421	307	39	24	7	582	135	41	29	11
Appendicularien	199	137	22	9	1	147	127	127	3	0
Salpen	0	0	0	0	3	0	0	0	0	1
Chaetognathen	0	7	0	3	1	0	4	4	6	1
Amphipoden	23	0	0	0	0	25	4	0	0	0
Ostracoden	0	14	10	0	3	0	8	8	1	7
Polychaeten	0	7	2	1	3	0	4	0	1	3
Siphonophoren	0	0	24	5	3	8	12	4	14	2
Eier	0	0	5	2	0	41	0	12	0	0
Mollusken	0	0	0	0	0	57	0	0	0	0
Crustaceen Larven	164	20	10	5	0	25	49	90	34	0
	15916	3482	824	462	231	7512	3527	2982	1036	230

Gruppe	St. 490 16:00 U.					St. 499 23:30 U.				
	n/m ³ 5	n/m ³ 4	n/m ³ 3	n/m ³ 2	n/m ³ 1	n/m ³ 5	n/m ³ 4	n/m ³ 3	n/m ³ 2	n/m ³ 1
Calanoide	7607	2563	553	87	85	11403	545	88	142	78
Calanoide Copepoditen	12756	1451	652	16	82	19956	1303	135	441	74
Oithonide	2247	152	225	31	34	2327	381	91	65	43
Oithonode Copepoditen	1428	456	246	45	25	3310	422	46	46	8
Oncaeide	0	12	12	8	17	0	20	5	6	24
Oncaeide Copepoditen	0	12	32	2	5	0	37	3	12	6
Microsetella norvegica	23	0	3	1	2	98	29	4	3	1
Copepoden-Nauplien	140	47	149	1	3	688	12	0	2	1
Foraminiferen	632	445	67	13	25	1343	164	18	24	26
Appendicularien	94	129	76	11	4	98	20	2	5	1
Salpen	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
Chaetognathen	0	0	6	1	2	0	0	1	4	5
Amphipoden	23	0	3	0	0	0	0	3	2	0
Ostracoden	23	0	6	1	3	0	0	6	4	7
Polychaeten	0	0	0	0	3	0	0	0	0	2
Siphonophoren	0	12	3	3	1	0	4	1	6	1
Eier	23	12	3	0	0	0	8	0	2	1
Mollusken	0	23	3	0	1	0	0	0	0	1
Crustaceen Larven	0	47	9	9	0	459	45	0	0	0
	24997	5360	2048	230	295	39682	2990	404	765	280

1= 200-500m

2= 100-200m

3= 50-100m

4= 25-50m

5= 0-25m

St.440

St.447

	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
<i>Euchirella</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Heterostylites major</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>H. longicornis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Haloptilus validus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>H. acutifrons</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>H. spinifrons</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scoliceithricella minor</i>	0	0	0	0	0	0	6	0	1	0
<i>S. dentata</i>	0	0	0	0	0	0	12	0	0	1
<i>S. ovata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Undeuchaeta plumosa</i>	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0
<i>U. major</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gaetanus minor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>G. tenuispinus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lucicutia atlantica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>L. flavicornis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Augaptilus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Aetideus armatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scaphocalanus major</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>S. echinatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Calanoide Copepoditen	754	1561	1	32	47	655	509	76	49	14
<i>O. plumifera</i>	0	98	8	3	3	35	41	26	20	9
<i>O. setigera</i>	0	78	23	26	5	12	123	18	16	3
<i>O. similis</i>	78	98	115	3	0	152	193	23	10	0
<i>O. nana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oithona</i> sp.	8	20	4	0	5	12	0	0	0	1
<i>Oithona</i> spp. Männchen	45	115	13	6	2	70	88	25	1	3
<i>Oithona</i> spp. Copepoditen	70	1040	133	64	9	843	983	212	172	14
<i>Oncaea conifera</i>	0	45	6	0	2	0	29	1	0	1
<i>O. similis</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0	7
<i>O. ornatata</i>	0	0	0	0	0	0	12	3	0	0
<i>O. mediterranea</i>	0	12	0	0	0	0	0	4	0	0
<i>O. notopus</i>	0	0	0	3	2	0	0	0	3	0
<i>O. curta</i>	4	0	0	0	0	0	0	0	3	0
<i>O. minuta</i>	0	0	0	1	0	23	6	0	0	0
<i>O. subtilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>O. dentipes</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Oncaea</i> sp.	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Conocaea gracilis</i>	0	0	4	0	0	0	0	0	1	0
<i>Oncaea</i> spp. Männchen	0	4	4	3	0	0	35	19	1	3
<i>Oncaea</i> spp. Copepoditen	0	0	5	5	0	0	18	6	7	4
<i>Lubbockia squillimana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Corina granulosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ratania flava</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Clytemnestra scutelata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mormonilla phasma</i>	0	0	0	4	0	0	0	0	0	1
<i>Microsetella norvegica</i>	0	0	0	0	0	70	35	7	9	0

