

Vertikalverteilung und kleinskalige räumlich-
zeitliche Struktur der Nahrungsaufnahme
dominanter Fischlarven
im nördlichen Arabischen Meer

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Naturwissenschaften
im Fachbereich Biologie
der Universität Hamburg

vorgelegt von

Andreas Nerlich
aus Hamburg

Hamburg
im Februar 2002

Genehmigt vom
Fachbereich Biologie der
Universität Hamburg
auf Antrag von Herrn Professor Dr. W. NELLEN

Weitere Gutachter der Dissertation:
Herr Professor Dr. D. Schnack

Tag der Disputation: 05. Juli 2002

Hamburg, den 21. Juni 2002



A handwritten signature in black ink, appearing to read "Udo Wienand".

Professor Dr. U. Wienand
Dekan

Für Jessica

Danksagung

Ich danke Herrn Prof. Dr. D. Schnack für die Überlassung des Themas und das hohe Maß an Selbstständigkeit und Vertrauen, das mir bei der Durchführung der Arbeit gewährt wurde. Für die konstruktive Kritik bei der Durchsicht des Manuskripts gilt ihm mein besonderer Dank.

Herrn Prof. Dr. W. Nellen danke ich für die Bereitstellung eines Arbeitsplatzes im Elbelabor des Instituts für Hydrobiologie und Fischereiwissenschaft der Universität Hamburg sowie für die erste Durchsicht des Manuskripts.

Dr. B. Ueberschär möchte ich für die kritische Durchsicht des Manuskripts und seine ständige Bereitschaft zur Diskussion danken.

Allen Mitarbeitern und Kollegen im Elbelabor danke ich für die gute Zusammenarbeit und die freundschaftliche Arbeitsatmosphäre.

Ganz besonders danke ich Ute und Jochen für ihre moralische und tatkräftige Unterstützung bei der Drucklegung dieser Arbeit.

LEBENS LAUF

Andreas Nerlich
Waldreiterring 53
22359 Hamburg

Geboren/Familie: 22.07.1957 in Hamburg, ein Kind
Grundschule: 1964 - 1968 in Bergstedt
Gymnasium: 1968 -1977 am Gymnasium Buckhorn
Abitur: 1977
Zivildienst: 1977 - 1979 im Kinderheim Erlenbusch, Hamburg Volksdorf

Studium: 1979 - 1987, Studium der Biologie mit dem Abschluß „Diplom“ am Institut für Hydrobiologie und Fischereiwissenschaft der Universität Hamburg. Thema der Diplomarbeit: „Untersuchungen zur Besiedlung der Lahnungsfelder durch größere Benthosorganismen und Fische im Bereich der Insel Helmsand (Meldorfer Bucht)“.

Berufliche Tätigkeiten:

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Hydrobiologie und Fischereiwissenschaft der Universität Hamburg vom 01.08.1987 - 31.01.1988 im Rahmen des Forschungsauftrages: Hydrobiologische Untersuchungen im „Kronenloch“ (Salzwasserbiotop - Helmsander Koog) im Speicherkoog Dithmarschen vom Landesamt für Naturschutz und Landschaftspflege, Schleswig Holstein

Vom 1.3.1988 bis 31.1.1989 Benthologische Untersuchungen auf der „Mittelplate“ bei der Insel Trischen für das Nationalparkamt Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer: Begleitende Langzeitstudie.

Teilnahme an der Forschungsfahrt 6/7 des Forschungsschiffes „METEOR“ vom 25.03.1988 - 19.05.1988 in den Nordatlantik im Rahmen des BIOTRANS Projektes: Ökologische Tiefseeforschung.

01.02.1989 bis 30.09.1992 tätig als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Meereskunde an der Universität Kiel im „BIOSTAR“ Auswertungsprogramm, gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft.

Seit 1.10.1992 freiberuflicher Biologe. Tätigkeitsschwerpunkte: Bestandskundliche Untersuchungen und Monitoring im Wattenmeer, Nord- und Ostsee, Ökologische Gutachten.

Promotion 2002

Hamburg, 30.09.2002

Inhaltsverzeichnis

Band I	Seite
1 EINLEITUNG	1
2 MATERIAL UND METHODEN.....	6
2.1 Untersuchungsgebiet und Orte der Probennahme	6
2.2 Erfassung der abiotischen Umweltparameter	13
2.3 Strategie der Probennahme und Konservierung des biologischen Materials	13
2.4 Bearbeitung des biologischen Materials	15
2.4.1 Probenanalyse	15
2.4.2 Mathematische Behandlung der Daten.....	17
2.4.3 Nahrungsuntersuchungen:	21
2.4.4 Histologische Untersuchungen	23
3 ERGEBNISSE	26
3.1. Fängigkeit der einzelnen Netze des Fanggeräts	26
3.2 Hydrographische Situation in den Probenahmegebieten	28
3.3 Übersicht über die Häufigkeiten und Verteilungsmuster des Netzplanktons	30
3.4 Tageszeitliche Vertikalverteilungsmuster häufiger Fischlarventaxa	36
3.4.1 Driftstation 1 - Küste vor Oman.....	39
3.4.2 Driftstation 2 - zentrales, nördliches Arabisches Meer	41
3.4.3 Driftstation 3 - Schelfkante vor Pakistan.....	43
3.4.4 Stationsvergleich.....	46
3.4.5 Längenhäufigkeitsverteilung	48
3.4.5.1 Veränderungen der Larvenlängen im Verlauf einer Driftphase	49
3.4.5.2 Regionale und tageszeitliche Längenunterschiede	50
3.4.5.3 Vertikalverteilung von Fischlarven unterschiedlicher Längenklassen	53
3.5 Räumliche und zeitliche Verteilung sowie Nahrungsbiologie der Fischlarven	74
3.5.1 Relation von Larven mit und ohne Nahrung im Darm	74
3.5.2 Nahrungszusammensetzung und Lage der Orte mit der höchsten Nahrungsaufnahme .	77

3.5.3 Vertikalverteilung von fressenden und nicht fressenden Larven	84
3.5.4 Darminhalte und Nahrungsangebot	87
3.6 Histologische Untersuchungen zum Ernährungszustand der Larven von <i>Benthosema pterotum</i> , <i>Vinciguerria nimbaria</i> , <i>Hygophum proximum</i> und <i>Bregmaceros sp.</i>	92
4 DISKUSSION	98
4.1 Kritische Betrachtung der angewandten Methoden und des verfügbaren Materials	98
4.1.1 Fängigkeit der einzelnen Netze des modifizierten BIONESS	98
4.1.2 Auswirkung von Fang und Fixierung auf das untersuchte Material	98
4.1.3 Einteilung der befischten Tiefenhorizonte	99
4.1.4 Stabilität der beprobten Wasserkörper während der Driftphasen.....	100
4.1.5 Tag / Nachtunterschiede der Fangmengen	101
4.1.6 Die Larvenlänge als Maß für das Alter und Wachstum einer Larve	101
4.2 Regionaler Vergleich der Ergebnisse.....	102
4.3 Nahrung der Fischlarven	104
4.4 Ernährungssituation der Larven.....	106
4.5 Tägliche Vertikalwanderung der Fischlarven.....	107
4.6 Verteilung von Larven und Nahrung	109
4.6.1 Licht und Temperatur als Faktor der räumlichen Verteilung der Fischlarven	109
4.6.2 Einfluß der Räuber und Nahrungskonkurrenten als Faktor der räumlichen Verteilung der Fischlarven.....	110
4.6.3 Nahrungsangebot als Faktor der räumlichen Verteilung der Fischlarven	110
4.6.4 Artspezifische und ontogenetische Verhaltensmuster als Faktor der räumlichen Verteilung der Fischlarven.....	111
4.7 Schlußbetrachtung und Ausblick	112
5 ZUSAMMENFASSUNG	114
6 LITERATUR	116

Band II: Abbildungen

1 Einleitung

Marine Massenfischarten zeigen meist ausgeprägte Variationen in ihren Bestandsgrößen, die in erster Linie vom Entwicklungserfolg der einzelnen Nachwuchskohorten abhängig sind. Die steuernden hydrographischen und biologischen Faktoren, die den Reproduktionserfolg bestimmen, sind noch unzureichend erforscht und können regional in ihrer Wirkung große Unterschiede aufweisen.

In der frühen Ontogenese der Fische findet ein Wechsel von einer endogenen Ernährung aus dem Dottersack, zu einer exogenen Ernährung durch aktive Aufnahme meist planktischer Beuteorganismen statt. In dieser Zeit der ersten Nahrungsaufnahme ist die Verfügbarkeit geeigneter Beuteorganismen im Plankton von besonderer Bedeutung für die Entwicklungsstadien der Larven. Damit wird auch die Verteilung der Larven in der Wassersäule, im Vergleich zur Verteilung der Nahrung sowie der Konkurrenten und Räuber zur entscheidenden Komponente für die Überlebenschance in dieser Phase.

Bereits HJORT (1914, 1926) hatte in einem “critical-period” - Konzept die Hypothese vertreten, daß Fischlarven-Kohorten zum Ende der Dottersack-Phase bestimmte Mindestkonzentrationen an Nahrungsorganismen brauchen, um überleben zu können. Ist diese Bedingung nicht erfüllt, erfolgt ein Einbruch im Reproduktionserfolg eines Bestandes. Insbesondere aufgrund von Erfahrungen aus Laborexperimenten wird angenommen, daß eine positive Energiebilanz für die Larven nur dann erreicht wird, wenn hohe, deutlich über den Durchschnittswerten liegende Aggregationen von Futterorganismen (Plankter geeigneter Körpergröße) in der Wassersäule auftreten (LAURENCE 1976, HOUDE 1987, HUNTER 1980, LETCHER & RICE 1997). In seiner “match-mismatch” Theorie erörterte CUSHING (1975) das räumliche und zeitliche Zusammentreffen früher Larvenstadien (oder des Larvenschlupfs) mit hoher Nährtierdichte als Voraussetzung für einen hohen Rekrutierungserfolg. ROTHSCCHILD & OSBORN (1988) sowie MACKENZIE & LEGGET (1991) berechneten jeweils theoretisch, daß darüber hinaus eine optimale Turbulenz in der Wassersäule die Kontaktrate zwischen Fischlarven und Beute und somit auch den Freßerfolg statistisch maximiert. Ein Nachweis für die Richtigkeit dieses Ansatzes gelang SUNDBY & FOSSUM (1990), CURY & ROY (1989) sowie GALLEGO *et al.* (1997). Auf der anderen Seite spricht LASKER (1975) in seiner “stability”-Hypothese für eine erfolgreiche Rekrutierung von *Engraulis mordax* -Larven von der Notwendigkeit stabiler „microlayers“, dünner nährtierreicher Schichten. Einen engen Zusammenhang zwischen Hydrographie und Rekrutierung demonstriert weiterhin die Retentions - Hypothese von ILES & SINCLAIR (1982). Sie besagt, daß sich z.B. die Laichgebiete von Heringsbeständen (*Clupea harengus*) meistens dort befinden, wo die Larven aufgrund der vorherrschenden Strömungen in abgeschlossenen Meeresgebieten gehalten werden, in denen im langjährigen Mittel gute Rekrutierungsbedingungen herrschen.

Den Einfluß der Futterdichte auf den Ernährungszustand konnte CLEMMESSEN (1992) anhand des Indikators RNA/DNA nachweisen. Heringslarven, die bei einer verringerten Futterdichte aufgewachsen waren, hatten ein signifikant geringeres RNA/DNA Verhältnis. Über den Ernährungszustand von „in situ“ gefangenen Fischlarven gibt es bislang noch wenig Informationen. THEILAKER (1986) beschreibt schlecht ernährte Holzmakrelenlarven aus dem Gebiet des Kalifornienstroms. Anhand histologischer Kriterien beschrieb SIEG (1995) die Ernährungszustände von *Engraulis anchoita* vor der Ostküste Südamerikas. Dabei konnten aber keine Beziehungen zwischen lokaler Hydrographie, Zooplanktonangebot und kurzzeitigem, reversiblen Hungern festgestellt werden. Der Autor fordert vielmehr eine gründlichere Erfassung kleinräumiger Konzentrationsschwankungen von Zooplankton und Fischlarven, um eine Korrelation zwischen larvalem Ernährungszustand und Zooplanktonkonzentration nachweisen zu können.

Es gibt auch gute Gründe, anzunehmen, daß die Fischlarven weniger vom Hunger als von Räubern bedroht sind (HUNTER 1981, 1984; SISSENWINE 1984, OIESTAD *et al.* 1985, NELLEN 1986, BAILEY & HOUDE 1989). Dies mag insgesamt für das Leben im Epipelagial zutreffen. WALLINE (1987) wies z.B. nach, daß im östlichen Mittelmeer die Zehrungsrate von Clupeiden-Larven am Zooplankton mit 10% - 20% der jährlichen Primärproduktion als organischer Kohlenstoff beträchtlich ist. Trophische Beziehungen zwischen dem Ichthyoplankton und Holoplanktonarten untersuchten u.a. HARTMANN (1970), SCHNACK (1974), WOSNITZA (1975) und GRAVE (1981). Neben dem allgemeinen Befund, daß Fischlarven opportunistische Konsumenten sind, für die die Größe der Nährtiere wichtiger ist als die Art (NELLEN, 1986), fand GRAVE (1981), daß größere Fischlarven (Makrelen) sehr intensiv kleinere Artgenossen fressen. Große Mengen von Fischbrut fand POMMERANZ (1981) in den Mägen juveniler und adulter Fische. Diese Befunde führten u.a. zu der Hypothese, daß Fischlarven in großem Umfang dem Energietransfer im pelagischen Ökosystem dienen, indem die verschiedenen Alters- bzw. Größenstufen wichtige Bindeglieder einer Nahrungskette zwischen dem kleinen Plankton und den großen Fischen sein können (NELLEN, 1986). Dabei ist der Wegfraß der Larven einschließlich kannibalischer Mechanismen eine Strategie, um den Energietransfer zu größeren Fischen effizient zu gestalten. Dies unterstützt die Annahme, daß für die Mortalität der frühen Lebensstadien die Zehrung durch Räuber eine große Bedeutung hat. FORTIER & HARRIS (1989) wiesen nach, daß sich Fischlarven mit zunehmender Größe immer stärker in ihrer Vertikalverteilung an derjenigen ihres veränderlichen Nahrungsfelds orientieren, während sie im Dottersackstadium zunächst darauf angepasst waren, nicht dort vorzukommen, wo sich auch die Räuber aufhalten. Die Faktoren Nahrung und Räuber können aber auch miteinander verknüpft sein: Hungernde Larven, deren Schwimmleistung vermindert ist, lassen sich z.B. leichter erbeuten als gut genährte (YIN & BLAXTER, 1987).

Auch das Wachstum der Fischlarven kann als Ausdruck ihres ökologischen Umfeldes und ihrer Überlebenschance gesehen werden, wenn Vergleichswerte von einem Wachstum unter optimalen Bedingungen vorliegen. HOUDE (1987) hatte anhand theoretischer Berechnungen gezeigt, daß ein schnelles Wachstum auch ein schnelles Herauswachsen aus den "Räuberfeldern" der Larven bedeutet und die Überlebenschance erhöhen kann. LEGGET & DEBLOIS (1994) hingegen stellen die Bedeutung von Hunger und Wegfraß der Eier und Larven als bedeutendes Regulativ für die Rekrutierung mariner Fischbestände in Frage. Auch für die „größer ist besser“ Hypothese fanden sie keinen eindeutigen Beweis.

Inwieweit und zu welchem Zeitpunkt in der Larvalentwicklung jeder einzelne Faktor den Rekrutierungsvorgang beeinflusst, muß "in situ" an den Larven untersucht werden. Die Charakterisierung des Ernährungszustands der Fischlarven ist besonders für die "Verhungerungshypothese" relevant, auf die in dieser Arbeit näher eingegangen wird.

Nahrungsuntersuchungen an Fischlarven geben Aufschluß über deren Ernährungssituation, wenn die Ergebnisse in Zusammenhang mit einem potentiellen Nahrungsangebot gestellt werden. Die kleinskaligen Verteilungsmuster des Mikrozooplanktons (LASKER, 1975; OWEN, 1981) und die fleckenhafte Verteilung der Fischlarven (HOUDE & LOVDAL, 1982) erfordern dabei eine kleinräumige Auflösung der Organismenverteilung durch eine entsprechende Probennahme. Die Bedeutung des kleinräumigen Aspekts beruht auf der Erkenntnis, daß nicht eine mittlere Nahrungskonzentration für das Überleben der Larven wichtig ist, sondern die in einem relativ kleinen Aktionsraum der einzelnen Larve tatsächlich zur Verfügung stehende Nahrungsmenge und ihre Qualität (COOMBS *et al.*, 1981). Die Schwimmfähigkeit der Larven und ihr Vermögen, Beuteorganismen aufzufinden, sind nur gering und bewegen sich in der Größenordnung weniger als hundert Meter pro Tag (HUNTER, 1972).

Die Faktoren Nahrung und Räuber zusammen lassen sich "in situ" nur schwer überprüfen, da die Möglichkeiten vor allem zur Erfassung der Räuber und zur Bestimmung der Sterblichkeit der Fischlarven

noch sehr begrenzt sind. Laboruntersuchungen haben gezeigt, daß es bei Fischlarven unter Nahrungsentzug in Abhängigkeit von Haltungstemperatur und Entwicklungsgrad schon nach wenigen Tagen zu einer irreversiblen Schädigung kommen kann und sie verhungern (BLAXTER & EHRLICH, 1974; YIN & BLAXTER, 1987; OOZEKI *et al.*, 1989). Ein Kriterium der momentanen Nahrungssituation einer "in situ" gefangenen Fischlarve ist der Füllungsgrad des Darms (WOSNITZA 1975). Kriterien für den längerfristigen Ernährungszustand wurden von EHRLICH *et al.* (1976), POWELL & CHESTER (1985), BUCKLEY (1984), CLEMMESSEN (1992), von THEILAKER (1978) und SIEG (1995) beschrieben; erstere wählten äußere morphologische Merkmale, BUCKLEY und CLEMMESSEN bestimmten das Verhältnis von RNA/DNA, und letztere bedienten sich des histologischen Zustands der Leber und des Darmepithels.

Um die oben genannten Hypothesen zum Nahrungsangebot und zum Wegfraß durch Räuber überprüfen zu können, ist die Kenntnis von der räumlichen und zeitlichen Verteilung der Fischlarven in Relation zu ihren Nahrungsorganismen, Konkurrenten und Räubern von Bedeutung. Dabei ist vor allem auch die vertikale Verteilung der Organismengruppen des Nahrungsnetzes im Pelagial von Interesse. SIEG (1995) fordert für derartige Untersuchungen eine räumlich und zeitlich kleinskalige Auflösung um einen eventuellen Zusammenhang zwischen den Zooplanktonkonzentrationen und dem Ernährungszustand der Larven nachweisen zu können.

Das obere Pelagial weist - entsprechend der ausschließlich hier stattfindenden Primärproduktion und dem damit gegebenen Nahrungsangebot - die höchsten Konzentrationen an Zooplanktonbiomasse auf, die sich aus Arten verschiedener Trophiestufen zusammensetzen. Hier entwickeln sich auch die frühen Lebensstadien der meisten marinen Knochenfische, einschließlich vieler Tiefseefische, als planktische Eier und Larven. Gleiches trifft für den Großteil der frühen Lebensstadien von Cephalopoden zu. AHLSTROM (1959) wies für das Gebiet des Kalifornienstroms als erster eindeutig nach, daß die Larven fast sämtlicher dort vorkommender Fischarten in den oberen 150 m der Wassersäule zu finden sind. RÖPKE (1992) gibt für das nördliche Arabische Meer einen Tiefenbereich von 20 m - 110 m an. Unter den abiotischen Faktoren haben sich die Lichtintensität (tageszeitliche Rhythmen) und der physikalische Gradient in der Wassersäule (Temperatur, Dichte, Turbulenz) als wesentliche Einflussgrößen auf die Vertikalverteilung herausgestellt. Eine Zusammenfassung geben NEILSON & PERRY (1990). Der Temperatursprungschicht kommt eine besondere Bedeutung zu, sie kann eine Grenze für Vertikalbewegungen darstellen. Während eine heterogene Verteilung des Planktons im Epipelagial unumstritten ist, sind die Kenntnisse über die Stabilität bzw. Variabilität der räumlich-zeitlichen Verteilungsmuster und die Gesetzmäßigkeiten, denen sie im einzelnen unterliegen, noch begrenzt. Erst seitdem Fanggeräte zur Verfügung stehen, die es erlauben, gezielt verschiedene Wasserschichten separat auch im Hinblick auf größeres Zooplankton und Ichthyoplankton zu befischen, besteht die Möglichkeit, die vertikalen Verteilungsmuster und ihre zeitlichen Veränderungen für verschiedene Taxa des Planktons im Detail zu untersuchen. In der vorliegenden Arbeit werden neben der zuvor genannten Untersuchung des Ernährungszustandes der Fischlarven die Verteilungsmuster der Fischlarven in einer möglichst kleinskaligen Auflösung von Zeit und Raum untersucht.

Innerhalb eines größeren Seegebiets können erhebliche regionale Unterschiede in der Planktonverteilung auftreten. Dies ist nicht nur für gemäßigte Gebiete vielfach beschrieben worden, sondern auch für tropische Gebiete, so z.B. für Teile des Arabischen Meeres von RYTHER und MENZEL (1965). Die ozeanographischen Verhältnisse der Tropen sind über die Zeit betrachtet insgesamt stabiler als in gemäßigten und kalten Breiten (WYAT 1980). Zahlreiche Fischarten sind hier über viele Monate des Jahres gleichmäßig fortpflanzungsaktiv, und die frühen Lebensstadien von Fischen sind entsprechend lange mit gleichbleibender Häufigkeit im Gegensatz zu borealen Lebensräumen anzutreffen (SMITH & RICHARDSON 1977). Aus diesem Grund sind hier Untersuchungen über die Gesetzmäßigkeiten des Lebens im Epipelagial einfacher durchzuführen, da das System im Hinblick auf

saisonale Veränderungen weniger komplex ist. Ebenso sind in einem tropischen Meer vergleichende Betrachtungen von Regionen, in denen unterschiedliche ökologische Bedingungen angenommen werden können, aufgrund der längerfristig stabilen Situation leichter durchführbar.

Planktologische Arbeiten im Indischen Ozean erfolgten bislang großskalig, um die Verteilung von Primärproduktionsraten und Biomassen generalisierend darzustellen. KREY & BARBENERD (1976) gaben einen Atlas heraus, der die Ergebnisse planktologischer Standard-Aufnahmen während der Internationalen - Indischen- Ozean-Expedition (1959 - 1965) großflächig für das gesamte Gebiet darstellt. PRASAD (1969) machte früh auf die hohen Konzentrationen von Zooplanktonbiomasse an der Südostküste der Arabischen Halbinsel aufmerksam. AHLSTROM (1966), ALI KHAN (1972) und NELLEN (1973 a,b) beschreiben die weiträumige Verbreitung und Häufigkeit der Fischlarven in unterschiedlichen Regionen des Indiks. GJØSÆTER & KAWAGUCHI (1980) und BANSE (1984) machten Abschätzungen über die Menge mesopelagischer Fische im nördlichen Arabischen Meer, die aufgrund ihrer abendlichen Vertikalwanderungen ins Oberflächenwasser unmittelbar von den hier anzutreffenden Evertebraten- und Ichthyoplanktern zehren. Dabei überraschen die hohen Biomassen, die für die mesopelagischen Fische (vorwiegend Myctophiden) geschätzt werden (50 - 60g Naßgewicht / m²) und die noch in keinen Einklang mit der scheinbar niedrigen Leistung der Primärproduzenten in diesem Gebiet gebracht werden können. Erste kleinräumige Analysen zur Verteilung und Variabilität von Planktonorganismen führte TRINKAUS (1991) am kleinen Mesozooplankton aus dem Arabischen Meer durch. Der Ernährungszustand von *Vinciguerrria* - Larven aus diesem Gebiet wurde von SIEG (1992b) anhand histologischer Kriterien beschrieben. Eine vergleichende Betrachtungen über kleinskalige, strukturelle Unterschiede in Phyto- und Zooplanktongemeinschaften des Epipelagials gibt es aus dem Arabischen Meer noch nicht.

Unter Verwendung eines modifizierten BIONESS lieferte RÖPKE (1992) erste Detaildarstellungen zum Verhalten von Fischlarven in Abhängigkeit von Wassertiefe und Tageszeit im nördlichen arabischen Meer. Diese Arbeit leistet einen Beitrag zur Kenntnis der kleinskaligen horizontalen und vertikalen Verteilung und Variabilität der Biomassekonzentrationen von verschiedenen Taxa der Fischlarven und anderen Zooplanktern in drei hydrographisch und ökologisch sehr unterschiedlichen Gebieten des nördlichen Arabischen Meers. Dabei konnte der Autor einen Zusammenhang zwischen der Dichte der durchmischten Deckschicht und dem Verteilungsschwerpunkt der Arten *Benthosema pterotum* bzw. *Vinciguerrria nimbaria* nachweisen. Der sich daraus ergebenden Frage, ob bzw. wie das Nahrungsangebot, die hydrographischen Bedingungen und das artspezifische, ontogenetische Verhalten eine Rolle spielen, soll in der vorliegenden Studie behandelt werden.

Die Arbeit von RÖPKE (1992) basiert auf Fängen von einem örtlich festliegenden, regelmäßig über die Bioboxen verteilten Stationsnetz, während die Probennahme für die vorliegende Arbeit im Bereich dieser Bioboxen jeweils einem Wasserkörper folgen sollte und sich an einer Boje mit Driftsegel orientierte. Mit dieser Vorgehensweise der Beprobung wurde in erster Linie die Vertikalverteilungsmuster der Fischlarven im zeitlichen Verlauf der Driftphasen untersucht. Dabei soll zunächst der Frage nachgegangen werden, ob das Ichthyoplankton eine tägliche Vertikalwanderung ausführt und ob sich die Tiefe, in der die Fischlarven ihr Hauptvorkommen haben, während der Driftphase verändert. Die räumlichen und zeitlichen Verteilungsmuster des Ichthyoplanktons sollen dann mit denen des Nahrungsangebots verglichen werden. Das als Nahrungsangebot in Betracht kommende kleine Mesozooplankton war im Rahmen der vorliegenden Untersuchung mit einem Multischließnetz annähernd zeitgleich und am gleichen Ort wie das Ichthyoplankton gefangen worden. Die Ergebnisse dieser Zooplanktonuntersuchungen wurden von Frau Dipl. Biol. Trinkaus zur Verfügung gestellt. Der unveröffentlichte Abschlußbericht des DFG-Forschungsvorhabens Ne99/22 mit dem Titel: Untersuchungen zur Häufigkeitsverteilung und Zusammensetzung des kleinen Mesozooplanktons in drei Regionen des Arabischen Meeres“ fasst die Ergebnisse zusammen.

Es soll der Ernährungszustand der Fischlarven durch Darminhaltsanalysen und histologische Untersuchungen des Leber- und Darmgewebes festgestellt werden. Es wird versucht den Füllungsgrad des Larvendarmes, ohne vorherige Präparation, im starken Durchlicht unter dem Binokular zu ermitteln. So müssen anschließend nur die Larven präpariert werden, in deren Därfen Nahrung zu erkennen ist. Von besonderem Interesse ist, ob Larven mit einem leeren Darm tatsächlich keine Nahrung aufgenommen haben, oder ob sie die aufgenommene Nahrung durch Störungen beim Fang bzw. bei der Fixierung verloren haben. Deshalb dient als weitere Methode zur Bestimmung des Ernährungszustandes die histologische Untersuchung der Darm- und Lebergewebe der Fischlarven. Es läßt sich die Ausbildung von Vakuolen im Darmepithel als Folge pinocytotischer Verdauungsprozesse frisch aufgenommenener Nahrung lichtmikroskopisch beobachten (WATANABE, 1985; GOVONI *et al.*, 1986). Der Zustand der Leber, die unter anderem zur Speicherung des Reservestoffs Glycogen dient, gibt ebenfalls Hinweise auf Veränderungen des Ernährungszustandes innerhalb von 24 Stunden. O'CONNEL & PALOMA, 1981 sehen eine positive Beziehung zwischen der Menge des in den Hepatocyten eingelagerten Glycogens und dem Ernährungszustand von *Engraulis mordax* Larven.

Durch die Ergebnisse zum Ernährungszustand der Larven und zur räumlichen Verteilung der Fischlarven sowie des Nahrungsangebots soll der Ort und der Zeitpunkt der größten Nahrungsaufnahme bestimmt werden. Es soll schließlich der Frage nachgegangen werden, ob primär der Ort des Nahrungsangebots den Aufenthaltsort der Larven bestimmt oder hydrographische Faktoren wie Temperatur und Licht bzw. artspezifische ontogenetische Faktoren das Verhalten der Larven bestimmen. Nach Beantwortung dieser Frage könnten auch die am Anfang genannten Hypothesen bewertet werden, die von der Annahme ausgehen, daß die Überlebenschancen der Fischlarven primär durch das Vorhandensein hoher Konzentrationen an geeigneten Beutetieren bestimmt werden und die Nährtierkonzentrationen damit indirekt den Reproduktionserfolg eines Fischbestandes bestimmen.

2 MATERIAL UND METHODEN

2.1 Untersuchungsgebiet und Orte der Probennahme

Das Datenmaterial der vorliegenden Arbeit wurde im Rahmen des Gesamtprojekts BIOSTAR (Biological Structures and Recruitment), im Frühjahr 1987, gewonnen. Grundlage für das Gesamtprojekt war die Meteor-Reise 5, die Expedition MINDIK, in das Mittelmeer und den Indischen Ozean. Im Abschnitt 3 der Meteor-Reise 5 wurde in drei hydrographisch und ökologisch sehr unterschiedlichen Regionen des Arabischen Meers jeweils ein lokal begrenzter Untersuchungsbereich, "Biobox" mit einer Ausdehnung von jeweils 80 x 40 sm, definiert.

Der Indische Ozean unterscheidet sich von anderen Teilen des Weltmeeres in einer nördlichen kontinentalen Begrenzung (asiatischer Kontinent) bei ca. 25 °N. Das nördliche Arabische Meer ist deshalb und wegen seiner relativ geringen Tiefe (max. ca. 3500 m) vollständig von der Zufuhr sauerstoffreichen Tiefenwassers, das seinen Ursprung in den polaren Regionen hat, abgeschlossen. Eine Tiefenzirkulation fehlt, was zur Folge hat, daß die Sauerstoffsättigung des Tiefenwassers unterhalb von 200 m weniger als 5% beträgt.

Eine weitere Besonderheit in diesem Meeresgebiet ist der starke saisonale Einfluß der Monsune auf die Hydrographie und die damit verbundenen biologischen Produktionsverhältnisse. So bewirken die alternierenden nordöstlichen Monsunwinde im Winter und die südwestlichen Monsunwinde im Sommer eine regelmäßige Umkehr der Oberflächenströmung (WYRTKI, 1973; SHETYE *et al.*, 1991). Das hat ein komplexes System von zyklonischen und antizyklonischen Wirbeln im Arabischen Meer zur Folge (DÜING, 1970) und führt an der arabischen Küste während des Sommermonsuns zu starken Auftriebserscheinungen mit neuer Produktion, die mehr als ein Drittel der oberflächenschicht des

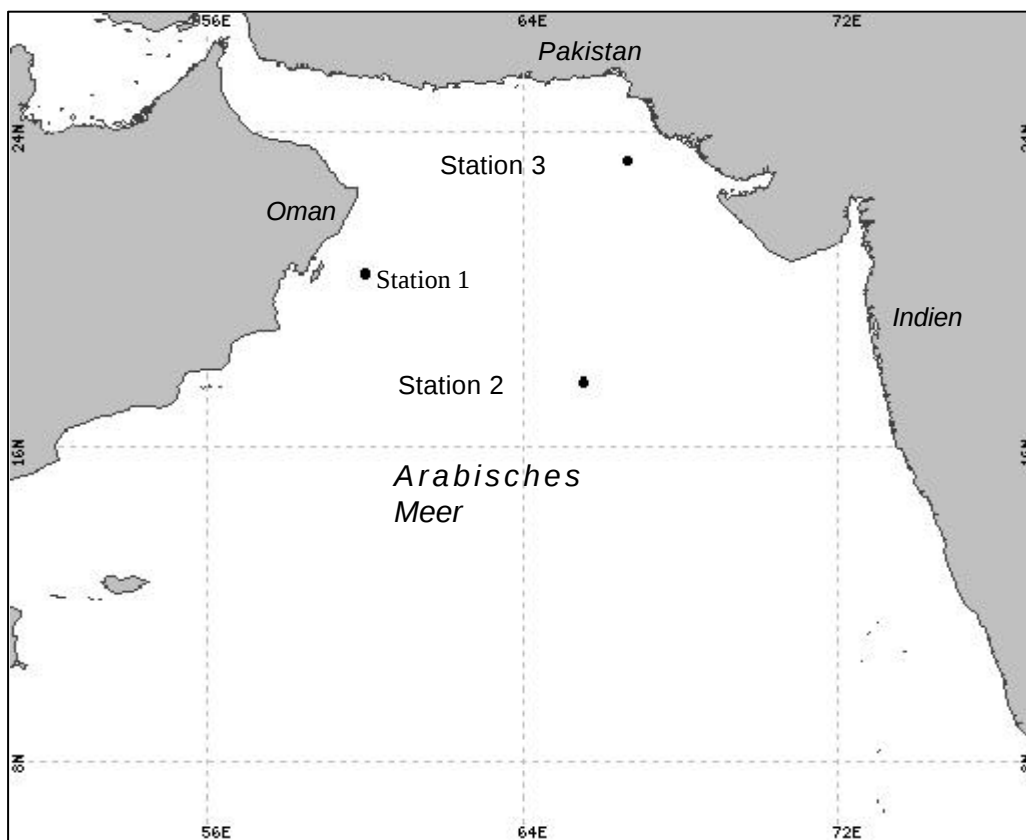


Abbildung 1: Untersuchungsgebiet: Lage der drei Stationen im Arabischen Meer.

Arabischen Meeres beeinflussen (BANSE, 1973; WYRTKI, 1971). Das Arabische Meer gehört deshalb zu den produktivsten ozeanischen Regionen auf der Erde (RYTHER *et al.*, 1966). Auch im Winter kommt es zu lokalen Produktionssteigerungen an den Küsten, die durch vertikale Zirkulation erklärt werden (BANSE & MCCLAIN, 1986; BANSE, 1987).

In küstenfernen Bereichen des Arabischen Meers herrscht dagegen ein ganzjährig oligotrophes, regenerierendes Produktionssystem vor, das sich in den Intermonsunperioden, wenn Winde und Meeresströmungen schwach sind, auf das gesamte Arabische Meer ausweitet.

Die METEOR-Expedition 5/Abschnitt 3 (BIOSTAR) fand in der Intermonsunperiode zwischen den 18. März und den 20. Juni 1987 statt. Für die vergleichende Untersuchung wurden drei Schwerpunktgebiete mit einem Areal von je 40 x 80 Seemeilen festgelegt, siehe **Abbildung 1**. Die genaue Lage wurde jeweils aufgrund der Auswertung hydrographischer und phytoplanktologischer Suchschnitte (NELLEN *et al.*, 1996) fixiert. Kriterien für die Auswahl waren Oberflächenregistrierungen von Temperatur, Salzgehalt und Fluoreszenz (als Maß für den Bestand von Phytoplankton) sowie die Analyse von Nährsalzkonzentrationen. Zusätzlich zu den Oberflächenregistrierungen wurden in ca. 20-50 Seemeilen Abstand Vertikalprofile analysiert.

Das erste Untersuchungsareal vor der Küste von Oman (Fahrabschnitt 3a) wurde an der Position 21°20'N Breite und 59°50'E Länge zentriert. Hier wurden hinreichend eutrophe Verhältnisse (relativ durchmischte Wassersäule mit hoher Nährstoff- und Phytoplanktonkonzentration) festgestellt. Eine ausgeprägte Auftriebssituation lag erwartungsgemäß noch nicht vor. Die Ausrichtung der Biobox erfolgte entlang der Küste.

Box 2 im zentralen Arabischen Meer gelegen (Fahrabschnitt 3b) hatte ihr Zentrum bei 18°45'N Breite und 65°05'E Länge. Hier erschienen die Kriterien für ein homogenes oligotrophes Gebiet (geschichtete Wassersäule mit geringer Nährstoff- und Phytoplanktonkonzentration) ausreichend erfüllt. Diese Box wurde so ausgerichtet, daß ihre Diagonale auf der Hauptdriftrichtung (SE) einer vorher eingesetzten Treibboje mit einer Sedimentfalle in 100 m Tiefe lag.

Die Bestimmung der Position für die Box 3 auf dem Schelf vor Pakistan (Fahrabschnitt 3c) erwies sich als besonders schwierig. Da in den Schelfgewässern vor Karachi eine sehr starke Fischereiaktivität registriert wurde, mußte die Station weiter nach Süden verlegt werden, um unbehindert arbeiten zu können. Mangels Genehmigung konnte aber nicht in Indische Gewässer ausgewichen werden. Da die Verhältnisse auf dem Schelf relativ ähnlich denen in Box 2 waren und ein erwarteter Einfluß des Indus-Süßwassers nicht festzustellen war, wurde die Box 3 mit dem Mittelpunkt auf der Position 23°20'N und 66°35'E senkrecht zur Küste gelegt. Dieses hatte zur Folge, daß das Gebiet über den Schelf hinaus ca. 50 Seemeilen in den ozeanischen Bereich hineinragte und die Stationen z.T. über dem Kontinentalabhang lagen.

Innerhalb jeder Box wurde in unmittelbarer Nähe einer Driftboje, die die Driftstation markierte, mit dem modifizierten BIONESS Proben genommen. Die Numerierung der Hols bezieht sich auf die Abfolge während des gesamten Fahrabschnittes, sie wurde an Bord der METEOR festgelegt. In der vorliegenden Arbeit wurde diese Nummerierung beibehalten, obwohl nicht alle Hols in die Auswertung mit aufgenommen werden konnten. Die Driftstation 1 umfaßt die Holnummern 1 - 15, die Driftstation 2 die Holnummern 28 - 68, die Driftstation 3 die Holnummern 120 - 200. Siehe Tabelle 1 bis 3.

Die an derselben Forschungsreise teilnehmende planktologische Arbeitsgruppe hatte die Tiefen, in denen die Driftsegel an den Bojen montiert wurden, festgelegt. Die Segel konnten dadurch nicht auf den Verteilungsschwerpunkt der Fischlarven ausgerichtet werden.

Driftstation 1 (Biobox 1, Küste von Oman)

Die **Abbildung 2** gibt die Position der einzelnen Hols wieder. Aus der chronologischen Abfolge der Holnummern wird der Driftweg der Boje sichtbar. Sie bewegte sich in südwestlicher Richtung. Die Wassertiefe betrug im Mittel 2468 m.

Die Tabelle 1 faßt die wichtigsten Stationsparameter der Station 1 zusammen.

Tabelle 1: Allgemeine Stationsparameter der Driftstation 1 (Biobox 1).

Datum	Station Nr.	Hol Nr.	Fortlaufende Nummer	Position Nord [°]	Position Ost [°]	Ortszeit	nacht / tag n / t	Tiefe [m]	Fortlaufende Stunden
5.4.87	348	*1	1	20,43	59,38	15:23	t	2485	0
5.4.87	348	3	2	20,42	59,37	21:06	n	2495	6
6.4.87	348	5	3	20,43	59,37	3:11	n	2484	12
6.4.87	352	7	4	20,43	59,36	9:05	t	2456	18
6.4.87	353	9	5	20,40	59,34	15:01	t	2480	24
6.4.87	355	11	6	20,40	59,32	21:54	n	2460	31
7.4.87	356	13	7	20,38	59,33	3:02	n	2485	36
7.4.87	358	15	8	20,37	59,30	9:44	t	2415	43

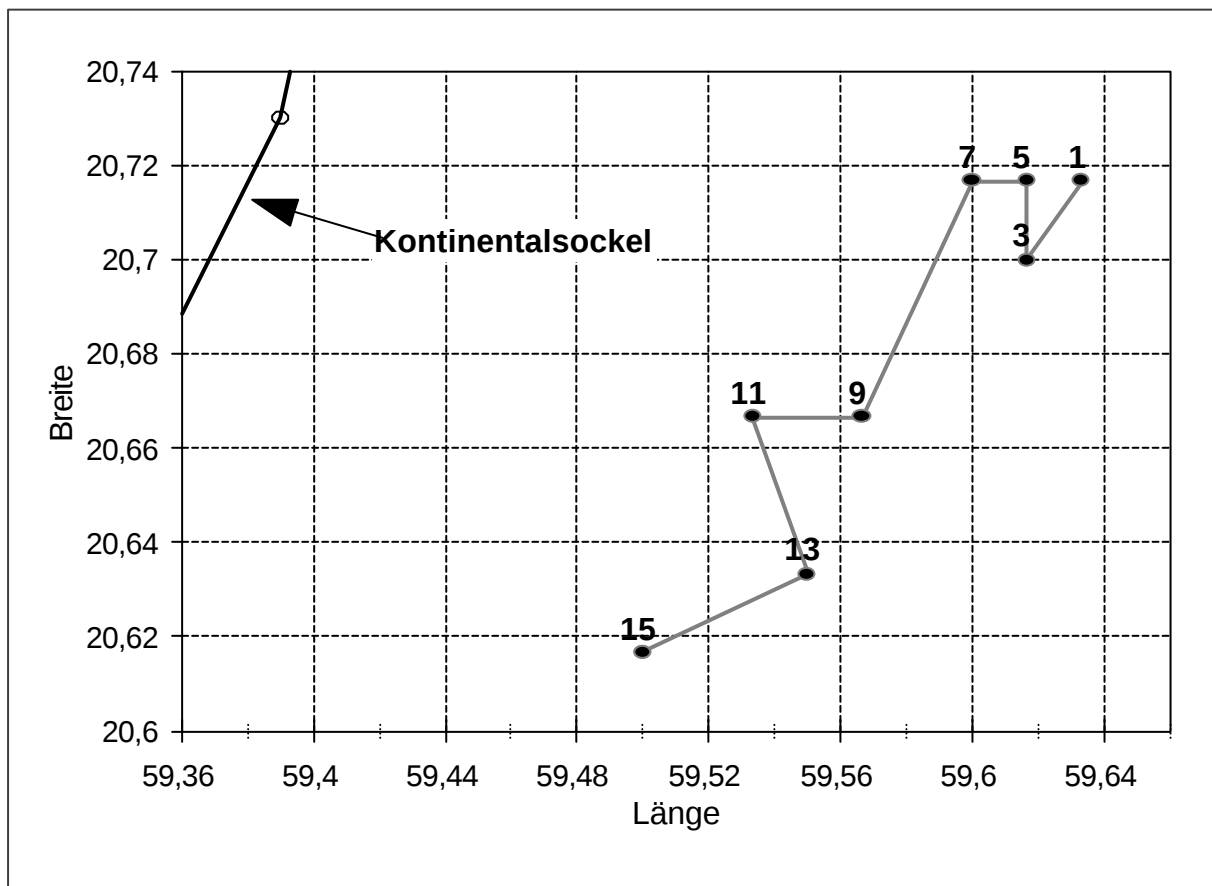


Abbildung 2: Position der einzelnen Hols: Driftstation 1. Die Zahlen geben die Nummern der Hols an.

Die Driftstation 1 bestand aus 8 Hols in der Zeit vom 5.4.87 bis 7.4.87. Maximal 7 Hols konnten ausgewertet werden. Aufgrund technischer Probleme beim Fang konnten, je nach Fragestellung, nicht immer alle Hols verwendet werden. Die maximale Befischungstiefe betrug 100 m. Das Segel der Driftboje befand sich in 80 m Tiefe. Die Tiefen der Segel waren von der am Projekt beteiligten planktologischen Arbeitsgruppe im Rahmen der Untersuchung zur Sedimentation festgelegt worden.

Driftstation 2 (Biobox 2, zentrales Arabisches Meer)

Die **Abbildung 3** gibt die Position der einzelnen Hols wieder. Aus der chronologischen Abfolge der Holnummern wird der Driftweg der Boje sichtbar. Sie bewegte sich in südöstlicher Richtung. Die Wassertiefe betrug im Mittel 3370 m.

Die Tabelle 2 faßt die wichtigsten Stationsparameter der Station 2 zusammen.

Die Driftstation 2 bestand aus 35 Hols in der Zeit vom 3.5.87 bis 8.5.87. Vollständig ausgewertet wurden 33 Hols. Die maximale Befischungstiefe betrug 100 m. Das Segel der Driftboje befand sich aus den oben genannten Gründen in 50 m Tiefe.

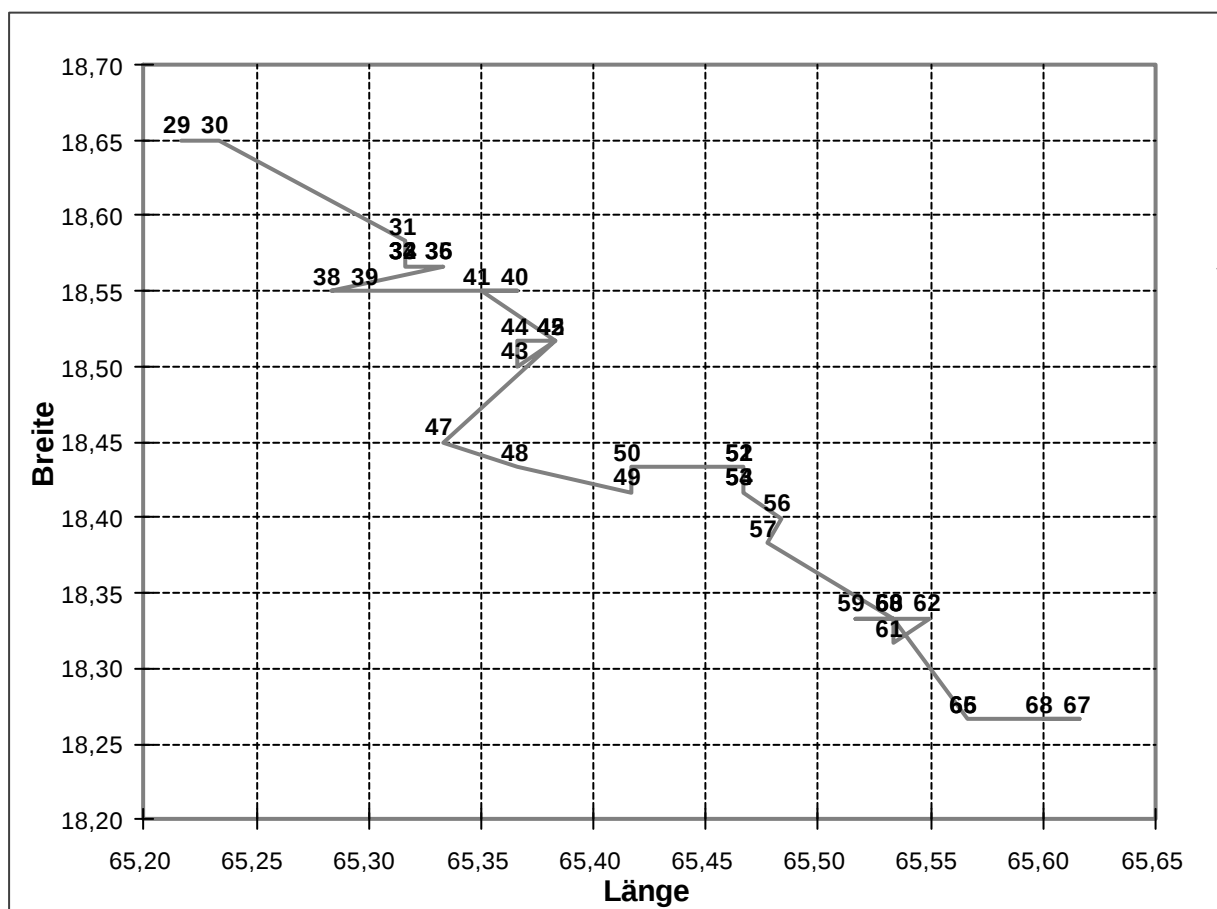


Abbildung 3: Position der einzelnen Hols: Driftstation 2. Die Zahlen geben die Nummern der Hols an.

Tabelle 2: Allgemeine Stationsparameter der Driftstation 2 (Biobox 2)

Datum Utc	Station	Hol Nr.	Fortlauf- ende Nummer	Position Nord [°]	Position Ost [°]	Ortszeit	nacht / tag	Tiefe m	Licht [rad]	Windge- schwind. [m/sec]	Fortlauf- ende Stunden
3.5.87	462	29	1	18,39	65,13	21:32:27	n	3410	0	1,3	0
3.5.87	462	30	2	18,39	65,14	22:23:05	n	3410	0	1,2	1
3.5.87	462	31	3	18,35	65,19	2:20:13	n	3391	0	2,0	5
4.5.87	463	33	4	18,34	65,20	9:36:52	t	3384	768	2,6	12
4.5.87	463	34	5	18,34	65,19	10:26:33	t	3381	774	3,0	13
4.5.87	463	35	6	18,34	65,20	14:05:55	t	3388	705	5,0	17
4.5.87	463	36	7	18,34	65,20	15:16:44	t	3388	488	2,0	18
4.5.87	463	38	8	18,33	65,17	21:27:21	n	3399	0	2,0	24
4.5.87	463	39	9	18,33	65,18	22:37:32	n	3398	0	3,9	25
4.5.87	463	40	10	18,33	65,22	2:38:48	n	3384	0	3,9	29
4.5.87	463	41	11	18,33	65,21	3:34:25	n	3385	0	2,7	30
5.5.87	464	42	12	18,31	65,23	9:29:56	t	3371	720	5,0	36
5.5.87	464	43	13	18,30	65,22	10:36:08	t	3378	912	3,6	37
5.5.87	464	44	14	18,31	65,22	14:01:00	t	3373	750	5,1	41
5.5.87	464	45	15	18,31	65,23	14:55:06	t	3374	750	5,1	42
5.5.87	464	47	16	18,27	65,20	21:34:54	n	3380	0	7,9	48
5.5.87	464	48	17	18,26	65,22	22:56:14	n	3363	0	7,9	49
5.5.87	464	49	18	18,25	65,25	2:00:37	n	3349	0	6,4	53
5.5.87	464	50	19	18,26	65,25	3:20:24	n	3352	0	5,9	54
6.5.87	465	51	20	18,26	65,28	9:31:05	t	3349	814	4,1	60
6.5.87	465	52	21	18,26	65,28	10:28:43	t	3349	900	9,0	61
6.5.87	465	53	22	18,25	65,28	13:53:20	t	3348	728	6,6	65
6.5.87	465	54	23	18,25	65,28	15:14:30	t	3347	330	5,2	66
6.5.87	465	56	24	18,24	65,29	21:35:27	n	3338	0	8,5	72
6.5.87	465	57	25	18,23	65,29	22:37:17	n	3330	0	4,8	73
6.5.87	465	58	26	18,20	65,32	2:06:34	n	3326	0	8,0	77
6.5.87	465	59	27	18,20	65,31	3:13:43	n	3329	0	8,5	78
7.5.87	466	60	28	18,20	65,32	9:29:28	t	3320	780	5,6	84
7.5.87	466	61	29	18,19	65,32	10:44:04	t	3324	931	5,4	85
7.5.87	466	62	30	18,20	65,33	14:14:05	t	3324	931	5,4	89
7.5.87	466	63	31	18,20	65,32	15:21:42	t	3324	467	3,8	90
7.5.87	466	*65	32	18,16	65,34	21:50:11	n	3305	0	5,7	97
7.5.87	466	*66	33	18,16	65,34	22:50:56	n	3301	0	4,0	98
7.5.87	466	67	34	18,16	65,37	2:09:21	n	3323	0	5,9	101
7.5.87	466	68	35	18,16	65,36	3:15:49	n	3318	0	6,0	102

Driftstation 3 (Biobox 3, Schelf vor Pakistan)

Die **Abbildung 4** gibt die Position der einzelnen Hols wieder. Aus der chronologischen Abfolge der Holnummern wird der Driftweg der Boje sichtbar. Sie bewegte sich in nordwestlicher Richtung, wurde nach Hol 136 aufgenommen und weiter östlich wieder ausgesetzt, wo sie erneut in nordwestlicher Richtung driftete, jetzt aber über dem Kontinentalsockel. Die Wassertiefe betrug im ersten Abschnitt ca. 283 m und im zweiten Abschnitt ca. 112 m.

Die Tabelle 3 faßt die wichtigsten Stationsparameter der Station 3 zusammen. Die mit einem * markierten Hols, konnten nicht vollständig ausgewertet werden. Die Driftstation 3 bestand aus 50 Hols in der Zeit vom 26.5.87 bis 2.6.87. Vollständig ausgewertet wurden 48 Hols. Die maximale Befischungstiefe betrug 100 m. Das Segel der Driftboje befand sich in 30 m Tiefe.

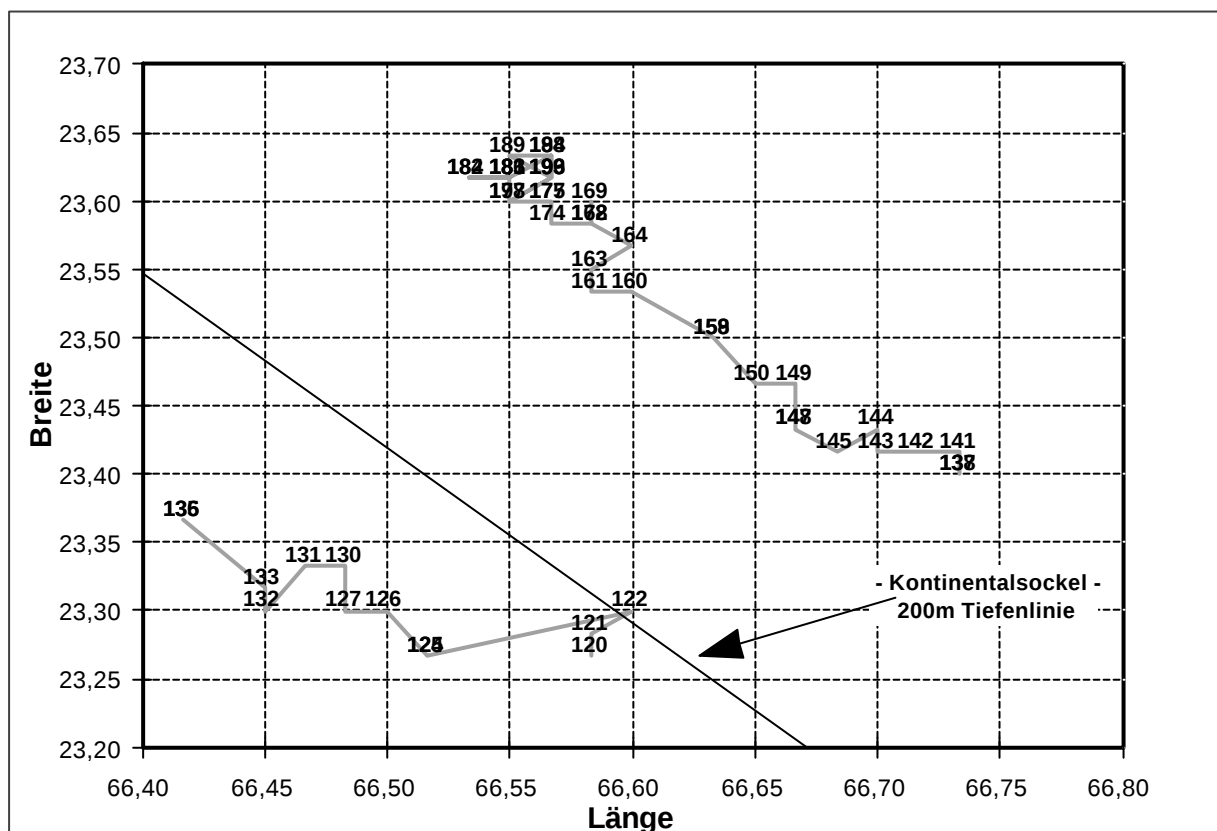


Abbildung 4: Position der einzelnen Hols: Driftstation 3. Die Zahlen geben die Nummern der Hols an.

Tabelle 3: Allgemeine Stationsparameter der Driftstation 3 (Biobox 3).

Datum Utc	Station	Hol Nr.	Fortlaufende Nummer	Position Nord [°]	Position Ost [°]	Ortszeit	nacht / tag	Tiefe m	Licht [rad]	Windgeschwindigkeit [m/sec]	Fortlaufende Stunden
26.5.87	552	120	1	23,16	66,35	20:55:47	n	248	0	8,9	0
26.5.87	552	121	2	23,17	66,35	21:29:01	n	250	0	8,2	1
26.5.87	552	122	3	23,18	66,36	1:33:33	n	275	0	5,9	5
27.5.87	552	124	4	23,16	66,31	8:28:44	t	283	516	5	12
27.5.87	552	125	5	23,16	66,31	9:06:33	t	290	439	6,1	13
27.5.87	552	126	6	23,18	66,30	12:12:06	t	284	955	10,1	16
27.5.87	552	127	7	23,18	66,29	13:01:13	t	298	883	10,3	17

Tabelle 3 (Fortsetzung): Allgemeine Stationsparameter der Driftstation 3 (Biobox 3).

Datum Utc	Station	Hol Nr.	Fortlauf- ende Nummer	Position Nord [°]	Position Ost [°]	Ortszeit	nacht / tag	Tiefe m	Licht [rad]	Windge- schwind. [m/sec]	Fortlauf- ende Stunden
27.5.87	552	130	8	23,20	66,29	21:05:12	n	281	0	7,1	25
27.5.87	553	131	9	23,20	66,28	22:17:02	n	291	0	11,4	26
27.5.87	553	132	10	23,18	66,27	1:12:07	n	321	0	14,1	29
27.5.87	553	133	11	23,19	66,27	1:58:53	n	294	0	7,8	30
28.5.87	554	135	12	23,22	66,25	9:13:34	t	293	654	8,6	37
28.5.87	554	136	13	23,22	66,25	9:58:59	t	290	813	13	38
28.5.87	555	137	14	23,24	66,44	16:08:55	t	116	339	11,4	44
28.5.87	555	138	15	23,24	66,44	17:11:50	t	116	260	10,5	45
28.5.87	555	141	16	23,25	66,44	20:43:49	n	115	0	8	49
28.5.87	555	142	17	23,25	66,43	21:22:38	n	115	0	10,3	50
28.5.87	555	144	18	23,26	66,43	0:56:50	n	111	0	9,4	53
28.5.87	555	*145	19	23,25	66,42	1:42:27	n	112	0	9,8	54
29.5.87	556	*147	20	23,26	66,40	8:55:39	t	112	414	8,4	61
29.5.87	556	148	21	23,27	66,40	9:25:30	t	109	692	10,3	62
29.5.87	557	149	22	23,29	66,40	13:21:52	t	113	841	9,8	65
29.5.87	557	150	23	23,29	66,39	14:23:59	t	112	823	10,5	66
29.5.87	557	155	24	23,30	66,38	22:15:10	n	110	0	8,7	74
29.5.87	557	158	25	23,30	66,39	3:06:25	n	108	0	5,2	79
29.5.87	557	159	26	23,31	66,39	4:08:53	n	110	0	1,5	80
30.5.87	558	160	27	23,32	66,36	9:05:43	t	118	563	8,6	85
30.5.87	558	161	28	23,33	66,35	9:57:21	t	117	751	7,5	86
30.5.87	558	163	29	23,33	66,35	13:12:15	t	114	912	6	89
30.5.87	558	164	30	23,34	66,36	14:20:56	t	111	838	7,9	90
30.5.87	558	168	31	23,36	66,35	21:17:31	n	112	0	7,8	97
30.5.87	558	169	32	23,36	66,35	22:14:44	n	112	0	6,7	98
30.5.87	558	171	33	23,35	66,35	1:50:00	n	111	0		102
30.5.87	558	172	34	23,35	66,35	2:40:00	n	107	0		103
31.5.87	559	174	35	23,36	66,34	8:33:00	t	110			108
31.5.87	559	175	36	23,36	66,34	9:21:10	t	107	657	9,5	109
31.5.87	559	177	37	23,37	66,34	13:31:00	t	111	922	9,4	113
31.5.87	559	178	38	23,37	66,33	14:36:29	t	116	778	10,6	114
31.5.87	559	182	39	23,37	66,32	22:38:59	n	116	0	10,2	122
31.5.87	559	183	40	23,38	66,34	1:40:53	n	113	0	11,3	125
31.5.87	559	184	41	23,38	66,32	2:34:56	n	117	0	11,3	126
1.6.87	560	186	42	23,38	66,34	11:25:21	t	107	608	10,6	135
1.6.87	560	188	43	23,38	66,34	13:33:47	t	111	905	10,1	137
1.6.87	560	189	44	23,38	66,33	14:45:07	t	114	775	9,2	138
1.6.87	560	193	45	23,38	66,34	21:28:55	n	107	0	10	145
1.6.87	560	194	46	23,38	66,34	22:30:55	n	109	0	11,6	146
1.6.87	560	196	47	23,37	66,35	1:42:39	n	108		13	149
1.6.87	560	197	48	23,37	66,33	2:49:17	n	113	0	12,1	150
2.6.87	561	199	49	23,37	66,34	8:29:38	t	106	474	11,6	156
2.6.87	561	200	50	23,38	66,34	9:45:31	t	105	766	10	157

2.2 Erfassung der abiotischen Umweltparameter

Eine wichtige Voraussetzung für die Vergleichbarkeit der Ergebnisse waren die ähnlichen Lichtverhältnisse an den drei Driftstationen. Deshalb wurden die Daten zur Globalstrahlung, die an Bord von FS METEOR fortlaufend registriert und aufgezeichnet werden, vergleichend ausgewertet. Es wurde jeweils der Wert zu Beginn des Hols herangezogen. Der Sonnenaufgang war um etwa 5 Uhr, der Sonnenuntergang etwa um 19 Uhr Ortszeit. Über horizontale Wasserkörperversetzung und Turbulenz in der Wassersäule können Daten über Windrichtung und -stärke Aufschluß geben. Diese wurden ebenfalls aus den fortlaufenden Aufzeichnungen der bordeigenen Meßgeräte übernommen, und zwar jeweils zu Beginn des Hols. Über geeichte Sensoren und Sonden (Fenwal Electronics) erfolgte während des Einsatzes eine kontinuierliche Messung -alle 4 Sekunden- der Einsatztiefe, des Anstellwinkels der Einstromöffnung gegenüber der Schlepprichtung, der Temperatur, sowie des Salzgehalts. Die Salzgehaltsregistrierung war während der Untersuchung allerdings meistens fehlerhaft, da diese Sonde defekt war und mit Bordmitteln nicht repariert werden konnte. Die Meßdaten wurden über Einleiterkabel an Deck des Schiffes gemeldet. Eine Korrektur der Daten anhand von Schöpferwerten erfolgte nicht, da ein Vergleich der Sondenwerte mit den Schöpferwerten keine nennenswerten Abweichungen [Druck (-2dbar), Temperatur (0,00°C), Salzgehalt (-0,05 psu)] ergab. Diese geringen systematischen Fehler waren zudem konstant. Die Vergleichbarkeit der Daten für die drei Driftstationen war also gewährleistet.

Im Hinblick auf die Vertikalverteilung der Fischlarven war die Kenntnis über die Deckschichtdicke des Oberflächenwassers d.h. die Lage der Sprungschicht von Interesse. Die Temperaturprofile eines jeden Hols lieferten hierüber die nötigen Informationen. Es wurden die durchmischte Deckschicht, die Pycnokline und der sich darunter anschließende Bereich unterschieden.

2.3 Strategie der Probennahme und Konservierung des biologischen Materials

Die Planktonproben wurden mit einem Mehrfachschleppnetz, modifiziert nach NELLEN *et al.* (1996), genommen. Das Konstruktionsprinzip wurde vom BIONESS übernommen. Das neue System unterscheidet sich vom alten durch den kastenförmigen Netzträger mit Stabilisator-Flügel, der eine stabile Lage des Geräts während des Fangvorgangs gewährleisten soll. Die Einstromöffnung hat dann bei einer senkrechten Ausrichtung zur Schleppachse eine Netzöffnung von 1 m². Zur Vermeidung einer ungewollten Fangaktivität von nicht geöffneten Netzen sind die Netzträger aller nicht aktiven Netze außerhalb der Einstromöffnung verborgen. Die insgesamt 9 Planktonnetze hatten eine Länge von 6 m und eine Maschenweite von 300 µm. Ein elektrischer Durchstrommesser ist in die Einstromöffnung montiert, um das filtrierte Volumen und die Einstromgeschwindigkeit über die Netzöffnungsdauer zu bestimmen. Alle Daten werden über Einleiterkabel und unter Verwendung einer Software in einen Personalcomputer eingespeist und als Datenfiles abgespeichert. Mittels einer zusätzlichen Software können dann Tiefenprofile für Temperatur und Tabellen mit Daten über das filtrierte Volumen, die Fangdauer, sowie Minimum, Mittelwert und Maximum von Tiefe und Temperatur für die einzelnen Netze erstellt werden.

Das filtrierte Volumen wurde für jedes Netz folgendermaßen berechnet:

$$v = A * K * n * \cos (\beta - 45^\circ)$$

v = Filtriertes Wasservolumen (m³)

A = Einstromöffnung (1 m²)

K = Eichung des Durchstrommessers: 5,96 m/Umdrehungszahl

n = Zähleinheiten des Durchstrommessers (Umdrehungszahl)

β = Anzeige des Winkelmessers [Grad] (45° = senkrechte Einstromöffnung der Netze)

Die Winkelanzeige schwankte während des Einsatzes trotz des kastenförmigen Netzkörpers mit Stabilisator-Flügeln zwischen 35° und 65° (45° entsprechen einer senkrechten Netzöffnung), so daß er in die Berechnung des filtrierten Volumens einbezogen werden mußte. Das Gerät wurde über den Heckrahmen von FS METEOR mit einer Geschwindigkeit von 2 Knoten in einem Doppelschräghol achterlich durch das Wasser geschleppt. Ein Hol dauerte durchschnittlich ca. 25 Minuten. Es wurde zunächst mit 0,5 m/s auf eine Standardtiefe von 100 m gefiert. Dabei wurde davon ausgegangen, daß unterhalb dieser Tiefe keine nennenswerten Konzentrationen an Ichthyoplankton mehr vorkamen. AHLSTÖM (1959) fand unterhalb von 150 m keine größeren Konzentrationen von Fischlarven mehr. Durch die hier gewählte maximale Befischungstiefe von 100 m, war es möglich, die Wassersäule kleinskalig in 8 Tiefenstufen aufzulösen. Netz 1 war beim Fiervorgang bis in 100 m Tiefe offen. Während des Hievens des Fanggerätes zur Oberfläche wurden standardmäßig acht Horizonte mit den Netzen 2 bis 9, jeweils in Schräghols, befischt. Die Hievgeschwindigkeit betrug 0,2 m/s. Beim Netzwechsel in den jeweiligen Grenztiefen wurde der Hievvorgang kurzzeitig gestoppt. Der erfolgreiche Netzwechsel wurde über ein Kabel zum Computer gemeldet. Der Zeitraum zwischen dem Auslösen eines neuen Netzes und der Meldung vom Fanggerät, daß der Wechsel erfolgte betrug überwiegend 5 - 8 Sekunden. In einigen Fällen dauerte es bis zu 30 Sekunden.

Es wurden folgende Solltiefen durchfischt:

Tabelle 4: Befischte Solltiefen.

	Driftstation 1	Driftstation 2	Driftstation 3
Netz 2:	100 - 40 m	100 - 70 m	100 - 75 m
Netz 3:	40 - 35 m	70 - 55 m	75 - 60 m
Netz 4:	35 - 30 m	55 - 45 m	60 - 50 m
Netz 5:	30 - 25 m	45 - 35 m	50 - 40 m
Netz 6:	25 - 20 m	35 - 30 m	40 - 35 m
Netz 7:	20 - 15 m	30 - 25 m	35 - 30 m
Netz 8:	15 - 10 m	25 - 15 m	30 - 20 m
Netz 9:	10 - 0 m	15 - 0 m	20 - 0 m

Die Festlegung der Horizonte erfolgte nach schon vorliegenden Erkenntnissen zur Vertikalverteilung von Fischlarven. Meist werden zwischen 30 m und 50 m Tiefe die größten Konzentrationen angetroffen (RÖPKE, 1989b). Deshalb wurde in diesem Tiefenbereich eine stärkere Auflösung angestrebt als in größeren Tiefen. Die Wahl eines breiteren Oberflächenintervalls auf den Stationen 2 und 3 (0m-15m, bzw. 0m-20m) im Vergleich zur Station 1 (0m-10m) ist auf die Überlegung zurückzuführen, daß das Schraubenwasser im Heckbereich des Schiffes in 10 m Tiefe noch zu Verwirbelungen oder Scheucheffekten führen kann.

Die zeitliche Abfolge der Beprobung wurde bei allen drei Stationen beibehalten: am Vormittag, am Nachmittag, vor Mitternacht und nach Mitternacht wurden jeweils 2 Hols im Abstand von ca. einer dreiviertel Stunde durchgeführt, so daß je Zeitblock zwei Fangserien vorlagen.

Die Tiefenwerte mehrerer Hols mußten im nachherein um unterschiedliche Offsetwerte (Tiefenanzeige an Deck) korrigiert werden. Deshalb konnten die oben angegebenen Fangintervalle nicht immer eingehalten werden. Auch aufgrund von Problemen mit der Auslösemechanik des Geräts entsprachen die tatsächlich befischten Tiefenintervalle nicht immer den Vorgaben. Für die Tiefengruppierung der Fänge werden stets die gemessenen mittleren Tiefen der einzelnen Netzeinsätze verwendet.

Die Beprobung einer Driftstation erfolgte jeweils über 3 bis 8 Tage. Die Positionen der einzelnen Hols wurden durch Satellitenortung (System ARGOS) der Driftbojen - Positionen markiert. Mit den geschleppten Geräten, war allerdings kein punktförmiges Arbeiten möglich, und es konnte auch nicht gewährleistet werden, daß in den beprobten 0 m bis 100 m Tiefenstufen immer die gleiche Strömung vorlag, wie sie durch den Driftweg der Boje beschrieben wurde.

Auf der Driftstation 3 wurden mit dem Fanggerät zusätzlich in einheitlichen Tiefen (20, 40, 60 und 90 m) insgesamt 13 horizontale Fänge mit 1 bis 3 minütiger Öffnungszeit pro Netz in dem betreffenden Horizont gemacht und zwar sowohl am Tag als auch in der Nacht. Dadurch sollten mögliche netzspezifische Variabilitäten bzw. die Variabilität der Planktonverteilung in ein und derselben Wassertiefe geprüft werden.

Vergleich der Fängigkeit der einzelnen Netze des modifizierten Mehrfachschießnetzes:

Das Gerät soll durch sukzessiven Einsatz der einzelnen Netze während eines Hols unterschiedliche Tiefenhorizonte (siehe Tabelle 4) diskret befischen. Eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse aus den Tiefenhorizonten setzt voraus, daß jedes einzelne Netz die gleiche Fängigkeit aufweist.

Zur Untersuchung dieser Fängigkeit wurden die Fänge von 7 der 9 Netze herangezogen, die in ein und derselben Tiefe nacheinander und möglichst für eine gleiche Zeitdauer gefangen hatten. Das Planktonvolumen, bezogen auf 100 m³ filtrierten Wassers, wurde für die Netze in einer Homogenitätsprüfung miteinander verglichen. Es ergaben sich signifikante Unterschiede zwischen den Netzen die bei der Berechnung der Plankton - und Fischlarvenkonzentration berücksichtigt wurden (vgl. Kapitel 3.1.1).

2.4 Bearbeitung des biologischen Materials

2.4.1 Probenanalyse

Nachdem das Fanggerät an Bord gehievt worden war, wurden die Netze mit einem weichen Wasserstrahl gespült, um in den Maschen hängengebliebene Planktonorganismen in die Netzbecher am Ende der Netze zu überführen. Die Becher wurden danach abgenommen, einzeln in mit Wasser gefüllte Eimer gestellt und ins Naßlabor gebracht. Hier wurden die 9 Proben nacheinander, beginnend mit Netz 1, in einem 200-mm- Planktonsieb vorkonzentriert und mit Süßwasser in Kautex-Flaschen überführt. Zur Konservierung und Herstellung mit Salzwasser isoosmotischer Verhältnisse wurde soviel 40%ige Formaldehyd-Lösung (boraxgepuffert) hinzugegeben, daß in der Flasche eine 4%ige Formaldehyd-Konzentration entstand. Vom Fang bis zur Konservierung verstrich im Durchschnitt eine Zeit von ca. 30 Minuten. Vor Beginn der Probensortierung lagerten die Proben 2-4 Jahre lang bei einer Temperatur von 10-15°C in einem abgedunkelten Raum.

Planktontypisierung

Zur Auswertung kamen nur die in diskreten Tiefenstrata gesammelten Proben (Netze 2-9) aller technisch einwandfreien Hols.

Zunächst wurde das Plankton-Verdrängungsvolumen als ein Maß für die Gesamt-Biomasse der Probe in einem Standzylinder bestimmt (SCHADT, 1986). Anschließend erfolgte eine Sortierung der Planktonprobe unter einem Binokular. Alle Cephalopoden, Fischeier und Fischlarven wurden herausortiert und getrennt in Gläschen mit 4%iger Formaldehyd-Lösung überführt und aufbewahrt. Chaetognathen, die Fischlarven gefressen hatten, wurden ebenfalls herausgenommen. Das gesamte

von einem Netz gefangene Plankton wird hier als Netzplankton bezeichnet. Nach dem Heraussortieren der Fischlarven und der Cephalopoden, wurden diese beiden Gruppen dem "übrigen Netzplankton" gegenüber gestellt. Das restliche Netzplankton wurde taxonomisch grob eingeordnet und quantitativ geschätzt: Den einzelnen taxonomischen Gruppen des Netzplanktons wurden nach Augenschein ihrer Anzahl entsprechend 1 bis 5 Punkte zugeordnet. Punkt 1 stand für das vereinzelte Vorkommen einer Gruppe in der jeweiligen Netzprobe, 5 Punkte erhielt die Planktongruppe, welche massenhaft vorkam und sehr dominant in der Probe war. Sehr große Planktonorganismen, wie Siphonophoren, die nur vereinzelt vorkamen, erhielten 1 Punkt. Für eine zusammenfassende Darstellung wurden die Mediane der Punkte verwendet.

Die heraussortierten Cephalopoden werden in dieser Arbeit nur in ihrer Gesamtheit betrachtet. Die detaillierte Bearbeitung erfolgte durch U.PIATKOWSKI, IfM Kiel. Auch die Fischeier wurden nicht weiter identifiziert, da kaum etwas über die Taxonomie tropischer Fischeier bekannt ist.

Es wurde immer die gesamte Netzprobe ausgewertet, um teilungsbedingte Fehler zu vermeiden. Bei einigen Proben kam *Benthoosema* sp. allerdings in so hohen Abundanzen vor, daß eine Teilung der betreffenden Fänge in einem zehnfach Teiler unumgänglich war. Dann wurden 3/10 der Planktonmenge ausgewertet.

Taxonomische Einordnung der Fischlarven

Die Bestimmung des Fischlarven-Materials geschah mit Unterstützung durch A.Röpke, der sich u.a. bei Spezialisten in den USA (E.Houde und B.Richards) intensiv in die Taxonomie des tropischen Ichthyoplanktons eingearbeitet hatte.

Es wurden zudem folgende Bestimmungswerke herangezogen:

1. „Ontogeny and Systematics of Fishes“
Eds. H.G. Moser und W.J. Richards. Special publication number 1. American Society of Ichthyologists and Herpetologists (1984). 760 pp. ISSN no. 0748-0539. (Das in diesem Buch vorgeschlagene phylogenetische System der Fische wurde für diese Studie übernommen)
2. „An Atlas of the Early Stage Fishes of Japan“
Ed. M. Okiyama. Tokai University Press (1988). 1154 pp. ISBN 4-486-00937-1
3. "The Larvae of Indo-Pacific Coral Reef Fishes"
Eds. J.M. Leis und D.S. Rennis. University of Hawaii Press (1982). 269 pp. ISBN 0-8248-0910-6
4. "Field Guide to the Commercial Marine and Brackish Water Species of Pakistan"
Ed. G. Bianchi. FAO species identification sheets for fishery purposes (1984). 200 pp.

Längenmessungen an Fischlarven

Bei 4 Taxa wurde die Länge nahezu aller erhaltenen Individuen bestimmt. Es waren dies jeweils die beiden häufigsten Taxa, bzw. diejenigen, die auf allen drei Stationen häufig und regelmäßig vorkamen. Für die Station 2 wurden zusätzlich Längenmessungen an der Art *Bolinichthys longipes* durchgeführt. Driftstation:

1	2	3
<i>Benthoosema pterotum</i>	<i>Hygophum proximum</i>	<i>Benthoosema pterotum</i>
<i>Vinciguerrria nimbaria</i>	<i>Vinciguerrria nimbaria</i>	<i>Vinciguerrria nimbaria</i>
<i>Bregmaceros</i> sp.	<i>Bregmaceros</i> sp.	<i>Bregmaceros</i> sp.
<i>Hygophum proximum</i>	<i>Bolinichthys longipes</i>	

Insgesamt wurden ca. 61.400 Larven vermessen, das waren 42 % aller vorliegenden Larven.

Die Messungen erfolgten an einem geeichten, digitalen Meßtablett -“Summa Sketch II“- unter einem Binokular mit Zeichenaufsatz. Die Larven wurden lateral von der Maulspitze bis zum Schwanzwurzelende (Standardlänge SL) auf den nächsten 1/10 mm vermessen. Die auf 0,1 mm genau gemessenen Längenwerte wurden nachträglich 0,5-mm-Längenklassen zugeteilt. Genannt ist jeweils die Klassenobergrenze. Der persönliche Meßfehler bei dieser Methode ist vernachlässigbar gering (RÖPKE, 1989a). Die Messungen wurden ca. 4 Jahre nach der Probennahme vollzogen. Während dieses Zeitraums kann es zu einer Schrumpfung der Larven gekommen sein (SCHNACK & ROSENTHAL, 1978). Diese dürfte bei allen Larven der 3 Stationen gleich gewesen sein und konnte die vergleichende Untersuchung nicht beeinträchtigen.

2.4.2 Mathematische Behandlung der Daten

Standardisierung des Rohfangs:

Zur Standardisierung des Rohfangs und Berechnungen der Organismen - Konzentrationen wurden alle Mengenangaben je Fang durch das vom Netz filtrierte Wasservolumen dividiert.

$$c = (n * 100) / v$$

c = Konzentration einer Organismengruppe (n/100 m³)

n = Anzahl der gefangenen Organismen einer Gruppe

v = Filtriertes Wasservolumen (m³)

Berechnung des Anteils der Organismen im Tiefenhorizont i an der Gesamtabundanz in der befischten Wassersäule

$$p_i = c_i * h_i / \sum (c_i * h_i) \text{ für } i=1 \text{ bis } i=8$$

p_i = Anteil der Organismen aus allen befischten Tiefen, der sich im Fanghorizont i aufgehalten hat.

c_i = Konzentration einer Organismengruppe im Tiefenhorizont i [n/100m³]

h_i = Ausdehnung des Fanghorizonts i [m]

Berechnung des Nahrungskennwerts als Maß der Intensität der Nahrungsaufnahme

Um die Intensität der Nahrungsaufnahme der Fischlarven in den einzelnen Tiefenhorizonten (i) darzustellen, wurde sowohl die Menge an gefressener Nahrung als auch die Anzahl der Larven, die diese Nahrung gefressen hatten, berücksichtigt. Dafür wurde ein sogenannter Nahrungskennwert (b_i) verwendet.

$$b_i = n_i * l_i / \sum (n_i * l_i) \text{ für } i=1 \text{ bis } i=8$$

b_i = Anteilsgröße des Nahrungskennwerts im Fanghorizont i am Gesamtkennwert der befischten Wassersäule.

n_i = Anteil der Beuteorganismen in den Larvendärmen im Tiefenhorizont i aus allen befischten Tiefen, die sich im Tiefenhorizont i aufgehalten haben.

wobei n_i = c_i * h_i / $\sum (c_i * h_i)$

für i=1 bis i = 8

c_i = Konzentration der gefressenen Beute im Tiefenhorizont i [$n/100m^3$]

l_i = Anteil der Fischlarven mit Nahrung im Darm im Tiefenhorizont i aus allen befischten Tiefen, die sich im Tiefenhorizont i aufgehalten haben.

wobei $l_i = c_i * h_i / \sum(c_i * h_i)$

für $i=1$ bis $i \leq 8$

c_i = Konzentration der fressenden Larven im Tiefenhorizont i [$n/100m^3$]

Der Nahrungskennwert ist das Produkt aus dem Anteil der fressenden Larven an der Gesamtmenge dieser Larven in der befischten Wassersäule und dem Anteil der gefressenen Beute an der Gesamtmenge dieser Beute in der befischten Wassersäule.

Berechnung der mittleren Vertikalverteilung der Fischlarven

Für ausgewählte Larventaxa, für die ausreichende Fangmengen vorlagen, wurde zu jedem Hol die Tiefe des „Verteilungsschwerpunktes“ („Centre of Mass“; modifiziert nach FRANK & CARSCADDEN, 1989) berechnet. Da die Tiefenausdehnung der Fanghorizonte für jedes der 8 Netze unterschiedlich war, mußte der Anteil der Organismen aus allen befischten Tiefen, der in dem jeweiligen Netz (p_i) erfasst worden ist, an Tiefenausdehnung des Fanghorizontes gewichtet werden. Über und unter dem „Centre of Mass“ (CM) befinden sich jeweils gleiche Mengen von Individuen. Das CM stellt also den Schwerpunkt der Verteilung einer Population dar.

$$CM = \sum(p_i * z_i)$$

wobei $p_i = c_i * h_i / \sum(c_i * h_i)$

für $i=1$ bis $i \leq 8$

CM = Centre of Mass [m]

p_i = Anteil der Organismen aus allen befischten Tiefen, der sich im Fanghorizont i aufgehalten hat.

z_i = Mittlere Tiefe des Fanghorizonts i [m]

c_i = Konzentration einer Organismengruppe im Fanghorizont i [$n/100m^3$]

h_i = Ausdehnung des Fanghorizonts i [m]

Zur statistischen Absicherung von Unterschieden in der mittleren Tiefeneinstellung zwischen Planktongruppen oder Tageszeiten wurden die mittleren CM-Werte der Vergleichsgruppen mit einem t-Test, bzw. bei einem multiplen Vergleich mit dem Tukey-Test überprüft.

Die Berechnung der Gesamtmenge (“Standing Stock”) einer Organismengruppe unter einem Quadratmeter Meeresoberfläche

Zur Feststellung der Gesamtmenge einer Organismengruppe unter einem Quadratmeter muß die gesamte Wassersäule, in der die Organismen vorkommen, mit einem Schräghol durchfischt werden. Bei jedem Einsatz des Fanggeräts standen zwei Schräghols zur Verfügung. Zum einen der integrierende Schräghol aus Netz 1 von der Oberfläche bis zur maximalen Fangtiefe von 100 m und zum anderen der aus den 8 kurzen Fangintervallen mit den der Netze 2 bis 9 zusammengesetzte Schräghol während des Hievens. Hier wurden die aufaddierten Einzelfänge aus der maximalen Befischungstiefe zur Oberfläche verwendet.

Der “Standing Stock”, die Anzahl eines Taxons unter einem m^2 , wurde nach folgender Formel für den Standard - Fangbereich von 100 m berechnet:

$$S = [\sum(c_i * h_i) / \sum h_i] * d \quad \text{für } i = 1 \text{ bis } \leq 8$$

S = Standing Stock [n/m^2]

c_i = Konzentration einer Organismengruppe im Tiefenhorizont i [n/m^3]

h_i = Breite des Tiefenhorizonts i [m]

d = Standardfangtiefe (100m)

Diese Berechnungsform war erforderlich, da die Tiefenausdehnung der einzelnen Fangintervalle (h_i) sich nicht immer auf die angestrebte Gesamttiefe von 100 m addierten.

Berechnung des Trockengewichts:

Die Gesamtmengenangaben des Netzplanktons als Verdrängungsvolumen wurden in Trockengewichte umgerechnet unter Anwendung der von RÖPKE (1992) erstellten Formeln. Einzelheiten zur Methode und Durchführung sind in der Arbeit von RÖPKE (1992) in Kapitel 2.6.6 und 3.2.2 nachzulesen. Diese Umrechnung wurde vorgenommen, da in der Literatur häufig das Trockengewicht und nicht das Verdrängungsvolumen als Mengenangabe verwendet wird.

Formeln zur Umrechnung des Verdrängungsvolumens (V_v) in das Trockengewicht (T_g) der Planktonprobe, getrennt für die drei Gebiete in denen die Driftstationen lagen (RÖPKE, 1992):

$T_g = a * V_v^{\beta}$ Trockengewicht in [mg]; Verdrängungsvolumen in [ml]				
Gebiet der	$\log(T_g) = a + \beta * \log(V_v)$	N	Standardfehler der Steigung β	r^2
Driftstation 1	$\log(T_g) = 2,214 + 0,535 * \log(V_v)$	156	0,04258	0,51
Driftstation 2	$\log(T_g) = 1,560 + 1,025 * \log(V_v)$	78	0,06277	0,78
Driftstation 3	$\log(T_g) = 1,661 + 0,865 * \log(V_v)$	74	0,04923	0,81

Berechnung der Selektivität der aufgenommenen Nahrung:

Die untersuchten Nahrungskomponenten der Fischlarven ergeben sich aus dem Vorkommen in den Darminhalten und die Aufschlüsselung ist abhängig von deren Bestimmbarkeit.

Ein gebräuchlicher Selektivitätsindex (E) ist der von IVLEV (1961):

$$E = (r - p) / (r + p)$$

E = Elektivitätsindex (-1 bis 0: Ablehnung, 0: unselektiert, 0 bis +1: positive Selektion)

p = relativer Anteil des Nahrungstyps in der Umwelt

r = relativer Anteil des Nahrungstyps im Larvendarm

Der Index kann von -1 bis +1 variieren. -1 bis 0 bedeutet Ablehnung des betrachteten Nahrungstyps, 0 bis +1 bedeutet positive Selektion des Nahrungstyps. Wenn $E=0$, dann ist der Anteil des Nahrungstyps in Umwelt und Darm gleich.

Der Index nach JACOBS (1974) bzw. nach CHESSON (1978) berücksichtigt zusätzlich die Anteile der einzelnen Nahrungstypen in der Umwelt an der Gesamtheit der zur Verfügung stehenden Nahrung.

Berechnung nach JACOBS (1974):

$$D = (r-p) / (r + p - 2rp)$$

D = Elektivitätsindex (-1 bis 0: Ablehnung, 0: unselektiert, 0 bis +1: positive Selektion)

p = relativer Anteil des betrachteten Nahrungstyps in der Umwelt

r = relativer Anteil des betrachteten Nahrungstyps im Larvendarm

Elektivitätswerte zwischen -0,3 und +0,3 werden in ihrer biologischen Aussage als nicht signifikant verschieden von 0 und somit als nicht selektive Nahrungsaufnahme gewertet (LAZZARO 1987).

Berechnung nach CHESSON (1978):

$$a = (r_i/p_i) / (r_i/p_i + r_j/p_j)$$

a = Elektivitätsindex (0 bis 0,5: Ablehnung, 0,5: unselektiert, 0,5 bis +1: positive Selektion)

p = relativer Anteil des betrachteten Nahrungstyps in der Umwelt

r = relativer Anteil des betrachteten Nahrungstyps im Larvendarm

i = betrachteter Nahrungstyp

j = übrige Nahrungstypen im Darm

Statistische Verfahren:

Die vorliegenden Daten waren häufig nicht normalverteilt und wiesen darüber hinaus oft eine unterschiedliche Varianz auf. Bei den histologischen Untersuchungen standen nur ordinal-skalierte Daten zur Verfügung. Daher kamen in der Regel nicht parametrische Tests zur Anwendung. Die angewandten Verfahren werden im einzelnen in dem Ergebnisteil genannt.

Vergleiche mehrerer Stichproben hinsichtlich signifikanter Unterschiede wurden zum Teil mit Hilfe von "Notched Box- & Whisker-" Plots (McGILL *et al.* 1978, zitiert nach LOZÁN 1992) vorgenommen, siehe die Legende der Abbildung 5. Überlappen sich die als Einkerbungen dargestellten Standardabweichungen bei den vergleichend dargestellten Stichproben, werden die jeweiligen Medianwerte auf einem Niveau von 95% als nicht signifikant unterschiedlich angesehen.

Die nicht parametrischen Tests erfolgten entsprechend der Methoden, zitiert nach LOZÁN 1992.

2.4.3 Nahrungsuntersuchungen:

Alle vollständigen und technisch reibungslos gewonnenen Probenserien bildeten die Grundlage für die Sortierung und die Magen-Darmuntersuchungen. Bestimmt wurden der Anteil der Larven mit aufgenommener Nahrung, der Magenfüllungsgrad sowie die Art und Größe der aufgenommenen Nahrungspartikel.

Der Erhaltungszustand der Fischlarven wurde während des Sortierens nach Augenschein in 5 Beurteilungsklassen eingeteilt (++ = sehr gut, + = gut, o = zufriedenstellend, - = nicht zufriedenstellend, -- = mangelhaft). Die für die Magen-Darmuntersuchungen ausgewählten Fischlarven (Kriterien siehe unten) wurden mit einer in das Binokular integrierten Meßlupe vermessen (Standardlänge, Maulweite, Körperhöhe an der Basis der Pectoralen), der Magen-Darmtrakt herauspräpariert und der Füllungsgrad ermittelt (0=leer; 1=Einzelfund; 2=mehrere Organismen ohne Dehnung des Darmes; 3= mehrere Organismen mit Dehnung des Darmes; 4= Füllung bei extremer Dehnung des Darmes). Die Inhalte wurden auf ihren Verdauungsgrad hin untersucht (0=unverdaut; 1=angedaut; 2=verdaut, mit Gewebsresten; 3=verdaut, nur Hüllen, Reste) und soweit möglich eine taxonomische Zuordnung der Nahrungspartikel vorgenommen. Alle Arbeiten wurden an einer hochauflösenden, lichtstarken Lupe durchgeführt (WILD-HEERBRUGG M8, 15x50). Der Füllungszustand der Larvendärme wurde bei starkem Durchlicht beurteilt. Häufig war jedoch eine Präparation der Larvendärme erforderlich, um sicher zu gehen, daß sie keine Nahrung enthielten. Die Proben wurden in der Regel vollständig untersucht, um Angaben über den Anteil der Larven mit Nahrung am Gesamtbestand machen zu können.

Um zunächst einen Eindruck über die Eignung des sortierten Fischlarvenmaterials für weitere Nahrungsuntersuchungen zu erhalten, wurden Magenuntersuchungen an Fischlarven folgender Taxa durchgeführt:

Benthoosema sp.
Bolinichthys longipes
Bregmaceros sp.
Callionymidae
Champsodontidae
Cubiceps squamiceps
Diaphus sp.
Gobiidae
Hygophum proximum
Leiognathidae
Lestidiops jayakari

Nealotus tripes
Synagrops sp.
Thunnini
Trichiurus lepturus
Vinciguerrria nimbaria

Es konnte nur Probenmaterial ausgewertet werden, das einen zufriedenstellenden bis sehr guten Erhaltungszustand aufwies. Dieser wurde im wesentlichen durch das Vorkommen von planktischen Ostracoden variiert. Bei hohem Ostracodenanteil, wie er auf der Driftstation 2 vorkam, waren die Fischlarven überwiegend stark beschädigt. Ostracoden fraßen während der Verweildauer des Planktons im Netz bevorzugt Fischlarven an. Das Material der Driftstationen 1 und 3, auf denen keine Ostracoden das Zooplankton dominierten, war in der Regel gut bis sehr gut erhalten.

Im weiteren Verlauf der Aufarbeitung konzentrierten sich die Nahrungsuntersuchungen auf folgende häufig und regelmäßig vorkommende Taxa:

1. *Benthosema pterotum*
2. *Vinciguerrria nimbaria*
3. *Bregmaceros sp.*
4. *Diaphus sp.* (Station 2)
5. *Nealotus tripes* (Station 2)
6. *Synagrops sp.* (Station 3)
7. Champsodontidae (Station 3)
8. Gobiidae (Station 3)
9. Thunnini (Station 3)

Untersuchung der aufgenommenen Nahrungsorganismen

Der Darm wurde mit feinen Spritzenkanülen (0,42x22mm), die auf Glaspipetten (als Griff) aufgeklebt waren, aufpräpariert. Kanülen sind aufgrund des schrägen Anschliffs sehr spitz und die scharfen Kanten eignen sich sehr gut zum Schneiden der Gewebe. Die Nahrungsorganismen wurden in ihrer Körperlänge und maximalen Breite gemessen (Meßokular), taxonomisch eingeordnet und zur Aufbewahrung in Sortierlösung überführt, die sich aus 0,5 % Propylenphenoxetol, 5 % Propylenglykol und 94,5 % Leitungswasser zusammensetzte. Die taxonomische Bearbeitung erfolgte unter Zuhilfenahme folgender Literatur:

Yamaji, I. 1966: Illustrations of the marine Plankton of Japan

Rose, M. 1933: Copepodes Pélagiques. Faune de France, 26. Libr. de la Fac. des Sci.. Reprint: Reprint K. 1970, Lichtenstein.

Unterstützt wurden die Bestimmungsarbeiten von Frau Dr. Böttger-Schnack.
An Nahrungsorganismen wurden folgender Taxa ermittelt:

Copepoda, Nauplius

Calanoide Copepoda

Cyclopoide Copepoda: *Oncaea venusta f. typica*
Oncaea venusta f. venella
Oncaea media
Oncaea conifera
Oncaea clevei
Oncaea sp.
Corycaeus sp.
Corycaeus carinata
Oithona sp.
Sapphirina sp.

Harpacticoidea: *Microsetella*

Ostracoda

Mollusca

Tintinnida

Foraminifera

2.4.4 Histologische Untersuchungen

Die vier sehr häufigen Larventaxa, *Benthoosema pterotum*, *Bregmaceros sp.*, *Hygophum proximum* und *Vinciguerrria nimbaria* wurden so aus dem Probenmaterial der drei Driftstationen ausgewählt, daß möglichst viele Larvenlängen mehrfach berücksichtigt werden konnten. Die Größenverteilung der ausgewählten Larven sollte weitgehend derjenigen der präparierten Fischlarven entsprechen. Dabei wurde besonders auf einen guten Erhaltungszustand und eine plane Ausrichtung der Larven geachtet. Es erfolgte die Messung der Körperlänge (Kopfspitze bis Chorda-/ Wirbelsäulenende), der Körperhöhe im Bereich der Pektoralen sowie der Maulbreite. Die Larven wurden kurz gewässert, um den Formalingehalt zu reduzieren. Um die Larven bei den folgenden Arbeitsschritten besser erkennen zu können, erfolgte eine leichte Anfärbung (4 sec.) in Eosin. Anschließend wurde wie folgt vorgegangen:

Arbeitsschritte für die 1. Entwässerung der Larven:

- Larven in Röhrchen überführen, 70% Ethanol hinzugeben
 - nach 45 min Ethanol absaugen und 80% Ethanol hinzugeben 45min, weiter mit
 - 96% Ethanol, 45 min
 - 96% Ethanol, 45 min
 - 100% Ethanol, 45 min
 - 100% Ethanol, 45 min
- Benzylbenzoat „1“, 30 min
- Benzylbenzoat „2“, 30 min
- auf 60°C erwärmtes Paraffin/Benzylbenzoat, 30 min (unter dem Abzug)
- erwärmtes Paraffin „1“, 60 min
- erwärmtes Paraffin „2“, 12 Std.