1= 200-500m

2= 100-200m

3= 50-100m

4= 25-50m

5= 0-25m

St.465

St.467

	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
Euchirella sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Heterostylites major	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H.longicornis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Haloptilus validus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H.acutifrons	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H.spinifrons	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Scolicithricella minor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S.dentata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S.ovata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Undeuchaeta plumosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
U.major	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gaetanus minor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G.tenuispinus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lucicutia atlantica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L.flavicornis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Augaptilus sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aetideus armatus	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Scaphocalanus major	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S.echinatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Calanoide Copepoditen	492	1428	158	38	9	464	34	87	41	12
O. plumifera	12	94	18	7	3	130	58	31	21	9
O. setigera	0	12	9	2	1	7	20	2	0	0
O. similis	211	176	35	12	1	321	61	26	6	0
O. nana	23	94	0	0	0	82	0	0	0	0
Oithona sp.	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0
Oithona spp. Männchen	12	70	9	8	0	61	3	0	0	2
Oithona spp. Copepoditen	503	749	140	22	5	785	79	32	16	5
Oncaea conifera	0	0	7	0	2	0	0	2	0	2
O. similis	0	0	1	4	2	0	3	0	4	5
O.ornatata	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
O.mediterranea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O.notopus	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
O.curta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O.minuta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O.subtilis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O.dentipes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oncaea sp.	0	23	3	1	0	0	0	3	1	1
Conocaea gracilis	0	0	0	0	1	0	0	2	3	1
Oncaea spp. Männchen	0	0	1	8	4	82	3	2	0	1
Oncaea spp. Copepoditen	0	0	16	0	2	27	3	9	4	3
Lubbockia squillimana	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corina granulosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ratania flava	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Clytemnestra scutelata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Mormonilla phasma	0	0	0	4	2	0	0	0	0	0
Microsetella norvegica	0	0	0	0	0	55	3	2	1	0

1= 200-500m

2= 100-200m

3= 50-100m

4= 25-50m

5= 0-25m

St.477

St.480

	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
<i>Euchirella</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Heterostylites major</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>H. longicornis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Haloptilus validus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>H. acutifrons</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>H. spinifrons</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scolicithricella minor</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>S. dentata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>S. ovata</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Undeuchaeta plumosa</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1
<i>U. major</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gaetanus minor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>G. tenuispinus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lucicutia atlantica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>L. flavicornis</i>	0	0	2	0	0	0	0	4	0	0
<i>Augaptilus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aetideus armatus</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scaphocalanus major</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>S. echinatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Calanoide Copepoditen	480	184	82	73	21	295	201	274	77	12
<i>O. plumifera</i>	59	61	39	23	7	41	66	82	32	22
<i>O. setigera</i>	12	20	5	4	1	8	37	0	2	1
<i>O. similis</i>	386	7	22	1	0	385	20	20	6	4
<i>O. nana</i>	82	14	2	0	0	180	4	49	6	0
<i>Oithona</i> sp.	12	0	0	0	0	0	12	0	0	0
<i>Oithona</i> spp. Männchen	129	20	12	1	0	82	25	25	5	2
<i>Oithona</i> spp. Copepoditen	1545	423	113	35	10	541	512	344	69	13
<i>Oncaea conifera</i>	0	0	0	1	0	0	4	16	5	2
<i>O. similis</i>	0	0	2	5	1	0	4	0	4	8
<i>O. ornatata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>O. mediterranea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>O. notupus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>O. curta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>O. minuta</i>	0	0	0	2	0	0	8	0	0	0
<i>O. subtilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>O. dentipes</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Oncaea</i> sp.	12	0	0	0	0	0	0	4	0	1
<i>Conocaea gracilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oncaea</i> spp. Männchen	12	14	14	3	1	8	0	37	13	4
<i>Oncaea</i> spp. Copepoditen	12	27	17	3	1	0	61	61	11	5
<i>Lubbockia squillimana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Corina granulosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ratania flava</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Clytemnestra scutelata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Mormonilla phasma</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	1	1
<i>Microsetella norvegica</i>	0	14	0	3	1	16	0	0	2	0

1= 200-500m

2= 100-200m

3= 50-100m

4= 25-50m

5= 0-25m

St.490

St.499

	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
Euchirella sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Heterostylites major	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
H.longicornis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Haloptilus validus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H.acutifrons	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H.spinifrons	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Scolicithricella minor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S.dentata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S.ovata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Undeuchaeta plumosa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
U.major	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gaetanus minor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G.tenuispinus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lucicutia atlantica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L.flavicornis	0	0	0	0	0	0	43	0	0	1
Augaptilus sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aetideus armatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Scaphocalanus major	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S.echinatus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Calanoide Copepoditen	1896	199	176	48	15	3408	1753	17	39	20
O. plumifera	94	47	73	11	14	33	556	24	22	25
O. setigera	304	59	47	10	7	0	855	46	24	7
O. similis	1264	47	108	7	1	1016	941	8	6	1
O. nana	374	0	0	0	1	688	1069	8	0	0
Oithona sp.	0	0	6	4	1	197	171	0	1	3
Oithona spp. Männchen	304	0	18	1	7	426	385	5	5	5
Oithona spp. Copepoditen	1428	456	246	45	25	3310	4403	45	46	8
Oncaea conifera	0	0	3	3	1	0	43	3	2	2
O. similis	0	0	0	1	3	0	0	1	2	6
O.ornatata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O.mediterranea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
O.notopus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O.curta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O.minuta	0	0	0	0	0	0	43	0	0	0
O.subtilis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
O.dentipes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Oncaea sp.	0	0	3	0	0	0	0	0	0	1
Conocaea gracilis	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1
Oncaea spp. Männchen	0	12	3	4	5	0	0	1	2	5
Oncaea spp. Copepoditen	0	12	32	2	6	0	385	3	12	10
Lubbockia squillimana	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corina granulosa	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Ratania flava	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Clytemnestra scutelata	0	0	0	0	0	0	43	0	0	0
Mormonilla phasma	0	0	0	2	2	0	0	0	0	3
Microsetella norvegica	23	0	3	1	2	66	257	3	3	1