Einbettung im Paraffin:

- flüssiges Paraffin wurde in kalte (Zimmertemperatur) Gußformen gefüllt und die Larven einzeln, gemäß eines Blockplanes, in die Form gegeben
- mit einer erwärmten Pinzette wurden die Larve so ausgerichtet, daß sie auf der Seite lagen
- Abkühlung und Lagerung im Kühlschrank

Schneiden:

- Objektträger wurden aus einem Alkoholbad entnommen und trockengerieben
- die Träger dünn und gleichmäßig mit flüssigem Hühnereiweiß bestrichen und getrocknet
- der getrimmte Paraffinblock wurde mit einem Handrad-Mikrotom (MICROM HM340) geschnitten: „C“-Messer, 12°Winkel, Schnittdicke 5µ bis 10µ. Die Larven wurden -vertikal-longitudinal- geschnitten, um eine genaue Orientierung bei der Beurteilung des jeweiligen Gewebeschnittes zu ermöglichen.
- Die Schnittbänder wurden mit Pinsel abgenommen und auf einem erwärmten Wasserbad gestreckt
- Die Trocknung der fertigen Objektträger erfolgte im Trockenschrank (44°C)

Färben in folgenden Schritten:

- in Xylol „1“, 10 min
- in Xylol „2“, 10 min
- in Ethanol 96%, 4 min
- in Ethanol 90%, 4 min
- in Ethanol 80%, 4 min
- in Ethanol 60%, 4 min
- in Ethanol 40%, 4 min
- in Aqua dest. kurz spülen
- Färbung in Hämalun, 2 min
- Spülung unter fließendem Wasser, 15 min
- Färbung in 1%igem Eosin, 10 min
- Spülung in Aqua dest., 1 min

Die Arbeitsschritte der 2. Entwässerung:

zur anschließenden Einbettung erfolgte eine Entwässerung der Schnitte in der Reihenfolge:

- in Ethanol 80%, 1 min
- in Ethanol „1“ 100%, 3 min
- in Ethanol „2“ 100%, 3 min
- in Xylol „1“, 5 min
- in Xylol „2“, 5 min
- Einbettung in „Entellan“

Mikroskopische Auswertung

Alle Schnitte, die Gewebe der Verdauungsorgane enthielten, wurden unter dem Mikroskop bei 125-, 500-, 1250facher Vergrößerung ausgewertet.

Kriterien zur Beurteilung der Larven waren der Vakuolengehalt des Darmepithels, der Zymogengehalt des Pankreas, die Plasmafärbung und der Gewebszustand des Leber- und Darmepithels.

Als erstes war die Qualität der Schnitte zu beurteilen, um präparationsbedingte Fehlinterpretationen auszuschließen. Voraussetzung für eine gute Bewertung des Schnittpräparats waren die Erkennbarkeit von Feinstrukturen, typische Anfärbungen der verschiedenen Gewebestrukturen durch den Hämatoxilin-Eosinfarbstoff (Kerne: verschiedene Blautöne, Knorpelgewebe: violettblau, Plasma: rot in verschiedenen Schattierungen) und möglichst wenig Gewebeerreißungen sowie Lysiserscheinungen.

Es wurde unterschieden, ob die Larven Nahrungspartikel im Mittel- bzw. Enddarm hatten oder keinerlei Nahrung im Darmtrakt nachweisbar war. Nahrung im Ösophagus und Maul wurde nicht berücksichtigt.

Die einzelnen Bewertungskriterien erhielten in Anlehnung an Arbeiten von C.H. THEILACKER (1978), C.P. O'CONNELL (1981), Y. WATANABE (1985) und A. SIEG (1995) eine Benotung.

Zur Erleichterung der vergleichenden Betrachtung der verschiedenen Kriterien wurden alle auf eine Benotung von 1 bis 3 zusammengefaßt, obwohl bei der Bearbeitung einzelne Kriterien zunächst eine

feinere Abstufung in der Benotung erforderten. Dabei entsprach die Benotung „1“ einer guten Ernährungssituation, die größte Benotungszahl „3“ einer mangelhaften Ernährung. Tabelle 5 gibt die Benotung und deren Definition für die mikroskopisch untersuchten Kriterien wieder.

Eine Laborkalibrierung der untersuchten Kriterien war bei den ausgewählten Fischlarventaxa nicht möglich, die endgültige Beurteilung der Ernährungssituation erfolgte aufgrund von synchron auftretenden Hungerindikatoren. Als wesentliche Bezugsmerkmale für die endgültige Beurteilung der Ernährungssituation dienten die Erscheinungsbilder der Leber- und Mitteldarmzellen. Deren Hungerreaktionen konnten bei mehreren Fischarten im Labor bereits mehrfach kalibriert und bei Feldstudien abgesichert werden (O'CONNELL 1980, THEILACKER 1986, MARGULIES 1993, SIEG 1995). Die Schnittqualität der Präparate und die Gewebequalität des Pankreas wurden nur ergänzend zur Bewertung des Ernährungszustands herangezogen.

Da eine Anfärbung des Glykogens durch die HE-Färbung nicht möglich war, fand eine Beurteilung zur Menge des Reservestoffs Glycogen in der Leber über die Größe der intrazellulären Vakuolen statt. Der Inhalt der Vakuolen wurde als Glycogen definiert. Eine Leber, die viel Glycogen enthielt, bestand somit aus hellen Zellen mit großen ungefärbten Vakuolen. Aufgrund der langen Lagerung des Planktonmaterials in Formalin waren die Feinstrukturen des Pankreas nur schwer zu identifizieren, deutlich sichtbar war aber das hellrosa gefärbte Zymogen das sich gut von den dunkelviolet gefärbten Pankreaszellen abhob. Das Zymogen ist die eosinophile, inaktive Vorstufe der Darmenzyme.

Das Lebergewebe von *Bregmaceros nectabanus* bestand generell aus kleineren Hepatocysten mit kleineren Vakuolen als das der anderen untersuchten Arten. Die Bewertung zur Benotung lautet bei dieser Art deshalb Note 1= viele Vakuolen, mindestens so groß wie Nukleus; Note 2= vereinzelt Vakuolen, mindestens so groß wie Nukleus; Note 3= wenige Vakuolen oder fehlend. *Bregmaceros nectabanus* war die einzige histologisch untersuchte Art mit einem gewundenen Darm.

Tabelle 5: Benotung der histologischen Kriterien zur Beurteilung des Ernährungszustandes von Fischlarven, sowie der generellen Schnittqualität

Organe	Kriterien	Note 1	Note 2	Note 3
Leber	Vakuolengröße	Vakuolen mindestens 2 mal so groß wie Kerndurchmesser	Vakuolen ca. so groß wie Kern. vereinzelt Zellen ohne Vakuolen	Vakuolen kleiner als Kern Vakuolen selten
	"Glycogengehalt"	1	2	3 und 4
	Zellvolumen	normal	geschrumpft	stark geschrumpft
	Cytoplasmafärbung	hell	granulär	dunkel
Pankreas	Gewebefärbung/ Zymogen	Zellen dunkelviolet, viel hellrosa gefärbtes Zymogen (stark gefüllter Sinus)	Zellen violett, vereinzelt hell gefärbtes Zymogen sichtbar	Zellen blaugrau kein Zymogen
Mitteldarm	Zellvakuolen	zahlreich vorhanden	vereinzelt	Reste
	Zellverbund, Zellen	eng anliegend	leicht separiert	deutlich separiert
	Cytoplasmafärbung Zellvolumen	hell, normal	granulär, leicht geschrumpft	dunkel, stark geschrumpft
Enddarm	Zellvakuolen	große oder viele Vakuolen	vereinzelt Vakuolen	keine oder nur vereinzelt einzelne Vakuolen sichtbar
	Cytoplasmafärbung	normal	normal bis grau	grau
	Nahrung im Darm	vorhanden	Reste	keine
	Schnittqualität	nicht zerrissen	leicht zerrissen	stark zerrissen Färbung über oder unterfärbt

3 ERGEBNISSE

3.1. Fängigkeit der einzelnen Netze des Fanggeräts

Zur Untersuchung der Fängigkeit des eingesetzten Fanggeräts wurden in einer Testreihe die Netze während eines Hols in derselben Tiefe nacheinander und möglichst von gleicher Dauer eingesetzt. Während des Wegfrierens von der Oberfläche in die gewünschte Einsatztiefe war das Netz 1 geöffnet. Beim Hieven des Gerätes zur Wasseroberfläche war Netz 9 fangbereit. Zur Auswertung kamen 13 Einsätze dieser Horizontalhols. Bei gleicher Fängigkeit der Netze 2 bis 8 dürften im Mittel keine signifikanten Unterschiede in den Fangmengen (Verdrängungsvolumen des Gesamtnetzplanktons) auftreten. Die 13 Hols wurden an der Driftstation 3 zu unterschiedlichen Zeitpunkten und in unterschiedlichen Tiefen durchgeführt: 2x in 90 m, 5x in 60 m, 3x in 40 m, 2x in 20 m und 1x in 8 m. Da bei dem Hol in 8 m Tiefe für ein Netz keine Werte vorlagen, ein weiterer Hol fehlerhaft war, verringerte sich für die folgenden Homogenitätsprüfungen die Anzahl der verwendbaren Hols auf 11.

Die Ergebnisse an absoluten Planktonmengen (als Verdrängungsvolumen) je Fang wurden nach Netznummern sortiert und diese Wertegruppen für die einzelnen Netze miteinander verglichen. Dabei zeigte sich, daß mit dem Netz Nr.7 im Durchschnitt wesentlich mehr Plankton gefangen wurde als mit den Netzen Nr.: 2, 3, 4, 5, 6 und 8. Die Einsatzdauer und das filtrierte Volumen waren bei allen Netzen annähernd gleich. Das Planktonvolumen, bezogen auf 100 m³ filtriertem Wasser, wurde für die 7 Netze in einer Homogenitätsprüfung miteinander verglichen. Nach dem FRIEDMAN-Test ergaben sich signifikante Unterschiede zwischen den Netzen (Stichproben) bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von <5 %. Der multiple Vergleich nach WILCOXON & WILCOX wies einen signifikanten Unterschied zwischen Netz 7 und den Netzen 2, 3, 4 und 5 auf. Damit ist eine erhöhte Fängigkeit von Netz 7 gegenüber den Netzen 2, 3, 4 und 5 wahrscheinlich (**Abbildung: 5**). In der vorliegenden Arbeit wurden alle Werte dieses Netzes zur Plankton- und Fischlarvenkonzentration um 20 % verringert. Der Faktor wurde so gewählt, daß bei den 11 hier verwendeten Horizontalhols die durchschnittliche Fangmenge des Netzes 7 zwischen der des Netzes 6 und 8 lag. Nach der Korrektur war der Anteil an gefangenem Plankton der Netze 7, 8 gegenüber den anderen Netzen erhöht, diese Unterschiede waren jedoch nicht signifikant.

Die mögliche Ursache für die erhöhte Fängigkeit von Netz 7 konnte nur durch die Auswertung zusätzlicher Geräteparameter in Erfahrung gebracht werden. Es wurde von der Vermutung ausgegangen, daß die Lage des Fanggerätes im Wasser, von Bedeutung für die Fängigkeit der Netze ist. Deshalb wurden die Daten zur Lage des Geräts im Wasser, Winkelanzeige und Standardabweichung vom mittleren Winkel, ausgewertet. Die Neigung der Geräteöffnung wurde kontinuierlich, im 4 Sekunden Takt, mit einem Winkelmesser gemessen. Ein Winkel von 45° entsprach der lotrechten Ausrichtung der Einstromöffnung, siehe **Abbildung 6**. Lag das Gerät unstabil im Wasser, wurde das anhand stärkerer Schwankungen der Winkelmessungen deutlich. Deshalb wurde die Standardabweichung der mittleren Winkelmessungen eines jeden Netzeinsatzes zur Beurteilung der Lagestabilität herangezogen.

Zwischen den Hols ergaben sich sowohl bei der mittleren Winkellage des Gerätes als auch bei der Lagestabilität des Gerätes (Standardabweichung vom mittleren Winkelmaß) signifikante Unterschiede in einer parameterfreien Homogenitätsprüfung (H-Test und multipler Vergleich nach NEMENYI, Irrtumswahrscheinlichkeit 5%). Da aber bei einem einwandfreien Funktionieren des Gerätes keine Unterschiede in den Winkelmaßen hätten auftreten dürfen, mußten die Faktoren ermittelt werden, die einen signifikanten Einfluß auf den Neigungswinkel und die Lagestabilität des Gerätes hatten: Dafür wurden bei allen Horizontalhols für jedes Netz die ermittelten Einstromgeschwindigkeiten (Quotient aus Umdrehungszahl des Strömungsmessers und Netzöffnungsdauer) in 5 Geschwindigkeitskategorien eingeteilt. In **Abbildung 7** sind diesen Kategorien die entsprechenden mittleren Winkelgradmaße

gegenübergestellt. Die Kategorie 1 enthielt die niedrigsten Geschwindigkeitswerte, in Kategorie 5 wurden die höchsten Werte zusammengefaßt. Die genaue Zuordnung ist der Tabelle zu Abbildung 7 im Abbildungsband zu entnehmen. Die parameterfreie Homogenitätsprüfung ergab einen signifikant niedrigeren Neigungswinkel für die höchste Geschwindigkeits-Kategorie 5 im Vergleich zur Kategorie 2 (H-Test und multipler Vergleich nach NEMENYI, Irrtumswahrscheinlichkeit 5%).

Ein signifikanter Unterschied zwischen den Schwankungen des Fanggerätes, gemessen als Standardabweichung des mittleren Neigungswinkels, in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit war nicht festzustellen (H-Test und multipler Vergleich nach NEMENYI, Irrtumswahrscheinlichkeit 5%). Das bedeutet, daß eine Veränderung der Schleppgeschwindigkeit die generelle Neigung des Gerätes veränderte, nicht aber die Stabilität während eines Fanges.

Zur Prüfung, ob auch die Einsattiefe einen Einfluß auf die Lage und Stabilität des Gerätes hatte, wurden die entsprechenden Winkelmaße nach der Einsattiefe sortiert und in einer parameterfreien Homogenitätsprüfung miteinander verglichen. Mit zunehmender Tiefe war eine Verringerung des Neigungswinkels feststellbar, siehe **Abbildung 8**. In 90 m Einsattiefe waren die Neigungswinkel signifikant niedriger als in den darüber liegenden Tiefen (H-Test und multipler Vergleich nach NEMENYI, Irrtumswahrscheinlichkeit 5%). Hinsichtlich der Lagestabilität (Standardabweichung vom mittleren Winkelmaß) und der Einsattiefe des Gerätes waren signifikante Unterschiede nicht nachweisbar.

Für die Gesamtheit der Horizontalhols ist somit eine Abhängigkeit der Winkellage des Gerätes von der Einstromgeschwindigkeit und der Einsattiefe nachgewiesen. Die Lagestabilität des Gerätes (Standardabweichung des mittleren Netzwinkels) wurde hiervon weniger beeinflusst.

Im folgenden Teil des Kapitels soll nun untersucht werden, ob beim Einsatz der einzelnen Netze die Winkelanzeigen und die Standardabweichung der entsprechenden Mittelwerte, signifikante Unterschiede auftraten. Da sich die Winkelmaße der beiden 90 m - Hols signifikant von denen bei geringer Tiefe unterschieden, wurden sie für die folgenden netzvergleichenden Untersuchungen der gemessenen Winkel herausgenommen. Bedingt durch unterschiedliche Einsattiefen und Geschwindigkeiten waren die absoluten Winkelmaße der einzelnen Netzeinsätze unterschiedlich. Es wurden deshalb die Anteile (%) der summierten mittleren Winkelmaße der 8 Netze in einem Hol verwendet. Das heißt: Für jeden Hol wurden die Winkelmaße aller 8 Netze summiert. Für jedes Netz eines Hols wurde dann der relative Anteil am Gesamt-Winkelmaß-Wert berechnet. Anschließend wurden für jedes einzelne Netz Mittelwerte aus den 10 Vergleichhols gebildet. Die Prüfung auf statistisch gesicherte Unterschiede erfolgte im folgenden Teil dieses Kapitel mit dem FRIEDMAN-Test, der Homogenitätsprüfung für verbundene Stichproben und dem multiplen Vergleich nach WILCOXON & WILCOX, Irrtumswahrscheinlichkeit <5 %.

Zunächst wurden die mittleren Einstromgeschwindigkeiten der einzelnen Netze miteinander verglichen, um festzustellen ob unterschiedliche Geschwindigkeiten bei dem Einsatz der einzelnen Netze vorlagen. Die Einstromgeschwindigkeiten wurden für 11 Hols den Netzen 2 bis 8 zugeordnet und in einer Homogenitätsprüfung miteinander verglichen. Netz 2, 6, 7, 8 wiesen eine Geschwindigkeit kleiner 0,5 Umdrehungen pro Sekunde auf, die Netze 3, 4 und 5 entsprechend größer 0,5 Umdrehungen pro Sekunde, siehe **Abbildung 9**. Die Unterschiede waren statistisch jedoch nicht signifikant. Geschwindigkeitsunterschieden zwischen den Netzen wird in der folgenden Betrachtung damit kein entscheidender Einfluß zugewiesen. Damit war bei den Testfängen zur Prüfung der kleinskaligen Variabilität von Biomassen in einem Horizont die Einstromgeschwindigkeit während eines Hols konstant.

Die mittleren Anstromwinkel (Abweichung der Lage der Netzöffnung von der Senkrechten) und die Standardabweichungen von den Winkelmittelwerten (Stabilität des Gerätes) aus 10 Horizontalhols wurden den Netzen 2 bis 9 zugeordnet. Netz 9 wurde in diese Darstellung mit aufgenommen, da hier

eventuell der Effekt des Hievens auf die Lage des Gerätes zu erkennen war. Im Verlauf eines Hols, d.h. nach Auslösung einer zunehmenden Zahl von Netzen, wurde zwischen Netz Nr. 3 und Nr. 9 eine generelle Zunahme im Neigungswinkel der Einstromöffnung festgestellt, siehe **Abbildung 10**. Die Unterschiede zwischen Netz 3 und Netz 8 sowie Netz 3 und Netz 9 sind statistisch gesichert.

Auch die Standardabweichungen der mittleren Neigungswinkel des Fanggeräts (Stabilität des Gerätes) zeigten deutliche Unterschiede, je nachdem welches Netz sich gerade im Einsatz befand: Beim Einsatz der Netze 6, 7, 8, insbesondere des Netz 7, waren die Standardabweichungen im Vergleich zu denjenigen der anderen Netze gering, was auf eine stabilere Lage des Gerätes während des Einsatzes dieser Netze hinweist, siehe **Abbildung 11**. Die Unterschiede zwischen Netz 2 und den Netzen 6 bis 8 sowie zwischen dem Netz 3 und den Netzen 7, 8 waren statistisch signifikant. Je nachdem, welches Netz gerade geöffnet ist, liegt das Fanggerät unterschiedlich stabil im Wasser.

Für eine Beurteilung der Übertragbarkeit dieser Ergebnisse auf die ansonsten standardmäßig erfolgten Schräghols mußten die entsprechenden Parameter dieser Hols (Geschwindigkeit und Stabilität des Gerätes) herangezogen werden. Die Winkellage des Gerätes konnte bei dieser Betrachtung nicht berücksichtigt werden, da bei den Schräghols jedem Netz eine eigene Tiefe zugeordnet wurde. Daß die Tiefe aber einen Einfluß auf die Winkellage hatte, konnte oben für die Horizontalhols gezeigt werden.

Die Einstromgeschwindigkeit wurde für 48 Schräghols der Station 3 berechnet und den Netzen 2 bis 9 zugeordnet. Hierbei gab es signifikant geringere Geschwindigkeiten bei den Netzen 4, 5, 6, 7 gegenüber den Netzen 2, 3 und 9, siehe **Abbildung 12**. Die mittleren Geschwindigkeiten der Netze 4 bis 8 waren recht ähnlich.

Analog der Vorgehensweise bei den Horizontalhols wurde die Standardabweichung von dem Winkelmittelwert eines jeden Netzeinsatzes der Schräghols - als Ausdruck der Lagestabilität - ermittelt. Die Standardabweichung des mittleren Neigungswinkels war bei den Netzen 1 bis 9 für das gefierte Netz 1 am größten. Von den gehievten Netzen 2 bis 9 wurde, im Mittel über die 48 Vergleichhols, bei Netz Nr. 9 die größte Standardabweichung vom mittleren Neigungswinkel gemessen. Bei Netz Nr. 7 und 8 waren die Schwankungen am geringsten, siehe **Abbildung 13**. Die Unterschiede zwischen Netz 1 und Netz 7 bzw. zwischen Netz 1, 9 und 8 sind statistisch gesichert. Während des Einsatzes des Netzes 7 und 8 war die Lagestabilität des Gerätes sowohl bei den Horizontalhols als auch bei den Schräghols im Vergleich zu den anderen Netzen am höchsten.

3.2 Hydrographische Situation in den Probenahmegebieten

Die Driftphasen der 3 Stationen lagen in einem Zeitraum vor dem Einsetzen des Südwestmonsuns 1987. Die Oberflächentemperaturen und Salzgehalte stiegen von Westen nach Osten an. Die mittleren Salzgehalte bzw. Temperaturen betrugen 36,6 psu bzw. 25,6 °C an der Driftstation 1, 36,8 psu bzw. 28,7° C auf der Station 2 und 37,10 psu bzw. 30,2 °C auf der Station 3.

Die Winde während der gesamten Untersuchungsperiode waren schwach (< 6 m/s) und kamen aus wechselnden Richtungen. Erst auf der Driftstation 3 wurden auch größere Windstärken aus verschiedenen Himmelsrichtungen registriert. Die starken und gleichmäßigen südwestlichen Monsunwinde setzten erst nach Abschluß des Untersuchungsprogramms ein.

Die Orientierung der einzelnen Holpositionen mit Hilfe einer treibenden Boje hatte den Zweck, einen Wasserkörper möglichst über den gesamten Untersuchungszeitraum hinweg zu verfolgen. Anhand der erfaßten hydrographischen Parameter soll deshalb zunächst überprüft werden, inwieweit die

gewünschten Voraussetzungen während der Fangperioden an den Driftstationen tatsächlich erfüllt waren. Für einen Vergleich der Driftstationen und zur Beurteilung der vertikalen Struktur des Wasserkörpers waren besonders die Temperaturwerte von Interesse.

Aufgrund der kontinuierlichen Tiefen- und Temperaturmessungen während eines Hols konnten Temperaturprofile erstellt werden. Aus dem Verlauf dieser Kurven konnte die Schichtdicke des durchmischten Oberflächenwassers und das eventuelle Vorhandensein einer Sprungschicht abgelesen werden, siehe **Abbildung 14**. Das Temperaturprofil der Station 1 unterschied sich deutlich von den beiden anderen Stationen. Eine Temperatur-Sprungschicht ist auf der Station 1 im Gegensatz zu den beiden anderen Stationen nicht vorhanden. Die Temperaturen sind auf der ersten Station um 1 bis 3° C niedriger als auf der zweiten Station und 3 bis 5 °C niedriger als auf der dritten Station.

Um festzustellen, wie sich der durchfischte Wasserkörper im Lauf der Zeit veränderte, wurden aus jedem Vertikalprofil jeweils drei Temperaturwerte abgelesen und in einer Grafik dargestellt. Es wurden in zeitlicher Abfolge jeweils die Oberflächentemperatur, die Temperatur in der Tiefe der Driftsegel und die Temperatur in 95 m (Station 2) bzw. 100 m Tiefe (Station 1, 3) verwendet. Darüber hinaus erfolgte die Darstellung der Dicke der durchmischten Schicht und der Dicke und Lage der Sprungschicht (soweit vorhanden) in zeitlicher Abfolge.

Hydrographie der Driftstation 1

Zur Auswertung kamen nur Hols, deren technische Durchführung einwandfrei ablief. Die Untersuchung begann am 5.4. 1987 und endete am 7.4. 1987 (siehe Tabelle 1, Seite 8). Nur zu Beginn der Beprobung, bei Hol 1 und 3, war noch eine schwache Sprungschicht in 28 m Tiefe ausgebildet. Die Temperatur betrug anfänglich in 100 m Tiefe 21,2°C und an der Oberfläche 25,5°C. Im weiteren zeitlichen Verlauf trat keine Sprungschicht mehr auf (Hol 5, 7, 9, 11, 13 und 15), wie es das Temperaturprofil der Temperaturmittelwerte in **Abbildung 14** zeigt. Die **Abbildung 15** gibt den zeitlichen Verlauf der Temperaturen in den drei Tiefen Oberfläche, Driftsegeltiefe, und 100 m für die 12 bis 43 Stunden nach Stationsbeginn (Hol 5 bis 15) an.

Hydrographie der Driftstation 2

Die Temperaturen lagen in 95 m Tiefe bei 22°C, in der Tiefe des 1.Driftsegels (50 m Tiefe) bei 24,7°C und an der Oberfläche bei 28,7°C, siehe **Abbildung 16**. Vergleicht man die Temperaturen an der Oberfläche, in 50 m bzw. in 95 m Tiefe während der Driftphase miteinander, so zeigen sich zum Teil synchrone Schwankungen bei der 50 m und der 95 m Temperaturkurve, die aber keinen Bezug zur Oberflächentemperatur erkennen lassen. Der Anstieg der Oberflächentemperaturen zwischen Stationsbeginn und nach 41 Stunden, zwischen 48 und 84 Stunden, und von 85 bis 97 und 102 Stunden nach Stationsbeginn erfolgte treppenhaft um insgesamt 0,3°C. Die maximalen Temperaturdifferenzen während der Driftphase betrugen in 50 m Tiefe 2,3°C und in 95 m Tiefe 1,8°C. In diesen Tiefen traten die niedrigsten Temperaturen in den ersten 48 Stunden, vor dem Hol Nr. 48 auf und die höchsten nach Hol 48. Während der gesamten Driftphase konnte eine durchmischte Deckschicht von einer mehr oder weniger stark ausgeprägten Sprungschicht und einem sich darunter anschließenden Tiefenbereich unterschieden werden, in dem die Temperaturen mit zunehmender Tiefe nur langsam abnahmen. In der **Abbildung 17** markiert der Raum zwischen beiden Kurven die Thermocline. Die obere Linie kennzeichnet die Untergrenze der durchmischten Deckschicht, bzw. Obergrenze der Thermocline, bestimmt durch den Kurvenverlauf des Temperaturprofils (vgl. **Abb.14**) beim Wechsel von senkrecht in konvex,. Die untere Linie kennzeichnet die Untergrenze der Thermocline, bestimmt durch den Kurvenverlauf des Temperaturprofils (vgl. **Abb.14**) im Wendepunkt von konvex in konkav. Bei den Temperaturprofilen einiger Hols war keine Abgrenzung zum Tiefenwasserbereich zu ermitteln, was die Unterbrechungen in

der unteren Kurve der **Abbildung 17** erklärt. Zu Beginn der Station hatte die durchmischte Deckschicht eine Dicke von 20 m (Hol 29 bis 31). Am Ende der Station reichte die durchmischte Deckschicht bis in 25 m Tiefe (Hol 62 bis 68). Die Sprungschicht erstreckte sich während der gesamten Driftphase bis in eine Tiefe von 60 m.

Hydrographie der Driftstation 3

Die Driftphase der Station 3 war mit 8 Tagen die längste. Durch die zwischenzeitliche Aufnahme der Boje (nach 38 Stunden, Hol 136) und ein erneutes weiter östliches Aussetzen wurden mindestens 2 Wasserkörper (Abschnitte) untersucht.

Die Temperaturen an der Oberfläche, in 30 m- und in 100 m Tiefe wurden für den Verlauf der Driftphase herausgestellt: Die Oberflächentemperaturen des ersten Abschnitts betrugen 30,2°C bis 30,4°C. Die entsprechenden Temperaturen des zweiten Abschnitts lagen mit 30,4 bis 30,7°C ab 44 Stunden bis 126 Stunden nach Stationsbeginn (Hol 137 bis 184) oberhalb denen des ersten Abschnitts. Die Temperaturen schwankten in 30 m Tiefe, der Tiefe des Driftsegels, maximal zwischen 28,2 und 30,6°C, die Differenz betrug somit 2,4°C. In 100 m Tiefe betrugen die maximalen zeitlichen Temperaturdifferenzen nur 0,7°C bei Temperaturen zwischen 23,5 und 24,2°C und an der Oberfläche nur 0,5°C, zwischen Stationsbeginn und der 126. Stunde nach Stationsbeginn (Hol 120 bis 184), siehe **Abbildung 18**. Zwischendurch gab es wiederholt Serien von 2 bis 3 Hols, in denen die Temperaturen nahezu identisch waren: Hol137-138, Hol141-144, Hol158-160, Hol168-171, Hol174-177, Hol189-194. Hierbei handelte es sich allerdings überwiegend um die Wiederholungsfänge, die im einstündigen Abstand erfolgten. Die Temperaturveränderungen an der Oberfläche und in 100 m Tiefe der Station 3, die während der Driftphase festgestellt wurden, dürften im Zusammenhang mit der Aufnahme der Driftboje und dem erneuten Aussetzen an einer neuen Position stehen.

Im ersten Abschnitt (Hol 120 bis 136) war die Sprungschicht zwischen 15 m und 25 m dick. Die durchmischte Deckschicht wies insgesamt eine Stärke von 18 m bis 30 m auf. Im Verlauf des zweiten Abschnitts (ab Hol 137) erweiterte sich der Bereich der Sprungschicht auf eine Dicke von bis zu 50 m, siehe **Abbildung: 19**. Zur Definition der Kurven siehe den Erklärungen der **Abbildung 17**, Station 2.

3.3 Übersicht über die Häufigkeiten und Verteilungsmuster des Netzplanktons

In diesem Kapitel werden die Fischlarven, die Cephalopoden und das übrige Netzplankton behandelt, ohne diese Gruppen taxonomisch weiter zu unterscheiden. Zusätzlich sind Fischeier in diese Auswertung mit aufgenommen. Die Ergebnisse zur Vertikalverteilung der Eier, die von Schwebefähigkeit und Turbulenz bestimmt werden, sollten mit denen der anderen Planktongruppen, die auch aktive Vertikalwanderung zeigen, verglichen werden. In Vergleich zu der vorangehend behandelten Hydrographie, soll in diesem Kapitel durch die recht grob gewählte taxonomische Einteilung eine Übersicht zu der Häufigkeit des Auftretens des Planktons unter dem Aspekt der regionalen, zeitlichen und vertikalen Verteilung geschaffen werden. Für jede der drei Stationen werden die folgenden drei Punkte behandelt:

- 1.) Angabe der Gesamtmenge („standing stock“) an Netzplankton (mit Cephalopoden, Fischeiern und Fischlarven), Cephalopoden, Fischlarven und Fischeiern im befischten Tiefenbereich. Die Menge des Netzplanktons wird als Verdrängungsvolumen angegeben. Zusätzlich wurde das Verdrängungsvolumen in Trockengewicht pro Quadratmeter (siehe Methodenteil: Kap. 2.4.2.) aufgeführt, um eine bessere Vergleichsmöglichkeit mit den Ergebnissen anderer Arbeiten zu ermöglichen.
- 2.) Darstellung der Zusammensetzung des restlichen Netzplanktons (ohne Fischlarven, Fischeier und Cephalopoden) in Form von Tortendiagrammen. Beim Sortieren dieser Netzproben waren die

Mengenanteile von 19 taxonomischen Gruppen augenscheinlich geschätzt worden (siehe Methodenteil: Kap. 2.4.1.).

- 3.) Darstellung der Vertikalverteilung der Fischlarven, der Cephalopoden, Fischeier und des Netzplanktons (mit Cephalopoden, Fischeiern und Fischlarven) in Balkendiagrammen. Die folgenden Abbildungen mit horizontalen Balkendiagrammen zeigen für die 8 befischten Tiefenstufen die Mittelwerte der relativen Anteile der Fangmengen bezogen auf die Gesamtmenge eines Hols, dargestellt in 5 m Tiefenstufen.

Obwohl die Gesamtmenge an gefangenem Plankton einzelner Hols, die zeitlich und räumlich eng beieinander lagen, sich z.T. um das zehnfache unterschied, wiesen sie Verteilungsmaxima in derselben Tiefenstufe auf. Um die Ergebnisse zur Vertikalverteilung der Organismengruppen aus den einzelnen Hols miteinander vergleichen zu können, wurden die Fangmengen aus den einzelnen Netzen (Tiefenstufen) als Anteile von der Gesamtmenge eines Hols angegeben.

Für den statistischen Vergleich der mittleren Tiefeneinstellungen (Centre of Mass) zu unterschiedlichen Tageszeiten wurde der nicht parametrische Tukey-Test, und eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,05 angewendet.

Am Ende des Kapitels folgt ein zusammenfassender Vergleich der drei Stationen, in dem zur Beschreibung der drei Untersuchungsgebiete (Stationen) die hydrographischen Daten mit herangezogen werden.

Driftstation 1

Auf dieser Station konnten insgesamt 6 Hols vom 6. und 7. 4. ausgewertet werden. **Tabelle 6** gibt die Fangmengen unter einem Quadratmeter wieder. Die Menge an Netzplankton lag bei 470 mg/m² am Tag und 550 bis 670 mg/m² in der Nacht. Cephalopoden waren mit 1,5 bis 4,4 Ind./m² vertreten, Fischeier mit 1 bis 7,9 Ind./m² und Fischlarven mit 36 bis 83 Ind./m² (36 - 50 Ind./m² tags und 59 - 83 Ind./m² nachts).

Für Plankton und Fischlarven deuten sich tageszeitliche Unterschiede in den Abundanzwerten an, ohne eine Überlappung der Streubereiche für Tag- und Nachtfänge. Die Ergebnisse stammen jedoch aus nur 2 Tages- und Nachtperioden mit jeweils nur 1 bis 2 Hols, so daß die Abundanzunterschiede sich auch nur zufällig in der beobachteten Form auf die Tag- und Nachtperioden verteilt haben können.

Tabelle 6: Station 1, Fangmengen pro Quadratmeter.

Uhrzeit [Std:Min]	Tag			Nacht				
	9:05	15:01	9:44	3:11	21:54	3:02		
Holnummer	7	9	15	5	11	13	Summe	Median
Plankton [ml]	7,4	7,2	7,9	12,5	9,8	14,2	59	8,9
Plankton [mg]	476	470	496	631	556	676	3307	526
Cephalopoden [n]	1,6	1,5	1,8	4,4	2,5	1,7	13,5	1,8
Fischeier [n]	7,3	7,9	4,5	0,9	5,3	2,2	28	4,9
Fischlarven [n]	39,5	49,9	36,2	59,4	83,3	78,8	347	54,7

Die **Abbildung 20** gibt einen Überblick über die Zusammensetzung des Netzplanktons ohne die Fischlarven, Cephalopoden und Fischeier. Den größten Anteil machten mit 18 % die Copepoden aus. In größeren Anteilen kamen auch Ostracoden, Larvenstadien der Decapoden, Polychaeten, Chaetognathen und Cladoceren mit jeweils 7 % vor. In der **Abbildung 21** sind die Vertikalverteilungsprofile der Fischlarven, der Cephalopoden, der Fischeier und das Verrdrängungsvolumen des gesamten Netzplanktons dargestellt. Das **Netzplankton** hatte im Tiefenbereich 20 m bis 30 m sein Verteilungs-Maximum. Der errechnete Verteilungsschwerpunkt, das Centre of Mass, lag dagegen bei 30 m. Diese Verschiebung ist bedingt durch den besonders breiten Tiefenhorizont des untersten Netzes.

Die **Fischlarven** waren relativ gleichmäßig über die oberen 40 m der Wassersäule verteilt, mit einem Maximum in 20 - 25 m. Der Verteilungsschwerpunkt lag in 25 m Tiefe.

Die Vertikalverteilung der **Cephalopoden** hatte ihren Schwerpunkt oberhalb derjenigen der Fischlarven. Der Verteilungsschwerpunkt (Centre of Mass) der Cephalopoden lag bei 22 m Tiefe. Die durchschnittlich höchsten Anteile traten in 25 m bis 30 m Tiefe auf. Unterhalb von 40 m Tiefe war der Anteil der Cephalopoden sehr gering.

Die **Fischeier** hatten ihren Verteilungsschwerpunkt (Centre of Mass) mit 21 m sehr oberflächennah. Am häufigsten waren sie in der 20 m - 25 m Tiefenstufe, wie bei den Fischlarven.

Driftstation 2

Die Konzentrationen des **Netzplanktons** betrugen in der Nacht im Mittel 8,4 ml/m², bzw. 322 mg/ m² und am Tag 8,3 ml/m², bzw. 318 mg/ m². Der "Standing Stock" der **Fischlarven** war in der Nacht mit durchschnittlich 22 Ind./m² 6mal höher als am Tag. Das Vorkommen der **Cephalopoden** hingegen war mit 9 Ind./m² am Tag annähernd doppelt so groß wie in der Nacht mit knapp 5 Ind./m². Die **Fischeier** kamen in den Nachtfängen mit 2,9 Ind./m² und in den Tagfängen nur mit 0,8 Ind./m² vor.

In der **Tabelle 7** sind für die Station 2 die Fangmengen unter einem Quadratmeter aufgeführt, als Summen- und Mittelwerte der Tag- und Nachtfänge.

Das **Netzplankton** bestand zum größten Teil aus Copepoden (15%) und Ostracoden (15%), aber auch Chaetognathen (12%) waren zahlreich vertreten, siehe **Abbildung 22**.

Die Vertikalverteilung des **Netzplanktons** wies die höchsten Konzentrationswerte in Tiefen von 15 m bis 70 m auf. Am Vormittag waren die Konzentrationen des Netzplanktons in Tiefen von 55 m - 70 m am höchsten. Bei den Fängen am Nachmittag lagen die entsprechende Werte in der 30 m - 35 m und der 55 m - 70 m Stufe. Durch niedrigere Häufigkeiten in 35 m bis 55 m Tiefe ergab sich eine zweigipfelige Vertikalverteilung. In der Nacht war die Vertikalverteilung recht gleichförmig über den gesamten Tiefenbereich verteilt mit höchsten Konzentrationswerten in 45 m - 55 m Tiefe vor Mitternacht und 30 m - 35 m Tiefe nach Mitternacht.

Im Verlauf eines Tages änderte sich der Verteilungsschwerpunkt (Centre of Mass) des **Netzplanktons**. Am Vormittag lag es in 54 m Tiefe, in der 1. Nachthälfte konzentrierte sich das Netzplankton am nächsten zur Oberfläche in 43 m Tiefe, siehe **Abbildung 23**. Erschwert wird der Vergleich durch die geringere Zahl an Netzholz zu den Tagzeiten. Zwischen der mittleren Tiefeneinstellung der Fänge vor Mitternacht und derjenigen in den Vormittagsstunden betrug der Tiefenunterschied 11 m. Dieser Unterschied ist statistisch gesichert.

Tabelle 7: Station 2, Fangmengen pro Quadratmeter

Zeit	Nacht 18 Hols		Tag 15 Hols		Gesamt Median
	Range	Median	Range	Median	
Plankton [ml]	6,9	8,4	6,3	8,3	8,3
Plankton [mg]	271	322	248	318	318
Fischlarven [n]	178	21,9	14,9	3,5	12,8
Cephalopoden [n]	15,6	5	22,7	9	5,4
Fischeier [n]	6,3	2,9	1,5	0,8	1,6

Die **Cephalopoden** waren am Vormittag in 45 m - 55 m am häufigsten, am Nachmittag und zu den Nachtzeiten in 30 m - 35 m Tiefe. Wie beim Netzplankton stieg auch bei den Cephalopoden der Verteilungsschwerpunkt von 49 m Tiefe, am Vormittag, auf 37 m, vor Mitternacht. Das Centre of Mass lag nach Mitternacht am höchsten in 35 m Tiefe und somit 14 m oberhalb der tiefsten Einstellung, siehe **Abbildung: 24**. Die Unterschiede zwischen der mittleren Tiefeneinstellung am Vormittag und denen der Nacht sind statistisch gesichert.

Das Vertikalverteilungsbild der **Fischlarven** unterschied sich deutlich von dem des **Netzplanktons** und dem der **Cephalopoden**. Die Fischlarven standen nachts tiefer als am Tag und hatten ihre Hauptverbreitung generell in größeren Tiefen. Das Verteilungsbild der **Fischlarven** wurde durch die dominanteste Art *Hygophum proximum* geprägt (siehe unten). Am häufigsten waren die **Fischlarven** unterhalb von 45 m Fangtiefe.

Der Verteilungsschwerpunkt lag am Tage in Tiefen von 60 m bzw. 51 m, in der Nacht in Tiefen von 64 m bzw. 67 m. In den Fängen am Nachmittag waren die **Fischlarven** in der 30 m - 35 m und 45 m - 55 m Tiefenstufe am häufigsten, zu allen übrigen Zeiten war dies in der 55 m - 70 m Tiefenstufe der Fall. In den Tagfängen kamen die Larven auch in der obersten Tiefenstufe etwas häufiger vor. Der größte Unterschied in der mittleren Tiefeneinstellung konnte mit 16 m zwischen den Fängen der Nachmittagsstunden und denen nach Mitternacht registriert werden, siehe **Abbildung: 25**. Die Unterschiede zwischen der mittleren Tiefeneinstellung am Nachmittag und der Nacht sind statistisch gesichert.

Die **Fischeier** waren gleichmäßiger über die gesamte Befischungstiefe verteilt als die **Fischlarven**, das **Netzplankton** und die **Cephalopoden**. Die niedrigsten Konzentrationswerte waren am Tag in 35 m - 45 m und in der Nacht in 0 m - 15 m Tiefe aufgetreten. Am Tag war in der obersten Wasserschicht das Vorkommen der **Fischeier** hingegen häufig. Der größte Unterschied des Verteilungsschwerpunktes bestand zwischen den Fängen am Vormittag und denen nach Mitternacht mit 16 m Tiefe, siehe **Abbildung: 26**. Die Unterschiede der mittleren Tiefeneinstellung zwischen den Fängen nach Mitternacht und denen am Tag sind statistisch gesichert.

Driftstation 3:

Die Fangmengen der Tag- und Nachtfänge unterschieden sich nicht sehr voneinander. Während das **Netzplankton** in den Nachtfängen in etwas größeren Mengen vorkam, waren die **Fischlarven**, **Cephalopoden** und **Fischeier** in den Tagfängen häufiger. Der "Standing stock" des **Netzplanktons**

Tabelle 8: Station 3, Fangmengen pro Quadratmeter.

Zeit	Nacht 24 Hols		Tag 24 Hols		Gesamt
	Range	Median	Range	Median	Median
Plankton [ml]	9,2	5,9	4,4	5,4	5,7
Plankton [mg]	281	213	141	196	208
Fischlarven [n]	162	55	188	65,4	60
Cephalopoden [n]	5,2	0,75	5,5	0,83	0,81
Fischeier [n]	15,4	0,55	22	0,62	0,61

betrug in der Nacht im Mittel 5,9 ml/m², bzw. 213 mg/m² und am Tage 5,4 ml/m², bzw. 197 mg/m². Die Konzentrationen der **Fischlarven** wiesen am Tage 65 Ind./m² und in der Nacht 55 Ind./m² auf. Der "Standing Stock" der **Cephalopoden** betrug im Mittel 0,8 Ind./m², der der **Fischeier** durchschnittlich 0,6 Ind./m². Die Ergebnisse sind in der **Tabelle 8** zusammengefaßt.

Auf der Station 3 bestand die Netzbiomasse zum größten Teil aus *Copepoda* (15%) und *Chaetognatha* (15%). Die dritthäufigste Fraktion bildeten die Larven der *Decapoda* mit 8 %. Im Gegensatz zur Station 2 waren die *Ostracoda* (4%) hier nicht so stark vertreten, siehe **Abbildung 27**.

Die Biomasse des **Netzplanktons** kam insbesondere zwischen 20 m und 75 m am häufigsten vor. Deutlich niedrigere Planktonvolumina unterhalb 75 m Tiefe legen den Schluß nahe, daß der wesentliche Teil der Biomasse bei maximalen Befischungstiefen von 100 m auch erfaßt wurde. In 35 m - 40 m Tiefe war zu allen Tageszeiten das **Netzplankton** häufig. Größere Vorkommen zeigten sich auch in tieferen Bereichen, besonders am Vormittag in 50 m - 60 m und am Nachmittag in 60 m - 75 m Tiefe. Bedingt durch niedrigere Häufigkeitswerte in den Tagfängen in 40 m - 50 m- bzw. in 40 m - 60 m Tiefe gab es über die gesamte Tiefe betrachtet zwei Häufigkeitsmaxima. In der Nacht gefangenes **Netzplankton** kam bevorzugt in 30 m - 40 m Tiefe vor. Der Median des "Centre of Mass" liegt vor Mitternacht in 43 m Tiefe am höchsten und am Nachmittag in 48 m Tiefe am tiefsten, siehe **Abbildung 28**. Unterschiede in der mittleren Tiefeneinstellung in Abhängigkeit von den Tageszeiten sind statistisch nicht nachweisbar.

Die **Cephalopoda** traten überwiegend in Tiefen zwischen 30 m und 60 m am Tage und zwischen 20 m und 60 m in der Nacht auf. Nachts wurden im Vergleich zu den Tagfängen in 0 m - 20 m Tiefe höhere Konzentrationswerte erreicht. Der Median des "Centre of Mass", lag nachts in ca. 38 m in geringeren Tiefen als am Tage in ca. 45 m. Die Unterschiede der Verteilungsschwerpunkte zwischen den Fängen nach Mitternacht und denen am Tag sind statistisch gesichert. Wie beim **Netzplankton** zeigten sich auch bei der Vertikalverteilungskurve der **Cephalopoda** bei den Fängen am Vormittag in 40 m - 50 m Tiefe niedrigere Häufigkeitswerte als in den umliegenden Tiefenstufen, siehe **Abbildung 29**.

Die größten Konzentrationswerte lagen bei den **Fischlarven** am Tag und nach Mitternacht in 35 m - 40 m Tiefe, zusätzlich waren nach Mitternacht und am Vormittag waren die Werte in 50 - 60 m Tiefe erhöht. In 50 - 60 m Tiefe wurden vor Mitternacht die höchsten Konzentrationswerte erreicht. Tagsüber war der Verteilungsschwerpunkt der Fischlarven mit 47 m bzw. 45 m in etwas geringeren Tiefen gelegen als nachts mit 49 m bzw. 51 m, siehe **Abbildung 30**. Statistisch gesicherte Unterschiede in der bevorzugten Wassertiefe (Cente of Mass) bestanden nicht. Die **Fischlarven** waren besonders in der Nacht unterhalb der **Cephalopoda** einsortiert.

Die **Fischeier** waren zu allen Tageszeiten in 30 m bis 40 m Tiefe am häufigsten. In 20 m bis 30 m Tiefe wurden am Nachmittag und nach Mitternacht weniger Fischeier gefangen als in den umliegenden Tiefen, da auch in 0 m - 20 m die Eier in hohen Konzentrationen vorkamen. Vor Mitternacht lag der Verteilungsschwerpunkt in 33 m am tiefsten und nach Mitternacht in 23 m am höchsten, siehe **Abbildung 31**. Statistisch sind diese Unterschiede jedoch nicht gesichert.

Zusammenfassender Vergleich der 3 Stationen

Auf der Station 2 lag mit durchschnittlich 8,3 ml/m², bzw. 318 mg/m² weniger Biomasse in den Netzfängen vor als auf der Station 1 mit 8,9 ml/m², bzw. 530 mg/m², aber mehr als auf der Station 3 mit 5,7 ml/m², bzw. 208 mg/m² (**Tabelle: 6, 7, 8**). Obwohl der Standing Stock des **Netzplanktons** auf der Station 1 am größten war, erreichten die **Fischlarven** auf der Station 3 die höchsten Konzentrationen. Der Standing Stock der **Fischlarven** lag auf den küstennahen Stationen 1 und 3 annähernd 5fach über demjenigen der ozeanischen Station 2. Die Anzahlen unter einem Quadratmeter betrug im Mittel 60,4 Ind./m² auf der Station 3, 55 Ind./m² auf der Station 1 und: 12,8 Ind./m² auf der Station 2. Die höchsten Abundanzen an **Cephalopoden** kamen auf der Station 2 vor mit 5,4 Ind./m², die geringsten auf Station 3 mit 0,8 Ind./m². Etwa 5 **Fischeier** unter einem Quadratmeter befanden sich auf der Station 1, aber nur 0,6 Ind./m² auf der Station 3. Es bestanden deutliche Unterschiede zwischen Tag- und Nachtfängen auf der Station 1. Nachts wurden, bis auf die **Fischeier**, deutlich mehr Planktonorganismen gefangen als tagsüber. Auf der Station 2 wurden die **Fischlarven** in der Nacht in deutlich höheren Abundanzen gefangen. **Cephalopoden** hingegen kamen am Tag häufiger vor. Auf der Station 3 waren Tag/Nachtunterschiede nicht ausgeprägt. Die **Fischlarven** waren hier am Tage etwas häufiger.

Auf den Stationen 2 und 3 waren die Verteilungsschwerpunkte (Centre of Mass) des **Netzplanktons** mit Tiefenwerten von 40 m bis 55 m annähernd gleich. Auf beiden Stationen waren am Tage die Verteilungsschwerpunkte tiefer gelegen als nachts. Auf der Station 2 wies das Netzplankton in 55 m - 70 m Tiefe generell höhere Konzentrationswerte auf als auf der Station 3. Die zeitlich zusammengefaßten Ergebnisse des **Netzplanktons** der Station 1 zeigten die höchsten Häufigkeiten in 20 m bis 30 m Tiefe. Die mittlere Tiefeneinstellung lagen im Vergleich zu den beiden anderen Stationen mit 30 m sehr oberflächennah.

Auf allen drei Driftstationen hatten die **Cephalopoden** ihre höchsten Konzentrationen in gleicher Tiefe oder oberhalb denen des **Netzplanktons**. Die Verteilungsschwerpunkte (Centre of Mass) der **Cephalopoden** lagen auf den Driftstationen 2 und 3 in der Nacht oberhalb von denen des **Netzplanktons** zwischen 35 m und 40 m Tiefe. Am Tage hatten die **Cephalopoden** das Centre of Mass, zwischen 40 m und 50 m, am Vormittag war die tiefste Verteilung. Auf der Station 3 waren am Vormittag die Konzentrationen in der Tiefenstufe 40 m - 50 m im Vergleich zu den umliegenden Bereichen erniedrigt, was zu einer Zweigipfeligkeit der Verteilungskurve führte. Eine entsprechende Verteilung lag bei der Station 2 vor Mitternacht in 35 - 45 m vor.

Auf Station 1 traten die größten Häufigkeiten der **Fischlarven** in der 20 m - 25 m Tiefenstufe auf, der Verteilungsschwerpunkt war mit 25 m von allen Stationen am oberflächennächsten. Auf der Station 3 lag der Verteilungsschwerpunkt zu der jeweiligen Tageszeit um 8 m bis 17 m über denjenigen der Station 2. Auf der Station 2 konzentrierten sich in der Nacht und am Vormittag die Larven in der 55 m - 70 m Tiefenstufe, am Nachmittag lagen die größten Konzentrationswerte in 45 m bis 55 m. Auf der Station 3 waren die **Fischlarven** näher zur Oberfläche, in 35 m - 40 m Tiefe am Tag und in der Nacht überwiegend in 50 m - 60 m Stufe verteilt. Auf beiden Stationen hielten sich die **Fischlarven** nachts in größere Tiefen auf als am Tage, wodurch sie sich vom **Netzplankton** und den **Cephalopoden** unterschieden.

Die **Fischeier** konzentrierten sich auf der Station 1 oberhalb 40 m Tiefe. Der Verteilungsschwerpunkt lag bei 21 m mit höchsten Konzentrationswerten in der 20 m - 25 m Tiefenstufe. Auf der Station 2 waren die **Fischeier** über den befischten Tiefenbereich recht gleichmäßig verteilt. Auf der Driftstation 3 konzentrierte sich die Verteilung der **Fischeier** auf den Tiefenbereich oberhalb von ca. 60 m Tiefe mit höchsten Konzentrationswerten in 30 m bis 40 m. Am Tage kamen sie in den obersten Wasserschichten, in 0 m - 15 bzw. 20 m, der Stationen 2 und 3 besonders häufig vor.

3.4 Tageszeitliche Vertikalverteilungsmuster häufiger Fischlarventaxa

Es wurden für dieses Kapitel die Taxa ausgewählt, die durch ihr häufiges und regelmäßiges Vorkommen eine Auswertung im Hinblick auf die Darstellung von kleinräumigen Verteilungsmustern zuließen. Dabei wurden die absoluten Mengen (Rohdaten) verwendet. Es konnten 47 Taxa bei der Station 1, 26 Taxa bei der Station 2 und 54 Taxa bei der Station 3 unterschieden werden. Folgende Fischlarventaxa waren am häufigsten und regelmäßigsten vertreten: *Benthoosema pterotum*, *Bolinichthys longiceps*, *Bregmaceros* sp., *Champsodontidae*, *Diaphus* sp., *Engraulidae*, *Gobiidae*, *Hygophum proximum*, *Leiognathidae*, *Myctophum aurolaternatum*, *Synodontidae*, *Trichiurus* sp., *Vinciguerrria nimbaria*, siehe **Tabelle: 9**. *Synagrops* sp. war nur zeitweise auf der Station 3 vertreten, dafür aber zahlreich und häufig. Für die weitere Auswertung in den folgenden Kapiteln waren insbesondere die Larven von Interesse, bei denen Nahrung im Darm gefunden worden war. Aus diesem Grund werden hier zusätzlich die *Callionomidae* und die *Thunnini* der Station 3 behandelt, obwohl sie nicht so häufig vorkamen. Mit Ausnahme der *Engraulidae* werden die *Leiognathidae*, *Myctophum aurolaternatum*, die *Synodontidae* und *Trichiurus* sp. nicht eingehender behandelt, da diese Taxa keine Nahrung im Darm hatten.

Für jede der drei Stationen werden die folgenden zwei Punkte behandelt, ähnlich dem Schema im vorangegangenen Kapitel 3.3:

Erstens werden die Gesamtmengen (Standing Stock) der ausgewählten Taxa behandelt. Zu Beginn wird untersucht, welche Variabilitäten im Verlauf der Driftphasen bei diesem Parameter auftreten.

Die Mengen der einzelnen Fischlarventaxa unter einem Quadratmeter, der "standing stock", sind in Tabellenform angegeben. Es wird für jede Station die Gesamtsumme der Median und der Range der Mengen angegeben. Für die Stationen 2 und 3 sind jeweils der Median und der Range der Mengen der Tag- und der Nachtfänge aufgeführt. In der Tabelle der Station 1 wurden aufgrund der geringeren Anzahl der Hols die Konzentrationen der Tag- und Nachthols einzeln aufgeführt. Bei der Station 3 werden zusätzlich der erste und zweite Abschnitt der Driftphase unterschieden, siehe Kapitel 2.1.

Zweitens wird die Vertikalverteilung der einzelnen Taxa behandelt. Die Kontinuität der Verteilungsschwerpunkte (Centre of Mass) eines Taxons im zeitlichen Verlauf einer Station wurde zunächst untersucht. Die Vertikalverteilung der Planktonorganismen wird in Balkendiagrammen dargestellt. Die **Abbildungen** zeigen für die 8 Tiefenstufen die Mittelwerte der relativen Häufigkeiten als horizontale Balken. Die Darstellung erfolgte nach dem gleichen Schema, wie es im einleitenden Teil des Kapitels 3.3 beschrieben ist. Für die Station 1 können im Gegensatz zu den beiden anderen Stationen keine Aussagen über eine zeitliche Verschiebung der bevorzugten Aufenthaltstiefe gemacht werden, da die Ergebnisse hier nicht nach Tageszeiten unterschieden werden.

Tabelle 9: Gesamtanzahl und Häufigkeit des Vorkommens der Larven aller unterschiedenen Taxa auf den drei Driftstationen (Rohdaten).

Station 1			Station 2			Station 3		
	Anzahl	Anzahl Positiver Fänge		Anzahl	Anzahl Positiver Fänge		Anzahl	Anzahl Positiver Fänge
Anzahl der Fänge		49	Anzahl der Fänge		263	Anzahl der Fänge		386
SUMME	8219		SUMME	18520		SUMME	120535	
Benthoosema pterotum	3142	47	Hygophum proximum	14277	128	Benthoosema pterotum	62997	370
Engraulidae	1079	29	Vinciguerra nimbaria	1298	170	Vinciguerra nimbaria	16291	353
nicht identifizierbar	1171	27	Bolinichthys longipes	724	119	Synagrops sp.	7953	239
Bregmaceros nectabanus	590	42	nicht identifizierbar	615	143	Lestidiops jayakari	4618	243
Gobiidae	458	44	Diaphus.sp	540	143	Synodontidae	3532	197
Saurida undosquamis	414	36	Myctophum aurolaternatum	360	114	Diaphus sp.	3443	270
Vinciguerra nimbaria	300	40	Diogenichthys panurgus	258	43	Leiognathidae	3253	276
Cubiceps squamiceps	200	18	Bregmaceros nectabanus	138	55	Gobiidae	2748	308
Champsodontidae	140	27	Bregmaceros sp	86	46	Champsodontidae	2471	191
Diaphus.sp	122	22	Gempylidae	61	27	Thunnini sp.	1873	179
Sardinella sp.	104	5	Nealotus tripes	38	23	Bregmaceros sp.	1749	290
Hygophum proximum	86	23	Benthoosema pterotum	28	23	Callionymidae	1168	242
Callionymus sp.	67	29	Symbolophorus evermanni	18	17	nicht identifizierbar	1243	205
Pleuronectiformes	53	19	Hemiramphidae	12	11	Trichiurus lepturus	960	217
Percoidae	48	19	Saurida undosquamis	12	7	Dussumieria acuta	934	223
Sphyrnidae	27	9	Ceratioidei	12	10	Hygophum proximum	903	124
Cynoglossidae	26	10	Melano-stomiatidae	11	11	Cubiceps squamiceps	751	187
Carangidae	23	11	Scombridae	6	2	Anguilliformes	598	152
Thunnini	22	12	Tetraodontidae	6	4	Carangidae	594	159
Myctophum aurolaternatum	15	2	Balistidae	5	3	Neopinnula orientalis	314	87
Bregmaceros atlanticus	15	5	Champsodontidae	3	3	Saurida undosquamis	254	18
Trichiurus sp.	13	9	Lestidiops jayakari	2	2	Chirocentridae	208	71
Diogenichthys panurgus	13	6	Benthoosema fibulatum	2	2	Percoidae	198	59

Tabelle 9 (Fortsetzung): Gesamtanzahl und Häufigkeit des Vorkommens der Larven aller unterschiedenen Taxa auf den drei Driftstationen (Rohdaten).

Station 1			Station 2			Station 3		
	Anzahl	Anzahl Positiver Fänge		Anzahl	Anzahl Positiver Fänge		Anzahl	Anzahl Positiver Fänge
Anzahl der Fänge		49	Anzahl der Fänge		263	Anzahl der Fänge		386
SUMME	8219		SUMME	18520		SUMME	120535	
Scorpaenidae	10	8	Anguilliformes	2	2	Bolinichthys longipes	137	66
Neopinnula sp.	9	5	Sphyraenidae	2	2	Lutjanidae	132	71
Serranidae	8	6	Neopinnula orientalis	1	1	Pomacanthidae	116	65
Bregmaceros macclellandi	8	3	Trichiuridae	1	1	Congridae	114	55
Leiognathidae	7	4				Mene maculata	98	55
Lethrinidae	6	6				Stromateoidei	84	49
Synagrops sp.	5	5				Engraulidae	80	53
Scombroidae	5	2				Mugilidae	80	49
Clupeidae	5	1				Arnoglossus sp.	66	48
Bregmaceros sp.	5	5				Pleuronectidae	66	38
Tetraodontidae	4	4				Sciaenidae	58	31
Lutjanidae	4	2				Scorpaenidae	47	12
Ceratioididae	2	1				Sphyraena sp.	40	28
Dussumieria acuta	2	1				Symbolophorus evermanni	38	21
Congridae	1	1				Tetraodontidae	29	23
Chirocentridae	1	1				Clupeidae	28	12
Pomacanthidae	1	1				Gempylidae	28	11
Symbolophorus sp.	1	1				Ophichthidae	21	14
Coryphaenidae	1	1				Scombridae	19	5
Arnoglossidae	1	1				Chaetodontidae	18	14
Anguilliformes	1	1				Bothidae	16	14
Sciaenidae	1	1				Cynoglossidae	14	13
Labridae	1	1				Alectis ciliaris	11	11

Tabelle 9 (Fortsetzung): Gesamtanzahl und Häufigkeit des Vorkommens der Larven aller unterschiedenen Taxa auf den drei Driftstationen (Rohdaten).

Station 1			Station 2			Station 3		
	Anzahl	Anzahl Positiver Fänge		Anzahl	Anzahl Positiver Fänge		Anzahl	Anzahl Positiver Fänge
Anzahl der Fänge		49	Anzahl der Fänge		263	Anzahl der Fänge		386
SUMME	8219		SUMME	18520		SUMME	120535	
Epinephelidae	1	1				Hemiramphidae	9	10
Mugiloididae	1	1				Lophiidae	7	3
						Coryphaena sp.	7	4
						Myctophum aurolaternatum	6	6
						Apogonidae	5	5
						Tentoriceps cristatus	3	3
						Diogenichthys panurgus	3	2
						Serranidae	1	1
						Gadiformormes	1	1

Als statistisches Verfahren kamen bei dem Vergleich der mittleren Verteilungsschwerpunkte (Centre of Mass) in Abhängigkeit von der Tageszeit der Tukey-Test, bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,05 zur Anwendung.

Einen zusammenfassenden Vergleich der Stationen gibt das Kapitel 3.4.4, in dem die hydrographischen Daten zur Beschreibung der drei Untersuchungsgebiete (Stationen) mit herangezogen werden.

3.4.1 Driftstation 1 - Küste vor Oman

Benthosema pterotum war die regelmäßig und am häufigsten auftretende Art. Die mittlere Konzentration betrug 16 Ind./m². Die *Engraulidae* hatten mit 11 Ind./m² den zweithöchsten Standing Stock. *Engraulidae* wurden überwiegend in der Nacht gefangen. Bei *Bregmaceros nectabanus* waren in den Larvenmengen zwischen Tag- und Nachtfängen keine Unterschiede festzustellen. Unter einem Quadratmeter befanden sich im Mittel 3 Individuen. *Vinciguerria nimbaria* war mit mittleren Abundanzen von 2 Ind./m² vertreten, die Werte der Tagfänge lagen darunter, die der Nachtfänge darüber. Die *Gobiidae* kamen häufig und zahlreich vor. Die Mengen lagen im Mittel bei 2 Ind./m². Die höchsten Werte mit bis zu 8 Ind./m² wurden in den Nachtfängen erreicht. *Hygophum proximum* kam in Mengen vor, die im Mittel 25fach unter denen von *Benthosema pterotum* lagen. Der mittlere Standing Stock betrug 0,6 Ind./m².

Die **Tabelle 10** zeigt die Gesamtmengen als Anzahlen unter einem Quadratmeter in 7 Hols, aufgeteilt in Tag- bzw. Nachtfänge.

Die Vertikalverteilungsprofile der 7 Fischlarvengruppen sind in der **Abbildung 32** dargestellt.

Benthosema pterotum, die regelmäßig und am häufigsten auftretende Art, hielt sich wie *Bregmaceros nectabanus* überwiegend in 30 m bis 40 m auf. Von der Oberfläche bis in 40 m Tiefe konnte eine kontinuierliche Zunahme der Mengen beider Arten festgestellt werden. Nur in der 15 m - 20 m bzw. 20 m - 25 m Tiefenstufe waren die Häufigkeitswerte etwas höher als in der nach unten hin folgenden. Die Verteilungsschwerpunkte lagen bei beiden Arten in ca. 40 m Tiefe. *Hygophum proximum* hatte den Verteilungsschwerpunkt in 38 m, mit höchsten Mengen in 30 m bis 40 m Tiefe wie bei *Benthosema pterotum* und *Bregmaceros nectabanus*. Die oberen 20 m wurden von *Hygophum proximum* gemieden. Der Verteilungsschwerpunkt von *Vinciguerria nimbaria* war mit 25 m Tiefe deutlich oberhalb der drei bisher betrachteten Arten gelegen. Die 25 m - 30 m Tiefenstufe wies die größten Mengenwerte auf. Die *Gobiidae* waren in 20 m bis 30 m Tiefe häufig. Der Verteilungsschwerpunkt lag in 24 m Tiefe. Von den hier aufgeführten Larventaxa standen die *Engraulidae* der Wasseroberfläche am nächsten. Der Verteilungsschwerpunkt lag in 17 m Tiefe, die größten Mengen traten in der 15 m - 20 m Tiefenstufe auf. Im untersten Netz (40 m - 100 m) wurden keine *Engraulidae* gefangen.

Die **Abbildung 33** zeigt, daß die Verteilungsschwerpunkte der jeweiligen Art im Verlauf der Driftphase nur unwesentlich variierten. Die Verteilungsschwerpunkte der *Engraulidae* sind nachts in geringeren Tiefen gelegen als tags.

Tabelle 10: Station 1, Anzahlen pro Quadratmeter.

Uhrzeit [Std:Min] Holnummer	Tag				Nacht			Gesamt
	9:05	15:01	9:44	21:06	3:11	21:54	3:02	Median
Bregmaceros sp.	2,9	3,1	4,5	3,2	3,1	4,5	3,1	3,1
Benthosema pterotum	10,6	17,3	16,2	23,9	12,5	29,4	16,2	16,2
Hygophum proximum	0,5	0	0,6	0,06	0,7	0,8	0,7	0,6
Vinciguerria nimbaria	1,0	2,0	0,8	0,7	2,1	2,8	3,6	2,0
Gobiidae	1,8	2,2	1,6	2,2	1,9	3,7	8,3	2,2
Engraulidae	10,8	0,6	0	0	20,0	19,1	12,1	10,8
Champsodontidae	0,6	1,0	0,8	0,4	0,4	1,5	1,1	0,8
Diahus sp.	0	1,1	0,1	0,06	0,8	1,4	0,5	0,5

3.4.2 Driftstation 2 - zentrales, nördliches Arabisches Meer

Im Verlauf der Driftphase war keine Zu- oder Abnahme der Abundanzen der jeweiligen Taxa feststellbar. Unterschiede in den Fangmengen der jeweiligen Taxa gab es nur zwischen Tag- und Nachtfängen. Bei allen Taxa waren die durchschnittlichen Fangmengen in den Nachtfängen höher als in den Tagfängen, siehe **Abbildung 34**.

Bis auf die Nachtfänge mit den Holnummern 48, 54 und 60 war *Hygophum proximum* mit durchschnittlich 17 Ind./m² in der Nacht und mit 1,7 Ind./m² am Tag die häufigste Art. *Vinciguerrria nimbaria* war die Art, die am regelmäßigsten auftrat und nach *H. proximum* das größte Vorkommen aufwies mit 1,2 Ind./m² in der Nacht und 0,4 Ind./m² am Tag. Bei den drei oben genannten Hols war *Vinciguerrria nimbaria* die häufigste Art. *Diaphus sp.* kam in mittleren Konzentrationen von 0,6 Individuen unter einem Quadratmeter in der Nacht und 0,2 Individuen am Tag vor. *Bolinichthys longipes* wurde fast ausschließlich in der Nacht gefangen. In der Nacht betrugen die Konzentrationen im Mittel 0,6 Ind./m², am Tag nur 0,08 Ind./m². *Bregmaceros sp.* kam mit 0,2 Ind./m² in den Nachtfängen und 0,07 Ind./m² in den Tagfängen vor. Die Konzentrationen von *Benthosema pterotum* und *Nealotus tripes* waren so gering, daß sich rechnerisch für den Median der Gesamtkonzentrationen der Wert "Null" ergab.

Die **Tabelle 11** gibt die Fangmengen für die einzelnen Taxa als Anzahlen pro Quadratmeter wieder. Es werden der Range und der Median der Tag- bzw. Nachtfänge und des Gesamtanges angegeben.

Die Vertikalverteilungsprofile der hier behandelten Fischlarventaxa sind in den **Abbildungen 36 bis 40** entsprechend dem in der Einleitung zu dem Kapitel 3.4 verwendeten Schema dargestellt.

Bei *Hygophum proximum*, *Vinciguerrria nimbaria*, *Bolinichthys longipes* und *Diaphus sp.* war im Verlauf der Driftphase eine Verschiebung der Verteilungsschwerpunkte zu größeren Tiefen festzustellen, siehe **Abbildung 35**.

Hygophum proximum stand überwiegend unterhalb der Temperatursprungschicht ab 45 m Tiefe. Der Verteilungsschwerpunkt (Centre of Mass) der Nachtfänge verschob sich im Laufe der Driftphase. In den ersten 48 Stunden der Driftphase (zur Nummerierung siehe Tabelle 2 in Kap. 2.2) lagen die Werte des Centre of Mass der Nachtfänge immer oberhalb von 70 m Tiefe. Danach lag der Verteilungsschwerpunkt bei fast allen Nachtfängen unter 80 m Tiefe. Dadurch erklärt sich auch der weite Interquartilbereich des aus den Nachtfängen gemittelten Centre of Mass trotz der hohen Fangzahlen in **Abbildung 36**. Das häufige Vorkommen von *Hygophum proximum* in den Nachtfängen in der untersten Tiefenstufe hatte seine Ursache in hohen Abundanzen in der zweiten Hälfte der Driftphase. Der Verteilungsschwerpunkt lag in den Nachtfängen in 70 m- bzw. 73 m Tiefe und damit unter demjenigen der Tagfänge, in 62 m- bzw. 56 m Tiefe. Der größte Unterschied der Verteilungsschwerpunkte betrug 17 m. Die Unterschiede des Verteilungsschwerpunkts zwischen den Fängen nach Mitternacht und denen am Nachmittag sind statistisch gesichert. In den Nachmittagsstunden konzentrierten sich die Larven von *H. proximum* in 45 m - 55 m Tiefe am nächsten zur Oberfläche. Die relativen Mengen der Larven aus Hols vor Mitternacht zeigten eine stetige Zunahme mit zunehmender Tiefe. Es ist daher nicht auszuschließen, daß größere Larvenbestände dieser Art auch unterhalb des befischten Bereichs vorkamen. Nach Mitternacht und am Vormittag waren die Larven in der 55 m - 70 m Tiefenstufe am häufigsten.

In den Nachtfängen der ersten 48 Stunden der Driftphase lag das Centre of Mass von *Vinciguerrria nimbaria* zwischen 34 m und 55 m Tiefe, in dem sich daran anschließenden Zeitraum der Driftphase lag der Verteilungsschwerpunkt in 53 m bis 66 m Tiefe. Eine derartige Veränderung der

Verteilungsschwerpunkte war bei den Tagfängen nicht ausgeprägt. Tagsüber hatte *Vinciguerria nimbaria* den Schwerpunkt der Vertikalverteilung in geringeren Tiefen als in der Nacht. Am Tag erreichte *V. nimbaria* in 35 m - 45 m bzw. in 30 m - 35 m Tiefe die höchsten Abundanzen, in der Nacht in der 55 m - 70 m Tiefenstufe. Das Centre of Mass erreichte in den Fängen nach Mitternacht den niedrigsten Wert mit 56 m und den höchsten Wert am Nachmittag mit 35 m, siehe **Abbildung 37**. Diese Differenz von 21 m ist statistisch gesichert, da sich beide Werte signifikant unterscheiden.

Bei *Diaphus sp.* lag das Centre of Mass in den ersten 48 Stunden der Driftphase im Bereich von 18 m bis 65 m Tiefe, im weiteren Verlauf der Driftphase entsprechend von 49 m bis 82 m Tiefe. Der breite Interquartilbereich des Centre of Mass zu allen Tageszeiten beruht auf dieser Verschiebung. Dennoch wird deutlich, daß sich *Diaphus sp.* am Nachmittag bevorzugt in geringeren Wassertiefen aufhielt im Gegensatz zu den anderen Tageszeiten. In der Nacht lag der Verteilungsschwerpunkt (57 m bzw. 61 m) in der Tiefenstufe mit den höchsten Abundanzen, in 55 m - 70 m Tiefenstufe. Am Vormittag waren die Abundanzen ebenfalls in 55 m und 70 m am größten. Am Nachmittag wurden die höchsten Werte deutlich näher zur Oberfläche in 30 m - 35 m Tiefe erreicht, siehe **Abbildung 38**. Der Verteilungsschwerpunkt lag am Vormittag in 55 m und am Nachmittag in 34 m Tiefe. Es gab keine signifikanten Unterschiede zwischen den Werten des Centre of Mass der 4 Tageszeiten.

Bolinichthys longipes wurde regelmäßig nur in der Nacht gefangen. Im Laufe der Driftphase verschoben sich die Verteilungsschwerpunkte der Nachtfänge zu größeren Tiefen hin. Der

Tabelle 11: Station 2, Fangzahlen pro Quadratmeter.

Fangzeit	Nacht 18 Hols		Tag 15 Hols		Gesamt	
	Range	Median	Range	Median	Range	Median
Hygophum proximum	176	17,1	11,4	1,7	176	7,7
Vinciguerria nimbaria	2,2	1,2	0,6	0,4	2,8	0,7
Diaphus sp.	1,5	0,6	0,8	0,2	1,7	0,5
Bolinichthys longipes	1,5	0,6	0,6	0,1	1,8	0,3
Bregmaceros sp.	0,7	0,2	0,3	0,1	0,8	0,2
Benthoosema pterotum	0,3	0	0,5	0	0,5	0
Nealotus tripes	0,2	0	0,1	0,0	0,2	0

Verteilungsschwerpunkt lag in der Zeit vor Mitternacht in 47 m Tiefe und damit deutlich tiefer als am Tag in 11 m bzw. 20 m. In den Fängen nach Mitternacht wiederum lag der entsprechende Wert um 17 m höher. Die Unterschiede zwischen den Verteilungsschwerpunkten am Tag und denen vor Mitternacht sind signifikant. Am Tag gefangene Larven von *Bolinichthys longipes* hatten die oberflächennächste Vertikalverteilung der Fischlarven auf dieser Station, siehe **Abbildung 39**.

Die Verteilungsschwerpunkte von *Bregmaceros sp.* lagen nach Mitternacht und am Vormittag in 61 m und damit niedriger als am Nachmittag in 46 m und vor Mitternacht in 47 m. Der Unterschied von 15 m zwischen dem Centre of Mass des Nachmittags und denen des Vormittags und der zweiten Nachthälfte ist statistisch gesichert. Die größten Abundanzen wurden am Vormittag und nach Mitternacht in 55 m - 70 m Tiefe erreicht, am Nachmittag und vor Mitternacht in 45 m - 55 m Tiefe, siehe **Abbildung 40**.

3.4.3 Driftstation 3 - Schelfkante vor Pakistan

Abundanzen der Fischlarventaxa

Durch den Vergleich der Einzelabundanzen der Larven in der zeitlicher Abfolge der Driftphase wurde untersucht, ob sich die Abschnitte unterschieden haben. In der **Abbildung 41** sind die Fangmengen der Taxa der zeitlichen Abfolge (Stunden nach Stationsbeginn) entsprechend dargestellt. Für die Larven der Taxa, die in Abundanzen deutlich über 1 Ind./m² vorkamen erfolgte eine graphische Darstellung der Ergebnisse. Dabei wird zwischen Tag- und Nachtfängen unterschieden. Bis auf die *Gobiidae* wurden im zweiten Abschnitt, nach 40 Stunden (ab Hol 137), deutlich mehr Larven gefangen. Darüber hinaus nahmen bei *Benthosema pterotum*, *Vinciguerrria nimbaria*, *Synagrops sp.*, den *Thunnini* und *Diaphus sp.* die Fangmengen zum Ende der Driftphase hin ab. Die *Gobiidae* hingegen erreichten zum Ende der Driftphase die größten Anzahlen unter 1m². Diese Trends sind für die Tag- und Nachtfänge gleich.

Von *Benthosema pterotum* betrug die mittlere Anzahl unter einem Quadratmeter (Standing Stock) auf dem 2. Abschnitt am Tag und in der Nacht 37 Individuen. Auf dem ersten Abschnitt waren in der Nacht die mittlere Werte mit 13 Ind./m² deutlich höher als am Tag mit 4 Ind./m².

Vinciguerrria nimbaria war die zweithäufigste Art. Die mittleren Abundanzen waren in der Nacht auf beiden Abschnitten höher. Auf dem ersten Abschnitt betrugen sie 0,4 Ind./m² am Tag und 1 Ind./m² in der Nacht, auf dem zweiten Abschnitt entsprechend 10 Ind./m² am Tag und 16 Ind./m² in der Nacht.

Synagrops sp. trat vermehrt erst mit dem Beginn des zweiten Abschnittes in den Fängen auf. Die mit mittleren Abundanzen von *Synagrops sp.* betrugen auf dem ersten Abschnitt 0,06 Ind./m² (Nacht) bzw. 0,07 Ind./m² (Tag) und auf dem zweiten Abschnitt 7 Ind./m² (Nacht) bzw. 6 Ind./m² (Tag).

Die mittleren Abundanzen von *Diaphus sp.* waren in der Nacht auf beiden Abschnitten ca. doppelt so hoch wie am Tag. Die Werte des ersten Abschnitts betrugen 0,15 Ind./m² (Nacht) bzw. 0,06 Ind./m² (Tag) und die des zweiten 3,5 Ind./m² (Nacht) bzw. 1,7 Ind./m² (Tag).

Champsodontidae kamen nur auf dem zweiten Abschnitt in nennenswerten Abundanzen vor mit 2 Ind./m² zur Tag- und Nachtzeit.

Die Abundanzen der *Gobiidae* betrugen auf dem ersten Abschnitt 0,75 (Nacht) bzw. 0,23 (Tag) und auf dem zweiten Abschnitt 2,5 Ind./m² (Nacht) bzw. 1,6 Ind./m² (Tag). Nach *Benthosema pterotum* und *Vinciguerrria nimbaria* kamen die Larven dieser Familie am regelmäßigsten auf der Station vor.

Nennenswerte Abundanzen der *Thunnini* mit mehr als 1 Ind./m² kamen erst auf dem zweiten Abschnitt gleichermaßen in Tag- und Nachtfängen vor.

Überwiegend kam *Bregmaceros nectabanus* in den Netzproben vor. Bei den kleineren Larven war eine eindeutige Artbestimmung jedoch nicht möglich, so daß alle Larven der Gattung *Bregmaceros sp.* zugeordnet wurden. Auf dem ersten Abschnitt war diese Art mit 0,43 Ind./m² bzw. 0,34 Ind./m² zu allen Zeiten relativ gleichmäßig vorkommend. Die mittleren Anzahlen pro Quadratmeter betrugen auf dem zweiten Abschnitt 0,9 Ind./m² in der Nacht und 1,3 Ind./m² am Tag.

Die Abundanzen der *Callionymidae* betrugen auf dem ersten Abschnitt 0,2 Ind./m². Auf dem zweiten Abschnitt waren die Werte am Tag mit 1 Ind./m² doppelt so hoch im Vergleich zur Nacht. Insgesamt lag die Abundanz dieser Art um ein Achtel unter derjenigen von *Synagrops sp.*, war aber dennoch regelmäßiger vorkommend.

Die Gesamtabundanz von *Hygophum proximum* betrug im Mittel nur 0,3 Ind./m². Um Vergleichsmöglichkeiten mit den Ergebnissen der Station 2 zu haben, wird diese Art hier behandelt. Wie *Diaphus sp.*, die *Champsodontidae*, *Synagrops sp.* und die *Thunnini* kam diese Art fast ausschließlich auf dem zweiten Abschnitt der Station 3 vor. In der Nacht betrugen die mittleren Abundanzen 0,7 Ind./m² und am Tage 0,4 Ind./m².

Tabelle 12: Station 3, Anzahl pro Quadratmeter.

	Nacht				Tag				Station	
	1. Abschnitt		2. Abschnitt		1. Abschnitt		2. Abschnitt		Gesamt	
	Range	Median	Range	Median	Range	Median	Range	Median	Range	Median
<i>Bentosema pterotum</i>	21,4	12,7	100	35,6	5,1	4,4	129	36,8	132	26,7
<i>Vinciguerra nimbaria</i>	1,7	1,2	42,7	15,5	0,89	0,38	14,1	10,4	46,1	8,7
<i>Synagrops sp.</i>	0,7	0,06	15,1	7,0	0,22	0,07	10,3	5,6	16,5	4,3
<i>Champsodontidae</i>	0,1	0,0	6,5	2,3	0,28	0,05	3,9	2,0	7,4	1,6
<i>Diaphus sp.</i>	0,36	0,15	7,7	3,5	0,17	0,06	3,2	1,7	8,5	1,4
<i>Gobiidae</i>	1,3	0,75	4,5	2,5	0,27	0,23	4,18	1,6	4,9	1,3
<i>Bregmaceros sp.</i>	2,2	0,43	1,2	0,92	0,5	0,34	1,5	1,3	2,4	0,93
<i>Thunnini</i>	0,18	0,03	5,5	1,0	0,23	0,04	4,0	0,97	5,6	0,68
<i>Callionymidae</i>	0,48	0,20	7,5	0,52	1,7	0,18	2,4	1,0	7,7	0,52
<i>Hygophum proximum</i>	0,46	0,09	3,7	0,71	0,15	0,08	3,2	0,41	3,6	0,29

Vertikale Verteilung der Fischlarventaxa

In der **Abbildung 42** sind exemplarisch die Verteilungsschwerpunkte für die 2 häufigsten Arten *Bentosema pterotum* und *Vinciguerra nimbaria* sowie die beiden Arten *Diaphus sp.* und *Bregmaceros sp.* im Verlauf der Driftphase dargestellt. Im zeitlichen Verlauf der Driftphase war keine tendenzielle Zu- oder Abnahme bei den mittleren Verteilungsschwerpunkte (Centre of Mass) zu erkennen, obwohl aus technischen Gründen die Driftboje nach 39 Stunden (13 Hols) aufgenommen und etwas näher zur Küste wieder ausgesetzt werden mußte. Deshalb wurde bei den Darstellungen zur Vertikalverteilung der Organismen nicht zwischen den beiden Abschnitten unterschieden. Die Vertikalverteilungsprofile der hier behandelten Fischlarventaxa sind in den **Abbildungen 43 bis 52** entsprechend dem in der Einleitung zu dem Kapitel 3.4 verwendeten Schema dargestellt.

In der **Tabelle 12** sind die Abundanzen als Anzahlen pro Quadratmeter zusammengefaßt. Für jede Organismengruppe ist der Range und der Median angegeben. Bei beiden Abschnitten werden Tag- und Nachtzeiten unterschieden.

Die Vertikalverteilung von *Benthosema pterotum* entsprach im wesentlichen dem Verteilungsbild der Fischlarven insgesamt, da diese Art die häufigste war. *Benthosema pterotum* kam hauptsächlich zwischen 20 m und 75 m Tiefe vor. Die Verteilungsschwerpunkte (Centre of Mass) lagen zu allen Tageszeiten in ca. 50 m Tiefe und unterschieden sich statistisch nicht. Dennoch waren die Larven in der Nacht in größeren Tiefen häufiger. Am Tage war *Benthosema pterotum* in 35 m - 40 m am häufigsten, vormittags zusätzlich ebenso häufig in 50 m - 60 m Tiefe. In der Nacht traten die höchsten Konzentrationen in 50 m - 60 m auf, nach Mitternacht zusätzlich in 35 m - 40 m Tiefe. Die "Verteilungskurve" der Fänge nach Mitternacht wies dadurch ansatzweise einen zweigipfeligen Verlauf auf, siehe **Abbildung 43**.

Vinciguerrria nimbaria wies am Tag und nach Mitternacht in der 35 m - 40 m Tiefenstufe die größten Häufigkeitswerte auf. Vor Mitternacht waren die Larven in 40 m - 50 m am häufigsten. Nach Mitternacht kam *Vinciguerrria nimbaria* in 30 m bis 75 m Tiefe recht gleichmäßig vor, bis auf die hohen Häufigkeitswerte in der 35 m - 40 m Stufe. In 40 m - 50 m Tiefe waren die Larven nicht so häufig vertreten wie in den umliegenden Tiefenstufen. Der Verteilungsschwerpunkt lag zu den Tagzeiten in 40 m bzw. 34 m Tiefe und damit in geringeren Tiefen als zu den Nachtzeiten in 46 m bzw. 50 m Tiefe, siehe **Abbildung 44**. Die Unterschiede zwischen den Tag- und den Nachtzeiten sind statistisch gesichert.

Zu allen Tageszeiten befanden sich die meisten Larven von *Synagrops sp.* in 50 m bis 60 m Tiefe. Am Nachmittag und vor Mitternacht gab es einen zweiten Verteilungsgipfel in 20 - 30 m Tiefe aufgrund niedriger Abundanzen in 30 m bis 40 m Tiefe. Der Verteilungsschwerpunkt der Larven (Centre of Mass) lag am Tag in 57 m, vor Mitternacht in 52 m und damit am höchsten, und nach Mitternacht am tiefsten in 59 m Tiefe, siehe **Abbildung 45**. Die vertikale Verschiebung des Hauptvorkommens zwischen den Zeitabschnitten war somit sehr gering, es lagen keine statistisch gesicherten Unterschiede vor.

Champsodontidae wurden bevorzugt in 50 m bis 75 m Tiefe gefangen. Nach Mitternacht und am Tage waren diese Larven in 60 m bis 75 m am häufigsten, vor Mitternacht war dies in 50 m - 60 m Tiefe der Fall. Der unterste Verteilungsschwerpunkt lag nach Mitternacht in 62 m Tiefe, der oberste vor Mitternacht in 58 m Tiefe. Zwischen den Verteilungsschwerpunkten zu den einzelnen Tageszeiten bestand kein statistischer Unterschied. Im Vergleich zu den bisher behandelten Taxa war der mittlere Verteilungsschwerpunkt der *Champsodontidae* am tiefsten gelegen, siehe **Abbildung 46**.

Am Tag und nach Mitternacht war *Diaphus sp.* in 35 m - 40 m am häufigsten, vor Mitternacht war dies in 35 m bis 50 m Tiefe der Fall. Eine zweigipfelige Häufigkeitsverteilung der Vertikalverteilung lag am Vormittag vor mit Häufigkeitsmaxima in 35 m - 40 m und 50 m - 60 m Tiefe. Der Verteilungsschwerpunkt ("Centre of Mass") von *Diaphus sp.* lag in den Nachtfängen in 44 m und in den Fängen am Vormittag bei 47 m Tiefe. Am Nachmittag war der Verteilungsschwerpunkt in 36 m Tiefe deutlich höher gelegen, siehe **Abbildung 47**. Statistisch gesicherte Unterschiede bestanden zwischen der mittleren Tiefeneinstellung am Nachmittag und denen der übrigen Tageszeiten.

Am Tag und in der Nacht waren die Konzentrationen der *Gobiidae* in 30 m bis 40 m Tiefe am höchsten. Die Verteilungskurven der Fänge vom Vormittag und nach Mitternacht waren zweigipfelig, bedingt durch erniedrigte Häufigkeiten in 40 m bis 50 m Tiefe. Die Verteilungsschwerpunkte lagen zwischen 41 m und 46 m Tiefe, siehe **Abbildung 48**. Statistisch gesicherte Unterschiede der mittleren Tiefeneinstellungen zu unterschiedlichen Tageszeiten bestanden nicht.

Die Hauptverbreitung von *Bregmaceros sp.* lag zwischen 20 m und 75 m Tiefe mit höchsten Werten in 35 m - 40 m am Vormittag und 30 m - 35 m am Nachmittag. Vor Mitternacht waren die Larven in 35 m bis 60 m und nach Mitternacht in 30 bis 75 m am häufigsten. Die Verteilungsschwerpunkte der Tagfänge lagen mit 42 m in geringeren Tiefen als in den Nachtstunden mit 49 m bzw. 45 m, siehe **Abbildung 49**. Der Unterschied in der mittleren Tiefeneinstellung von 6 m zwischen den Fängen vor Mitternacht und denen am Tag ist statistisch gesichert.

Von allen hier behandelten Fischlarventaxa standen die *Thunnini* der Wasseroberfläche am nächsten. Die größten Häufigkeitswerte wurden am Vormittag und in der Nacht in 30 m - 40 m Tiefe, am Nachmittag in 0 m - 20 m und in 30 m - 35 m Tiefe, erreicht. Am Nachmittag lag der Verteilungsschwerpunkt der Larven in nur 15 m Tiefe. Nach Mitternacht war er in 27 m am tiefsten gelegen, siehe **Abbildung 50**. Statistisch gesichert sind die Unterschiede zwischen dem Centre of Mass der Nachmittagsfänge und demjenigen der Nachtfänge.

Die *Callionymidae* waren am Tag in der 35 m - 40 m Tiefenstufe am häufigsten, in der Nacht entsprechend in 50 m - 60 m Tiefe. Am Nachmittag gab es zwei Verteilungsgipfel durch hohe Werte in 35 m - 40 m und 50 m - 60 m Tiefe. Der Verteilungsschwerpunkt (Centre of Mass) lag am Vormittag in 52 m am tiefsten und vor Mitternacht in 43 m Tiefe am höchsten, siehe **Abbildung 51**. Statistisch gesicherte Unterschiede zwischen den mittleren Tiefeneinstellungen der vier Zeitgruppen bestanden nicht.

Hygophum proximum hatte eine am tiefsten gelegene Vertikalverteilung. Am Nachmittag und nach Mitternacht wurden die größten Häufigkeitswerte in 60 m - 75 m Tiefe erreicht. Vor Mitternacht war das Vorkommen noch tiefer, in der untersten Stufe (75 m - 100 m) am höchsten. Am Vormittag war *Hygophum proximum* in 50 m - 60 m am häufigsten. Zu dieser Zeit erreichte diese Art ihren obersten Verteilungsschwerpunkt in 60 m Tiefe. Nachmittags lag er unwesentlich darunter in 62 m Tiefe. In der Nacht war die mittlere Tiefeneinstellung in 73 m bzw. 71 m deutlich tiefer gelegen, siehe **Abbildung 52**. Statistisch gesicherte Unterschiede bestehen zwischen den mittleren Tiefeneinstellungen des Tages und denen der Nacht.

3.4.4 Stationsvergleich

Konzentrationsunterschiede

Die insgesamt höchsten Abundanzen an Fischlarven wurden auf der Station 3 von *Benthosema pterotum* mit 27 Ind/m² erreicht. Dieser Wert war doppelt so hoch im Vergleich zur Station 1. Auf der Station 2 war *Hygophum proximum* mit 8 Ind/m² die mit Abstand häufigste Art, während sie auf der Station 1 und 3 nur in geringen Konzentrationen vorkam. *Vinciguerrria nimbaria* kam auf allen drei Stationen zahlreich und regelmäßig vor, am häufigsten auf der Station 3 mit 9 Ind/m², d.h. in ca. 12fach höheren Konzentrationen als auf der Station 2 mit den geringsten Konzentrationen. *Bregmaceros sp.* hatte mit 3 Ind/m² auf der Station 1 den größten "Standing Stock", den zweithöchsten auf der Station 3. Auf der Station 2 war die mittlere Abundanz um ein Zwanzigstel niedriger als auf der Station 1. Die *Gobiidae* hatten die höchste Abundanz auf der Station 1 mit 2 Ind/m², die zweithöchste auf der Station 3. Auf der Station 2 kamen sie nicht vor. *Diaphus sp.* war mit 1,4 Ind/m² auf der Station 3 am häufigsten, die niedrigsten Abundanz auf der Station 1 betrug 0,5 Ind/m².

Die **Tabelle 13** faßt die Rangordnungen der Abundanzen der oben genannten Taxa zusammen.

Die Abundanzen der Larven des zweiten Abschnittes der Station 3 waren deutlich höher als die des ersten Abschnittes. Aufgrund dieser und der regionalen Unterschiede der beiden Abschnitte wurde überprüft, ob hinsichtlich der Abundanzen der erste Abschnitt der Station 2 und der zweite Abschnitt der Station 1 zugeordnet werden konnte. Auf dem ersten Abschnitt, der über dem Kontinentalhang lag, kam *Vinciguerrria nimbaria* in fast den gleichen Abundanzen vor wie auf der ozeanischen Station 2. Auf diesem Abschnitt kam aber auch *Benthosema pterotum* in hohen Abundanzen vor, in entsprechend hohen Werten wie auf der Station 1. Erwartungsgemäß hätte aber die für ein ozeanisches Gebiet typische Art *Hygophum proximum* in hohen Abundanzen auftreten müssen. Auf dem zweiten, auf dem Schelf gelegenen Abschnitt kamen die *Gobiidae* mit durchschnittlich 2 Ind/m² in ähnlichen Abundanzen vor wie auf der Station 1. Entsprechend glichen sich auch die Werte von *Hygophum proximum*.

Die hohen Abundanzen von *Benthosema pterotum* auf dem ersten Abschnitt widersprechen einer generellen Zuordnung des Larvenvorkommens dem rein ozeanischen Gebiet der Station 2. Eine bessere Übereinstimmung bestand hinsichtlich der Abundanzen zwischen dem 2. Abschnitt und der Station 1. Das Fehlen der *Engraulidae* auf dem 2. Abschnitt widerspricht auch in diesem Fall einer generellen Übereinstimmung der Larvenmengen.

Tag/Nachtunterschiede der Abundanzen

Die Unterschiede zwischen den Konzentrationen einzelner Taxa zu den Tag- und Nachtzeiten waren auf der Station 2 besonders deutlich. In der Nacht gefangene Fischlarven sämtlicher Taxa wiesen um das drei bis zehnfach höhere Konzentrationen auf als am Tag. Auf der Station 3 waren die entsprechenden Werte der Nachtfänge nur um das maximal dreifache größer. Auf dem 2. Abschnitt bestand bei *Benthosema pterotum* kein Unterschied zwischen Tag und Nacht, die Abundanzen der *Callionimidae* und von *Bregmaceros sp.* waren am Tag sogar höher als in der Nacht. Auf der Station 1 waren die Werte aller Taxa in der Nacht tendenziell höher als am Tag.

Vertikalverteilung der Abundanzen im Laufe der Driftphase

Auf der Station 2 verschoben sich im Verlauf der Driftphase der Verteilungsschwerpunkt in größere Tiefen bei *Hygophum proximum*, *Vinciguerrria nimbaria*, *Bolinichthys longipes* und *Diaphus sp.* Dabei blieben die Abundanzen der genannten Arten auf einem Niveau, d.h. ein tendenzieller Abfall oder Anstieg der Werte war nicht feststellbar. Auf der Station 3 hingegen kamen auf dem ersten bzw. dem zweiten Abschnitt die einzelnen Taxa in unterschiedlichen Mengen vor, eine damit einhergehende Veränderung der Verteilungsschwerpunkte war nicht feststellbar.

Vertikalverteilungsunterschiede der Taxa (Tag/Nacht)

Bei einzelnen Taxa gab es zwischen Tag und Nacht Unterschiede in den Schwerpunkten der Verteilung (Centre of Mass) und in der Häufigkeitsverteilung der Larven in den Tiefenstufen. So gab es auf der

Tabelle 13: Rangfolge der Abundanzen der Taxa im Vergleich der 3 Stationen.