1= 200-500m

2= 100-200m

3= 50-100m

4= 25-50m

5= 0-25m

Tab. D Fortsetzung

Copepoden-Arten/Station	St.564					St.566				
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
Tiefenstufe										
<i>Calanus finmarchicus</i>	508	82	4	31	7	833	48	7	17	7
<i>Scolicithricella minor</i>	8	0	10	14	1	0	0	5	9	2
<i>S.ovata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
<i>Spinocalanus abyssalis</i>	0	0	0	0	5	0	0	0	0	3
<i>Spinocalanus sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Spinocalanus spp. Coppditen</i>	0	0	0	0	5	0	0	0	0	3
<i>Microcalanus pusillus</i>	82	168	106	258	155	109	61	241	398	153
<i>Euchaeta norvegica</i>	0	8	8	2	3	14	34	22	5	2
<i>Metridia lucens</i>	0	49	0	6	6	14	27	14	12	7
<i>M.longa</i>	8	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Mesocalanus tenuicornis</i>	8	0	0	0	0	0	0	2	0	0
<i>Calocalanus styliremis</i>	0	29	2	0	0	0	0	0	3	0
<i>C.pavoninus</i>	0	0	6	0	0	0	27	5	0	0
<i>Clausocalanus furcatus</i>	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>C.pergens</i>	0	0	0	0	3	41	14	2	2	1
<i>Clausocalanus sp.</i>	0	4	2	0	1	0	0	0	0	0
<i>Rhincalanus nasutus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Heterorhabdus norvegicus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>H.clausii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Heterostylites major</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pleuromamma robusta</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	2	5
<i>P.gracilis</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Pseudocalanus elongatus</i>	16	0	0	0	0	0	0	2	0	0
<i>Paracalanus parvus</i>	16	12	0	0	0	14	14	0	0	0
<i>Ctenocalanus vanus</i>	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0
<i>Acartia sp.</i>	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0
<i>Aetidius armatus</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	2	1
<i>Candacia sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Euchirella sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Getanus tenuispinus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Undeuchaeta sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lucicutia flavicornis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Centropages sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Calanoide Copepoditen	66	61	16	8	7	41	20	17	2	2
Calanoiden-Nauplien	623	57	27	6	5	451	123	27	10	4
<i>Oithona plumifera</i>	33	8	2	41	8	0	41	43	106	16
<i>O.similis</i>	1171	602	180	158	2	2144	437	32	118	1
<i>O. fallax</i>	147	25	0	12	0	833	0	0	0	0
<i>Oithona spp. Männchen</i>	238	156	6	379	4	369	123	34	24	19
<i>Oithona spp. Copepoditen</i>	2490	1106	338	526	26	2976	1051	271	546	39

St.564

st.566

	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
<i>Oncaea conifera</i>	0	4	8	6	5	0	0	3	0	3
<i>O. borealis</i>	8	12	4	10	0	0	20	3	5	0
<i>O. similis</i>	0	4	0	0	0	0	0	2	0	3
<i>O. notopus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>O. dentipes</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>O. ornata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oncaea</i> sp. 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oncaea</i> sp. 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oncaea</i> spp. Männchen	0	0	0	0	0	0	0	5	10	5
<i>Oncaea</i> spp. Copepoditen	0	0	0	0	0	0	27	58	89	27
<i>Conocaea gracilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Clytemnestra scutellata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Momonilla phasma</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Microsetella norvegica</i>	0	4	0	2	0	0	20	12	7	2

1= 200-500m

2= 100-200m

3= 50-100m

4= 25-50m

5= 0-25m

Tab. D Fortsetzung

Copepoden-Arten/Station	St.593					St.596				
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
Tiefenstufe	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
<i>Calanus finmarchicus</i>	1042	48	31	5	12	1896	287	48	3	12
<i>Scolicithricella minor</i>	0	3	12	3	1	0	0	3	3	2
<i>S.ovata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Spinocalanus abyssalis</i>	0	0	0	0	3	0	0	0	0	2
<i>Spinocalanus sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Spinocalanus spp. Copepoditen</i>	0	0	0	1	4	0	0	0	0	2
<i>Microcalanus pusillus</i>	82	133	183	148	127	47	55	96	142	123
<i>Euchaeta norvegica</i>	23	3	3	3	5	0	14	10	3	8
<i>Metridia lucens</i>	47	65	77	8	6	0	27	51	11	7
<i>M.longa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mesocalanus tenuicornis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Calocalanus styliremis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>C.pavoninus</i>	0	10	9	3	0	12	0	10	0	0
<i>Clausocalanus furcatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>C.pergens</i>	23	7	2	1	2	0	0	0	3	0
<i>Clausocalanus sp.</i>	0	3	0	1	1	23	27	0	0	2
<i>Rhincalanus nasutus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Heterorhabdus norvegicus</i>	0	0	0	1	2	0	0	0	0	4
<i>H.clausii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Heterostylites major</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Pleuromamma robusta</i>	0	0	0	3	0	0	0	0	1	1
<i>P.gracilis</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
<i>Pseudocalanus elongatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paracalanus parvus</i>	117	20	0	1	0	59	14	0	0	0
<i>Ctenocalanus vanus</i>	0	3	12	1	0	0	0	0	0	0
<i>Acartia sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aetidius armatus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Candacia sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Euchirella sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Getanus tenuispinus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Undeuchaeta sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lucicutia flavicornis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Centropages sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Calanoide Copepoditen	129	20	9	12	10	12	14	0	0	9
Calanoiden-Nauplien	515	171	29	15	6	105	55	92	14	9
<i>Oithona plumifera</i>	0	65	138	45	17	23	27	92	38	19
<i>O.similis</i>	3476	212	7	0	1	2902	1679	137	0	1
<i>O.fallax</i>	222	119	26	4	1	23	355	96	2	0
<i>Oithona spp. Männchen</i>	702	133	20	12	5	620	123	38	14	2
<i>Oithona spp. Copepoditen</i>	4084	1359	529	147	26	3569	3236	1212	159	27