<i>Benthosema pterotum</i>	Station 3 > Station 1 > Station 2
<i>Hygophum proximum</i>	Station 2 > Station 1 > Station 3
<i>Vinciguerrria nimbaria</i>	Station 3 > Station 1 > Station 2
<i>Bregmaceros sp.</i>	Station 1 > Station 3 > Station 2
<i>Gobiidae</i>	Station 1 > Station 3
<i>Diaphus sp.</i>	Station 3 > Station 1 > Station 2

Station 2 deutliche Vertikalbewegungen der Fischlarven im Tagesverlauf, bei *Hygophum proximum* 17 m und entsprechend 21 m bei *Vinciguerrria nimbaria*, bei *Bolinichthys sp.* zwischen Nachmittag und vor Mitternacht 27 m. Auf der Station 3 waren die Verschiebungen der Verteilungsschwerpunkte nicht so stark ausgeprägt: bei *Vinciguerrria nimbaria* bis zu 16 m zwischen Tag und Nacht und 13 m entsprechend bei *Hygophum proximum*. Dabei hielten sich die Arten in der Regel in den Nachmittagsstunden am oberflächennächsten auf. Große Verschiebungen des "Centre of Mass" konnten auch bei *Diaphus sp.* auf den Stationen 2 und 3 festgestellt werden, allerdings waren auch die Interquartilbereiche zum Teil sehr groß, was die Zuverlässigkeit der entsprechenden Mediane in Frage stellt. Der generelle Trend der Verteilungsschwerpunkte zu größeren Tiefen hin im Verlauf der Driftphase wurde für einiger Taxa der ozeanischen Station 2 beschrieben.

Die Verteilungsschwerpunkte lagen auf der Station 1 sehr oberflächennah. Die Werte aller vorgestellten Taxa befanden sich oberhalb von 40 m Tiefe. Im Gegensatz zu der Station 1 war auf der Station 2 und 3 eine Sprungschicht mit einer Deckschicht aus durchmischem Oberflächenwasser vorhanden. Im Vergleich zu der Station 1 lagen auf der Station 3 die Verteilungsschwerpunkte der entsprechenden Taxa immer deutlich tiefer. Am tiefsten reichten die Verteilungsschwerpunkte auf der ozeanischen Station 2, und besonders bei *Hygophum proximum*, die auch in der untersten Tiefenstufe in hohen Abundanzen vorkamen. *Bregmaceros sp.* und *Vinciguerrria nimbaria*, die für alle Stationen dargestellt werden konnten, hatten auf Station 1 ihr Hauptvorkommen am oberflächennächsten und auf der Station 2 am tiefsten.

3.4.5 Längenhäufigkeitsverteilung

Es wurden bevorzugt die häufigsten und mindestens bis zur Gattung bestimmbar Taxa bearbeitet. Aufgrund des großen Probenumfangs und des zum Teil ungeeigneten Zustands des Fischlarvenmaterials

mußte eine Auswahl der zu messenden Larven getroffen werden, die dennoch ein repräsentatives Bild von der Längenhäufigkeit in den Untersuchungsgebieten ermöglichen sollte. Die Häufigkeiten der Larven in den einzelnen 0,5-mm-Längenklassen sind, bezogen auf das filtrierte Volumen, gewichtet und entsprechend der Netzfängigkeit korrigiert. Wenn möglich, sind die Ergebnisse der Tag- und Nachtfänge getrennt aufgeführt. In den Tabellen und Abbildungen sind stets die Klassenobergrenzen angegeben. Die in den Abbildungen und Tabellen angegebene Anzahl "n" ist die absolute Anzahl der gemessenen Larven. Beim Vorliegen normalverteilter Daten wurde der arithmetische Mittelwert verwendet werden, bei nicht normalverteilten Daten der Median.

Für einen generellen Überblick sind die Längen der Larven der jeweiligen Station zusammengefaßt (Summen). Eine graphische Darstellung der Längenhäufigkeiten erfolgte für folgende Arten:

Station 1	Station 2	Station 3
<i>Benthosema pterotum</i>		<i>Benthosema pterotum</i>
<i>Bregmaceros sp.</i>	<i>Bregmaceros sp.</i>	<i>Bregmaceros sp.</i>
<i>Hygophum proximum</i>	<i>Hygophum proximum</i>	<i>Hygophum proximum</i>
<i>Vinciguerrria nimbaria</i>	<i>Vinciguerrria nimbaria</i>	<i>Vinciguerrria nimbaria</i>
	<i>Bolinichthys longipes</i>	

Es wird zwischen Tag- und Nachtfängen unterschieden. Der erste und zweite Abschnitt der Station 3 sind zusammengefaßt.

Des weiteren wurden die Längenhäufigkeiten der Larven in Abhängigkeit von der Wassertiefe untersucht. Dabei wurde zum einen die Frage behandelt, in welcher Tiefe haben die Larven einer Längenklasse ihr Hauptvorkommen, und zum anderen, welche Längenklassen kommen in der einzelnen Tiefenstufe am häufigsten vor. Kriterien waren der Faktor Zeit und artspezifische Unterschiede. Eine Aufteilung in die 4 Zeitgruppen war für *Benthosema pterotum* und *Vinciguerrria nimbaria* der Station 3 möglich, da in den einzelnen Tiefenstufen Larven jeder Längenklasse in ausreichender Menge vorhanden waren. Bei der Station 2 wurde in Tag- und Nacht unterschieden. Für die Station 1 war eine Unterscheidung der Tageszeiten wegen der zu geringen Datenmengen nicht möglich. Eine tabellarische Darstellung der Larvenkonzentrationen einzelner Längenklassen in den Tiefenstufen erfolgt für folgende Taxa:

Station 1	Station 2	Station 3
<i>Benthosema pterotum</i>		<i>Benthosema pterotum</i> <i>Bregmaceros sp.</i>
<i>Vinciguerrria nimbaria</i>	<i>Hygophum proximum</i> <i>Vinciguerrria nimbaria</i> <i>Bolinichthys longipes</i>	<i>Vinciguerrria nimbaria</i>

Schließlich erfolgte ein Vergleich der Stationen hinsichtlich der absoluten Längenunterschiede einzelner Arten und ein Vergleich der bevorzugten Aufenthaltstiefen von Larven in den entsprechenden Längenklassen.

3.4.5.1 Veränderungen der Larvenlängen im Verlauf einer Driftphase

Zunächst wurden die Verteilungsformen der Längenhäufigkeiten in Abhängigkeit von der Zeit untersucht. Dafür wurden jeweils die Nachthols von zwei häufig vorkommenden Taxa einer Station verwendet. Aufgrund der geringeren Fängigkeit des Gerätes von größeren Larven am Tag (siehe unten) kamen für einen Vergleich der mittleren Längen i. d. Regel nur die Nachtfänge in Betracht. Die Längenhäufigkeiten wiesen häufig keine Normalverteilung auf, so daß als Mittelwert der Median verwendet wurde. Die genauen Zeitangaben zur Durchführung der Hols sind den Tabellen 1 - 3 des Kapitels 2.1 zu entnehmen. Ein kontinuierliches Ansteigen der mittleren Längen im Verlauf der Driftphase läßt auf ein Wachstum der Larven schließen. Dabei ist zu berücksichtigen, daß das Längenwachstum der Larven keine direkte Funktion des Alters ist, sondern daß auch andere Faktoren wie der jeweilige Entwicklungszustand der Larve, die Wassertemperatur, Strömungen und das Nahrungsangebot Einfluß nehmen. Die Längen der Larven innerhalb eines Wasserkörpers sind dennoch ein Maß des relativen Alters, wenn man davon ausgehen kann, daß die Faktoren das Wachstum der betrachteten Larven gleichermaßen bestimmen. Eine sprunghafte Veränderung der mittleren Längen im Verlauf der Driftphase wurde als Hinweis auf einen anderen Wasserkörper gewertet.

Driftstation 1

Die Längenhäufigkeitsverteilungen aus 4 Hols von *Benthosema pterotum* und *Bregmaceros sp.* wurden verglichen. Eine kontinuierliche Zunahme der mittleren Längen war nur bei *Bregmaceros sp.* erkennbar. Bei *Benthosema pterotum* fand ein starker Anstieg der Länge zwischen erstem und zweitem Hol statt, was auf die Befischung zweier Kohorten mit unterschiedlichem Größenspektrum schließen ließ. Im Fall von *Bregmaceros sp.* entsprach das möglicherweise dem Wachstum der Larven. Vergleich man die Hols gleicher Tageszeiten, ergab sich bei *Bregmaceros sp.* eine Zunahme um ca. 0,6 mm in 24 Stunden zwischen Nachthol 5 bis 13 und eine Zunahme um ca. 0,9 mm in 25 Stunden zwischen Taghol 7 und

15. Die mittleren Längen von *Benthosema pterotum* lagen zwischen 3,5 mm und 4,3 mm, die von *Bregmaceros sp.* zwischen 2,5 mm und 3,5 mm.

Driftstation 2

Von *Hygophum proximum* und *Vinciguerrua nimbaria* lagen die meisten Meßwerte vor. Von Hol 29 bis 41 betrugen die mittleren Längen von *Hygophum proximum* 4 mm bis 4,4 mm. Die Längen von Larven aus den folgenden Hols waren bis auf den Hol 56 (4 mm) mit 4,4 mm bis 5,4 mm etwas größer. Die mittleren Längen von *Vinciguerrua nimbaria* waren stärkeren Schwankungen zwischen 7,6 mm und 13,5 mm unterworfen. Dabei war tendenziell eine leichte Abnahme der Werte festzustellen, insbesondere bedingt durch die niedrigen Werte der Hols 56, 57 und 59. Alle Häufigkeitsverteilungen wiesen hohe Werte sowohl im Bereich der 13,5-mm-, der 10-mm- und der 7-mm-Längenklassen auf (siehe unten). Deshalb konnten durch die einfache Mittelwertbildung die Längenhäufigkeiten dieser Art nur unzureichend beschrieben werden.

Driftstation 3

Benthosema pterotum kam auf dem ersten Abschnitt der Station (Hol 121 bis Hol 132) mit mittleren Längen größer als 4,2 mm und steigender Tendenz vor. Auf dem zweiten Abschnitt (Hol 141 bis 197) wies *Benthosema pterotum* gleichbleibend Längen unter 3,8 mm auf. Einzige Ausnahme war Hol 155 mit einer mittleren Länge von 4,7 mm. Auf dem ersten Abschnitt wies *Vinciguerrua nimbaria*, ähnlich wie *B. pterotum*, eine Zunahme der mittleren Länge von 6,8 mm auf 10,3 mm auf. Auf dem zweiten Abschnitt zwischen Hol 141 und 184 waren die Werte im Bereich von 6,9 mm und 8,3 mm gleichbleibend. Die beiden letzten Hols zeigten mit 9,3 mm bzw. 10,6 mm deutlich höhere Werte als die vorigen.

3.4.5.2 Regionale und tageszeitliche Längenunterschiede

Sofern die Längenhäufigkeitsverteilungen zumindest annähernd normalverteilt waren, wurden die Nachtfänge mit den Tagfängen in einem WELCH-Test bei einer 5 %igen Irrtumswahrscheinlichkeit miteinander verglichen.

Driftstation 1

Die Fischlarven stammten aus 4 Nachthols und 3 Taghols. Die Längenhäufigkeitsverteilungen von 4 Arten sind in **Abbildung 53** dargestellt. *Benthosema pterotum* war überwiegend in Längen von 2 mm bis 7 mm vertreten, am häufigsten in der 3,5-mm-Längenklasse. Die Verteilungskurve der Nachtfänge war hin zu größeren Längenklassen verschoben, d.h. in den Nachtfängen wurden häufiger größere Larven gefangen als am Tag. Die mittlere Länge betrug 4,15 mm in der Nacht und 3,80 mm am Tag. Die Längenverteilungen unterscheiden sich signifikant. Es wurden 1454 Larven dieser Art gemessen.

Bregmaceros sp. kam überwiegend in Größen der 2-mm- bis 7-mm-Längenklassen vor. In der 3-mm-Längenklasse waren die Häufigkeitswerte der Larven aus Tagfängen am höchsten. In den Nachtfängen waren die Larven der 2,5-mm-Klasse am häufigsten. Unterschiede zwischen Tag- und Nachtfängen konnten statistisch nicht nachgewiesen werden.

Obwohl *Hygophum proximum* in den 7 Hols der Station 1 mit nur insgesamt 86 Individuen vertreten war (Tabelle 6), ist eine Längenmessung durchgeführt worden, um Vergleichsmöglichkeiten mit der Station 2 und 3 zu haben. Die Verteilungskurven basieren auf 38 gemessenen Larven. Diese geringe Anzahl ist bei vergleichenden Betrachtungen zu berücksichtigen. *Hygophum proximum* war in den

Längenklassen von 2 mm bis 5,5 mm vertreten. Die mittlere Länge betrug in der Nacht 3,5 mm und am Tag 4 mm. In diesen Längenklassen wurden auch die höchsten Werte erreicht.

Die Larven von *Vinciguerrria nimbaria* sind lang gestreckt, sie kamen überwiegend in den 4-mm- bis 11-mm-Klassen vor. Die Verteilungskurve der Nachtfänge hatte ihren Gipfel in der 5,5-mm-, die des Tags in der 6-mm-Klasse. Die Larven, die größer als 7 mm waren, kamen in der Nacht häufiger vor. Es wurden insgesamt 213 Larven gemessen.

Driftstation 2

Hygophum proximum als häufigste Art in dem Driftgebiet der Station 2 wurde überwiegend in Längen zwischen 2 mm und 7 mm gefangen, am häufigsten in der 4-mm-Längenklasse (Nachtfänge) und der 4,5-mm-Längenklasse (Tagfänge). Vereinzelt waren auch Larven der Längenklassen 10 mm und 11 mm in den Proben. Die Verteilungskurve der Larven aus den Tagfängen war nach rechts hin zu größeren Längen verschoben. Der Mittelwert betrug bei den Larven der Tagfänge 4,6 mm und bei denen der Nachtfänge 4,3 mm. Die Unterschiede zwischen beiden Häufigkeitsverteilungen sind signifikant. Zu beachten ist die mit $n = 7282$, 10fach höhere Anzahl der gemessenen Larven aus den Nachtfängen gegenüber denen aus Tagfängen mit $n = 734$.

Bregmaceros sp. war über ein breites Längenspektrum von 2 mm bis 15,5 mm recht unregelmäßig verteilt. Eine Berechnung des Mittelwertes wurde daher nicht vorgenommen. Larven, die größer als 9,5 mm waren, kamen in den Nachtfängen häufiger vor. In den Tagfängen waren die Larven in der 6-mm-Klasse am häufigsten, in den Nachtfängen war das in der 10,5-mm-Klasse der Fall.

Bolinichthys longipes kam auf der Station 2 in den Nachtfängen häufig und zahlreich vor, in den Tagfängen war diese Art kaum vertreten. Alle hier berücksichtigten Larven stammten deshalb nur aus Nachtfängen. Es gab 3 mm bis 12 mm lange Larven, wobei sich das Vorkommen in den 5-mm- und 5,5-mm-Längenklassen konzentrierte. Die Längenhäufigkeitskurve hatte einen eingipfeligen Verlauf, lediglich in der 9-mm-Klasse war die Häufigkeit erniedrigt. Der Mittelwert betrug 5,6 mm.

Vinciguerrria nimbaria der Driftstation 2 wies eine deutlich mehrgipfelige Längen-häufigkeitsverteilung auf. Am Tage wurden überwiegend Fischlarven kleiner als 10 mm gefangen, am häufigsten in den 6-mm- bis 7-mm-Längenklassen. In den Nachtfängen traten überwiegend Larven größer als 10 mm, am häufigsten in Längen um die 14 mm auf. Die Verteilungskurve der Nachtfänge war dreigipfelig, bedingt durch häufiges Vorkommen in den 7,5-mm-, 10,5-mm-, 14-mm-Klassen. Hohe Werte in den 6,5-mm- und 9-mm-Klassen führten bei den Tagfängen zur Mehrgipfeligkeit. Die Anzahl der gemessenen Larven betrug $n = 841$ aus den Nachtfängen und $n = 210$ aus den Tagfängen.

Die Längenhäufigkeitsverteilungen der 4 Arten sind in **Abbildung 54** dargestellt.

Driftstation 3

Benthosema pterotum war die am häufigsten auftretende und zahlreichste Art auf der Station mit sehr hohen Abundanzen in der 3-mm- und 3,5-mm-Längenklasse. *Benthosema pterotum* wurde in der Nacht mit Längen von 2 mm bis 10 mm gefangen, am Tage betrugen die Längen entsprechend 2 mm bis 8,5 mm. Die Verteilungskurven der Längenhäufigkeit steigen steil an und die Kurve der Tagfänge fällt zu größeren Längen auch wieder steil ab. Die Verteilungskurve aus den Nachtfängen fällt nicht so steil ab. Hier sind in den Längenklassen ab 4 mm größere Häufigkeitswerte zu verzeichnen. Der Mittelwert

betrug in den Tagfängen 3,5 mm und in den Nachtfängen 4,1 mm. Die Unterschiede sind signifikant. Es wurden 25523 Larven gemessen, 11699 Larven stammten aus Nachtfängen und 13824 Larven aus Tagfängen.

Bregmaceros sp. wurde in sehr unterschiedlichen Längen gefangen. Auffällig ist der hohe Anteil kleinerer Larven zwischen 2 mm und 3,5 mm, besonders in den Tagfängen. Die Längenhäufigkeitsverteilung der Nachtfänge zeigt darüber hinaus erhöhte Häufigkeiten in der 5,5-mm- und 9,5-mm-Längenklasse. Die Längenhäufigkeiten der Larven aus Tagfängen waren zusätzlich in den Längen von 4,5 mm bis 6 mm erhöht, was durch niedrige Werte in der 4-mm-Längenklasse verdeutlicht wurde. Larven, größer als 8 mm, wurden in der Nacht generell häufiger gefangen als am Tage.

Vinciguerrria nimbaria war, der langgestreckten Körperform entsprechend, mit 3,5 mm bis 15 mm in zahlreichen Längenklassen vertreten. Die Verteilungskurven der Larvenlängen aus Tag- und Nachtfängen sind sich ähnlich, nur ist die Kurve der Nachtfänge zu größeren Längen hin verschoben. Am häufigsten kamen Larven aus Tagfängen in der 5,5-mm-Längenklasse und entsprechend in der Nacht in der 6-mm-Längenklasse vor. Larven größer als 6,5 mm waren in den Nachtfängen generell häufiger vertreten. Der Mittelwert betrug in den Nachtfängen 8 mm und in den Tagfängen 6,8 mm. Die Larven der Nachtfänge sind signifikant größer als die der Tagfänge. Die Längenhäufigkeitsverteilungen der 3 Arten sind in **Abbildung 55** dargestellt.

Von *Hygophum proximum* wurden exemplarisch bei einem Hol die Längen aller Larven gemessen. Sie kamen in Längen von 3,4 mm bis 12,0 mm vor. Die mittlere Länge betrug 4,7 mm.

Vergleich der Stationen

Benthosema pterotum der Station 3 zeigte ein dem der Station 1 ähnliches Längenspektrum, nur wiesen auf der Station 1 die Längenklassen in der 4,5-mm-Klasse deutlich höhere Häufigkeitswerte auf. In der Nacht waren auf beiden Stationen die Larven der 3,5-mm-Klasse am häufigsten. Am Tag waren auf der Station 3 die Larven in der 3-mm-Längenklasse am häufigsten, auf der Station 1 war dies zu fast gleichen Anteilen in der 3-mm und 3,5-mm-Klasse der Fall. Trotz der mit 1454 gemessenen Larven der Station 1 deutlich geringeren Anzahl gegenüber 25523 Larven der Station 3 sind die Unterschiede in den Längenhäufigkeitsverteilungen sehr gering.

Abweichend von den anderen Arten kam *Hygophum proximum* an den Stationen 1 und 2 am Tag häufiger in größeren Längenklassen vor als in der Nacht. Die jeweiligen Verteilungsspitzen der Häufigkeitsverteilungen lagen bei den Larven der Station 2 eine Längenklasse über denjenigen der Station 1. Im Larvenmaterial der Station 1 fanden sich auch keine Larven die größer als 5,5 mm waren. Zu berücksichtigen ist die geringe Anzahl der gemessenen Larven der Station 1.

Obwohl von *Bregmaceros sp.* der Station 2 nur 115 Larven gemessen wurden gegenüber 252 Larven der Station 1, erstreckte sich das Längenspektrum auf der Station 2 von 2 mm bis 15,5 mm (Nachtfänge) und auf der Station 1 nur von 2 mm bis 7 mm. Zu beiden Tageszeiten wurden auf der Station 1 die höchsten Werte in der 3-mm-Klasse erreicht, auf der Station 2 am Tag in der 6-mm-Klasse und in der Nacht in der 10,5-mm-Klasse. Entsprach das größere Längenspektrum der Larven auf der Station 3 eher demjenigen der Station 2, so war die Häufigkeitsverteilung von *Bregmaceros sp.* auf der Station 3 mit jeweils höchsten Werten in der 2,5-mm-Klasse besser mit derjenigen der Station 1 vergleichbar.

Auf allen 3 Stationen waren die größeren Larven von *Vinciguerrria nimbaria* in der Nacht häufiger gefangen worden als am Tag. Auf der Station 2 war der Anteil der Larven der Längen um 14 mm in der

Nacht besonders hoch, dieser Verteilungspeak war auf den beiden anderen Stationen nicht vorhanden. Auf der Station 2 waren die größeren Larven am häufigsten. Auf der Station 1 wurden im Vergleich zu den beiden anderen Stationen keine Larven gefangen, die länger als 11 mm waren.

3.4.5.3 Vertikalverteilung von Fischlarven unterschiedlicher Längenklassen

In diesem Kapitel wird der bevorzugte Aufenthaltsort der unterschiedlich langen Larven in der befischten Wassersäule behandelt. Dafür ist es erforderlich, die Häufigkeitsverteilung der Larven jeder einzelnen Längenkategorie in Abhängigkeit von der Fangzeit und der Tiefe zu ermitteln. Wenn Larven mehrerer Längensklassen gleichmäßig auftreten, werden sie zusammengefasst. Dabei ist von Interesse, ob bestimmte Größengruppen über einen längeren Zeitraum bestehen und sich daraus generelle Verhaltensweisen ableiten lassen. Für jede der hier behandelten Larvenarten wird zum einen der Frage nachgegangen, in welcher Tiefstufe die einzelnen Längensklassen ihren Verteilungsschwerpunkt hatten (1. Absatz). Zum anderen wird die Frage behandelt, wie die Längenhäufigkeitsverteilung einer Larvenart innerhalb der einzelnen Tiefenstufen aussah (2. Absatz).

In den **Tabellen 14 bis 23** (Seite 64 bis 73) sind für jede Längensklasse die Tiefenstufen mit der höchsten Konzentration - bezogen auf eine Tabellenspalte - dunkelgrau unterlegt. Er wird als "1. Verteilungsschwerpunkt" bezeichnet. Kommt ein weiterer 2. Verteilungsschwerpunkt vor, so ist dieser hellgrau unterlegt. Ein zweiter Verteilungsschwerpunkt liegt dann vor, wenn neben der Tiefstufe mit der höchsten Konzentration eine weitere Tiefstufe vorkommt, zwischen denen mindestens eine Tiefstufe liegt, die niedrigere Konzentrationen aufweist. So wird deutlich, in welcher Tiefe die Larven einer Längensklasse zu einem bestimmten Zeitpunkt die höchsten Konzentrationen erreichen.

Innerhalb einer Tiefstufe ist die Längensklasse mit der höchsten Konzentration - bezogen auf die Tabellenzeile - als kursiv gedruckte Zahl hervorgehoben. In der Spalte ist rechts neben der größten Längensklasse der Mittelwert der gemessenen Larvenkonzentrationen einer Tiefstufe angegeben, um die Vertikalverteilung der gemessenen Larven insgesamt wiederzugeben. Die unterschiedliche Zeilenhöhe steht im proportionalen Verhältnis zu der Breite der einzelnen Tiefenstufen.

Driftstation 1

Im Gegensatz zu den beiden anderen Stationen war auf der Station 1 der Tiefenbereich zwischen 10 m und 40 m besonders kleinskalig in 5 m Schritten unterteilt. Die meisten der gemessenen Larven von *Benthosema pterotum* stammten aus 30 m bis 40 m Tiefe. Die in der **Tabelle 14** aufgeführten 1. Verteilungsschwerpunkte der jeweiligen Längensklassen sind bei den 3,5 mm - 5 mm langen Larven in 35 m - 40 m Tiefe gelegen. Kleinere und größere Larven hatten ihren 1. Verteilungsschwerpunkt in geringeren Tiefen. Dabei halten sich die kleinsten Larven (2 mm) bevorzugt in den gleichen Tiefen auf wie die 8,5 mm und 9,5 mm großen Larven. Eine Ausnahme bildet die 6-mm-Längensklasse, die wie die 3,5 mm - 5 mm langen Larven in 35 m - 40 m Tiefe ihren 1. Verteilungsschwerpunkt hatten. Bei allen 2-mm- bis 7-mm-Längensklassen gab es, bis auf die 3-mm- und 4,5-mm-Klasse, einen 2. Verteilungsschwerpunkt 5 m bis 10 m oberhalb des ersten gelegen. Ab der 7,5-mm-Längensklasse lag der 2. Verteilungsschwerpunkt in größeren Tiefen als der erste. 10 mm und 10,5 mm lange *Benthosema pterotum* kamen nur vereinzelt in der 40 m - 100 m Tiefenstufe vor.

Die erniedrigten Abundanzen der 3,5-mm- und 4-mm-Klasse in 25 m bis 30 m Tiefe führen zu zwei Konzentrationsmaxima in dieser Tiefstufe. In der darüber liegenden Tiefstufe, zwischen 20 m und 25 m, sind die Larven der 4-mm-Klasse am häufigsten. Die Larven der 3,5-mm-Klasse sind in 30 m bis 40 m und in 10 m bis 20 m am häufigsten.

Vinciguerrria nimbaria der Längen 4,5 mm bis 6 mm hatten die jeweils höchste Konzentration in 20 m - 25 m Tiefe. Alle kleineren und größeren Larven hatten ihren 1. Verteilungsschwerpunkt überwiegend in oder unterhalb dieser Tiefenstufe. Darüber lagen die 1. Verteilungsschwerpunkte der 4 mm, 9,5 mm und der 10,5 mm langen Larven. In der untersten Tiefenstufe kamen keine *Vinciguerrria nimbaria* vor.

Mit zunehmender Wassertiefe verschob sich das Konzentrationsmaximum von *Vinciguerrria nimbaria* zu größeren Längenklassen: In 10 m - 20 m Tiefe waren die Larven der 5,5-mm-Längenklasse am häufigsten, in 20 m bis 25 m die der 6-mm- und darunter die der 6,5-mm-Klasse, siehe **Tabelle 15**.

Driftstation 2

Da Ostracoden einen großen Teil der Larven angefressen hatten, wurden die Längenmessungen der Fischlarven durch den zum Teil schlechten Zustand erschwert.

Mit zunehmender Größe verlagerten die Larven von *Hygophum proximum* aus Nachtfängen ihren Verteilungsschwerpunkt in größeren Wassertiefen: Die 2 mm Larven haben in 35 m bis 45 m Tiefe ihren 1. Verteilungsschwerpunkt, die 2,5 mm Larven eine Tiefenstufe darunter, die 3 mm bis 6,5 mm Larven in 55 m - 70 m Tiefe, die größeren Larven im wesentlichen in 70 m bis 100 m Tiefe. Es ist nicht auszuschließen, daß *Hygophum proximum* insbesondere der Längen größer als 6,5 mm auch unterhalb von 100 m noch häufiger vorkam. Die Larven von *Hygophum proximum* befanden sich am Tag nur in Netzen, die unterhalb von 35 m Tiefe eingesetzt worden waren. So hatten die Larven der meisten Längenklassen den 1. Verteilungsschwerpunkt in 55 m - 70 m Tiefe. In der 70 m - 100 m Tiefenstufe hatten nur die 8 mm und 12 mm langen Larven ihren 1. Verteilungsschwerpunkt. Die Larven der 2-mm-Klasse kamen in den Tagfängen nicht vor.

In 35 m bis 55 m Tiefe wiesen die Larven aus Tagfängen der 4-mm-Klasse die größten Konzentrationen auf. In den beiden unteren Tiefenstufen, 55 m bis 100 m Tiefe, lagen die höchsten Werte in der 4,5-mm-Längenklasse. In der untersten Tiefenstufe waren die Larvenkonzentrationen in der 4-mm-Klasse ähnlich hoch. Auch in der Nacht traten nennenswerte mittlere Konzentrationen erst in Tiefen unterhalb von 35 m Tiefe auf. In 35 m - 45 m Tiefe lagen die höchsten Konzentrationen in der 3,5-mm-Längenklasse, in größeren Tiefen waren die Larven der 4 mm am häufigsten, siehe **Tabelle 16**.

Der Verteilungsschwerpunkt von *Vinciguerrria nimbaria* lag tagsüber bei den meisten Längenklassen in 25 m - 35 m Tiefe. Für die 10 mm bis 11 mm langen Larven lag der Schwerpunkt in 55 m - 70 m Tiefe. Die Larven größer als 11 mm hatten ihren 1. Verteilungsschwerpunkt alle oberhalb von 55 m Tiefe. In der Nacht lag das Hauptvorkommen von *Vinciguerrria nimbaria* in 55 m bis 70 m Tiefe und in geringerem Maße in 30 m - 35 m Tiefe. Die meisten Längenklassen hatten in diesen Tiefen ihren 1. bzw. 2. Verteilungsschwerpunkt. Ausnahmen bildeten die 7,5-mm-, 8,5-mm-, 9,5-mm-Längenklassen, die in 45 m - 55 m Tiefe ihren 1. Verteilungsschwerpunkt hatten. Während am Tag die 10 mm bis 11 mm langen Larven in der tieferen 55 m - 70 m Stufe häufig waren, die größeren und kleineren *Vinciguerrria nimbaria* aber bevorzugt oberhalb von 35 m Tiefe vorkamen, so waren in der Nacht die 10 mm bis 11 mm Larven in 30 m - 35 m Tiefe am häufigsten, und die größeren und kleineren Larven kamen bevorzugt in 55 m - 70 m vor, siehe **Tabelle 17**.

Bedingt durch die langgestreckte Form der Larven, kam *Vinciguerrria nimbaria* in einem großen Längenspektrum vor, z.T. nur mit geringen Anzahlen in den einzelnen Längenklassen. Am Tag in 25 m - 30 m und 35 m - 45 m Tiefe waren die Larven in der 6,5-mm-Klasse am häufigsten, in 30 m - 35 m in der 6-mm-Klasse. In 45 m - 55 m Tiefe kamen die höchsten Abundanzen in der 7-mm-Klasse vor.

Hier waren aber auch Larven der 12-mm-Längengruppe häufig. In 55 m - 70 m Tiefe kamen die 9 mm langen Larven am häufigsten vor. In der Nacht wies der Tiefenbereich 35 m bis 100 m jeweils zwei Längengruppen mit erhöhten Häufigkeitswerten auf: zum einen bei den größeren Larven der 13,5-mm-Längengruppe, zum anderen bei kleineren Larven der 8-mm-Klasse in 35 m - 45 m bzw. der 7-mm-Längengruppe in 45 m - 55 m Tiefe und 70 m - 100 m Tiefe sowie der 6,5-mm-Längengruppen in 55 m - 70 m Tiefe. In dem darüber liegenden Tiefenbereich, in 15 m bis 35 m Tiefe, war *Vinciguerria nimbaria* in den mittleren Längengruppen am häufigsten, d.h. in der 10-mm-Klasse in 30 m - 35 m Tiefe und in der 11,5-mm-Längengruppe in 15 m bis 30 m Tiefe.

Bolinichthys longipes wurde überwiegend in der Nacht gefangen, das Material der Tagfänge war nicht ausreichend, um hier eine detaillierte Darstellung vorzunehmen. Im Vergleich zu den beiden zuvor besprochenen Arten hatte *Bolinichthys longipes* den Verteilungsschwerpunkt oberflächennah in 30 m - 35 m Tiefe. In diesem Tiefenbereich lag der 1. Verteilungsschwerpunkt fast aller Längengruppen mit Ausnahme der 5-mm-, 9-mm-, 10,5-mm-, 11-mm-, und 12-mm-Klasse. Der 2. Verteilungsschwerpunkt lag bei Larven der Längen 3,5 mm bis 7 mm oberhalb des ersten in 15 m - 25 m. Bei den 3 mm und den 7,5 mm bis 8,5 mm langen Larven befand sich der 2. Verteilungsschwerpunkt in größeren Tiefen unterhalb des Ersten.

In 15 m bis 30 m der Tiefe war *Bolinichthys longipes* der 5-mm-Längengruppe am häufigsten. In den darunter liegenden 15 m der Wassersäule bildeten die 6 mm Larven die häufigste Längengruppe. In 45 m - 70 m Tiefe waren wiederum kleinere Larven am häufigsten, die 5,5 mm langen Larven in 45 m - 55 m und die 5 mm langen Larven in 55 m - 70 m, siehe **Tabelle 18**.

Driftstation 3

Benthoosema pterotum

Die vormittags am häufigsten gefangenen Larven der 3-mm-Klasse hatten in 35 m - 40 m und 50 m - 60 m Tiefe (30 Larven/100m³) die höchsten Konzentrationen. In 40 m - 50 m Tiefe waren die Konzentrationen niedriger als in den umliegenden Stufen. Unterhalb von 60 m Tiefe nahmen die Konzentrationen ab. Am zweithäufigsten waren die Larven in der 3,5-mm-Klasse in den einzelnen Tiefenstufen vertreten. Auch in diesem Fall waren in 40 m bis 50 m Tiefe geringere Konzentrationen zu verzeichnen. Die Larven der 4-mm-Längengruppen hatten ihre höchsten Konzentrationen in 50 m bis 60 m Tiefe (12 Ind./100m³). Wie bei den 3 mm Larven gab es einen weiteren Verteilungsschwerpunkt in 35 m - 40 m Tiefe. *Benthoosema pterotum* der Längengruppen 4,5 mm und 5 mm hatten auch in 50 m - 60 m Tiefe die höchsten Konzentrationswerte, die 5,5 mm und 6 mm langen Larven in 35 m - 40 m. Die 7 mm bis 8 mm langen Larven hatten in 60 m - 75 m Tiefe ihren 1. Verteilungsschwerpunkt und die 8,5 mm bis 9,5 mm langen Larven in 75 m - 100 m Tiefe, **siehe Tabelle 19**.

Am Vormittag nahm der Anteil der größeren Larven mit zunehmender Tiefen geringfügig zu. In den oberen 75 m der befischten Wassersäule waren die 3 mm langen Larven am häufigsten, darunter in 75 m - 100 m waren es die 3,5 mm langen Larven. Neben den 3,5 mm langen Larven waren hier auch größere Larven der 5,5 mm und 6-mm-Klasse häufig. Die mittlere Länge von *Benthoosema pterotum* nahm von 3,3 mm in den oberen 30 m der befischten Wassersäule auf 4,6 mm in 75 m - 100 m Tiefe zu.

In den Nachmittagsstunden lagen die 1. Verteilungsschwerpunkte der 2 mm und 2,5 mm langen *Benthoosema pterotum* in 40 m bis 50 m Tiefe. Die 3 mm bis 4,5 mm Larven wiesen in 35 m - 40 m Tiefe die höchsten Konzentrationen auf. Die 4,5-mm-Klasse hatte zusätzlich in 60 m - 75 m Tiefe erhöhte Konzentrationswerte. Bis auf die 6-mm-Längengruppe hatten alle größeren Larven ihr Hauptvorkommen

unterhalb von 60 m Tiefe. Die höchsten Konzentrationen der 6-mm-Längenklasse kamen in 35 m - 40 m Tiefe vor.

Die am Nachmittag gefangenen Larven von *Benthosema pterotum* der 3-mm- bzw. 3,5-mm-Klasse waren in den Tiefen zwischen 0 m und 75 m Tiefe am häufigsten. In 75 m bis 100 m Tiefe waren die 5 mm und 5,5 mm langen Larven am häufigsten, allerdings mit deutlich geringeren Konzentrationen. In 20 m - 30 m und 40 m bis 60 m Tiefe ist die 3-mm-Längenklasse am häufigsten, die Larven haben hier eine mittlere Länge von 3,4 mm bzw. 3,5 mm. Dazwischen, in 30 m bis 40 m Tiefe, beträgt die mittlere Länge 3,6 mm, hier ist die 3,5-mm-Längenklasse am häufigsten. In 60 m - 75 m beträgt die mittlere Länge 3,9 mm und in 75 m - 100 m entsprechend 5,3 mm, siehe **Tabelle 19**.

Alle vor Mitternacht gefangenen Larven von *Benthosema pterotum* der Längenklassen 2,5 mm bis 7 mm hatten ihren 1. Verteilungsschwerpunkt in der Tiefenstufe 50 m - 60 m. Bei den meisten dieser Längenklassen kam ein 2. Verteilungsschwerpunkt in 35 m - 40 m Tiefe vor, hier hatte die 2-mm-Klasse ihren 1. Verteilungsschwerpunkt. Die größeren Larven der 7,5-mm- bis 12-mm-Klassen hatten ihr Hauptvorkommen unterhalb von 50 m Tiefe. Lediglich die 11,5-mm-Klasse hatte ihren 1. Verteilungsschwerpunkt in 40 m - 50 m Tiefe.

Auch bei den vor Mitternacht gefangenen *Benthosema pterotum* haben die größeren Larven ihren Verteilungsschwerpunkt zunehmend in größerer Tiefe. Die höchsten Konzentrationen wiesen in allen Tiefenstufen die Larven der 3-mm- bzw. 3,5-mm-Längenklassen auf. Die mittleren Larvenlängen nehmen mit zunehmender Tiefe von 3,6 mm (0 m bis 20 m) auf 5 mm (75 m - 100 m) zu, siehe **Tabelle 20**.

Die Larven der 2-mm-Längenklasse hatten nach Mitternacht ihr größtes Vorkommen in 35 m bis 40 m Tiefe, wie in den Fängen vor Mitternacht. Die Larven der 2,5-mm-Längenklasse hatten sehr nahe zur Oberfläche in 20 m bis 30 m Tiefe ihr Verteilungsmaximum. Alle übrigen 3-mm- bis 11,5-mm-Längenklassen hatten ihren 1. Verteilungsschwerpunkt in der 60 m - 75 m Tiefenstufe, mit Ausnahme der 9,5-mm-Klasse, wo er in 35 m - 40 m lag. Hier war auch der 2. Verteilungsschwerpunkt der 2,5 mm und der 4,5 mm bis 9 mm langen Larven. 12 mm lange Larven kamen nur in der untersten Tiefenstufe vor.

Benthosema pterotum aus Fängen nach Mitternacht war in 0 m bis 75 m Tiefe in der 3,5-mm-Längenklasse am häufigsten. In der untersten Tiefenstufe erreichte die 4,5 mm langen Larven die höchsten Konzentrationen. Die mittleren Larvenlängen in den einzelnen Tiefenstufen nahmen von 3,6 mm in den oberflächennahen Wasserschichten auf 4,8 mm in 75 m - 100 m Tiefe zu, siehe **Tabelle 20**.

Im folgenden werden, für die einzelnen Längenklassen von *B. pterotum* getrennt, die Tiefen mit den höchsten Larvenkonzentrationen in Abhängigkeit von der Tageszeit miteinander verglichen. Verschiebungen der Verteilungsschwerpunkte lassen auf eventuelle Vertikalbewegungen der Larven im Laufe eines Tagesganges schließen. Siehe hierzu die **Tabellen 19 und 20**.

Benthosema pterotum, der 2-mm-Klasse, wurden vormittags sehr oberflächennah hauptsächlich 20 m - 30 m gefangen. Ein weiterer Anteil der 2 mm - Larven befand sich vermehrt in 50 m - 60 m Tiefe. Nachmittags befanden sich diese Larven mindestens 10 m tiefer in 40 m - 50 m. In den Nachtstunden lag der Verteilungsschwerpunkt in 35 m - 40 m Tiefe.

Benthosema pterotum der 3-mm- bis 4,5-mm-Längenklassen hatten den 1. Verteilungsschwerpunkt am Nachmittag in 35 m - 40 m am nächsten zur Wasseroberfläche. Vor Mitternacht erreichte diese Größengruppe die höchsten Konzentrationen mindestens 10 m tiefer in 50 m - 60 m. Am tiefsten lag der 1. Verteilungsschwerpunkt nach Mitternacht in 60 m - 75 m Tiefe. In den folgenden Fängen am

Vormittag konzentrierten sich die Larven dieser Größengruppe wieder eine Tiefenstufe höher, die 3,5 mm langen Larven erreichten zu dieser Tageszeit, mindestens 10 m höher, in 35 m - 40 m Tiefe die höchsten Konzentrationen.

Die 5 mm langen Larven hatten zu allen Tageszeiten ihren 1. Verteilungsschwerpunkt in recht großen Tiefen zwischen 50 m - 60 m am Vormittag und vor Mitternacht, sowie in 60 m - 75 m am Nachmittag und nach Mitternacht.

Mindestens 35 m betrug die Tiefendifferenz zwischen dem 1. Verteilungsschwerpunkt der 5,5-mm-Klasse am Vormittag in 35 m - 40 m und am Nachmittag in 75 m - 100 m Tiefe.

Die 6-mm-Längensklasse hatte am Tag die höchsten Konzentrationen in 35 m - 40 m Tiefe und damit mindestens 10 m über dem entsprechenden Auftreten in Fängen vor Mitternacht bzw. mindestens 20 m oberhalb des Hauptvorkommens in den Fängen nach Mitternacht.

Benthosema pterotum der 6,5-mm-Klasse hatte am Vormittag den 1. Verteilungsschwerpunkt in 40 m - 50 m Tiefe und damit mindestens 25 m oberhalb des entsprechenden Vorkommens am Nachmittag. In der Nacht konzentrierten sich die Larven in dem dazwischen liegenden Tiefenbereich in 40 m bis 75 m Tiefe.

Bis auf wenige Ausnahmen konzentrierten sich alle größeren Larven in den unteren Tiefenbereichen mit der Tendenz, anders als die kleineren Larven, am Tage bevorzugt in größeren Tiefen vorzukommen.

Bregmaceros sp.

Die Larven aller Längensklassen hatten in den Tagfängen in 30 m bis 40 m Tiefe ihren 1. Verteilungsschwerpunkt. Ausnahmen finden sich lediglich bei den Larven der 6,5-mm- und 12-mm-Längensklassen, die bevorzugt tiefer vorkamen, und der 11,5-mm-Klasse, die ihren 1. Verteilungsschwerpunkt in 20 m - 30 m Tiefe hatten. *Bregmaceros* sp., die größer als 13,5 mm waren, kamen in den Tagfängen nicht vor.

Aufgrund der niedrigeren Fangzahlen von *Bregmaceros* sp. wurde nur zwischen Tag- und Nachtfängen unterschieden. Die gemessenen Larven traten am Tag und in der Nacht unterhalb von 20 m Tiefe auf. Am Tag waren in den Tiefenstufen 20 m - 30 m und 40 m - 50 m die 2,5 mm langen Larven am häufigsten. In den Tiefenstufen 30 m bis 40 m und 50 m - 60 m Tiefe waren die 3 mm langen Larven die häufigste Klasse. In den beiden untersten Tiefenstufen (60m - 100m) waren die 3,5 mm langen Larven am häufigsten vertreten. Darüber hinaus kamen auch größere Larven, in 30 m - 35 m die 5 mm und in 35 m - 40 m die 6-mm-Längensklasse häufiger vor, so daß die Häufigkeitsverteilung innerhalb einer Tiefenstufe mindestens zwei Konzentrationsmaxima aufwies. In der 50 m - 60 m Tiefenstufe gab es neben hohen Konzentrationen der 3-mm-Klasse auch hohe Werte der 6,5-mm-Längensklasse, siehe **Tabelle 21**.

In den Nachtfängen lagen die 1. Verteilungsschwerpunkte der Larven einzelner Längensklassen in größerer Tiefe als in den Tagfängen, d.h. unterhalb von 40 m Tiefe. So hatten die kleinen 2,0 mm, die 3,0 mm - 3,5 mm und die größeren 14,5 mm und 15,5 mm langen Larven in 40 m - 50 m gemeinsam ihren 1. Verteilungsschwerpunkt. Bei den Ergebnissen der Nachtfänge ist auffällig, daß die große Gruppe der 5,5 mm bis 12,5 mm langen Larven entweder 30 m - 35 m oder in 60 m - 75 m Tiefe ihren Verteilungsschwerpunkt hatten, während die kleineren und die größeren Larven überwiegend den Tiefenbereich zwischen den genannten Tiefenbereichen bevorzugten.

In den Nachtfängen kamen in der 60 m - 75 m Tiefenstufe größere Larven, besonders der 7-mm- bis 11,5-mm-Klassen, mit nennenswerten Konzentrationen vor. In den Tiefen 30 m bis 40 m und der 50 m - 60 m Tiefenstufe waren die Larvenkonzentrationen in der 2,5-mm-Längenklasse am höchsten. In 40 m - 50 m erreichte die 3-mm-Klasse die höchsten Werte. In 35 m - 40 m kamen keine Larven der 8 mm bis 11-mm-Klassen vor. Larven dieses Längenspektrums traten dafür in 60 m - 75 m vermehrt auf. Die Ergebnisse der 20 m - 30 m- und der 75 m - 100 m Tiefenstufe bleiben aufgrund der zu geringen Anzahlen unberücksichtigt, siehe **Tabelle 21**.

Vinciguerrria nimbaria

Es ist hervorzuheben, daß am Vormittag die 3 mm - 3,5 mm und die Larven größer als 11 mm ihren 1. Verteilungsschwerpunkt gemeinsam in größeren Tiefen unterhalb von 50 m hatten, während die mittleren Klassen z.T. deutlich weiter oben in der Wassersäule konzentriert waren. Nur die 9,5 mm langen Larven hatten in 50 m - 60 m den 1. Verteilungsschwerpunkt. In 30 m - 35 m Tiefe hatten sowohl die 5 mm - als auch die 6,5 mm - 8 mm langen Larven ihren 1. Verteilungsschwerpunkt. Die 5,5 mm und 6 mm langen Larven hatten ihren 1. Verteilungsschwerpunkt unterhalb und ihren 2. Verteilungsschwerpunkt oberhalb dieser Tiefenstufe. Auch alle anderen Längenklassen wiesen einen 2. Verteilungsgipfel auf, der mindestens 10 m - 15 m über- oder unterhalb des 1. Verteilungsgipfels lag.

In dem Tiefenbereich 50 m - 75 m erreichten am Vormittag gefangenen Larven von *Vinciguerrria nimbaria* der Längen 3,5 mm die höchsten Konzentrationen. In 40 m - 50 m Tiefe kamen Larven der 6-mm-Klasse am häufigsten vor. Am zweithäufigsten waren hier die Larven der 4-mm-Längenklasse, die in 35 m - 40 m Tiefe ihre höchsten Konzentrationen erreichten. Die Längenhäufigkeit von *Vinciguerrria nimbaria* der 30 m - 35 m Tiefenstufe verfügte über zwei Bereiche hoher Larvenkonzentrationen, die 5 mm langen Larven waren am häufigsten und die Larven der 7,5-mm-Klasse am zweithäufigsten. Im Tiefenbereich 0 m - 30 m wiesen die Larven der 6-mm-Klasse die höchsten Konzentrationen auf. In der untersten Tiefenstufe waren die 10 mm-Larven am häufigsten, siehe **Tabelle 22**.

Die 1. Verteilungsschwerpunkte aller 3 mm bis 10,5 mm langen *Vinciguerrria nimbaria* lagen am Nachmittag zwischen 30 m und 40 m Tiefe. In 40 m - 50 m Tiefe waren die Konzentrationen aller Längenklassen niedrig, d.h. keine Längenklasse hatte hier ihren Verteilungsschwerpunkt. In 50 m - 60 m Tiefe lagen die 2. Verteilungsschwerpunkte der Larven mit den Längen: 3,5 mm, 6,5 mm - 8 mm und 10,5 mm. Die 11 mm bis 13,5 mm langen Larven hatten ihren Verteilungsschwerpunkt unter oder über der 40 m - 50 m Tiefenstufe.

In der obersten Tiefenstufe, 0 m - 20 m, war die 5,5-mm-Längenklasse der am Nachmittag gefangene *Vinciguerrria nimbaria* am häufigsten. Mit zunehmender Tiefe nahm die Länge der jeweils am häufigsten vorkommenden Klasse ab, so daß in der 50 m - 60 m Tiefenstufe die 3,5 mm am häufigsten war. Mit weiter abnehmender Wassertiefe verschoben sich die Konzentrationsmaxima wieder zu größeren Längenklassen hin, so daß in 75 m - 100 m die Larven der 11-mm-Klasse am häufigsten waren. In dem Tiefenbereich 50 m - 60 m hatten zwei Größenbereiche der Larven erhöhte Konzentrationen, zum einen in der 3,5-mm- und zum anderen in der 7,5-mm-Klasse. In der 60 m - 75 m Tiefenstufe waren die Konzentrationen in der 4-mm- und der 8,5-mm-Klasse fast gleich hoch, siehe **Tabelle 22**.

Das Längenspektrum der Larven aus den Nachtfängen ist im Vergleich zu den Tagfängen zu größeren Längen hin verschoben. So kamen in den Nachtfängen keine 3 mm lange *Vinciguerrria nimbaria* vor und in Tagfängen keine 14,5 mm langen Larven.

Die Verteilungsschwerpunkte der 3,5 mm bis 14 mm langen *Vinciguerrria nimbaria* lagen vor Mitternacht in 40 m bis 60 m Tiefe, mit Ausnahme der 6-mm- und 10,5-mm-Klasse, die in der 35 m - 40 m Stufe ihre höchsten Konzentrationen erreichten. Die 14,5 mm langen Larven hatten den 1. Verteilungsschwerpunkt in 75 m - 100 m Tiefe.

Bei den vor Mitternacht gefangenen Larven verschob sich mit zunehmender Tiefe die Klasse mit den höchsten Konzentrationen von 6 mm langen Larven in 0 m bis 40 m zu 8,5 mm langen Larven in 50 m bis 75 m Tiefe. Die 40 m - 50 m Tiefenstufe, die am Tage geringe mittlere Konzentrationen von *Vinciguerrria nimbaria* aufwies, enthielt in den Stunden vor Mitternacht die höchsten Konzentrationen. In dieser Tiefenstufe kamen die 5,5 mm bis 8 mm langen Larven gleichmäßig und in hohen Konzentrationen vor, am höchsten in der 8-mm-Klasse. Im Bereich 50 m bis 75 m Tiefe wies die 8,5-mm-Längenklasse die höchsten Konzentrationen auf, aber erhöhte Konzentrationen wiesen auch die 5 mm- und 12 mm bis 13 mm langen Larven auf, siehe **Tabelle 23**.

Nach Mitternacht hatten die 6,5 mm bis 9,5 mm langen Larven ihren 1. Verteilungsschwerpunkt in 30 m bis 40 m Tiefe und damit in geringeren Tiefen als in den Fängen vor Mitternacht. Die 6,0 mm langen Larven hielten sich unverändert in 35 m - 40 m Tiefe auf. Die kleineren Larven der 3,5-mm-bis 5,5-mm-Klassen kamen bevorzugt in 40 m - 50 m Tiefe vor, mit Ausnahme der 4 mm Larven. Sie hatten in 60 m - 75 m Tiefe ihren 1. Verteilungsschwerpunkt. Die 10 mm bis 14 mm langen Larven hatten den Verteilungsschwerpunkt in 50 m bis 60 m Tiefe. Lediglich die 12-mm-Längenklasse erreichte die höchsten Konzentrationen, wie die 4-mm-Klasse, in 60 m - 75 m Tiefe.

Nach Mitternacht verschob sich mit zunehmender Tiefe die Längenklasse mit den höchsten Konzentrationen von 8,5 mm in 0 - 20 m nach 5,5 mm in 40 m - 50 m, in größeren Tiefen nahmen die Längen wieder zu. In 50 m - 60 m Tiefe waren die Konzentrationen der 7-mm- und der 10,5-mm-Längenklasse gleich hoch. In der 60 m - 75 m Tiefenstufe wies die 12-mm-Klasse die höchsten Werte auf, gefolgt von der 4-mm- und der 4,5-mm-Längenklasse, siehe **Tabelle 23**.

Zusammenfassung zur Vertikalverteilung der Fischlarven in den einzelnen Längenklassen

Benthosema pterotum der Station 1 hatten in der Größengruppe der 3,5 mm bis 5,0 mm langen Larven ihren 1. Verteilungsschwerpunkt in 35 m - 40 m Tiefe. Die 2 mm, 8,5 mm und 9,5 mm langen Larven hielten sich bevorzugt oberhalb von 35 m Tiefe auf. Eine kontinuierliche Zunahme der Größe der Larven mit der Tiefe ließ sich nicht erkennen. *Vinciguerrria nimbaria* hatte in der Gruppe der 4,5 mm bis 6,0 mm langen Larven den 1. Verteilungsschwerpunkt in 20 m - 25 m Tiefe. Die kleineren und die größeren Larven hielten sich bevorzugt unterhalb von 25 m Tiefe auf. Die 4,0 mm, 9,5 mm und 10,5 mm langen Larven hatte ihren 1. Verteilungsschwerpunkt am nächsten zur Oberfläche oberhalb von 20 m Tiefe. Mit zunehmender Tiefe nahmen die Längen der Larven, die in den höchsten Konzentrationen vorkamen zu.

Auf der Station 2 hatte am Tag *Hygophum proximum* fast aller Längenklassen ihren 1. Verteilungsschwerpunkt in 55 m - 70 m Tiefe. Nur bei den Larven einer Längenklasse lag er oberhalb und bei den Larven aus zwei Längenklassen lag er unterhalb dieser Tiefenstufe. Die höchsten Konzentrationen wurden über weite Tiefenbereiche von Larven derselben Größe erreicht. Zwischen 35 m und 55 m Tiefe von den 4,0 mm und zwischen 55 m und 100 m von den 4,5 mm langen Larven. Je größer die in der Nacht gefangenen Larven waren um so tiefer lag ihr 1. Verteilungsschwerpunkt. Hatten die 2,0 mm langen Larven ihren 1. Verteilungsschwerpunkt in 35 m - 45 m Tiefe, so lag er bei den 7,0 mm bis 12,0 mm langen Larven in 70 m - 100 m Tiefe. Auch in der Nacht hatten die Larven,

die am höchsten konzentriert waren über weite Tiefenbereiche dieselbe Länge. In 30 m - 45 m waren sie 3,5 mm lang, in 45 m - 100 m entsprechend 4,0 mm.

Die 3,0 mm bis 10,0 mm langen Larven von *Bolinichthys longipes* der Station 2 hatten ihren 1. Verteilungsschwerpunkt nachts fast alle in 30 m bis 35 m Tiefe. Die größeren, 10,5 mm bis 12,0 mm langen Larven hatten den 1. Verteilungsschwerpunkt in unterschiedlichen Tiefen zwischen 15 m und 55 m Tiefe. Eine generelle Zu- oder Abnahme der Längen der am höchsten konzentrierten Larven war mit zunehmender Tiefe nicht festzustellen.

Die auf der Station 2 am Tag gefangenen Larven von *Vinciguerrria nimbaria* hatten den 1. Verteilungsschwerpunkt der meisten Längenklassen in 25 m - 35 m Tiefe. Die 10,0 mm bis 11,0 mm langen Larven hatten den 1. Verteilungsschwerpunkt hingegen in 55 m - 70 m Tiefe. In der Nacht hatten die Larven kleinerer und größerer Längen den 1. Verteilungsschwerpunkt gemeinsam in 55 m - 70 m Tiefe, während sich die Größengruppe der 10,0 mm bis 11,0 mm langen Larven bevorzugt in 30 m - 35 m Tiefe aufhielt. Auch andere Larven mittlerer Längenklassen hielten sich oberhalb von 55 m Tiefe auf. Am Tag nehmen die Längen der Larven mit den höchsten Konzentrationen mit der Tiefe zu. In der Nacht gab es derartige Zusammenhänge nicht.

Die Larven von *Benthosema pterotum* der Station 3 hatten am Tag, je nach Größenklasse, in sehr unterschiedlichen Tiefen ihren 1. Verteilungsschwerpunkt. Tendenziell hielten sich die größeren Larven in größeren Tiefen auf. Am Vormittag hatten alle Larven, die größer als 6,5 mm waren, unterhalb von 60 m Tiefe den 1. Verteilungsschwerpunkt. Am Nachmittag war das bei fast allen Larven, die größer als 4,5 mm waren, der Fall. Bis auf eine Längenkasse kamen am Vormittag die 2,5 mm bis 5,0 mm langen Larven in einer Tiefenstufe vor (50 m - 60 m), am Nachmittag hatten die 3,0 mm bis 4,5 mm langen Larven den 1. Verteilungsschwerpunkt in einer gemeinsamen Tiefe. Am Tag und in der Nacht kamen die 3,0 mm bzw. 3,5 mm langen Larven über den gesamten Tiefenbereich in den höchsten Konzentrationen vor. Nur am Nachmittag und nach Mitternacht erreichten in 75 m - 100 m Tiefe größere Larven die höchsten Konzentrationen. In der Nacht wurden von den Larven mehrerer Längenklassen dieselben Tiefenbereiche bevorzugt. Vor Mitternacht hatten die 2,5 mm bis 7,0 mm langen Larven in 50 m - 60 m den 1. Verteilungsschwerpunkt, nach Mitternacht erreichten bis auf eine Ausnahme die 3,0 mm bis 9,0 mm langen Larven in 60 m - 75 m Tiefe die höchsten Konzentrationen.

Bregmaceros sp. hatte seinen 1. Verteilungsschwerpunkt am Tag überwiegend in 30 m - 40 m Tiefe. In der Nacht hatten die 5,5 mm bis 12,5 mm langen Larven den 1. Verteilungsschwerpunkt entweder in 30 m - 35 m oder in 60 m - 75 m Tiefe. Die größeren und die kleineren Larven bevorzugten die Tiefen zwischen den oben genannten Stufen. Unabhängig von der Tiefe war *Bregmaceros sp.* der 2,5-mm-bis 3,5-mm-Längenklassen am häufigsten vorkommend.

Am Nachmittag haben fast alle *Vinciguerrria nimbaria* ihren 1. Verteilungsschwerpunkt oberflächennah in 30 m bis 40 m Tiefe. Nur bei den Längenklassen größer als 10,5 mm liegt er in wesentlich geringeren oder größeren Wassertiefen. In den Fängen vor Mitternacht werden die höchsten Konzentrationen der meisten Längenklassen (3,5 mm - 14,0 mm) in 40 m bis 60 m Tiefe erreicht. In 40 m - 50 m Tiefe war die mittlere Konzentration der Larven am höchsten im Vergleich zu den übrigen Tiefenstufen. Am Tag waren in diesem Tiefenbereich die mittleren Konzentrationen erniedrigt im Vergleich zu den Werten der übrigen Tiefenstufen. Nach Mitternacht hat die Gruppe der 6,5 mm bis 9,5 mm langen Larven ihren 1. Verteilungsschwerpunkt oberflächennah in 30 m bis 40 m Tiefe, die kleineren, 3,5 mm bis 5,5 mm und die größeren, 10,0 mm bis 14,0 mm langen Larven sind nach wie vor bevorzugt in 40 m bis 60 m anzutreffen. In den Fängen am Vormittag sind die 1. Verteilungsschwerpunkte der Längenklassen über annähernd den gesamten befischten Bereich verteilt. Die kleineren 3,0 mm bis 3,5 mm langen Larven und die Larven, die größer als 11,0 mm sind, hatten gemeinsam unterhalb von

50 m Tiefe ihren 1. Verteilungsschwerpunkt. Die Larven mittlerer Längen (4,0mm bis 10mm) standen näher zur Oberfläche, vorzugsweise in 30 m bis 40 m Tiefe (Tabellen **22 und 23**). Die Längenklassen mit den höchsten Konzentrationen verschoben sich vor Mitternacht von 6,0 mm in 0 m bis 40 m auf 8,5 mm in 50 m - 75 m Tiefe. Nach Mitternacht war entsprechend eine Abnahme der Längen von 8,5 mm in 0 m - 20 m auf 5,5 mm in 40 m - 50 m Tiefe und in größeren Tiefen eine Zunahme auf 12,0 mm in 60 m - 75 m festzustellen. Auch am Nachmittag nahm die Länge in einer Tiefenstufe der am häufigsten vorkommenden Larven ab, von 5,5 mm in 0 m - 20 m auf 3,5 mm in 50 m - 60 m. Unterhalb dieser Tiefenstufe nahm die Länge wieder zu. Bei den am Vormittag gefangenen Larven wechselte die Längenklasse mit den höchsten Konzentrationen mit zunehmender Tiefe ohne erkennbare Tendenz.

Erläuterung zu den Tabellen 14 bis 23:

Für jede Längenklasse (Tabellenspalte) ist der höchste Wert, der 1. Verteilungsschwerpunkt, dunkelgrau unterlegt. Ein 2. Verteilungsschwerpunkt (hellgrau) liegt dann vor, wenn neben der Tiefenstufe mit der höchsten Konzentration eine weitere Tiefenstufe vorkommt, zwischen denen mindestens eine Tiefenstufe liegt, die niedrigere Konzentrationen aufweist. Innerhalb einer Tiefenstufe (Tabellenzeile) ist die Längenklasse mit der höchsten Konzentration als kursiv und vergrößert gedruckte Zahl hervorgehoben. In Normalgröße kursiv gedruckte Zahlen geben das zweitgrößte Vorkommen der Larven einer Längenklasse wieder (vgl. Einleitung von Kapitel 3.4.5.3). Angaben in Individuen pro 100m³. Die rechte Spalte gibt die absolute Anzahl (n) an.

Tabelle 14: Station 1: Konzentrationen von *Benthosema pterotum* in den einzelnen Längenklassen in Abhängigkeit von der Tiefe. Weitere Erklärungen siehe Seite 63.

Station 1	Längen- klassen [mm]	Alle Konzentrationen als Ind./100cbm																	Längenkl. mit max.konz.	mittlere Konz.	Anzahl n =
		2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	10,5		
Tiefen- stufen	0 - 10 m	0	0	0	0,12	0,23	0,12	0,12	0	0	0	0,12	0	0	0	0	0	0	0		6
	10 - 15 m	0,20	0,71	0,59	1,37	1,09	0,38	0	0	0,14	0	0	0	0,13	0	0	0	0	0		38
	15 - 20 m	0	0,84	1,31	2,29	2,09	0,86	0,64	0,68	0,39	0,10	0,10	0,19	0	0	0	0	0	0		95
	20 - 25 m	0	2,19	3,07	4,26	4,69	4,33	1,61	1,47	0,63	0,50	0,06	0,12	0	0	0	0	0	0		167
	25 - 30 m	0,27	1,67	5,72	3,50	3,42	4,93	3,79	1,29	1,03	0,47	0	0,11	0	0,16	0	0,16	0	0		184
	30 - 35 m	0	3,53	7,78	7,91	5,77	6,41	3,46	1,76	0,27	0,27	0,27	0	0	0	0,11	0	0	0		322
	35 - 40 m	0	0,81	6,40	8,20	6,02	6,44	3,89	1,25	1,19	0,38	0,13	0	0	0	0	0	0	0		349
	40 - 100 m	0	0,09	0,55	1,04	1,39	1,33	0,86	0,47	0,23	0,06	0,11	0,03	0,06	0,04	0,02	0	0,02	0,01		246

Tabelle 15: Station 1: Konzentrationen von *Vinciguerrria nimbaria* in den einzelnen Längenklassen in Abhängigkeit von der Tiefe. Weitere Erklärungen siehe Seite 63.

Station 1		Vinciguerrria nimbaria																			Tag- und Nachtfänge											Längenkl.	mittlere	Anzahl
Längen- klassen [mm]		Alle Konzentrationen als Ind./100cbm																														mit max. Konz.	Konz.	n =
		2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12													
Tiefen- stufen	0 - 10 m	0	0	0	0,14	0,28	0,14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,5	0,19	4									
	10 - 15 m	0	0	0	0,31	0,10	0,24	0,67	0,31	0	0	0	0	0	0,13	0	0	0,13	0	0	0	5,5	0,27	17										
	15 - 20 m	0	0	0	0	0,15	0,23	0,95	0,80	0,28	0,15	0,08	0,07	0,08	0	0,13	0	0	0	0	0	5,5	0,29	33										
	20 - 25 m	0	0	0	0,04	0,49	0,63	1,32	1,80	0,71	1,11	0,39	0	0,15	0	0,10	0,10	0,06	0,06	0	0	6,0	0,53	55										
	25 - 30 m	0	0,22	0	0	0,26	0,30	0,42	0	0,89	0,25	0,59	0,25	0	0	0	0	0,11	0,30	0	0	6,5	0,36	27										
	30 - 35 m	0	0	0,27	0	0,13	0,34	0,69	0,55	0,71	0,23	0	0,51	0,09	0,32	0	0,13	0,11	0	0	0,13	6,5	0,32	36										
	35 - 40 m	0,17	0	0	0	0	0,48	0,47	0,16	0,60	0,16	0,17	0,17	0,10	0,10	0	0	0	0	0	0	6,5	0,26	22										
40 - 100 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0										

Tabelle 16: Station 2: Konzentrationen von *Hygophum proximum* in den einzelnen Längenklassen in Abhängigkeit von der Tiefe. Weitere Erklärungen siehe Seite 63.Station 2 *Hygophum proximum*

Nachtfänge Alle Konzentrationen als Ind./100cbm

Längen- klassen [mm]	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12	mittlere Konzentr. mit max. Konz	Längenkl. mit max. Konz	Anzahl n =
Tiefen- stufen	0 - 15m	0	0	0	0	0,02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	4,5	1
	15 - 25m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,03	0	0	0	0	0	0	0	0,03	0	0,00	7,5	3
	25 - 30m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01	3,5	0
	30 - 35m	0	0	0	0,09	0,01	0,04	0	0,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,02	0,10	3,5	8
	35 - 45m	0,05	0,05	0,13	0,60	0,56	0,48	0,01	0,08	0,05	0,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,10	3,5	93
	45 - 55m	0	0,34	2,46	5,76	6,52	3,98	0,20	0,81	0,14	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,97	4	1293
	55 - 70m	0	0,14	2,66	8,26	13,22	10,08	5,06	3,31	1,29	0,62	0,10	0,02	0	0	0,02	0	0	0	0	0	2,13	4	3340
	70 - 100m	0	0,03	0,54	3,30	5,39	4,42	3,61	2,10	1,06	0,61	0,16	0,16	0,07	0,12	0,01	0,00	0,03	0,03	0,02	0,02	1,04	4	2543

Tagfänge Alle Konzentrationen als Ind./100cbm

Längen- klassen [mm]	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12	mittlere Konzentr. mit max. Konz	Längenkl. mit max. Konz	Anzahl n =
Tiefen- stufen	0 - 15m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0
	15 - 25m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0
	25 - 30m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0
	30 - 35m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0
	35 - 45m	0	0	0,07	0,14	0,16	0,05	0	0,01	0	0	0,01	0	0	0	0	0	0	0,01	0	0	0,02	4	36
	45 - 55m	0	0,03	0,13	0,69	1,33	1,05	0,60	0,46	0,25	0,09	0,03	0	0	0	0	0,02	0	0	0	0	0,22	4	303
	55 - 70m	0	0,03	0,12	0,58	1,35	1,89	1,29	0,44	0,48	0,20	0,11	0	0,03	0	0,05	0,03	0	0,03	0	0	0,32	4,5	228
	70 - 100m	0	0	0,05	0,12	0,48	0,50	0,21	0,15	0,05	0,05	0,03	0,01	0	0	0	0	0	0,01	0	0,00	0,08	4,5	167

Tabelle 17: Station 2: Konzentrationen von *Vinciguerrria nimbaria* in den einzelnen Längsklassen in Abhängigkeit von der Tiefe. Weitere Erklärungen siehe Seite 63.

Station 2		Vinciguerrria nimbaria																										
Nachtfänge		Alle Konzentrationen als Ind./100cbm																										
Tiefen- stufen	Längen- klassen [mm]	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14	14,5	15	15,5	16	mittlere Konzentration mit max. Konz.	Längenkl. mit max. Konz.	Anzahl n =	
	0 - 15m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			1	
	15 - 25m	0	0	0	0	0,01	0	0,01	0	0,01	0,01	0	0,01	0,01	0,02	0	0,01	0,01	0	0	0	0	0	0	0	11,5	12	
	25 - 30m	0	0,01	0,02	0,03	0,02	0,01	0,02	0,01	0,03	0,03	0,01	0,03	0,02	0,06	0,03	0,02	0,03	0,04	0,02	0,01	0	0	0	0	0,02	11,5	44
	30 - 35m	0,13	0,02	0,04	0,03	0,05	0,10	0,05	0	0,02	0,08	0,27	0,11	0,11	0,02	0,05	0,14	0,14	0,05	0,05	0,05	0	0	0	0,02	0,07	10,0	67
	35 - 45m	0,07	0,04	0,04	0,11	0,09	0,01	0,12	0,03	0,05	0,03	0,05	0,02	0,08	0,07	0,02	0,03	0,05	0,29	0,10	0,03	0,01	0	0	0,06	13,5	128	
	45 - 55m	0,04	0,06	0,15	0,14	0,18	0,17	0,11	0,17	0,10	0,14	0,06	0,11	0,04	0,04	0,10	0,07	0,15	0,17	0,17	0,11	0	0,01	0,01	0,11	7,0 / 13,5	295	
	55 - 70m	0,06	0,12	0,19	0,33	0,30	0,16	0,18	0,12	0,16	0,12	0,13	0,09	0,09	0,09	0,05	0,10	0,13	0,22	0,39	0,25	0,19	0,06	0,02	0,01	0,16	13,5 (6,5)	223
	70 - 100m	0	0,03	0,02	0,06	0,10	0,04	0,03	0,04	0,04	0	0,04	0,00	0	0,01	0,02	0,00	0,05	0,10	0,09	0	0	0	0,01	0,03	13,5 / 7,0	67	

Tagfänge		Alle Konzentrationen als Ind./100cbm																									
Tiefen- stufen	Längen- klassen [mm]	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14	14,5	15	15,5	16	mittlere Konzentration mit max. Konz.	Längenkl. mit max. Konz.	Anzahl n =
	0 - 15m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0
	15 - 25m	0	0	0,03	0,03	0,03	0,03	0	0,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01		10
	25 - 30m	0,03	0,14	0,05	0,15	0,11	0,07	0	0,05	0	0	0	0	0,02	0	0	0	0,02	0	0,02	0	0	0,02	0	0,03	6,5	30
	30 - 35m	0,05	0,06	0,24	0,14	0,10	0,17	0,08	0,12	0,14	0,13	0,05	0	0,03	0,03	0,03	0,05	0,03	0	0,02	0	0	0	0	0,07	6,0	55
	35 - 45m	0,03	0,05	0,08	0,13	0,10	0,05	0,04	0,07	0,10	0,07	0,03	0	0	0	0,01	0	0	0	0	0,03	0	0	0	0,04	6,5	48
	45 - 55m	0	0	0,03	0,01	0,08	0,04	0,06	0,04	0,05	0,05	0,05	0,02	0	0,01	0,05	0,03	0	0	0,02	0,01	0,01	0	0,01	0,03	7,0	45
	55 - 70m	0	0	0	0	0,03	0,03	0	0,05	0,09	0	0,06	0,03	0,03	0,03	0	0	0	0	0	0,03	0	0	0	0,02	9,0	13
	70 - 100m	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0,01	0	0,03	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0,01	0	0	0	0,00		9

Tabelle 18: Station 2: Konzentrationen von *Bolinichthys longipes* in den einzelnen Längenklassen in Abhängigkeit von der Tiefe. Weitere Erklärungen siehe Seite 63.

Station 2				Bolinichthys longipes																	Alle Konzentrationen als Ind./100cbm																																																		
Nachtfänge				Längen- klassen [mm]																	mittlere Konz.																	Längenkl. mit max. Konz.																	Anzahl n =																
Tiefen-				3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12																																																	
stufen				0 - 15m	0	0	0,05	0,03	0,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00																																															
				15 - 25m	0,01	0,07	0,10	0,16	0,30	0,16	0,10	0,08	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,01	0	0,01	0	0	0	0,05	5	76																																											
				25 - 30m	0	0,05	0,02	0,08	0,12	0,11	0,08	0,04	0,03	0,02	0	0,02	0	0,02	0,03	0	0	0	0	0	0,03	0,03	5	43																																											
				30 - 35m	0,05	0,09	0,15	0,17	0,18	0,19	0,25	0,12	0,13	0,08	0,10	0,09	0	0,03	0,02	0	0,02	0	0	0,02	0	0,08	6	91																																											
				35 - 45m	0,01	0,05	0,03	0,06	0,07	0,05	0,08	0,05	0,05	0,03	0,04	0	0	0,03	0,01	0	0	0	0	0	0	0,03	6	59																																											
				45 - 55m	0,01	0,05	0,02	0,07	0,10	0,10	0,05	0,04	0,01	0	0	0	0,01	0	0,01	0	0	0	0,03	5,5	71																																														
				55 - 70m	0	0	0,02	0,13	0,16	0,14	0,07	0,06	0,02	0,03	0,02	0,02	0	0	0	0	0	0	0,03	5	37																																														
				70 - 100m	0	0	0	0,01	0,01	0,03	0	0,04	0	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01			9																																													

Tabelle 19: Station 3: Konzentrationen von *Benthosema pterotum* aus Tagfängen in den einzelnen Längsklassen in Abhängigkeit von der Tiefe. Weitere Erklärungen siehe Seite 63.

Station 3		Benthosema pterotum																							
vor Mittag		Alle Konzentrationen als Ind./100cbm																							
	Längen- klassen [mm]	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12	mittlere Konz.	Längenkl. mit max. Konz	Anzahl n =
Tiefen- stufen	0 - 20m	0	0,14	1,26	0,99	0,30	0,02	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,13	3,0	111
	20 - 30m	1,43	0,92	6,37	5,73	2,01	0,40	0,22	0,21	0,22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,83	3,0	241
	30 - 35m	0	0,39	9,21	8,01	2,10	0,52	0,24	0,27	0,19	0,18	0,13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,01	3,0	440
	35 - 40m	0	2,55	30,27	21,85	6,63	1,68	1,30	1,37	0,85	0,23	0,07	0,07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,18	3,0	727
	40 - 50m	0,05	3,32	17,45	13,71	4,40	2,44	1,08	0,85	0,63	0,58	0,12	0,11	0,05	0	0	0	0	0	0,05	0	0	2,13	3,0	966
	50 - 60m	0,65	9,06	33,29	17,46	11,68	3,99	2,75	1,27	0,62	0,08	0,07	0,06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,86	3,0	937
	60 - 75m	0	2,99	16,30	9,84	6,47	3,66	1,91	0,70	0,45	0,19	0,14	0,14	0,14	0,05	0	0	0	0	0	0	2,05	3,0	809	
	75 - 100m	0	0,02	0,40	0,67	0,34	0,17	0,14	0,42	0,31	0,06	0	0,04	0,04	0,08	0,01	0,01	0	0	0,01	0	0	0,13	3,5	124
nach Mittag		Alle Konzentrationen als Ind./100cbm																							
	Längen- klassen [mm]	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12	mittlere Konz.	Längenkl. mit max. Konz	Anzahl n =
Tiefen- stufen	0 - 20m	0	0,08	0,39	0,55	0,47	0,25	0	0,13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,09	3,5	22
	20 - 30m	0	0,40	4,62	3,74	1,30	0,29	0,09	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,50	3,0	495
	30 - 35m	0	1,11	8,08	9,73	5,08	4,07	0,57	0,12	0,37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,39	3,5	621
	35 - 40m	0	3,05	30,20	30,58	16,99	7,94	1,52	0,94	0,89	0,20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,40	3,5	1585
	40 - 50m	0,05	5,44	26,52	20,15	9,99	4,54	1,58	0,42	0,26	0,15	0,06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,29	3,0	3293
	50 - 60m	0	3,94	24,56	18,07	9,75	5,33	1,98	1,05	0,28	0,17	0	0,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,10	3,0	2675
	60 - 75m	0	0,25	8,07	11,27	8,25	6,30	2,99	0,99	0,36	0,12	0,12	0	0,06	0,06	0	0	0	0	0	0	0	1,85	3,5	663
	75 - 100m	0	0	0,05	0,34	0,12	0,49	1,25	1,19	0,54	0,32	0,08	0,06	0,09	0	0	0,02	0,04	0	0	0	0	0,22	5,0	136

Tabelle 20: Station 3: Konzentrationen von *Benthosema pterotum* aus Nachtfängen in den einzelnen Längenklassen in Abhängigkeit von der Tiefe. Weitere Erklärungen siehe Seite 63.

Alle Konzentrationen als Ind./100cbm																										
vor Mitternacht		Längen- klassen [mm]	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12	mittlere Konz.	Längenkl. mit max. Konz.	Anzahl n =
Tiefen- stufen	0 - 20 m	0	0,07	0,80	1,70	0,59	0,07	0,11	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,16	3,5	54
	20 - 30 m	0	0,36	4,05	3,51	1,90	0,53	0,42	0,65	0,05	0,11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,55	3,0	189
	30 - 35 m	0,05	0,72	4,28	4,93	1,98	1,58	1,07	0,65	0,61	0,34	0,35	0,26	0,14	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0,81	3,5	299
	35 - 40 m	0,16	2,24	11,59	10,56	5,38	4,54	2,99	2,63	1,74	1,00	0,33	0,60	0,26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,10	3,0	313
	40 - 50 m	0,06	2,08	10,74	10,02	4,29	4,23	4,16	1,89	1,23	0,56	0,35	0,47	0,28	0,07	0	0	0	0	0	0	0,06	0	1,93	3,0	431
	50 - 60 m	0,14	2,42	14,43	15,45	12,47	10,93	9,51	9,40	5,86	3,56	1,60	0,73	0,33	0,07	0	0,07	0	0	0	0	0	0	4,14	3,5	1178
	60 - 75 m	0	0,84	6,74	5,70	4,05	3,96	4,74	4,69	4,01	2,47	1,28	0,76	0,18	0,27	0,09	0,05	0,05	0,10	0	0,09	0	0,05	1,91	3,0	720
	75 - 100 m	0	0,03	0,50	0,92	0,32	0,44	0,35	0,15	0,35	0,18	0,23	0,18	0,06	0,09	0,14	0,02	0,02	0,02	0	0,02	0,05	0	0,19	3,5	152

Alle Konzentrationen als Ind./100cbm																									
nach Mitternacht																									
Tiefen- stufen	Längen- klassen [mm]	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12	mittlere Konz.	Längenkl. mit max. Konz	Anzahl n =
		0	0,04	2,48	3,51	1,02	0,64	0,28	0,21	0,01	0,03	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	0 - 20m	0	0,67	5,94	7,70	3,55	1,30	0,45	0,07	0	0,06	0,02	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,94	3,5	438
	20 - 30m	0	0,10	4,18	4,23	1,52	1,36	0,57	0,46	0,39	0,21	0,07	0,02	0	0,02	0	0	0	0	0	0	0,63	3,5	336	
	30 - 35m	0,07	0,39	3,69	6,50	2,35	3,09	1,90	1,21	1,31	0,76	0,32	0,46	0,21	0,30	0,11	0,05	0	0	0	0	1,08	3,5	327	
	35 - 40m	0,05	0,19	3,59	5,29	4,78	2,69	1,04	1,05	1,00	0,50	0,31	0,24	0,13	0,01	0,04	0	0,01	0,01	0	0,01	0	1,00	3,5	676
	40 - 50m	0,04	0,18	7,10	9,46	6,79	3,37	1,73	2,31	2,50	0,94	0,82	0,41	0,28	0,28	0,08	0,04	0,01	0,01	0,01	0,03	0	1,73	3,5	1260
	50 - 60m																								
	60 - 75m	0	0,22	7,62	10,06	7,00	4,25	2,90	2,98	2,88	2,28	1,62	0,99	0,55	0,37	0,14	0	0,05	0,11	0,17	0,04	0	2,11	3,5	1413
	75 - 100m	0	0,04	0,93	1,62	1,87	1,99	1,58	1,07	0,74	0,59	0,26	0,27	0,24	0,11	0,06	0,04	0,04	0,01	0	0,02	0,01	0,55	4,5	1056

Tabelle 22: Station 3: Konzentrationen von *Vinciguerria nimbaria* aus Tagfängen in den einzelnen Längsklassen in Abhängigkeit von der Tiefe. Weitere Erklärungen siehe Seite 63.Station 3 *Vinciguerria nimbaria*

vor Mittag Alle Konzentrationen als Ind./100cbm

Längen- klassen [mm]	Längen-																	mittlere Konz.	Längerkl. mit max. Konz	Anzahl n =								
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12		12,5	13	13,5	14	14,5			
Tiefen- stufen	0 - 20m	0	0,13	0	0,13	0,11	0,43	0,52	0,30	0,51	0,27	0,38	0,11	0,13	0,07	0,06	0,06	0	0	0	0	0	0	0	0,13	6,0	53	
	20 - 30m	0	0,51	0,43	1,18	1,02	1,30	1,38	1,16	1,13	0,94	0,63	0,64	0,26	0,28	0,05	0,10	0,10	0	0,02	0,05	0	0	0	0	0,45	6,0	279
	30 - 35m	0,19	0,66	0,73	1,22	2,55	1,06	1,16	1,59	1,78	1,93	0,74	0,28	0,48	0,30	0,48	0,22	0,07	0,07	0	0	0	0	0	0	0,62	5,0 (7,5)	232
	35 - 40m	0,28	0,91	2,15	1,70	1,07	1,46	1,18	1,12	1,64	0,94	0,70	0,41	0,42	0,09	0,38	0,14	0,17	0,18	0,18	0	0	0	0	0	0,61	4,0 (7,0)	183
	40 - 50m	0,12	0,58	0,93	0,41	0,48	1,23	1,59	0,18	0,25	0,25	0,39	0,11	0,19	0,14	0,27	0,35	0,27	0,15	0,04	0	0,02	0	0	0	0,32	6,0	172
75 - 100m	50 - 60m	1,63	1,67	1,39	1,32	1,39	0,62	0,16	0,74	0,35	0,56	0,52	0,36	0,27	0,34	0,35	0,31	0,14	0,10	0,19	0	0	0,08	0	0	0,50	3,5	210
	60 - 75m	0,80	1,49	0,91	0,52	0,07	0,15	0	0,07	0,21	0,10	0,06	0,24	0,47	0,06	0,35	0,14	0,19	0,46	0	0	0,07	0	0	0	0,25	3,5	87
																												43

nach Mittag Alle Konzentrationen als Ind./100cbm

	Längen- klassen [mm]	Längen- klassen [mm]																							mittlere Konz.	Längenkli. mit max. Konz.	Anzahl n =		
		3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14	14,5				
Tiefen- stufen	0 - 20m	0	0	0,20	0,63	1,08	1,66	1,44	0,35	0,62	0,32	0,37	0,19	0,23	0,19	0,23	0,09	0,14	0	0,10	0	0,07	0	0	0	0	0,32	5,5	115
	20 - 30m	0,02	0,24	0,59	1,38	1,84	1,72	1,62	1,26	0,71	0,87	0,43	0,15	0,36	0,05	0,09	0,12	0,05	0,07	0,02	0,02	0,04	0,02	0	0	0	0,47	5,0	491
	30 - 35m	0,33	1,07	1,35	2,38	2,67	2,26	1,19	1,62	1,31	0,98	0,84	0,80	0,67	0,52	0,52	0,30	0,06	0,15	0,06	0	0,05	0	0	0	0	0,76	5,0	403
	35 - 40m	0,38	1,04	2,30	2,84	1,97	2,00	1,77	1,19	1,28	1,61	1,23	0,53	0,65	0,91	0,65	0,14	0,21	0,24	0	0	0,05	0	0	0	0	0,84	4,5	367
	40 - 50m	0,21	0,55	1,13	0,65	0,63	0,22	0,19	0,18	0,43	0,33	0,31	0,34	0,19	0,38	0,39	0,28	0,20	0,12	0,07	0	0	0	0	0	0	0,27	4,0	274
	50 - 60m	0,20	0,87	0,79	0,46	0,23	0,17	0,22	0,47	0,51	0,64	0,59	0,49	0,31	0,25	0,36	0,29	0,27	0,09	0	0,07	0	0	0	0	0	0,29	3,5 (7,5)	274
	60 - 75m	0,19	0,30	0,62	0,12	0,17	0,06	0,44	0,29	0,49	0,44	0,11	0,56	0,47	0,15	0,24	0,11	0,07	0,12	0,09	0,07	0	0,07	0	0	0	0,21	4,0 (8,5)	80
	75 - 100m	0	0	0,05	0,03	0	0	0	0	0,03	0	0,03	0,07	0	0	0,05	0,08	0,11	0,10	0,08	0,09	0,03	0,03	0	0	0	0,03	11,0	24

Tabelle 23: Station 3: Konzentrationen von *Vinciguerria nimbaria* aus Nachtfängen in den einzelnen Längsklassen in Abhängigkeit von der Tiefe. Weitere Erklärungen siehe Seite 63.

Station 3 Vinciguerria nimbaria

Alle Konzentrationen als Ind./100cbm

vor Mitternacht

Längen- klassen [mm]	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14	14,5	mittlere Konz.	Längenkl. init max. Konz	Anzahl n =	
Tiefen- stufen	0 - 20m	0	0	0	0,06	0,11	0,98	1,36	0,93	0,86	0,69	0,20	0,57	0,11	0	0,06	0	0,17	0	0,08	0	0,11	0	0	0	0,26	6,0	100
	20 - 30m	0	0	0	0	0,14	1,21	2,06	1,52	1,32	1,22	0,21	0,32	0,27	0,06	0	0,07	0,07	0,11	0,14	0	0,11	0,04	0	0	0,37	6,0	122
	30 - 35m	0	0	0,08	0,35	0,35	1,40	2,19	1,41	2,06	1,21	1,29	0,66	0,84	1,12	0,62	0,47	0,16	0,23	0	0,08	0	0	0	0	0,60	6,0	180
	35 - 40m	0	0,09	0,34	1,34	1,38	3,23	5,84	2,43	2,84	3,24	2,89	1,71	1,34	1,34	0,92	2,21	0,57	0,80	0,44	0,17	0,09	0,18	0	0	1,39	6,0	274
	40 - 50m	0	0,39	0,55	1,44	2,09	3,50	3,61	3,80	3,76	3,66	4,19	2,33	2,46	3,08	1,71	1,57	2,92	2,29	0,97	0,97	0,59	0,55	0	0,07	1,94	8,0	413
	50 - 60m	0	0	0,75	0,43	2,12	1,28	1,78	2,87	1,70	1,96	2,67	3,20	2,44	1,79	2,41	1,52	1,14	1,79	2,49	2,06	2,11	0,22	0,51	0	1,55	8,5	412
	60 - 75m	0		0,49	0,32	1,01	0,38	0,16	0,21	0,36	0,49	0,81	1,22	1,01	0,87	0,68	0,76	0,05	0,65	0,48	0,65	0,74	0,53	0	0,05	0,51	8,5	203
	75 - 100m	0	0	0,03	0,12	0,09	0,06	0,03	0,04	0,13	0,07	0,06	0,18	0,17	0,17	0,08	0,08	0	0,03	0,09	0	0,26	0,19	0,06	0,07	0,08	13,0	63

nach Mitternacht

Längen- klassen [mm]	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14	14,5	mittlere Konz.	Längenkl. init max. Konz	Anzahl n =	
Tiefen- stufen	0 - 20m	0	0	0	0,11	0	0,02	0,02	0,05	0,05	0,07	0,12	0,07	0,02	0,02	0	0,02	0	0,02	0	0	0	0	0	0	0,03	8,5	18
	20 - 30m	0	0	0	0,02	0,22	0,41	0,39	0,47	0,39	0,40	0,42	0,16	0,15	0,06	0,13	0,07	0,04	0	0	0	0	0,02	0	0	0,15	7,0	124
	30 - 35m	0	0	0,13	0,45	0,64	1,18	1,29	2,05	1,73	2,01	1,37	1,81	0,83	0,70	0,45	0,37	0,14	0,04	0	0,04	0,11	0	0	0	0,64	6,5	303
	35 - 40m	0	0,07	0,55	0,58	1,40	1,50	2,61	1,60	1,97	1,93	1,42	1,38	1,09	0,87	0,53	0,59	0,04	0,14	0,29	0,32	0,16	0,14	0,04	0,06	0,80	6,0	393
	40 - 50m	0	0,22	0,45	1,05	1,48	1,56	1,34	1,16	1,44	1,61	1,30	0,76	0,59	0,34	0,46	0,59	0,45	0,65	0,33	0,36	0,37	0,15	0,13	0	0,70	7,5 (5,5)	728
	50 - 60m	0	0,10	0,59	0,72	1,10	1,00	1,06	1,29	1,43	0,69	1,22	0,97	0,88	0,57	0,86	1,43	0,78	0,82	0,89	0,78	0,56	0,90	0,29	0	0,79	7,0 / 10,5	682
	60 - 75m	0	0,09	0,84	0,87	0,79	0,63	0,53	0,28	0,50	0,13	0,73	0,62	0,56	0,64	0,32	0,63	0,59	0,62	0,90	0,54	0,58	0,28	0,13	0	0,49	12,0 / 4,5	264
	75 - 100m	0	0,04	0,21	0,07	0,16	0,07	0	0,09	0,11	0,14	0,11	0,07	0,11	0,16	0,03	0	0,11	0,05	0,14	0,03	0,09	0,04	0,02	0	0,08	4,0	66

Vergleich der Stationen

Auf allen Stationen konzentrierte sich der Verteilungsschwerpunkt der Larven nicht gleichmäßig in einem Tiefenbereich, sondern die Larven der einzelnen Längenklassen bzw. Größengruppen bevorzugten, je nach Tageszeit, unterschiedliche Wassertiefen. In den Tiefenstufen mit besonders hohen Larvenkonzentrationen gab es bei *Benthosema pterotum* und *Vinciguerrria nimbaria* der Station 1, *Bregmaceros sp.* der Station 2 und *Vinciguerrria nimbaria* der Station 3 mindestens zwei Größengruppen, die deutlich häufiger vorkamen als die Larven der übrigen Längenklassen. Das heißt, innerhalb einer Tiefenstufe wies die Häufigkeitsverteilung bei diesen Arten zwei Verteilungsgipfel auf. Bei *Benthosema pterotum* der Station 3 und *Bolinichthys longipes* der Station 2 waren diese zweigipfeligen Häufigkeitsverteilungen nicht feststellbar, dafür gab es zwei Tiefenbereiche, in denen die mittleren Gesamtkonzentrationen deutlich über denjenigen der übrigen Tiefenstufen lagen. In diesen Fällen wies die Häufigkeitsverteilung der Larven, bezogen auf die mittleren Konzentrationen aller Tiefenstufen eine Zweigipfeligkeit auf, siehe Tabelle 18 und 19/20. *Hygophum proximum* hingegen kam sowohl innerhalb der einzelnen Tiefenstufen als auch über die gesamte Tiefe betrachtet in nur jeweils einem Größen- bzw. Tiefenbereich in maximalen Konzentrationen vor. Ein weiterer Bereich mit erhöhten Konzentrationen von *Hygophum proximum* dürfte unterhalb der maximalen Befischungstiefe gelegen haben. *Vinciguerrria nimbaria* der Station 3 hatte am Tag zwei deutliche Tiefenbereiche mit erhöhten mittleren Gesamtkonzentrationen. Die folgende **Tabelle 24** faßt die Ergebnisse zusammen.

Ein direkter Vergleich der Vertikalverteilung der Larven einzelner Längenklassen war aufgrund der für die einzelnen Stationen unterschiedlichen Zeitraster eingeschränkt. Für *Vinciguerrria nimbaria* war zumindest ein Vergleich der Stationen 2 und 3 zur Tag- bzw. Nachtzeit möglich. Die Larven kleiner als 5 mm und größer als 14,5 mm konnten nicht berücksichtigt werden, da sie auf der Station 2 bzw. der Station 3 nicht vorkamen. Am Tag lag der 1. Verteilungsschwerpunkt der entsprechenden Längenklassen überwiegend in 30 m - 40 m (Station 3) bzw. 30 m - 35 m (Station 2). Auf der Station 2 kamen nur die Larven der 5,5-mm-, 6,5-mm- und 7-mm-Klasse bevorzugt eine Stufe höher in 25 m - 30 m Tiefe vor. Der 1. Verteilungsschwerpunkt der 10 mm bis 11 mm langen *Vinciguerrria nimbaria* lag am Tag auf der Station 2 in 55 m - 70 m und damit tiefer als alle anderen Larven. Eine Parallelität gab es auf der Station 3 bei den 11 mm langen Larven, die ihren 1. Verteilungsschwerpunkt in 50 m - 60 m Tiefe hatten. In der Nacht hatten auf beiden Stationen die Larven der meisten Längenklassen ihren 1. Verteilungsschwerpunkt in größeren Tiefen als am Tag. Dabei gab es in der Nacht auf beiden Stationen *Vinciguerrria nimbaria* mittlerer Längen, die den 1. Verteilungsschwerpunkt in den oberen Tiefenstufen hatten. Auf der Station 2 kamen 10 mm bis 11 mm lange Larven bevorzugt in 30 m - 35 m Tiefe vor, auf der Station 3 die 6 mm bis 9,5 mm langen Larven in 30 m bis 40 m, besonders deutlich nach Mitternacht.

Auf der Station 1 und 3 bevorzugten die Larven von *Benthosema pterotum* mit zunehmender Länge größere Wassertiefen.

Bei allen in diesem Kapitel behandelten Arten der Fischlarven konnte eine räumliche Trennung beobachtet werden, d.h. kleinere und größere Larven einer Art hatten gemeinsam in einer Tiefenstufe ihren Verteilungsschwerpunkt, während sich die Larven mittlerer Größen im flacheren oder tieferen Wasser aufhielten (*Bregmaceros sp.*, *Vinciguerrria nimbaria*). In den Nachtfängen hatten die Myctophiden *Benthosema pterotum*, *Bolinichthys longipes* und *Hygophum proximum* in z.T. allen Längenklassen den 1. Verteilungsschwerpunkt jeweils in demselben Tiefenbereich von maximal 15 m. Entsprechendes konnte auch für *Vinciguerrria nimbaria* vor Mitternacht beobachtet werden, allerdings erstreckte sich der Tiefenbereich über 20 m. Besonders am Tag wurden mit zunehmender Tiefe größere Myctophiden gefangen. Die Larven von *Bregmaceros sp.* zeigten diesen Zusammenhang nicht. Bei *Vinciguerrria nimbaria* kamen die größeren Larven bevorzugt nach Mitternacht und am Vormittag in

größeren Tiefen vor. Am nächsten zur Wasseroberfläche hatten aber die Larven mittlerer Längen ihren 1. Verteilungsschwerpunkt und nicht die kleineren Larven.

Innerhalb einer Tiefenstufe wurden die höchsten Konzentrationen häufig von Larven erreicht, die sich in ihrer Größe deutlich unterschieden. Dadurch entstanden zwei- oder mehrgipfelige Längenhäufigkeitsverteilungen. Über die gesamte Befischungstiefe gesehen, waren es bei den Myctophiden meistens die gleichen Längensklassen, die in den einzelnen Tiefenstufen die höchsten Konzentrationen erreichten. Nur in den untersten Tiefenstufen gehörten die am häufigsten vorkommenden Larven zu größeren Längensklassen. Bei *Vinciguerrria nimbaria* nahmen mit zunehmender Tiefe die Längen der in einer Tiefenstufe am häufigsten vorkommenden Larven ab um in den untersten Tiefen wieder zu zunehmen (Nachmittag, nach Mitternacht).

Tabelle 24: Gleichzeitiges Auftreten von zwei Verteilungsschwerpunkten der Fischlarven.

Station	Art	Fangzeit	Tiefen- stufe [m]	Längensklassen mit höchsten / zweithöchsten Konzentrationen*1)		Tiefenstufen mit höchsten / zweithöchsten mittleren Gesamt- konzentrationen*2)	
1	<i>Benthosema pterotum</i>		30 - 35	3,5 mm	4,5 mm		
			25 - 30	3,0 mm	4,5 mm		
	<i>Vinciguerrria nimbaria</i>		20 - 25	6,0 mm	7,0 mm		
2	<i>Bolinichthys longipes</i>	Nacht				30 - 35	15 - 25
	<i>Vinciguerrria nimbaria</i>						
		Tag	30 - 35	6,0 mm	7,5 mm		
			35 - 45	6,5 mm	9,0 mm		
		Nacht	55 - 70	6,5 mm	13,5 mm		
			45 - 55	7,0 mm	13,5 mm		
3	<i>Bregmaceros sp.</i>	Tag	30 - 35	3,0 mm	5,0 mm		
		Nacht	30 - 35	2,5 mm	3,5 mm		
	<i>Benthosema pterotum</i>	Vormittag				50 - 60	35 - 40
		vor Mitternacht				50 - 60	35 - 40
		nach Mittern.				60 - 70	20 - 30
	<i>Vinciguerrria nimbaria</i>	Vormittag	30 - 35	5,0 mm	8,5 mm	30 - 35	50 - 60
			35 - 40	4,0 mm	7,0 mm		
		Nachmittag	50 - 60	3,5 mm	7,5 mm	35 - 40	50 - 60
		vor Mitternacht	50 - 60	5,0 mm	8,5 mm		
		nach Mitternacht	50 - 60	7,0 mm	10,5 mm	35 - 40	50 - 60

*1) zwischen den genannten Längensklassen liegt mindestens eine weitere

*2) zwischen den genannten Tiefenstufen liegt mindestens eine weitere

3.5 Räumliche und zeitliche Verteilung sowie Nahrungsbiologie der Fischlarven

In den Kapiteln 3.3 und 3.4 wurde die kleinskalige zeitliche und räumliche Verteilung der Fischlarven in der Wassersäule behandelt. Dieses Kapitel hat die entsprechende räumliche und zeitliche Verteilung der Larven, die Nährtiere aufgenommen hatten, und die Art, Größe und Menge der Nahrung zum Inhalt. Es wird gezeigt, ob bzw. wie sich das Nahrungsspektrum der Larven in Abhängigkeit von der Larvenlänge ändert. Anhand einer direkten Gegenüberstellung des Nahrungsangebots und der von den Fischlarven aufgenommenen Nahrung wurden positive und negative Selektivitäten ermittelt. Eine gute Ernährungssituation wird für den Ort angenommen, an dem die Anzahl von Larven, die gefressen hatten und die Anzahl der aufgenommenen Nährtiere hoch war. Umgekehrt wurde nicht zwangsläufig eine für die Larven ungünstige Ernährungssituation angenommen, wenn keine Nahrung im Darm der Larven vorkam. Pro Hol wurde in den Larvendärmen der Larven mit geradem Darmrohr (*Benthosema pterotum*, *Vinciguerrina nimbaria*) deutlich seltener Nahrung gefunden als in den Larven mit gewundenen Därmen (*Bregmaceros* sp.), siehe Kap. 3.5.1. Die Frage, ob diese Ergebnisse auf fangbedingte Ausscheidungsprozesse der Nahrung aus den geraden Larvendärmen zurück zu führen sind, wird im Kapitel 3.6 behandelt.

Die Fischlarven wurden unter einem Binokular auf den Füllungsgrad des Darmes hin untersucht. Wenn durch eine visuelle Beurteilung des Füllungsgrades unter dem Binokular nicht zweifelsfrei festgestellt werden konnte, daß sie keine Nahrung im Verdauungstrakt enthielten, wurden die Larven präparatorisch überprüft. In der Regel wurden dabei die visuell ermittelten Ergebnisse bestätigt.

Die Zuverlässigkeit der visuellen Beurteilung von Larven mit Nahrung im Verdauungstrakt, wurde an 100 Larven von *Benthosema pterotum* aus 2 Taghols untersucht: Diese Larven hatten alle, der visuellen Vorsortierung zufolge, Nahrungspartikel im Darm. Bei der anschließenden Präparation konnten bei 17 Larven keine Nahrungspartikel im Darm gefunden werden bzw. im Darm einer Fischlarve befanden sich 2 Parasiten. Wenn man versuchte, so die Larven zu ermitteln, die Nahrung im Darm hatten, war die rein visuelle Methode in diesem Fall zu 17 % fehlerhaft.

3.5.1 Relation von Larven mit und ohne Nahrung im Darm

Für einzelne Netze wurden exemplarisch die Anteile der Larven bestimmt, die Nahrung aufgenommen hatten in Relation zur gesamten Larvenmenge einer Art in einem Netz. Die **Tabellen 24 bis 27** geben die Ergebnisse wieder. Ausreichendes Material stand von den Stationen 1 und 3 zur Verfügung.

Von 2 Hols der Station 1 wurden aus 15 Netzen die Fischlarven von *Benthosema pterotum* komplett präpariert, um festzustellen, wie hoch der Anteil der Larven war, die Nahrung im Darm hatten. Im Nachhol Nr. 13 hatten alle 382 Larven keine Nahrung im Darm. Im Taghol Nr. 9 nahm der Anteil der Larven, die gefressen hatten, mit zunehmender Wassertiefe kontinuierlich zu. Im Netz Nr. 2 mit einer durchschnittlichen Fangtiefe von 72 m, betrug der Prozentanteil 33 %. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß dieses Netz integrierend den größten Tiefenbereich befischte (ca. 40 m bis 100 m Tiefe, vgl. Tabelle 4, Kap.:2.3). Der mittlere Anteil der Larven mit Nahrung betrug in diesem Hol 20 %. Die **Tabelle 25** gibt für jedes Netz den Anteil der Larven am gesamten Netzfang wieder, die Nahrung im Darm hatten.

Der Anteil von *Bregmaceros nectabanus* der Station 1 mit Nahrung im Darm lag zwischen 55 % und 90 % und damit deutlich höher als bei dem Myctophiden *Benthosema pterotum* (unter 33 %). Oberhalb von 35 m Tiefe (Netz 4 bis 7) war der Anteil der Larven von *Bregmaceros nectabanus* mit Nahrung um ca. 20 % höher als in Tiefen unterhalb von 35 m (Netz 2 und 3). In der obersten 0 m bis 15 m Tiefe wurden nur 2 Larven gefangen, hierfür konnten keine Anteile ermittelt werden. Von *Bregmaceros nectabanus* wurden insgesamt 141 Larven aus 2 Hols (13 Netze) präpariert. Im Nachthol Nr. 13 hatten alle 74 Larven, bis auf eine, keine Nahrung im Darm. Die **Tabelle 26** gibt für jedes Netz des Taghols Nr. 9 die Anteile der insgesamt 67 Larven wieder, die Nahrung im Darm hatten.

Auf der Station 3 hatten im Mittel 30 % von *Benthosema pterotum* Nahrung im Darm, die maximalen Werte betrugen 50 %. Bei 4 Hols lagen jeweils die beiden höchsten oder zumindest der zweithöchste Prozentsatz in 30 m bis 40 m Tiefe (Netz 6,7). Mit zunehmender Tiefe stieg der Anteil der Larven mit Nahrung im Darm leicht an. Aus insgesamt 50 Netzen von 10 Hols wurde von allen *Benthosema pterotum* der Darm präpariert. In den beiden Nachthols der Nummern 121 und 197 hatte keine der Larven Nahrung im Darm. Die **Tabelle 27** gibt für die Taghols mit einer ausreichenden Larvenmenge den Anteil der Larven wieder, die Nahrung im Darm hatten.

Bregmaceros nectabanus der Station 3 wies pro Hol mit durchschnittlich 84 % (67 % bis 100 %) einen deutlich höheren Anteil an Larven mit Nahrung auf als *Benthosema pterotum* (mittlerer Füllungsanteil 30 %). Es wurden nur Netze mit mehr als 5 Larven berücksichtigt. Ein Zusammenhang zwischen Fangtiefe und Nahrungsaufnahme war nicht erkennbar. Es wurden aus 45 Netzen von 10 Hols alle Larven von *Bregmaceros nectabanus* präpariert. In den beiden Nachthols der Nummern 121 und 197 fielen diese Anteile so gering aus, daß sie hier nicht weiter berücksichtigt wurden. Die **Tabelle 28** gibt für die Taghols mit einer ausreichenden Larvenmenge den Anteil der Larven wieder, die Nahrung im Darm hatten.

Die Larven von *Vinciguerrria nimbaria* hatten nur zu 10 % Nahrung im Darm, dabei wurden alle Netze berücksichtigt, die mehr als 8 Larven enthielten. Von 10 Hols wurden aus 45 Netzen die Larven von *Vinciguerrria nimbaria* komplett präpariert. In den beiden Nachthols 121 und 197 hatten die Larven keine Nahrung im Darm. Die **Tabelle 29** gibt für die Taghols, bei denen genügend Larven vorkamen, für jedes Netz den Anteil der Larven wieder, die Nahrung im Darm hatten.

Auf beiden Stationen lagen bei den behandelten Arten die höchsten Anteile der Larven mit Nahrung im Darm nicht in der Tiefe mit den höchsten Anzahlen aller untersuchten Larven. Unabhängig von der

Tabelle 25: Station 1, Anteil von *Benthosema pterotum* mit Nahrung im Darm am Gesamtfang eines Netzes (N= Gesamtzahl der Larven im Netz).

Netz Nr.	9	8	7	6	5	4	3	2
Tiefenstufe [m]	00 - 10	10 - 15	15 - 20	20 - 25	25 - 30	30 - 35	35 - 40	40 - 100
% - Anteil mit Nahrung		(50)	7	12	15	24	30	33
N (Σ 445)		3	41	117	62	131	73	18

Tabelle 26: Station 1, Anteil von *Bregmaceros nectabanus* mit Nahrung im Darm am Gesamtfang eines Netzes (N= Gesamtzahl der Larven im Netz).

Netz Nr.	9	8	7	6	5	4	3	2
Tiefenstufe [m]	00 - 10	10 - 15	15 - 20	20 - 25	25 - 30	30 - 35	35 - 40	40 - 100
%			90	86	83	88	55	67
N (Σ 67)			10	21	6	8	16	6

Tabelle 27: Station 3, Anteil von *Benthosema pterotum* mit Nahrung im Darm am Gesamtfang eines Netzes (N= Gesamtzahl der Larven im Netz).

Hol Nr.		125		148		177		186		199	
Tiefe [m]	Netz	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
0-20	9					(100)	3				
20-30	8	(50)	2		127	35	96	44	9		
30-35	7	33	3	24	83	49	548	29	41	33	9
35-40	6	30	10	24	272	44	614	29	21	24	17
40-50	5	26	19	23	535	28	380	31	84	36	22
50-60	4	15	22	18	762	31	190	22	83	5	20
60-75	3	27	15			35	23	18	57		
75-100	2	20	15	29	31	(0)	2	33	39	26	23

Tabelle 28: Station 3, Anteil von *Bregmaceros nectabanus* mit Nahrung im Darm am Gesamtfang eines Netzes (N= Gesamtzahl der Larven im Netz).

Hol Nr.		148		174		177		186		199	
Tiefe [m]	Netz Nr.	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
0-20	9										
20-30	8			80	5	90	10	100	2		
30-35	7			83	6	83	25	100	4	100	6
35-40	6	75	11			86	10	100	4	50	2
40-50	5			67	6	86	22	82	11	83	6
50-60	4	60	5	100	2					86	7
60-75	3	100	5	50	4			50	2	100	2
75-100	2	100	4					(100)	1	(100)	1

Tabelle 29: Station 3, Anteil von *Vinciguerrria nimbaria* mit Nahrung im Darm am Gesamtfang eines Netzes (N= Gesamtzahl der Larven im Netz)

Hol Nr.		148		177		186		199	
Tiefe [m]	Netz Nr.	%	N	%	N	%	N	%	N
0-20	9			14	21				
20-30	8			11	74	12	17	33	9
30-35	7	12	33	13	94			36	14
35-40	6			11	63	0	20	8	13
40-50	5	7	41	8	105				
50-60	4	3	65	8	73			0	11
60-75	3	0	59			17	6	20	5
75-100	2	9	11					0	4

regionalen Herkunft (Station) der Larven wies *Bregmaceros nectabanus* einen deutlich höheren Prozentsatz von Larven mit Nahrung im Darm auf als *Benthosema pterotum* und *Vinciguerrria nimbaria*. Die durchschnittlichen Prozentwerte einer Art waren bei beiden Stationen sehr ähnlich.

3.5.2 Nahrungszusammensetzung und Lage der Orte mit der höchsten Nahrungsaufnahme

In diesem Unterkapitel wird für ausgewählte Taxa die Zusammensetzung der von den Larven aufgenommenen Nahrung behandelt. Komplexere Zusammensetzungen der Nahrung sind in Form von

Tortendiagrammen dargestellt. Soweit möglich, ist zum Vergleich das entsprechende Nahrungsangebot aufgeführt: Entsprechend der Größe der in den Fischlarvendärmen gefundenen Nahrungspartikel, erfolgte eine Auswahl der Größenfraktionen des im freien Wasser vorkommenden Planktons als potentiell Nahrungangebot. Die Daten zum Nahrungsangebot wurden dem Abschlußbericht von Frau TRINKAUS, 1991, entnommen. Die Bestandsaufnahme des Planktons erfolgte nicht zeitgleich, aber im Bereich der jeweiligen Driftgebiete. Im Plankton eventuell vorkommende Eier wurden nicht erfaßt. Im Darm der Larven wurden aber Eier gefunden, die somit als Nahrung gewertet wurden. Bei diesen Eiern handelte es sich häufig um die den gefressenen Copepoden anhaftenden Eipaketen. Für die

	Station 1		Station 2		Station 3	
	Tiefenstufen	Ind./ cbm	Tiefenstufen	Ind./ cbm	Tiefenstufen	Ind./ cbm
Nauplien	0 – 15m	5000	0 – 25m	12000	0 – 20m	2000
	15 – 30m	2500	25 – 50m	9800	20 – 40m	600
	30 – 50m	2000	50 – 75m	2300	40 – 60m	350
	50 – 75m	1200	75 – 100m	130	60 – 80m	450
	75 – 100m	800			80 – 100m	400
Ostracoda	0 – 15m	100	0 – 25m	300	0 – 20m	90
	15 – 30m	100	25 – 50m	200	20 – 40m	20
	30 – 50m	90	50 – 75m	100	40 – 60m	15
	50 – 75m	85	75 – 100m	9	60 – 80m	28
	75 – 100m	140			80 – 100m	45
Copepoda	0 – 15m	15000	0 – 25m	10000	0 – 20m	7000
	15 – 30m	7000	25 – 50m	8000	20 – 40m	2800
	30 – 50m	2100	50 – 75m	1700	40 – 60m	1000
	50 – 75m	1800	75 – 100m	50	60 – 80m	900
	75 – 100m	2000			80 – 100m	1600

Darstellung der Intensität der Nahrungsaufnahme der Fischlarven in den einzelnen Tiefenstufen wurde der sogenannte Nahrungskennwert verwendet. Er leitet sich aus dem Produkt des Anteils der Gesamtabundanz gefressener Beutetiere pro m² und des Anteils der Gesamtabundanz fressender Larven pro m² ab (siehe Kap.2.4.2). Die in den **Abbildungen 56 bis 57** für jede 5-m Tiefenstufe dargestellte Intensität der Nahrungsaufnahme (graue Balken) bezeichnen jeweils die Mittelwerte der Nahrungskennwerte über die Vergleichshols. Der in diesen Abbildungen ebenfalls angegebene Verteilungsschwerpunkt, das Centre of Mass (schwarzer Pfeil), bezieht sich nur auf die Larven aus Hols, in denen Larven gefressen hatten.

Die meisten Larven, in denen Nahrung gefunden wurde, stammten aus Tagfängen. Daher wird im folgenden Text die Fangzeit nur besonders erwähnt, sofern es sich um Nachtfänge gehandelt hat.

Station 1

Von *Benthosema pterotum* wurden insgesamt 672 Larven präpariert, eine genaue Vermessung (Länge, Körperhöhe, Körperbreite) konnte bei 129 Larven durchgeführt werden. In den Därmen von 58 *Benthosema pterotum* waren 89 Nährtiere enthalten, sie stammten überwiegend aus Tiefen von 30 m bis 40 m. Das Centre of Mass (Hol Nr. 9) lag in 30 m Tiefe, siehe **Abbildung 56**. Diese Larven von *B. pterotum* kamen überwiegend in Längen zwischen 2 mm und 4,5 mm vor (mittlere Länge 3,4 mm) und enthielten durchschnittlich 2 Nährtiere im Darm. Die gefressenen Nährtiere setzten sich zu 44 % aus Eiern und zu 39 % aus Nauplien zusammen. Relativ groß war noch der Anteil der *Ostracoda* mit 10 %, siehe **Tabelle 30**. Das Planktonangebot bestand zahlenmäßig zu ca. 44 % aus Copepoden, zu 51 % aus Nauplien und zu 2 % aus Ostracoden.

Von *Bregmaceros sp.* wurden insgesamt 141 Larven präpariert, bei 26 Fischlarven eines Hols (Nr. 9) wurden 34 Nährtiere im Darm gefunden. Eine genaue Vermessung (Länge, Körperhöhe, Körperbreite) konnte bei diesen 27 Larven durchgeführt werden und zusätzlich bei 5 weiteren Larven, die nicht gefressen hatten. *Bregmaceros sp.* enthielt durchschnittlich 1 Nährtier im Darm. Die aufgenommene Nahrung bestand zu 90 % aus calanoiden Copepoden und zu gleichen Teilen (je 3 %) aus unbestimmten Copepoden, Copepodenresten sowie Ostracoden, siehe **Tabelle 30**. Diese Nährtiere waren des öfteren sehr groß im Verhältnis zur Larve. So hatte zum Beispiel eine 2 mm Larve einen 1,1 mm langen Copepoden verschlungen. Larven mit Nahrung traten bevorzugt in der Tiefenstufe 35 m - 40 m auf und umfaßten einen Längenbereich zwischen 1,7 mm und 5,8 mm (mittlere Länge: 2,7 mm). Das Centre of Mass von *Bregmaceros sp.* lag bei 32 m, siehe **Abbildung 56**. Das potentielle Nahrungsangebot bestand unabhängig von der Größe zu 83 % aus Copepoden (allgemein) und zu 2 % aus Ostracoden. Die den gefressenen Nährtieren entsprechende Längengruppe der *Copepoda* (0,4 mm - 1 mm, in 40m Tiefe) bestand aber nur zu 9 % aus calanoiden Copepoden, zu 68 % aus cyclopoiden Copepoden und zu 23 % aus Harpacticoiden. 6 von 30 gefressenen calanoiden Copepoden wiesen Längen größer als 1 mm auf. In dieser Längengruppe bestand das entsprechende Angebot zu 65 % aus calanoiden Copepoden. Diese Ergebnisse zeigen eine bessere Übereinstimmung mit der Verteilung der aufgenommenen Nahrung. Im weiteren bestand das potentielle Nahrungsangebot dieser Größenfraktion zu 33 % aus cyclopoiden Copepoden.

Von *Vinciguerria nimbaria* hatten eine 5,5 mm und eine 6 mm lange Larve jeweils 1 Copepoditstadium im Darm. Sie wurden am Tag gefangen in mittleren Tiefen von 13 m bzw. 19 m. Insgesamt wurden 122 Larven der Hols 9 und 13 präpariert. Eine genaue Vermessung (Länge, Körperhöhe, Körperbreite) wurde bei 5 Larven durchgeführt.

Station 2

Bei 511 Fischlarven von 5 Fischlarvenarten wurde der Darm aufpräpariert und auf Nahrungsinhalt untersucht.

Die häufigste Art war *Hygophum proximum*, lediglich bei 7 von 132 präparierten und vermessenen Larven wurde Nahrung gefunden. Die Nahrung bestand zu 60 % aus Nauplien und zu 40 % aus Eiern, siehe **Tabelle 31**. Die Larven mit Nahrung im Darm waren 3 mm bis 5 mm lang. Bis auf eine Larve aus 15 m - 25 m wurden alle in Tiefen unterhalb von 45 m gefangen, siehe **Abbildung 57**.

Bei *Bregmaceros sp.* wurde in 13 von 61 präparierten und vermessenen Larven Nahrungsinhalt gefunden. Diese Larven waren 5,5 mm bis 10 mm (mittlere Länge: 7mm) lang und stammten aus mittleren Tiefen von 40 m bis 76 m (im Mittel 55 m). Die Därme enthielten zu 81 % calanoide Copepoden, zu 11 % nicht näher bestimmbare Copepoden und zu 8 % Copepodenreste, siehe **Tabelle 31**. Im Nahrungsangebot waren in der entsprechenden Größenfraktion und der entsprechenden Tiefe zwischen 60 % und 79 % Copepoden enthalten, wobei davon aber nur 19 % bis 28 % aus calanoiden Copepoden bestanden. Der größte Teil waren cyclopoide Copepoden.

Tabelle 30: Zusammensetzung der von den Larven gefressenen Nahrung.

Station 1:				
Tageszeit Larvenlänge [mm]	Benthosema pterotum		Bregmaceros sp.	
	Tag		Tag	
	2,0 - 8,5		1,7 - 5,75	
	n	%	n	%
Acartia sp.		0,0		0,0
Calanoide Copepoden	1	1,1	28	90,3
Copepoden-Reste	2	2,2	1	3,2
Copilia sp.		0,0		0,0
Corycaeus		0,0		0,0
Cyclopoide Copepoden		0,0		0,0
Euchaeta sp.		0,0		0,0
Eier	39	43,8		0,0
Luciferidae		0,0		0,0
Microsetella		0,0		0,0
Mollusca		0,0		0,0
Nauplien	35	39,3		0,0
Oithona sp.		0,0		0,0
Oncaea sp.	1	1,1		0,0
Ostracoda	9	10,1	1	3,2
Parasiten		0,0		0,0
Tintinnididae	1	1,1		0,0
sonstige Copepoden	1	1,1	1	3,2
Summe [n]	89		31	
Anzahl der Larven	58		26	

Die 57 von 159 vermessenen und präparierten *Vinciguerria nimbaria* Larven mit Nahrung im Darm kamen in allen Tiefenstufen vor, am häufigsten in der 45 m - 55 m, siehe **Abbildung 57**. Die Längen betrugen 12 mm bis 21 mm. Es ist hervorzuheben, daß es sich um Larven handelte, die alle aus Nachtfängen stammten. Zu 48 % bestand die aufgenommene Nahrung aus *Oncaea* sp., den zweitgrößten Anteil bildeten mit 32 % die Ostracoden. Das potentielle Nahrungsangebot entsprach dieser Zusammensetzung im wesentlichen: Den größten Anteil bildeten die Copepoden und hiervon die cyclopoiden Copepoden mit 72 % bis 75 %. Die cyclopoiden Copepoden wiederum bestanden zu 42 % bis 50 % aus Oncaeiden. Die zweitgrößte Fraktion bildeten die Ostracoden mit 12 % bis 16 %. Betrachtet man die Nahrungszusammensetzung in Abhängigkeit von der Fischlarvenlänge, so ist ein Unterschied bei den 15 mm bis 21 mm langen Larven im Vergleich zu den kleineren festzustellen, siehe **Abbildung 58**: Wurden von den 12 mm - 14,9 mm langen Larven überwiegend Oncaeiden (52 %) und Ostracoden (34 %) aufgenommen, so waren es bei den 15 mm - 21 mm langen Larven die nicht näher bestimmbaren cyclopoiden Copepoden (45 %) und zum geringeren Teil die Oncaeiden (23 %).

Tabelle 31: Nahrungszusammensetzung von 5 Larvenarten

Station 2:												
Art	Bregmaceros sp.		Vinciguerria nimbaria				Hygophum proximum		Diaphus sp.		Nealotus sp.	
Tageszeit	Tag		Nacht		Nacht		Tag		Tag		Tag	
Larvenlänge [mm]	5,5 - 10,0		12,0 - 14,9		15,0 - 21,0		3,25 - 5,25		3,25 - 11,0		3,0 - 7,4	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Acartia		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
Calan.Copepoden	21	80,8	7	1,3	4	4,3		0,0		0,0	23	30,7
Copepoden-Reste	2	7,7	5	0,9		0,0		0,0	1	3,6		0,0
Copilia sp.		0,0		0,0	2	2,2		0,0		0,0		0,0
Corycaeus		0,0	13	2,4	1	1,1		0,0		0,0	3	4,0
Cyclopoide Cope.		0,0		0,0	41	44,6		0,0		0,0		0,0
Euchaeta		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
Eier		0,0	1	0,2		0,0	4	40,0		0,0		0,0
Luciferidae		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
Microsetella		0,0	5	0,9		0,0		0,0		0,0		0,0
Mollusca		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
Nauplien		0,0	7	1,3		0,0	6	60,0	8	28,6	17	22,7
Oithona		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
Oncaea		0,0	286	52,3	21	22,8		0,0	11	39,3	25	33,3
Ostracoda		0,0	185	33,8	20	21,7		0,0	6	21,4		0,0
Parasiten		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
Tintinnididae		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
sonstige Copepoden	3	11,5	38	6,9	3	3,3		0,0	2	7,1	7	9,3
Summe [n]	26		547		92		10		28		75	
Anzahl der Larven	13		51		6		7		6		11	

Von *Diaphus* sp. wurden 48 Larven präpariert und vermessen, bei 6 Larven aus Tag- und Nachtfängen befand sich Nahrung im Darm. Diese Larven stammten aus den Netzen der 25 m - 30 m und der 35 m - 45 m Tiefenstufe, siehe **Abbildung 57**. Der Verteilungsschwerpunkt (Centre of Mass) aller *Diaphus* sp. der drei Hols lag in 29 m Tiefe. Die mengenmäßige Zusammensetzung der aufgenommenen Nahrung, die in der **Tabelle 31** angegeben ist, wird durch hohe Anteile der Oncaeiden (39 %), der Nauplien (29 %), sowie der Ostracoden (21 %) bestimmt. Eine weitergehende Unterscheidung der Larvengrößen ergab, daß 3,25 mm bis 5,2 mm lange Larven aus Tagfängen fast ausschließlich die Nauplien im Darm hatten.

Von dem folgenden Taxa *Nealotus tripes* wurden auf der Station 2 nur 38 Individuen gefangen. Aufgrund des hohen Anteils von Larven mit Nahrung ist diese Art hier mit aufgeführt. Bei *Nealotus tripes* befand sich in 11 Larvendärmen Nahrung, die im wesentlichen aus *Oncaea* sp. (33 %), calanoiden Copepoden (31 %) und zu 23 % aus Nauplien bestand, siehe **Tabelle 31**. Am meisten Nahrung hatten die Larven der 35 m - 45 m Tiefenstufe aufgenommen, siehe **Abbildung 57**. Das Centre of Mass von *Nealotus tripes* mit Nahrung im Darm lag bei 46 m.

Von *Benthosema pterotum* wurden 28 Individuen gefangen. Bei den 12 präparierten und vermessenen Larven wurde bei 4 Exemplaren Nahrung gefunden. Die 3 Larven der Längen 12 mm bis 13 mm wurden in der Nacht in 76 m bzw. 50 m Tiefe gefangen. Die mittlere Tiefeneinstellung des Nachthols lag darüber in 60 m bzw. 42 m Tiefe. Nur eine 4 mm lange Larve stammte aus einem Tagfang in 8 m Tiefe. Die aufgenommene Nahrung bestand insgesamt zu 53 % aus calanoiden Copepoden, gefolgt von den cyclopoiden Copepoden *Oncaea* sp. mit 22 % und *Corycaeus* sp. mit 14 %. Im Nahrungsangebot waren 60 % bis 85 % Copepoden enthalten, davon waren nur 14 % bis 29 % calanoide Copepoden, aber 71 % bis 77 % Cyclopoida.

Driftstation 3

Aufgrund des großen Probenumfangs und des guten Erhaltungszustandes der Fischlarven konnten auf dieser Station 8 Taxa aus Tagfängen untersucht werden, wobei *Bregmaceros* sp. sowohl aus Tag- als auch aus Nachtfängen Nahrung im Darm hatte.

Es wurden 774 Larven von *Benthosema pterotum* vermessen und präpariert, bei 441 befand sich Nahrung im Darm. Die durchschnittliche Länge der Larven mit aufgenommener Nahrung betrug 3,7 mm. Larven mit Nahrung waren nahezu über die gesamte Befischungstiefe anzutreffen (0 m bis 100 m). Am häufigsten wurden Nährtiere in den Tiefen 40 m bis 50 m und in der 60 m - 75 m Tiefenstufe aufgenommen. Das "Centre of Mass" der Hols, in denen Larven gefressen hatten, lag in 50 m Tiefe, siehe **Abbildung 59**. Die Zusammensetzung der von den Larven gefressenen Nahrung war sehr divers. Einen hohen Anteil bildeten die Nauplien mit 68 %, gefolgt von den Ostracoda mit 14 %. Das potentielle Nahrungsangebot in der entsprechenden Größe (<0,4 mm) bestand zu 67 % aus Nauplien und zu 26 % aus Copepoda, die Ostracoda machten einen Anteil von 5 % bis 12 % in der Fraktion 0,4 mm bis 1,9 mm aus. Mit zunehmender Größe von *B. pterotum* veränderte sich das Nahrungsspektrum, deshalb sind in der **Abbildung 60** die Nahrungsverteilungen in zwei Größengruppen aufgeteilt dargestellt. Innerhalb dieser ist die Zusammensetzung der Nahrung recht homogen: Die 2,15 mm - 3,95 mm langen Larven hatten einen Nauplienanteil von 65 % in der aufgenommenen Nahrung. Den zweit größten Anteil bildeten die Tintinnididae mit 13 %, gefolgt von den Ostracoda mit 9 %. Bei den 4 mm - 10,3 mm langen Larven machten die Ostracoda mit 22 % mengenmäßig den größten Anteil aus, gefolgt von *Oncaea* sp. und den Nauplien mit jeweils 18 %. In der **Abbildung 61** sind den Längen von *B. pterotum* die Längen von 4 gefressenen Nährtiergruppen gegenübergestellt. Die senkrechte Linie

bei 4 mm markiert die auch in **Abbildung 60** gewählte Grenze zwischen den Größengruppen. Zur Verdeutlichung der Zusammenhänge zwischen der Größe der Larven und der von ihnen aufgenommenen Nahrung ist jeweils eine Regressionsgrade berechnet worden. Die Nauplien stellten hier die kleinste Nährtierfraktion dar, sie wurden bevorzugt von der Größengruppe der 2 mm - 4 mm langen Larven aufgenommen. Mit zunehmender Larvenlänge nahm die Länge der Nauplien nur unwesentlich zu. Die calanoiden Copepoden und *Oncaea sp.* wurden bevorzugt von der Größengruppe >4 mm gefressen. Mit zunehmender Larvenlänge nahm auch die Länge der calanoiden Copepoden zu. Dieser Trend war bei *Oncaea sp.* nicht so deutlich ausgeprägt. *Ostracoda* wurden von *Benthosema pterotum* beider Größengruppen zahlreich gefressen. *Ostracoda*, die länger als 0,7 mm waren, konnten offensichtlich nur von Larven verzehrt werden, die größer als 4 mm waren.

Von 223 präparierten und vermessenen Larven von *Bregmaceros sp.* hatten insgesamt 161 Nahrung im Darm. 144 Larven traten in den Tagfängen mit Längen von 1,4 mm bis 13,3 mm (mittlere Länge: 4,4 mm) auf. In 20 m bis 40 m Tiefe wurden am häufigsten Nährtiere aufgenommen. Das Centre of Mass aller Taghols in denen *Bregmaceros sp.* gefressen hatte, lag in mittleren Tiefen um 42 m. Die 17 Larven aus den Nachtfängen waren mit einer mittleren Länge von 15,2 mm deutlich größer und wurden bevorzugt in größeren Tiefen gefangen (30 m bis 75 m). Das Centre of Mass der Nachthols lag in 52 m Tiefe. Am häufigsten wurde die Nahrung in 30 m - 35 m und 50 - 60 m Tiefe aufgenommen, siehe **Abbildung 59**. Die Nahrungszusammensetzung aller Larven aus den Tagfängen bestand zu 50 % aus calanoiden Copepoden, zu 2 % aus cyclopoiden Copepoden. Einen Großteil nahmen die kleinen Nahrungspartikel wie *Tintinnididae* und Eier ein. Da sich die sehr kleinen Larven von den größeren deutlich in ihrem Nahrungsspektrum unterschieden, fand eine Aufteilung in zwei Größengruppen statt. Wie der **Abbildung 62** zu entnehmen ist, bestand die Nahrung der 1,4 mm bis 2,5 mm langen Larven zu 56 % aus *Tintinnididae* und zu 28 % aus calanoiden Copepoden. Der Anteil der Nauplien betrug 12 %. Die 2,6 mm - 13,3 mm langen Larven hingegen hatten am häufigsten calanoide Copepoden (53 %) und Eier (39 %) gefressen. Der Anteil der Nauplien machte nur 0,4 % aus. In der **Tabelle 32** ist die Nahrungszusammensetzung von *Bregmaceros sp.* aus Nachtfängen dargestellt, sie bestand zu 24 % aus calanoiden Copepoden, und 41 % gehörten zu der Gruppe der cyclopoiden Copepoden, wovon 16 % *Corycaeus sp.* und 14 % *Oncaeidae* waren. Der Anteil der gefressenen Eier betrug nur 2 %. Das potentielle Nahrungsangebot im Driftgebiet dieser Station bestand unabhängig von der Fangzeit zu 84 % aus Copepoden.

113 von 150 präparierten und vermessenen *Vinciguerrria nimbaria* Larven hatten bis zu 14 Nährtiere im Darm. Die durchschnittliche Larvenlänge betrug 8,6 mm (3,8 mm bis 13,3 mm). Der Verteilungsschwerpunkt der Larven lag in 40 m Tiefe. Die Häufigkeit der Nährtiere in den Larven war von der Oberfläche bis in 60 m Tiefe fast gleich, abgesehen von höheren Werten in 35 m - 40 m Tiefe, siehe **Abbildung 59**. 37 % der aufgenommenen Nahrung bestand aus calanoiden Copepoden, Nauplien bildeten mit 21 % die zweitstärkste Fraktion. Das entsprechende Nahrungsangebot wurde je nach Plankongröße zu 47 % bis 78 % von Copepoden und zu 14 % bis 33 % von Nauplien gebildet.

Für eine genauere Analyse der Nahrungszusammensetzung wurden die Larven in zwei Größengruppen aufgeteilt. Innerhalb der beiden Größengruppen war das Verteilungsbild homogen. Die beiden Gruppen von *Vinciguerrria nimbaria* unterschieden sich in der Zusammensetzung der aufgenommenen Nährtiere: Die 3,8 mm - 7,8 mm langen Larven nahmen zu 47 % Nauplien und zu 18 % calanoide Copepoden auf, die 8 mm - 13 mm großen Larven hingegen bevorzugten zu 42 % calanoide Copepoden und zu 20 % Eier, siehe **Abbildung 63**. In **Abbildung 64** sind den Körperlängen von *Vinciguerrria nimbaria* die Längen von drei Beutetierklassen gegenübergestellt. Die senkrechte Linie gibt die Grenze der in **Abbildung 63** unterschiedenen Größengruppen an. Wie bei *Benthosema pterotum* wurden Nauplien fast ausschließlich von der kleineren Größengruppe (<8,15 mm) der Larven gefressen. Die Längen der gefressenen Nauplien waren von der Länge der kleineren Larven unabhängig. Die sonstigen Copepoden,

hierbei handelte es sich überwiegend um Copepodidstadien, wurden insbesondere von 5,5 mm bis 11,5 mm langen *Vinciguerrria nimbaria* aufgenommen. Die sonstigen Copepoden, die von den größeren Larven (>8,15mm) gefressen wurden, waren nur geringfügig größer als die entsprechenden Beuteorganismen der kleineren Larven (<8,15mm).

64 Larven von *Synagrops sp.* hatten Längen von 2,5 mm - 7 mm (mittlere Länge: 3,5 mm). Die meiste Nahrung wurde in der 50 m - 60 m Tiefenstufe aufgenommen, siehe **Abbildung 59**. Die mittlere Tiefeneinstellung der Hols in denen Larven dieser Art Nahrung aufgenommen hatten, lag in 54 m Tiefe. Der überwiegende Teil der Nahrung bestand aus Nauplien (57 %) und aus calanoiden Copepoden (15 %), siehe **Tabelle 32**. Es wurden bis zu 14 Nährtiere in einer Larve gefunden. Das Nahrungsangebot bestand zu 44 % aus Nauplien und zu 40 % aus Copepoden.

27 *Gobiidae* in Längen von 2,4 mm bis 7,8 mm (mittlere Länge: 4,1 mm) mit Nahrung wurden unterhalb von 35 m gefangen. Am meisten Nährtiere wurden in den Tiefenstufen 35 m - 40 m und 60 m - 75 m gefressen. Der Verteilungsschwerpunkt aller *Gobiidae* aus den Hols, in denen die Larven Nahrung aufgenommen hatten, lag zwischen diesen Tiefenstufen in 51 m Tiefe, siehe **Abbildung 59 forts**. Die

Tabelle 32: Nahrungszusammensetzung der Larven

Station 3:												
Art	Bregmaceros sp.		Synagrops sp.		Champso- dontidae		Gobiidae		Thunnini		Callionomidae	
Tageszeit	Nacht		Tag		Tag		Tag		Tag		Tag	
Larvenlänge [mm]	2,0 - 19,53		2,5 - 7,0		3,25 - 6,3		2,4 - 7,8		2,0 - 5,9		1,5 - 2,8	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Acartia		0,0		0,0	1	0,3		0,0		0,0		0,0
Calan.Copepoden.	12	23,5	43	15,1	71	24,1	3	2,4	13	12,9	1	0,7
Copepoden-Reste	9	17,6	23	8,1	7	2,4		0,0	2	2,0	3	2,0
Copilia		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
Corycaeus	8	15,7		0,0	7	2,4	1	0,8	12	11,9		0,0
Cyclopoide Copep.	6	11,8	4	1,4		0,0	2	1,6	2	2,0	2	1,3
Euchaeta	1	2,0		0,0	3	1,0		0,0		0,0		0,0
Eier	1	2,0	4	1,4	3	1,0	35	28,2	3	3,0	1	0,7
Luciferidae	2	3,9		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
Microsetella		0,0	1	0,4		0,0	17	13,7		0,0	22	14,8
Mollusca	1	2,0		0,0		0,0		0,0		0,0	2	1,3
Nauplien		0,0	163	57,4	1	0,3	26	21,0	54	53,5	44	29,5
Oithona		0,0	18	6,3	6	2,0	1	0,8		0,0		0,0
Oncaea	7	13,7	7	2,5	189	64,1	15	12,1	2	2,0	5	3,4
Ostracoda	4	7,8		0,0		0,0	1	0,8	5	5,0		0,0
Parasiten		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
Tintinnididae		0,0	3	1,1		0,0	20	16,1		0,0	66	44,3
sonstige Copepoden		0,0	18	6,3	4	1,4	3	2,4	8	7,9	3	2,0
Summe [n]	51		284		295		124		101		149	
Anzahl der Larven	17		64		38		27		41		36	

Nahrung bestand überwiegend aus sehr kleinen Organismen wie Eiern (28 %), Nauplien (21 %), *Tintinnididae* (16 %). Bemerkenswert ist auch der Anteil der *Harpacticoida* (*Mikrosetella* sp.) mit 14 %, siehe **Tabelle 32**. Die 6 *Gobiidae*, größer als 5,6 mm, hatten fast ausschließlich *Oncaea* sp. aufgenommen. Sie stammten alle aus der untersten Tiefenstufe, 75 m - 100 m. Im potentiellen Nahrungsangebot betrug der Anteil der Nauplien bis zu 64 %. Zu beachten ist, daß hierbei die Eier nicht erfaßt worden waren.

Die 38 *Champsodontidae*, in denen Nahrungspartikel gefunden wurden, stammten aus Tagfängen, die ihren Verteilungsschwerpunkt (Centre of Mass) in 58 m hatten. Am häufigsten waren die Nährtiere in 60 m bis 75 m Tiefe von den Larven gefressen worden, siehe **Abbildung 59**. Die Larvenlängen betrugen 3,3 mm - 6,3 mm mit einer mittleren Längen von 4,2 mm. Die größten Fraktionen der aufgenommenen Nahrung bildeten zu 65 % *Oncaeidae* und zu 24 % calanoide Copepoden, siehe **Tabelle 32**. Das Nahrungsangebot bestand zum größten Teil aus *Oncaeidae* (34%) und calanoiden Copepoden (37%).

Die 41 Larven der *Thunnini*, bestehend aus mindestens 3 Formtypen, stammten aus mittleren Befischungstiefen zwischen 10 m und 53 m. Die Larven in der 30 m - 35 m Tiefenstufe hatten am meisten Nährtiere im Darm. Der Verteilungsschwerpunkt in 23 m lag deutlich oberhalb der bisher betrachteten Taxa, siehe **Abbildung 59 forts.**. Die durchschnittliche Länge der Larven betrug 4,7 mm (2,0 mm bis 5,9 mm). Es wurden überwiegend 2 bis 3 Nährtiere in den Larvendärmen gefunden. Die Nahrung setzte sich zum größten Teil aus Nauplien, 54 %, und zu 39 % aus der Gruppe der *Copepoda* zusammen, wovon 13 % zu den calanoiden Copepoden und 12 % zu *Corycaeus* sp. gehörten, siehe **Tabelle 32**. Das potentielle Angebot an Nahrung bestand zu 35 % aus Nauplien und zu 47 % aus Copepoden.

In 36 Larven der *Callionymidae* befanden sich 149 Nährtiere, die in der 50 m - 60 m Stufe am häufigsten waren. Hier lag auch der Verteilungsschwerpunkt dieser Larven, siehe **Abbildung 59**. Die Larven kamen in Längen von 1,5 mm bis 2,8 mm vor. Die drei größten Fraktionen der aufgenommenen Nahrung waren die *Tintinnididae* mit 44 %, die Nauplien mit 30 % und *Mikrosetella* sp. mit 15 %. Da das Angebot der *Tintinnididae* nicht erfaßt worden war, konnten nur die prozentualen Anteile der restlichen Gruppen ermittelt werden. Den größten Anteil am Nahrungsangebot bildeten die Nauplien mit 68 %, gefolgt von den *Oncaeidae* mit 23 % und den *Harpacticoida* mit 10 %, siehe **Tabelle 32**.

3.5.3 Vertikalverteilung von fressenden und nicht fressenden Larven

Dieses Kapitel soll der Beantwortung der Frage dienen, ob in den Tiefen des häufigsten Vorkommens von Fischlarven auch die Anzahl der Nährtiere in den Därmen der entsprechenden Larven am höchsten ist. In einem Vergleich werden die Vertikalverteilungen aller gefangenen Larven eines Taxons dem Ort der höchsten Nahrungsaufnahme gegenübergestellt. Dabei werden nur Hols berücksichtigt, in denen Larven mit Nahrung im Darm vorkamen. Der Verteilungsschwerpunkt, das Centre of Mass, bezieht sich nur auf die Larven aus diesen Hols. Der Ort intensiver Nahrungsaufnahme ist durch den Tiefenbereich definiert, in dem sowohl die Menge der von allen Larven gefressenen Beutetiere als auch die Menge fressender Larven groß ist. Zur Darstellung der Tiefenverteilung der Intensität der Nahrungsaufnahme wird der Nahrungskennwert verwendet (siehe Kap. 2.4.2). Der Nahrungskennwert ist in den Abbildungen als grauer Balken aufgetragen.

Es ist zu berücksichtigen, daß mit zunehmender Larvengröße aufgrund der längeren Verweildauer der Nahrung im Darmtrakt und der höheren Schwimmleistung der Ort der Nahrungsaufnahme und der Fangort einer Larve mit Nahrung im Darm zeitlich und räumlich immer weiter auseinander liegen können.

Die Beutetiere stammten in der Regel nur aus Larven von Tagfängen. In den Fällen, wo auch in den Larven der Nachtfänge Nahrung gefunden wurde, ist dies besonders erwähnt.

In den Därmen von *Benthosema pterotum* der Station 1 waren Nährtiere in 30 m - 35 m Tiefe am häufigsten. Der Anteil aller Larven war in dieser Tiefe deutlich geringer. In 15 m - 20 m lagen die Anteilswerte aller Larven über denen der Larven, die gefressen haben, siehe **Abbildung 56**. *Bregmaceros sp.* der Station 1 hatte in 30 m - 40 m Tiefe die meisten Nährtiere im Darm. Aber auch in 0 m - 10 m Tiefe waren zahlreiche Nährtiere im Darm der Larven enthalten. In diesen Tiefen hatten die Larven offensichtlich bevorzugt Beutetiere gefressen, da das Hauptvorkommen von *Bregmaceros sp.* in diesem Hol unterhalb von 15 m Tiefe lag. Das Centre of Mass aller Larven lag in 32 m Tiefe. Da für die Vertikalverteilung der Larven der Station 1 Tag- und Nachtfänge nicht unterschieden wurden, hat der Vergleich nur einen eingeschränkten Aussagewert.

Das Centre of Mass der Larven von *Hygophum proximum* der Station 2 lag in 65 m Tiefe. Bis auf einen Hol stammten diese Larven aus Fängen vom Vormittag. Die Häufigkeitsverteilung der von den Larven aufgenommenen Nährtiere entsprach weitgehend der Vertikalverteilung aller gefangenen *Hygophum proximum*. Nur die hohen Werte der von 1 Larve aufgenommenen Nährtiere in 15 m - 25 m wichen hiervon ab, siehe **Abbildung 57**.

In 6 Vormittagshols und aus 2 Hols vom Nachmittag der Station 2 hatte *Bregmaceros sp.* Nahrung im Darm. In der Tiefe 45 m bis 55 m wurden auch die meisten Nährtiere in den Därmen von *Bregmaceros sp.* gefunden, die Häufigkeitswerte aller Larven waren hier deutlich niedriger, siehe **Abbildung 57**. In 55 m - 70 m Tiefe, unterhalb der höchsten Nahrungsaufnahme, waren alle Larven am häufigsten.

Bis auf zwei *Vinciguerria nimbaria* aus hier nicht berücksichtigten Taghols stammten alle Larven der Station 2, die gefressen hatten, aus Nachthols. Zwischen 45 m und 70 m Tiefe lagen die Häufigkeitswerte der aufgenommenen Nahrung über denen aller Larven. In 0 m bis 45 m und 70 m - 100 m wurden im Verhältnis zum Vorkommen aller Larven weniger Nährtiere aufgenommen. Der Ort der höchsten Nahrungsaufnahme lag in 45 m - 55 m Tiefe und damit innerhalb des Verteilungsschwerpunktes aller Larven (54 m).

6 Larven von *Diaphus sp.* der Station 2 hatten am Tag zwischen 25 m und 45 m Tiefe Nahrung aufgenommen. Die entsprechende Vertikalverteilung aller Larven variierte am Tag zwischen 0 m und 70 m Tiefe, mit höchsten Häufigkeitswerten in 0 m - 15 m und 35 m - 45 m Tiefe.

Die Larven von *Nealotus tripes* konzentrierten sich in 30 m bis 70 m mit höchsten Werten in 30 m - 35 m Tiefe. In 35 m - 45 m hatten die Larven am meisten Beutetiere gefressen, siehe **Abbildung 57**.

Die Nährtiere in den Därmen von *Benthosema pterotum* der Station 3 kamen über den gesamten Befischungsbereich vor, am häufigsten in 20 m - 75 m Tiefe, siehe **Abbildung 59**. In diesen Tiefen waren auch alle Larven häufig. Innerhalb dieses Bereichs wurden in der 35 m - 40 m Tiefenstufe am meisten Larven gefangen. Unterhalb dieser Stufe war der Anteil der fressenden Larven höher als derjenige aller Larven. Eine Ausnahme, mit umgekehrten Verhältnissen lag in der 50 m - 60 m Stufe vor. Hier befand sich auch der Verteilungsschwerpunkt aller Larven (51 m). 80 % der Hols, in denen Larven mit Nahrung im Darm vorkamen, waren am Vormittag durchgeführt worden, die restlichen 20 % am Nachmittag.

In den Nachtfängen kamen größere Larven (mittlere Länge: 15,2 mm) von *Bregmaceros sp.* der Station 3 mit Nahrung im Darm vor. Fast ausschließlich waren Nährtiere in dem Tiefenbereich 30 m -

75 m gefressen worden, hier lag auch das Hauptvorkommen aller gefangenen Larven. Unterhalb von 40 m überwog der Anteil der fressenden Larven gegenüber dem aller Larven geringfügig. Larven, die am Tag gefressen hatten, kamen im gesamten Tiefenbereich vor. Besonders häufig waren die Nährtiere in den Larven in der 20 m - 40 m Tiefenstufe. Die größten Häufigkeitswerte aller Larven wurden aber in 30 m bis 40 m erreicht. In 20 m - 30 m Tiefe war der Anteil der Beutetiere deutlich höher als der Anteil aller Larven, unterhalb von 50 m Tiefe überwog hingegen der Anteil aller Larven. Offensichtlich wird die Nahrung von *Bregmaceros sp.* am Tag bevorzugt in den oberen Bereichen des Vorkommens aufgenommen, siehe **Abbildung 59**.

Am Tag kamen Nährtiere in den Därmen von *Vinciguerrria nimbaria* auch in den obersten 30 m recht häufig vor. In diesem Bereich und in 35 m - 40 m Tiefe überwog der Anteil der fressenden Larven gegenüber demjenigen aller Larven. Unterhalb von 40 m war der Anteil aller Larven erhöht gegenüber dem Anteil der fressenden Larven, siehe **Abbildung 59**. 70 % der Hols in denen Larven vorkamen, die zuvor gefressen hatten, waren am Vormittag durchgeführt worden.

Wie bei *Bregmaceros sp.* aus Nachtfängen wurde offensichtlich auch von *Synagrops sp.* aus Tagfängen die Nahrung überwiegend in Tiefen unterhalb von 50 m aufgenommen. Am meisten Nährtiere kamen in den Därmen der in 50 m bis 60 m gefangenen Larven vor. Alle Larven von *Synagrops sp.* waren auch in der 50 m - 60 m Tiefenstufe am häufigsten.

Die von den Larven der *Gobiidae* gefressenen Nährtiere waren in 35 m - 40 m und der 60 m - 75 m Tiefenstufe am häufigsten. Das Vorkommen aller *Gobiidae* war in 35 m - 40 m und in 50 m bis 75 m Tiefe am häufigsten. In 35 m - 40 m und im unteren Bereich der befischten Wassersäule (50 m bis 100 m) waren die Anteile der fressenden Larven höher als die entsprechenden Werte aller Larven, siehe **Abbildung 59 Fortsetzung**.

Die *Champsodontidae* der Station 3 hatten in 60 m bis 75 m Tiefe am meisten Nährtiere im Darm. In dem entsprechenden Tiefenbereich konzentrierten sich auch alle *Champsodontidae*. Dennoch war der Anteil der fressenden Larven größer als der von allen Larven. Oberhalb von 60 m Tiefe war der Anteil aller Larven größer als der von den Larven, die Nahrung im Darm hatten.

Die Larven der *Thunnini* hatten in 30 m - 35 m am meisten Nährtiere in den Därmen. In dieser Tiefenstufe konzentrierten sich auch alle Larven. Der Verteilungsschwerpunkt der Larven lag in 23 m Tiefe.

Die *Callionymidae* fraßen offensichtlich bevorzugt in 50 m - 75 m Tiefe, da dort der Anteil aller Larven geringer war als derjenige der fressenden Larven. Oberhalb von 50 m waren alle Larven häufiger als diejenigen, die Nahrung im Darm hatten.

Zusammenfassung:

Ort der größten Nahrungsaufnahme auf den Stationen:

Die Hols, in denen Larven Nahrung im Darm hatten, stammten zum größten Teil aus Hols vom Vormittag. Bei *Vinciguerrria nimbaria* aus Nachthols der Station 2 wurde Nahrung in den Larvendärmen überwiegend in 45 m - 70 m Tiefe gefunden. Bei *Bregmaceros sp.* aus Taghols war in 45 m - 55 m Tiefe die Nahrungsaufnahme am größten. Oberhalb dieser Tiefen war der Anteil aller Larven deutlich höher als der Anteil der Larven mit Nahrung. Auch bei *Nealotus tripes* war der Bereich, in dem überwiegend Larven gefressen hatten zu größeren Tiefen hin verschoben. *Bregmaceros sp.* der Station 3 haben am Tage wie *Vinciguerrria nimbaria* die meisten Nährtiere in einem Tiefenbereich aufgenommen, der oberhalb der jeweils höchsten Larvendichte lag. Bei *Benthosema pterotum*, *Bregmaceros sp.* aus

Nachthols, *Synagrops* sp., *Gobiidae*, *Champsodontidae* und den *Callionomidae* war die Vertikalverteilung der Larven mit gefressener Beute im Vergleich zu der Verteilung aller Larven zu größeren Tiefen hin verschoben.

Nahrungszusammensetzung vergleichbarer Arten der 3 Stationen

Die kleineren Larven von *Benthosema pterotum* hatte auf der Station 1 zum größten Teil Eier (44 %) und Nauplien (39 %) gefressen, auf der Station 3 waren mit Abstand die Nauplien (65 %) am häufigsten, gefolgt von den *Tintinnididae* (13 %). Auf der Station 3 ernährten sich die größeren Larven (>4 mm) hauptsächlich von Ostracoden (22 %), *Oncaeidae* und Nauplien (jeweils 18 %). Die größten Larven (>12 mm) hatten auf der Station 2 überwiegend calanoide Copepoden (50 %) gefressen. Mit zunehmender Larvenlänge nahm der Anteil der Nauplien an der Nahrung ab und der Anteil der Copepoden zu.

Bregmaceros sp. hatte auf allen Stationen bevorzugt calanoide Copepoden aufgenommen. Sowohl kleine Larven (2,7 mm) der Station 1, als auch größere Larven (7 mm) der Station 2 hatten fast ausschließlich calanoide Copepoden gefressen. Nur die 1,4 mm bis 2,5 mm langen Larven der Station 3 hatten mit 56 % noch mehr *Tintinnididae* gefressen.

Vinciguerrria nimbaria hatte auf der Station 2 überwiegend cyclopoide Copepoden und Ostracoden gefressen, auf der Station 3 wurden von den insgesamt kleineren Larven calanoide Copepoden gefressen, wobei die kleinsten (3,8 mm - 7,8 mm) Larven Nauplien bevorzugten.

Ein Vergleich der angebotenen Nahrung mit der von den Larven gefressenen Nahrung erfolgt im folgenden Kapitel 3.5.4.

3.5.4 Darminhalte und Nahrungsangebot

Auf der Station 3 gab es zwei Hols bei denen fast zeitgleich an den entsprechenden Holpositionen der Larvenfänge ein Multischließnetz eingesetzt worden war, um das kleine Mesozooplankton zu erfassen. Aus den Därmen der Larven aus diesen beiden Hols konnte eine ausreichende Menge von gefressenen Planktonorganismen isoliert werden. Von diesen Taghols Nr. 174 und Nr. 186 wurde für *Benthosema pterotum*, *Bregmaceros* sp. und *Vinciguerrria nimbaria* die Nahrungszusammensetzung dem Nahrungsangebot gegenübergestellt. Darüber hinaus bestehen von Hol 174 für die *Champsodontidae* und *Synagrops* sp. entsprechende Gegenüberstellungen. Die Planktongruppen, die auch in den Larvendärmen als Nahrung vorkamen, wurden als potentiell Nahrungsangebot gewertet. Es wurden jeweils nur die Größenfraktionen des Planktons berücksichtigt, welche die Größen der in den Larvendärmen gefundenen Nahrungspartikel einschlossen. Die in der aufgenommenen Nahrung recht häufig vorkommenden Eier von wirbellosen Tieren waren bei der Bearbeitung des Planktons nicht erfaßt worden. Bei der Berechnung der Selektivitätsindices nach IVLEV (1961), JACOBS (1974) und nach CHESSON (1978) fanden daher die Häufigkeiten der Eier und die der Reste von Copepoden keine Berücksichtigung.

Die Ergebnisse der Nahrungszusammensetzung der Hols 174 und 186 werden darüber hinaus mit den Ergebnissen der übrigen Hols der Station 3 zur Nahrungszusammensetzung verglichen, um einen Eindruck von der Repräsentanz dieser zwei Hols in Hinblick auf das Gesamtergebnis zu erhalten.

Schließlich wurden exemplarisch die Vertikalverteilungen des potentiellen Nahrungsangebotes im unmittelbaren Bereich der beiden Hols und der von den Larven (*Benthosema pterotum*, *Bregmaceros*

sp., *Synagrops sp.*, *Vinciguerrria nimbaria*) gefressenen Nahrungsorganismen einander gegenüber gestellt.

Von der Art *Benthosema pterotum* wurden 67 Larven aus dem Hol 174 und 72 Larven aus dem Hol 186, die Nahrung im Verdauungstrakt hatten, untersucht: Bei den 2,55 mm bis 3,95 mm langen Larven war die Zusammensetzung der aufgenommenen Nahrung bei beiden Hols sehr ähnlich. Die größte Fraktion bildeten die Nauplien mit bis zu 80 % im Hol 186 bzw. 70 % im Hol 174, gefolgt von den Ostracoden mit 15 % bzw. 12 %. Adulte Copepoden waren im geringeren Maße in der Nahrung vertreten. Im Nahrungsangebot bildeten auch die Nauplien mit bis zu 73 % bzw. 63 % die größte Fraktion, die cyclopoiden- und die calanoiden Copepoden die zweitgrößte mit 23 % bzw. 20 %. Ostracoden waren nur zu 2 % im Plankton vertreten, siehe die **Abbildungen 65 und 66**. Das Verteilungsspektrum der aufgenommenen Nahrung aller auf Station 3 untersuchten *Benthosema pterotum* entsprechender Größe wies als zweitgrößte Fraktion *Tintinnididae* anstatt Ostracoden auf, siehe **Abbildung 60**. Eine größere Anzahl sehr kleiner Larven, die bevorzugt *Tintinnididae* aufgenommen hatten, waren hierfür verantwortlich. In beiden Hols bildeten *Tintinnididae* die jeweils drittgrößte Fraktion in den Därmen von *Benthosema pterotum*. Im entsprechenden Nahrungsangebot waren die prozentualen Anteile der *Tintinnididae* jeweils um ein Drittel kleiner. Die Indices weisen für die *Ostracoda* eine deutlich positive Selektivität auf und in geringerem Maße auch für die *Tintinnididae* und *Corycaeus sp.*, siehe **Tabelle 29**. Für die Nauplien war keine signifikante Selektion feststellbar: bei Hol 174 zeigte sich eine leicht negative Selektion und bei Hol 186 eine leicht positive Selektion. Für die calanoiden Copepoden bei Hol 174 sowie für die *Harpacticoidae* und die cyclopoiden Copepoden bei Hol 186, wurde eine negative Selektion errechnet.

Im Gegensatz zu den vorangehend behandelten kleineren Larven hatten die größeren 4,0 mm - 7,8 mm langen *Benthosema pterotum* ein breiteres Nahrungsspektrum. Calanoide - und cyclopoide Copepoden waren hauptsächlich vertreten. In dem Hol 186 hatten die *Oncaeidae* und die Ostracoden mit 31 % den größten Anteil an der Nahrung. Die Nauplien waren nur mit 5 % vertreten, obschon im Plankton der Anteil 50 % betrug. Im Hol 174 bestand das Nahrungsangebot zu 59 % aus Nauplien, der Anteil in der aufgenommenen Nahrung machte nur 39 % aus. Die Ostracoden wurden mit 28 % bevorzugt aufgenommen, gefolgt von den calanoiden Copepoden mit 18 %. *Oncaea sp.* kamen bei Hol 174 mit 8 % in den Larvendärmen vor. Bemerkenswert war der hohe Anteil von Eiern mit 12 %

Tabelle 33: Selektivitätsindices der von Larven aufgenommenen Nahrung, nach 3 Methoden berechnet. Einzelheiten sind im Kapitel 2.4.2 nachzulesen.

Station 3	Hol 174			Hol 174			Hol 186			Hol 186		
<i>Benthosema pterotum</i>	2,6 mm - 3,95 mm			4 mm - 7,8 mm			2,55 mm - 3,9 mm			4 mm - 7,7 mm		
	Index nach			Index nach			Index nach			Index nach		
	Ivlev	Jacobs	Chesson	Ivlev	Jacobs	Chesson	Ivlev	Jacobs	Chesson	Ivlev	Jacobs	Chesson
Calanoide C.	-0,685	-0,731	0,134	0,115	0,137	0,569				0,208	0,262	0,631
Corycaeus	0,220	0,222	0,611	0,418	0,425	0,712	0,484	0,487	0,743			
cyclopoide C.				-0,010	-0,010	0,495	-0,889	-0,912	0,044			
Harpacticoidae							-0,598	-0,625	0,188			
Nauplien	-0,023	-0,082	0,459	-0,207	-0,386	0,307	0,120	0,403	0,701	-0,810	-0,896	0,052
Oncaea				-0,413	-0,464	0,268				0,056	0,080	0,540
Ostracoda	0,734	0,765	0,882	0,833	0,874	0,937	0,692	0,719	0,860	0,806	0,859	0,929
Tintinnididae	0,483	0,509	0,754	0,020	0,020	0,510	0,471	0,478	0,739	0,691	0,703	0,851

bzw. 14 % in der gefressenen Nahrung, sie wurden in dieser Gegenüberstellung aber nicht berücksichtigt. In beiden Hols war der Anteil an Ostracoden in der Nahrung ca. 10fach höher gegenüber demjenigen im Plankton, siehe **Abbildung 67** und **68**. Belegt wird dies durch die positiven Selektivitätsindices von 0,8 (Ivlev), bzw. 0,9 (Chesson und Jacobs), siehe **Tabelle 33**. Eine deutlich negative Selektion zeigte sich bei der Auswahl der Nauplien, was sowohl aus den Abbildungen als auch den Tabellenwerten deutlich wird. *Oncaea sp.* wurden bei Hol 174 negativ und bei Hol 186 nicht selektiert. Calanoide Copepoden wurden von den Larven entsprechend ihrem anteilmäßigen Vorkommen im Plankton aufgenommen. Es fand eine geringe, nicht signifikante, positive Selektion statt.

Das Nahrungsspektrum aller untersuchten *Benthosema pterotum* dieser Größenfraktion von Station 3 bestand zum größten Teil aus Ostracoden (22 %), gefolgt von Nauplien (18 %) und *Oncaeidae* (18 %) (**Abbildung 60**). Zu berücksichtigen ist das größere Längenspektrum von 4,0 mm - 10,3 mm, d.h. Unterschiede können allein durch die in Hol 174 und 186 nicht vorhandenen 7,9 mm bis 10,3 mm langen Larven verursacht worden sein.

In jedem Fall ist eine Verschiebung des Nahrungsspektrums mit zunehmender Larvengröße zu größeren Beuteorganismen, d.h. von Nauplien zu *Oncaeidae* und calanoiden Copepoden bei einer noch stärkeren positiven Selektion der Ostracoden, festzustellen.

Alle Larven von *Bregmaceros sp.* des Hols 186 wiesen ein ähnliches Nahrungsspektrum auf. Aus diesem Grund und wegen der geringen Larvenanzahl wurden in diesem Fall keine Größengruppen gebildet. Der Anteil der Eier, den die Larven mit der Nahrung aufgenommen hatten, betrug 37 %. Sie konnten hier nicht weiter berücksichtigt werden. Bei den Fraktionen der Nauplien und der calanoiden Copepoden werden die Unterschiede zwischen aufgenommener Nahrung und Nahrungsangebot deutlich. Bei den Larven des Hols 186 und den größeren (3,3mm - 18,3mm) Larven des Hols 174 befanden sich mit 90 % bzw. 75 % ein großer Anteil von calanoiden Copepoden in der Nahrung. Im Angebot lag dieser Anteil mit 33 % bzw. 45 % deutlich niedriger, siehe die **Abbildungen 69** und **70**. Bei den Nauplien waren die Verhältnisse genau umgekehrt. Bei den Larven des Hols 186 befanden sich 7 % in der aufgenommenen Nahrung, aber 50 % im Nahrungsangebot, bei denen des Hols 174 kamen keine Nauplien im Darm der Larven vor. Die kleineren Larven (1,4 mm - 2,5 mm) des Hols 174 hatten zu 50 % *Tintinnididae* gefressen, mit einem Anteil von 31 % auch viele calanoide Copepoden, siehe **Abbildung 71**. Im Nahrungsangebot lag der Anteil der *Tintinnididae* nur bei 3 %, der der calanoiden Copepoden bei 25 %. Dementsprechend wiesen die Selektivitätsindices auf eine positive Selektion hin, für calanoide Copepoden bei den 3,3 mm - 18,3 mm langen Larven des Hols 174 und bei den

Tabelle 34: Selektivitätsindices der von Larven aufgenommenen Nahrung, nach 3 Methoden berechnet. Einzelheiten sind im Kapitel 2.4.2 nachzulesen.

Station 3	Hol 174			Hol 174			Hol 186		
Bregmaceros sp.	1,4 mm - 2,5 mm			3,3 mm - 18,3 mm			1,8 mm - 11,7 mm		
	Index nach			Index nach			Index nach		
	Ivlev	Jacobs	Chesson	Ivlev	Jacobs	Chesson	Ivlev	Jacobs	Chesson
Calanoide Cop.	0,095	0,131	0,565	0,248	0,568	0,784	0,461	0,900	0,950
<i>Corycaeus sp.</i>				0,241	0,253	0,627			
sonst. Copepoden							-0,755	-0,788	0,106
Nauplien	-0,595	-0,764	0,118				-0,748	-0,855	0,072
<i>Oncaea sp.</i>	-0,517	-0,565	0,218	-0,462	-0,637	0,182			
<i>Tintinnididae</i>	0,901	0,948	0,974						

Larven des Hols 186 sowie für die *Tintinnididae* der 1,4 mm bis 2,5 mm langen *Bregmaceros sp.* des Hols 174. Eine signifikant negative Selektion war für die Nauplien und *Oncaea sp.* gegeben, siehe **Tabelle 34**.

Die *Champsodontidae* aus dem Hol 174 wurden in einer Größengruppe zusammengefaßt, da keine Unterschiede in der Nahrungszusammensetzung in Abhängigkeit von der Larvenlänge erkennbar waren. Im Hol 186 kamen keine ausreichende Mengen der *Champsodontidae* mit Nährtieren im Darm vor. Die 3,4 mm - 6,3 mm langen Larven des Hols 174 hatten zu 70 % *Oncaea sp.* gefressen und zu 25 % *calanoide Copepoden*. Dieses Verteilungsbild steht in sehr guter Übereinstimmung mit demjenigen aller untersuchten *Champsodontidae*, siehe **Tabelle 32**. Im Nahrungsangebot überwogen die calanoiden Copepoden mit 59 % gegenüber den *Oncaeidae* mit 35 %, siehe **Abbildung 72**. Entsprechend deutlich ergibt sich eine negative Selektion der calanoiden Copepoden und eine positive von *Oncaea sp.*. *Corycaeus sp.* wurde unselektiv aufgenommen und *Oithona sp.* negativ selektiert, siehe **Tabelle 35**. Beide Arten hatten mit 3 % bzw. 2 % einen geringen Anteil an der Nahrung.

Auch bei *Synagrops sp.* besteht eine gute Übereinstimmung in der Zusammensetzung der aufgenommenen Nahrung des Hols 174 zu dem aller untersuchten *Synagrops sp.* von Station 3 (**Tabelle 32**). Die Nauplien bilden mit 45 % den größten Anteil, gefolgt von den calanoiden Copepoden mit 26 %. Die drittgrößte Fraktion bildete *Oithona sp.* mit 14 %. Im Nahrungsangebot sind auch die Nauplien mit 37 % am stärksten vertreten, die calanoiden Copepoden bilden mit 9 % aber nur die viertgrößte Fraktion, siehe **Abbildung 73**. *Calanoide Copepoden* werden somit positiv selektiert, bei den Nauplien und bei *Oithona sp.* ist eine positive Selektion nicht signifikant. *Tintinnididae* werden positiv aus dem Nahrungsangebot herausselektiert, während die Gruppe der sonstigen Copepoden eine negative Auswahl erfuhr, siehe **Tabelle 36**.

Das zahlreiche und regelmäßige Vorkommen von *Vinciguerrria nimbaria* auf der Station 3 stand im Gegensatz zu der Menge der von dieser Larvenart gefressenen Nahrung. Die aufgenommene Nahrung bestand bei Hol 174 zu 57 % aus *calanoiden Copepoden*, wobei der entsprechende Anteil des Angebotes nur 17 % betrug. Die Nauplien hingegen kamen nur zu 16 % in der Nahrung, aber zu 35 % im Nahrungsangebot vor, siehe **Abbildung 74**. Signifikant positiv selektiert wurden calanoiden Copepoden, negativ selektiert wurden die Nauplien und sonstigen Copepoden. Bei Hol 174 wurde *Corycaeus sp.* positiv selektiert, siehe **Tabelle 37**. Die Ergebnisse des Hols 186 sind nur bedingt aussagefähig, da nur 5 Larven, die gefressen hatten, zur Verfügung standen. Die 20 aufgenommenen Nährtiere bestanden zur Hälfte aus calanoiden Copepoden und zur anderen Hälfte aus nicht näher bestimmten Copepoden und Resten solcher, siehe **Abbildung 75**.

Die Vertikalverteilung der Nahrungsaufnahme der Larven und die des Nahrungsangebots ist in der **Abbildung 76** für Hol 174 und der **Abbildung 77** für Hol 186 dargestellt. Es wurden nur die Larvengruppen behandelt, die theoretisch mit mindestens 2 Larven pro Tiefenstufe und durchschnittlich 3 Nährtieren im Darm vorlagen. In den Abbildungen sind jeweils die Planktonverteilungen der beiden am häufigsten gefressenen Nährtiergruppen als Liniendiagramm dargestellt. Die Vertikalverteilung der von den Larven gefressenen Beute ist den Abbildungen in Kapitel 3.5.3. entsprechend als Balkendiagramm angegeben (siehe auch Kap.2.4.2). Die Fangintervalle der Fischlarven sind auf der linken Y-Achse und die des Planktons ist auf der rechten Y-Achse (20 m Intervalle) angegeben. Der weitaus größte Teil der Planktons, welches als potentielle Nahrungsquelle in entsprechender Größe zur Verfügung stand, befand sich in den oberen 20 m Tiefe der durchmischten Deckschicht. Darunter in 20 m bis 100 m lagen die Konzentrationen deutlich niedriger, stiegen mit zunehmender Tiefe (in 80m - 100m bei Hol 174 und in 60m - 80m bei Hol 186) aber wieder leicht an. Alle Larven hatten nennenswerte

Tabelle 35: Selektivitätsindizes der von Larven aufgenommenen Nahrung, nach 3 Methoden berechnet. Einzelheiten sind im Kapitel 2.4.2 nachzulesen.

Station 3	Hol 174		
Chamsodontidae			
3,35 mm - 6,3 mm	Index nach		
	Ivlev	Jacobs	Chesson
Calanoide	-0,399	-0,616	0,192
Copepoden			
Corycaeus	0,161	0,165	0,583
Oithona	-0,418	-0,428	0,286
Oncaea	0,332	0,623	0,811

Tabelle 36: Selektivitätsindizes der von Larven aufgenommenen Nahrung, nach 3 Methoden berechnet. Einzelheiten sind im Kapitel 2.4.2 nachzulesen.

Station 3	Hol 174		
Synagrops sp.			
2,75 mm - 7 mm	Index nach		
	Ivlev	Jacobs	Chesson
Calanoide	0,495	0,571	0,786
Copepoden			
sonstige Copepoden	-0,579	-0,663	0,169
Nauplien	0,100	0,167	0,584
Oithona	0,223	0,250	0,625
Tintinnididae	0,380	0,388	0,694

Tabelle 37: Selektivitätsindizes der von Larven aufgenommenen Nahrung, nach 3 Methoden berechnet. Einzelheiten sind im Kapitel 2.4.2 nachzulesen.

Station 3	Hol 174			Hol 186		
Vinciguerria nimbaria	4,5 mm -13,5mm			9,0 mm - 10 mm		
	Ivlev	Jacobs	Chesson	Ivlev	Jacobs	Chesson
Calanoide	0,541	0,732	0,866	0,355	0,524	0,762
Copepoden	-0,433	-0,594	0,203	-0,207	-0,524	0,238
Corycaeus sp.	0,858	0,868	0,934			
Nauplien	-0,363	-0,466	0,267			

Nahrungsmengen unterhalb der oberen 20 m Tiefe aufgenommen. Eine Parallelität im Verlauf der Vertikalverteilungskurven des potentiellen Nahrungsangebots und der aufgenommenen Nahrung lag nicht vor. Die Larven von *Benthosema pterotum*, *Bregmaceros sp.* und *Vinciguerria nimbaria* hatten am meisten Nahrung zwischen 20 und 50 m Tiefe aufgenommen. *Synagrops sp.* hatte in 50 m bis 75 m Tiefe am meisten Beutetiere gefressen, in dieser Tiefe war das Nahrungsangebot am geringsten, siehe **Abbildung 76**.

Zusammenfassung

Die Gegenüberstellungen der von den Larven aufgenommenen Nahrung und des Nahrungsangebotes ergeben eine positive Selektion der *Ostracoda* und der *Tintinnididae* durch *Benthosema pterotum* und eine positive Selektion der *calanoiden Copepoden* durch *Bregmaceros sp.* Für beide Arten ist eine positive Selektion der *Tintinnididae* bei den sehr kleinen Larven feststellbar. Die ermittelten Mengen des Nahrungsangebots dürften in der kleinsten Fraktion, kleiner als 0,2 mm, bereits durch eine deutliche Maschenselektion des verwendeten 0,1 mm Planktonnetzes beeinflusst sein. Dies ist besonders für die Fraktion der *Tintinnididae* anzunehmen. Bei Hol 174 ist für calanoide Copepoden eine negative Selektion durch kleinere *Benthosema pterotum* festzustellen und bei den größeren Larven für Nauplien. Von *Bregmaceros sp.* werden Nauplien bei beiden Hols negativ selektiert.

Corycaeus sp. wurde von *Vinciguerrria nimbaria* des Hols 174 bevorzugt aufgenommen, entsprechendes galt für die calanoiden Copepoden bei beiden Hols. Nauplien, sofern in den Därmen vorkommend, und die übrigen Copepoden wurden negativ selektiert. Eine eindeutig positive Nahrungsselektion ist bei den *Champsodontidae* für *Oncaea sp.* und bei *Synagrops sp.* für die *calanoiden Copepoden* gegeben.

Bei *Benthosema pterotum*, *Bregmaceros sp.*, *Synagrops sp.* und für *Vinciguerrria nimbaria* des Hols 174 und 186 bestand keine Übereinstimmung zwischen der Vertikalverteilung des Nahrungsangebots und der von den Larven gefressenen Nährtieren. Das große Nahrungsangebot der obersten 20 m hatte bei keiner Fischlarve zu einer entsprechend hohen Nahrungsaufnahme geführt.

3.6 Histologische Untersuchungen zum Ernährungszustand der Larven von *Benthosema pterotum*, *Vinciguerrria nimbaria*, *Hygophum proximum* und *Bregmaceros sp.*

Die Präparation des Darmkanales zur Feststellung des Umfangs der aufgenommenen Nahrung gibt Hinweise auf Änderungen des kurzfristigen Ernährungszustands der Larven. Der Füllungsgrad des Darms wird neben dem direkt zur Verfügung stehenden Nahrungsangebot durch den von der Tageszeit abhängigen Rhythmus der Nahrungsaufnahme bestimmt. Erhöhte Darm-entleerungsprozesse, bedingt durch Fang der Larven, könnten zu Fehlinterpretationen des jeweiligen Ernährungszustands der Larven führen. Die Beurteilung zur Ernährungssituation der Larven sollte durch eine histologische Untersuchung, der für die Verdauungsprozesse relevanten Gewebe, ergänzt werden. Die Frage war, ob sich ein Zusammenhang zwischen dem Füllungsgrad des Darms und den histologischen Kriterien zum Ernährungszustand der Larven herstellen läßt. Aufgrund dessen sollte auch eine bessere Interpretation des häufigen Vorkommens von Larven ohne Nahrung im Darm möglich werden. Wenn bei Larven ohne Nahrung im Darm der histologische Befund auf einen Hungerzustand hinweist, müßte man für die entsprechenden Larven eine tatsächliche Mangelsituation hinsichtlich des Nahrungsangebotes annehmen. Geben die histologischen Befunde bei fehlender Nahrung im Darm keinen Hinweis auf Hungerzustände im entsprechenden Maß, kann ein leerer Darm allein nicht als Kriterium einer Mangelsituation angesehen werden. Andererseits war zu überprüfen, ob Larven mit Nahrung im Darm generell auch den histologischen Kriterien zufolge gut ernährt waren.

Die Larven mußten für die Präparation in einem guten Zustand sein, und es war eine ausreichende Anzahl an Larven mit Nahrung im Darm erforderlich. *Hygophum proximum*-Larven erfüllten diese Voraussetzung nicht, da viele Larven der Station 2 im starken Maß von Ostracoden angefressen waren und kaum Nahrung in den Därmen vorkam. So wurden nur 10 Larven von der Station 2 und 3 untersucht, um einen Eindruck von den Gewebestrukturen dieser Art im Vergleich zu *Benthosema pterotum* zu bekommen.

Insgesamt wurden histologisch untersucht: 166 *Benthosema pterotum* mit einer durchschnittlichen Länge von 4,00 mm, 17 *Bregmaceros nectabanus*, durchschnittliche Länge 3,78 mm, 10 *Hygophum proximum*, durchschnittliche Länge 4,62 mm und 42 *Vinciguerrria nimbaria*, durchschnittliche Länge 8,67 mm. Die **Tabelle 38** gibt die Daten der einzelnen Arten für die drei Driftstationen wieder.

Die Nahrungsaufnahme der Fischlarven mit den anschließenden Verdauungsprozessen hat kurzfristig die Ausbildung von Vakuolen im Darmepithel zur Folge. Ein Teil der Nahrung wird in Form von Reservestoffen in der Leber gespeichert. Bei den Fischlarven der hier untersuchten Größenklassen wird angenommen, daß es sich überwiegend um das Glycogen handelt, welches in den Leberzellen in Form von Vakuolen deponiert wird. Die Vakuolen lassen sich histologisch in den Geweben nachweisen. Erst ein reduzierter oder fehlender Glycogengehalt, erkennbar an kleinen oder fehlenden Vakuolen im Lebergewebe, bei einer gleichzeitigen Abwesenheit von Vakuolen im Darmepithel läßt auf einen Hungerzustand bei Fischlarven schließen. Dabei ist der Gewebezustand von Leber und Mitteldarm hinsichtlich des Zellverbandes und eventueller Zellschrumpfungen ein weiteres Kriterium, vgl. Kapitel 2.4.4.

Beurteilung des Entwicklungszustandes der Fischlarven

Artspezifische Eigenschaften und eine unterschiedliche Ernährungssituation sowie der jeweilige Entwicklungszustand einer Larve sind die Faktoren, die die Gewebestrukturen entsprechender Organe beeinflussen und im histologischen Präparat sichtbar werden. Der Entwicklungszustand der Larven wiederum wird von außen wirkenden Faktoren bestimmt. Ein von außen auf die Larve wirkender Faktor ist die Temperatur. Vergleicht man daher Larven aus unterschiedlichen Fanggebieten, so muß sichergestellt sein, daß sie auch den gleichen Entwicklungszustand in der jeweiligen Größen- bzw. Altersgruppe aufweisen. In dieser Arbeit stand nur die Larvenlänge als relatives Maß des Alters zur Verfügung. Aus diesem Grund wurden die Entwicklungszustände der Larven für die drei Driftstationen in den jeweiligen Längenklassen stichprobenhaft protokolliert. Die größten Temperaturunterschiede bestanden zwischen der Station 1 und der Station 3. Das Wasser war an der Oberfläche um ca. 5°C und in 100 m Tiefe um ca. 2,5°C wärmer an letzterer Station. Die Wassertemperaturen an der Station 2 lagen zwischen den Werten der beiden anderen Stationen (vgl. Kap. 2.2).

Bewertungskriterium zum Entwicklungsstand aller Larven war der Entwicklungsgrad der Wirbelsäule und der Flossen. Bei *Vinciguerrria nimbaria* war eine Beurteilung der Wirbelsäulenentwicklung kaum möglich, bedingt durch die Welligkeit der eingebetteten Larven. Anhand der histologischen Auswertung der Präparate konnten bei *Benthosema pterotum* nur geringfügige Unterschiede in der Entwicklungsgeschwindigkeit der Larven der beiden Stationen 1 und 3 festgestellt werden: Die längsten Larven von *B. pterotum*, die noch dem Präflexionsstadium (Wirbelsäulenende gerade) zugeordnet werden konnten, hatten auf der Station 1 (kälteres Wasser), eine Länge von 3,95 mm, auf der Station 3 (wärmeres Wasser), eine Länge von 3,85 mm. Entsprechend größer waren mit 4,25 mm auch die kleinsten gefundenen Larven der Postflexionsphase (Wirbelsäulenende dorsal aufgerichtet) auf der Station 1. Für die Station 3 betrug die kleinste Länge 3,95 mm. Die Flexionsphase tritt auf der Station 3 somit bei kleineren Larven auf, was auf eine höhere Entwicklungsgeschwindigkeit schließen läßt. Die gleichen Zusammenhänge ergaben sich zwischen der Larvenlänge und der Differenzierung des Enddarmes bzw. der Ausdifferenzierung der Caudalis bzw. der Photophoren vor dem Auge, siehe **Tabelle 39**

Mengenmäßig ausreichendes Material für eine quantitative, histologische Auswertung lag nur für *Benthosema pterotum* vor. Bei der Präparation der Larven unter dem Mikroskop erfolgte auch eine stichprobenhafte Registrierung des äußerlich sichtbaren Entwicklungszustandes der Wirbelsäule und der äußerlich sichtbaren Pigmentierung der Larven. Zur Ergänzung und zum Vergleich der histologischen

Anhand der präparatorischen Bewertung waren bei *Vinciguerrria nimbaria* der Station 2 und 3 die Photophoren und der Magensack ab einer Larvenlänge von ca. 12,0 mm pigmentiert, bzw. die Larven mit unpigmentierten Organen waren auf der Station 2 nicht länger als 12,4 mm und auf Station 3 nicht länger als 12,8 mm.

Beurteilung des Ernährungszustandes

Die Präparate wurden entsprechend der Kriterien zur Bewertung des Ernährungszustandes anhand des Glycogengehaltes der Leber und des Auftretens von Nahrungsvakuolen im Darmepithel zunächst nach Arten getrennt behandelt, siehe **Tabelle 5** im Kapitel 2.4.4. Dabei wurden die Glycogenwerte (entsprechend der Vakuolengröße) der Lebern dem Vakuolengehalt des Darmepithels vergleichend gegenübergestellt. Im weiteren Verlauf war von Interesse, ob Zusammenhänge zwischen dem Vorhandensein von Nahrung im Darm und den histologischen Bewertungskriterien erkennbar waren und ob dabei Abhängigkeiten von der Tageszeit vorlagen.

Tabelle 38: Anzahl der untersuchten Larven (n) und Mittelwert der Längen in Millimeter (x) für die drei Driftstationen.

Art	Station 1		Station 2		Station 3	
	n	x [mm]	n	x [mm]	n	x [mm]
<i>Benthoosema pterotum</i>	64	3,99	1	6,20	101	3,99
<i>Bregmaceros sp.</i>	13	2,91	1	6,00	2	3,3 / 14,2
<i>Hygophum proximum</i>	0		5	4,98	5	4,25
<i>Vinciguerrria nimbaria</i>	4	5,11	7	8,39	31	8,96

Tabelle 39: Körperlängen von *Benthoosema pterotum* in Millimetern beim Erreichen bestimmter Entwicklungszustände. Je nach Kriterium sind die minimalen bzw. maximalen Längen aufgeführt, die mindestens dreimal aufgetreten sind.

	Station 1	Station 3
Histologische Entwicklungskriterien:		
Enddarm gerade		3,60
Enddarm aufgewölbt	4,20	3,70
Wirbelsäule Präflexion	3,95	3,85
Wirbelsäule Postflexion	4,25	3,95
Caudalis, beginnende Differenzierung	4,25	4,00
Caudalis ausdifferenziert	4,85	4,05
Analís beginnende Ausdifferenzierung	4,00	4,00
Analís ausdifferenziert	4,85	4,10
Ösophagus ohne Schleimzellen	3,90	4,00
Ösophagus mit großen Schleimzellen	4,00	4,10
Schwimmbase als Anlage		3,8
Schwimmbase gasgefüllt		3,9
Präparatorische Entwicklungskriterien:		
Photophoren pigmentiert	4,00	3,95
Wirbelsäule Präflexion		3,85
Wirbelsäule Postflexion		4,50

und der präparatorischen Aufarbeitungsmethoden wurden die Ergebnisse in diesem Kapitel mit aufgenommen:

Die größten Längen der Präflexionsphase von *Benthoosema pterotum* der Station 3 betrugen 3,85 mm sowohl nach präparatorischen wie nach histologischen Gesichtspunkten. Die kleinsten Längen der Postflexionsphase, entsprechender histologischer Untersuchungen, betrugen 3,95 mm. Durch die präparatorische Methode konnte diese Phase erst ab einer Larvenlänge von 4,5 mm genau beschrieben werden. Demzufolge vollzieht sich die Flexion der Wirbelsäule nach der histologischen Methode zwischen 3,85 mm und 3,95 mm langen Larven, entsprechend nach der präparatorischen Methode zwischen 3,85 mm und 4,5 mm langen Larven. Die Histologie erbringt hier genauere Untersuchungsergebnisse.

Larven mit oder ohne Nahrung im Verdauungstrakt und den histologischen Kriterien (**Tabelle 5**, Kapitel 2.4.4) der Leber der Note 1, wurden der Kategorie der gut ernährten Larven zugeordnet. Waren die Hepatocyten ohne Glycogen (Note 3) oder wiesen nur Reste auf und war der Darm ohne Befund bzw. waren Vakuolen nur vereinzelt vorhanden, oder wies er deutliche Zellschrumpfungen und Verfärbungen auf, wurde die Larve der Kategorie: reversibel hungrig zugeordnet. Bei Auflösung des Darmepithels und vorangeschrittener Zellschrumpfung war von einer irreversiblen Schädigung der Larve auszugehen. Das Gewebe einiger Larven, besonders des ventralen Mitteldarmepithels, zeigte eine Lysis, trotz guter Glycogenwerte in der Leber und aufgenommener Nahrung. Als Ursache kommt eine zu spät erfolgte Fixierung der Larven in Betracht. Diese Präparate wurden nicht gewertet. Von den 166 *Benthoosema pterotum* konnte bei 10 Larven das Lebergewebe nicht ausgewertet werden.

46 Larven aus Tagfängen mit Nahrung im Darm wiesen einen sehr guten Glycogengehalt auf. Ausnahmen bildeten 6 Larven mit der Benotung „2“ bzw. „3“ für den Glycogengehalt, trotz aufgenommener Nahrung: 3 Larven aus dem Hol 148 (Station 3), 2 Larven aus dem Hol 177 (Station 3) und 1 Larve aus dem Hol 9 (Station 1). Diese Larven waren alle kleiner als 3,70 mm. Die Qualität dieser Schnitte war durchgehend mangelhaft, einige Larven zeigten Lysisserscheinungen. Ein möglicher Hinweis, daß diese Larven zuvor längere Zeit gehungert hatten oder eine mangelhafte Fixierung vorlag. 42 Larven aus Taghols ohne Nahrung und einem reduzierten Glycogengehalt waren alle kleiner 4,10 mm Länge. Zwischen den Larven mit Nahrung und denen ohne Nahrung im Darm wurde der Glycogengehalt der Lebern aller am Tag gefangenen *Benthoosema pterotum* verglichen. Es ergaben sich keine signifikanten Unterschiede: Der im Mann-Whitney Test berechnete z-Wert war kleiner als der Tabellenwert bei einem zweiseitigen 5 % Niveau. In den Nachtfängen hatten alle Larven keine Nahrung im Darm.

Unabhängig vom Füllungsgrad des Darmes, wiesen zahlreiche Larven von *Benthoosema pterotum*, besonders die aus Nachtfängen, eine Reduktion des Glycogengehaltes auf: Bei 28 von 61 Larven wurde die Benotung „2“ bis „4“ vergeben. Sie war generell nicht größenabhängig, es zeigten sich aber bei den kleineren Larven ein verstärktes Vorkommen der schlechteren Benotung 3 und 4. Die größte dieser Larven war 4,2 mm lang. 14 von 94 Larven der Taghols hatten einen geringeren Glycogengehalt und wurden mit den Noten 2 und 3 bewertet. Sie waren alle kleiner - gleich 4,0 mm. Der Vergleich der Glycogengehalte der Larvenlebern, die aus Tagfängen bzw. Nachtfängen stammten, ergab einen signifikanten Unterschied: Der im Mann-Whitney Test berechnete z-Wert war kleiner als der Tabellenwert bei einem zweiseitigen 5 % Niveau. Die Lebern der Larven aus Tagfängen hatten einen signifikant höheren Glycogengehalt.

Die Bewertung „sehr gut“, Note 1, des Vakuolen-Gehalts im Enddarm konnte bei 33 Larven von *Benthoosema pterotum* aus Tagfängen vergeben werden. Larven mit sehr viel Vakuolen im Gewebe

mindestens eines Darmabschnitts und einem sehr guten Glycogengehalt traten nur in Tagfängen bei 44 Larven auf. Der überwiegende Teil dieser Larven hatte Nahrung im Darm.

Anhand von *Benthoosema pterotum* wird deutlich, daß Vakuolen im Darmepithel offensichtlich kurzfristig im Zusammenhang mit gerade aufgenommener Nahrung auftreten. Larven die nachts gefangen wurden, wiesen nur selten Vakuolen im Darmepithel auf. Erwartungsgemäß hatten die hier untersuchten Larven nur am Tage Nahrung aufgenommen, was sich am Darmfüllungsgrad und im Auftreten von supranuclearen Vakuolen im Darmepithel gezeigt hatte. Der Glycogengehalt der Leber scheint hingegen ein längerfristiger Indikator für aufgenommene Nahrung zu sein. So wiesen 28 von 61 Larven aus Nachtfängen, insbesondere die größeren Larven, sehr gute Glycogenwerte auf. Eine Reduktion des Glycogengehalts in den Nachtstunden wurde aber deutlich: Der Anteil der untersuchten Larven mit einem reduzierten Glycogengehalt war in den Nachtfängen mit 54% deutlich höher (33 Larven von 61) als der in den Tagfängen mit 15 % (14 Larven von 94). Faßt man die oben genannten Ergebnisse zusammen, lassen sich folgende Schlüsse ziehen: Zahlreiche Larven, die ohne Nahrung im Darm, aber mit einem sehr guten Glycogengehalt vorgefunden wurden, müssen Nahrung höchstwahrscheinlich noch am selben Tage aufgenommen haben, da insbesondere von den kleineren Larven eine erhöhte Anzahl einen reduzierten Glycogengehalt, schon während der Nachtstunden, aufwiesen. Es besteht die begründete Annahme, daß die Larven, die am Tage keine Nahrung im Darm, aber zumindest einen sehr hohen Glycogenwert aufwiesen, die Nahrung ausgeschieden haben mußten. 56 % der untersuchten

Tabelle 40: Bewertungskriterien des Ernährungszustands

Zeit	mit (+) / ohne (-) Nahrung	Glycogengehalt (1 - 4) ^{a)}	Länge [mm]	Anzahl der Larven
<i>Benthoosema pterotum</i>				
Tag	+	1	2,2 - 5,7	46
	+	2 - 3	2,9 - 3,7	6
		(2 - 3	<= 4,0	14)
	-	1	3,4 - 5,6	34
	-	2 - 3	2,6 - 4,0	42
Nacht	-	1	3,0 - 10,0	28
		(2	3,45 - 7,5	15
		3	3,0 - 4,2	13
		4	2,1 - 3,5	5
		(insgesamt 2 - 4	<= 4,2	33)
Tag			2,15 - 5,73	Gesamt: 94*) (102)
Nacht			2,10 - 10,0	Gesamt: 61*) (64)
<i>Vinciguerrria nimbaria</i>				
Nacht		1		16
Tag		1		18
		2		3
<i>Bregmaceros sp.</i>				
Nacht		1		2
		2		4
Tag		1		9
		2		2

*) Anzahl mit verfügbaren Glycogenwerten

a) Der Glycogengehalt 3 und 4 entspricht der Note 3 den Kriterien entsprechend zum Ernährungszustand

Larven aus Tagfängen mit einem guten Glycogengehalt (Note 1 und 2), hatte Nahrung im Darm. 44 % der Larven hatte demnach ihre Nahrung ausgeschieden. Dieser Umstand der hohen Darmentleerrate ist auch für die mit *Benthoosema pterotum* eng verwandte Art *Hygophum proximum* anzunehmen. Bei der Präparation von *Benthoosema pterotum* unter dem Binokular wurde eine mittlere Füllungsrate (Anteil der Larven mit Nahrung im Verdauungstrakt von der Gesamtlarvenzahl eines Netzes der entsprechenden Art) von 30% ermittelt (vgl. Kap. 3.4.3).

Die **Tabelle 40** faßt die wichtigsten Ergebnisse der histologischen Auswertung von *Benthoosema pterotum* zusammen.

Bei *Hygophum proximum* hatten alle histologisch untersuchten Tiere keine Nahrung im Darm. Dennoch wiesen alle Larven sehr gute Glycogenwerte auf.

Bis auf 2 Larven hatten alle der 12 *Bregmaceros nectabanus* mit Nahrung auch „sehr gute“ Glycogenwerte. Diese beiden Larven hatten keine Vakuolen im Darmepithel, die Mitteldarmzellen wurden mit der Note „2“ bewertet. Die 5 Larven ohne Nahrung hatten bis auf eine nur „gute“ Glycogenwerte - sie stammten aus Nachtfängen.

Alle 5 Larven von *Vinciguerrria nimbaria*, die Nahrung im Darm hatten, zeigten sehr gute Glycogenwerte, ebenso wie 27 Larven ohne Nahrung. Der überwiegende Teil der untersuchten Larven wies damit einen leeren Darm auf. Reduzierte Glycogenwerte in der Leber fanden sich bei 10 Larven aus Tag- und Nachtfängen. Ein Statistischer Unterschied war nicht nachweisbar (U-Test, 5 % Irrtumswahrscheinlichkeit).

4 DISKUSSION

Die vorliegenden Untersuchungen zur Nahrungsökologie von Fischlarven im tropischen Gewässer des Arabischen Meeres sollten einen Beitrag zum Verständnis der Wechselwirkungen zwischen den Faktoren Hydrographie, Nahrungsangebot, Nahrungskonkurrenz, Räuber und Verteilung von Fischlarven liefern. Ein Interesse galt der Frage, ob die Verteilung der Fischlarven primär vom Nahrungsangebot oder von hydrographischen Parametern (Temperatur, Wassertiefe, regionale Lage) und generellen regionalen Unterschieden bestimmt ist. Dabei ist zu beachten, daß das Nahrungsangebot selbst von den spezifischen hydrographischen Bedingungen abhängig ist (CUSHING, 1975, LASKER, 1975). Das vorliegende Datenmaterial bot die Möglichkeit diese Frage im regionalen Vergleich, unter Berücksichtigung kleinskaliger zeitlich-räumlicher Verteilungsmuster und einer feinen Aufgliederung nach ontogenetischem Entwicklungszustand zu bearbeiten.