St. 593

St. 596

	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
<i>Oncaea conifera</i>	0	3	2	3	4	0	14	0	1	2
<i>O. borealis</i>	35	14	9	1	2	23	96	10	3	1
<i>O. similis</i>	0	0	0	0	3	12	0	0	0	2
<i>O. notopus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>O. dentipes</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>O. ornata</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Oncaea</i> sp. 1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Oncaea</i> sp. 2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Oncaea</i> spp. Männchen	12	10	5	5	13	0	0	3	3	10
<i>Oncaea</i> spp. Copepoditen	23	160	80	40	23	12	41	65	44	32
<i>Conocaea gracilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Clytemnestra scutellata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Momonilla phasma</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Microsetella norvegica</i>	176	34	22	4	0	12	27	20	2	0

1= 200-500m

2= 100-200m

3= 50-100m

4= 25-50m

5= 0-25m

Tab. D Fortsetzung

Copepoden-Arten/Station	St.608					St.611				
	Tiefenstufe	5	4	3	2	1	5	4	3	2
<i>Calanus finmarchicus</i>	375	232	31	5	6	334	51	41	23	3
<i>Scolicithricella minor</i>	0	0	3	9	1	0	0	3	31	0
<i>S.ovata</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Spinocalanus abyssalis</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
<i>Spinocalanus sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Spinocalanus spp. Coppediten</i>	0	0	0	0	4	0	0	7	0	3
<i>Microcalanus pusillus</i>	27	222	169	165	73	23	38	111	868	42
<i>Euchaeta norvegica</i>	27	14	17	2	0	0	7	0	31	4
<i>Metridia lucens</i>	191	461	128	8	3	23	184	94	131	4
<i>M.longa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mesocalanus tenuicornis</i>	0	0	2	1	0	0	0	5	0	0
<i>Calocalanus styliremis</i>	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
<i>C.pavoninus</i>	20	24	10	1	0	6	38	7	15	0
<i>Clausocalanus furcatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>C.pergens</i>	34	3	3	2	1	18	17	5	0	2
<i>Clausocalanus sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rhincalanus nasutus</i>	0	3	0	0	0	0	0	2	0	0
<i>Heterorhabdus norvegicus</i>	7	0	2	0	0	0	3	0	0	1
<i>H.clausii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Heterostylites major</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pleuromma robusta</i>	0	0	0	0	3	0	3	2	0	1
<i>P.gracilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pseudocalanus elongatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paracalanus pervus</i>	198	7	0	0	0	135	85	3	0	0
<i>Ctenocalanus vanus</i>	7	10	14	2	0	0	3	24	8	0
<i>Acartia sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aetidius armatus</i>	0	0	3	0	0	0	0	2	0	0
<i>Candacia sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Euchirella sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Getanus tenuispinus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Undeuchaeta sp.</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
<i>Lucicutia flavicornis</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Centropages sp.</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Calanoide Copepoditen	61	68	14	1	3	18	34	2	8	3
Calanoiden-Nauplien	239	253	51	26	3	205	177	90	292	2
<i>Oithona plumifera</i>	20	96	90	61	20	12	41	48	276	20
<i>O.similis</i>	1768	75	10	6	0	2206	461	41	15	1
<i>O. fallax</i>	396	27	0	0	0	334	150	2	0	0
<i>Oithona spp. Männchen</i>	437	41	15	12	5	427	99	7	84	2
<i>Oithona spp. Copepoditen</i>	5393	1195	524	180	19	2329	3434	428	1183	16