4.1 Kritische Betrachtung der angewandten Methoden und des verfügbaren Materials

4.1.1 Fängigkeit der einzelnen Netze des modifizierten BIONESS

Die statistisch signifikant erhöhte Fängigkeit des Netzes Nr. 7 der Horizontalhols war in Verbindung mit der hohen Lagestabilität des Fanggeräts während des Einsatzes dieses Netzes zu sehen. Da auch bei den Schrähgolds die Lagestabilität des Netzes 7 im Vergleich zu den anderen Netzen sehr gut war, wurde bei diesen Fängen ebenfalls eine erhöhte Fängigkeit des Netzes 7 angenommen und die Fangmengen korrigiert. Warum gerade bei Netz Nr. 7 die hohe Lagestabilität zu einer erhöhten Fängigkeit geführt hat, läßt sich anhand des vorliegenden Datenmaterials nicht eindeutig sagen. Auch in der Literatur gibt es keine diesbezüglichen Untersuchungen mit dem modifizierten BIONESS. Es ist aber zu vermuten, daß sich der Einstrom in das Fanggerät mit der Anzahl der geöffneten bzw. geschlossenen Netze verändert bzw. das Gerät beim Einsatz des Netzes 7 optimal funktioniert. So verändert sich fast kontinuierlich mit jedem weiteren Netzwechsel die Neigung der Einstromöffnung und die Stabilität des Fanggeräts. Auch wenn die Unterschiede zwischen korrigierten und nicht korrigierten Fangmengen der Fischlarven aus den Schrähgolds nur gering waren, so ist die Korrektur der Fänge des Netzes 7 für die Berechnung der exakten Fangmengen erforderlich gewesen.

4.1.2 Auswirkung von Fang und Fixierung auf das untersuchte Material

Der Füllungszustand der Lärvendärme mit Nahrung war das Kriterium zur Bestimmung von Ort und Zeit der Nahrungsaufnahme von Fischlarven. Darüber hinaus sollte er die kurzfristige Ernährungssituation der Larven wiedergeben. Es ist aber anzunehmen, daß aufgrund von Streß, ausgelöst durch den Fang bzw. die Fixierung, einige Larven den Darm vorzeitig entleeren. Ein leerer Darm kann somit die Folge einer fehlenden Nahrungsaufnahme (in den Freßpausen), von Nahrungsmangel oder Nahrungsverlust durch Streß sein.

Bei den Larven mit geradem Darmrohr (Myctophiden, *Vinciguerrina nimbaria*) ist der Anteil der Larven, die die Nahrung aus dem Darm vorzeitig abgeben, bedingt durch den Fang bzw. die Fixierung, höher einzuschätzen als bei Fischlarven mit einem gewundenen Darm. Entsprechend wurde bei Arten, die einen gewundenen Darm besaßen, ein höherer Anteil Larven mit Nahrung gefunden. Vergleichbare Ergebnisse werden in den Arbeiten von LAST (1980) und CONWAY *et al.* (1991) genannt. CONWAY *et al.* (1991, 1996) hatten bei Larven der Sprotten und Sardinen, beide Larvenarten besitzen ebenfalls

einen geraden Darm, hohe Anteile von Larven ohne Darminhalt gefunden. Herings- und Sprottenlarven aus der Nordsee hatten nur zu 24 % bzw. 26 % Nahrung im Darm, während andere von LAST (1980) untersuchte Arten im Mittel zu 64 % Nahrung aufwiesen. Den geringen Prozentsatz der beiden Herings- bzw. Sprottenlarven führt LAST auf eine Defäkation bzw. Regurgitation infolge des Fangvorgangs und der Fixierung der Larven zurück. In der vorliegenden Untersuchung hatten *Benthosema pterotum* und *Vinciguerria nimbaria* im Mittel nur 10 % bis 30 % der Larven Nahrung im Darm (beide mit geradem Darmrohr), dagegen lag bei *Bregmaceros sp.* der Anteil der Larven mit Nahrung im Darm zwischen 50 % und 100 % (gewundenes Darmrohr). Offensichtlich war der Füllungsgrad nicht allein vom Nahrungsangebot abhängig. So waren trotz eines größeren Angebots an geeigneter Nahrung auf der Station 2 fast alle Därme von *Hygophum proximum* leer (0,8% mit Nahrung im Darm), bei *Benthosema pterotum* der Station 3 hatten bei geringerem Nahrungsangebot immerhin 30 % der Larven Nahrung im Darm.

Die histologischen Untersuchungen der Verdauungsorgane ergänzten die präparatorischen Arbeiten. Dadurch konnte ein umfassenderes Bild von dem Ernährungszustand der Larven erstellt werden. Eine Sichtung der histologischen Präparate ergab keinen Hinweis auf hungernde Larven. Anhand der histologischen Befunde wiesen viele dieser Larven gute Ernährungszustände auf, was die Annahme eines teilweisen, fangbedingten Nahrungsverlustes bestätigte. Auch bei *Bregmaceros sp.* konnte ein teilweises Ausscheiden der Nahrung nicht ausgeschlossen werden, denn anhand der histologischen Ergebnisse war es unwahrscheinlich, daß der Anteil von 50 % präparierter Larven von *Bregmaceros sp.* ohne Nahrung allein auf einen Nahrungsmangel zurückzuführen war.

Neben den für die Darminhaltsanalysen wichtigen Einflußgrößen des Nahrungsangebots und des durch den Fang und die Fixierung bedingten Streß kann der Zeitpunkt des Fangs Auswirkungen auf den Füllungsgrad des Larvendarms haben. Besonders wenn die Zeiträume zwischen den Fängen deutlich größer sind als diejenigen, die Fischlarven für das Fressen, die Verdauung und Abgabe der Verdauungsreste benötigen. Erfolgt die Nahrungsaufnahme nicht kontinuierlich über den Tag, sondern periodisch, was bei adulten Myctophiden beobachtet wurde (DE ALWIS & GJØSÆTER, 1988), können bei einem nachfolgenden Hol die Larvendärme leer sein, obwohl eine günstige Ernährungssituation vorgelegen hat. SHEVCHENKO (1986) gibt für 21 mm - 40 mm lange *Vinciguerria nimbaria* aus dem tropischen Atlantik Verdauungszeiten von 4 bis 8 Stunden an. GJØSÆTER & TILSETH (1988) geben an, daß Larven von *Benthosema pterotum*, die in 21 ° - 26 °C warmen Wasser geschlüpft sind, den Dottersack in 3 - 5 Stunden verbraucht haben. In den sechs Stunden zwischen zwei aufeinanderfolgenden Befischungen könnte somit eine Nahrungsaufnahme mit einer vollständigen Verdauung stattgefunden haben, legt man die oben genannten Verdauungszeiten auch für die hier untersuchten Larven mit einer exogenen Nahrungsaufnahme zugrunde. Neben einem fangbedingten Verlust des Darminhalts kann somit ein ungünstiger Befischungszeitpunkt zu einem leeren Darm, besonders bei *Hygophum proximum*, geführt haben. Bei allen anderen untersuchten Arten hatten die zeitlichen Abstände zwischen den Hols und der gewählte Zeitpunkt der Beprobung ausgereicht, um Larven mit Nahrung im Darm in größerer Anzahl zu erfassen. Ein Zusammenhang zwischen Verweildauer des Planktons im Netz und dem Anteil der Larven mit Darminhalt ließ sich bei keiner Larvenart herstellen. Vielmehr dürfte der größte Teil der Nahrung zu Beginn des Netzfanges oder beim Fixieren der Larven ausgeschieden worden sein. Es muß also davon ausgegangen werden, daß ein Teil der präparierten Larven, deren Darm keine Nahrung enthielt, dennoch vor dem Fang gefressen hatte.

4.1.3 Einteilung der befischten Tiefenhorizonte

In Voruntersuchungen zu Beginn der METEOR-Reise war auf einer Teststation die Vertikalverteilung des Planktons und der Fischlarven untersucht worden. Anhand dieser Ergebnisse erfolgte für die Schräghols die für jedes Netz individuelle Einteilung der zu befischenden Tiefenhorizonte. Es wurde in

den Wasserschichten mit den höchsten Plankton bzw. Fischlarvenkonzentrationen eine möglichst kleinskalige Aufteilung der befischten Tiefenhorizonte gewählt, d.h., ein Netz befischte nur einen schmalen Tiefenhorizont (5 m) (NELLEN *et al.*, 1996). Diese Vorgehensweise hatte den Vorteil, daß pro Netz ein annähernd gleiches Planktonvolumen gefangen wurde, und man erhielt ein genaues Verteilungsmuster von den Planktonorganismen in den Wasserschichten mit den höchsten Konzentrationen. Diese Methode war aber auch mit Nachteilen verbunden. Die unterschiedlichen Breiten der Tiefenhorizonte außerhalb der Konzentrationsbereiche des Planktons führten dazu, daß sich in den Schräghols die Netzöffnungszeiten und damit die filtrierten Wassermengen der einzelnen Netze bei konstanter Schleppgeschwindigkeit stark unterschieden. Die Präsenz besonders der selteneren Arten in den Netzfängen war dadurch nur eingeschränkt miteinander vergleichbar. Denn je größer das filtrierte Volumen ist, um so wahrscheinlicher ist es auch seltene Arten zu erfassen. Ein Vergleich der Stationen wird erschwert, da für jede Station eine unterschiedliche Einteilung der befischten Tiefenhorizonte gewählt wurde. Auf der Station 1 war der Tiefenbereich zwischen 40 m und 100 m nur von einem Netz befischt worden, zugunsten einer sehr kleinskaligen Befischung der oberen 40 m. Auf den beiden anderen Stationen wurden zwischen 40 m und 100 m jeweils vier Netze eingesetzt. Da auf der Station 1 das Hauptvorkommen der *Gobiidae*, *Synodontidae*, *Engraulidae*, von *Hygophum proximum* und *Vinciguerria nimbaria* aber überwiegend in dem kleinskalig befischten Tiefenbereich zwischen 10 m und 40 m lag, war bei diesen Taxa die fehlende Kenntnis über Verhältnisse innerhalb der 40 m - 100 m Stufe von untergeordneter Bedeutung. A. RÖPKE (1992) hatte auf einem festgelegten Stationsnetz an der Küste vor Oman, im Driftgebiet der Station 1, die oberen 150 m mit demselben, wie in der vorliegenden Arbeit verwendeten, modifizierten BIONESS befischt. Dabei war der Tiefenbereich von 40 m - 100 m in vier Stufen unterteilt und befischt worden. Die Fischlarven hatten dort ebenfalls ihr Hauptvorkommen in den oberen 40 m Tiefe, so daß die Eignung der Tiefeneinteilung auch hiermit bestätigt wird.

4.1.4 Stabilität der beprobten Wasserkörper während der Driftphasen

Der beprobte Wasserkörper sollte während des Untersuchungszeitraumes der jeweiligen Station möglichst wenig Veränderungen aufweisen.

Auf der Station 3 führte das Aufnehmen der Driftboje und erneute Aussetzen auf einer anderen Position zur Befischung eines anderen Wasserkörpers. Die Station 3 wurde daher in zwei Driftphasen unterteilt. Der Anstieg der Oberflächentemperatur um 0,5 °C und das Abfallen der Temperatur in 100 m Tiefe um 0,5 °C zeigt den Beginn der 2. Phase der Station 3 an. In 30 m Tiefe (Tiefe des Driftsegels) sind die Temperaturschwankungen innerhalb der beiden Driftphasen deutlich größer als zwischen dem Ende der ersten und dem Beginn der zweiten Phase. Dennoch zeigten deutliche Unterschiede in den Abundanzen der Larven beider Abschnitte, daß zwei Wasserkörper befischt wurden. Auf der Station 2 wurden keine sprunghaften Temperatur-änderungen und keine Veränderungen in der Artenzusammensetzung der Fischlarven festgestellt. Auf der im offenen Ozean gelegenen Station 2 und der Station 3 auf dem Schelf vor Pakistan wies der Wasserkörper eine Stratifizierung auf, d.h., auf beiden Stationen gab es eine stabile Sprungschicht über den gesamten Zeitraum der Stationsarbeiten. Da sich die Segel der Driftbojen in der Tiefe der Sprungschicht und darunter befanden, ist nicht anzunehmen, daß in der durchmischten Deckschicht ein konkreter Wasserkörper befischt wurde. Ein in dem Gebiet der Station 2 in 30 m Tiefe ausgesetzter Driftkörper wies eine deutlich größere Driftgeschwindigkeit auf als die Driftboje mit den in 50 m und 100 m Tiefe installierten Driftkörpern (NELLEN *et al.*, 1988). Das läßt auf eine Stromscherung innerhalb der durchmischten Deckschicht schließen. Auf beiden Stationen befanden sich die Driftsegel jeweils in den Tiefen direkt oberhalb des Hauptvorkommens der häufigsten Fischlarventaxa. Die Tiefen für die Installation der Driftsegel waren durch die Vorgaben der planktologischen Arbeitsgruppe bestimmt. Eine Platzierung des Driftsegels mitten

im Hauptvorkommen der Fischlarven hätte die Wahrscheinlichkeit erhöht, daß die Boje derselben Fischlarvenkohorte während der Driftphase folgt.

Das Driftgebiet der Station 1 zeichnete sich durch eine kontinuierliche Abnahme der Temperaturen aus. Eine Sprungschicht war nur am Anfang zu beobachten. Durch den kurzen Untersuchungszeitraum und der folglich geringen Anzahl von Temperaturprofilen könnte die Stabilität des befischten Wasserkörpers nicht zuverlässig beurteilt werden. Auf der Station 1 befand sich das Driftsegel in 80 m Tiefe und damit weit außerhalb des Schwerpunkts des Fischlarvenvorkommens. Deutlich wird aber die regionale Abgrenzung dieser Station gegenüber den beiden anderen Stationen durch die insgesamt niedrigeren Temperaturen, das Fehlen einer durchmischten Deckschicht und einer Artenzusammensetzung, die sich von derjenigen der beiden anderen Stationen unterschied.

4.1.5 Tag / Nachtunterschiede der Fangmengen

Im gleichen Untersuchungsgebiet hatten NELLEN (1973a) und RÖPKE (1992) nachts zum Teil deutlich mehr Fischlarven gefangen als am Tag. Diese Unterschiede führt RÖPKE (1992) auf die Sichtbarkeit des Fanggeräts und auf eine geringe Schleppgeschwindigkeit (2,5 kn) zurück. Bei den von mir untersuchten Larven der Arten *Vinciguerria nimbaria*, *Bregmaceros sp.*, *Diaphus sp.*, *Bolinichthys longipes* und *Hygophum proximum* waren auf der ozeanischen Station die mittleren Abundanzen der Nachtfänge 3,3- bis 10fach höher im Vergleich zu denen der Tagfänge. Auf der küstennahen Station vor Pakistan hingegen waren die mittleren Fangmengen in den Nachtfängen maximal um das 3fache höher (*Vinciguerria nimbaria*) als am Tag. Die Callionymidae, *Bregmaceros sp.* und *Synagrops sp.* kamen tagsüber sogar in maximal 1,4fach höheren Abundanzen vor. Eine mögliche Ursache ist die stärkere Trübung des Wassers aufgrund der Nähe zur Küste. Für die drei genannten Taxa wäre dann auch am Tag durch die eingeschränkte Sicht das Netz nicht rechtzeitig zu sehen. Insgesamt wurden größere Larven bevorzugt in der Nacht gefangen. So traten Larven von *Vinciguerria nimbaria* auf der Station vor Pakistan ab der 6,5-mm-Klasse und auf der ozeanischen Station ab der 10,0-mm-Klasse in generell höheren Werten auf. Die Larven dieser Größenklassen konnten offensichtlich am Tag bei entsprechenden Sichtverhältnissen vor dem Gerät fliehen. Auch *Hygophum proximum* wurde auf der ozeanischen Station nachts in zehnmal höheren Mengen gefangen als tagsüber. Allerdings waren die Larven dieser Art in den Nachtfängen im Mittel signifikant kleiner als am Tag. Die größeren Larven wurden in den Nachtfängen offensichtlich nicht repräsentativ erfaßt. Da das Hauptvorkommen dieser Art in den Nachtfängen in der untersten Tiefenstufe lag, ist zu vermuten, daß bei dieser Art die maximale Befischungstiefe von 100 m nicht ausreichte. Nach RÖPKE (1992) kamen in den Nachtfängen auch noch nennenswerte Konzentrationen der Larven von *H. proximum* in 100 m - 150 m Tiefe vor.

Für den Zeitraum der Probennahme war für ein und denselben Ort (Station) die Netzselektion als konstant anzunehmen, so daß die Larvenlängen der einzelnen Taxa zu den entsprechenden Tageszeiten miteinander vergleichbar waren. Durch die Befischung möglichst eines Wasserkörpers konnten gleichbleibende Sichtverhältnisse (Wassertrübung) angenommen werden, und durch eine konstante Schleppgeschwindigkeit sollte eine gleichmäßige Maschenselektion der Netze erreicht werden.

4.1.6 Die Larvenlänge als Maß für das Alter und Wachstum einer Larve

Die Kenntnis über das Alter einer Fischlarvenart war wichtig, um die Larven der drei Driftgebiete miteinander vergleichen zu können. Das Verhalten der Larven und die Größe und Art der von ihnen gefressenen Nahrung waren von der Größe abhängig. Als Maß für das relative Alter der Larven wurden die Körperlängen verwendet. Nur wenn Larven einer bestimmten Länge sich auch in einem ähnlichen Entwicklungszustand befanden, konnten Larven aus den unterschiedlichen Untersuchungsgebieten

miteinander verglichen werden. Zwischen den Larven von *B. pterotum* der Station 1 und 3 betrug der Unterschied in der Körperlänge, mit der ein bestimmter Entwicklungszustand erreicht wurde, maximal 0,3 mm. Innerhalb der einzelnen Station wurden keine Unterschiede im Entwicklungszustand bei jeweils gleicher Larvenlänge festgestellt, da die wachstumsbestimmenden Faktoren offensichtlich für alle Larven gleich waren. Die Längenunterschiede zwischen den Larven, bei denen eine Änderung in der Art der aufgenommenen Nahrung festgestellt werden konnte, waren aber deutlich größer als die Längenunterschiede bei gleichem Entwicklungsstand zwischen den Stationen. So konnte man für Larven von *Benthosema pterotum*, die auf den verschiedenen Stationen gefangen wurden, bei gleicher Länge einen ausreichend vergleichbaren Entwicklungsstand annehmen.

Ein generelles methodisches Problem ergibt sich durch die Fixierung der Fischlarven mit Formaldehyd. Dadurch kommt es zur Schrumpfung der Larven (SCHNACK & ROSENTHAL, 1978). Durch die Lagerung des gesamten Planktonmaterials unter konstanten Bedingungen sollte erreicht werden, daß der Prozeß einer Schrumpfung auf alle Fischlarven gleichermaßen wirkte. Die Larven gleicher Länge konnten bei der Frage nach Art und Menge der gefressenen Nahrung, mit der oben gemachten Einschränkung, miteinander verglichen werden. Da das von RÖPKE (1992) gesammelte Material von derselben Reise stammte und eine Bearbeitung annähernd zeitgleich mit den hier untersuchten Planktonproben erfolgte, können die Ergebnisse zur Länge der Larven ohne Einschränkung miteinander verglichen werden.

4.2 Regionaler Vergleich der Ergebnisse

Die Lage der drei Untersuchungsgebiete war so gewählt worden, daß sie sich möglichst in ihrer Hydrographie unterschieden. Von Interesse war, ob die Fischlarven entsprechende Unterschiede in der Artenzusammensetzung aufwiesen. Darüber hinaus sollte für eine Art, die auf allen Stationen vorkam, untersucht werden, wie sich eine unterschiedliche Hydrographie auf die Vertikalverteilung der Fischlarven auswirkt. Der Aspekt einer möglichen Reaktion der Larven auf ein regional unterschiedliches Nahrungsangebot bleibt in diesem Kapitel unberücksichtigt.

Die Artenzusammensetzung der Fischlarven unterschied sich auf den drei Driftstationen. Auf der ozeanischen Station 2 war *Hygophum proximum* die häufigste Art. Auf den küstennahen Stationen 1 und 3 war *Benthosema pterotum* die häufigste Art. Die Myctophiden, zu denen die beiden Arten gehören, sind typischerweise ozeanisch verbreitet, wobei *Benthosema pterotum* als Ausnahme angesehen wird, da diese Art bis auf den Schelf vordringt (NELLEN, 1973a). Das Vorkommen von typischerweise neritisch vorkommenden Arten wie den Gobiidae auf der Station 1 und 3 und das Fehlen dieser Arten sowie die geringere Anzahl der Taxa auf Station 2 belegen die regionalen Unterschiede zwischen der ozeanischen und den beiden küstennahen Stationen. Larven von *Synagrops sp.*, die auf der ozeanischen Station 2 überhaupt nicht und auf dem ersten Abschnitt der Station 3 nur vereinzelt vorkamen, wurden auf dem zweiten Abschnitt der Station 3, der näher zur Küste lag als der erste, in Wassertiefen oberhalb von 120 m in großen Mengen gefangen. So bestanden selbst innerhalb des Befischungsareals der Station 3, die eine Fläche von insgesamt ca. 40 x 50 Seemeilen abdeckte, Unterschiede in der Artenzusammensetzung. Dennoch wurden die beiden Abschnitte in einer Station zusammengefasst, da es sich nur um quantitative und nicht um qualitative Unterschiede in der Artenzusammensetzung handelte und größere Unterschiede in der Hydrographie nicht vorlagen.

Die unterschiedlichen Wassertiefen der drei Driftgebiete hatten offenbar keinen Einfluß auf die Vertikalverteilung. Im Vergleich der Untersuchungsgebiete standen die Fischlarven an der Küste vor Oman (Station 1) bei einer durchschnittlichen Wassertiefe von 2468 m Tiefe am nächsten zur Wasseroberfläche mit dem Verteilungsschwerpunkt in 25 m Tiefe. Zwischen den Stationen 2 und 3

unterschieden sich die Tiefen, in denen die Larven der einzelnen Taxa ihren Verteilungsschwerpunkt hatten, nicht so stark wie im Vergleich dieser beiden Stationen mit der Station 1. Auf der Station 3 waren die Wassertiefen mit 280 m (1. Abschnitt) und 115 m (2. Abschnitt) deutlich geringer als die der Station 2 mit durchschnittlich 3380 Metern. Der Verteilungsschwerpunkt der Larven lag auf der Station 3 in 45 m bis 52 m Tiefe und auf der Station 2 in 52 m bis 68 m Tiefe.

Die beobachteten Verteilungsunterschiede könnten mit Unterschieden im Temperaturniveau und in der Ausbildung einer Sprungschicht sowie mit der Eindringtiefe des Lichts zusammenhängen. Die in den drei befischten Regionen vorliegenden Temperaturniveaus hatten aber offensichtlich keinen Einfluß auf die jeweilige Vertikalverteilung der Fischlarven. Die Wassermassen der drei Stationen unterschieden sich durch von Westen nach Osten, von Station 1 bis Station 3, steigende Wassertemperaturen und Salzgehalte. Das Wasser auf der Station 1 war in vergleichbaren Tiefen bis zu 3,5° C kälter als auf der Station 2 und 5,5 °C kälter als auf der Station 3. Vergleicht man die Vertikalverteilungsmuster der Larventaxa, die auf allen drei Stationen vorkamen (*Bregmaceros* sp., *Hygophum proximum*, *Vinciguerrria nimbaria*) miteinander, so läßt sich mit der von Westen nach Osten steigenden Wassertemperatur keine Verschiebung des Hauptvorkommens der Larven in tiefere bzw. geringere Wasserschichten feststellen. Vielmehr lag der Verteilungsschwerpunkt der Larven auf der Station 2 am tiefsten. Daß Temperatur-gradienten innerhalb der befischten Wassersäule einen Einfluß auf das Verhalten der Fischlarven haben, wird noch im Zusammenhang mit der Vertikalwanderung des Planktons diskutiert.

Für die vorliegenden Ergebnisse sind die unterschiedlichen hydrographischen Bedingungen, die zur Ausbildung einer Sprungschicht führen und welche die Eindringtiefe des Lichts beeinflussen, als entscheidender Grund für die Verteilungsunterschiede der Fischlarven zwischen den drei Stationen zu nennen. So sind in Küstennähe schlechtere Sichtverhältnisse für die Fischlarven bei der Nahrungsaufnahme durch eine stärkere Trübung des Wassers möglich. Einen weiteren Einfluß auf die Sichtverhältnisse für die Fischlarven könnten die Primärproduzenten haben. So können im Bereich mit hohen Algendichten die Sichtverhältnisse für die Larven eingeschränkt sein bzw. könnte unterhalb der Schicht mit maximalen Phyto- und Zooplanktonkonzentrationen das Licht für die visuelle Nahrungsaufnahme nicht mehr ausreichen. Bedingt durch eine offensichtlich größere Eindringtiefe des Lichts reicht in küstenfernen Regionen die euphotische Zone bis in größere Tiefen, als dies in Küstennähe der Fall ist. Für die Algen ist neben einer genügend großen Lichteinstrahlung ein ausreichendes Nährstoffangebot die Voraussetzung zur Produktion. Die Orte mit der höchsten Primärproduktion, des Chlorophyllmaximums (Maß für die Algendichte) sowie des Hauptvorkommens des Netzplanktons befanden sich auf den drei Stationen, der Verteilung der Fischlarven entsprechend, in unterschiedlichen Tiefen.

Im Vergleich zu den beiden anderen Stationen war die gemessene Primärproduktion auf der Station 1 nahe der Oberfläche mit bis zu 0,72 g C m⁻²d⁻¹ am höchsten (NELLEN *et al.*, 1996). Das Chlorophyllmaximum konzentrierte sich hier vor allem auf den Tiefenbereich von 20 m bis 30 m, in dem auch das Netzplankton aus den BIONESS-Fängen am stärksten vertreten war. Auf der Station 2 lagen in einem schmalen Band um 50 m Tiefe die von der planktologischen Arbeitsgruppe ermittelten Konzentrationen an Phytoplanktonbiomasse (maximale Chlorophyll-a Konzentration: 2 µg/l) und die Primärproduktion am höchsten (NELLEN *et al.*, 1996). Das Centre of Mass des Netzplanktons lag, je nach Tagszeit in ähnlicher Tiefe in 42 m - 53 m Tiefe. Die hydrographische und biologische Vertikalstruktur im Gebiet der Station 3 vor der Küste Pakistans ähnelte mehr der von Station 2 als derjenigen von Station 1. Die Stratifikation der Wassersäule war hier allerdings stärker ausgeprägt. Das Chlorophyllmaximum und die höchste Primärproduktion befand sich in 40 m - 50 m Tiefe (NELLEN *et al.*, 1996). Das Netzplankton zeigte eine relativ gleichmäßige Vertikalverteilung, das Centre of Mass lag, je nach Tageszeit, in 43 m bis 48 m Tiefe.

Auch für einzelne Taxa der Fischlarven lag der Verteilungsschwerpunkt auf der Station 1 näher zur Oberfläche als auf den Stationen 2 und 3. Bei den Taxa *Bregmaceros sp.*, und *Vinciguerrria nimbaria* lagen die Schwerpunkte des Hauptvorkommens der Larven (Centre of Mass) auf der Station 2 geringfügig tiefer als diejenigen auf der Station 3. Auch die vertikale Ausdehnung des Hauptvorkommens war hier am größten. Im küstenfernen oligotrophen Gebiet dieser Station war offensichtlich ein Eindringen des Lichts in größere Tiefen möglich. So konnten die Larven ihre Beute auch in entsprechend größeren Tiefen wahrnehmen. *Hygophum proximum* hatte den Schwerpunkt der Verteilung auf den Stationen 2 und 3 ca. 20 m unter demjenigen auf der Station 1. Die verschiedenen Tiefen des Hauptvorkommens von *Hygophum proximum* in den drei befischten Regionen bestätigen die entsprechenden Ergebnisse von RÖPKE (1992). Der Autor hatte den statistischen Zusammenhang zwischen der Vertikalverteilung der Fischlarven und dem Auftreten bzw. der Lage einer Sprungschicht nachgewiesen. Möglicherweise werden die turbulenten Wasserschichten von den meisten der untersuchten Larventaxa gemieden, die geeignet sind, die Larven zu verdriften bzw. sie halten sich in den stratifizierten Wasserschichten auf, da dort, den Untersuchungen von COOMBS *et al.* (1991) zufolge, bessere Ernährungsbedingungen herrschen.

Der regionale Vergleich der vorliegenden Ergebnisse zeigt, daß die vertikalen Verteilungsmuster der Primärproduktionsmaxima, der Chlorophyllmaxima sowie die des Netzplanktons analoge Unterschiede zwischen den Stationen aufweisen. Die vertikale Verteilung der Primärproduzenten wird offensichtlich durch die Limitierung der Nährstoffe beeinflusst. So lagen die Nährstoffkonzentrationen auf der Station 1 in den oberen 20 m, auf der Station 2 in den oberen 45 m und auf der Station 3 in den oberen 42 m Tiefe nahe der Nachweisgrenze (NELLEN *et al.*, 1996) und limitierten das Algenwachstum. Von den Autoren werden kleinskalige Verwirbelungsprozesse durch den in den Ozean hineinragenden kontinentalen Vorsprung der Arabischen Halbinsel für die Versorgung der oberflächennahen Wasserschichten der Station 1 mit Nährstoffen verantwortlich gemacht. Darauf hin konnte es zum Phytoplanktonwachstum nahe der Oberfläche kommen, während auf den beiden anderen Stationen ausreichend Nährstoffe erst in größeren Tiefen vorhanden waren. Ein Grund für die regionalen Unterschiede in der vertikalen Verteilung der Fischlarven wird in der Eindringtiefe des Lichts bzw. in dem Grad der Wassertrübung vermutet. Die für die Fischlarven ermittelte Tag/Nachtrhythmik bestätigt, daß die Larven auf eine ausreichende Lichteinstrahlung bei der Nahrungsaufnahme angewiesen sind. JENKINS *et al.* (1998) sind der Meinung, daß die tägliche Vertikalwanderung keine Reaktion auf die Nahrungswanderung, sondern Folge des Aufsuchens von ausreichenden Lichtverhältnissen für die visuelle Nahrungsaufnahme ist. ARO *et al.* (1986) sehen für den Baltischen Hering einen Zusammenhang zwischen den abiotischen Faktoren wie Licht und Temperatur und der Vertikalverteilung der Nahrung, die wiederum das Verhalten der Räuber bestimmt.

4.3 Nahrung der Fischlarven

Ein Aspekt der vorliegenden Untersuchung war es, die räumliche und zeitliche Verteilung des potentiellen Nahrungsangebots mit der entsprechenden Verteilung der aus den Larvendärmen präparierten Nahrung zu vergleichen. Die Darminhaltsanalysen lieferten die Ergebnisse zur Art und Größe der gefressenen Nährtiere. Als potentiell Nahrungsangebot wurde das entsprechende Arten- und Größenspektrum des kleineren Mesozooplanktons aus den Multinetzfängen für einen Vergleich ausgewählt. Für die in dieser Untersuchung häufigen Myctophiden und *Vinciguerrria nimbaria* gibt es in der Literatur bisher keine Angaben zu der von den kleinen (3 mm bis 18 mm) Larven gefressenen Nahrung. Die Mengenangaben der von den Fischlarven aufgenommenen Nahrung war, mit den in Kapitel 4.1 gemachten Einschränkungen, wichtig zur Bestimmung des Zeitpunktes und des Orts der größten Nahrungsaufnahme.

Die in der Literatur (HUNTER, 1981; DE ALWIS & GJØSÆTER, 1988; DALPADADO & GJØSÆTER, 1988; CONWAY *et al.*, 1996) beschriebene Größenzunahme der aufgenommenen Nahrung mit zunehmender Länge der Larven konnte auch in der vorliegenden Untersuchung festgestellt werden. *Benthosema pterotum*-Larven, die kleiner als 4 mm waren, fraßen bevorzugt Nauplien mit einer Körperlänge unter 0,4 mm. Die Larven, die größer als 4 mm waren, nahmen hauptsächlich größere Nährtiere - calanoide Copepoda und *Oncaea* sp. mit Längen von 0,4 mm - 0,8 mm auf, da Nauplienstadien größer als 0,4 mm im Plankton fast nicht vorkamen. Durch Vergleich mit einigen Daten zum Nahrungsangebot wurde bestätigt, daß die größeren Larven (4 mm - 7,8 mm) von *Benthosema pterotum* Nauplien negativ selektiert hatten. Aufgrund der größenabhängigen Nahrungsaufnahme kam es je nach verfügbarem Größenspektrum an Tieren einer Organismengruppe zu einem unterschiedlich ausgeprägten ontogenetischen Wechsel in der Bedeutung dieser Organismengruppen als Beutetiere. Ostracoda mit einer Länge von mehr als 0,7 mm wurden nur von Larven gefressen, die länger als 4 mm waren. Die kleineren Larven hatten Ostracoden gefressen, die ca. 0,4 mm lang waren. Für *Benthosema pterotum* waren offensichtlich genügend Ostracoda passender Größe vorhanden, so daß auch die größeren Fischlarven nicht auf diese Nährtiergruppe verzichten mußten. Bei *Vinciguerrria nimbaria* kam es zu einer Verschiebung in der Art der gefressenen Nährtiere aufgrund des zunehmenden Bedarfs an größeren Nährtieren. Der Anteil der Nauplien nahm von 47 % bei den kleineren Larven auf 2 % bei den Larven, die größer als 8 mm waren, ab. Entsprechend nahm der Anteil der calanoiden Copepoda von 18 % auf 42 % zu. Die calanoiden Copepoden waren in dem von *Vinciguerrria nimbaria* bevorzugten Größenspektrum vorhanden, so daß eine Längenzunahme der gefressenen Copepoden zu beobachten war. SHEVCHENKO (1986) beschreibt für 21 mm - 30 mm lange *Vinciguerrria nimbaria* aus dem tropischen Atlantik eine bevorzugte Aufnahme von Oncaeidae. Bei 31 mm - 40 mm langen *V. nimbaria*-Larven beträgt der Anteil von Oncaeidae an der Nahrung weniger als ein Prozent. Entsprechend nahm der Anteil der calanoiden Copepoden zu. Diese Ergebnisse stützen die in der Einleitung genannte Vorstellung, daß Fischlarven die Nahrungspartikel primär nach der Größe auswählen.

Aus energetischen Gründen ist es für Fischlarven sicherlich sinnvoll, immer die größtmöglichen Organismen zu verschlingen, um den Energieaufwand der Nahrungssuche möglichst gering zu halten. So hatten sich schon 1,8 mm lange *Bregmaceros* sp. auf die recht großen calanoiden Copepoden spezialisiert. Dabei waren die aufgenommenen Nährtiere bisweilen mehr als halb so lang wie die gesamte Larve. *Bregmaceros* sp. aller Längenklassen fraßen bevorzugt calanoide Copepoden. ZAVALA-GARCIA & FLORES-COTO (1994) hatten bei 3,8 mm bis 8,2 mm langen Larven von *Bregmaceros cantori* aus dem Golf von Mexiko ebenfalls eine zooplanktophage, Copepoden bevorzugende Ernährungsweise festgestellt.

Es lässt sich keine Beziehung zwischen der Körperproportion der Larven und der Art und Größe der aufgenommenen Nahrung herstellen. Ab einer Länge von 4 mm, ab der *Benthosema pterotum* Art und Größe der Beutetiere wechselt, ist die überproportionale Zunahme der Körperhöhe bzw. der Maulbreite gegenüber der Körperlänge nicht gegeben. Larven von *Vinciguerrria nimbaria* fressen ab einer Länge von ca. 8 mm bevorzugt größere und damit andere Beuteorganismen als die kleineren Larven. In dieser Phase des Längenwachstums besteht aber keine überproportionale Zunahme der Maulweite bzw. der Körperhöhe, sondern erst bei Larven, die größer als 11,5 mm sind. Es lassen sich aber Veränderungen der histologischen Organentwicklung von *B. pterotum* in der gleichen Phase des Längenwachstums beobachten, in der auch die Veränderung in der Auswahl der Beutetiere erfolgt. Bei den Larven größer als 4 mm ist erstmals eine Magenanlage erkennbar, die Schwimmblase ist gasgefüllt, im Ösophagus sind größere Schleimzellen zu erkennen, die Flexion der Wirbelsäule ist abgeschlossen, die Flossen sind ausgebildet, und die ersten Photophoren vor den Augen sind pigmentiert. Diese Veränderungen führen möglicherweise zu einer verbesserten Funktion des Verdauungstraktes und einer erhöhten Mobilität der Larven bei der Jagd auf Beute und ermöglichen den Larven so die Jagd und

Verdauung größerer Beutetiere. Nach UEBERSCHÄR (1999) wird durch die Füllung der Schwimmblasen bei Sardinenlarven ein neutraler Auftrieb und damit eine Schwebefähigkeit erreicht. Dadurch benötigen die Larven weniger Energie für die Schwimmaktivitäten und können die so eingesparte Energie zur Optimierung der Verdauung einsetzen.

4.4 Ernährungssituation der Larven

Ein wesentlicher Gesichtspunkt von Nahrungsuntersuchungen ist es, die mengenmäßigen Verhältnisse von Nahrungsangebot, der gefressenen Nahrung und des Nahrungsbedarfs zu ermitteln. Daraus leitet sich die Frage nach dem Ernährungszustand der Fischlarven ab. Da bei der Fixierung der Larven ein Teil der gefressenen Nahrung ausgeschieden wurde, war ein quantitativer Vergleich zwischen Nahrungsangebot und der von den Larven gefressenen Nahrung unzuverlässig. Direkte Hinweise auf die Ernährungssituation der Fischlarven konnte die histologische Untersuchung der Leber- und Darmgewebe geben. In Anlehnung an die Arbeiten von O'CONNELL & PALOMA (1981), THEILACKER (1986), SIEG (1995), DJAWAD *et al.* (1996) waren Verdauungsorgane der Fischlarven histologisch untersucht worden, um den Ernährungszustand der Larven zu ermitteln. Die Ergebnisse zeigten bei den Larven von *Benthosema pterotum* keinen Zusammenhang zwischen dem Füllungsgrad des Darms mit Nahrungspartikeln und dem histologischen Zustand des Lebergewebes. Das heißt, die Larven, die einen leeren Darm hatten, konnten dem histologischen Befund des Lebergewebes zufolge dennoch gut ernährt sein. Um so mehr waren die Unterschiede in der Vertikalverteilung von potentielltem Nahrungsangebot und der von den Larven gefressenen Nahrung von Bedeutung. Die Abschätzung der Konzentrationsverhältnisse sollte bei der Beantwortung der Frage behilflich sein, ob die Fischlarven auf einer der 3 Stationen aufgrund eines zu geringen Nahrungsangebots hungern mußten.

Der geringe Anteil der beiden Myctophidae, *Hygophum proximum* und *Benthosema pterotum*, die Nahrung im Darm aufwiesen, ließ zunächst auf eine Hungersituation bei den Larven schließen. Es war dennoch unwahrscheinlich, daß der geringere Füllungsgrad der Därme auf Station 2 (*Hygophum proximum*) durch ein zu geringes Nahrungsangebot hervorgerufen wurde, da auf der Station 3 einer größeren Larvenkonzentrationen ein deutlich geringeres Angebot an Nauplien gegenüber standen. Auf der Station 3 traten in 40 m Tiefe, dem Ort mit der größten Nahrungsaufnahme, 600 Nauplien/m³ auf. Dagegen betrug auf der Station 2 der entsprechende Wert etwa 10.000 Ind./m³. Gegen eine generelle Mangelsituation an Nahrung auf den drei Stationen sprach auch, daß sich das Hauptvorkommen der meisten Fischlarven unterhalb der Schicht mit den höchsten Konzentrationen an Mesozooplankton, der oberen 20 m der Wassersäule, befand. Offenbar wurde die größere Tiefe aus anderen Gründen von diesen Arten bevorzugt, und das Nahrungsangebot war zumindest ausreichend. Lediglich bei *Vinciguerrina nimbaria* und *Bregmaceros sp.* aus Tagfängen der Station 3 gibt es Hinweise, daß für einen Teil dieser Larven eine Nahrungslimitierung vorlag, siehe Kapitel 4.5.

Für *Benthosema pterotum* wies der histologische Befund auf keinen dauerhaften Hungerzustand hin. Daß kurzfristige Hungersituationen durchaus aufgetreten sein könnten, zeigte sich bei den histologisch untersuchten Larven. Mehrere Larven, die kleiner als 4 mm lang waren, hatten keine Nahrung im Darm und zeigten gleichzeitig einen reduzierten Glycogengehalt der Leber. Für Larven dieser Größen ist schon der Zeitraum von wenigen Stunden ohne Nahrungsaufnahme, z.B. in den Nachtstunden, ausreichend, um erste Hungerreaktionen auszulösen. WATANABE (1985) beobachtete, daß bei larvalen Gobiiden während Hungerperioden die Zelleinschlüsse des Mittel- sowie des Endarms bereits nach 24 Stunden verschwunden waren. Ein Ausbleiben der Nahrung zeigt sich somit recht kurzfristig in einer Abnahme der Zellvakuolen. Unter Nahrungsentzug waren bei 16,0 - 17,4 °C die Glycogenvakuolen bei *Engraulis mordax* nach 24 Stunden verschwunden (BOOMAN *et al.*, 1991). Entsprechende Ergebnisse liegen für Gobiidenlarven der Art *Chaenogobius annularis*, die bei 15 - 20 °C gehalten

wurden, vor (WATANABE, 1985). Die von LASKER *et al.* (1970) in einem Labor aufgezogenen Larven von *Engraulis mordax* waren bereits 1,5 Tage, nachdem sie ihren Dottersack absorbiert hatten, verhungert.

4.5 Tägliche Vertikalwanderung der Fischlarven

Für *Bregmaceros sp.*, *Hygophum proximum*, *Vinciguerria nimbaria* und die *Thunnini*, die auf den Stationen 2 und 3 gefangen worden waren, konnte eine artspezifische, tagesperiodische Wanderungsrhythmik nachgewiesen werden. So suchten diese Larven am Tage geringere Wassertiefen auf als in der Nacht. Dabei trat bei *Vinciguerria nimbaria* der Station 2 mit 21 m die größte Veränderung im Schwerpunkt der Verteilung auf. Die Larven von *V. nimbaria* führten im Laufe eines Tages kontinuierliche Auf- und Abwärtsbewegungen durch. Auch *Benthosema pterotum* führte kontinuierliche Vertikalwanderungen durch, allerdings waren diese Wanderungsbewegungen kleinräumiger. Diese auch von RÖPKE (1992) festgestellte Vertikalbewegung der Fischlarven ist derjenigen des übrigen Netz- und Cephalopodenplanktons entgegengerichtet. Die im Tagesgang vom restlichen Netzplankton abweichenden Vertikalbewegung der Fischlarven wirft die Frage nach den Ursachen auf.

Die nächtliche Aufwärtsbewegung des Zooplanktons ist in borealen Gebieten wesentlich ausgeprägter und wird als Freßwanderung der Crustaceen gedeutet (LONGHURST, 1976). Die Aufwärtsbewegung der Fischlarven am Tag kann als entsprechend gerichtete Wanderung gedeutet werden. Fischlarven, bei denen Nahrung im Darm nachgewiesen werden konnte, waren überwiegend am Tag gefangen worden. Aufgrund der kurzen Verdauungszeiten in tropischen Gewässern (4-8 Stunden bei *Vinciguerria nimbaria*; SHEVCHENKO, 1986) war davon auszugehen, daß diese Larven auch am Tag gefressen hatten. Wie es TURNER (1984) und FORTIER & HARRIS (1989) beschrieben hatten und es sich in dieser Arbeit bestätigte, ernähren sich die Fischlarven vom kleinen Mesozooplankton. In allen drei Driftgebieten der vorliegenden Arbeit war das untersuchte Mesozooplankton im Gegensatz zum Netz- und Phytoplankton oberflächennah, in 0 m - 20 m Tiefe, verteilt. Die Konzentration an Mesozooplankton sank auf der Station 3 unterhalb einer Tiefe von 40 m auf weniger als 20 % der Oberflächenkonzentration. Auf der Station 2 war unterhalb von 60 m Tiefe der entsprechende Prozentwert erreicht. Auf der Station 1 nahm die Konzentration mit zunehmender Tiefe allmählich ab. In einer Tiefe von 80 m wurden noch 25 % der Oberflächenkonzentration vorgefunden. Sie war fast doppelt so hoch wie die Konzentration in gleicher Tiefe auf der Station 3. Wenn allein das Nahrungsangebot der Auslöser für die tägliche Vertikalwanderung der Fischlarven wäre, müßten sie sich generell auch in hohen Abundanzen in den oberen 20 m einfinden, um das kleinere Mesozooplankton zu fressen. Am nächsten zur Oberfläche lag das Hauptvorkommen der Fischlarven aber auf der Station 1 mit den höchsten Nährtierkonzentrationen und nicht auf der Station 3 mit den geringsten Nährtierkonzentrationen.

Die Nahrungskennwerte (siehe Kapitel 3.5.3) entsprachen in ihrer Tiefenverteilung auf allen Stationen in erster Näherung der Vertikalverteilung aller gefangener Larven einer Art. Bei den meisten untersuchten Arten war der Ort der vermehrten Nahrungsaufnahme, zu größeren Tiefen verschoben im Vergleich zu der Vertikalverteilung aller Larven der entsprechenden Hols. Eine Ausnahme bildeten die Larven von *Bregmaceros sp.* (Tagfänge) und *Vinciguerria nimbaria* der Station 3. Die Larven, die Beutetiere im Darm hatten, kamen bevorzugt in geringeren Wassertiefen vor, vergleicht man deren Verteilung mit derjenigen aller Larven. Zumindest ein Teil der Larven scheint innerhalb des Tiefenbereichs des Hauptvorkommens aktiv in die oberflächennahen Wasserschichten (0 m-30 m) gewandert zu sein, um dort zu fressen. Die Verschiebung der Mengenverhältnisse zugunsten der Larven mit Nahrung in den oberflächennahen Wasserschichten ist möglicherweise die Reaktion von *Bregmaceros sp.* (Tagfänge) und *Vinciguerria nimbaria* auf die Menge an vorhandener Nahrung: Aufgrund der vergleichsweise niedrigen Konzentration des potentiellen Nahrungsangebots auf der Station 3, bei einer mit zunehmender

Tiefe abnehmenden Konzentration, fressen diese Larven bevorzugt in den oberflächennahen Wassertiefen ihres Hauptvorkommens.

Für das Zooplankton hat MC LAREN (1963) die Hypothese aufgestellt, daß ein Organismus einen energetischen Vorteil hat, wenn er sich bei der Nahrungsaufnahme in wärmeren Wasserschichten aufhält, wo die Effizienz der Nahrungsaufnahme hoch ist, und wenn er in tieferen Wasserschichten bei niedrigen Temperaturen die Energie zum Wachstum effizient verwendet. Die Hypothese läßt sich auch auf Fische übertragen, da bei adulten Myctophiden, darüber hinaus auch bei Sergestiden und Euphausiaceen, beobachtet wurde, daß sie tagsüber regungslos im Wasser schweben (MC LAREN, 1963). Das legt die Vermutung nahe, daß die genannten Organismen durch dieses Verhalten ihren Metabolismus unter diesen Bedingungen minimieren. Im Gegensatz zu dem Mesozooplankton waren zumindest die kleineren Fischlarven bei ihrer Nahrungsaufnahme vom Faktor Licht abhängig und haben aktiv die hellen oberen Wasserschichten aufgesucht. Nach dem Fressen am Tag lassen sie sich absinken, so daß sie in der Nacht in größeren Tiefen bei niedrigeren Temperaturen (ca. 3 °C) vorkamen. Zum Teil befanden sich dann die Larven fast aller Längen schwerpunktmäßig in derselben Tiefenstufe. CLARKE (1978) hat das Ernährungsverhalten von mesopelagisch lebenden Fischen in den Gewässern vor Hawaii untersucht. Dabei stellte er eine Korrelation zwischen der Aufwärtswanderung der nächtlich fressenden Arten und der Freßaktivität fest und schließt daraus, daß die Wanderung der Fische in wärmere Wasserschichten nahe der Oberfläche eine Verarbeitung größerer Nahrungsmengen und ein schnelleres Wachstum ermöglicht.

Die größeren Larven aus Nachtfängen von *Vinciguerrria nimbaria* und *Bregmaceros sp.* nahmen die Nahrung bevorzugt in Tiefen unterhalb des Ortes auf, an dem sich die meisten aller Larven der entsprechenden Art aufhielten. Der geringe Grad der Verdauung der aufgenommenen Nährtiere deutete auf eine Nahrungsaufnahme in den Nachtstunden hin. Die größeren Larven suchen somit zum Fressen größere Tiefen innerhalb des Tiefenbereichs ihres Hauptvorkommens auf. Diese Verhaltensweise ist im Zusammenhang mit der Lebensweise der adulten Fische dieser Arten zu sehen. Die von DE ALWIS & GJØSÆTER (1988) vor zentral Ost-Afrika untersuchten adulten Myctophiden (*Diaphus garmani*, *Benthosema fibulatum*, *Myctophum brachygnatum*) fressen in der Nacht. Entsprechende Ergebnisse gab es bei 7 Myctophidenarten aus dem zentralen Atlantik (KINZER & SCHULZ, 1985). CLARKE (1978) kam für *Benthosema pterotum*, *Bolinichthys longipes*, *Diaphus schmidtii* und *Hygophum proximum* in dem Gebiet um Hawaii zu den gleichen Ergebnissen. Adulte *Vinciguerrria nimbaria* fraßen demnach überwiegend zum Sonnenuntergang und in den ersten Nachtstunden. Eine den genannten Arten entsprechende Rhythmik der Nahrungsaufnahme war auch für *Bregmaceros sp.* der Station 3 anzunehmen.

Bei allen hier behandelten Larven der Myctophiden, *Bregmaceros sp.* und von *Vinciguerrria nimbaria* lag offensichtlich eine periodische Nahrungsaufnahme vor. Fressen kleine Larven bevorzugt am Tag, so verlagert sich die Nahrungsaufnahme der größer werdenden Larven in die Nachtstunden. Mit zunehmender Länge der Larven veränderte sich also der Ort und der Zeitpunkt der bevorzugten Nahrungsaufnahme. Ändern sich die Nahrungsansprüche der Larven mit ihrer Weiterentwicklung, so wird auch die Tiefeneinstellung an das Vorkommen des Nahrungsangebotes angepaßt (FORTIER & HARRIS, 1989). Unter diesen ontogenetisch vorgegebenen Bedingungen führten die Larven tägliche Fresswanderungen durch, die auf der Station 3 bei Larven von *Vinciguerrria nimbaria* und *Bregmaceros sp.* offensichtlich durch die geringe Menge an zur Verfügung stehender Nahrung beeinflusst waren.

4.6 Verteilung von Larven und Nahrung

4.6.1 Licht und Temperatur als Faktor der räumlichen Verteilung der Fischlarven

Daß in Wasser eindringendes Licht einen Einfluß auf die Vertikalverteilung von juvenilen und adulten Myctophiden hat, beschreibt CLARKE (1973). Bei Vergleichsfängen an Voll- und Neumondnächten standen in Vollmondnächten die meisten der untersuchten Arten 50 m tiefer. Auch für die Larven der vorliegenden Untersuchung ist die Eindringtiefe des Lichts ein Faktor der die vertikale Einstellung bestimmt. Die regionalen Unterschiede in der Eindringtiefe des Lichts und die damit im Zusammenhang stehenden Unterschiede in der Vertikalverteilung der Fischlarven wurde im Kapitel 4.2 diskutiert. Besonders die kleineren Larven sind auf das Tageslicht angewiesen, um die Beute erkennen zu können. Da diese Larven nur am Tag Nahrung im Darm hatten, kann von der Nahrungsaufnahme zur entsprechenden Zeit ausgegangen werden. Erst größere *Vinciguerrria nimbaria* mit schon entwickelten Photophoren hatten auch in der Nacht gefressen und waren offensichtlich vom Tageslicht unabhängig.

Am Tag hätten hohe Lichtintensitäten möglicherweise zu einer Meidung der obersten Wasserschichten führen können. So könnte durch die starke Sonneneinstrahlung und dem sich daraus ergebenden Temperaturanstieg sowie der Erhöhung der Salinität ein für die Fischlarven unverträgliches Milieu entstehen. Vordergründig bietet zwar nach McLAREN (1963) der Aufenthalt in warmen Schichten einen energetischen Vorteil. Dies gilt aber sicherlich nur für einen artspezifischen angemessenen Temperaturbereich. Bei Überschreitung dieses Temperaturbereichs nach oben überwiegt dann der energetischer Nachteil durch einen zu starken Anstieg des Grundumsatzes. Die Larven verzichten zwar auf den Aufenthalt in nährstoffreichen Schichten, umgehen aber eine energetisch ungünstige Situation. Dies könnte erklären, warum die Larven auf Station 1 wesentlich näher zur Oberfläche standen als auf den beiden anderen Stationen, da auf Station 1 die oberflächennahen Temperaturen deutlich (bis zu 3,6 °C) unter denen der beiden anderen Stationen lagen. Dagegen spricht der Verteilungsschwerpunkt von *Bolinichthys longipes* auf der Station 2 und der *Thunnini* auf der Station 3 in den oberen 30 m Tiefe am Tag.

Für die früheste Phase der Fischontogenese ist aber die Temperatur von Bedeutung. Schlüpfen Larven an einem ungeeigneten Ort, könnten sie mit einem gerade aufgebrauchten Dottersack in Tiefen ohne ausreichendes Nahrungsangebot geraten. In diesem Fall würde das Überleben der Larven im wesentlichen vom Nahrungsangebot abhängen. GJØSÆTER & TILSETH (1988) zufolge schlüpft *Benthosema pterotum* in 21° C warmen Wasser innerhalb von 12 Stunden. Der Schlupf erfolgt, bevor die langsam aufsteigenden Eier die oberen 50 m Tiefe erreichen. Die kleinsten Larven (<2,2 mm) wurden überwiegend unterhalb von 50 m Tiefe gefangen. Der größte Teil der Dottersacklarven hielt sich sogar unterhalb von 100 m Tiefe auf - ein möglicher Grund dafür, daß in der vorliegenden Arbeit keine Dottersackstadien der Myctophiden gefangen wurden. Der Dottersack von *B. pterotum* ist bereits nach 3 bis 5 Stunden (21°C - 25°C) verbraucht (GJØSÆTER & TILSETH, 1988). Damit ist die Tiefe, in der die Eier abgelaicht werden, von Bedeutung. Da die Auftriebs- und Entwicklungsgeschwindigkeit der Eier von der Temperatur und der Dichte abhängig sind, haben die hydrographischen Faktoren neben der artspezifischen Ablaichtiefe einen bedeutenden Einfluß auf den Ort, an dem die Larven schlüpfen.

Auf der Station 3 sind bei mehreren Arten am Vormittag und z.T. nach Mitternacht die Larven in 40 m - 50 m Tiefe weniger häufig als in den umliegenden Tiefen. Dadurch entsteht eine zweigipfelige

Vertikalverteilung. Möglicherweise wird dieser Tiefenbereich von den Larven gemieden. Da in 40 m - 50 m auch das Chlorophyllmaximum ist, könnte ein Grund wieder die für die Fischlarven eingeschränkten Sichtverhältnisse beim Fressen durch eine erhöhte Trübung sein. Dagegen spricht, daß diese zweigipfelige Verteilung auch in den Nachtfängen, zur Zeit der Fresspausen, vorkommt. Außerdem ist auch das gesamte Netzplankton im genannten Tiefenbereich weniger häufig als in den umliegenden Tiefen. Das Netzplankton besteht zum überwiegenden Teil aus nicht visuell jagendem Plankton. Vielmehr dürften hydrographische Faktoren für diese Besonderheit in der Vertikalverteilung verantwortlich sein, die im vorliegenden Datenmaterial nicht erfasst sind.

4.6.2 Einfluß der Räuber und Nahrungskonkurrenten als Faktor der räumlichen Verteilung der Fischlarven

Als Nahrungskonkurrenten der Fischlarven kamen aus dem Netzplankton neben den kleinen Cephalopoden größere Copepoden und Chaetognathen in Betracht. Die Chaetognathen sind auch als potentielle Räuber der Fischlarven anzusehen. Weitere potentielle Räuber, wie z.B. juvenile und adulte Fische bzw. Cephalopoden, wurden vom Fanggerät nicht erfaßt, Aussagen über ihren Einfluß auf die Fischlarven können aus den vorliegenden Ergebnissen daher nicht abgeleitet werden. Eine kannibalische Ernährungsweise der juvenilen und adulten Myctophiden könnte ein Grund dafür gewesen sein, daß die Larven das Oberflächenwasser gemieden hatten, um so dem Wegfraß durch ihre älteren Artgenossen zu entgehen. Obwohl die von DE ALWIS & GJØSÆTER (1988) untersuchten adulten Myctophiden bevorzugt Crustaceenplankton an der Oberfläche bzw. in oberflächennahen Wasserschichten gefressen hatten, waren bei der Art *Diaphus watasei* auch Larven von Myctophiden in der Nahrung enthalten. Diese Art mit einer kannibalischen Ernährungsweise frißt aber in Bodennähe und nicht in den Wasserschichten, in denen sich die Larven bevorzugt aufhalten. RÖPKE (1992) vermutet, daß auch Thunfischlarven als potentielle Räuber der Fischlarven in Frage kommen. Ergebnisse der vorliegenden Arbeit sprechen jedoch gegen diese Vermutung, da die bis zu 6 mm langen Thunfischlarven keine Fischlarven im Darm hatten. Ob es unter den in dieser Studie untersuchten Arten juvenile bzw. adulte Fische gibt, die sich in den obersten Wasserschichten kannibalisch ernähren, wäre ein interessanter Aspekt künftiger Untersuchungen.

4.6.3 Nahrungsangebot als Faktor der räumlichen Verteilung der Fischlarven

In den meisten aus der Literatur bekannten Fällen kamen Fischlarven annähernd proportional zu ihrem Nahrungsangebot, dem Mikrozooplankton, vor. Die Larven des Kabeljaus (*Gadus morhua*) zeigen z.B. ähnlich oberflächenorientierte Vertikalverteilungsmuster wie ihre Nahrungsorganismen (ELLERTSEN *et al.*, 1977). COOMBS *et al.* (1990) und DE LAFONTAINE & GASCON (1989) konnten für Makrelenlarven (*Scomber scombrus*) zeigen, daß diese sich stets in oberflächennahen Bereichen aufhalten, in denen auch das Nahrungsangebot (Mikrozooplankton) die höchsten Konzentrationen erreicht. In der vorliegenden Untersuchung kamen die *Thunnini* der Station 3 am Tag in den oberen 40 m Tiefe vor, insbesondere im oberflächennahen Bereich von 0 m - 20 m, die Larven von *Bolinichthys longipes* der Station 2 entsprechend in 0 m - 25 m. Die *Engraulidae* der Station 1 kamen in den obersten 30 m der Wassersäule vor. Damit hielten sie sich im Bereich des höchsten Nahrungsangebots auf.

Dennoch zeigen die vorliegenden Vertikalverteilungen von Fischlarven und potentielltem Nahrungsangebot mehrheitlich, daß unter den Bedingungen im nördlichen Arabischen Meer das Nahrungsangebot nicht allein der die Vertikalverteilung prägende Faktor gewesen sein kann: Die Myctophiden, außer *Bolinichthys longipes*, die Larven von *Vinciguerria nimbaria* und *Bregmaceros*

sp. hatten in Tiefen gefressen, in denen die Nährtierkonzentrationen zum Teil nur 20 % der maximalen Konzentrationen in der Wassersäule betrugen. So stand den Larven von *Benthosema pterotum* auf der Station 3 in 50 m Tiefe, ihrem Schwerpunkt der Verteilung, ein potentiell Nahrungsangebot von 500 Nauplien/m³ zur Verfügung. Entsprechend betrug auf der Station 1 die Konzentration 2000 Ind./m³. Bei 2 Hols der Station 3 waren das kleinere Mesozooplankton und die Fischlarven zeitgleich gefangen worden. Die großen Nährtierkonzentrationen in den obersten Wasserschichten standen in keinem proportionalen Zusammenhang mit der Vertikalverteilung der Fischlarven. Die Larven verteilen sich somit nicht im Verhältnis zum erreichbaren Angebot. CONWAY *et al.* (1996) vermuten als Grund für einen fehlenden Zusammenhang zwischen der Verfügbarkeit der Nahrung und der von den Larven (*Sardina pilchardus*) vor der Nordostküste Spaniens aufgenommenen Nahrung, daß die Nahrungsbedingungen generell ausreichend sind. MICHAUD *et al.* (1997) testeten die Hypothese, daß Schwankungen im Nahrungsangebot im Zusammenhang mit einer erfolgreichen Ernährung der Larven stehen. Die Hypothese wurde nicht bestätigt, vielmehr sehen die Autoren einen Zusammenhang zwischen der Wassertemperatur und dem Ernährungserfolg der Larven des arktischen Kabeljaus (*Boreogadus saida*) in der Grönländischen See.

4.6.4 Artspezifische und ontogenetische Verhaltensmuster als Faktor der räumlichen Verteilung der Fischlarven

Ganz offensichtlich unterscheiden sich die epipelagischen Larven der Schelfarten (*Gadus morhua*, *Scomber scombrus*, *Thunnini*) in ihrem Verhalten von den mesopelagischen Familien (*Myctophidae*, *Photichthyidae*) des nördlichen Arabischen Meeres. LOEB (1979) führte eine Untersuchung zur Vertikalverteilung von Larven mesopelagischer Fische in der nordpazifischen Region durch. Die Wassersäule war stark stratifiziert, mit einer Deckschicht von ca. 40 m. Die hydrographischen Verhältnisse sind daher vergleichbar mit denen auf der Station 2 und 3 der vorliegenden Untersuchung. LOEB zeigte, daß die Larven der Art *Vinciguerria nimbaria* im Nordpazifik hauptsächlich zwischen 25 m und 50 m Tiefe vorkamen. Dies entspricht den Ergebnissen dieser Arbeit. Auch die von LOEB ermittelten Ergebnisse bei den *Myctophidae* sind ähnlich wie die der vorliegenden Studie. Die Art *Bolinichthys longipes* bevorzugte in beiden Untersuchungen fast ausschließlich die Deckschicht der Wassersäule. Die Larven der meisten anderen Arten der *Myctophidae* waren in der Untersuchung von LOEB unterhalb von 50 m Tiefe verbreitet. Nach MATSUURA *et al.* (1993) kamen Larven von *Bregmaceros atlanticus* an der Südostküste Brasiliens zu 91 % unterhalb von 40 m Tiefe vor. Ähnliches wurde in der vorliegenden Arbeit beobachtet, so lag der Verteilungsschwerpunkt der Larven von *Hygophum proximum* auch zwischen 50 m und 75 m. Die *Myctophidae* suchen im Unterschied zu epipelagischen Arten üblicherweise schon im Larvalstadium tiefere Wasserschichten auf, obwohl dort die Konzentrationen des Mesozooplanktons geringer sind. Die ontogenetische Prägung der mesopelagischen Fischlarven ist offensichtlich von größerer Bedeutung für die vertikale Einstellung der Larven in der Wassersäule als die Verteilung der Nahrung. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit belegen die offensichtlich artspezifische und ontogenetisch bestimmte Vertikalverteilung der Fischlarven, die erst in zweiter Linie durch die hydrographischen Gegebenheiten und das Nahrungsangebot beeinflusst wird.

Auch innerhalb einer Art gab es räumliche Trennungen bei den Fischlarven, d.h., kleinere und größere Larven hatten gemeinsam in einer Tiefenstufe ihren Verteilungsschwerpunkt, während sich die Larven mittlerer Größen im flacheren oder tieferen Wasser aufhielten (*Bregmaceros sp.*, *Vinciguerria nimbaria*). Dadurch soll möglicherweise eine innerartliche Nahrungskonkurrenz vermieden werden, da sich das Nahrungsspektrum der größeren Larven von dem der kleineren Larven unterscheidet. So können die Larven mittlerer Längen den kleineren Larven nicht die Beuteorganismen wegfressen. Entsprechend günstige Ernährungsbedingungen finden die Larven mittlerer Längen in ihrer bevorzugten Tiefe vor, da ihnen die großen Larven derselben Art die Beute nicht streitig machen. Eine Zunahme der bevorzugten

Aufenthaltstiefe mit zunehmender Größe der Larven war nur bei den Larven der Myctophiden eindeutig feststellbar. Hierin ist eine zunehmende Anpassung der sich entwickelnden Larven an die mesopelagische Lebensweise der Adulten zu sehen.

4.7 Schlußbetrachtung und Ausblick

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen an, daß die vertikale Verteilung von Fischlarven primär durch artspezifisches Verhalten, in Relation zur Hydrographie geprägt wird. Die Verteilung des Nahrungsangebots spielt offenbar eine sekundäre Rolle. Die in der Einleitung aus Laboruntersuchungen abgeleitete Annahme, daß überdurchschnittlich hohe Nährtierdichten für eine positive Energiebilanz der Fischlarven nötig sind (CUSHING 1975, LAURENCE 1976, HOUDE 1987, LETCHER & RICE 1997) wird durch das Verhalten der meisten hier behandelten Larven aus dem Freiland nicht unterstützt. Diese Larven meiden die durchmischte Deckschicht mit überdurchschnittlichen Nährtierkonzentrationen, vielmehr halten sie sich im strömungsstabilen Bereich der Sprungschicht auf. Bezüglich der Forderung eines strömungsstabilen Wasserkörpers stützen die vorliegenden Ergebnisse die „stability“-Hypothese von LASKER (1975) und die „Retentions“-Hypothese von ILES & SINCLAIR (1982). Für einige Fischlarvenarten wurden darüber hinaus tageszeitabhängige Vertikalwanderungen nachgewiesen, die den Wanderungen des Planktons entgegengerichtet sind. In der Nacht fand ein Absinken zu den unteren Wasserschichten statt. Dies kann im Zusammenhang mit der von MC LAREN (1963) formulierten Hypothese der optimalen Energieausnutzung gesehen werden.

Ein zentrales Ergebnis der Untersuchung war, daß die Vertikalverteilung der Fischlarven durch eine Zweigipfeligkeit geprägt war. Diese Zweigipfeligkeit fand sich z.T. auch in der Vertikalverteilung des gesamten Netzplanktons und der von den Larven gefressenen Nahrungsorganismen wieder. Daß sich adulte *B. pterotum* aus dem Golf von Oman in zwei Horizonten aufhalten können, wird von GJØSÆTER & TILSETH (1988) beschrieben: laichreife Fische befinden sich zur Zeit des Abblaus zu Beginn der Nacht zum einen nahe der Oberfläche und zum anderen in ca. 200 m bis 250 m Tiefe. Ein methodischer Fehler verursacht durch das Fanggerät konnte ausgeschlossen werden. Für die Larven einer Art ist die Aufteilung in Größengruppen, die in unterschiedlichen Tiefen stehen, offenbar eine Strategie zur innerartlichen Konkurrenzvermeidung. In diesem Zusammenhang ist bei künftigen Untersuchungen auch die Ernährung der juvenilen und adulten Stadien der behandelten Arten zu berücksichtigen. Die hydrographischen Bedingungen sind vermutlich die Ursache, daß sich die Schwerpunkte der Verteilung der Larven und des gesamten Netzplanktons zeitweise in zwei Tiefenhorizonten befanden. Weiterführende Untersuchungen sollten klären, welche Ursachen vorliegen, wenn Fischlarven und Netzplankton bestimmte Tiefenbereiche meiden.

Um den individuellen, ökologisch relevanten Aktionsraum der einzelnen Larvenarten und Größengruppen ausreichend sicher zu erfassen, sind räumlich und zeitlich kleinskalige Untersuchungen erforderlich. Vertikal und zeitlich integrierte Informationen erscheinen nicht geeignet, die Wirkung und Bedeutung einzelner Einflußgrößen auf die Überlebenschance der Larven und den Reproduktionserfolg eines Bestandes zu untersuchen.

Ergebnisse zur Ernährung einer Fischlarve, die allein durch die Analyse des Darminhalts gewonnen werden, spiegeln die Ernährungssituation nur unzureichend wider. So konnte bei der Art *Hygophum proximum* kaum Nahrung im Darm nachgewiesen werden. Die Auswertung der histologischen Präparate zeigte, daß kein Nahrungsmangel vorlag. Dies legt den Schluß nahe, daß *Hygophum proximum* den Darminhalt während des Fangvorgangs bzw. während der Fixierung ausgeschieden hatte. Dieser Umstand wird auch für die anderen Arten mit einem geraden Darmrohr angenommen. Daß Larven mit geradem Darm schneller die Nahrung ausscheiden, wird auch von LAST (1980) und CONWAY *et al* (1991,

1996) beschrieben. An den histologischen Präparaten konnte gezeigt werden, daß - obwohl generell keine langfristige Nahrungs-mangelsituation vorherrschte - kleine Larven nachts ihren Reservestoff, das Glycogen in der Leber, weitgehend abgebaut hatten. Diese Larven müssen täglich genügend Nahrung finden, da sie noch nicht über die nötigen Reserven verfügen, um einen längeren Zeitraum als eine Nacht ohne Nahrung auszukommen (WATANABE, 1985; BOOMAN, 1991; SIEG, 1995).

Zu klären gilt es auch, welche Rolle juvenile und adulte Fische als Räuber ihrer eigenen Art spielen. Adulte und größere Fischlarven anderer Taxa ernähren sich kannibalisch von ihren kleineren Artgenossen (GRAVE 1981, POMMERANZ 1981). NELLEN (1986) benennt hypothetisch die Vorteile, die ältere Larven haben, wenn sie sich von ihren jüngeren Artgenossen ernähren. So sollen die Larvenstadien der Fische die Transferorganismen für die Weitergabe von biologisch gebundener Energie sein. FOLKVORD *et al.* (1994) haben drei Kohorten von Larven der Art *Gadus morhua* in großen Tanks aufgezogen und dabei festgestellt, daß die jüngsten Larven von den ältesten Larven aufgefressen wurden. Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse konnte zumindest für die Myctophiden, *Bregmaceros sp.* und *Vinciguerria nimbaria* nicht davon ausgegangen werden, daß die jüngeren Larvenstadien den älteren Larven als Nahrungsgrundlage dienen. Die Überlebenschance der Myctophiden, *Bregmaceros sp.* und *Vinciguerria nimbarias* dürfte vielmehr von der Verfügbarkeit der geeigneten Nahrung zum geeigneten Zeitpunkt und im geeigneten Raum (Wassertiefe) abhängig sein. Die Anpassungsfähigkeit der Larven an die Umweltparameter wird dabei ganz offensichtlich durch angeborene Verhaltensmuster begrenzt, da die Larven nicht die oberflächennahen Schichten mit dem höchsten Nahrungsangebot aufsuchten. Fänden diese Larven in dem ihnen anhand eines angeborenen Verhaltensmusters zur Verfügung stehenden Aktionsraums nicht genügend Nahrung, würde ihnen ein gutes Angebot im benachbarten Tiefenbereich offenbar nicht zugänglich sein, und sie könnten trotz dieses Angebots verhungern.

5 ZUSAMMENFASSUNG

Im nördlichen Arabischen Meer wurden mit einem modifizierten BIONESS in räumlich und zeitlich kleinskaliger Auflösung Fischlarven gefangen. Es waren drei Driftstationen beprobt worden. Sie lagen an der Küste vor Oman (Station 1), im zentralen Bereich des nördlichen Arabischen Meeres (Station 2) und über dem Kontinentalschelf vor Pakistan (Station 3). Die Positionierung der einzelnen Hols erfolgte durch eine Driftboje. Die Verteilung, Entwicklungen, Ort und Zeit der Nahrungsaufnahme der Fischlarven sowie die aufgenommene Nahrung selbst wurden untersucht. Zusätzlich standen die Ergebnisse von einigen Multinetz-Fängen des kleinen Mesozooplanktons als potentiell Nahrungangebot zur Verfügung. Der räumlichen Verteilung der Larven in der durchfischten Wassersäule von 0 m - 100 m in Bezug auf den Ort und die Zeit der Nahrungsaufnahme galt das Hauptinteresse. In diesem Zusammenhang wurden folgende Themen bearbeitet:

- die Verteilung der Fischlarven in der vertikalen Wassersäule im Vergleich zum geeigneten Nahrungsangebot, zu anderen Planktongruppen und den Wassertemperaturen;
- die aus Verteilungsmustern sich anzeigende Bedeutung von Nahrungsangebot und anderen Planktonorganismen sowie der Hydrographie als Einflussfaktoren auf die Fischlarven;
- die Bedeutung der Art des Nahrungsangebots für die Fischlarven, die Bedeutung der Größenstruktur von Räuber und Beute sowie eine mögliche Spezialisierung bei Larven auf eine bestimmte Beuteart.

Zur Erfassung der kleinskaligen, räumlichen Verteilung des Planktons war die gleiche Fängigkeit der einzelnen 9 Netze eine Voraussetzung. Die Fängigkeit der einzelnen Netze wurde untersucht. Es konnte eine erhöhte Fängigkeit eines Netzes (Nr. 7) nachgewiesen werden. Die Daten wurden dementsprechend korrigiert.

Die Driftstationen wurden hydrographisch beschrieben. Die Station an der Küste vor Oman wies keine Sprungschicht auf, die Temperatur nahm kontinuierlich mit der Tiefe ab. Die beiden Untersuchungsgebiete, im zentralen nördlichen Arabischen Meer und über dem Schelfhang vor Pakistan, waren von einer stabilen Sprungschicht gekennzeichnet. Wechselnde Temperaturen und eine Veränderung in der Häufigkeit der Arten deuteten auf verschiedene Wasserkörper während der Driftphase der Station 3 hin. Hier war die Driftboje zwischenzeitlich aufgenommen worden und im tieferen Wasser wieder ausgesetzt worden.

Die Vertikalverteilung der Fischlarven orientierte sich an den hydrographischen Gegebenheiten. Die Hauptverteilungstiefen der Larven lagen auf den Stationen 2 und 3 unter der durchmischten Deckschicht. Auf der Station 1 gab es keine durchmischte Deckschicht mit einer sich darunter anschließenden Sprungschicht, die Larven hielten sich im Vergleich zu den beiden anderen Stationen 10 m bis 15 m näher zur Oberfläche auf. Die Strömungsstabilität innerhalb der Sprungschicht und eine ausreichende Lichtintensität bei der Nahrungsaufnahme werden als die Faktoren angesehen, die zu den regionalen Unterschieden in der Vertikalverteilung der Larven geführt haben. In der Regel wurden in diesen Tiefen auch am meisten Larven gefunden, die Nahrung im Verdauungstrakt hatten. Das den Fischlarven als Nahrung dienende kleinere Mesozooplankton kam überwiegend in den obersten 20 m vor. Die durchmischte Deckschicht (0 m - 30 m) wurde von den Myctophiden, *Bregmaceros sp.* und *Vinciguerrria nimbaria* gemieden. Darunter kamen die Fischlarven des öfteren in zwei Verteilungsschwerpunkten vor. Zwischen diesen Verteilungsschwerpunkten traten besonders *Benthosema pterotum* und *Vinciguerrria nimbaria* auf der Station 3 in 40 m - 50 Tiefe in verringerten Abundanzen auf.

Für die häufig vorkommenden Arten *Benthosema pterotum*, *Bolinichthys longipes*, *Bregmaceros* sp., *Hygophum proximum* und *Vinciguerrria nimbaria* wurden die Längen-häufigkeiten dargestellt. Auf der ozeanischen Station 2 waren die Larven von *Hygophum proximum*, *Bregmaceros* sp. und *Vinciguerrria nimbaria* im Mittel größer als auf den beiden anderen küstennahen Stationen. Bei den Myctophiden und z.T. bei *Vinciguerrria nimbaria* verlagerte sich mit zunehmender Larvenlänge der bevorzugte Aufenthaltsort in größere Tiefen. Dabei handelt es sich vermutlich um eine in der Ontogenese zunehmende Anpassung der Larven an die mesopelagische Lebensweise. Bei *Vinciguerrria nimbaria* und *Bregmaceros* sp. hielten sich darüber hinaus die kleinsten Larven bevorzugt in denselben Tiefen auf wie die größeren. Die Larven der mittleren Längen hingegen hatten in anderen Tiefenbereichen ihren Verteilungsschwerpunkt. Diese räumliche Aufteilung dürfte eine Strategie sein, um eine innerartliche Konkurrenz zu vermeiden.

Für *Benthosema pterotum* zeigte sich, daß sich die Art der gefressenen Nahrungsorganismen bei einer Körperlänge von ca. 4 mm änderte. Bei Larven dieser Längen konnten gleichzeitig morphologische Veränderungen beobachtet werden, die Flexion der Wirbelsäule und die Anlage eines Magens. Die Vertikalverteilung der entsprechend großen Larven wies keine Veränderungen auf.

In den Därmen der untersuchten Fischlarven wurde fast ausschließlich Crustaceenplankton gefunden. *Benthosema pterotum* wählte Ostracoda und Tintinnididae positiv aus, *Bregmaceros* sp. entsprechend die calanoiden Copepoden. *Vinciguerrria nimbaria* hatte *Corycaeus* sp. bevorzugt aufgenommen. Die Auswahl der Nahrung erfolgte entsprechend der Größe der Nahrungspartikel. Bei *Bregmaceros* sp. lag eine frühzeitige Spezialisierung auf die calanoiden Copepoden vor. Schon sehr kleine Larven fraßen große Copepoden. Die Nahrungsaufnahme erfolgte bei den kleineren Larven generell am Tag. Einige der größeren Larven, bei denen schon ein Magensack (*Bregmaceros* sp.) bzw. die Photophoren (*Vinciguerrria nimbaria*) ausgebildet waren und die Nahrung im Darm aufwiesen, kamen auch in den Nachtfängen vor. Das große Nahrungsangebot der obersten 20 m hatte bei keiner der genannten Fischlarvenarten zu einer entsprechend großen Nahrungsaufnahme geführt.

Die histologischen Untersuchungen ergaben, daß hungernde Larven mit starken Veränderungen des Leber- bzw. Darmgewebes nicht vorkamen, z.T. aber besonders kleinere Larven (*Benthosema pterotum*, <4mm) mit einem reduzierten Glycogengehalt auftraten. Diese kurzfristige Abnahme der in den Zellen eingelagerten Reservestoffe wurde dem zeitlichen Wechsel in der Nahrungs-aufnahme zwischen Tag und Nacht zugeordnet. Diese Larven waren zur Nahrungsaufnahme auf das Tageslicht angewiesen.

Die Menge des Nahrungsangebots ist dem artspezifischen Verhaltensmuster der Larven untergeordnet, da die *Myctophidae* und *Vinciguerrria nimbaria* trotz des höchsten Vorkommens der Nährtiere nicht entsprechend konzentriert waren. Ob bzw. welchen Einfluß Räuber auf die Fischlarven hatten, ließ sich im Rahmen dieser Arbeit nicht ermitteln.

Aus den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit wird der Schluß gezogen, daß die Verfügbarkeit der Nahrung für die Fischlarven nicht primär durch die Verteilung des Nahrungsangebots bestimmt wird, sondern durch artspezifische und ontogenetische Faktoren, die den individuellen Aktionsraum der Larven vorgeben. Nur innerhalb dieser Begrenzung ist das Nahrungsangebot für die Entwicklung der Fischbrut von Bedeutung. Zur Bewertung der Aufwuchsbedingungen sind summarische Informationen nicht verwertbar oder auch irreführend, sondern artspezifische Untersuchungen mit gezielter räumlicher und zeitlicher Auflösung erforderlich.

6 LITERATUR

- Ahlstrom, E.H. (1959): Vertical Distribution of Pelagic Fish Eggs and Larvae off California and Baja California. Fish. Bull. 161, 60: 107 - 146
- Ahlstrom, E.H. (1966): Distribution and Abundance of Sardine and Anchovy Larvae in the California Current Region off California and Baja California 1951-64, A Summary. US.-Fish and Wildlife Service, Spec. Sci. Rep.- Fisheries 534, 1 - 71
- Ali Khan, J. (1972): Distribution and Abundance of Fish Larvae in the Gulf of Aden and in the Waters off the Coast of W.-Pakistan in Relation to the Environment. Diss. Univ. Kiel, 191 pp.
- Aro, E.; Uitto, A.; Vuorinen, I.; Flinkman, J. (1986): The food selection of Baltic herring in late summer in the northern Baltic Sea. ICES, Copenhagen (Denmark). Baltic Fish Comm. 19 pp.
- Bailey, K.M. & Houde, E.D. (1989) Predation on early developmental stages of marine fishes and the recruitment problem. Adv. Mar. Biol. no.: 25, 1-83
- Banse, K. (1973): Upsloping of isothermes on the continental shelf off Goa and Bombay in June 1967. J. Mar. Biol. Ass. India no.: 14, 344-356.
- Banse, K. (1984): An Overview of the Hydrography and associated biological Phenomena in the Arabian Sea off Pakistan. In: B. Haq and J. Milliman (Eds.), Marine Geology and Oceanography of the Arabian Sea and costal Pakistan. pp. 271-304, Van Nostrand, New York.
- Banse, K. & McClain, C.R. (1986): Winter blooms of phytoplankton in the Arabian Sea as observed by coastal zone color scanner. Mar. Ecol. Prog. Ser. no.: 34, 201-211.
- Banse, K. (1987): Seasonality of phytoplankton chlorophyll in the central and northern Arabian Sea. Deep-Sea Res. no.: 34, 713 - 723.
- Blaxter, J.H.S. & Ehrlich, K.F., (1974): Changes in behavior during starvation of herring and plaice larvae. In: Blaxter, J.H.S. (ed.): The early life history of fish. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York: 575-588.
- Booman, C., Folkvoed, A. & Hunter, J.R., (1991): Responsiveness of starved northern anchovy *Engraulis mordax* larvae to predatory attacks by adult anchovy. Fish. Bull. no.: 89, 707-711.
- Buckley, L.-J. (1984): RNA/DNA ratio: an index for larval growth in the sea. Mar. Biol. no.: 80, 291 - 298.
- Chesson, J. (1978): Measuring preference in selective predation. Ecology 59:211-215.
- Clarke, T.A. (1973): Some aspects of the ecology of lanternfishes (Myctophidae) in the Pacific Ocean near Hawaii. Fish.Bull, U.S. 71: 401-434.
- Clarke, T.A. (1978): Diel feeding patterns of 16 species of mesopelagic fishes from Hawaiian waters. Fish.Bull Vol. 76, No. 3 pp 495-640
- Clemmesen, C. (1992): Das RNA/DNA Verhältnis als Indikator für den Ernährungszustand von Fischlarven. Dissertation der Universität Hamburg: 124 S.
- Conway, D.V.P. Tranter, P.R.G. Fernandez de Puellas, M.L. Coombs, S.H. (1991): Feeding of larval sprat (*Sprattus sprattus* L.) and sardine (*Sardina pilchardus* Walbaum) ICES-Paper, C.M. 1991/L:76

- Conway, D.V.P., Coombs, S.H., Fernandez de Puelles, M.L., Tranter, P.R.G. (1996): Feeding of larval sardine (*Sardina pilchardus* Walbaum), off the north coast of Spain. Oceanographic Lit. Rev., 1996, Vol. 43, No. 8, pp827-828
- Coombs, S.H., R.K. Pipe, C.E. Mitchell (1981): The vertical distribution of eggs and larvae of blue whiting (*Micromesistius poutassou*) and mackerel (*Scomber scombrus*) in the eastern North Atlantic and North Sea. Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer. 178: 188-195
- Coombs, S.H., Aiken, J. & Griffin, T.D. (1990): The aetiology of makrel squawning to the west of British Isles. Meeresforsch. 33: 52-75
- Coombs, S.H. & Hakanson, J. L. (1991): Diel variation in lipid and environmental composition of spread (*Sprattus sprattus*) larvae at mixed and stratified sites in German Bight of the North Sea. ICES, C.M. 1991/L: 49, 11 pp.
- Cury, P. & Roy, C. (1989): Optimal enviromental window and pelagic fish recruitment success in upwelling areas. Can. J. Fish. Aquat. Sci. no.: 46, 670-680
- Cushing, D.H. (1975): Marine ecology and fisheries. (Ed. D.H. Cushing). Cambridge Univ. Press, Cambridge: 278pp.
- De-Alwis, A. & Gjøsæter, J. (1988): Some aspects of the feeding ecology of myctophids in the waters off central East Africa. Floedevigen-Rapportser. 1988 no.: 1, pp. 17-53
- Delafontaine, Y. & Gascon, D. (1989): Ontogenetic variation in the vertical distribution of eggs and larvae of Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*). Rapp. P.-v. Réun.. Cons. int. Explor. Mer. no.: 191, 137-145
- Djawad, M.I.; Namba,-Kenji; Matsuura,-Junichi; Uematsu,-Kazumasa (1996): Oxygen consumption of ayu larvae (*Plecoglossus altivelis*) in fasting condition. Appl. Biol. Sci. Seibutsu-Seisangaku Kenkyu 1996 vol. 35, no.: 2, pp. 149-161
- Dalpadado, P. & Gjøsæter, J. (1988): Feeding ecology of the lanternfish *Benthosema pterotum* (Alcock) from the Indian Ocean. Mar. Biol. 99, 555-567
- Düing, W. (1970): The monsoon regime of the currents in the Indian Ocean. Int. Indian Ocean Exped. Oceanogr. Monogr. no.:1, 1 - 68.
- Ellertsen, B., Moksness, E., Solemdal, P., Stroemme, T., Tilseth, S., Westgard, T., Oeiestad, V. (1977): Vertical distribution and feeding of cod larvae in relation to occurence and size of prey organisms. ICES Council Meeting, paper L: 33, 31pp
- Ehrlich, K.F., J.H.S. Blaxter, R. Pemberton (1976): Morphological and histological changes during the growth and starvation of herring and plaice larvae. Mar. Biol. no.:35, 105 - 118
- Folkvord, A.; Oeiestad, V.; Kvenseth, P.G. (1994): Growth patterns of three cohorts of Atlantic cod larvae (*Gadus morhua* L.) studied in a macrocosm. ICESJ. Mar. Sci. 1994 vol. 51, no. 3, pp. 325-336
- Fortier, L. & Harris, R.P. (1989): Optimal foraging and density-dependent competition in marine fish larvae. Mar. Ecol. Prog. Ser. no.: 51, 19-33
- Frank, K.T. & Carscadden, J.E. (1989): Factors effecting recruitment variability of capelin (*Mallotus villosus*) in Northwest Atlantic. J. Cons. int. Explor. Mer no.: 45, 146-164

- Gallego, A., Heath, M.R., McKenzie, E., Cargill, L.H. (1997): Environmentally induced short-term variability in the growth rates of larval herring. *Oceanogr. Lit. Rev.*, 1997, Vol. 44, Nr. 2, pp. 150
- Gjøsæter, J. & K. Kawaguchi (1980): A review of the world resources of mesopelagic fish. *FAO Fish. Techn. Pap. no.:*193, 151 pp.
- Gjøsæter, J. & S. Tilseth (1988): Spawning behaviour, egg and larval development of the myctophid fish *Benthosema pterotum*. *Mar. Biol.* 98, 1-6
- Govoni, J.J., Boehlert, G.W. & Watanabe, Y. (1986): The physiology of digestion in fish larvae. *Env. Biol. Fish no.:* 16, 59-77
- Grave, K. (1981): Food and feeding of mackerel larvae and early juveniles in the North Sea. *Rapp. P. v. Reun. Cons. Int. Explor. Mer no.:* 178, 454 - 459
- Hartmann, J. (1970): Verteilung und Nahrung des Ichthyoneuston im subtropischen Nordostatlantik. "Meteor"-Forsch. Ergebnisse Reihe D no.: 8, 1 - 60
- Hjort, J. (1914): Fluctuations in the great fisheries of Northern Europe viewed in the light of biological research. *Rapp. P.-v. Réun. Cons. Perm. int. Explor. Mer no.:* 160, 1-228
- Hjort, J. (1926): Fluctuations in the year classes of important food fishes. *J. Cons. Perm. int. Explor. Mer no.:* 1, 5-38
- Houde, E.D. & Lovdal, J.D.A. (1982): Variability in ichthyoplankton and mikrozooplankton. Abundances and feeding by fish larvae in Biscayne Bay, Florida. *ICES C.M. L:*52.
- Houde, E.D. (1987): Fish early life dynamics and recruitment variability. *American Fisheries Society Symposium no.:* 2, 17-29.
- Hunter, J.R. (1972): Swimming and feeding behavior of larval anchovy, *Engraulis mordax*. *Fish. Bull. no.:* 70, 821-838
- Hunter, J.R. (1980): The feeding behaviour and ecology of marine fish larvae In: J.E. Bardach, J.J. Magnuson, R.C. May, J.M. Rheinhardt, (eds.). *Fish behaviour and its use in the capture and culture of fishes. ICLARM Conf. Proc. 5, Int. Center Living Aq. Res. Management, Manila, Philippines*, p. 287 - 330
- Hunter, J.R. (1981): Feeding ecology and predation of marine fish larvae. In: LASKER, R. (ed): *Marine fish larvae. Morphology, ecology and relation to fisheries. Univ. of Wash. Press, Seattle*: 33-73.
- Hunter, J.R. (1984): Inferences regarding predation on the early life stages of cod and other fishes. In: Dahl, E. D.S. Danielssen, E. E. Moksness & P. Solemdal (eds.): *The propagation of cod (Gadus morhua L.). Flødevigen Biol. Stat., Arendal Norwegen. Flødevigen Rapp. no.:* 1, 533-552
- Iles, T.D. & Sinclair, M. (1982): Atlantic herring: Stock discreteness and abundance. *Science no.:* 215, 627-633
- Ivlev, V.S. (1961): *Experimental ecology of the feeding fishes. Yale University Press. New Haven, CT.*
- Jacobs, J. (1974): Quantitative measurement of food selection, a modification of the forage ratio and Ivlev's selectivity index. *Oecologia.* 14: 413-417.
- Jenkins, -G.P., Welsford, D.C., Keough, -M.J., Hamer, P.A.. (1998): Diurnal and tidal vertical migration of pre-settlement King George whiting *Sillaginoides punctata* in relation to feeding and vertical distribution of prey in a temperate bay. *Mar-Ecol-Prog-Ser* 1998 vol. 170, pp.239-248.

- Kinzer, J. & K. Schulz (1985): Vertikal distribution and feeding patterns of midwater fish in the central equatorial Atlantic. Mar. Biol. No.:85, 313-322.
- Krey, J. & M. Barbenerd (1976): Phytoplankton production. Atlas of the International Indian Ocean Expedition. Inst. f. Meeresk. - Kiel University, 70 pp.
- Lasker, R., H.M. Feder, G.H. Theilacker, R.C. May (1970): Feeding, growth and survival of *Engraulis mordax* larvae reared in the laboratory.
- Lasker, R. (1975): Field criteria for survival of anchovy larvae: The relation between inshore chlorophyll maximum layers and successful first feeding. U.S. Fish. Bull. no.: 73: 453 - 462
- Last, J.M. (1980): The food of twenty species of fish larvae in the west-central North Sea. Fish. Res., Lowestoft 60: 1-44
- Laurence, G.C. (1976): A bioenergetic model for the analysis of feeding and survival potential of winter flounder larvae (*Pseudonleuronectes americanus*) during the period from hatching to metamorphosis. Fish Bull. no.: 75, 529 - 456
- Lazzaro, X. (1987): A review of planktivorous fish: Their evolution, feeding behaviour, selectivities and impacts. Hydrobiologia, 146, 97-167.
- Legget, W.C. & Deblois, E. (1994): Recruitment in marine fishes: Is it regulated by starvation and predation in the egg and larval stages? Neth.J.Sea Res. 1994 vol.32, no. 2, pp. 119-134.
- Letcher, B.H. & Rice, J.A. (1997): Prey patchiness and larval fish growth and survival: Inferences from an individual-based model. Ecol.-Model. 1997 vol. 95, no. 1, pp 29-43.
- Loeb, V.J. (1979): Vertical distribution and development of larval fishes in the North Pacific central gyre during summer. Fish. Bull. U.S. no.: 77(4), 777-793
- Longhurst, A.R. (1976): Vertical migration. In: The ecology of the seas (Eds.: D.H. Cushing & J.J. Walsh). Blackwell Scientific Publications, Oxford: 116-137.
- Lozan, J.L. (1992): Angewandte Statistik für Naturwissenschaftler. Berlin; Hamburg: Parey, Pareys Studentexte; Nr. 74: pp
- MacKenzie, B.R. & Leggett, W.C. (1991): Quantifying the contribution of small-scale turbulence to the encounter rates between larval fish and their zooplankton prey: effects of wind and tide. Mar. Ecol. Prog. Ser. no.: 73, 149-160
- Matsuura, Y.; De-Silva-Garcia, A.C.; Katsuragawa, M.; Suzuki, K. (1993): Distribution and abundance of two species of codlet (Teleostei, Bregmacerotidae) larvae from the south-eastern Brazilian Bight. Fish.-Oceanogr. 1993. vol. 2, no. 2, pp.82-90.
- McLaren, I.A. (1963): Effects of temperature on growth of zooplankton and the adaptive value of vertical migration. J. Fish. Res. Bd Can. no.: 20, 685-727.
- Margulies, D. (1993): Assessment of the nutritional condition of larval and early juvenile tuna and Spanish mackerel (Pisces: Scombridae) in the Panama Bight. Mar. Biol. no.: 115, 317-330
- Michaud, J.; Fortier, L.; Rowe, P.; Ramseier, R. (1997): Feeding success and survivorship of Arctic cod larvae, *Boreogadus saida*, in the northeast water Polynya (Greenland Sea). Ocean. Lit. Rev., 1997 vol. 44, no 1, pp60.

- Neilson, J.D. & Perry, R.I. (1990): Diel vertical migrations of juvenile fish: an obligate or facultative process? *Adv. Mar. Biol.* no.: 26, 115-168
- Nellen, W. (1973 a): Fischlarven des Indischen Ozeans. Ergebnisse der Fischbrutuntersuchungen während der ersten Expedition des F.S. "Meteor" in den Indischen Ozean und den Persischen Golf, Okt. 1964 bis April 1965. - "Meteor"-Forsch. - Ergebnisse, Reihe D: 14, 1 - 66
- Nellen, W. (1973 b): Untersuchungen zur Verteilung von Fischlarven und Plankton im Gebiet der Großen Meteorbank. - „Meteor“-Forsch. Ergebnisse Reihe D 13, 47-69
- Nellen, W. (1986): A hypothesis on the fecundity of bony fish. *Meeresforsch.* no.: 31, 75 - 89
- Nellen, W., Schnack, D., & Zeitschel, B. (1988). Expeditionsbericht über die Meteor-Reise 5, Abschnitt 3. Zentrum für Meeres- und Klimaforsch., Univ. Hamburg 0: 165pp.
- Nellen, W.; Bettac, W.; Roether, W.; Schnack, D.; Thiel, H.; Weikert, H.; Zeitschel, B. (1996): MINDIK (Band1), Reise Nr. 5, 2. Jan. - 24 Sept. 1987. METEOR-Berichte, Univers. Hamburg, 96-1, 275p.
- O'Connell C.P., 1980: Percentage of starving northern anchovy, *Engraulis mordax*, larvae in the sea as estimated by histological methods. *Fish. Bull. US*, 78, 475-489.
- O'Connell, C.P. & Paloma, P.A. (1981): Histochemical indications of the liver glycogen in samples of emaciated and robust larvae of the northern anchovy, *Engraulis mordax*. *Fish. Bull.* no.: 79 (4), 806-812
- Oiestad, V., Kvenseth, P.G. & Folkvord, A. (1985): Mass production of Atlantic cod juveniles *Gadus morhua* in a Norwegian salt water pond. *Trans. Am. Fish. Soc.* no.: 114, 590-595
- Oozeki, Y.T. Ishii & Hirano, R. (1989): Histological study of the effects of starvation on reared and wild-caught larval stone flounder, *Kareius bicoloratus*. *Mar. Biol.* no.: 100, 269-275
- Owen, R.W. (1981): Microscale plankton patchiness in the larval anchovy environment. *Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer* 178: 364-368
- Pommeranz, T. (1981): Observations on the predation of herring (*Clupea harengus*) and sprat (*Sprattus sprattus*) L.) on fish eggs and larvae in the southern North Sea. *Rapp. P.-v. Räum. Cons. int. Explor. Mer.* no.: 178, 402-404
- Powell, A.B. & Chester, A.J. (1985): Morphometric indices of nutritional condition and sensitivity to starvation of spot larvae. *Trans. Am. Fish. Soc.* no.: 114, 338-347
- Prasad, R.P. (1969): Zooplankton biomass in the Arabian Sea and the Bay of Bengal with a discussion on the fisheries in the region. *Proc. nat. Inst. Sci. India*, no.: 35B, 399 - 437
- Röpke, A. (1989a): Day/night differences in determination of growth rate of mackerel *Scomber scombrus* larvae during a patch-study in the Celtic Sea. *Mar. Biol.* no.: 102, 439 - 443.
- Röpke, A. (1989b): Small-scale vertical distribution of ichthyoplankton in the Celtic Sea in April 1986. *Meeresforsch.* no.: 32, 192-203.
- Röpke, A. (1992): Eine vergleichende Studie zur Vertikalverteilung von Fischlarven in Relation zur physikalischen Stratifikation der Wassersäule im nördlichen Arabischen Meer. Zentrum für Meeres & Klimaforschung. Univers. Hamburg, pp 1 - 152.