St.608

St.611

	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
<i>Oncaea conifera</i>	0	0	2	0	1	6	0	2	8	1
<i>O. borealis</i>	48	34	0	1	0	59	48	12	8	1
<i>O. similis</i>	0	0	5	0	4	0	0	0	0	3
<i>O. notopus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>O. dentipes</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>O. ornata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oncaea sp. 1</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oncaea sp. 2</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Oncaea spp. Männchen</i>	14	20	7	2	10	12	20	7	23	3
<i>Oncaea spp. Copepoditen</i>	68	109	79	32	13	18	96	102	369	6
<i>Conococaea gracilis</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Clytemnestra scutellata</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Momonilla phasma</i>	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Microsetella norvegica</i>	594	102	20	8	2	6	31	15	23	1

1= 200-500m

2= 100-200m

3= 50-100m

4= 25-50m

5= 0-25m

Tab. E Mesozooplankton-Abundanz in den größenfraktionierten Proben
(Ind./m³)

III D.E.

St.

450

16:30 U.

Größenfraktionen	0-25m				25-50m				
	1	2	3	4	1	2	3	4	
Calanoide	2408	440	111	696	2261	967	319	242	1= 200-500µm
Cyclopoide	279	25	31	252	696	90	100	129	2= 500-750µm
Oncaeide	0	0	0	2	66	25	0	2	3= 750-1000µm
Copepoden-Nauplien	82	8	2	8	197	49	18	12	4= 1000-2000µm
Harpacticiden	0	0	0	0	0	0	0	0	
Appendicularien	98	43	33	104	180	86	82	70	
Andere	66	6	6	10	156	29	70	98	
	2933	522	182	1073	3555	1245	590	553	

Größenfraktionen	50-100m				100-200m				
	1	2	3	4	1	2	3	4	
Calanoide	198	62	16	25	294	70	76	53	1= 200-500µm
Cyclopoide	65	14	18	22	73	5	28	28	2= 500-750µm
Oncaeide	10	1	1	0	39	3	2	2	3= 750-1000µm
Copepoden-Nauplien	29	1	0	0	11	0	0	0	4= 1000-2000µm
Harpacticiden	0	0	0	0	0	0	0	0	
Appendicularien	15	10	15	26	12	1	19	31	
Andere	19	8	5	7	7	2	12	20	
	337	97	55	80	436	81	136	134	

Größenfraktionen	200-500m				
	1	2	3	4	
Calanoide	56	18	17	6	1= 200-500µm
Cyclopoide	16	8	2	1	2= 500-750µm
Oncaeide	10	3	0	0	3= 750-1000µm
Copepoden-Nauplien	2	0	0	0	4= 1000-2000µm
Harpacticiden	0	0	0	0	
Appendicularien	1	1	0	1	
Andere	4	3	2	4	
	88	33	22	12	

St. 452

23:30 U.

Größenfraktionen	0-25m				25-50m				
	1	2	3	4	1	2	3	4	
Calanoide	2188	799	116	67	2645	685	255	73	1= 200-500µm
Cyclopoide	386	76	9	6	854	79	133	10	2= 500-750µm
Oncaeide	12	18	3	1	70	26	9	0	3= 750-1000µm
Copepoden-Nauplien	105	18	3	0	304	9	9	1	4= 1000-2000µm
Harpacticiden	0	3	0	0	0	0	0	1	
Appendicularien	164	64	16	10	35	44	59	13	
Andere	129	53	23	15	316	50	20	23	
	2984	1030	170	99	4225	892	484	123	

Größenfraktionen	50-100m				100-200m				
	1	2	3	4	1	2	3	4	
Calanoide	249	249	78	21	303	85	13	6	1= 200 - 500um
Cyclopoide	107	59	27	9	118	14	8	4	2= 500 - 750um
Oncaeide	4	9	2	0	7	4	0	0	3= 750 - 1000um
Copepoden-Nauplien	26	7	1	0	4	0	0	0	4= 1000-2000um
Harpacticiden	3	1	0	0	1	0	0	0	
Appendicularien	18	31	42	16	17	5	10	5	
Andere	23	22	5	13	20	4	4	11	
	430	377	155	59	470	113	36	26	

Größenfraktionen	200-500m				
	1	2	3	4	
Calanoide	56	21	14	5	1= 200-500um
Cyclopoide	15	6	2	2	2= 500-750um
Oncaeide	8	3	1	0	3= 750-1000um
Copepoden-Nauplien	3	0	0	0	4= 1000-2000um
Harpacticiden	0	0	0	0	
Appendicularien	1	1	2	2	
Andere	8	3	3	2	
	91	33	22	12	

IV D.E.

St.

569

15:45 U.

0-25m

Größenfraktionen	0-25m				25-50m				
	1	2	3	4	1	2	3	4	
Calanoide	55	43	36	256	184	25	12	37	1= 200-500um
Cyclopoide	2560	544	83	70	945	104	34	16	2= 500-750um
Oncaeide	7	3	1	0	75	5	1	0	3= 750-1000um
Copepoden-Nauplien	348	39	0	0	79	0	0	0	4= 1000-2000um
Harpacticiden	0	0	0	0	0	0	0	1	
Appendicularien	20	10	11	32	51	12	8	5	
Andere	157	48	58	84	106	26	10	12	
	3147	688	189	442	1440	172	64	71	

Größenfraktionen	50-100m				100-200m				
	1	2	3	4	1	2	3	4	
Calanoide	106	7	10	13	109	11	3	8	1= 200-500um
Cyclopoide	358	92	83	3	493	116	34	3	2= 500-750um
Oncaeide	27	8	1	0	63	14	0	0	3= 750-1000um
Copepoden-Nauplien	10	0	0	0	2	0	0	0	4= 1000-2000um
Harpacticiden	3	1	0	0	0	0	0	0	
Appendicularien	3	3	9	1	7	1	1	1	
Andere	154	15	13	7	167	22	24	1	
	662	125	117	24	841	164	62	13	

200-500m					
Größenfraktionen	1	2	3	4	
Calanoide	179	9	7	11	1= 200-500um
Cyclopoide	99	20	11	0	2= 500-750um
Oncaeide	36	5	1	0	3= 750-1000um
Copepoden-Nauplien	2	0	0	0	4= 1000-2000um
Harpacticiden	0	0	0	0	
Appendicularien	1	1	2	1	
Andere	14	6	9	2	
	331	40	30	14	

St.

583

23:45 U.

0-25m				25-50m					
Größenfraktionen	1	2	3	4	1	2	3	4	
Calanoide	222	73	129	693	58	5	7	70	1= 200-500um
Cyclopoide	3441	360	143	15	1215	230	55	11	2= 500-750um
Oncaeide	23	12	0	0	31	25	1	0	3= 750-1000um
Copepoden-Nauplien	257	18	0	0	3	0	0	0	4= 1000-2000um
Harpacticiden	35	0	3	0	7	2	1	1	
Appendicularien	70	6	15	3	10	4	3	0	
Andere	164	61	91	88	116	52	13	35	
	4213	530	380	799	1440	318	81	117	

50-100m				100-200m					
Größenfraktionen	1	2	3	4	1	2	3	4	
Calanoide	51	8	3	13	166	14	5	29	1= 200-500um
Cyclopoide	151	76	15	4	199	166	33	2	2= 500-750um
Oncaeide	6	8	1	0	33	17	1	0	3= 750-1000um
Copepoden-Nauplien	2	1	0	0	10	0	0	0	4= 1000-2000um
Harpacticiden	1	0	0	0	1	0	0	0	
Appendicularien	3	3	1	1	8	2	0	0	
Andere	9	17	5	6	55	31	3	8	
	224	113	24	24	471	230	42	39	

200-500m					
Größenfraktionen	1	2	3	4	
Calanoide	103	11	3	12	1= 200-500um
Cyclopoide	22	5	1	0	2= 500-750um
Oncaeide	22	8	0	0	3= 750-1000um
Copepoden-Nauplien	5	0	0	0	4= 1000-2000um
Harpacticiden	1	0	0	0	
Appendicularien	1	1	1	1	
Andere	9	3	2	3	
	162	29	8	17	

Tab. F Mesozooplankton-Trockengewicht und- Kohlenstoff in den
größenfraktionierten Proben

St. 450
16:30 U.