- Rothschild, B.J. & Osborn, T.R. (1988): Small-scale turbulence and plankton contact rates. J. Plankton Res. no.: 10, 465-474
- Ryther, J.H. & E.M. Menzel (1965): On the production, composition and distribution of organic matter in the western Arabian Sea. Deep-Sea Res. no.: 12, 199 - 209
- Ryther, J.H., Hell, J.R., Pease, A.K., Bakun, A., & Jones, M.M (1966): Primary production in relation to the chemistry and hydrography of the western Indian Ocean. Limnol. Oceanogr. no.: 11, 371 - 380.
- Schadt, J. (1986): Eine vergleichende Betrachtung der Planktonsituation auf den Laichplätzen des Downs- und Buchan- Herings während der Fortpflanzungszeit beider Bestände. Dipl. Arbeit, Univ. Kiel, 146 pp.
- Schnack, D. (1974): On the Biology of Herring Larvae in Schlei Fjord, Western Baltic. Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer, no.: 166, 114 - 123
- Schnack, D. & Rosenthal, H. (1978): Shrinkage of Pacific herring larvae due to formal fixation and preservation. Meeresforsch. no.: 26, 222 - 226.
- Shetye, S.R., Shenoi, S.C., & Sundar, D. (1991): Observed low- frequency currents in the deep mid-Arabian Sea. Deep-Sea Res. no.: 38, 57 - 65.
- Shevchenko, N.F. (1986): Feeding of *Vinciguerria nimbaria* in the tropical zone of the Atlantic. Scripta Technica, 1987. org.pub. in Voprosy Ikhtiologii, No. 3, 1986, pp.434-439.
- Sieg, A. (1992b): A histological study on the nutritional condition of larval and metamorphosing fishes of the genus *Vinciguerria* (Photichthyidae) sampled in two contrasting environments. J. Appl. Ichthyol. no.: 8, 154-163.
- Sieg, A. (1995): Histologische Kriterien zur Erfassung unterschiedlicher Ernährungszustände bei frühen Lebensstadien der Südwestatlantischen Sardelle *Engraulis anchoita* HUBBS & MARINI 1935, und das Auftreten verschieden ernährter Larven dieser Art in hydrographisch abweichenden Regionen ihres Rekrutierungsgebietes. Zentrum für Meeres & Klimaforschung. Univers. Hamburg, pp 1 - 134.
- Sissenweine, M.P. (1984): Why do fish populations vary? In: R.M. May (ed.). Exploitation of marine Communi- ties, Dahlem Konferenzen, Springer Verlag, p. 59 - 94
- Smith, P.E. & S.L. Richardson (1977): Standard techniques for pelagic fish egg and larva surveys. FAO Fish. Techn. Paper No. 175, 100 pp.
- Sundby, S. & Fossum, P. (1990): Feeding conditions of Arcto-Norwegian cod larvae compared with the Rothschild-Osborn theory on small-scale contact rates. J. Plankton Res. no.: 12, 1153-1162
- Theilacker, G.H. (1978): Effect of starvation on the histological and morphological characteristics of Jack Mackerel, *Trachurus symretricus* larvae. Fish. Bull. no.: 76, 403 - 413
- Theilacker G.H. (1986): Starvation - induced mortality of young sea-caught Jack Mackerel, *Trachurus symmetricus*, determined with histological and morphological methods. Fish. Bull. no.: 81, 1 - 17
- Trinkaas, S. (1991): Untersuchungen zur Häufigkeitsverteilung und Zusammensetzung des kleinen Mesozooplanktons in drei Regionen des Arabischen Meeres. Unveröff. Abschlußbericht zum DFG-Projekt Ne 99/22 (Univ. Hamburg)

- Turner, J.T. (1984): The feeding ecology of some zooplankters that are important prey items of larval fish. NOAA, Tech. Rep., NMFS no.: 7, 28pp.
- Ueberschär, B. (1999): Die Trypsinaktivität als biochemischer Indikator zur Bestimmung des Ernährungszustandes sowie der Fressaktivität von Fischlarven und seine Anwendung in Feldstudien. Dissertation. Institut für Meereskunde. Kiel.
- Van Develde, T.; Legrendre, L.; Therriault, J-C.; Demers, S.; Bah, A. (1987): Subsurface chlorophyll maximum and hydrodynamics of the water column. J. Mar. Res. no.: 45, 377-396
- Walline, P. (1987): Growth and ingestion rates of larval fish populations in the coastal waters of Israel. J. Plankton Res. 9: 91 - 102
- Watanabe, Y. (1985): Histological changes in the liver and intestine of freshwater goby larvae during short-term starvation. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish no.: 51, 707-709
- Wosnitza, C. (1975): Die Nahrung von Fischbrut in der westlichen Ostsee. Ber. dt. wiss. Komm. Meeresforsch. no.: 24, 79 - 92.
- Wyat, T. (1980): The growth season in the sea. i. Plankton Res. no.: 2, 81 - 96
- Wyrski, K. (1971): Oceanographic atlas of the International Indian Ocean Expedition. Nat. Sci. Found., Washington D.C.
- Wyrski, K. (1973): Physical oceanography of the Indian Ocean Expedition. In: The biology of the Indian Ocean. Nat. Sci. Found., Washington D.C.
- Yin, M.C. & Blaxter, J.H.S. (1987): Escape speeds of marine fish larvae during early development and starvation. Mar. Biol. no.: 96, 459-468
- Zavala-Garcia, F. & Flores-Coto, C. (1994): Growth, mortality and feeding habits of *Bregmaceros cantori* larvae and juveniles from the southern Gulf of Mexico. Trop.-Ecol. 1994 vol. 35, no. 2, pp.185-198

Vertikalverteilung und kleinskalige räumlich-
zeitliche Struktur der Nahrungsaufnahme
dominanter Fischlarven
im nördlichen Arabischen Meer

Band II: Abbildungen

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Naturwissenschaften
im Fachbereich Biologie
der Universität Hamburg

vorgelegt von
Andreas Nerlich

Hamburg
im Februar 2002

Genehmigt vom
Fachbereich Biologie der
Universität Hamburg
auf Antrag von Herrn Professor Dr. W. NELLEN

Weitere Gutachter der Dissertation:
Herr Professor Dr. D. Schnack

Tag der Disputation: 05. Juli 2002

Hamburg, den 21. Juni 2002



A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Udo Wienand'.

Professor Dr. U. Wienand
Dekan

Verzeichnis der Abbildungen

Seite

Abbildung 5: Fangmengen des Planktons der Netze 2 bis 8 des modifizierten Multinetzes: Vergleich aus 11 Horizontalhols, dargestellt als Notch-Box & Whisker-Plot. Angegeben sind die Mediane als horizontale Linie in einer Box, deren Grenzen das obere und untere Quartil umfassen. Die vertikalen Linien erstrecken sich bis zu den Minima und Maxima. Die Standardabweichungen werden als Einkerbung in einer Box angezeigt.	7
Abbildung 6: Schematisierte Darstellung des modifizierten Multinetzes. Netz 4 befindet sich im geöffneten Zustand. Ein Neigungswinkel von 45° entspricht einer lotrechten Netzöffnung.	7
Abbildung 7: Die mittleren Neigungswinkel des modifizierten Multinetzes in Abhängigkeit von der Einstromgeschwindigkeit. Zur Einteilung der auf der x-Achse dargestellten Geschwindigkeitskategorien, siehe Kap.3.1 (siehe Tabelle). Anzahl der Horizontalhols: 12. Erklärungen zum Notch-Box- & Whisker-Plot sind der Legende der Abb.6 zu entnehmen.	9
Abbildung 8: Die mittleren Neigungswinkel des modifizierten Multinetzes in Abhängigkeit von der Einsatztiefe des Gerätes. Anzahl der Horizontalhols: 12. Erklärungen zum Notch-Box- & Whisker-Plot sind der Legende der Abb. 6 zu entnehmen.	9
Abbildung 9: Einstromgeschwindigkeiten der Netze 2 bis 8 des modifizierten Multinetzes in konstanter Tiefe. Anzahl der Horizontalhols: 11. Erklärungen zum Notch-Box- & Whisker-Plot sind der Legende der Abb. 6 zu entnehmen.	9
Abbildung 10: Änderungen im Neigungswinkel des modifizierten Multinetzes in Abhängigkeit von dem jeweils geöffneten Netz, angegeben als prozentuale Abweichung vom Durchschnittswert eines Hols. Die Null-Linie kennzeichnet die durchschnittliche Geräteeigung. Anzahl der Horizontalhols: 10. Erklärungen zum Notch-Box- & Whisker-Plot sind der Legende der Abb. 6 zu entnehmen.	10
Abbildung 11: Standardabweichung vom mittleren Neigungswinkel des Fanggeräts in Abhängigkeit von dem jeweils geöffneten Netz. Dargestellt als Anteile (%) der aufsummierten Standardabweichungen der 8 Netze, die im Mittel über 10 Vergleichshols erfasst wurden. Erklärungen zum Notch-Box- & Whisker-Plot sind der Legende der Abb. 6 zu entnehmen.	10
Abbildung 12: Die Einstromgeschwindigkeiten der Netze 2 bis 9 in unterschiedlichen Tiefen. Anzahl der Schräghols: 48. Erklärungen zum Notch-Box- & Whisker-Plot sind der Legende der Abb.6 zu entnehmen.	11
Abbildung 13: Standardabweichung vom mittleren Neigungswinkel des Fanggeräts in Abhängigkeit von dem jeweils geöffneten Netz. Dargestellt als Anteile (%) der aufsummierten Standardabweichungen der 9 Netze, die im Mittel über 48 Schräghols erfasst wurden. Erklärungen zum Notch-Box- & Whisker-Plot sind der Legende der Abb. 6 zu entnehmen.	11
Abbildung 14: Temperaturprofile der drei Driftstationen. Für jede 5 m Stufe sind der Mittelwert (senkrechter Strich), der obere und untere 95%ige Vertrauensbereich (Rechteck) und die Extremwerte (horizontale Linie) angegeben.	12
Abbildung 15: Temperaturen in drei Wassertiefen auf der Station 1 im Verlauf der Driftphase.	12
Abbildung 16: Temperaturen in drei Wassertiefen auf der Station 2 im Verlauf der Driftphase. Obere Linie: Untergrenze der durchmischten Deckschicht, bzw. Obergrenze der Thermocline (Übergang des Kurvenverlaufs von senkrecht in konvex, vgl. Abb.14). Untere Linie: Untergrenze der Thermocline (Wendepunkt des Kurvenverlaufs von konvex in konkav, vgl. Abb.14)	13
Abbildung 18: Temperaturen in drei Wassertiefen auf der Station 3 im Verlauf der Driftphase.	14
Abbildung 19: Driftstation 3, Verlauf der Thermocline während der Driftphase.	14
Abbildung 20: Station 1: Zusammensetzung des restlichen Netzplanktons (Ohne Ichthyoplankton, Cephalopoden). Geschätzte Anteile der einzelnen Gruppen an der Gesamtanzahl Organismen im Netzplankton.	15
Abbildung 21: Station 1: Vertikalverteilung von 4 Planktongruppen. Aufgetragen sind die Anteile (%) der Gesamtabundanz eines Hols pro m ² , die im Mittel über die Vergleichshols je 5m-Tiefenstufe erfasst wurden (graue Balken) und die Standardfehler dieser Mittelwerte (dünne Linien). Die Pfeilspitze weist auf den Mittleren Verteilungsschwerpunkt, das „Centre of Mass“ (vgl. Kap. 2.4.2) aller Organismen der jeweiligen Gruppe. Der senkrechte Strich am Pfeilende gibt den Interquartilbereich an, er umfasst die zentralen 50 % der CM-Werte der einzelnen Hols. Für jede Organismengruppe ist die Anzahl der Vergleichshols und die absolute Anzahl (n) der Organismen bzw. das Verdrängungsvolumen (Vol.) angegeben.	15
Abbildung 22: Station 2: Zusammensetzung des Netzplanktons. Geschätzte Anteile der einzelnen Gruppen an der Gesamtanzahl Organismen im Netzplankton.	16
Abbildung 23: Station 2: Vertikalverteilung des Netzplanktons zu 4 verschiedenen Tageszeiten. Aufgetragen sind die Anteile (%) der Gesamtmenge (Verdrängungsvolumen) pro m ² , die je 5 m – Tiefenstufe erfasst wurden. Zur weiteren Erklärung siehe Legende zur Abb.: 21.	16

Abbildung 24: Station 2: Vertikalverteilung der Cephalopoden zu 4 verschiedenen Tageszeiten. Angegeben sind relative Werte, die sich auf Individuen pro 100 m ² beziehen. Zur weiteren Erklärung siehe Legende zur Abb.: 21.	17
Abbildung 25: Station 2: Vertikalverteilung der Fischlarven zu 4 verschiedenen Tageszeiten. Angegeben sind relative Werte, die sich auf Individuen pro 100 m ² beziehen. Zur weiteren Erklärung siehe Legende zur Abb.: 21.	17
Abbildung 26: Station 2: Vertikalverteilung der Fischeier zu 4 verschiedenen Tageszeiten. Angegeben sind relative Werte, die sich auf Individuen pro 100 m ² beziehen. Zur weiteren Erklärung siehe Legende zur Abb.: 21.	18
Abbildung 27: Station 3: Zusammensetzung des Netzplanktons. Geschätzte Anteile der einzelnen Gruppen an der Gesamtanzahl Organismen des Netzplanktons.	19
Abbildung 28: Station 3: Vertikalverteilung des Netzplanktons zu 4 verschiedenen Tageszeiten. Angegeben sind relative Werte, die sich auf das Verdrängungsvolumen pro 100 m ² beziehen. Zur weiteren Erklärung siehe Legende zur Abbildung 21.	19
Abbildung 31: Station 3: Vertikalverteilung der Fischeier zu 4 verschiedenen Tageszeiten. Angegeben sind relative Werte, die sich auf Individuen pro 100 m ² beziehen. Zur weiteren Erklärung siehe Legende zur Abb.: 21.	21
Abbildung 32: Station 1: Vertikalverteilung ausgewählter Fischlarventaxa. Die Häufigkeiten (n) beziehen sich auf Individuen pro 1m ² . Aufgetragen sind die Anteile (%) der Gesamtabundanz pro m ² , die im Mittel über die Vergleichshols je 5m – Tiefenstufe erfasst wurden (graue Balken) und die Standardfehler dieser Mittelwerte (dünne Linien). Die Pfeilspitze weist auf den Mittleren Verteilungsschwerpunkt, das „Centre of Mass“ (vgl.Kap. 2.4.2) aller Organismen der jeweiligen Gruppe. Der senkrechte Strich am Pfeilende gibt den Interquartilbereich an, er umfasst die zentralen 50 % der CM-Werte der einzelnen Hols.	22
Abbildung 33: Station 1: Zeitliche Variation im Schwerpunkt der Tiefenverteilung (Centre of mass) von 4 Fischlarventaxa im Verlauf der Driftphase. Die Punkte geben die Verteilungsschwerpunkte der Larven aus Nachtfängen an, die Kreuze die entsprechenden Werte aus Tagfängen.	23
Abbildung 34: Station 2: Zeitliche Variation der Abundanzen von 4 Fischlarventaxa im Verlauf der Driftphase. Die Punkte geben die Anzahlen pro m ² der Larven aus Nachtfängen an, die Kreuze die entsprechenden Werte aus Tagfängen.	24
Abbildung 35: Station 2: Zeitliche Variation im Schwerpunkt der Tiefenverteilung (Centre of mass) von 4 Fischlarventaxa im Verlauf der Driftphase. Die Punkte geben die Verteilungsschwerpunkte der Larven aus Nachtfängen an, die Kreuze die entsprechenden Werte aus Tagfängen.	24
Abbildung 36: Station 2: Vertikalverteilung von <i>Hygophum proximum</i> zu 4 verschiedenen Tageszeiten. Weitere Erklärungen siehe Legende zu Abb. 32.	25
Abbildung 37: Station 2: Vertikalverteilung von <i>Vinciguerrria nimbaria</i> zu 4 verschiedenen Tageszeiten. Weitere Erklärungen siehe Legende zu Abb. 32.	25
Abbildung 38: Station 2: Vertikalverteilung von <i>Diaphus sp</i> zu 4 verschiedenen Tageszeiten. Weitere Erklärungen siehe Legende zu Abb. 32.	26
Abbildung 39: Station 2: Vertikalverteilung von <i>Bolinichthys longipes</i> zu 4 verschiedenen Tageszeiten. Weitere Erklärungen siehe Legende zu Abb. 32.	26
Abbildung 40: Station 2: Vertikalverteilung von <i>Bregmaceros sp.</i> zu 4 verschiedenen Tageszeiten. Weitere Erklärungen siehe Legende zu Abb. 32.	27
Abbildung 41: Station 3: Zeitliche Variation der Abundanzen von von <i>Benthosema pterotum</i> , <i>Vinciguerrria nimbaria</i> , <i>Synagrops sp.</i> , <i>Diaphus sp.</i> , Champsodontidae, Gobiidae und Thunnini im Verlauf der Driftphase. Die Punkte geben die Anzahlen der Larven pro m ² aus Nachtfängen an, die Kreuze die entsprechenden Werte aus Tagfängen. Die senkrechte Linie markiert das Ende des ersten bzw. den Beginn des zweiten Abschnitts.	28
Abbildung 42: Station 3: Zeitliche Variation im Schwerpunkt der Tiefenverteilung (Centre of mass) von 4 Fischlarventaxa im Verlauf der Driftphase. Die Punkte geben die Verteilungsschwerpunkte der Larven aus Nachtfängen an, die Kreuze die entsprechenden Werte aus Tagfängen.	29
Abbildung 43: Station 3: Vertikalverteilung von <i>Benthosema pterotum</i> zu 4 verschiedenen Tageszeiten. Zur weiteren Erklärung siehe Legende der Abb. 32.	30
Abbildung 44: Station 3: Vertikalverteilung von <i>Vinciguerrria nimbaria</i> zu 4 verschiedenen Tageszeiten. Zur weiteren Erklärung siehe Legende der Abb. 32.	30
Abbildung 45: Station 3: Vertikalverteilung von <i>Synagrops sp.</i> zu 4 verschiedenen Tageszeiten. Zur weiteren Erklärung siehe Legende der Abb. 32.	31
Abbildung 46: Station 3: Vertikalverteilung der Champsodontidae zu 4 verschiedenen Tageszeiten. Zur weiteren Erklärung siehe Legende der Abb. 32.	31
Abbildung 47: Station 3: Vertikalverteilung von <i>Diaphus sp.</i> zu 4 verschiedenen Tageszeiten. Zur weiteren Erklärung siehe Legende der Abb. 32.	32

Abbildung 48: Station 3: Vertikalverteilung der Gobiidae zu 4 verschiedenen Tageszeiten. Zur weiteren Erklärung siehe Legende der Abb. 32.	32
Abbildung 49: Station 3: Vertikalverteilung von <i>Bregmaceros sp.</i> zu 4 verschiedenen Tageszeiten. Zur weiteren Erklärung siehe Legende der Abb. 32.	33
Abbildung 50: Station 3: Vertikalverteilung der Thunnini zu 4 verschiedenen Tageszeiten. Zur weiteren Erklärung siehe Legende der Abb. 32.	33
Abbildung 51: Station 3: Vertikalverteilung der Callionymidae zu 4 verschiedenen Tageszeiten. Zur weiteren Erklärung siehe Legende der Abb. 32.	34
Abbildung 52: Station 3: Vertikalverteilung von <i>Hygophum proximum</i> zu 4 verschiedenen Tageszeiten. Zur weiteren Erklärung siehe Legende der Abb. 32.	34
Abbildung 53: Station 1: Längenhäufigkeitsverteilung von <i>Benthosema pterotum</i> , <i>Bregmaceros sp.</i> , <i>Vinciguerrria nimbaria</i> und <i>Hygophum proximum</i> aus Tagfängen (Kreise) und Nachtfängen (Punkte).	35
Abbildung 54: Station 2: Längenhäufigkeitsverteilung von <i>Hygophum proximum</i> , <i>Vinciguerrria nimbaria</i> , <i>Bolinichthys longipes</i> und <i>Bregmaceros sp.</i> aus Tagfängen (Kreise) und Nachtfängen (Punkte).	36
Abbildung 55: Station 3: Längenhäufigkeitsverteilung von <i>Benthosema pterotum</i> , <i>Vinciguerrria nimbaria</i> und <i>Bregmaceros sp.</i> aus Tagfängen (Kreise) und Nachtfängen (Punkte).	37
Abbildung 56: Station 1: Nahrungsaufnahme zweier Fischlarvenarten (graue Balken) in Gegenüberstellung mit der Vertikalverteilung aller Fischlarven aus Hols, in denen Larven gefressen haben (schwarze Balken), dargestellt für <i>Benthosema pterotum</i> und <i>Bregmaceros sp.</i> Graue Balken: Aufgetragen sind die Anteile (%) der Gesamt-Nahrungsaufnahme von Fischlarven eines Hols, die im Mittel über die Vergleichshols je 5 m-Tiefenstufe erfasst wurden (Balken) und die Standardfehler dieser Mittelwerte (dünne Linien). Die Nahrungsaufnahme in den einzelnen Tiefenstufen leitet sich aus dem Produkt des Anteils der Gesamtabundanz Beutetiere pro m ² und des Anteils der Gesamtabundanz fressende Larven pro m ² ab (Nahrungskennwert, siehe Kap.2.4.2.). Schwarze Balken: Aufgetragen sind die Anteile (%) der Gesamtabundanz Fischlarven eines Hols pro m ² , die im Mittel über die Vergleichshols je 5 mTiefenstufe erfasst wurden (Balken) und die Standardfehler dieser Mittelwerte (dünne Linien).	38
Abbildung 57: Station 2: Nahrungsaufnahme von 5 Larvenarten (graue Balken) in Gegenüberstellung mit der Vertikalverteilung aller Larven aus Hols, in denen Larven gefressen haben (schwarze Balken). Zur weiteren Erklärung siehe Legende zu Abb. 56.	39
Abbildung 58: Station 2: Nahrungszusammensetzung von <i>Vinciguerrria nimbaria</i> aus Nachtfängen. Es sind die relativen Anteile der Nahrungsorganismen angegeben. Oben 12,0 - 14,9 mm lange Larven (Anzahl Beutetiere, n= 547), unten 15,0 - 21,0 mm lange Larven (Anzahl Beutetiere, n= 92).	40
Abbildung 59: Station 3: Nahrungsaufnahme von 9 Larvenarten (graue Balken) in Gegenüberstellung mit der Vertikalverteilung aller Larven aus Hols, in denen Larven gefressen haben (schwarze Balken). Zur weiteren Erklärung siehe Legende zu Abb. 56.	41
Abbildung 59 Fortsetzung: Station 3: Nahrungsaufnahme von 9 Larvenarten (graue Balken) in Gegenüberstellung mit der Vertikalverteilung aller Larven aus Hols, in denen Larven gefressen haben (schwarze Balken). Zur weiteren Erklärung siehe Legende zu Abb. 56.	42
Abbildung 60: Station 3: Nahrungszusammensetzung von <i>Benthosema pterotum</i> . Es sind die relativen Anteile der Nahrungsorganismen angegeben. Oben 2,15 - 3,95 mm lange Larven (Anzahl Beutetiere, n=579), unten 4,00 - 10,30 mm lange Larven (Anzahl Beutetiere, n= 286).	43
Abbildung 61: Station 3: Verhältnis zwischen der Länge von <i>Benthosema pterotum</i> und der Länge gefressenerer Nährtiere als lineare Regression. Die senkrechte Linie bei einer Larvenlänge von 4 mm markiert die Grenze zwischen den gewählten Größengruppen.	44
Abbildung 62: Station 3: Nahrungszusammensetzung von <i>Bregmaceros sp.</i> aus Tagfängen. Es sind die relativen Anteile der Nahrungsorganismen angegeben. Oben 1,4 - 2,5 mm lange Larven (Anzahl Beutetiere, n= 126), unten 2,6 - 13,3 mm lange Larven (Anzahl Beutetiere, n= 264).	45
Abbildung 63: Station 3: Nahrungszusammensetzung von <i>Vinciguerrria nimbaria</i> . Es sind die relativen Anteile der Nahrungsorganismen angegeben. Oben 3,75 - 8,00 mm lange Larven (Anzahl Beutetiere, n= 95), unten 8,15 - 13,28 mm lange Larven (Anzahl Beutetiere, n= 133).	46
Abbildung 64: Station 3: Verhältnis zwischen der Länge von <i>Vinciguerrria nimbaria</i> und der Länge gefressenerer Nährtiere als lineare Regression. Die senkrechte Linie bei einer Larvenlänge von 8,15 mm markiert die Grenze zwischen den gewählten Größengruppen.	47

Abbildung 65: Hol 174: Zusammensetzung der von <i>Benthosema pterotum</i> (Länge 2,60 - 3,95mm) gefressenen Nährtiere (oben) sowie das Nahrungsangebot in einer Tiefe von 20 - 80 m (unten). Die Größenklassen der gefressenen Nährtiere und die des Nahrungsangebots entsprechen sich. n=80 Nährtiere aus 42 Larven.	48
Abbildung 66: Hol 186: Zusammensetzung der von <i>Benthosema pterotum</i> (Länge 2,55 - 3,90mm) gefressenen Nährtiere (oben) sowie das Nahrungsangebot in einer Tiefe von 20 - 100 m (unten). Die Größenklassen der gefressenen Nährtiere und die des Nahrungsangebots entsprechen sich. n=74 Nährtiere aus 59 Larven.	49
Abbildung 67: Hol 174: Zusammensetzung der von <i>Benthosema pterotum</i> (Länge 4,0 - 7,8mm) gefressenen Nährtiere (oben) sowie das Nahrungsangebot in einer Tiefe von 20 - 100 m (unten). Die Größenklassen der gefressenen Nährtiere und die des Nahrungsangebots entsprechen sich. n=49 Nährtiere aus 25 Larven.	50
Abbildung 68: Hol 186: Zusammensetzung der von <i>Benthosema pterotum</i> (Länge 4,0 - 7,7mm) gefressenen Nährtiere (oben) sowie das Nahrungsangebot in einer Tiefe von 20 - 80 m (unten). Die Größenklassen der gefressenen Nährtiere und die des Nahrungsangebots entsprechen sich. n=19 Nährtiere aus 13 Larven.	51
Abbildung 69: Hol 186: Zusammensetzung der von <i>Bregmaceros sp.</i> (Länge 1,8 - 11,7mm) gefressenen Nährtiere (oben) sowie das Nahrungsangebot in einer Tiefe von 20 - 80 m (unten). Die Größenklassen der gefressenen Nährtiere und die des Nahrungsangebots entsprechen sich. n=70 Nährtiere aus 24 Larven.	52
Abbildung 70: Hol 174: Zusammensetzung der von <i>Bregmaceros sp.</i> (Länge 3,3 - 18,3mm) gefressenen Nährtiere (oben) sowie das Nahrungsangebot in einer Tiefe von 20 - 60 m (unten). Die Größenklassen der gefressenen Nährtiere und die des Nahrungsangebots entsprechen sich. n=16 Nährtiere aus 9 Larven.	53
Abbildung 71: Hol 174: Zusammensetzung der von <i>Bregmaceros sp.</i> (Länge 1,4 - 2,5mm) gefressenen Nährtiere (oben) sowie das Nahrungsangebot in einer Tiefe von 20 - 80 m (unten). Die Größenklassen der gefressenen Nährtiere und die des Nahrungsangebots entsprechen sich. n=36 Nährtiere aus 13 Larven.	54
Abbildung 72: Hol 174: Zusammensetzung der von Champsodontidae (Länge 3,3 - 18,3mm) gefressenen Nährtiere (oben) sowie das Nahrungsangebot in einer Tiefe von 20 - 80 m (unten). Die Größenklassen der gefressenen Nährtiere und die des Nahrungsangebots entsprechen sich. n=123 Nährtiere aus 23 Larven.	55
Abbildung 73: Hol 174: Zusammensetzung der von <i>Synagrops sp.</i> (Länge 2,75 - 7,00mm) gefressenen Nährtiere (oben) sowie das Nahrungsangebot in einer Tiefe von 20 - 100 m (unten). Die Größenklassen der gefressenen Nährtiere und die des Nahrungsangebots entsprechen sich. n=87 Nährtiere aus 27 Larven.	56
Abbildung 74: Hol 174: Zusammensetzung der von <i>Vinciguerria nimbaria</i> (Länge 4,5 - 13,5mm) gefressenen Nährtiere (oben) sowie das Nahrungsangebot in einer Tiefe von 20 - 100 m (unten). Die Größenklassen der gefressenen Nährtiere und die des Nahrungsangebots entsprechen sich. n=37 Nährtiere aus 15 Larven.	57
Abbildung 75: Hol 186: Zusammensetzung der von <i>Vinciguerria nimbaria</i> (Länge 9,0 - 10,0mm) gefressenen Nährtiere (oben) sowie das Nahrungsangebot in einer Tiefe von 20 - 60 m (unten). Die Größenklassen der gefressenen Nährtiere und die des Nahrungsangebots entsprechen sich. n=20 Nährtiere aus 5 Larven.	58
Abbildung 76: Hol 174: Nahrungsaufnahme drei fressender Fischlarvenarten (graue Balken) in Gegenüberstellung mit den Vertikalverteilungen des potentiellen Nahrungsangebots (Kurven). Graue Balken: Aufgetragen sind die Anteile (%) der Gesamt-Nahrungsaufnahme, die je 5 m Tiefenstufe erfasst wurden. Die Nahrungsaufnahme in den einzelnen Tiefenstufen leitet sich aus dem Produkt des Anteils der Gesamtabundanz Beutetiere pro m ² und des Anteils der Gesamtabundanz fressende Larven pro m ² ab (Nahrungskennwert, siehe Kap.2.4.2.).	59
Abbildung 77: Hol 186: Nahrungsaufnahme von zwei Fischlarvenarten (graue Balken) in Gegenüberstellung mit den Vertikalverteilungen des potentiellen Nahrungsangebots (Kurven) des zu Hol 186 entsprechenden Mesozooplankton-Hols. Einzelheiten, siehe Legende der Abb. 76.	60

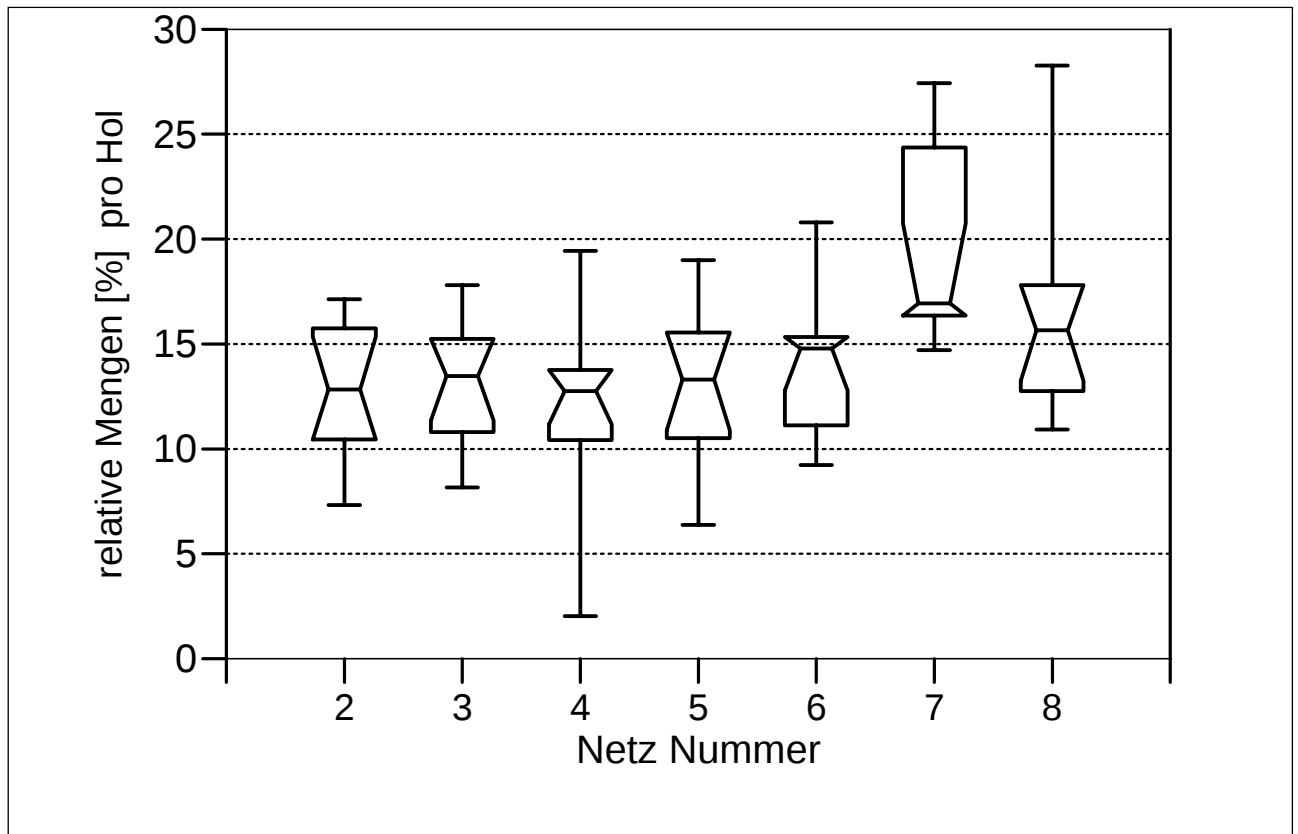


Abbildung 5: Fangmengen des Planktons der Netze 2 bis 8 des modifizierten Multinetzes: Vergleich aus 11 Horizontalhols, dargestellt als Notch-Box & Whisker-Plot. Angegeben sind die Mediane als horizontale Linie in einer Box, deren Grenzen das obere und untere Quartil umfassen. Die vertikalen Linien erstrecken sich bis zu den Minima und Maxima. Die Standardabweichungen werden als Einkerbung in einer Box angezeigt.

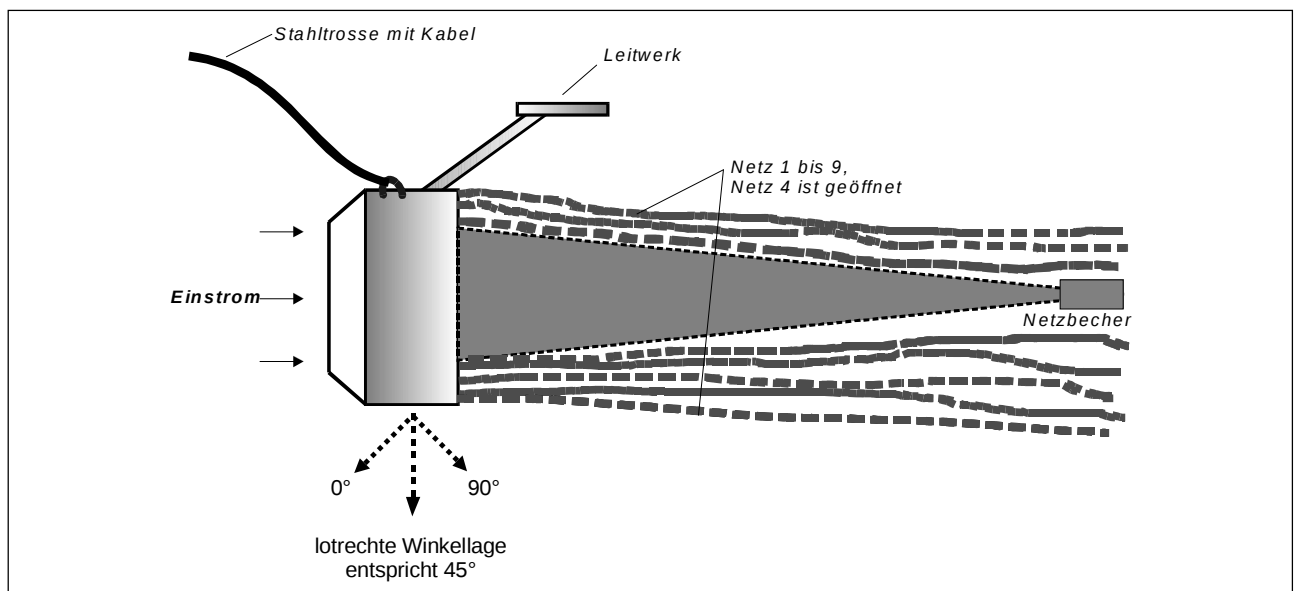
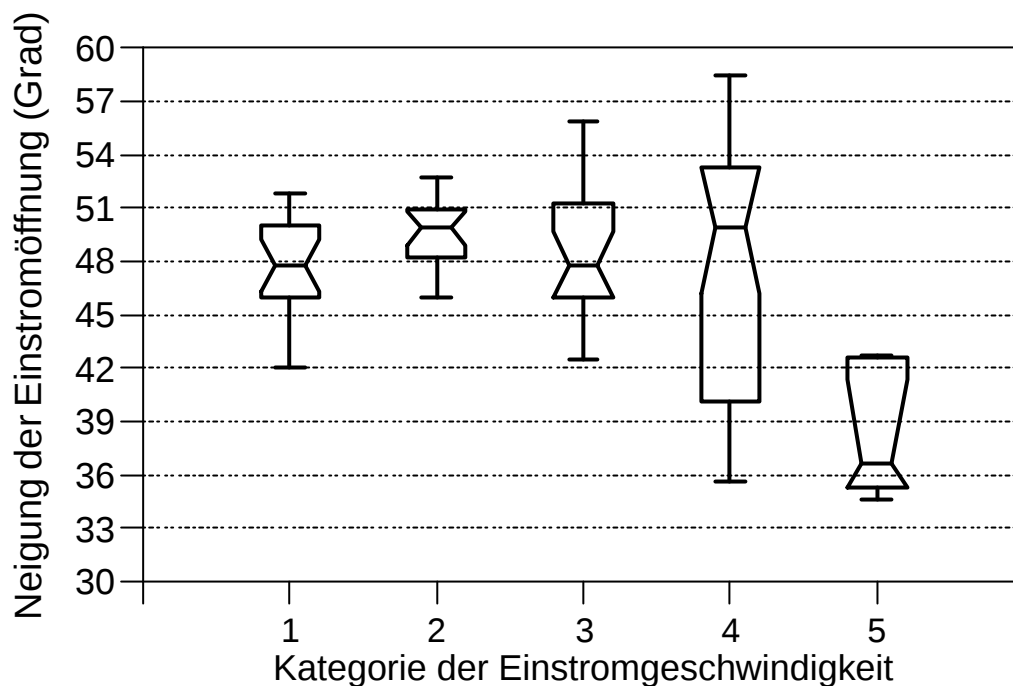


Abbildung 6: Schematisierte Darstellung des modifizierten Multinetzes. Netz 4 befindet sich im geöffneten Zustand. Ein Neigungswinkel von 45° entspricht einer lotrechten Netzöffnung.



Winkel	Geschwindigkeit	Kategorie	Winkel	Geschwindigkeit	Kategorie	Winkel	Geschwindigkeit	Kategorie
[Grad]	[Umdr./min]	Geschwindigkeit	[Grad]	[Umdr./min]	Geschwindigkeit	[Grad]	[Umdr./min]	Geschwindigkeit
51,82	23,85	1	47,83	26,77	2	52,31	30	4
44,72	22,02	1	51,05	26,24	2	35,59	32,02	4
44,17	23,08	1	51,24	26,4	2	55,8	29,92	4
49,45	24,05	1	48,74	26,02	2	52,25	33,83	4
50,79	23,72	1	49,85	26,42	2	38,72	30,32	4
42	22,39	1	49,9	26,15	2	41,92	30,76	4
50,04	23,69	1	50,74	24,76	2	55,78	32,33	4
50,83	24,09	1	51,7	27,98	3	58,43	33,47	4
46,84	22,86	1	44,35	28,3	3	53,26	32,78	4
47,43	23,49	1	55,82	29,12	3	40,24	32,35	4
48,67	23,75	1	50,84	27,48	3	52,81	31,56	4
46,67	24,14	1	47,02	28,12	3	57,28	32,28	4
48,13	22,5	1	45,92	28,63	3	52,53	30,26	4
47,38	24,35	1	51,44	28,61	3	55,19	29,87	4
46,17	23,95	1	47,93	29,24	3	41,08	29,92	4
48,33	23,11	1	42,49	28,32	3	37,03	31,4	4
49,97	22,07	1	52,29	28,43	3	57,22	31,09	4
42,65	19,71	1	46,38	28,01	3	46,65	33,47	4
50,74	22,9	1	47,5	27,31	3	57,77	31,63	4
45,76	22,58	1	48,17	27,8	3	39,86	30,67	4
51,79	25,21	2	48,89	29,15	3	40,1	29,98	4
51,89	26,82	2	45	27,47	3	52,56	31,59	4
45,94	26,61	2	46,89	27,9	3	50,68	30,91	4
48,04	25,97	2	51,27	28,66	3	42,58	43,24	5
49,88	26,98	2	45,97	28,48	3	35,87	34,7	5
49,55	24,85	2	38,27	29,9	4	35,3	38,17	5
52,71	25,61	2	39,44	30,34	4	42,76	34,13	5
50,71	24,98	2	49,18	31,48	4	50,77	34,9	5
47,31	26,8	2	40,17	31,79	4	37,37	35,25	5
50,53	26,48	2	45,34	32,98	4	34,59	36,18	5
48,47	26,41	2	40,88	32,58	4			
47,18	27	2	53,02	31	4			

Abbildung 7: Die mittleren Neigungswinkel des modifizierten Multinetzes in Abhängigkeit von der Einstromgeschwindigkeit. Zur Einteilung der auf der x-Achse dargestellten Geschwindigkeitskategorien, siehe Tabelle. Anzahl der Horizontalhols: 12. Erklärungen zum Notch-Box- & Whisker-Plot sind der Legende der Abb.6 zu entnehmen.

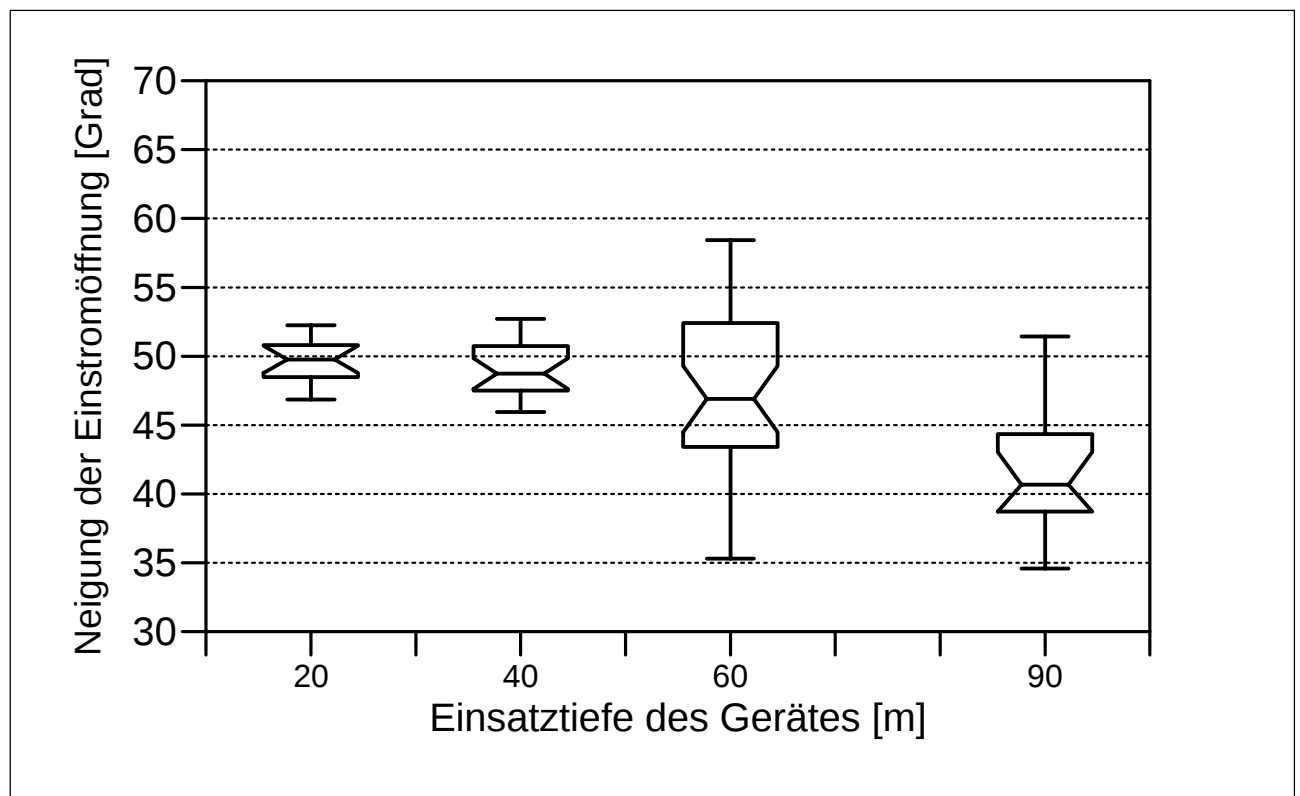


Abbildung 8: Die mittleren Neigungswinkel des modifizierten Multinetzes in Abhängigkeit von der Einsatztiefe des Gerätes. Anzahl der Horizontalholts: 12. Erklärungen zum Notch-Box- & Whisker-Plot sind der Legende der Abb. 6 zu entnehmen.

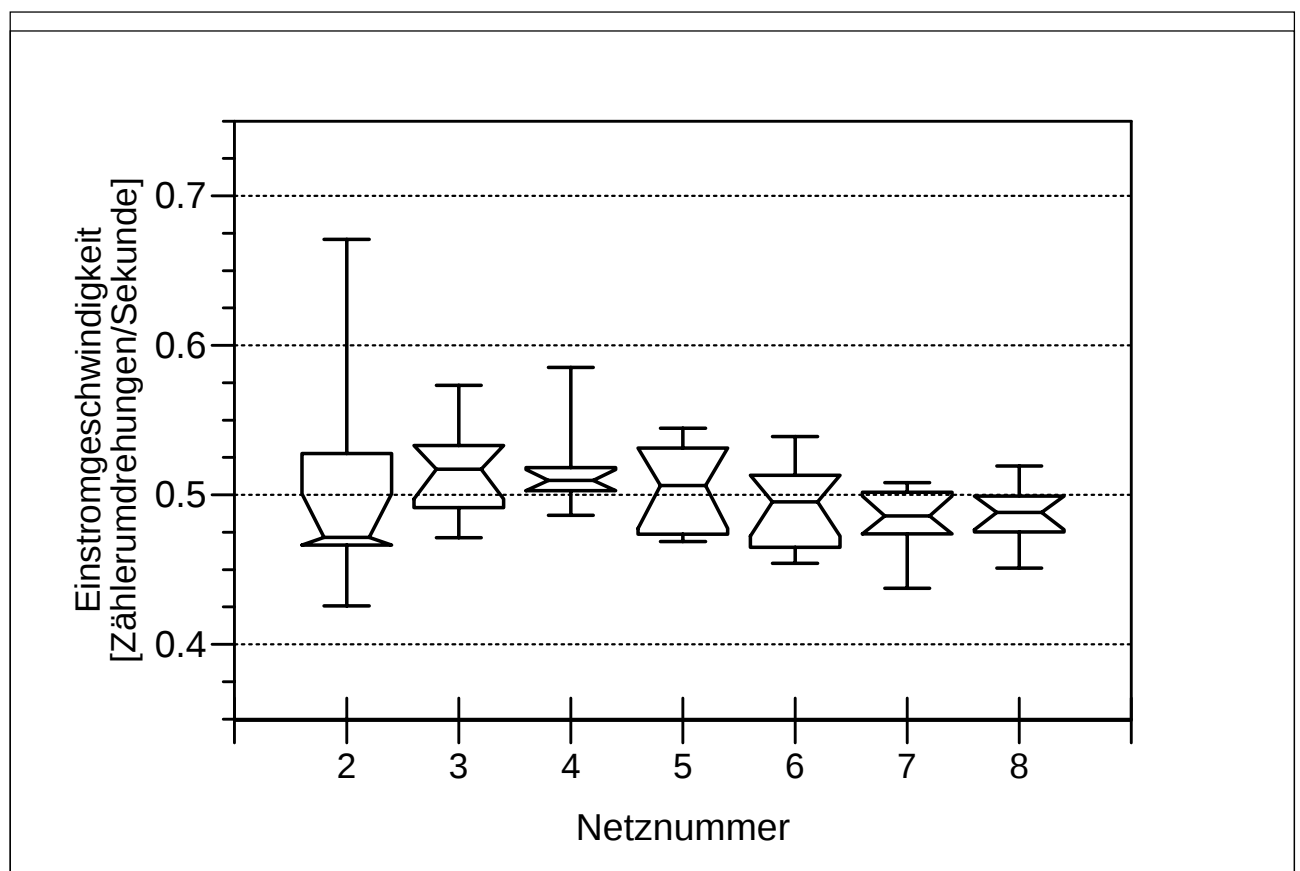


Abbildung 9: Einstromgeschwindigkeiten der Netze 2 bis 8 des modifizierten Multinetzes in konstanter Tiefe. Anzahl der Horizontalholts: 11. Erklärungen zum Notch-Box- & Whisker-Plot sind der Legende der Abb. 6 zu entnehmen.

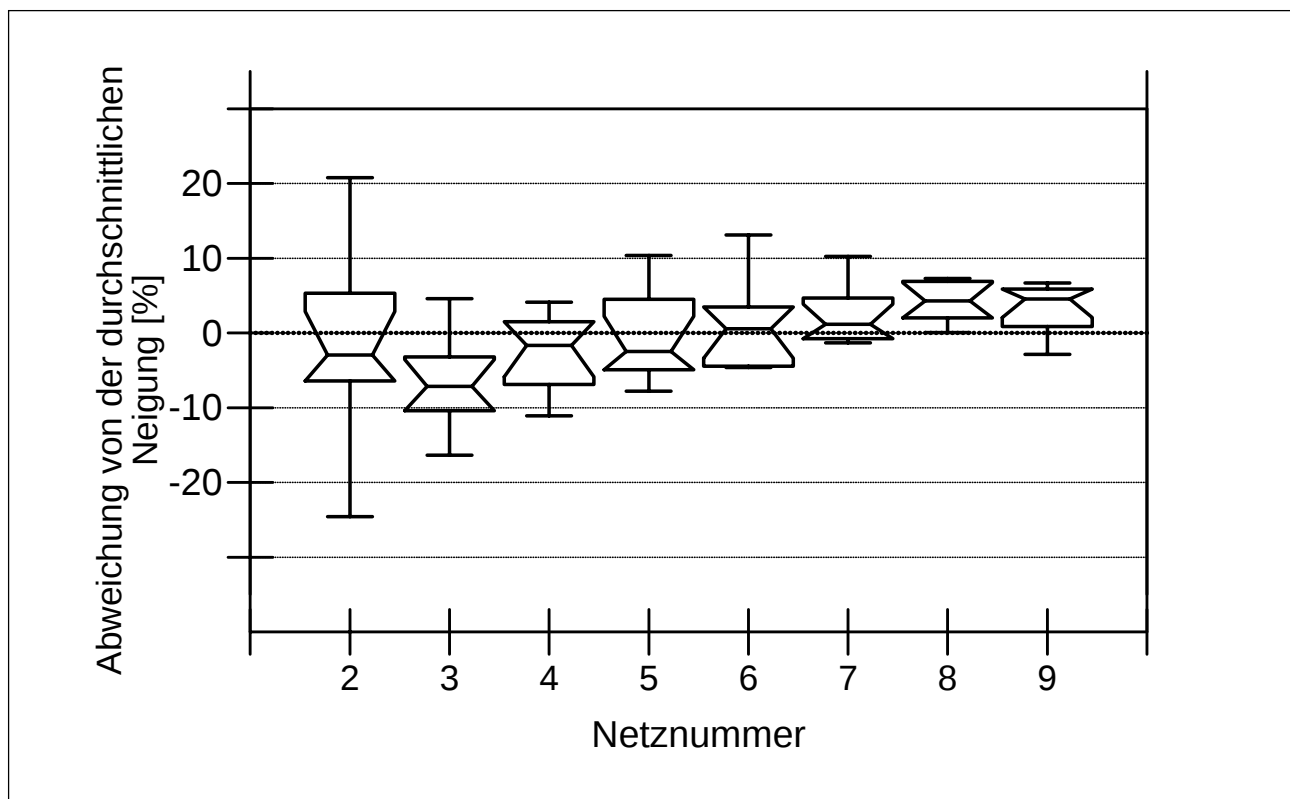


Abbildung 10: Änderungen im Neigungswinkel des modifizierten Multinetzes in Abhängigkeit von dem jeweils geöffneten Netz, angegeben als prozentuale Abweichung vom Durchschnittswert eines Hols. Die Null-Linie kennzeichnet die durchschnittliche Geräteineigung. Anzahl der Horizontalhols: 10. Erklärungen zum Notch-Box- & Whisker-Plot sind der Legende der Abb. 6 zu entnehmen.

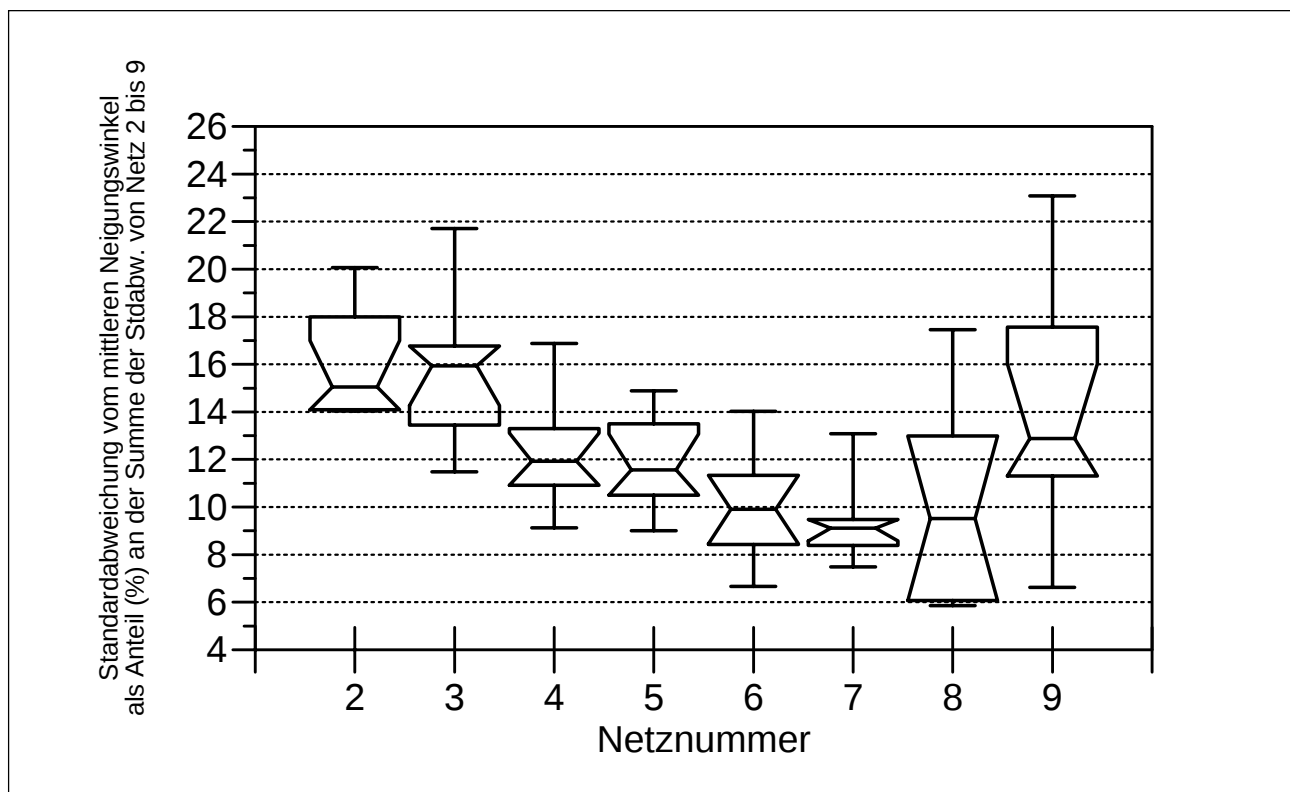


Abbildung 11: Standardabweichung vom mittleren Neigungswinkel des Fanggeräts in Abhängigkeit von dem jeweils geöffneten Netz. Dargestellt als Anteile (%) der aufsummierten Standardabweichungen der 8 Netze, die im Mittel über 10 Vergleichshols erfasst wurden. Erklärungen zum Notch-Box- & Whisker-Plot sind der Legende der Abb. 6 zu entnehmen.

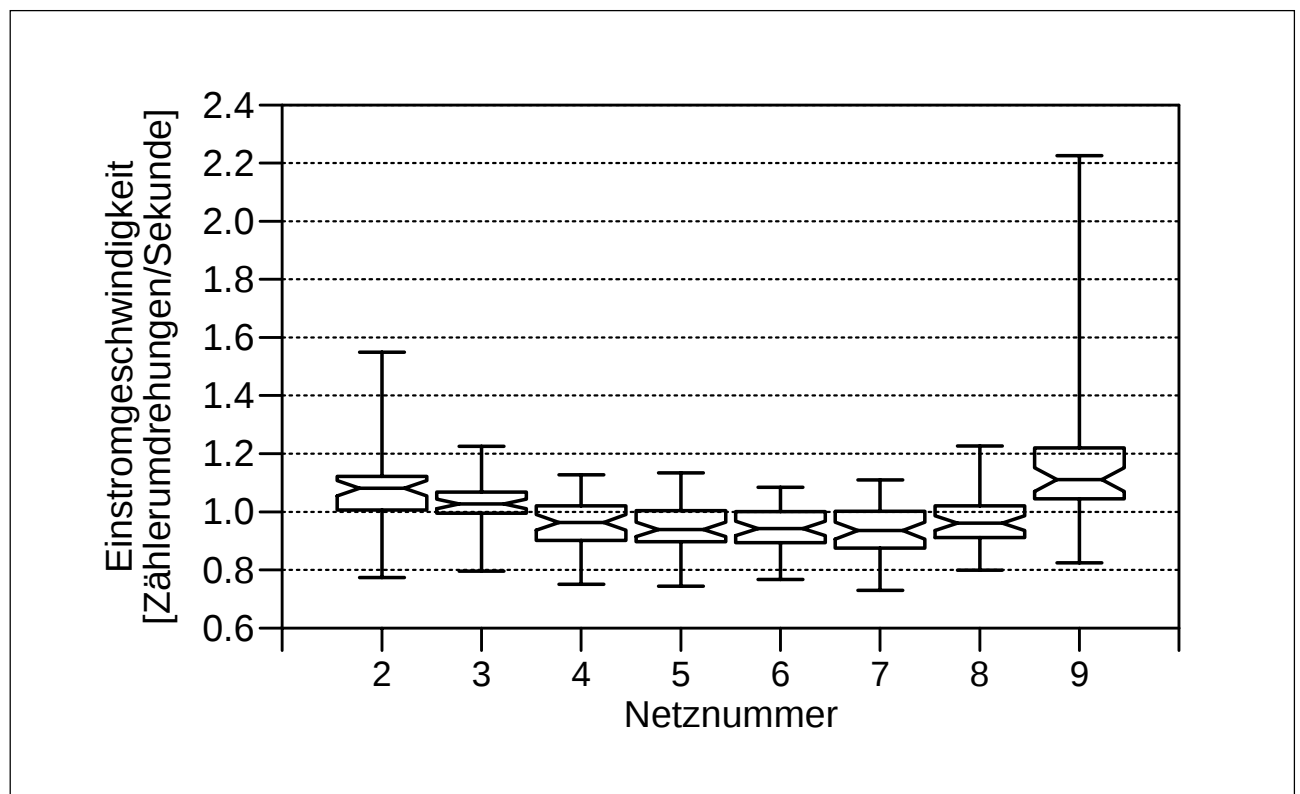


Abbildung 12: Die Einstromgeschwindigkeiten der Netze 2 bis 9 in unterschiedlichen Tiefen. Anzahl der Schräghols: 48. Erklärungen zum Notch-Box- & Whisker-Plot sind der Legende der Abb.6 zu entnehmen.

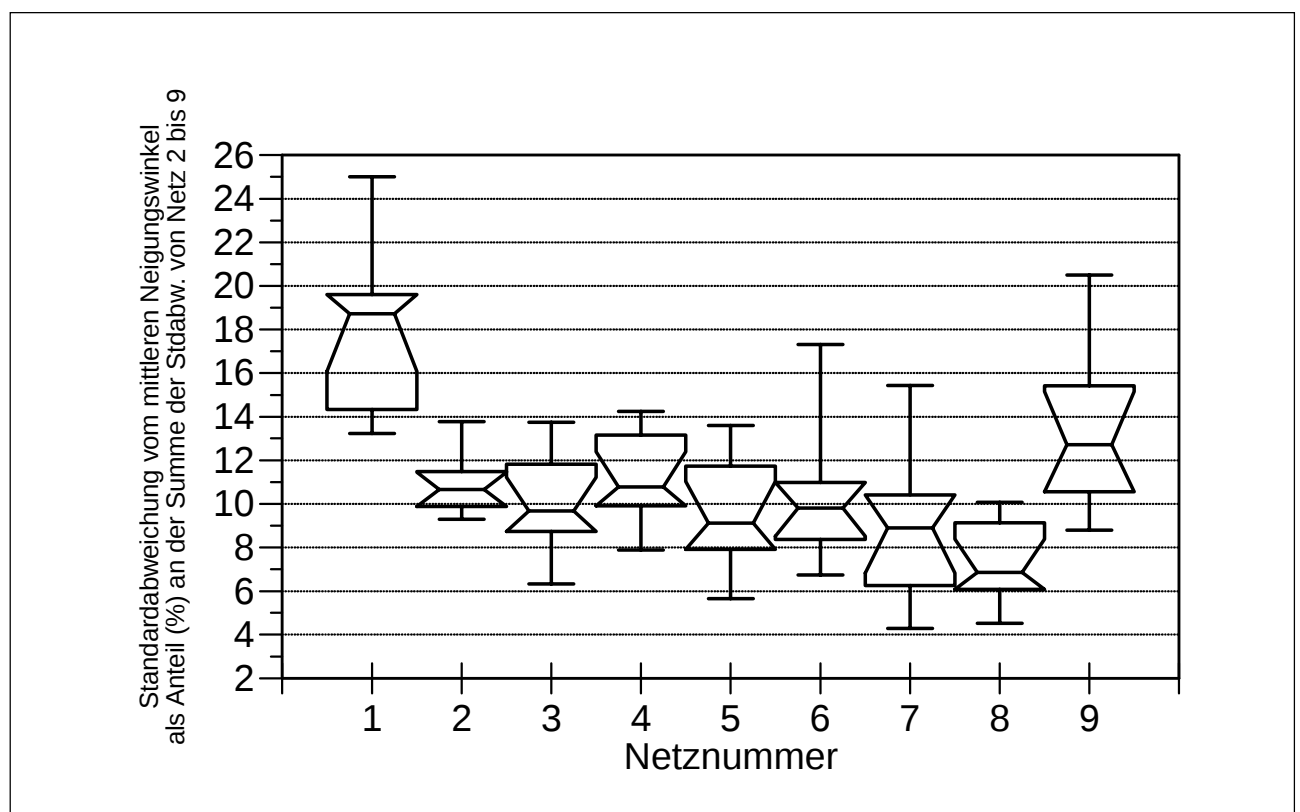


Abbildung 13: Standardabweichung vom mittleren Neigungswinkel des Fanggeräts in Abhängigkeit von dem jeweils geöffneten Netz. Dargestellt als Anteile (%) der aufsummierten Standardabweichungen der 9 Netze, die im Mittel über 48 Schräghols erfasst wurden. Erklärungen zum Notch-Box- & Whisker-Plot sind der Legende der Abb. 6 zu entnehmen.

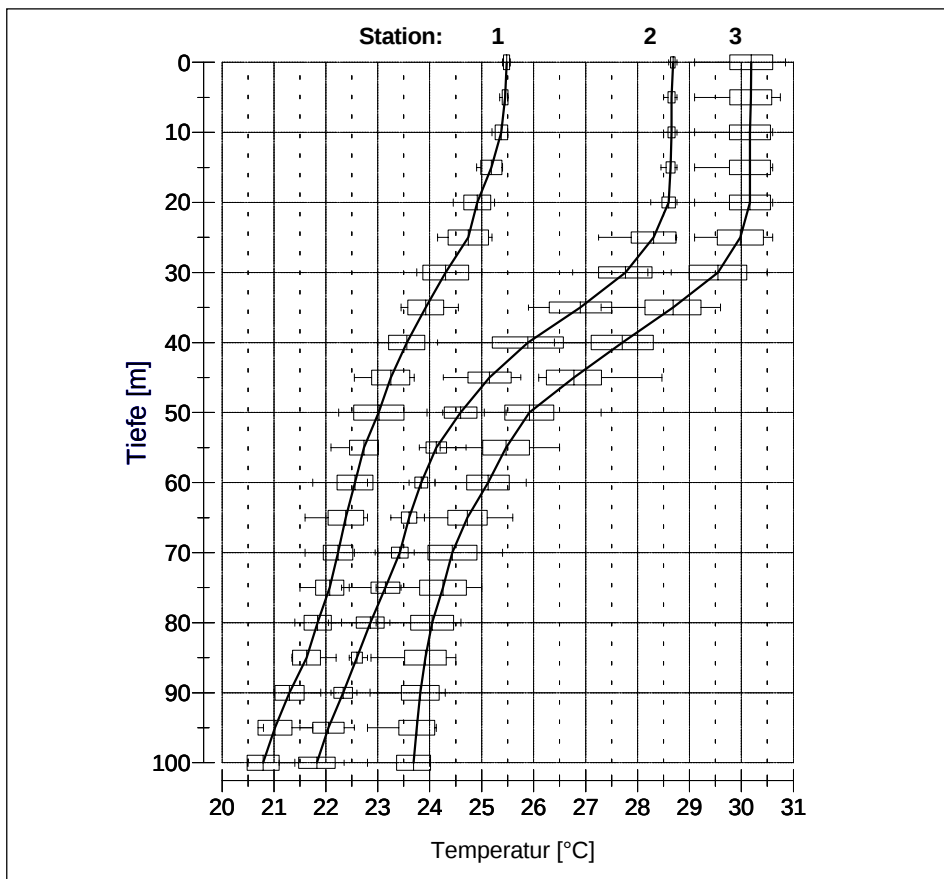


Abbildung 14: Temperaturprofile der drei Driftstationen. Für jede 5 m Stufe sind der Mittelwert (senkrechter Strich), der obere und untere 95%ige Vertrauensbereich (Rechteck) und die Extremwerte (horizontale Linie) angegeben.

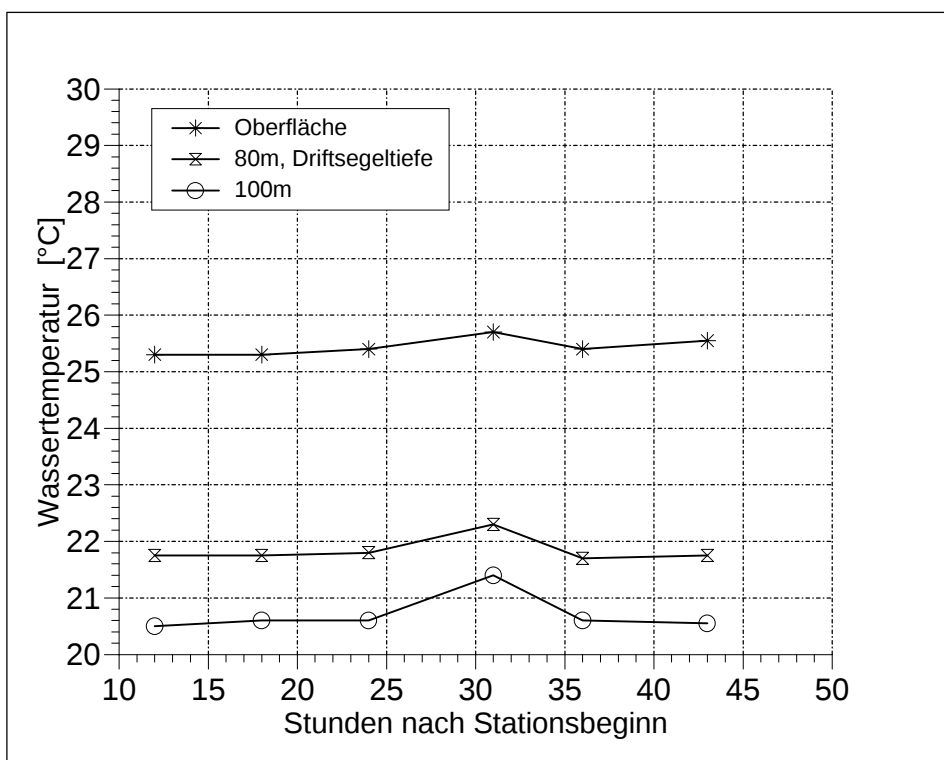


Abbildung 15: Temperaturen in drei Wassertiefen auf der Station 1 im Verlauf der Driftphase.

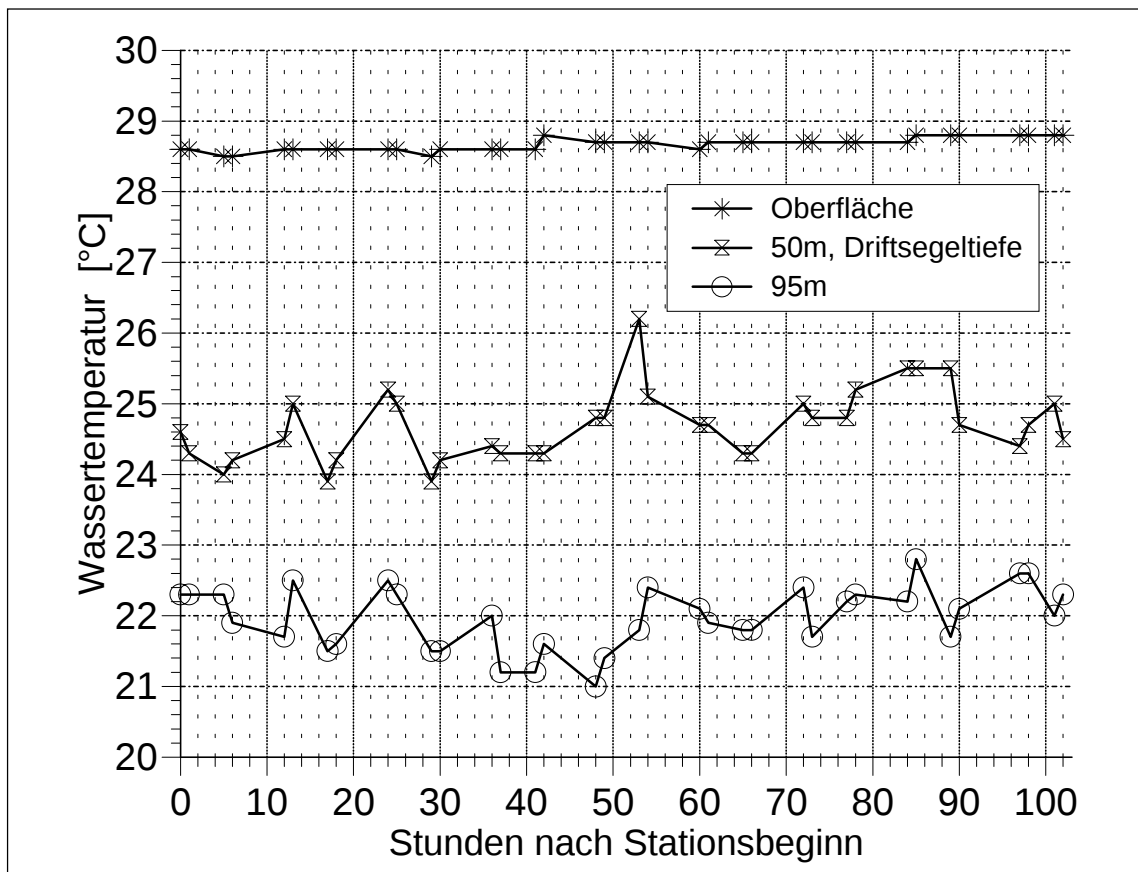


Abbildung 16: Temperaturen in drei Wassertiefen auf der Station 2 im Verlauf der Driftphase.

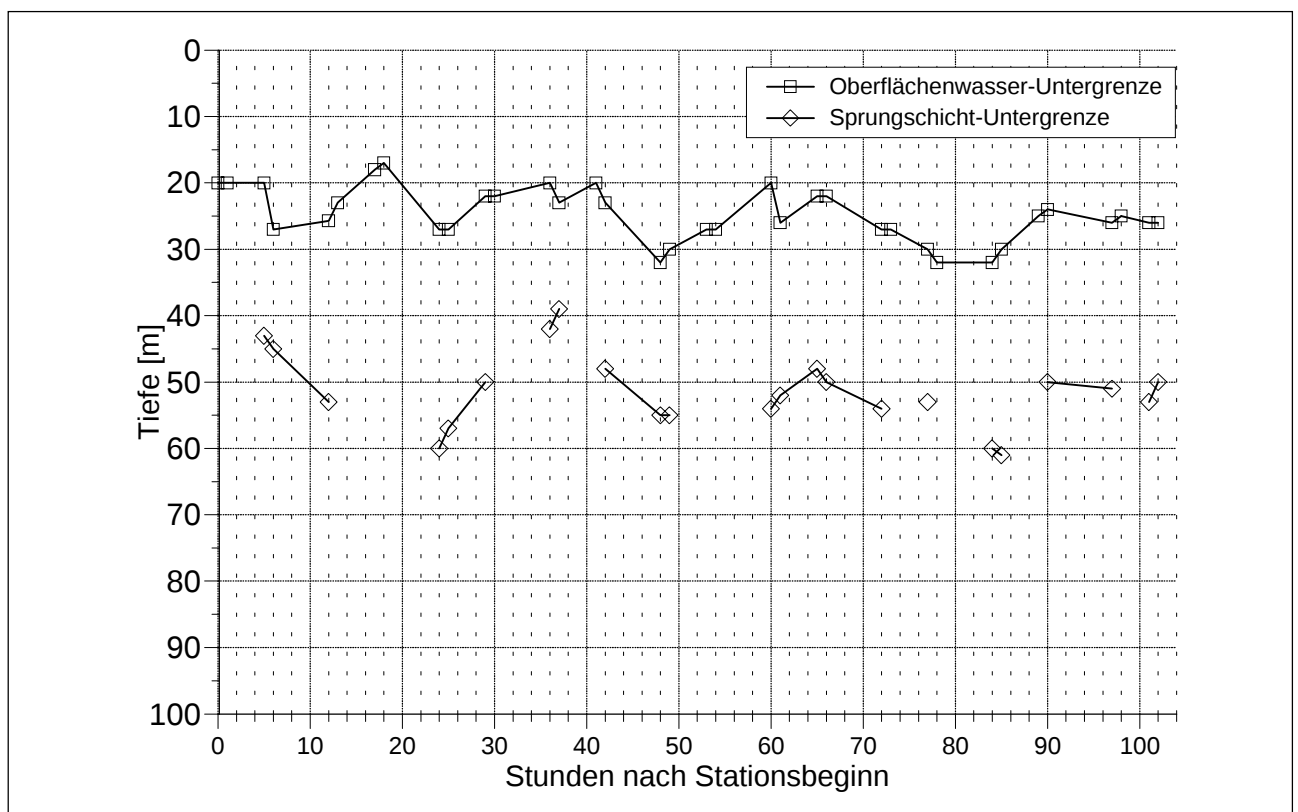


Abbildung 17: Driftstation 2, Verlauf der Thermocline während der Driftphase.

Obere Linie: Untergrenze der durchmischten Deckschicht, bzw. Obergrenze der Thermocline (Übergang des Kurvenverlaufs von senkrecht in konvex, vgl. Abb.14). Untere Linie: Untergrenze der Thermocline (Wendepunkt des Kurvenverlaufs von konvex in konkav, vgl. Abb.14)

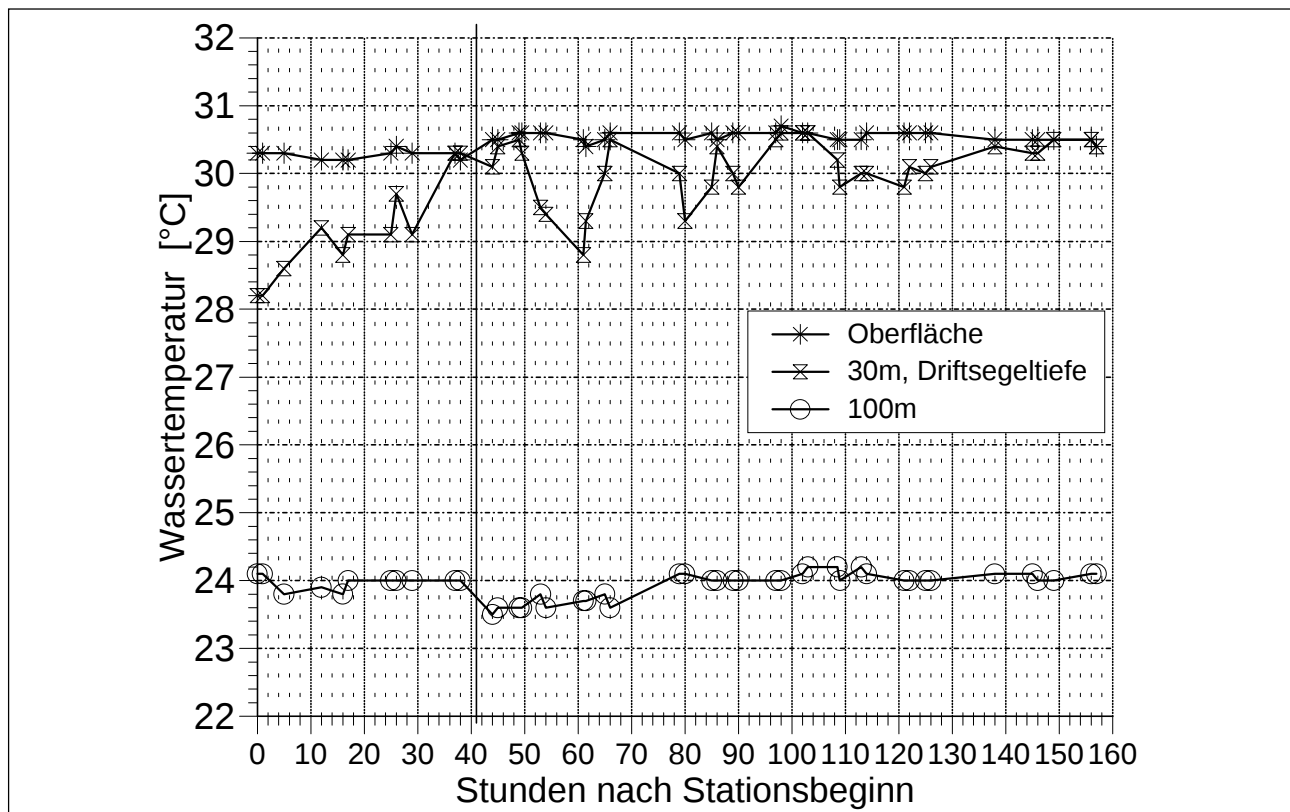


Abbildung 18: Temperaturen in drei Wassertiefen auf der Station 3 im Verlauf der Driftphase.

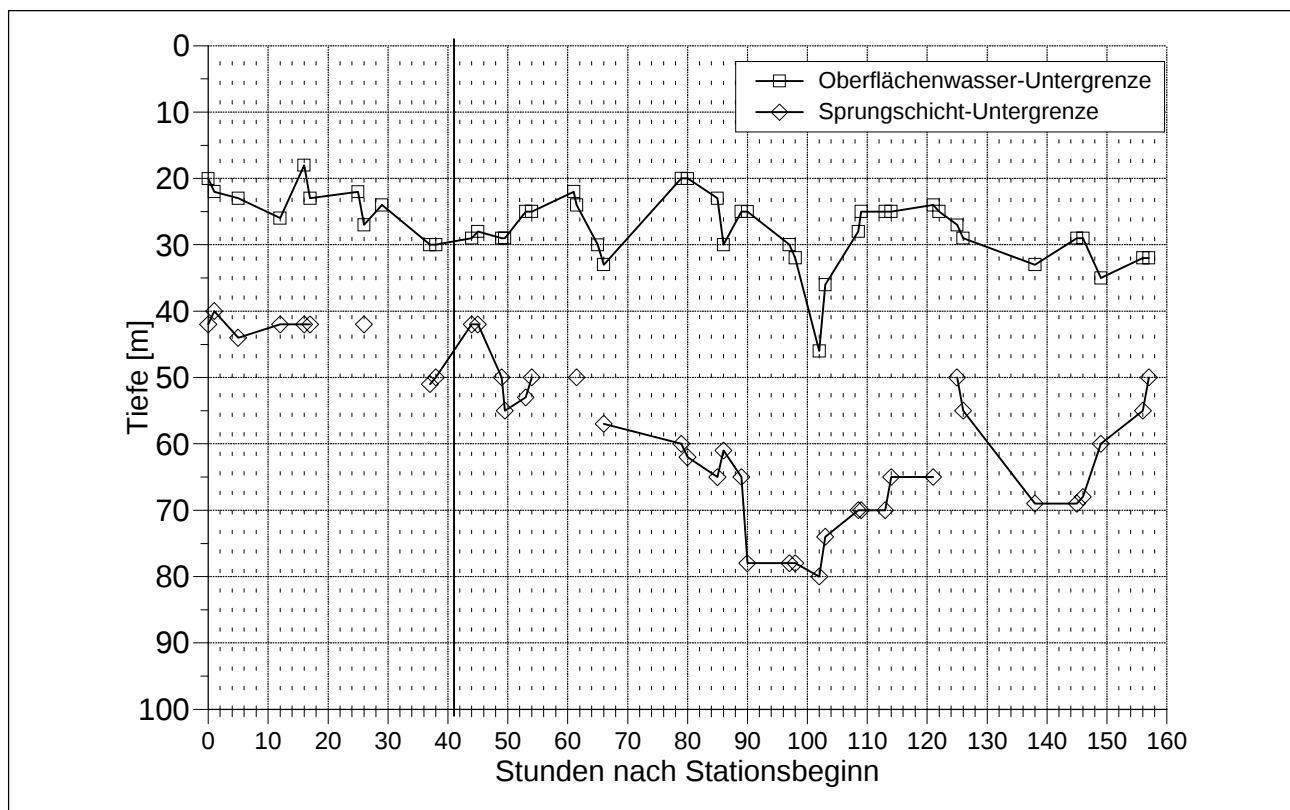


Abbildung 19: Driftstation 3, Verlauf der Thermocline während der Driftphase.

Obere Linie: Untergrenze der durchmischten Deckschicht, bzw. Obergrenze der Thermocline (Übergang des Kurvenverlaufs von senkrecht in konvex, vgl. Abb.14). Untere Linie: Untergrenze der Thermocline (Wendepunkt des Kurvenverlaufs von konvex in konkav, vgl. Abb.14)

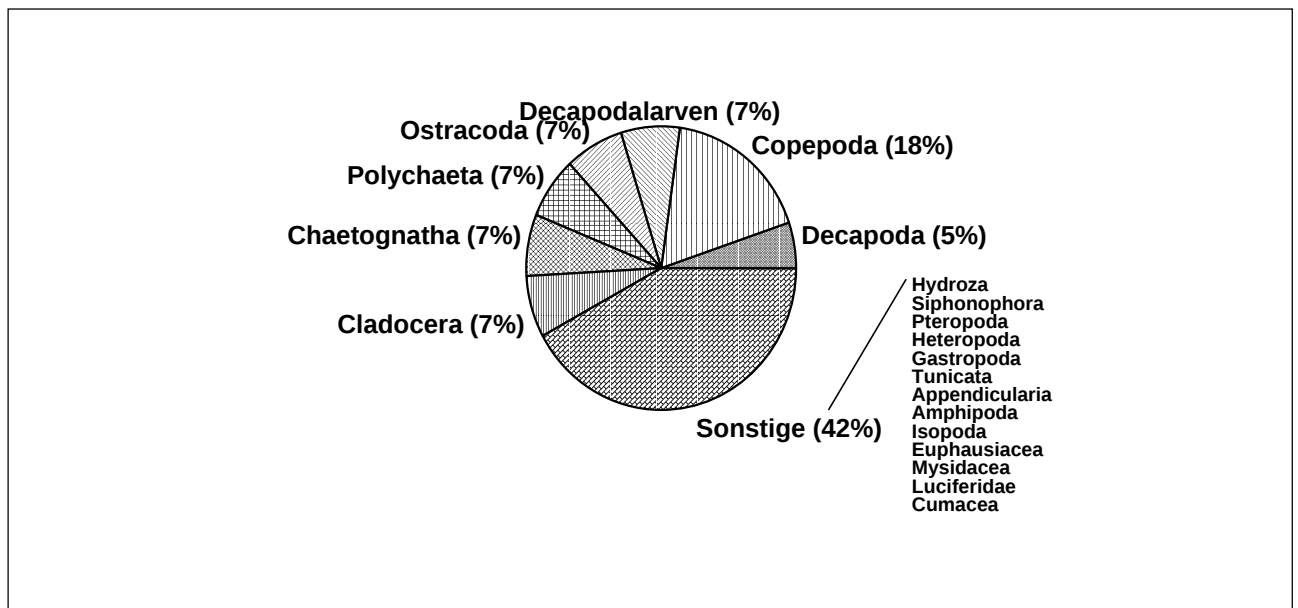


Abbildung 20: Station 1: Zusammensetzung des restlichen Netzplanktons (Ohne Ichthyoplankton, Cephalopoden). Geschätzte Anteile der einzelnen Gruppen an der Gesamtanzahl Organismen im Netzplankton.

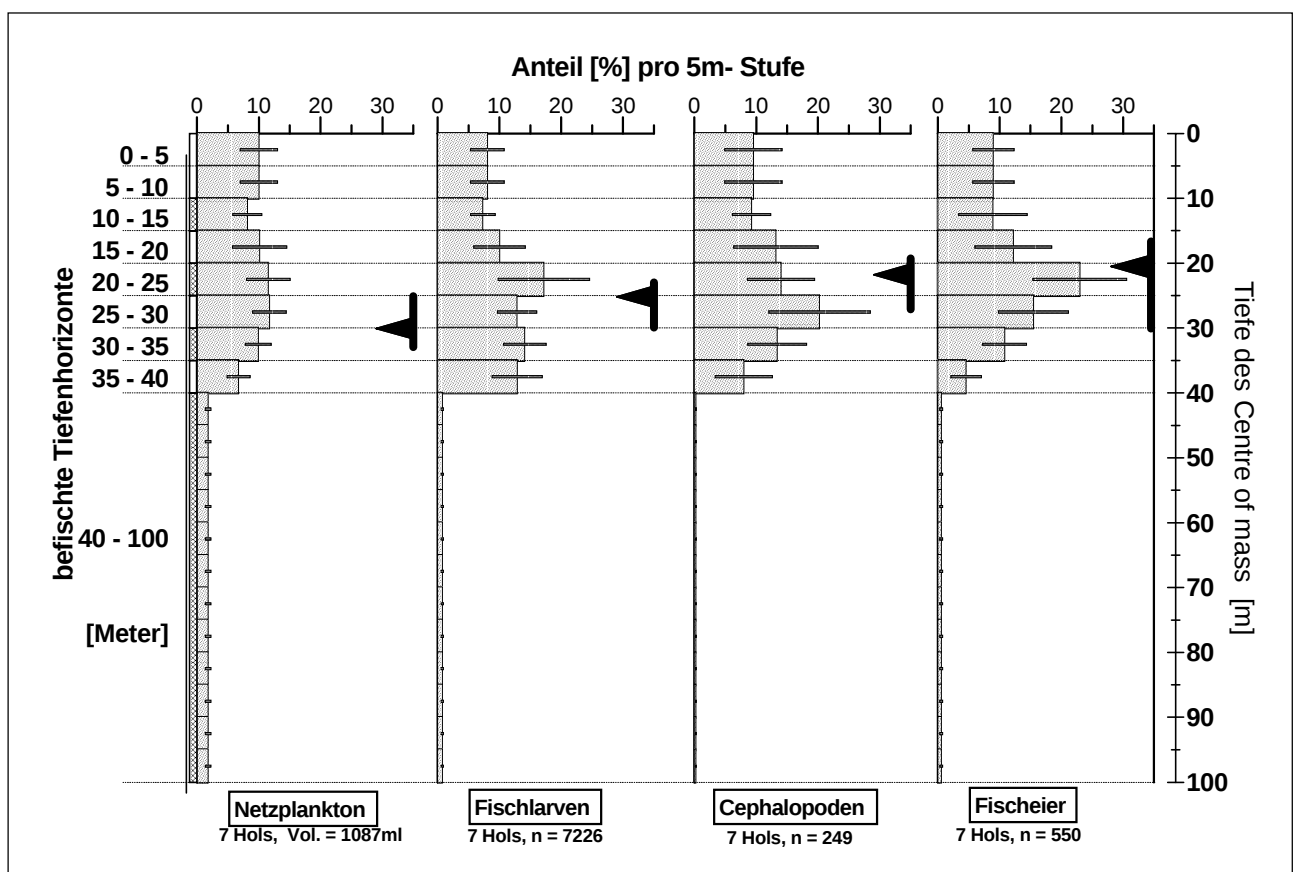


Abbildung 21: Station 1: Vertikalverteilung von 4 Planktongruppen. Aufgetragen sind die Anteile (%) der Gesamtabundanz eines Hols pro m², die im Mittel über die Vergleichshols je 5m-Tiefenstufe erfasst wurden (graue Balken) und die Standardfehler dieser Mittelwerte (dünne Linien).

Die Pfeilspitze weist auf den Mittleren Verteilungsschwerpunkt, das „Centre of Mass“ (vgl. Kap. 2.4.2) aller Organismen der jeweiligen Gruppe. Der senkrechte Strich am Pfeilende gibt den Interquartilbereich an, er umfasst die zentralen 50 % der CM-Werte der einzelnen Hols.

Für jede Organismengruppe ist die Anzahl der Vergleichshols und die absolute Anzahl (n) der Organismen bzw. das Verdrängungsvolumen (Vol.) angegeben.

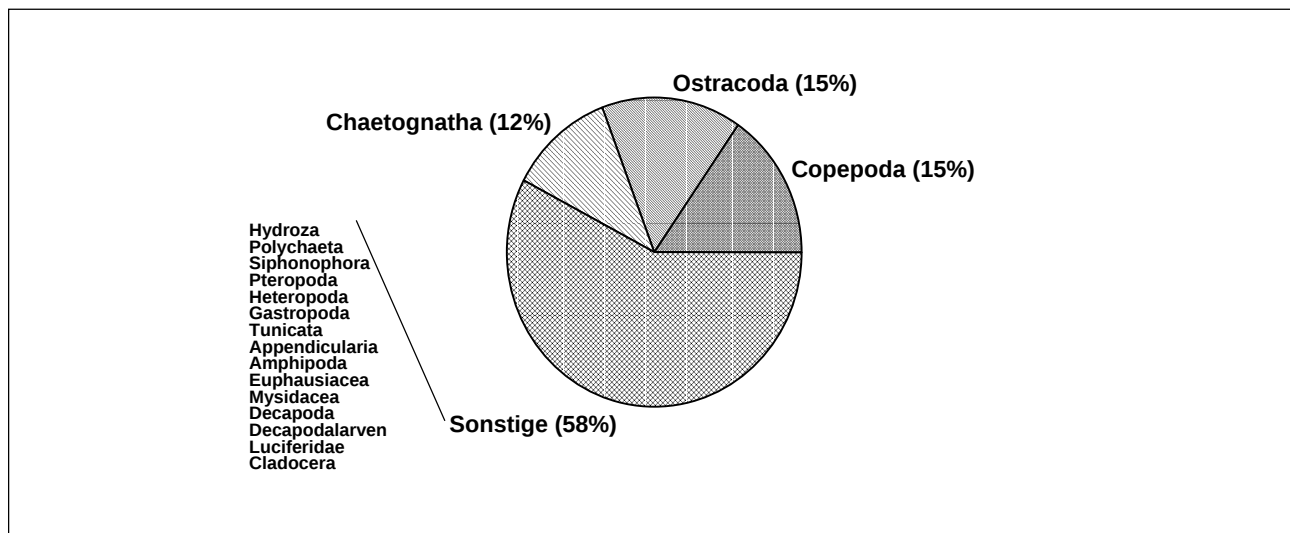


Abbildung 22: Station 2: Zusammensetzung des Netzplanktons. Geschätzte Anteile der einzelnen Gruppen an der Gesamtanzahl Organismen im Netzplankton.