Fraktion	TG (mg/m ³)	Gew./Org (mg)								
200-500	13.84	0.004	14.11	0.004	11.38	0.03	2.15	0.005	0.40	0.005
500-750	20.14	0.04	25.62	0.02	9.39	0.10	1.97	0.02	0.67	0.02
750-1.0	9.87	0.05	22.88	0.04	9.81	0.18	2.31	0.02	0.74	0.03
1.0-2.0	45.49	0.04	24.25	0.04	28.39	0.35	3.54	0.02	1.53	0.13
	89.34		86.87		58.97		9.97		3.34	

St. 452
23:30 U.

Fraktion	TG (mg/m ³)	Gew./Org (mg)								
200-500	14.46	0.005	25.59	0.006	2.52	0.006	1.79	0.004	0.38	0.004
500-750	36.73	0.04	29.50	0.03	5.08	0.01	2.18	0.02	0.74	0.02
750-1.0	25.98	0.15	34.97	0.07	5.50	0.04	2.12	0.06	1.26	0.06
1.0-2.0	35.16	0.35	33.80	0.28	11.75	0.20	5.65	0.21	2.62	0.23
	118.08		123.85		24.85		11.73		5.01	

St. 569
15:45 U.

Fraktion	TG (mg/m ³)	Gew./Org (mg)								
200-500	6.28	0.002	7.00	0.005	2.62	0.004	2.59	0.003	1.23	0.004
500-750	21.35	0.03	6.21	0.07	2.05	0.02	3.91	0.02	1.99	0.05
750-1.0	20.33	0.11	11.96	0.19	8.31	0.07	2.00	0.03	4.94	0.17
1.0-2.0	225.29	0.05	72.61	0.17	46.58	1.95	33.56	2.67	24.58	1.71
	273.25		97.78		59.57		42.05		32.75	

St. 583
23:45 U.

Fraktion	TG (mg/m ³)	Gew./Org (mg)								
200-500	16.62	0.004	4.38	0.003	0.51	0.002	3.30	0.007	0.68	0.004
500-750	22.68	0.04	8.71	0.03	1.21	0.01	2.90	0.01	1.03	0.04
750-1.0	60.03	0.16	11.56	0.14	1.00	0.04	7.39	0.18	1.06	0.14
1.0-2.0	586.06	0.73	90.09	0.77	14.36	0.60	29.26	0.69	15.54	0.93
	685.40		114.75		17.09		42.85		18.32	

Tab. F Fortsetzung

III. DE

St. 450

16:30 U.

St. 452

23:30 U.

	0-25m mgC/m ³	25-50m mgC/m ³	50-100m mgC/m ³	100-200m mgC/m ³	200-500m mgC/m ³	0-25m mgC/m ³	25-50m mgC/m ³	50-100m mgC/m ³	100-200m mgC/m ³	200-500m mgC/m ³
200-500	5.54	5.65	4.55	0.86	0.16	5.78	10.24	1.01	0.71	0.15
500-750	8.06	10.25	3.76	0.79	0.27	14.69	11.80	2.03	0.87	0.30
750-1.0	3.95	9.15	3.92	0.92	0.30	10.39	13.99	2.20	0.85	0.51
1.0-2.0	18.20	9.70	11.36	1.42	0.61	14.07	13.52	4.70	2.26	1.05
	35.74	34.75	23.59	3.99	1.34	44.93	49.54	9.94	4.69	2.00

IV. DE

St. 569

15:45 U.

St. 583

23:45 U.

	0-25m mgC/m ³	25-50m mgC/m ³	50-100m mgC/m ³	100-200m mgC/m ³	200-500m mgC/m ³	0-25m mgC/m ³	25-50m mgC/m ³	50-100m mgC/m ³	100-200m mgC/m ³	200-500m mgC/m ³
200-500	2.51	2.80	1.05	1.04	0.49	6.65	1.75	0.21	1.32	0.27
500-750	8.54	2.48	0.82	1.56	0.80	9.07	3.49	0.48	1.16	0.41
750-1.0	8.13	4.78	3.33	0.80	1.98	24.01	4.62	0.40	2.96	0.42
1.0-2.0	90.12	29.04	18.63	13.42	9.83	234.43	36.04	5.75	11.70	6.22
	109.30	39.11	23.83	16.82	13.10	274.16	45.90	6.83	17.14	7.33