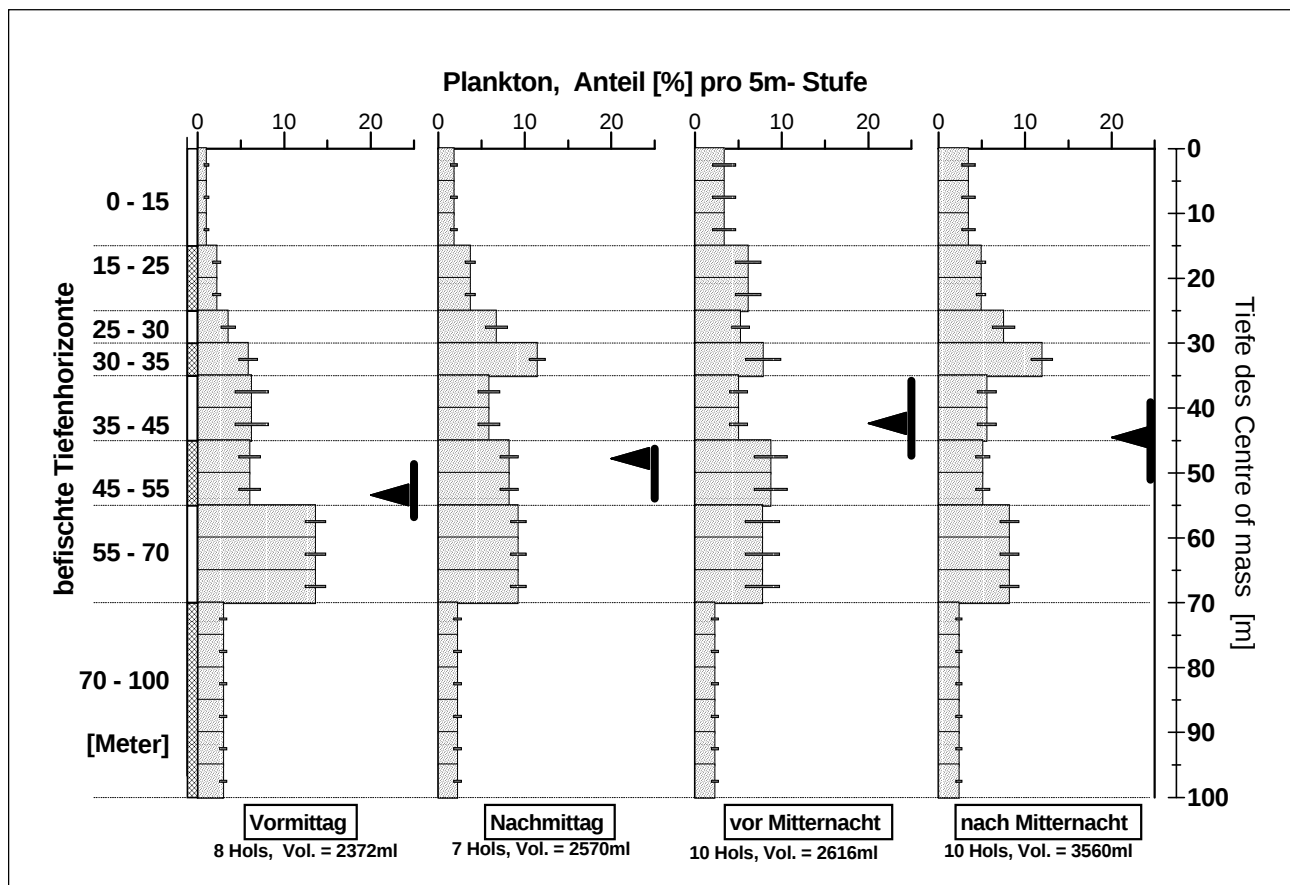


Abbildung 23: Station 2: Vertikalverteilung des Netzplanktons zu 4 verschiedenen Tageszeiten. Aufgetragen sind die Anteile (%) der Gesamtmenge (Verdrängungsvolumen) pro m², die je 5 m – Tiefenstufe erfasst wurden. Zur weiteren Erklärung siehe Legende zur Abb.: 21.

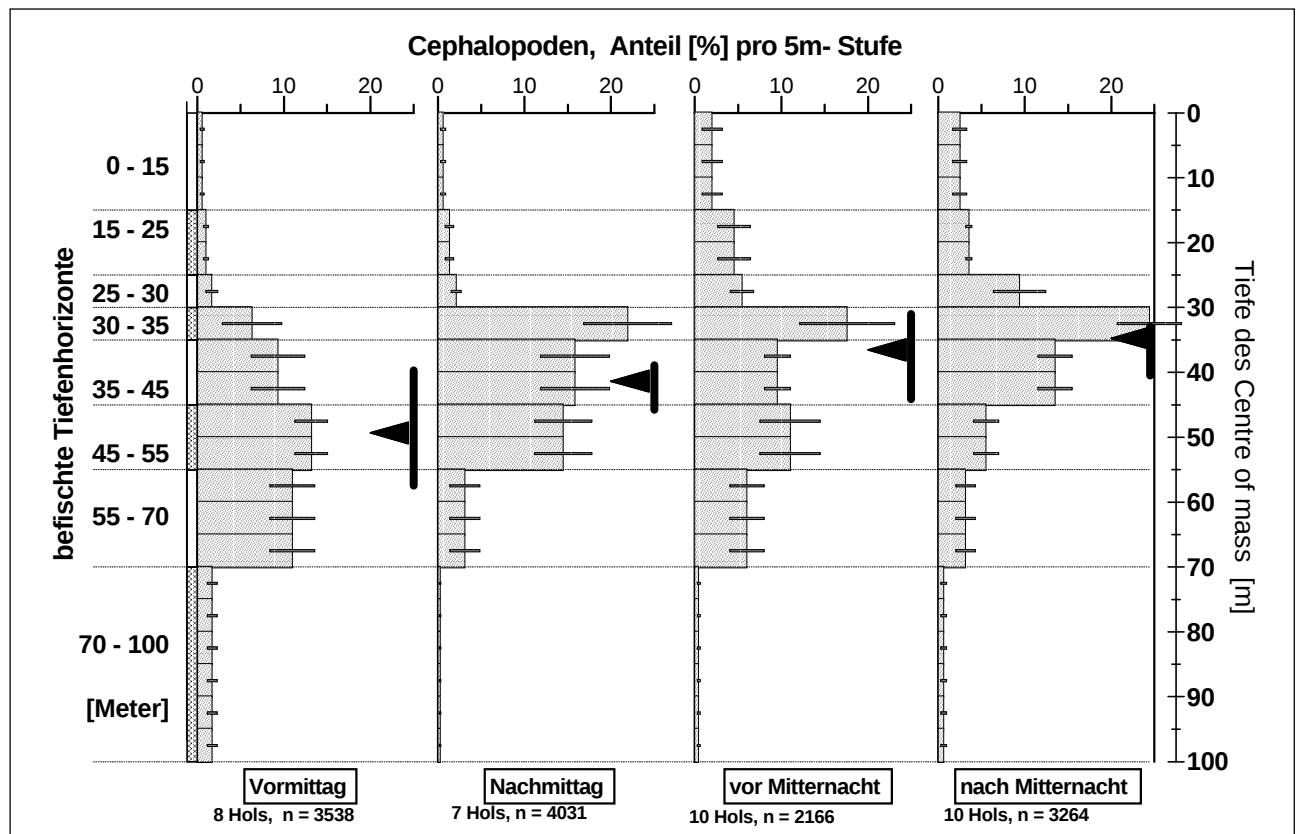


Abbildung 24: Station 2: Vertikalverteilung der Cephalopoden zu 4 verschiedenen Tageszeiten. Angegeben sind relative Werte, die sich auf Individuen pro 100 m² beziehen. Zur weiteren Erklärung siehe Legende zur Abb.: 21.

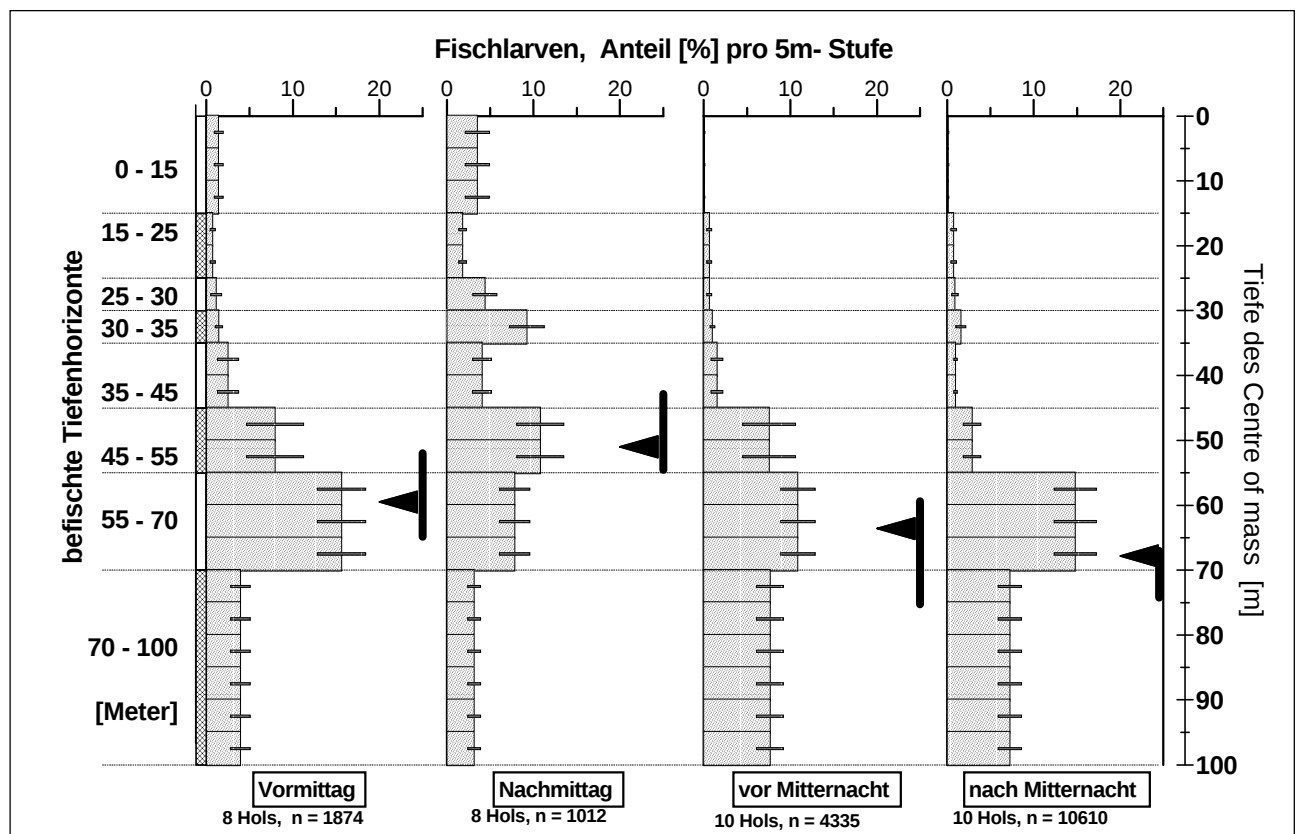


Abbildung 25: Station 2: Vertikalverteilung der Fischlarven zu 4 verschiedenen Tageszeiten. Angegeben sind relative Werte, die sich auf Individuen pro 100 m² beziehen. Zur weiteren Erklärung siehe Legende zur Abb.: 21.

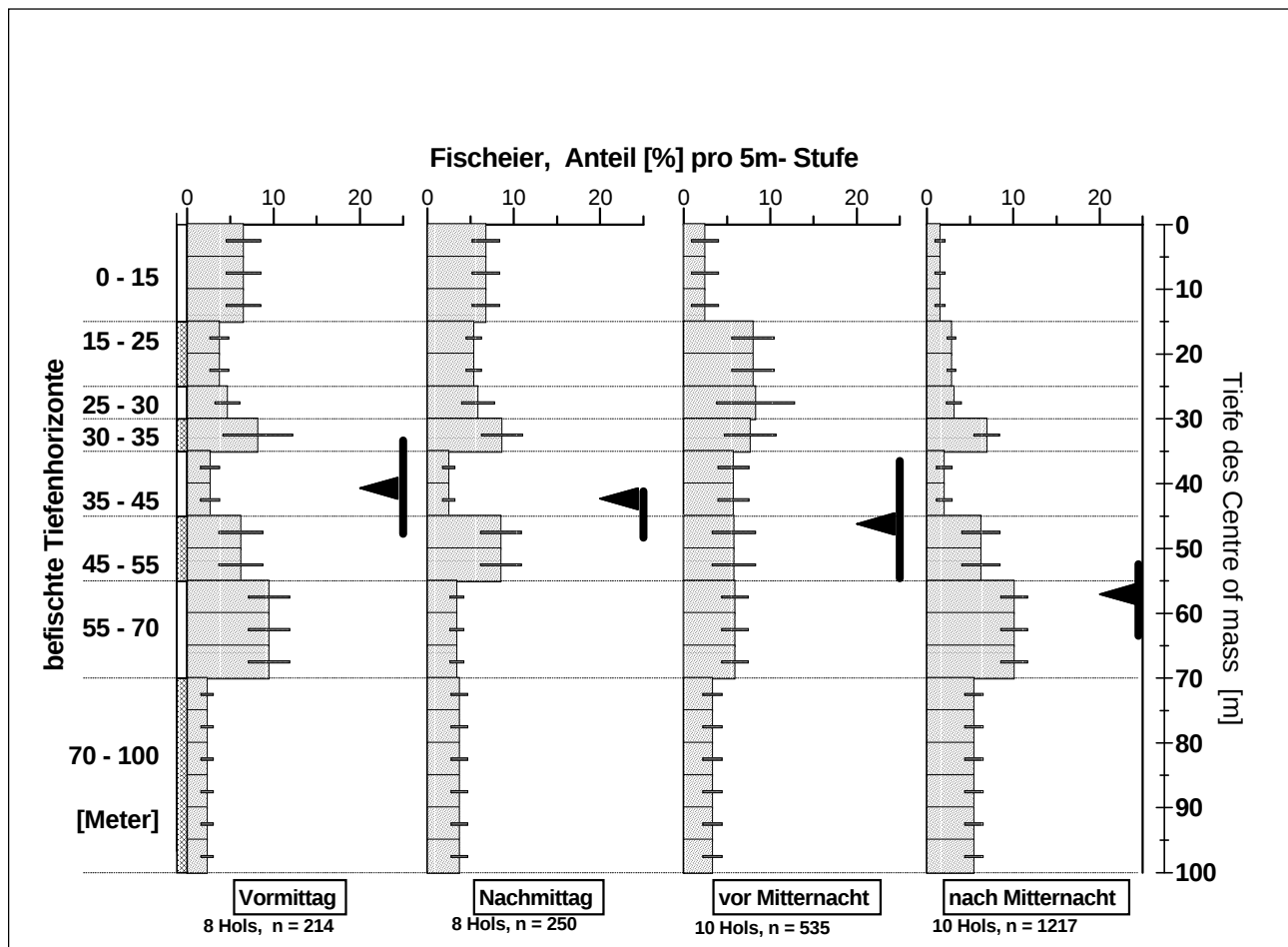


Abbildung 26: Station 2: Vertikalverteilung der Fischeier zu 4 verschiedenen Tageszeiten. Angegeben sind relative Werte, die sich auf Individuen pro 100 m² beziehen. Zur weiteren Erklärung siehe Legende zur Abb.: 21.

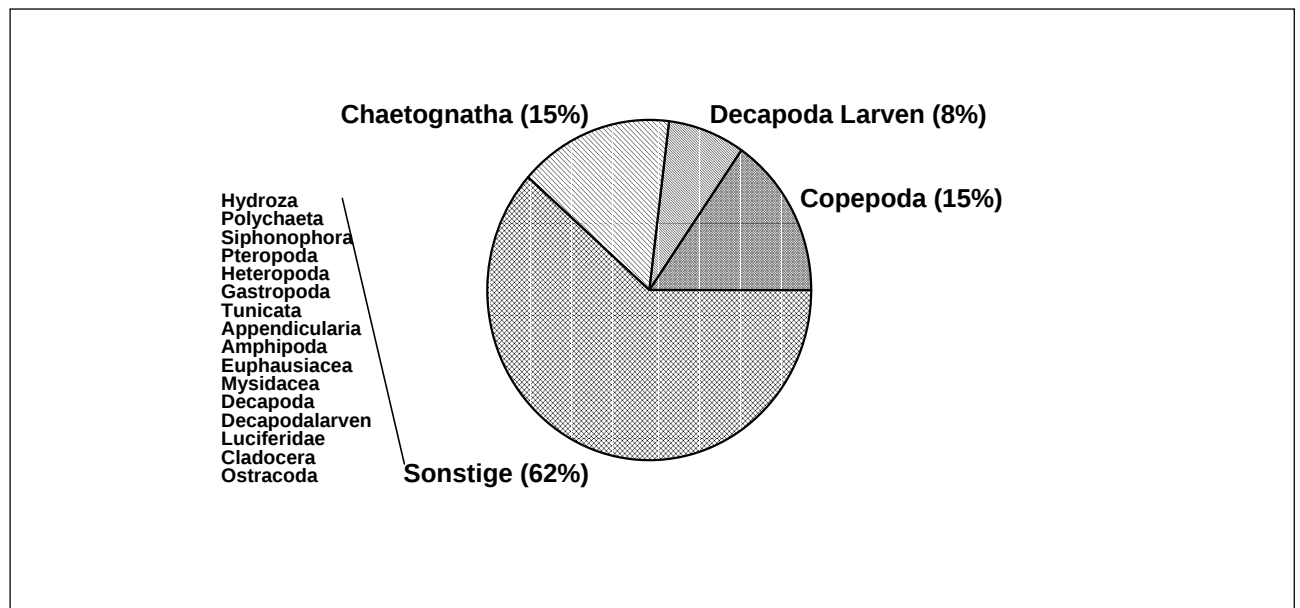


Abbildung 27: Station 3: Zusammensetzung des Netzplanktons. Geschätzte Anteile der einzelnen Gruppen an der Gesamtanzahl Organismen des Netzplanktons.

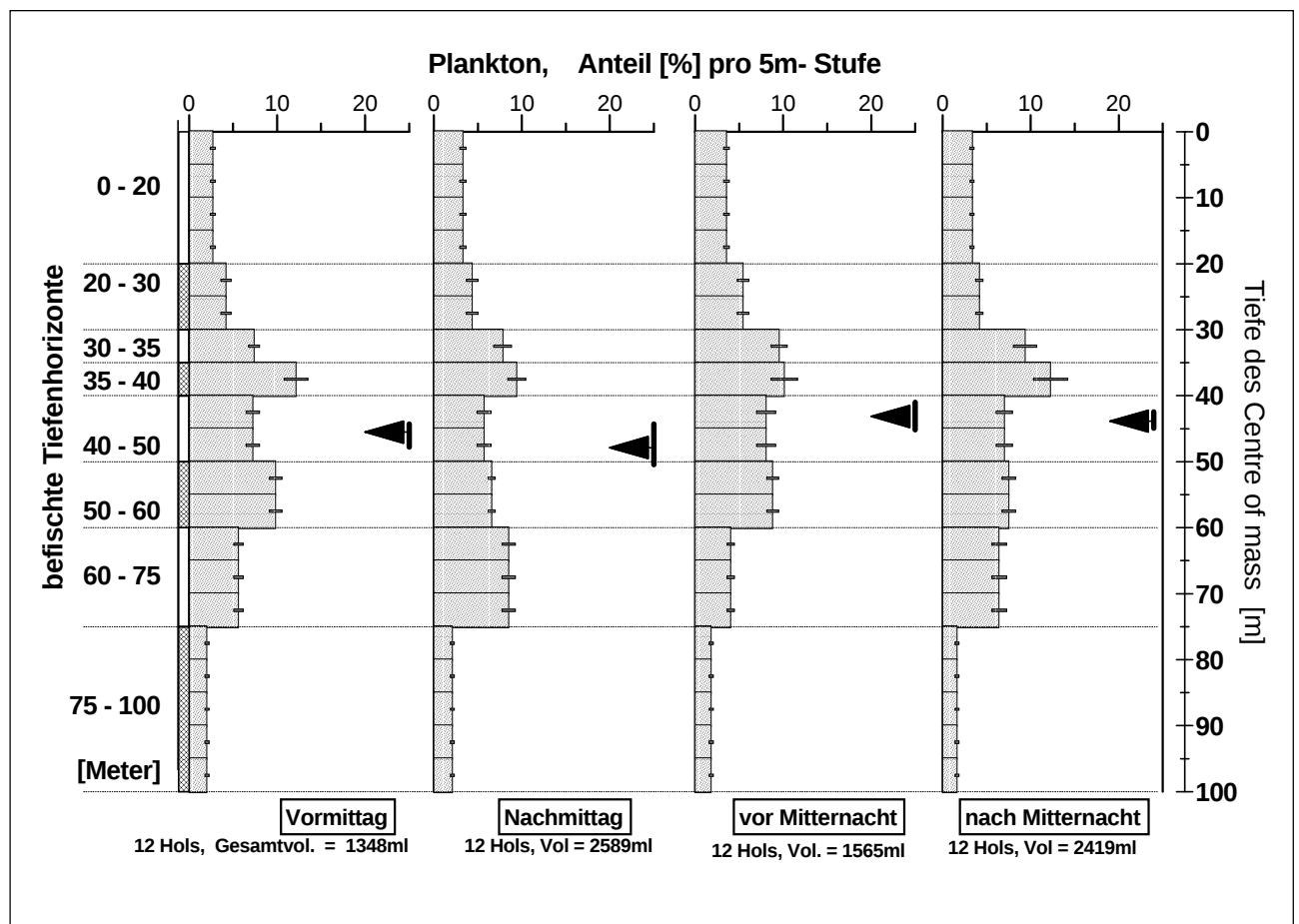


Abbildung 28: Station 3: Vertikalverteilung des Netzplanktons zu 4 verschiedenen Tageszeiten. Angegeben sind relative Werte, die sich auf das Verdrängungsvolumen pro 100 m² beziehen. Zur weiteren Erklärung siehe Legende zur Abbildung 21.

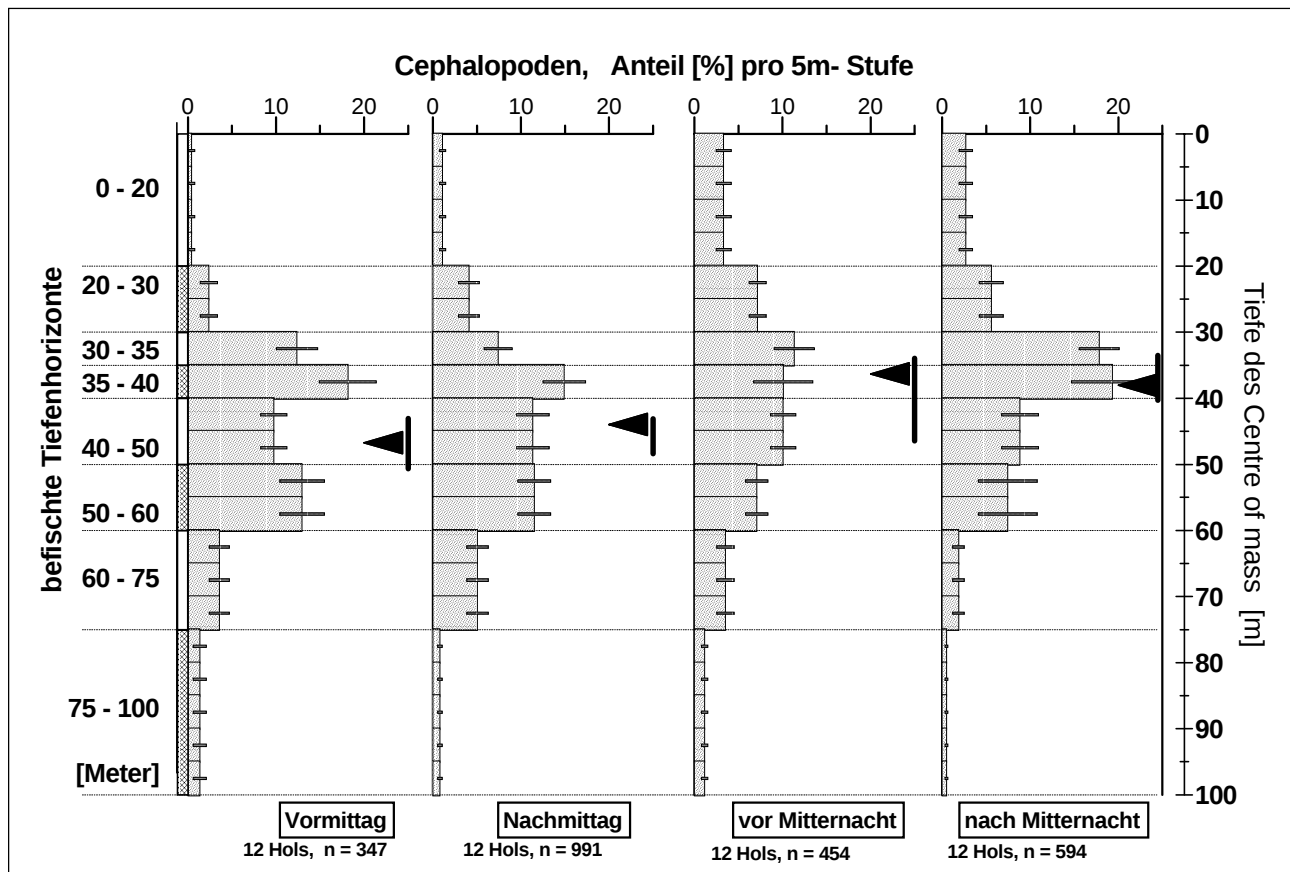


Abbildung 29: Station 3: Vertikalverteilung der Cephalopoden zu 4 verschiedenen Tageszeiten. Angegeben sind relative Werte, die sich auf Individuen pro 100 m² beziehen. Zur weiteren Erklärung siehe Legende zur Abb.: 21.

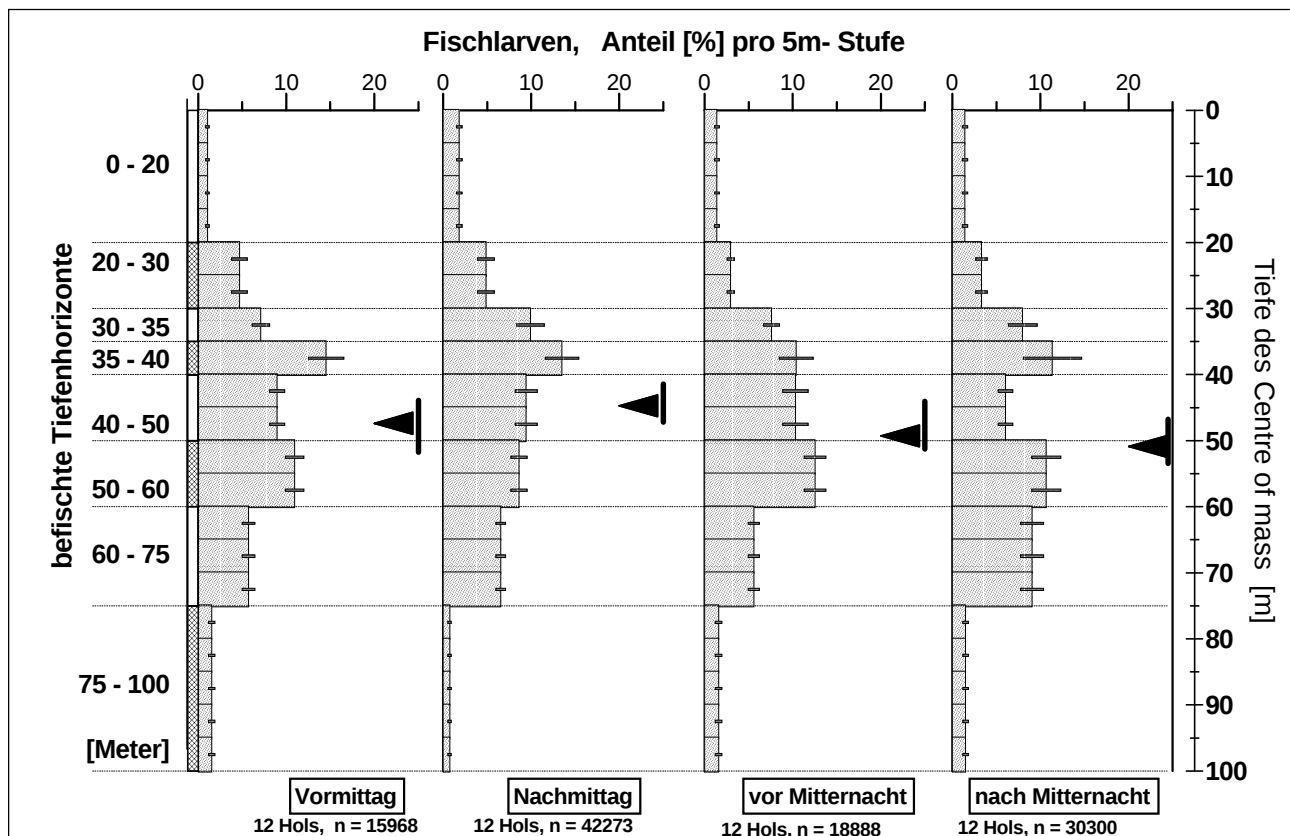


Abbildung 30: Station 3: Vertikalverteilung der Fischlarven zu 4 verschiedenen Tageszeiten. Angegeben sind relative Werte, die sich auf Individuen pro 100 m² beziehen. Zur weiteren Erklärung siehe Legende zur Abb.: 21.

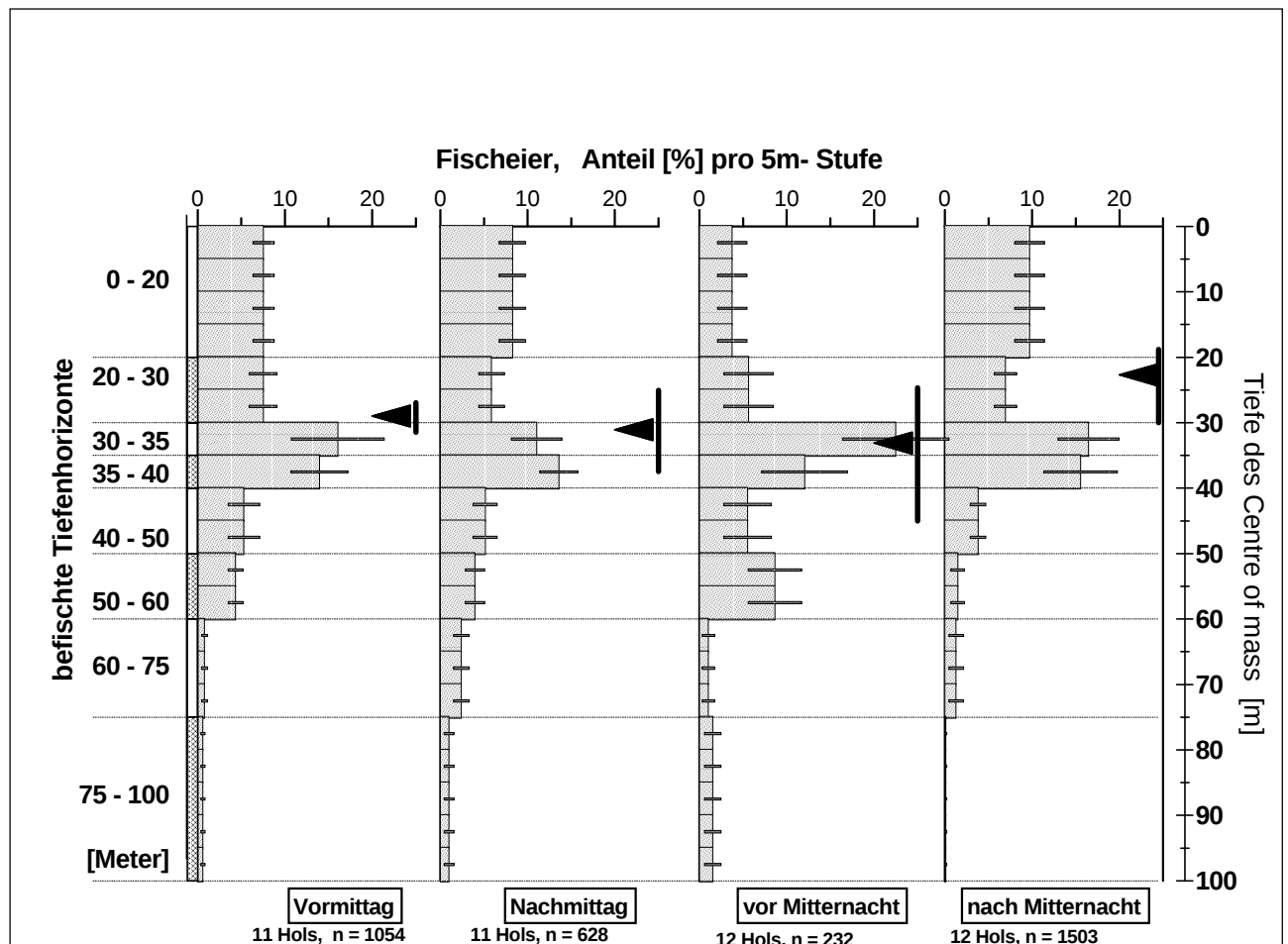


Abbildung 31: Station 3: Vertikalverteilung der Fischeier zu 4 verschiedenen Tageszeiten. Angegeben sind relative Werte, die sich auf Individuen pro 100 m² beziehen. Zur weiteren Erklärung siehe Legende zur Abb.: 21.

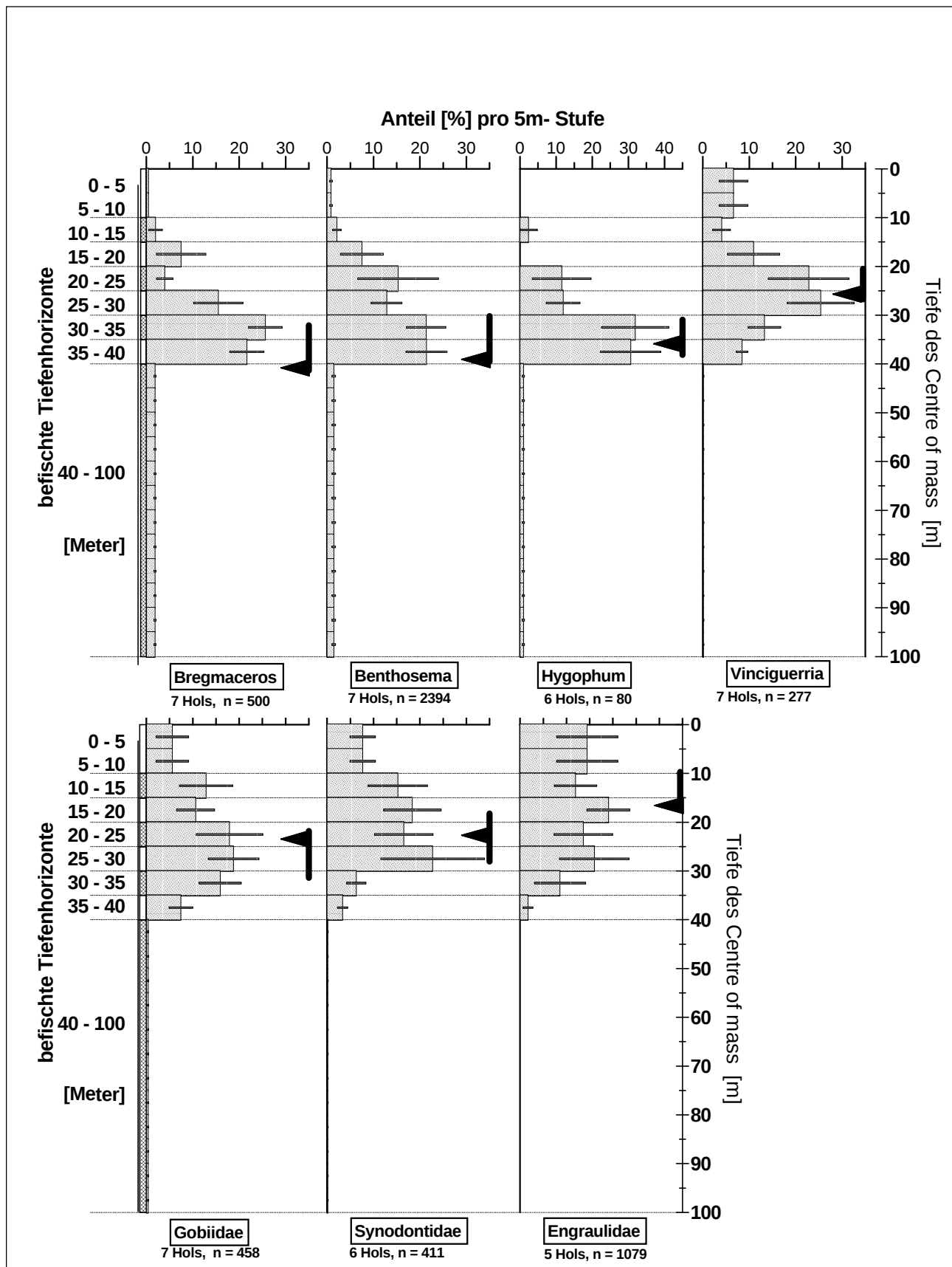


Abbildung 32: Station 1: Vertikalverteilung ausgewählter Fischlarventaxa. Die Häufigkeiten (n) beziehen sich auf Individuen pro 1m². Aufgetragen sind die Anteile (%) der Gesamtabundanz pro m², die im Mittel über die Vergleichshols je 5m – Tiefenstufe erfasst wurden (graue Balken) und die Standardfehler dieser Mittelwerte (dünne Linien). Die Pfeilspitze weist auf den Mittleren Verteilungsschwerpunkt, das „Centre of Mass“ (vgl.Kap. 2.4.2) aller Organismen der jeweiligen Gruppe. Der senkrechte Strich am Pfeilende gibt den Interquartilbereich an, er umfasst die zentralen 50 % der CM-Werte der einzelnen Hols.

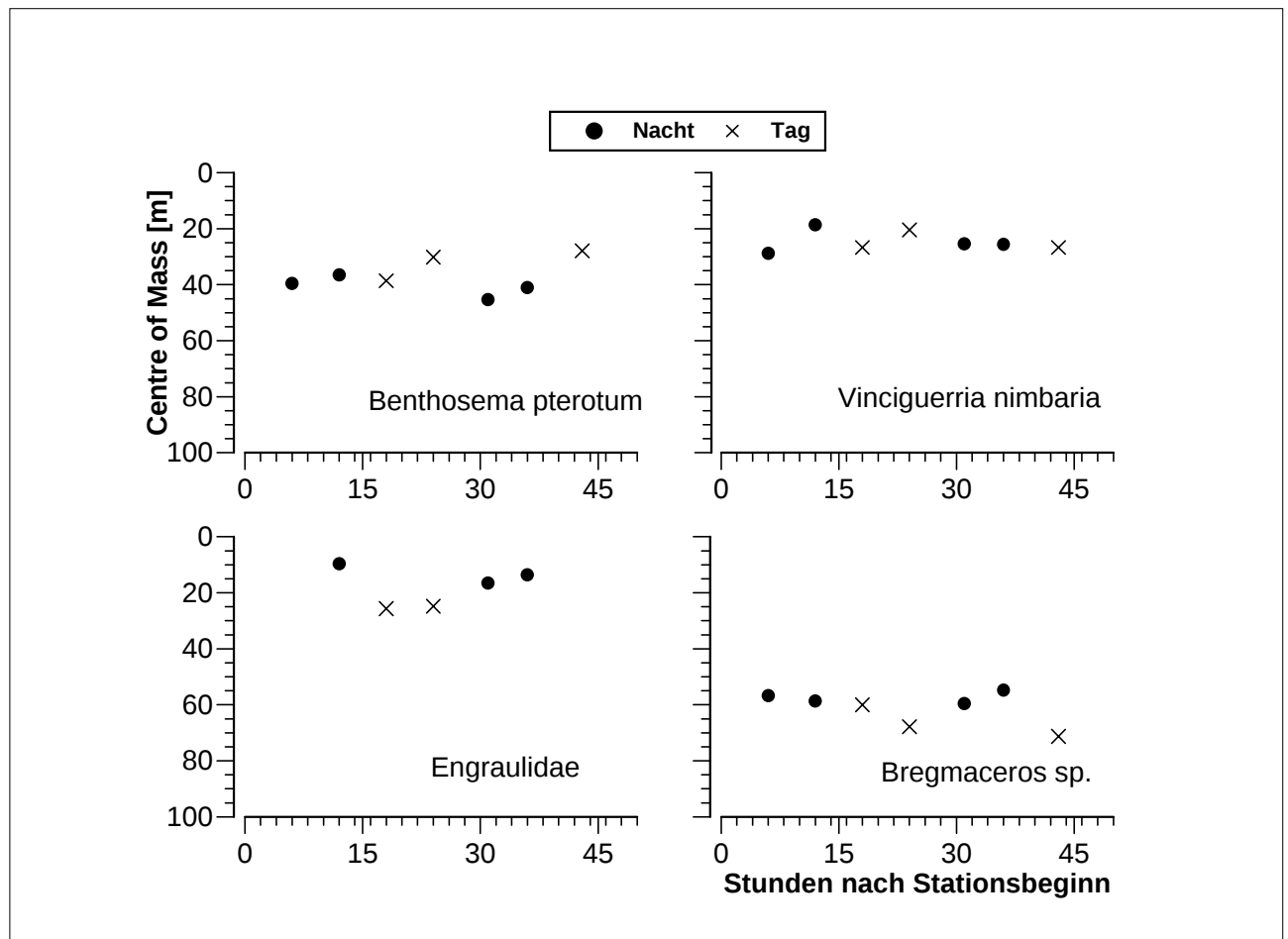


Abbildung 33: Station 1: Zeitliche Variation im Schwerpunkt der Tiefenverteilung (Centre of mass) von 4 Fischlarventaxa im Verlauf der Driftphase. Die Punkte geben die Verteilungsschwerpunkte der Larven aus Nachtfängen an, die Kreuze die entsprechenden Werte aus Tagfängen.

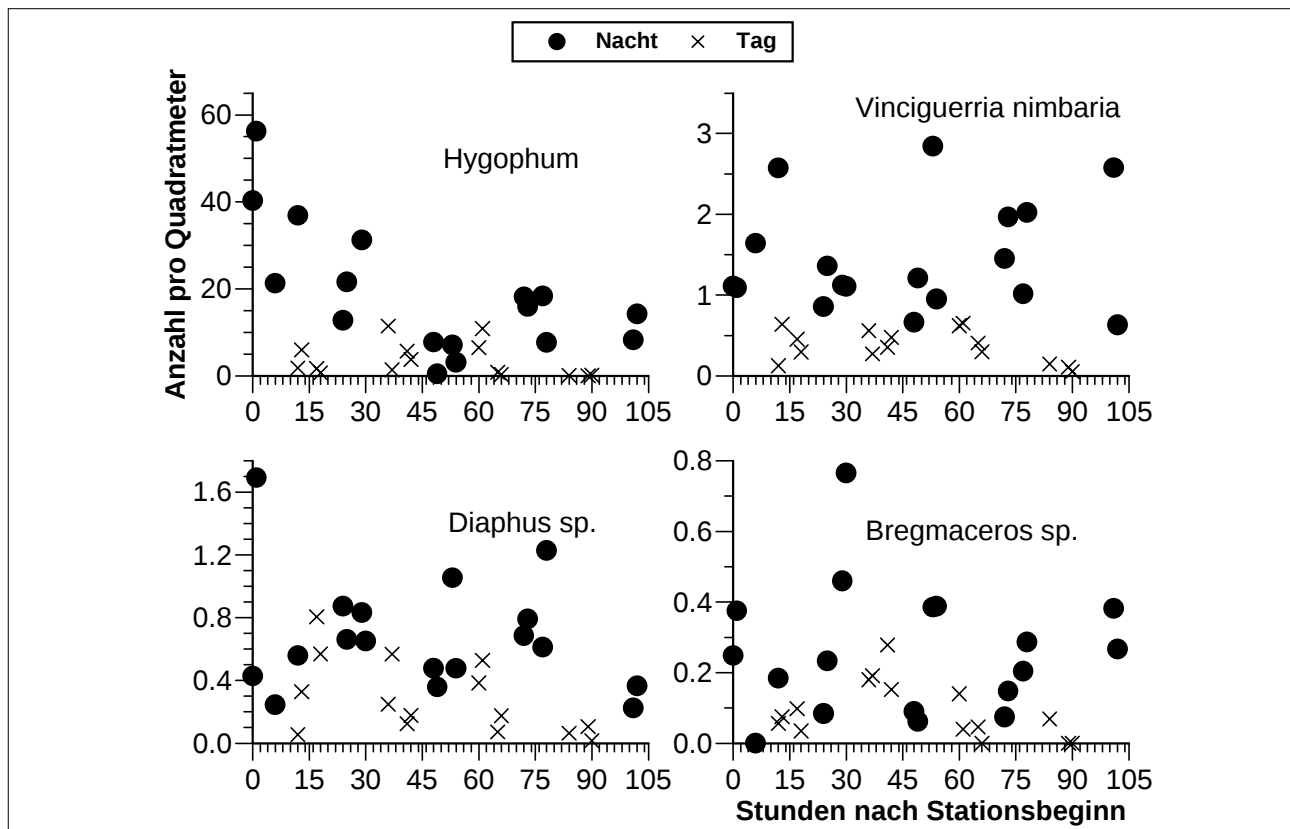


Abbildung 34: Station 2: Zeitliche Variation der Abundanzen von 4 Fischlarventaxa im Verlauf der Driftphase. Die Punkte geben die Anzahlen pro m² der Larven aus Nachtfängen an, die Kreuze die entsprechenden Werte aus Tagfängen.

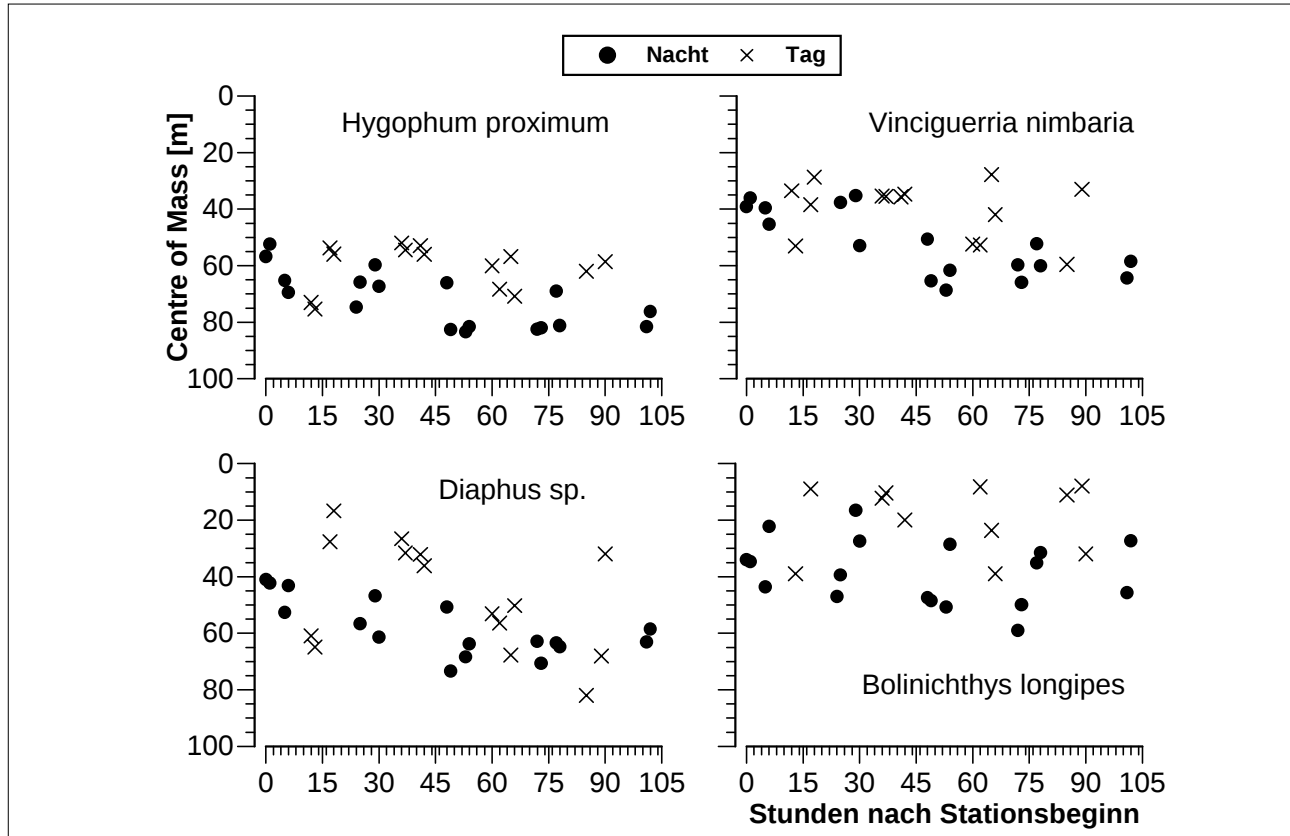


Abbildung 35: Station 2: Zeitliche Variation im Schwerpunkt der Tiefenverteilung (Centre of mass) von 4 Fischlarventaxa im Verlauf der Driftphase. Die Punkte geben die Verteilungsschwerpunkte der Larven aus Nachtfängen an, die Kreuze die entsprechenden Werte aus Tagfängen.

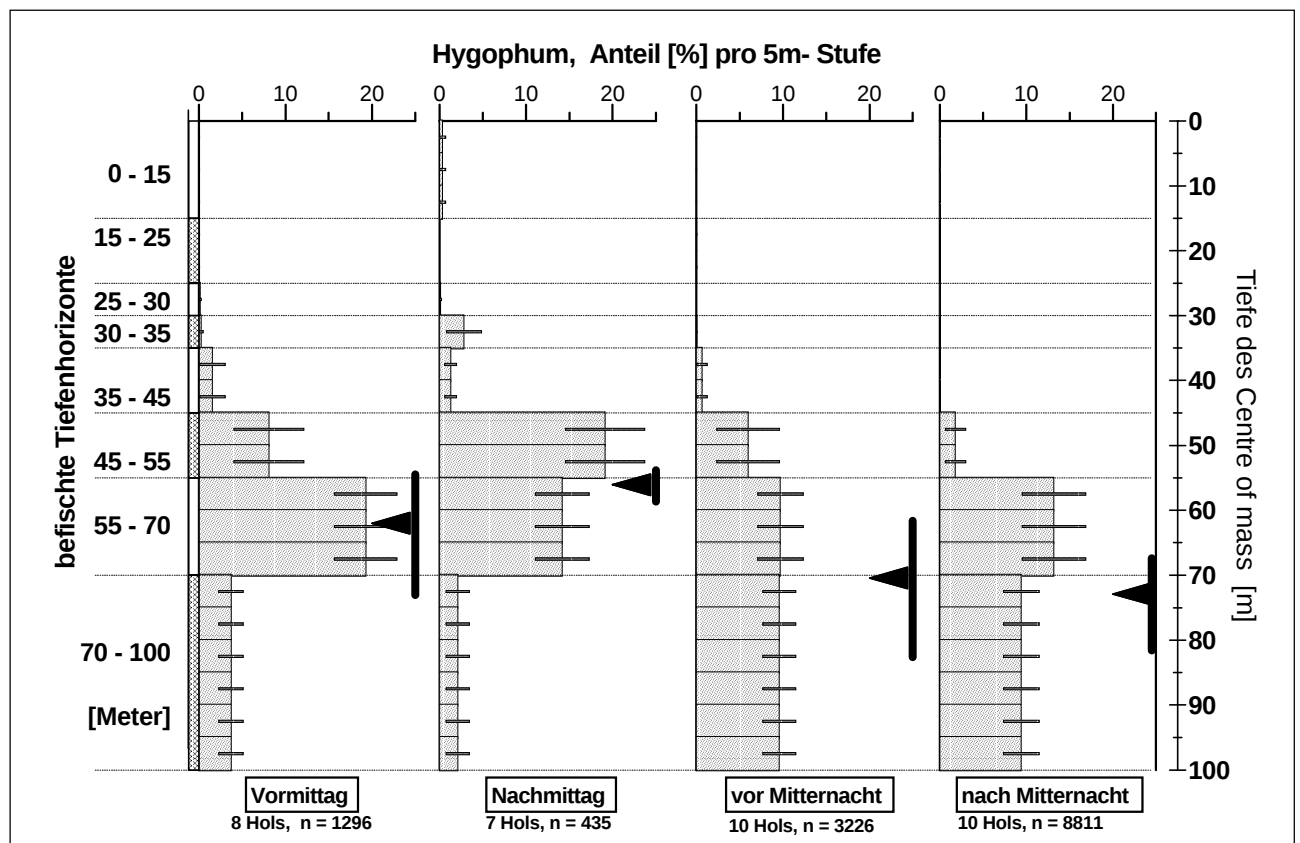


Abbildung 36: Station 2: Vertikalverteilung von *Hygophum proximum* zu 4 verschiedenen Tageszeiten. Weitere Erklärungen siehe Legende zu Abb. 32.

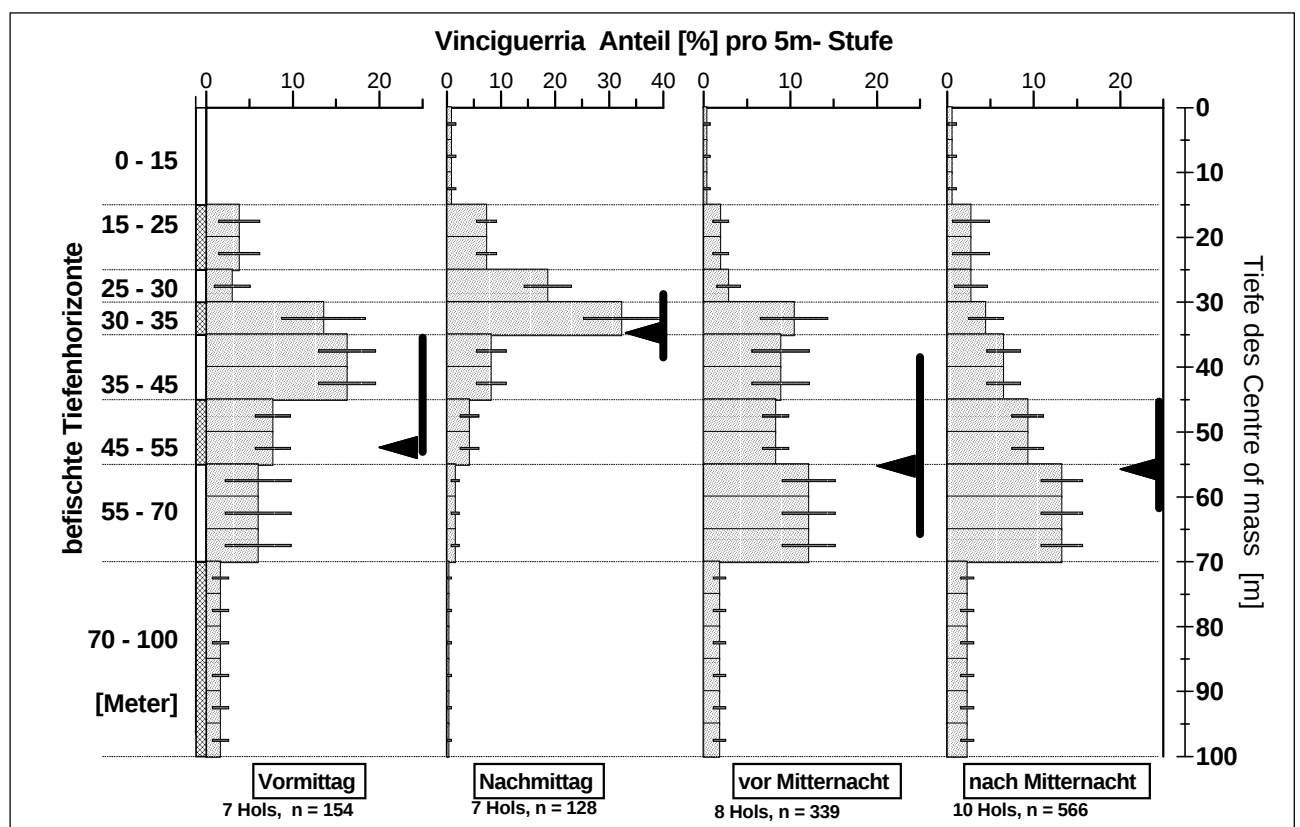


Abbildung 37: Station 2: Vertikalverteilung von *Vinciguerria nimbaria* zu 4 verschiedenen Tageszeiten. Weitere Erklärungen siehe Legende zu Abb. 32.

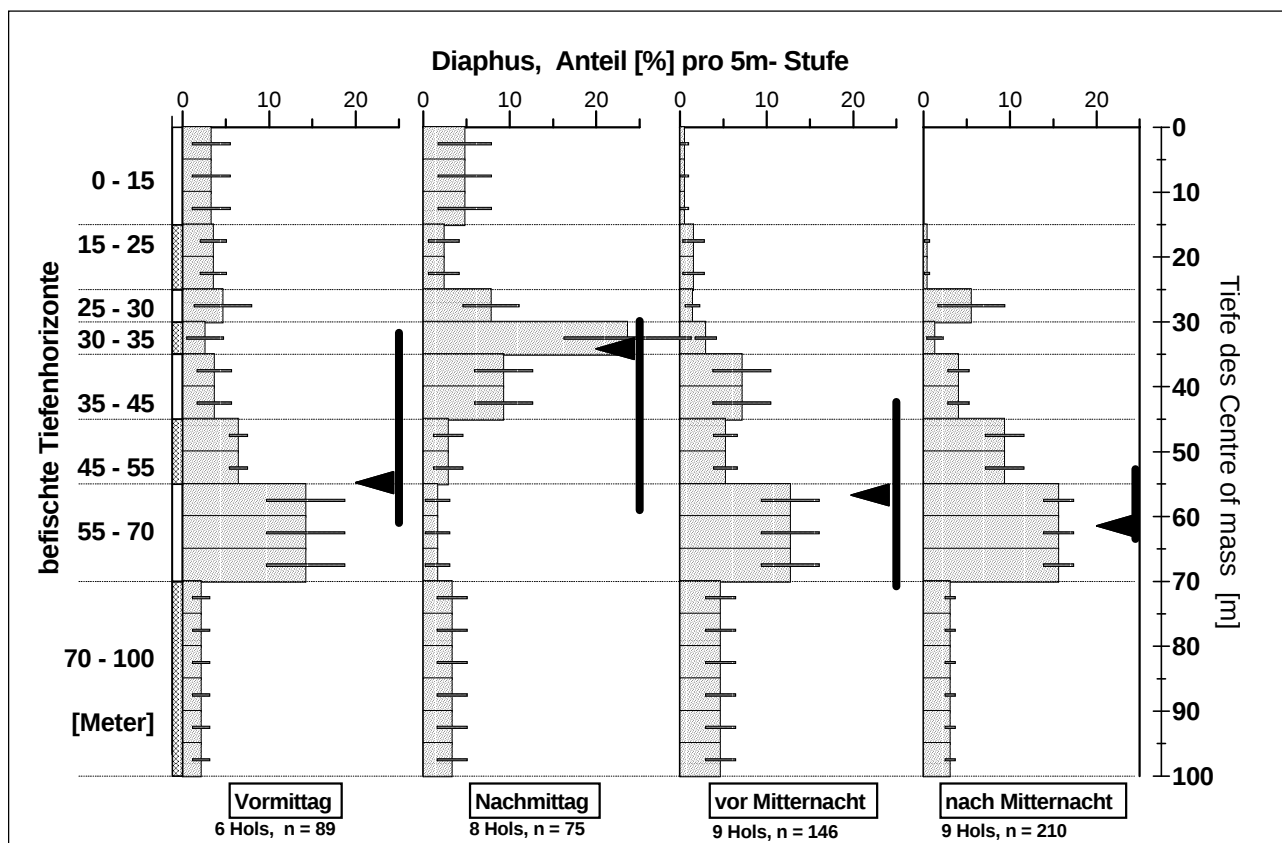


Abbildung 38: Station 2: Vertikalverteilung von *Diaphus sp* zu 4 verschiedenen Tageszeiten. Weitere Erklärungen siehe Legende zu Abb. 32.

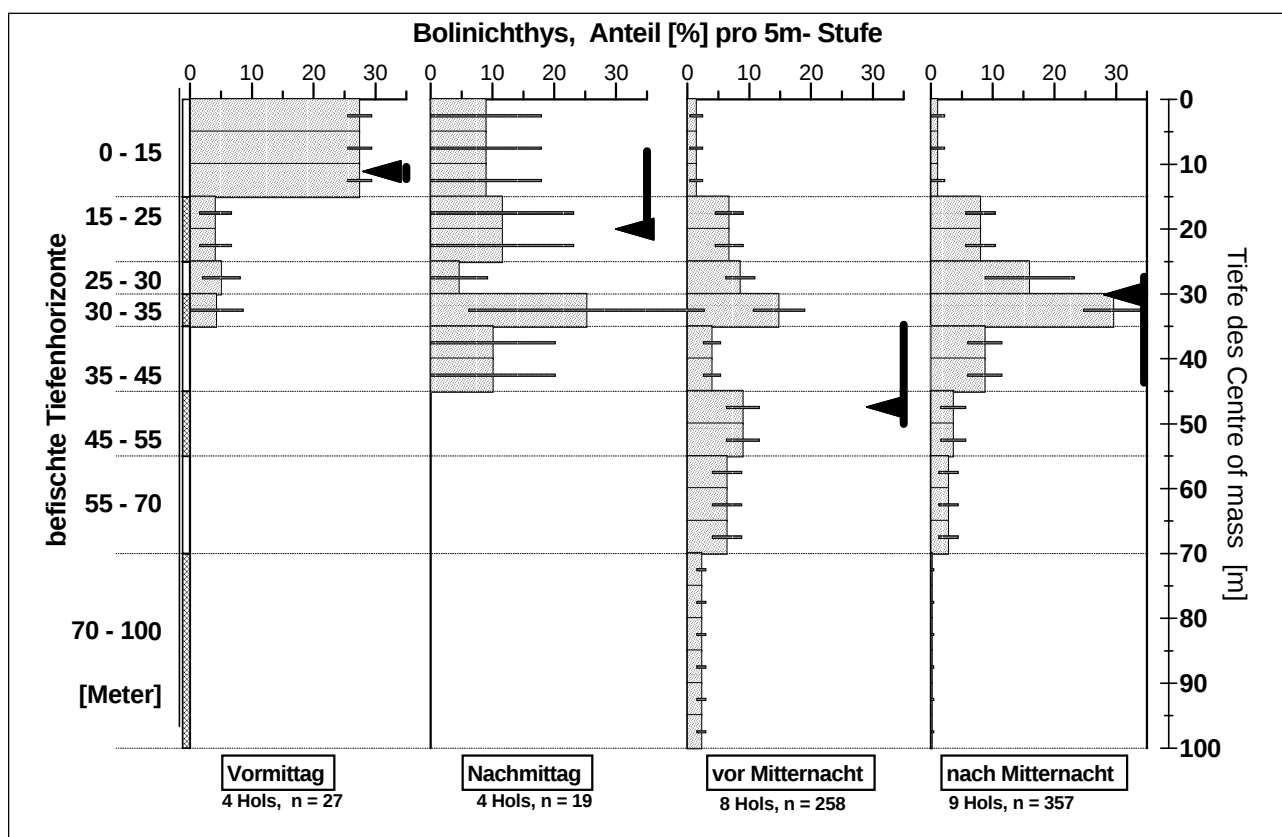


Abbildung 39: Station 2: Vertikalverteilung von *Bolinichthys longipes* zu 4 verschiedenen Tageszeiten. Weitere Erklärungen siehe Legende zu Abb. 32.

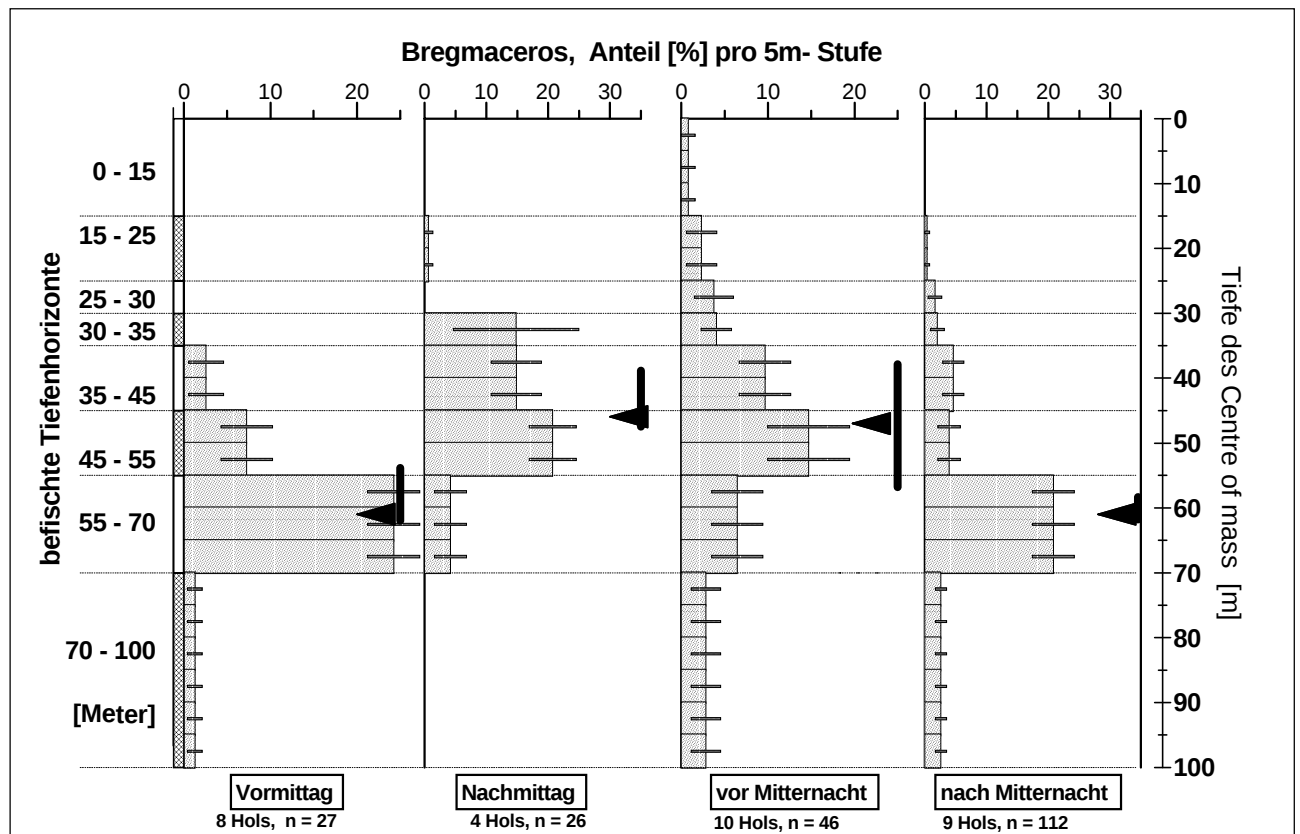


Abbildung 40: Station 2: Vertikalverteilung von *Bregmaceros* sp. zu 4 verschiedenen Tageszeiten. Weitere Erklärungen siehe Legende zu Abb. 32.

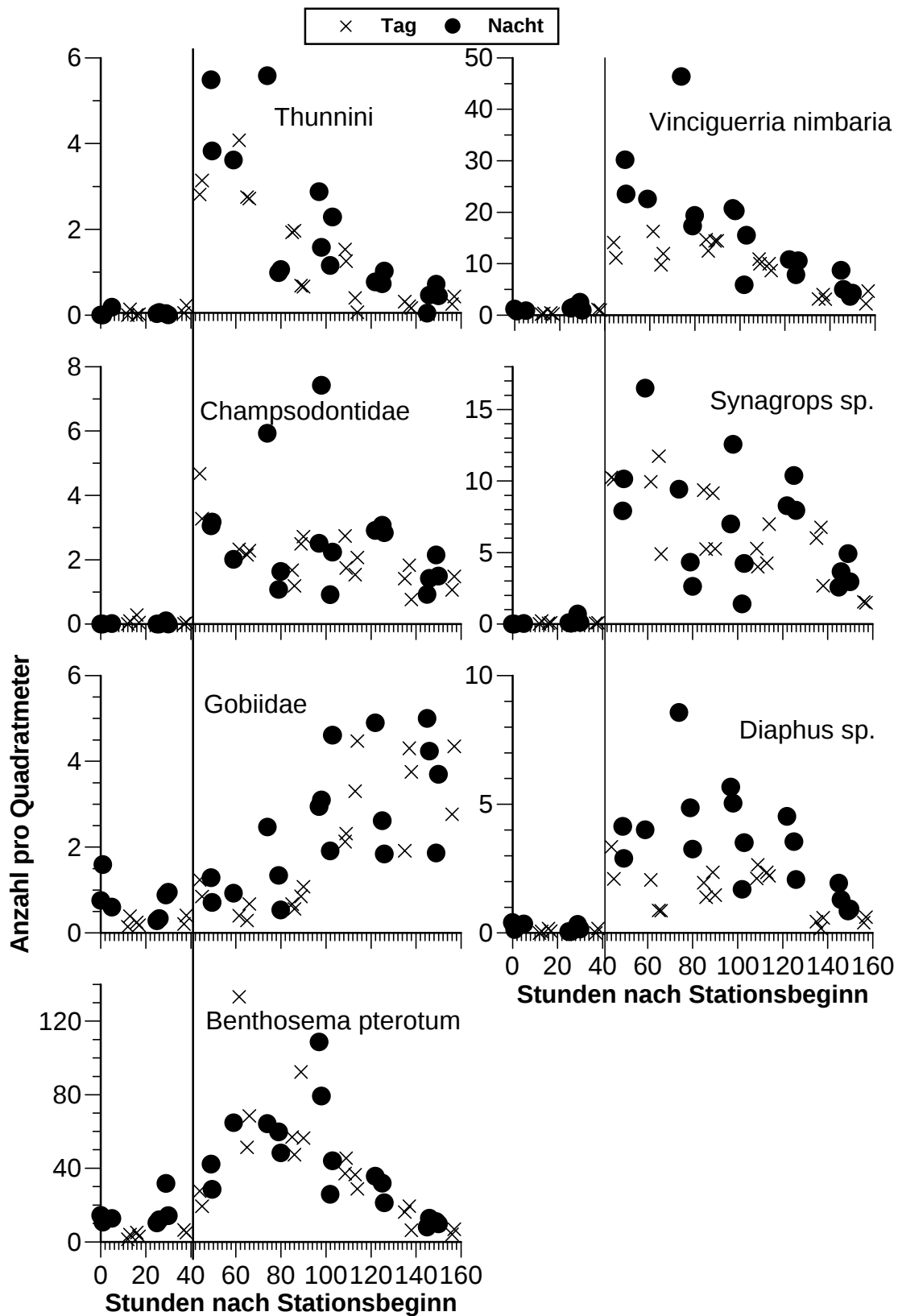


Abbildung 41: Station 3: Zeitliche Variation der Abundanzen von von *Benthosema pterotum*, *Vinciguerria nimbaria*, *Synagrops sp.*, *Diaphus sp.*, *Champsodontidae*, *Gobiidae* und *Thunnini* im Verlauf der Driftphase. Die Punkte geben die Anzahlen der Larven pro m² aus Nachtfängen an, die Kreuze die entsprechenden Werte aus Tagfängen. Die senkrechte Linie markiert das Ende des ersten bzw. den Beginn des zweiten Abschnitts.

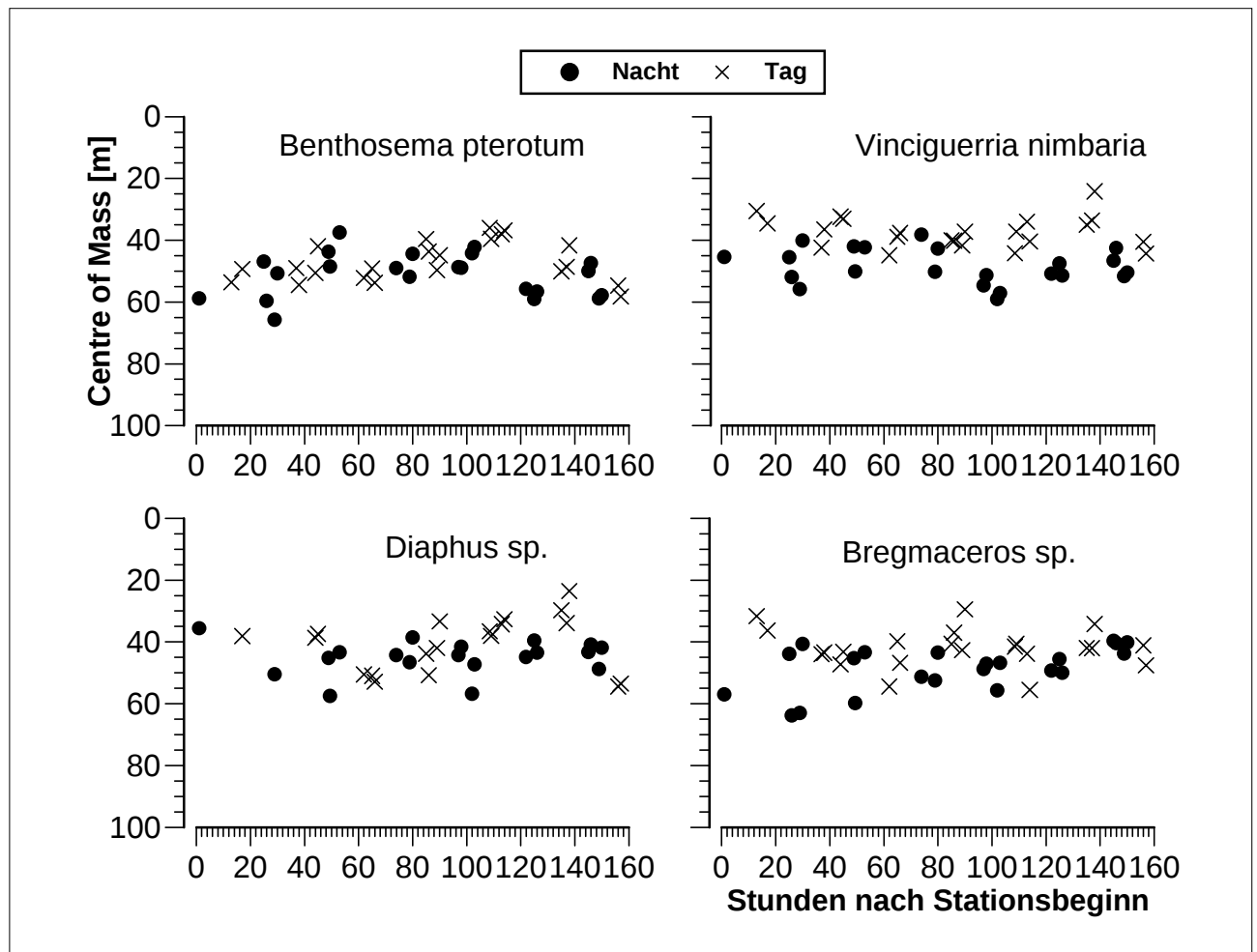


Abbildung 42: Station 3: Zeitliche Variation im Schwerpunkt der Tiefenverteilung (Centre of mass) von 4 Fischlarventaxa im Verlauf der Driftphase. Die Punkte geben die Verteilungsschwerpunkte der Larven aus Nachtfängen an, die Kreuze die entsprechenden Werte aus Tagfängen.

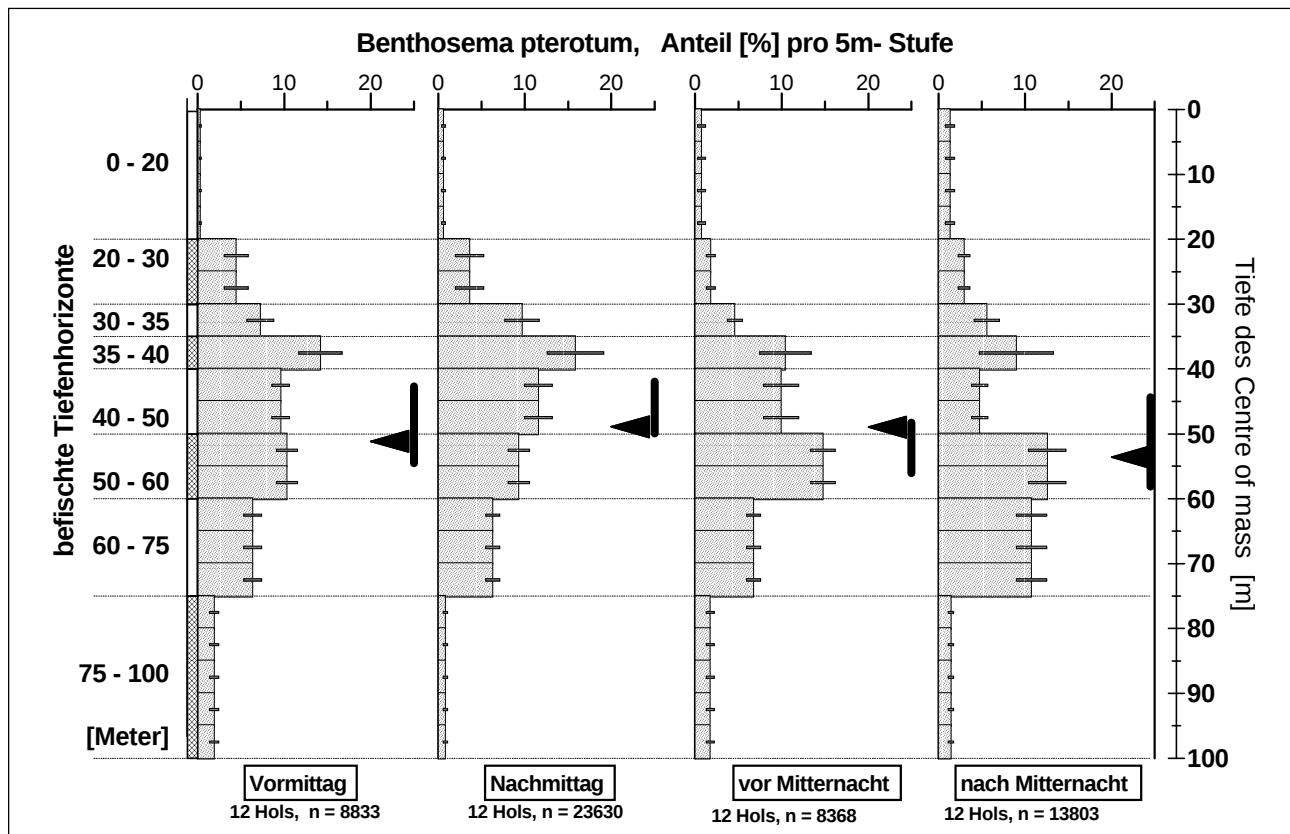


Abbildung 43: Station 3: Vertikalverteilung von *Benthosema pterotum* zu 4 verschiedenen Tageszeiten. Zur weiteren Erklärung siehe Legende der Abb. 32.

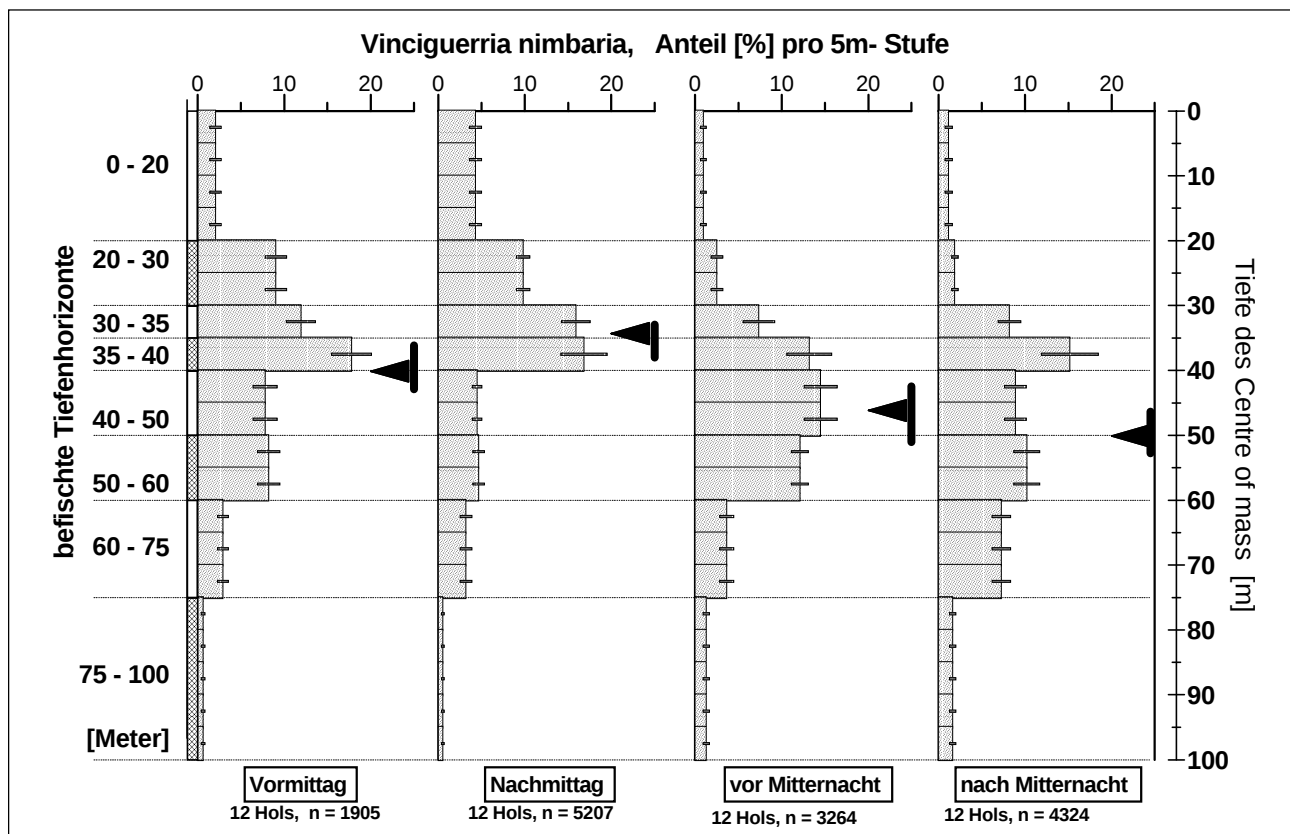


Abbildung 44: Station 3: Vertikalverteilung von *Vinciguerria nimbaria* zu 4 verschiedenen Tageszeiten. Zur weiteren Erklärung siehe Legende der Abb. 32.

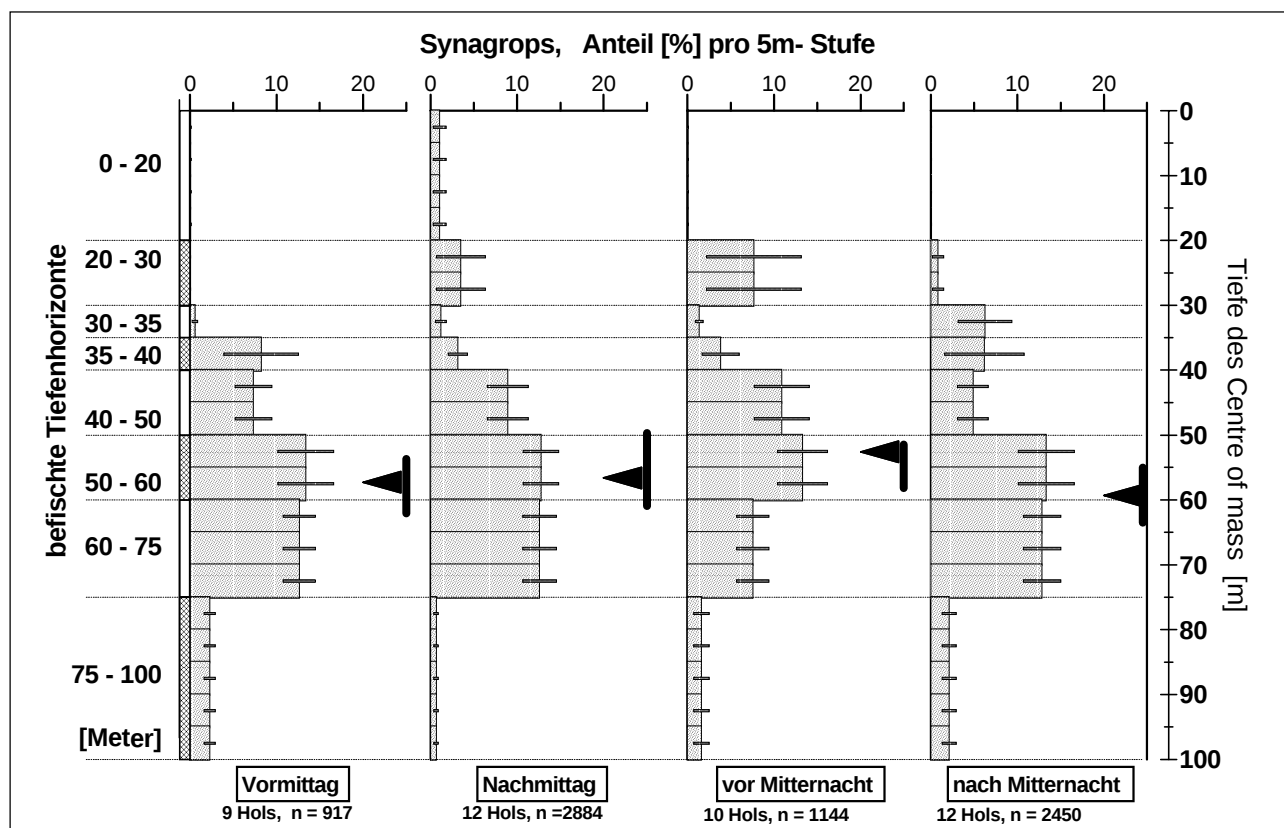


Abbildung 45: Station 3: Vertikalverteilung von *Synagrops sp.* zu 4 verschiedenen Tageszeiten. Zur weiteren Erklärung siehe Legende der Abb. 32.

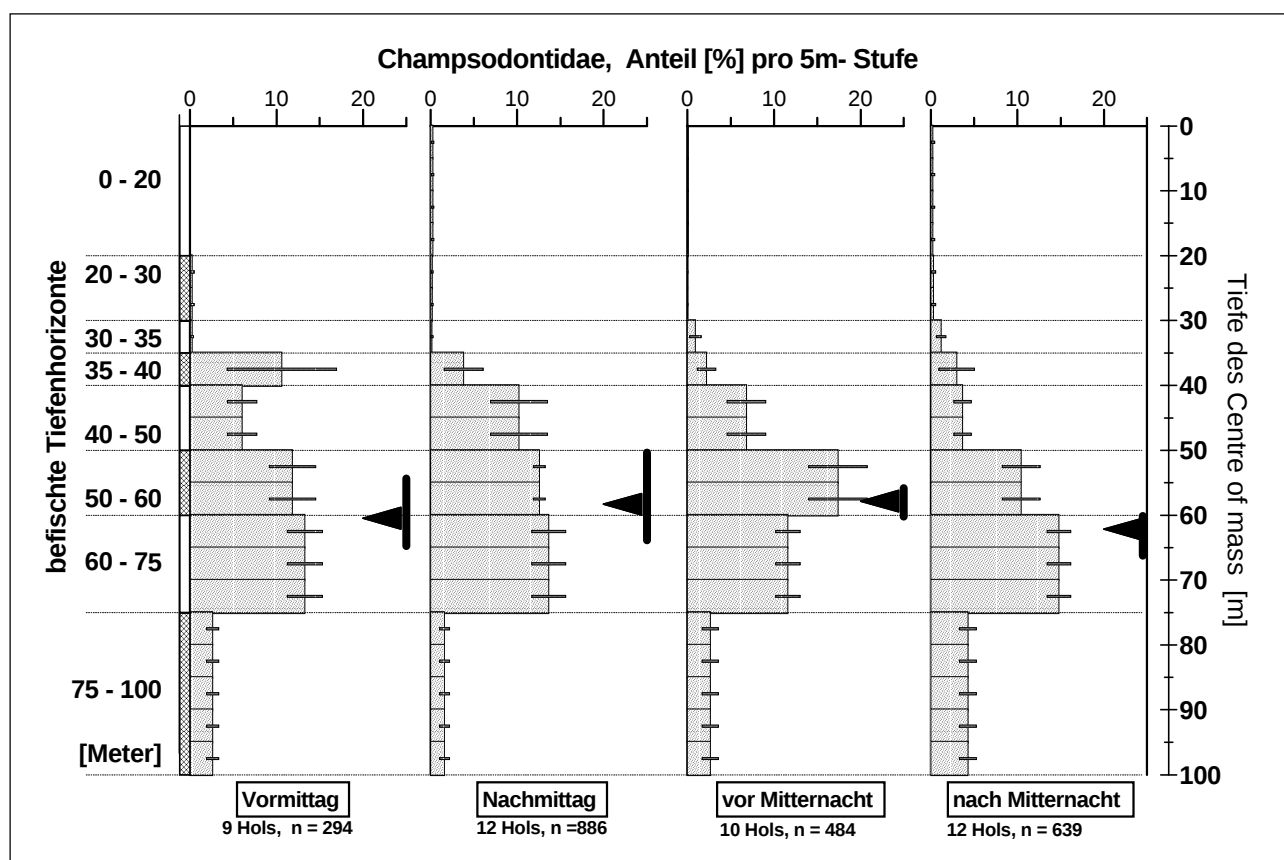


Abbildung 46: Station 3: Vertikalverteilung der *Champsodontidae* zu 4 verschiedenen Tageszeiten. Zur weiteren Erklärung siehe Legende der Abb. 32.

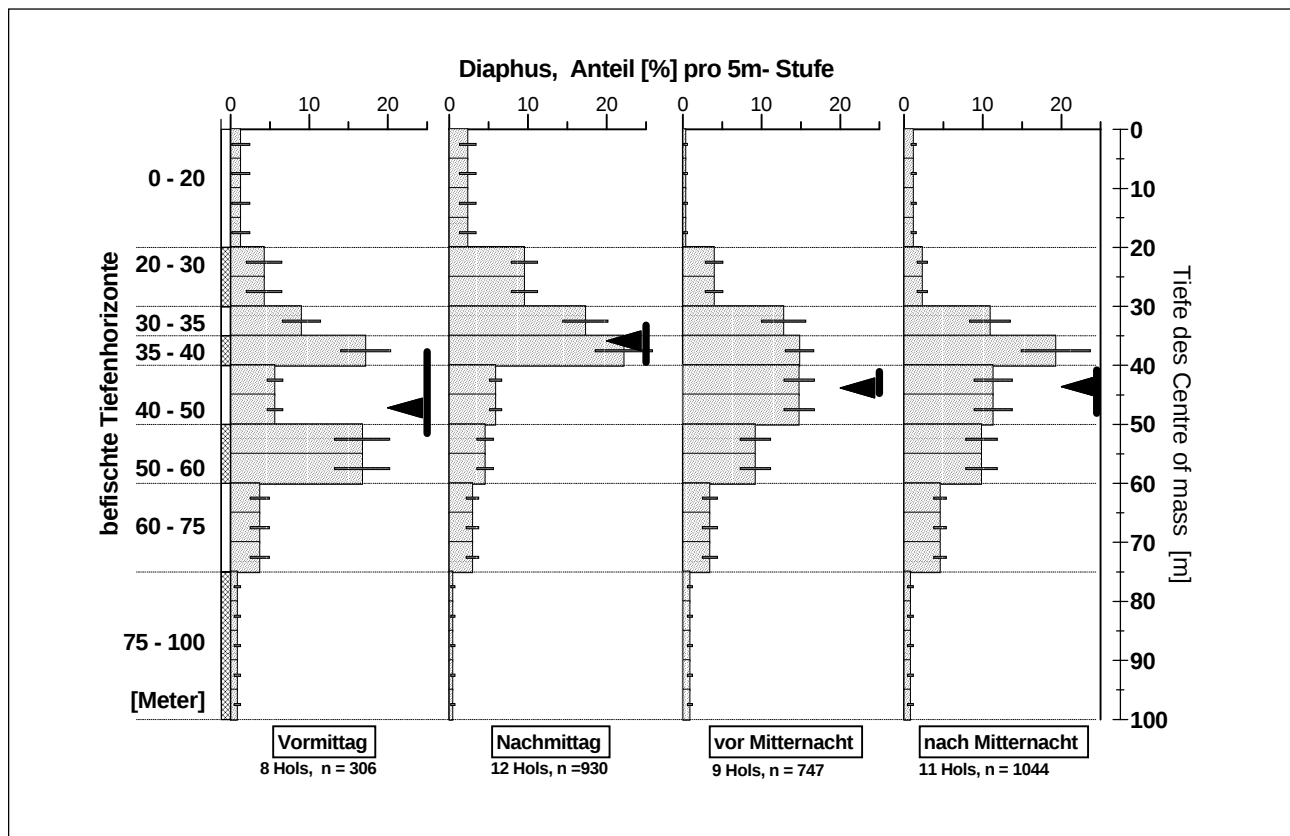


Abbildung 47: Station 3: Vertikalverteilung von *Diaphus sp.* zu 4 verschiedenen Tageszeiten. Zur weiteren Erklärung siehe Legende der Abb. 32.

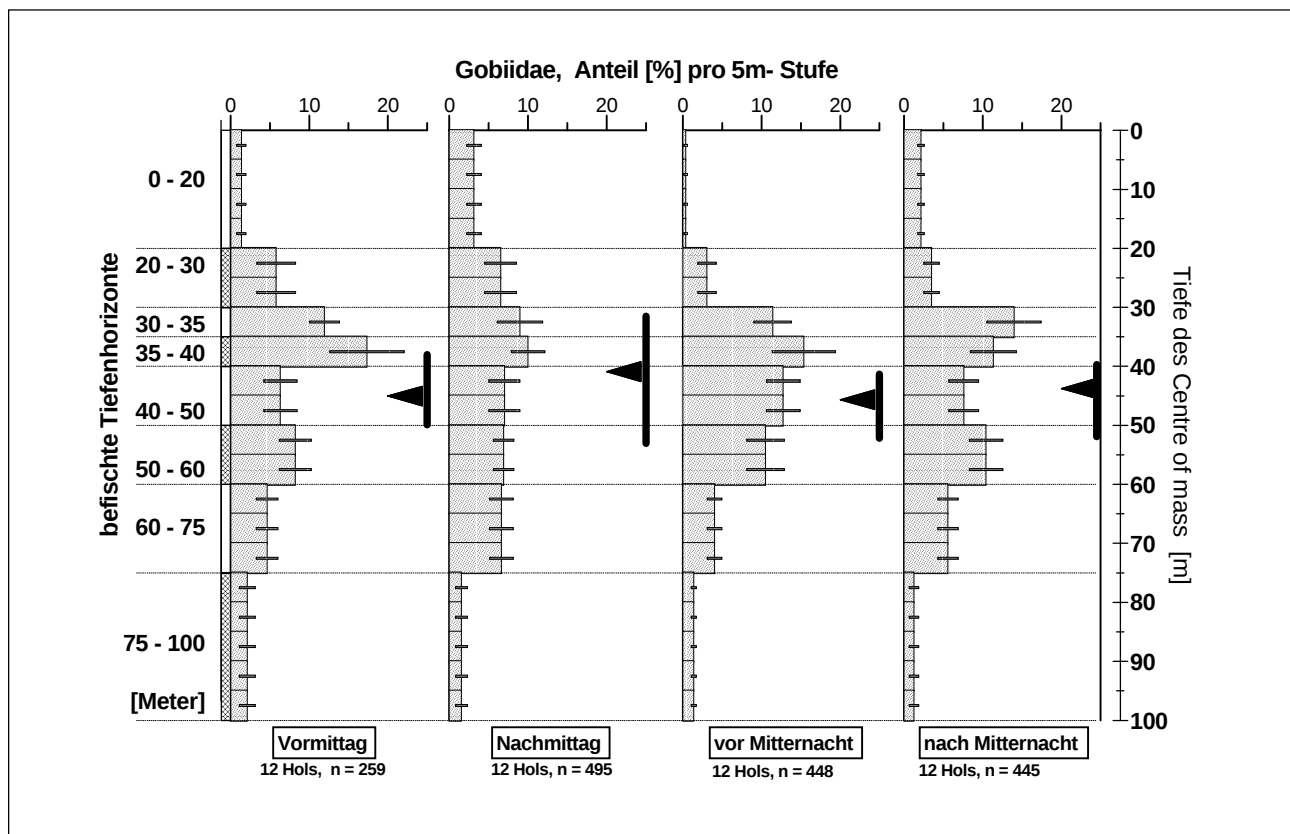


Abbildung 48: Station 3: Vertikalverteilung der *Gobiidae* zu 4 verschiedenen Tageszeiten. Zur weiteren Erklärung siehe Legende der Abb. 32.

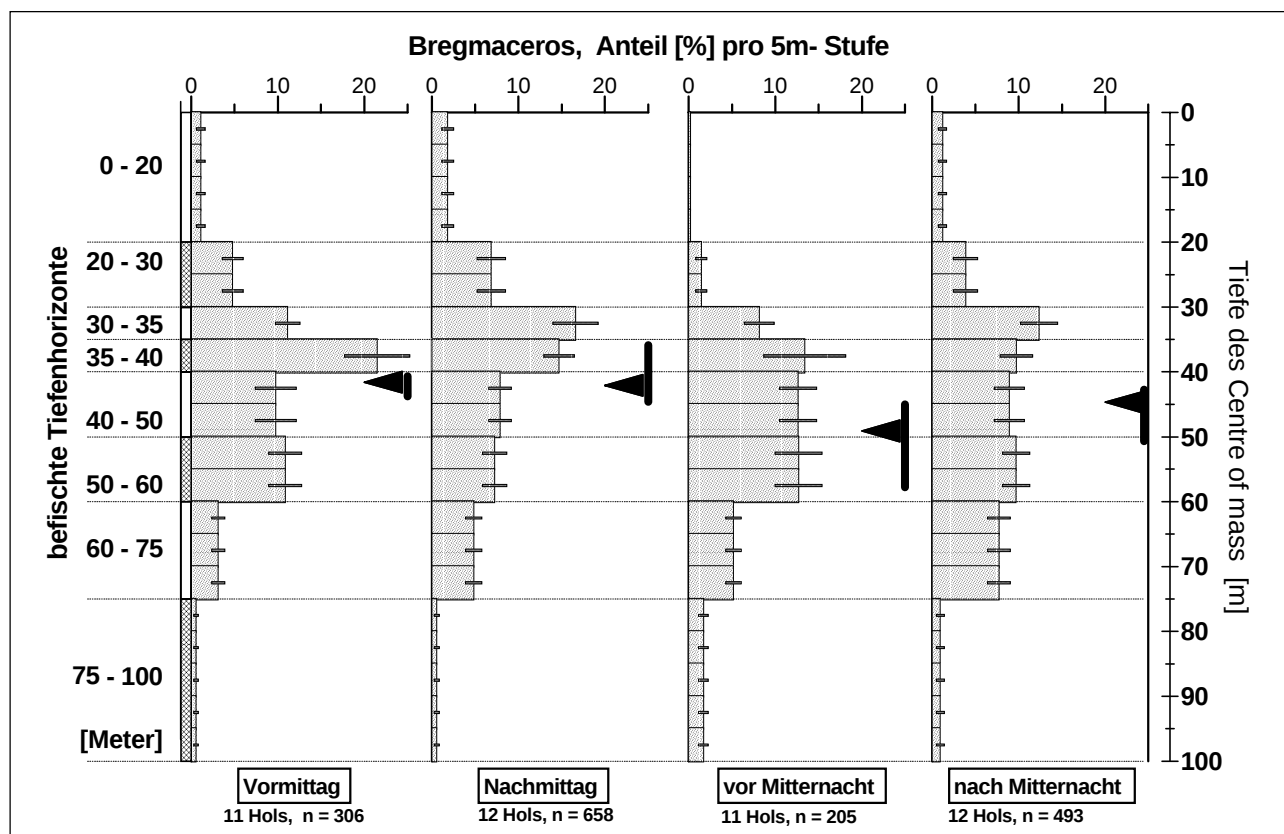


Abbildung 49: Station 3: Vertikalverteilung von *Bregmaceros* sp. zu 4 verschiedenen Tageszeiten. Zur weiteren Erklärung siehe Legende der Abb. 32

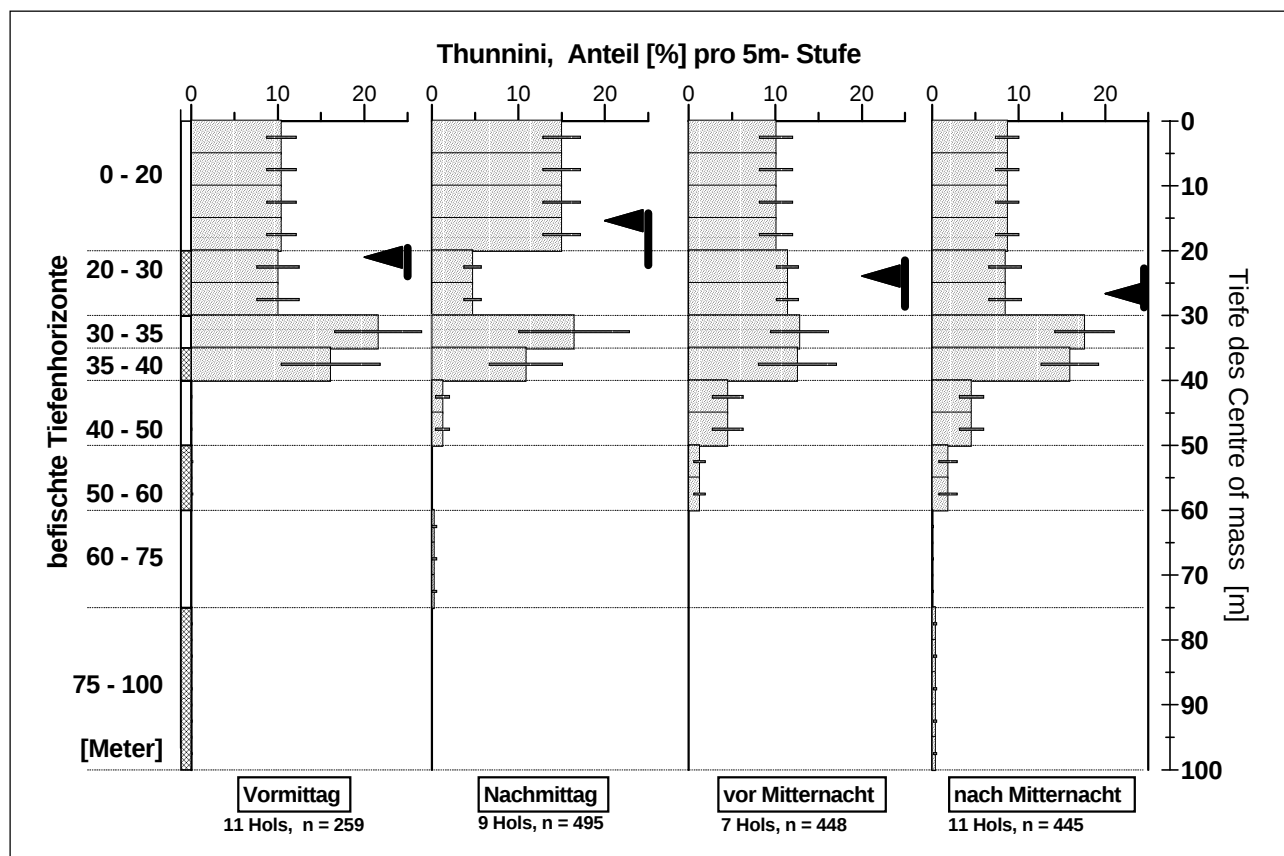


Abbildung 50: Station 3: Vertikalverteilung der Thunnini zu 4 verschiedenen Tageszeiten. Zur weiteren Erklärung siehe Legende der Abb. 32

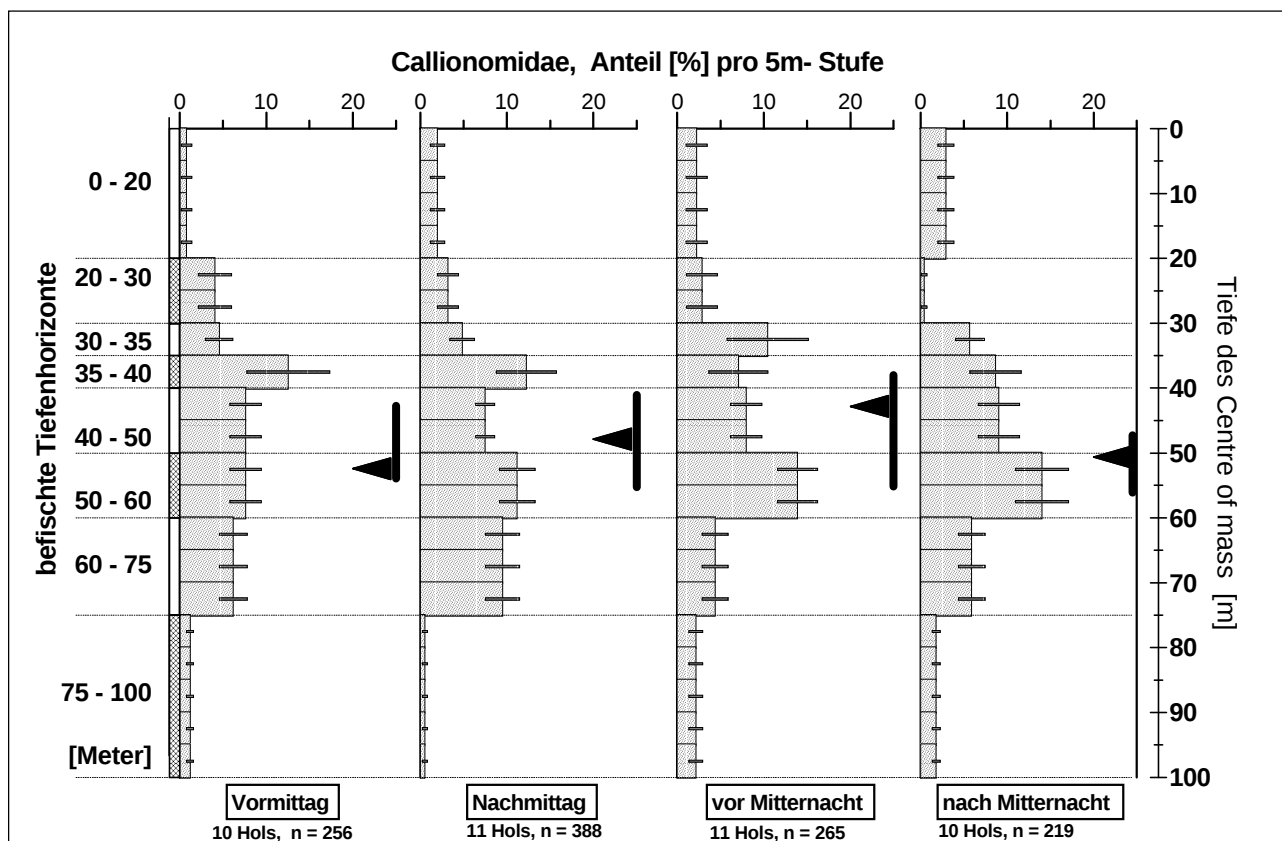


Abbildung 51: Station 3: Vertikalverteilung der *Callionymidae* zu 4 verschiedenen Tageszeiten. Zur weiteren Erklärung siehe Legende der Abb. 32

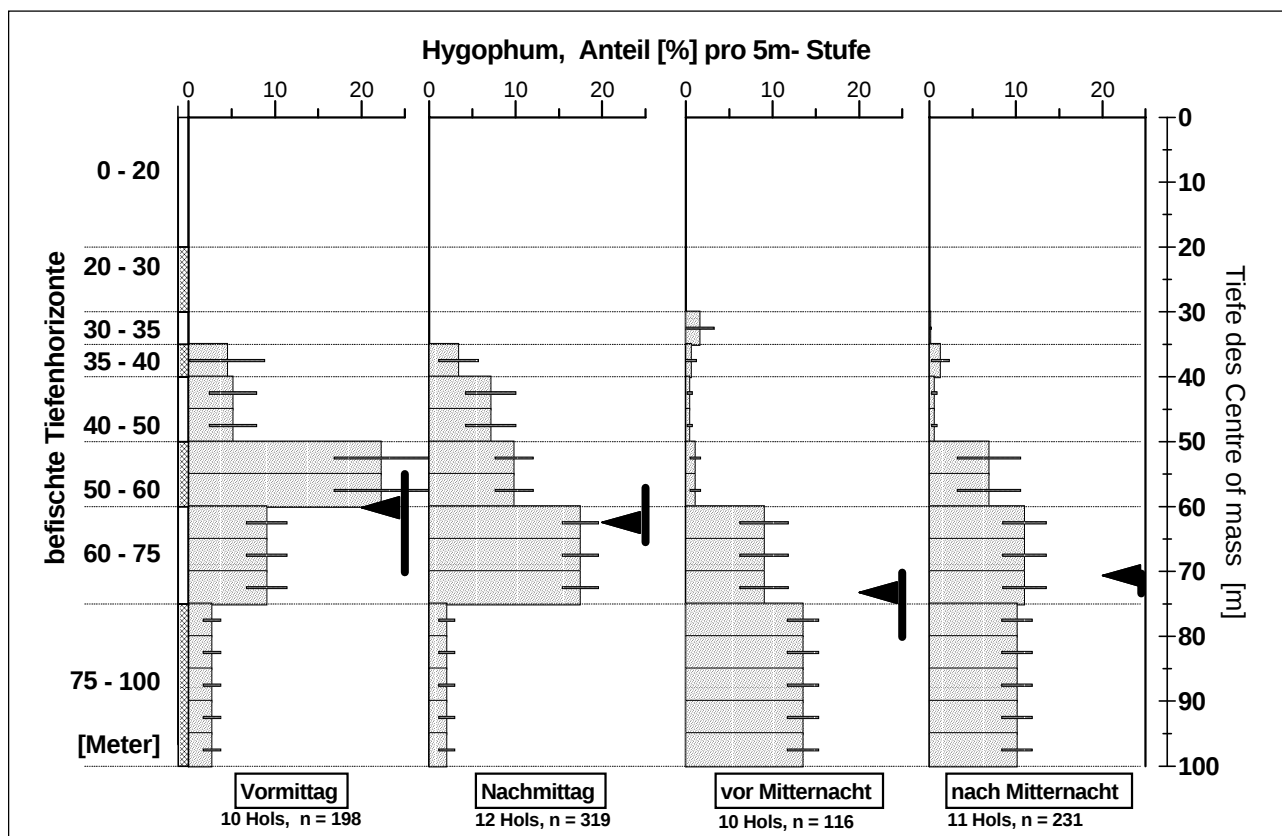


Abbildung 52: Station 3: Vertikalverteilung von *Hygophum proximum* zu 4 verschiedenen Tageszeiten. Zur weiteren Erklärung siehe Legende der Abb. 32

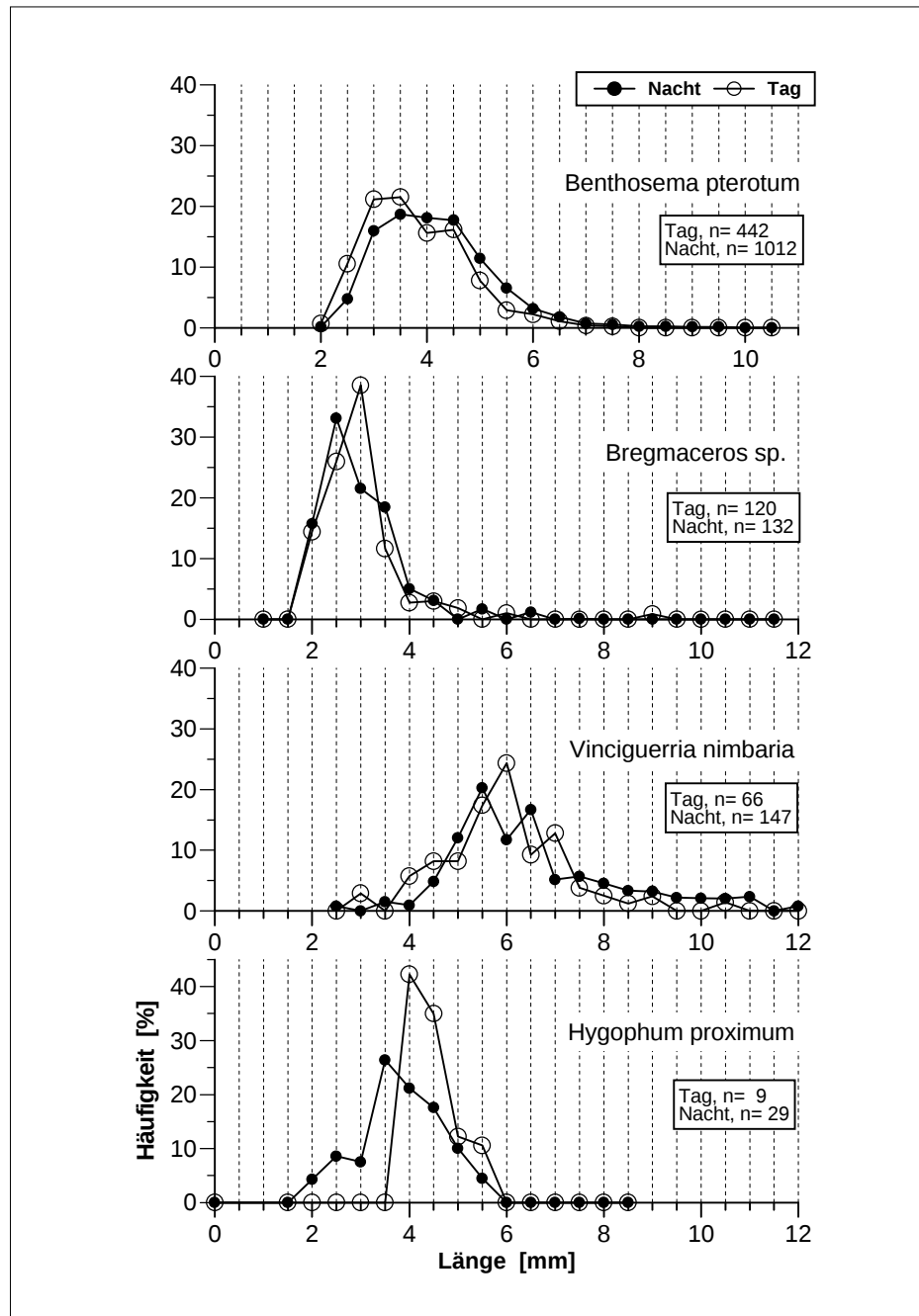


Abbildung 53: Station 1: Längenhäufigkeitsverteilung von *Benthosema pterotum*, *Bregmaceros sp.*, *Vinciguerria nimbaria* und *Hygophum proximum* aus Tagfängen (Kreise) und Nachtfängen (Punkte).

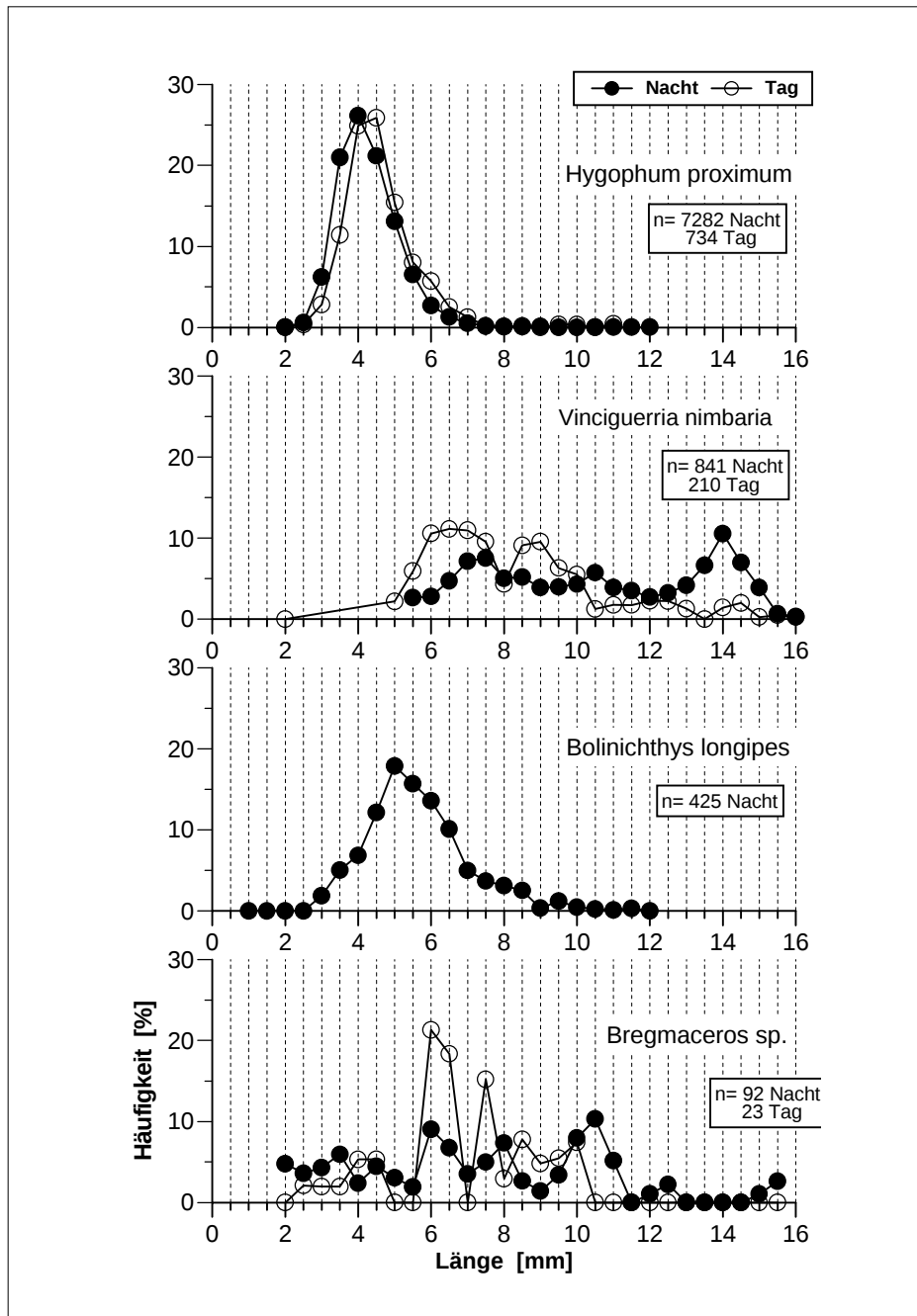


Abbildung 54: Station 2: Längenhäufigkeitsverteilung von *Hygophum proximum*, *Vinciguerria nimbaria*, *Bolinichthys longipes* und *Bregmaceros sp.* aus Tagfängen (Kreise) und Nachtfängen (Punkte).

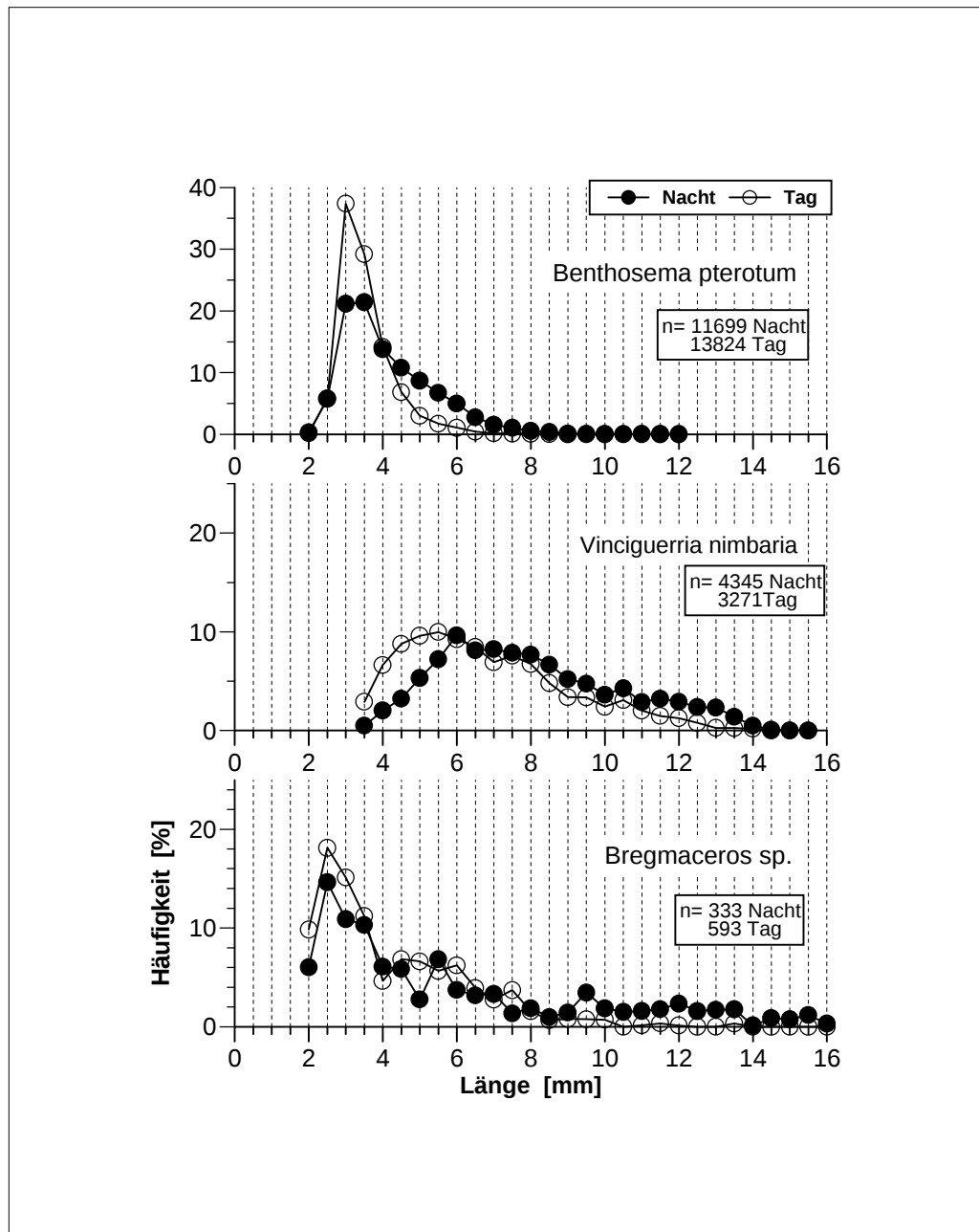


Abbildung 55: Station 3: Längenhäufigkeitsverteilung von *Benthosema pterotum*, *Vinciguerria nimbaria* und *Bregmaceros* sp. aus Tagfängen (Kreise) und Nachtfängen (Punkte).

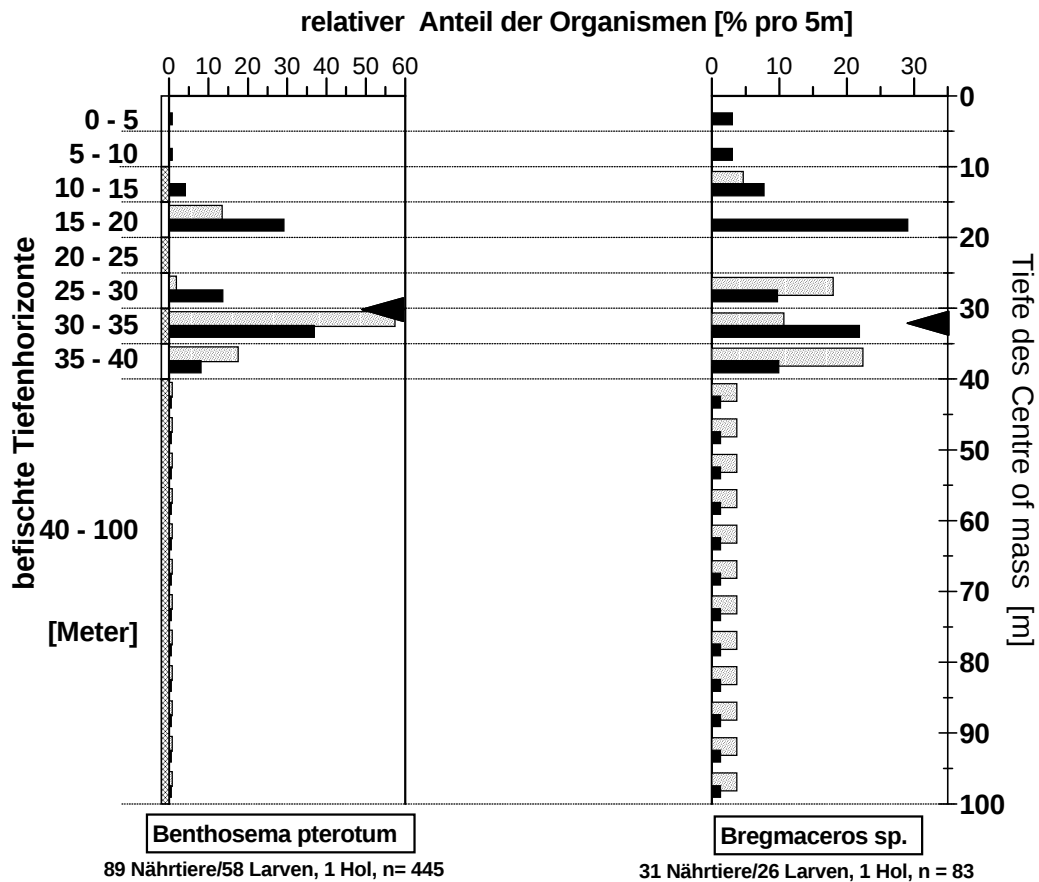


Abbildung 56: Station 1: Nahrungsaufnahme zweier Fischlarvenarten (graue Balken) in Gegenüberstellung mit der Vertikalverteilung aller Fischlarven aus Hols, in denen Larven gefressen haben (schwarze Balken), dargestellt für *Benthosema pterotum* und *Bregmaceros sp.*

Graue Balken: Aufgetragen sind die Anteile (%) der Gesamt-Nahrungsaufnahme von Fischlarven eines Hols, die im Mittel über die Vergleichshols je 5 m-Tiefenstufe erfasst wurden (Balken) und die Standardfehler dieser Mittelwerte (dünne Linien). Die Nahrungsaufnahme in den einzelnen Tiefenstufen leitet sich aus dem Produkt des Anteils der Gesamtabundanz Beutetiere pro m² und des Anteils der Gesamtabundanz fressende Larven pro m² ab (Nahrungskennwert, siehe Kap.2.4.2.).

Schwarze Balken: Aufgetragen sind die Anteile (%) der Gesamtabundanz Fischlarven eines Hols pro m², die im Mittel über die Vergleichshols je 5 m-Tiefenstufe erfasst wurden (Balken) und die Standardfehler dieser Mittelwerte (dünne Linien).

Für jede Organismengruppe ist die Anzahl der Vergleichshols, die absolute Anzahl der fressenden Larven mit der Beutemenge sowie die absolute Anzahl (n) aller Larven aus den genannten Hols angegeben.

Die Pfeilspitze weist auf den Mittleren Verteilungsschwerpunkt, das „Centre of Mass“ (vgl. Kap. 2.4.2) aller Organismen der jeweiligen Gruppe. Der senkrechte Strich am Pfeilende gibt den Interquartilbereich an, er umfasst die zentralen 50 % der CM-Werte der einzelnen Hols. Das „Centre of Mass“ gibt den Verteilungsschwerpunkt aller Larven an, also auch der Larven, die keine Nahrung im Darm hatten. Hols, in denen überhaupt keine Larve Nahrung im Darm hatte, wurden nicht berücksichtigt.

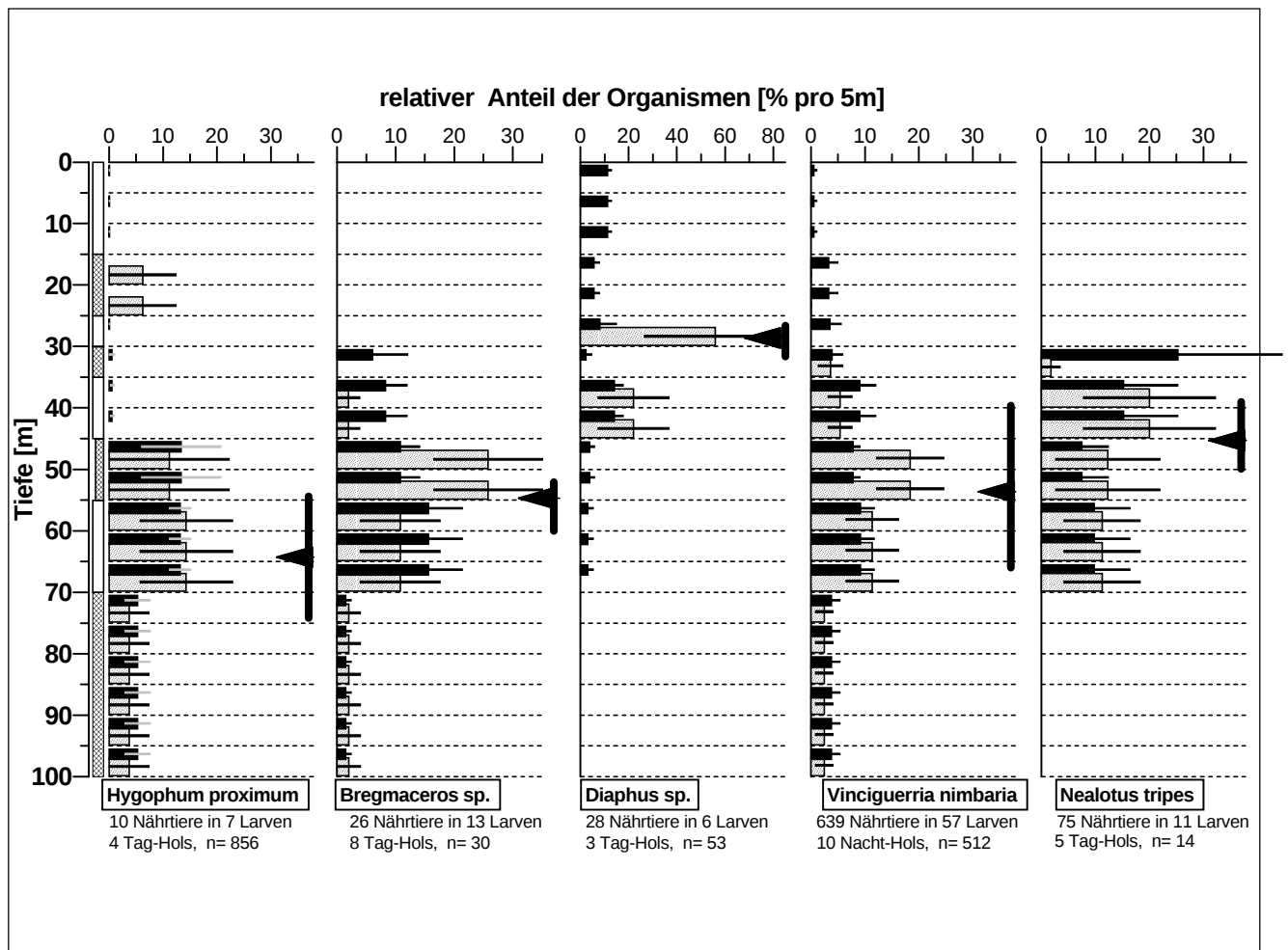


Abbildung 57: Station 2: Nahrungsaufnahme von 5 Larvenarten (graue Balken) in Gegenüberstellung mit der Vertikalverteilung aller Larven aus Hols, in denen Larven gefressen haben (schwarze Balken). Zur weiteren Erklärung siehe Legende zu Abb. 56.

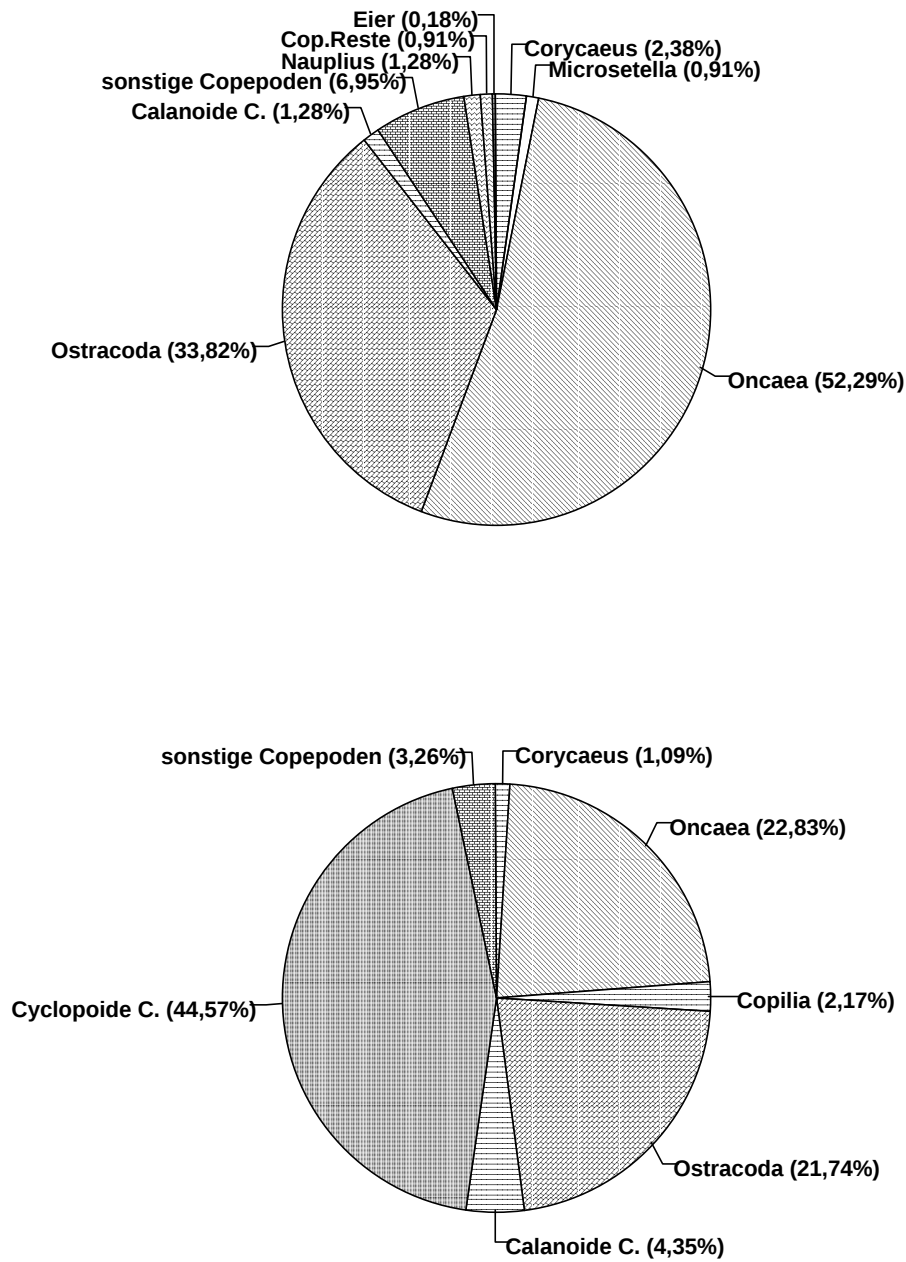


Abbildung 58: Station 2: Nahrungszusammensetzung von *Vinciguerria nimbaria* aus Nachtfängen. Es sind die relativen Anteile der Nahrungsorganismen angegeben. Oben 12,0 - 14,9 mm lange Larven (Anzahl Beutetiere, n= 547), unten 15,0 - 21,0 mm lange Larven (Anzahl Beutetiere, n= 92).

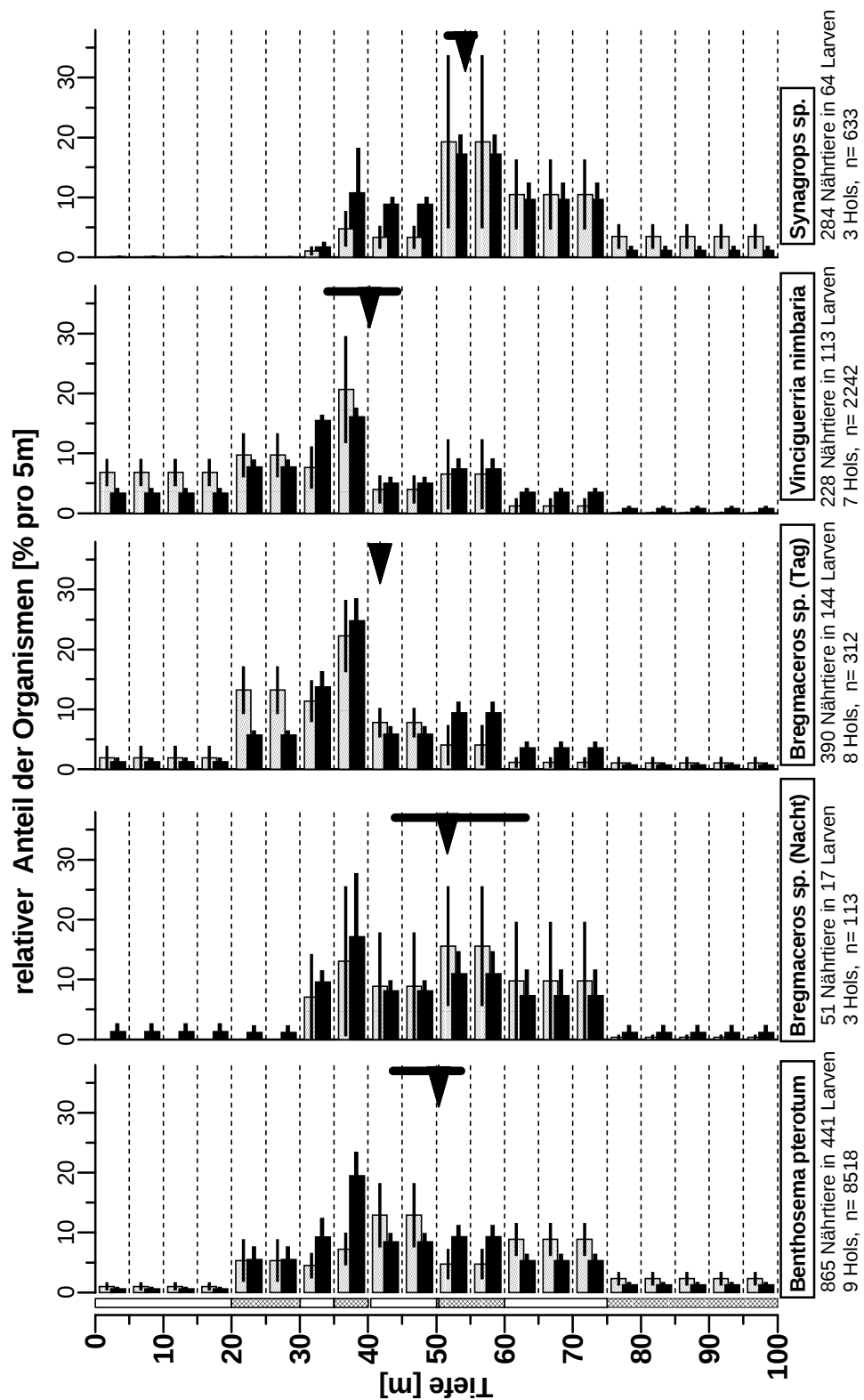


Abbildung 59: Station 3: Nahrungsaufnahme von 9 Larvenarten (graue Balken) in Gegenüberstellung mit der Vertikalverteilung aller Larven aus Hols, in denen Larven gefressen haben (schwarze Balken). Zur weiteren Erklärung siehe Legende zu Abb. 56.

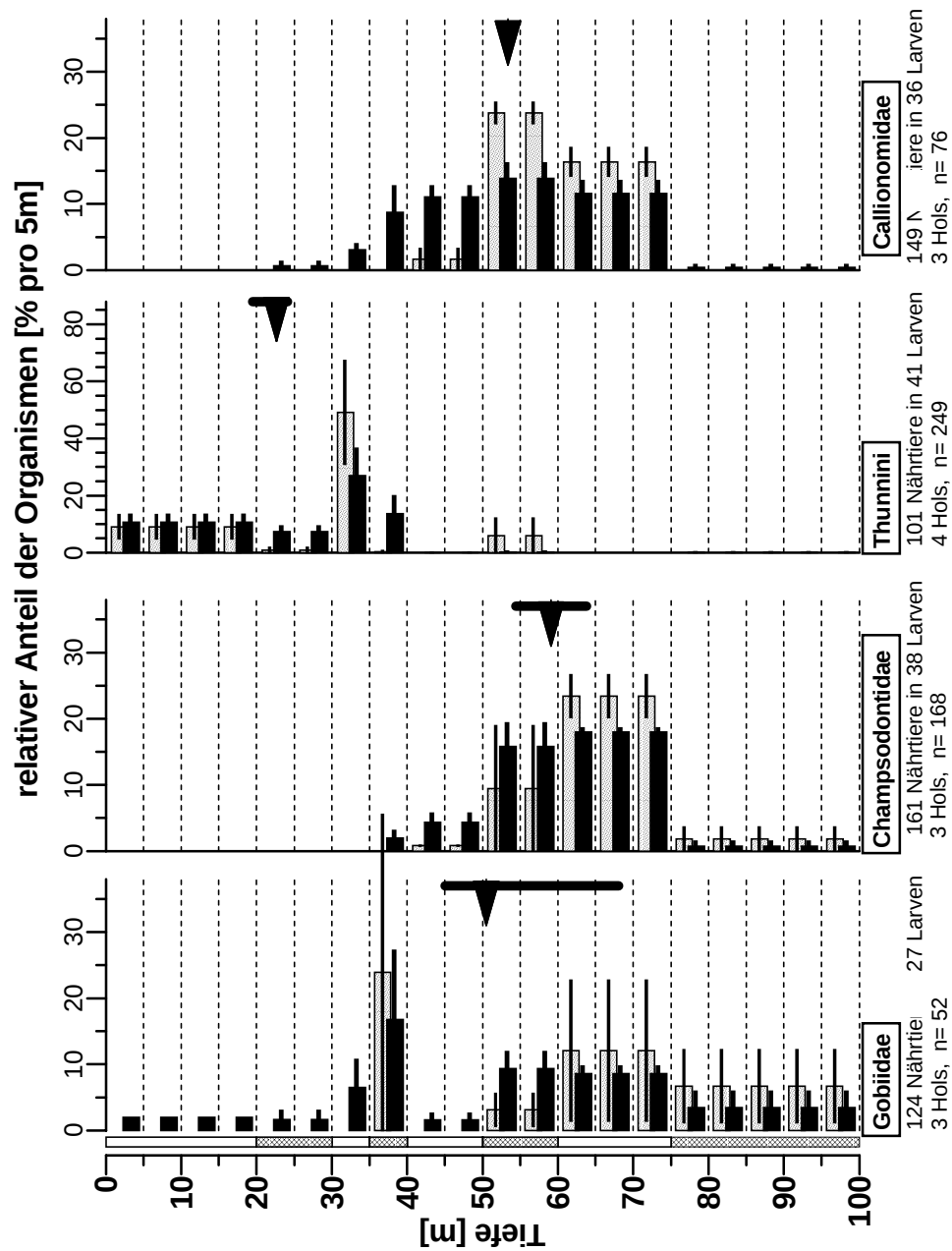


Abbildung 59 Fortsetzung: Station 3: Nahrungsaufnahme von 9 Larvenarten (graue Balken) in Gegenüberstellung mit der Vertikalverteilung aller Larven aus Hols, in denen Larven gefressen haben (schwarze Balken). Zur weiteren Erklärung siehe Legende zu Abb. 56.

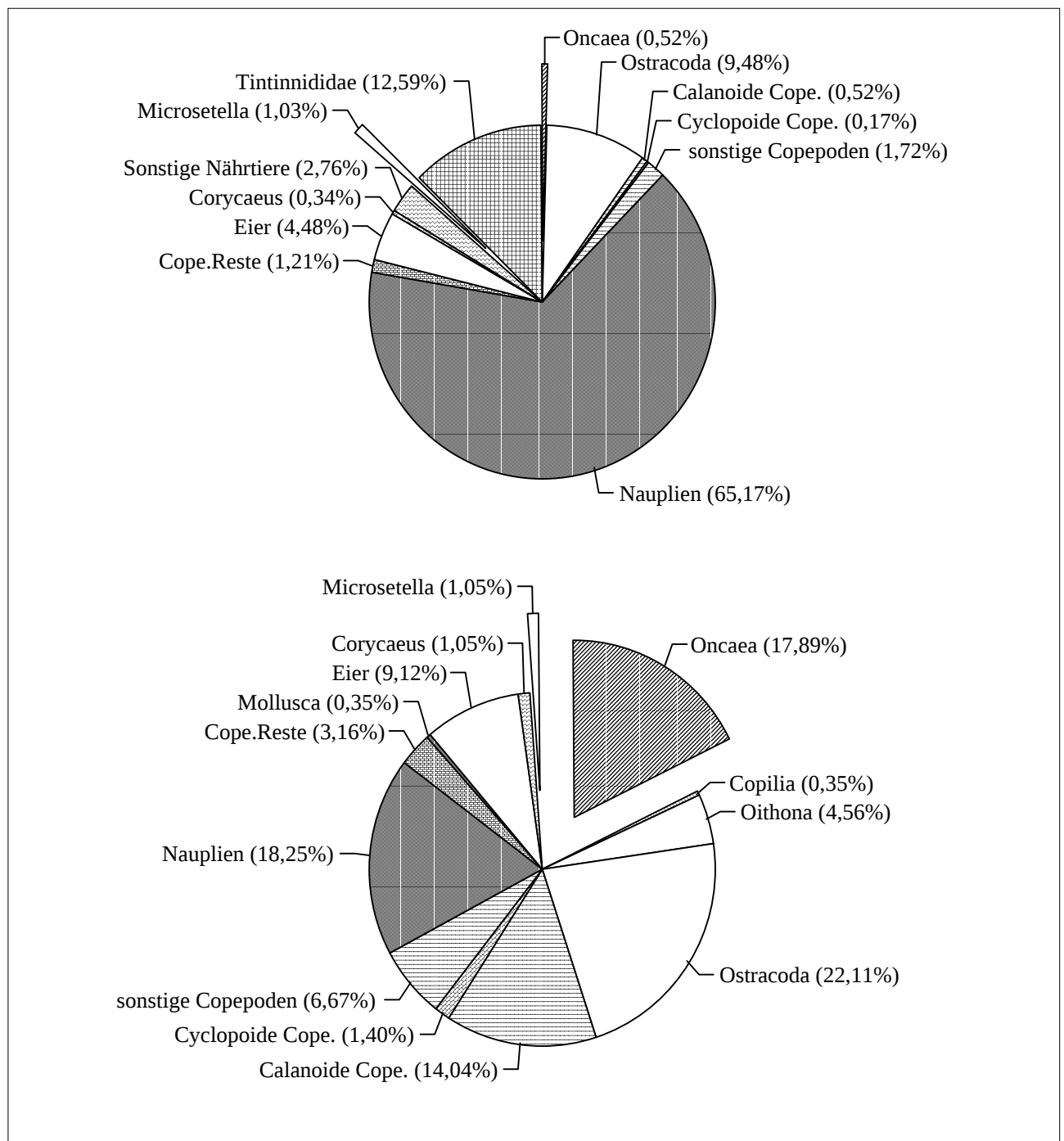


Abbildung 60: Station 3: Nahrungszusammensetzung von *Benthosema pterotum*. Es sind die relativen Anteile der Nahrungsorganismen angegeben. Oben 2,15 - 3,95 mm lange Larven (Anzahl Beutetiere, n=579), unten 4,00 - 10,30 mm lange Larven (Anzahl Beutetiere, n= 286).

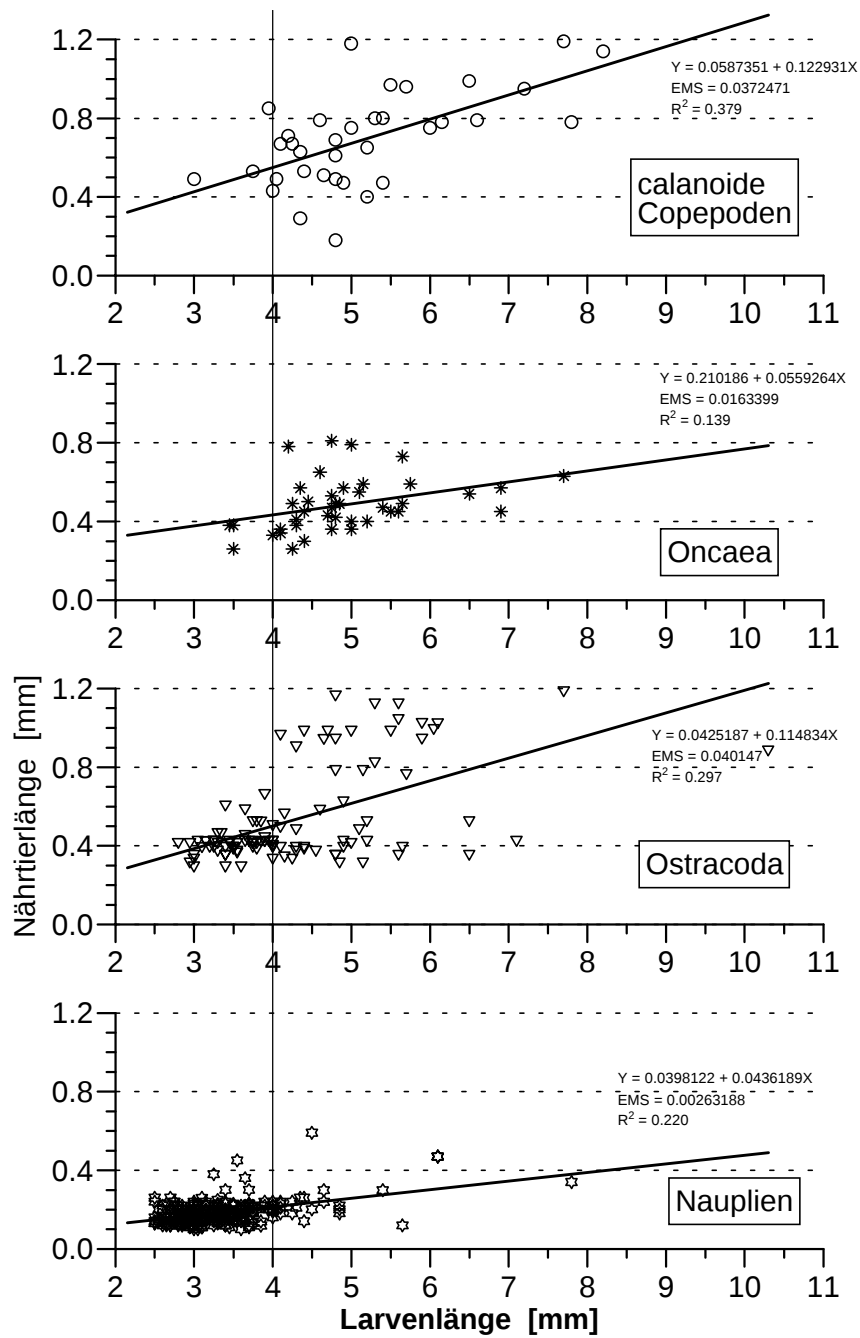


Abbildung 61: Station 3: Verhältnis zwischen der Länge von *Benthosema pterotum* und der Länge gefressenerer Nährtiere als lineare Regression. Die senkrechte Linie bei einer Larvenlänge von 4 mm markiert die Grenze zwischen den gewählten Größengruppen.

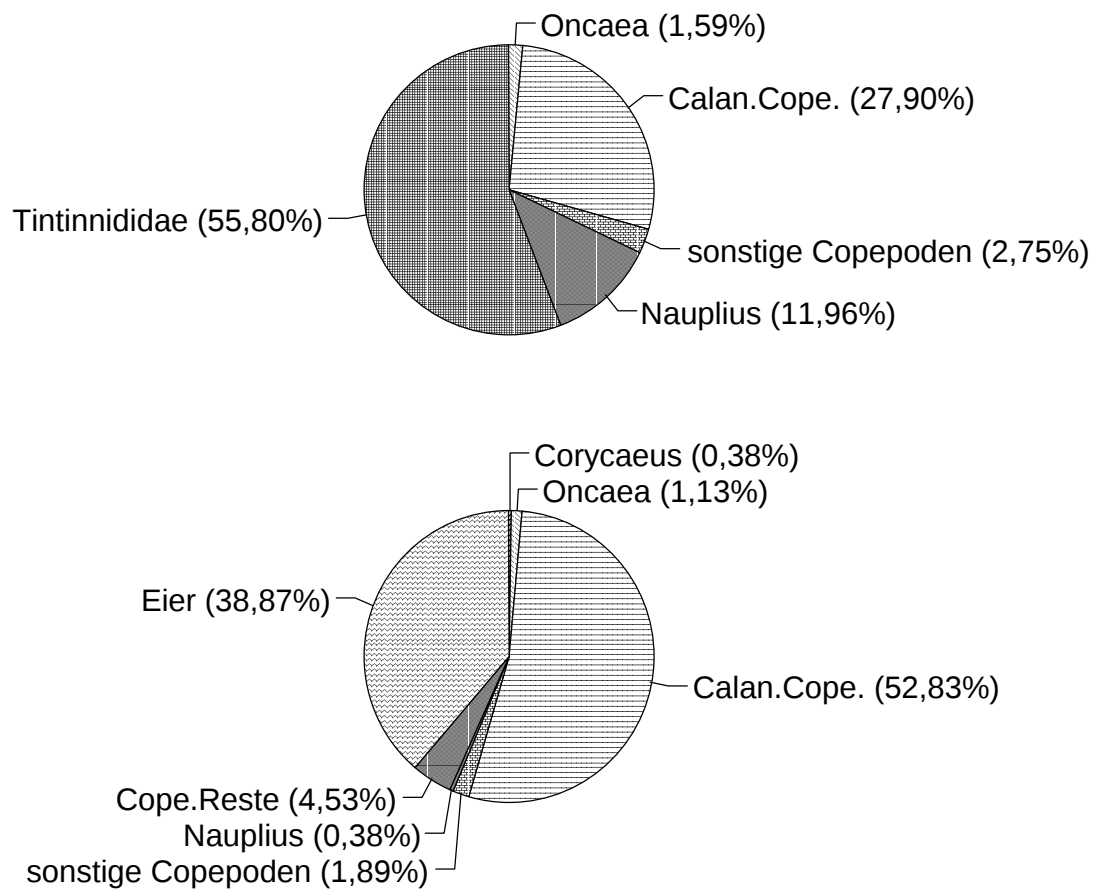


Abbildung 62: Station 3: Nahrungszusammensetzung von *Bregmaceros sp.* aus Tagfängen. Es sind die relativen Anteile der Nahrungsorganismen angegeben. Oben 1,4 - 2,5 mm lange Larven (Anzahl Beutetiere, n= 126), unten 2,6 - 13,3 mm lange Larven (Anzahl Beutetiere, n= 264).

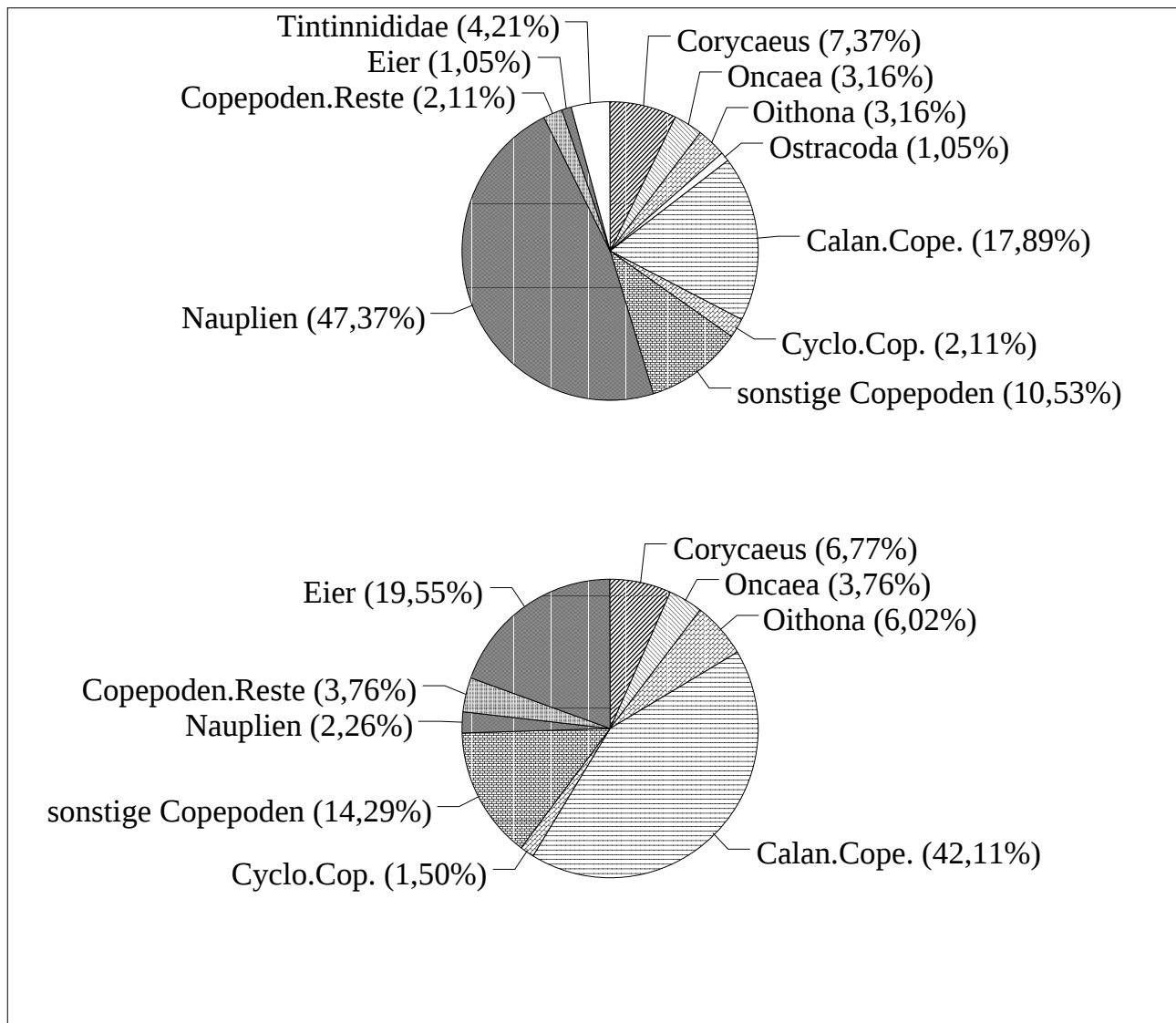


Abbildung 63: Station 3: Nahrungszusammensetzung von *Vinciguerria nimbaria*. Es sind die relativen Anteile der Nahrungsorganismen angegeben. Oben 3,75 - 8,00 mm lange Larven (Anzahl Beutetiere, n= 95), unten 8,15 - 13,28 mm lange Larven (Anzahl Beutetiere, n= 133).

Längenverhältnisse zwischen *Vinciguerrria nimbaria* und den Nährtieren

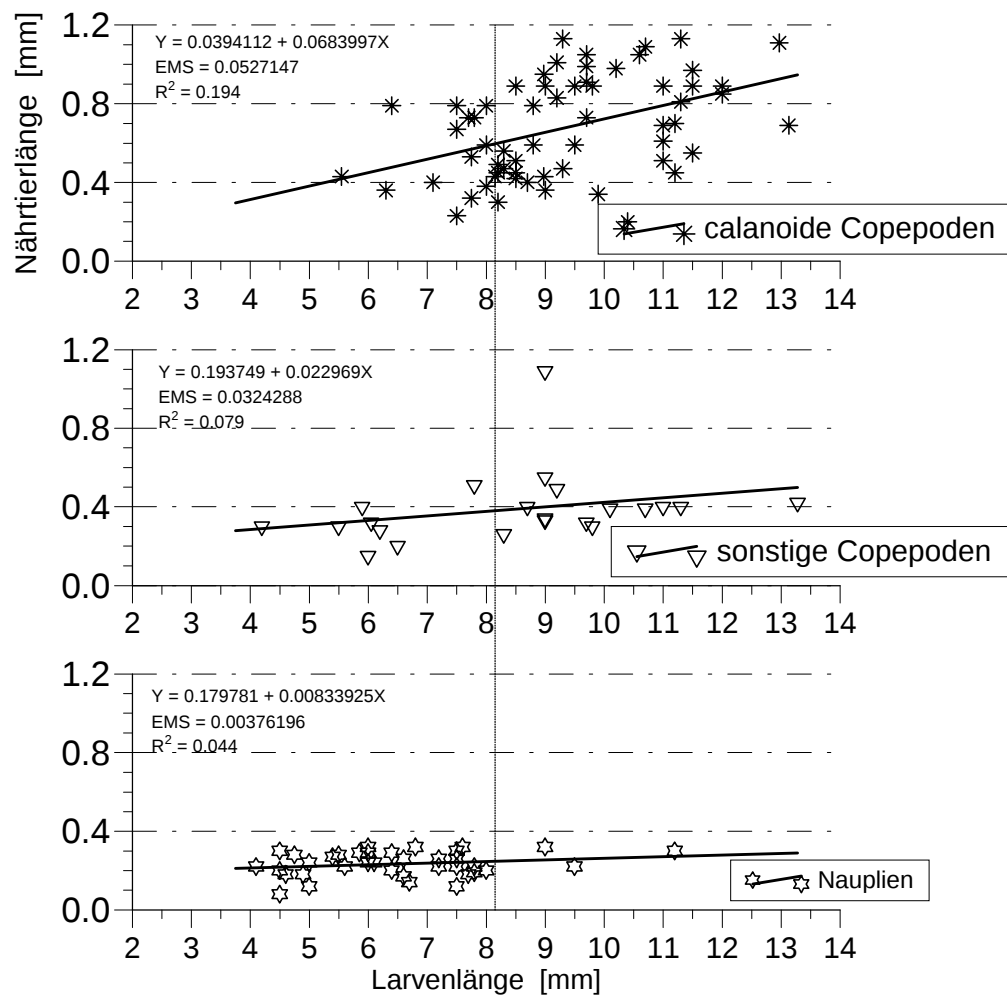


Abbildung 64: Station 3: Verhältnis zwischen der Länge von *Vinciguerrria nimbaria* und der Länge gefressener Nährtiere als lineare Regression. Die senkrechte Linie bei einer Larvenlänge von 8,15 mm markiert die Grenze zwischen den gewählten Größengruppen.

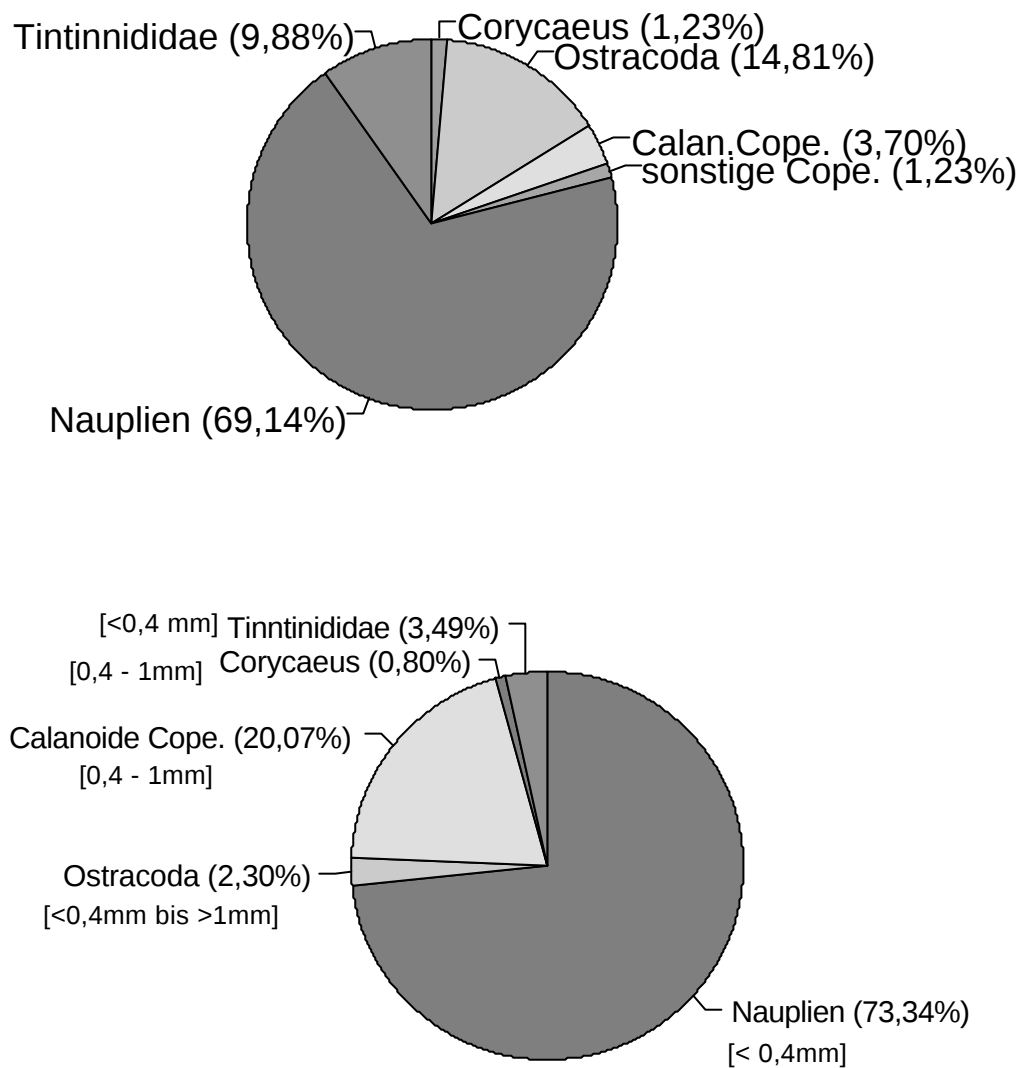


Abbildung 65: Hol 174: Zusammensetzung der von *Benthosema pterotum* (Länge 2,60 - 3,95mm) gefressenen Nährtiere (oben) sowie das Nahrungsangebot in einer Tiefe von 20 - 80 m (unten). Die Größenklassen der gefressenen Nährtiere und die des Nahrungsangebots entsprechen sich. n=80 Nährtiere aus 42 Larven.

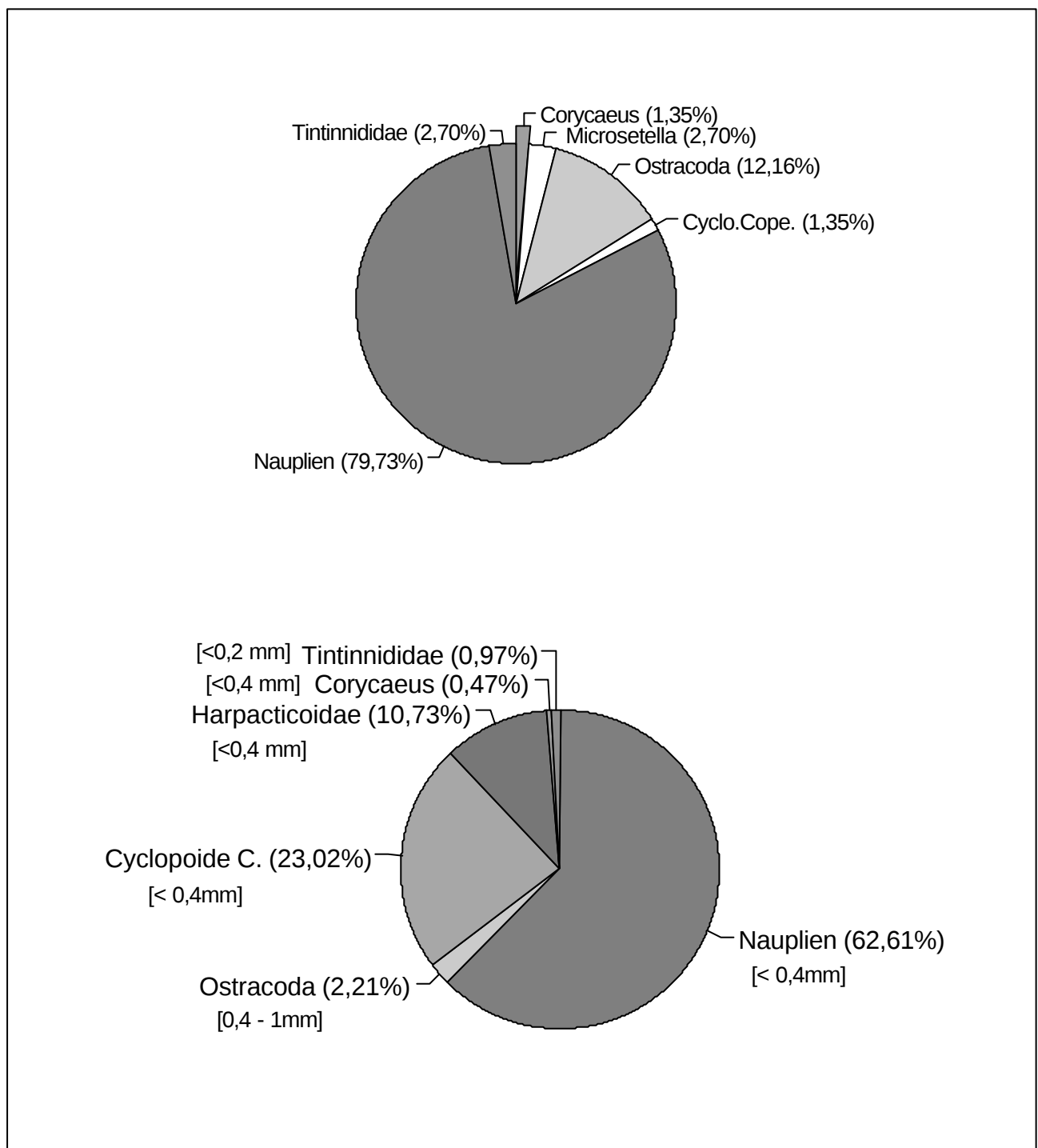


Abbildung 66: Hol 186: Zusammensetzung der von *Benthosema pterotum* (Länge 2,55 - 3,90mm) gefressenen Nährtiere (oben) sowie das Nahrungsangebot in einer Tiefe von 20 - 100 m (unten). Die Größenklassen der gefressenen Nährtiere und die des Nahrungsangebots entsprechen sich. n=74 Nährtiere aus 59 Larven.

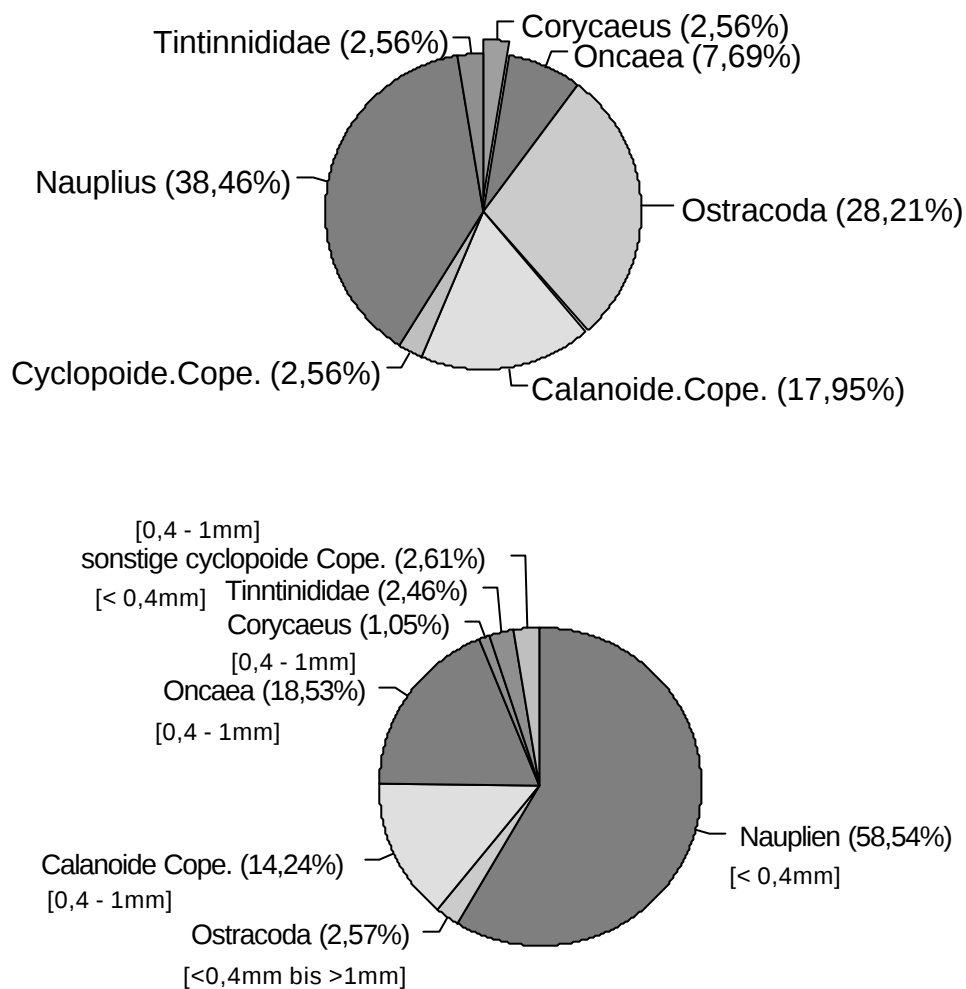


Abbildung 67: Hol 174: Zusammensetzung der von *Benthosema pterotum* (Länge 4,0 - 7,8mm) gefressenen Nährtiere (oben) sowie das Nahrungsangebot in einer Tiefe von 20 - 100 m (unten). Die Größenklassen der gefressenen Nährtiere und die des Nahrungsangebots entsprechen sich. n=49 Nährtiere aus 25 Larven.

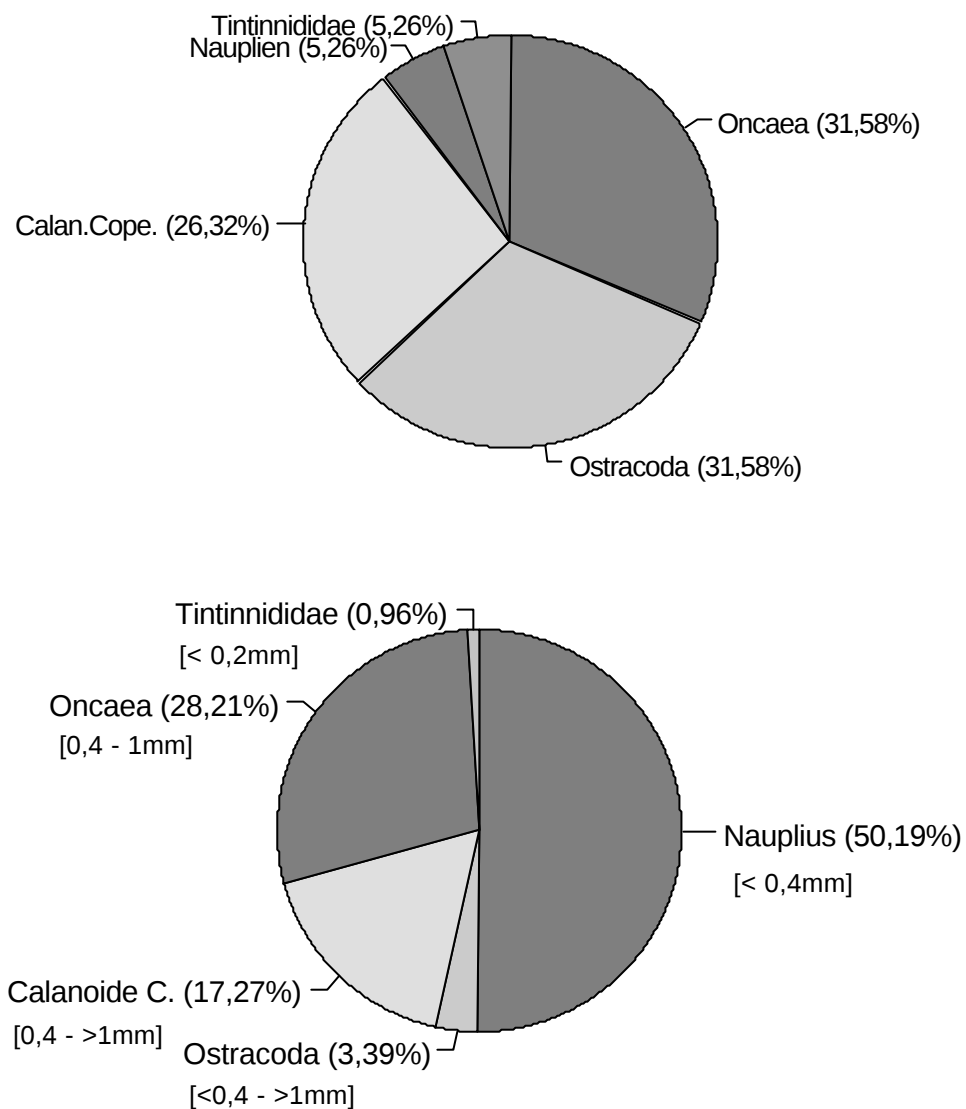


Abbildung 68: Hol 186: Zusammensetzung der von *Benthosema pterotum* (Länge 4,0 - 7,7mm) gefressenen Nährtiere (oben) sowie das Nahrungsangebot in einer Tiefe von 20 - 80 m (unten). Die Größenklassen der gefressenen Nährtiere und die des Nahrungsangebots entsprechen sich. n=19 Nährtiere aus 13 Larven.

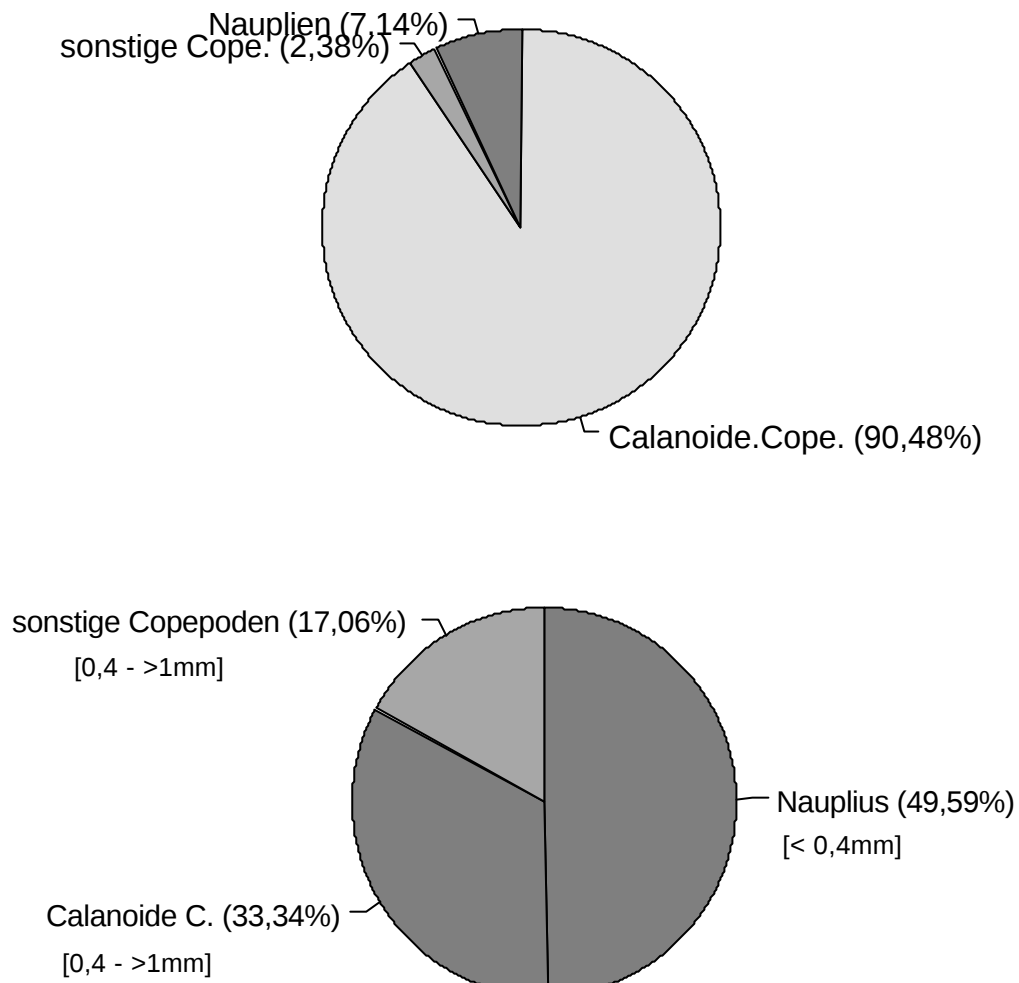


Abbildung 69: Hol 186: Zusammensetzung der von *Bregmaceros sp.* (Länge 1,8 - 11,7mm) gefressenen Nährtiere (oben) sowie das Nahrungsangebot in einer Tiefe von 20 - 80 m (unten). Die Größenklassen der gefressenen Nährtiere und die des Nahrungsangebots entsprechen sich. n=70 Nährtiere aus 24 Larven.

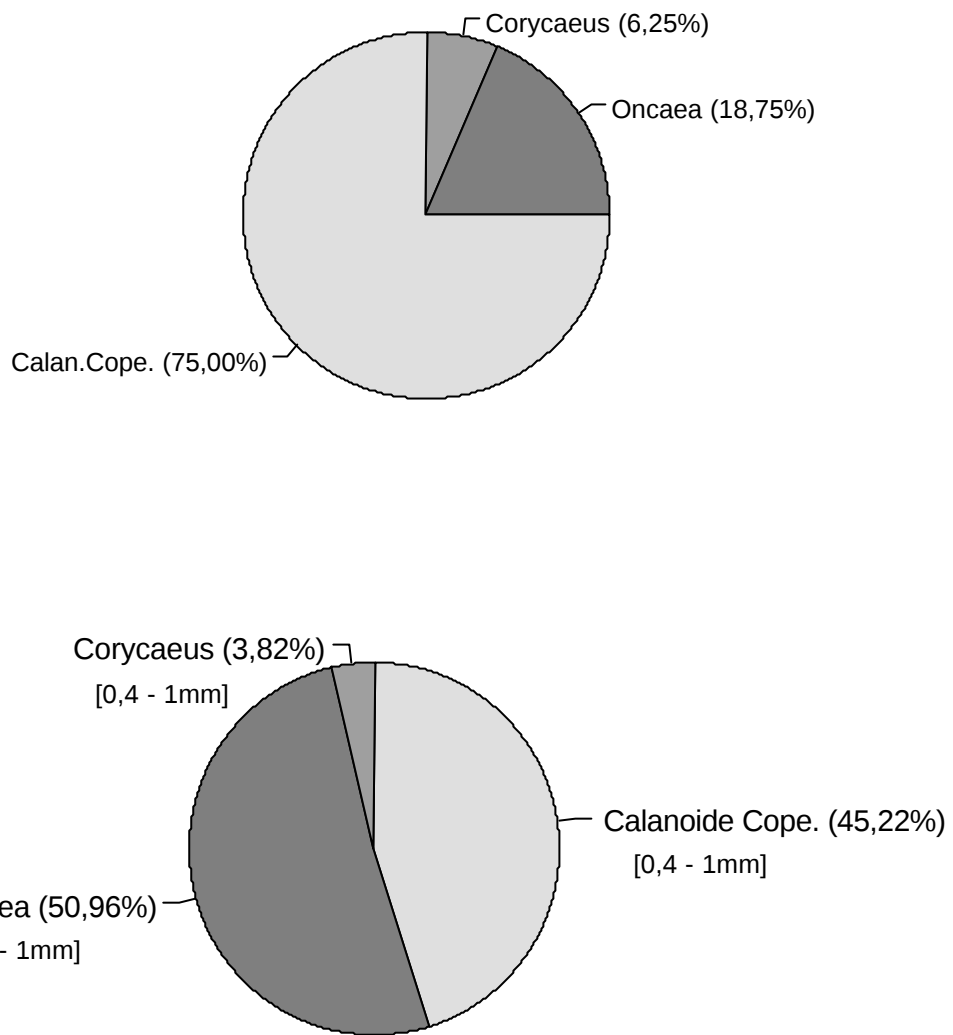


Abbildung 70: Hol 174: Zusammensetzung der von *Bregmaceros sp.* (Länge 3,3 - 18,3mm) gefressenen Nährtiere (oben) sowie das Nahrungsangebot in einer Tiefe von 20 - 60 m (unten). Die Größenklassen der gefressenen Nährtiere und die des Nahrungsangebots entsprechen sich. n=16 Nährtiere aus 9 Larven.

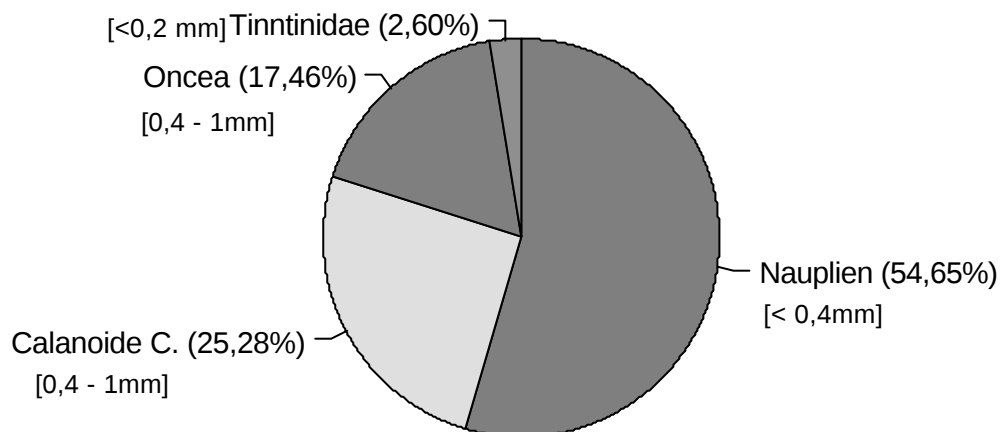
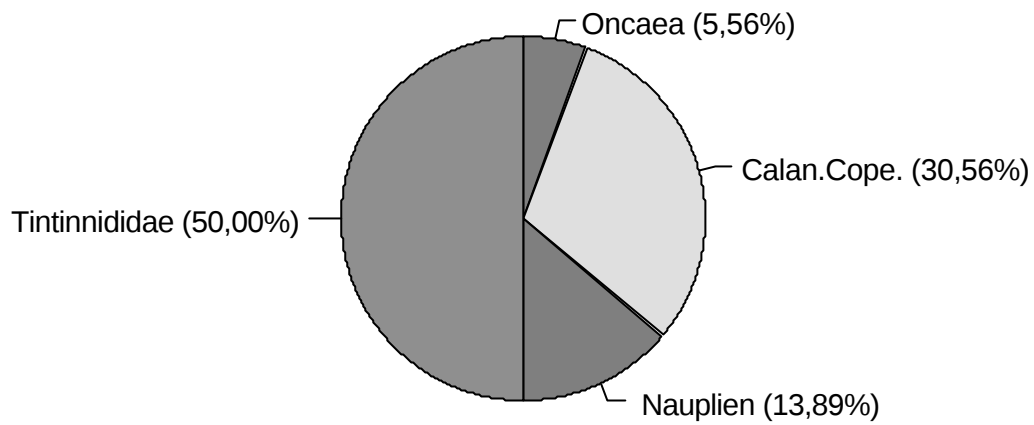


Abbildung 71: Hol 174: Zusammensetzung der von *Bregmaceros sp.* (Länge 1,4 - 2,5mm) gefressenen Nährtiere (oben) sowie das Nahrungsangebot in einer Tiefe von 20 - 80 m (unten). Die Größenklassen der gefressenen Nährtiere und die des Nahrungsangebots entsprechen sich. n=36 Nährtiere aus 13 Larven.

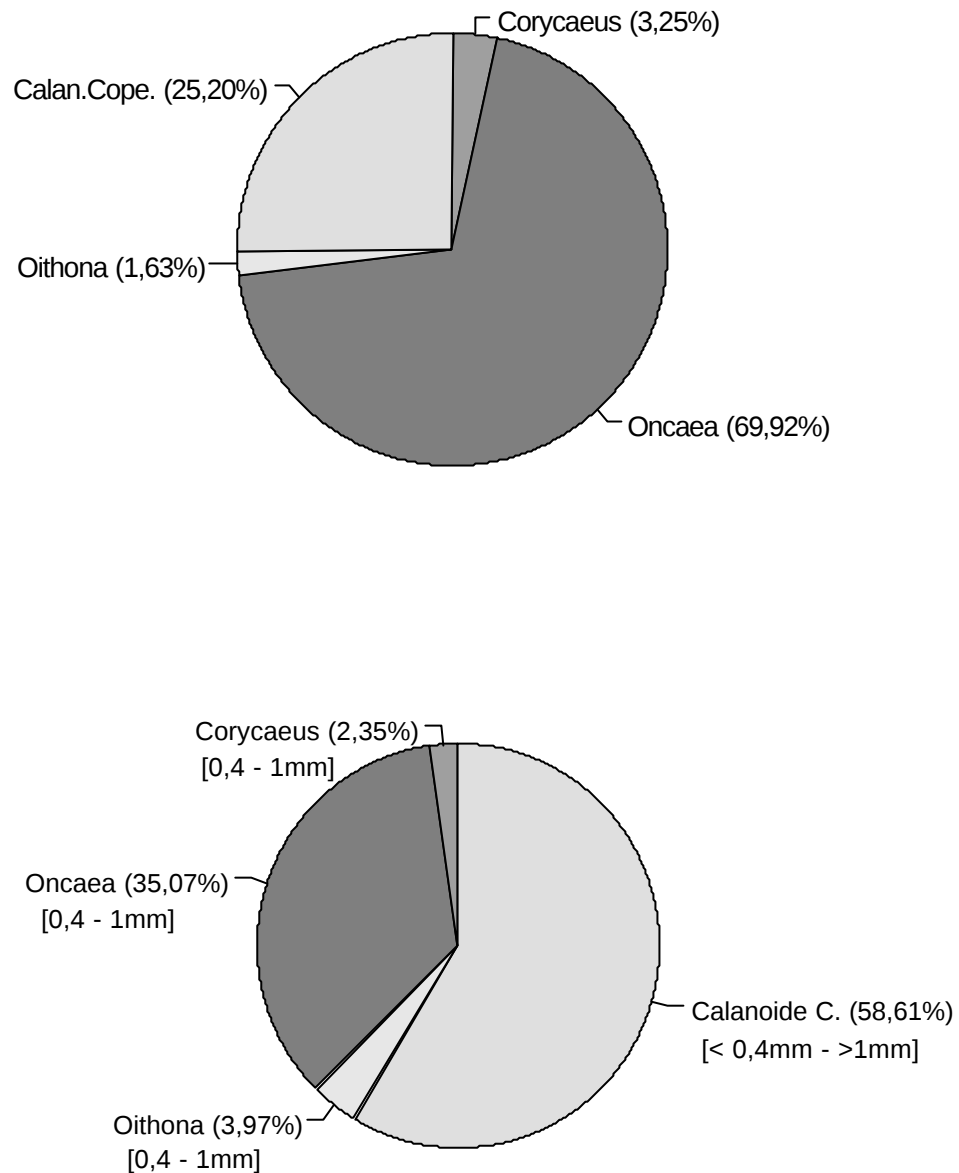


Abbildung 72: Hol 174: Zusammensetzung der von *Champsodontidae* (Länge 3,3 - 18,3mm) gefressenen Nährtiere (oben) sowie das Nahrungsangebot in einer Tiefe von 20 - 80 m (unten). Die Größenklassen der gefressenen Nährtiere und die des Nahrungsangebots entsprechen sich. n=123 Nährtiere aus 23 Larven.

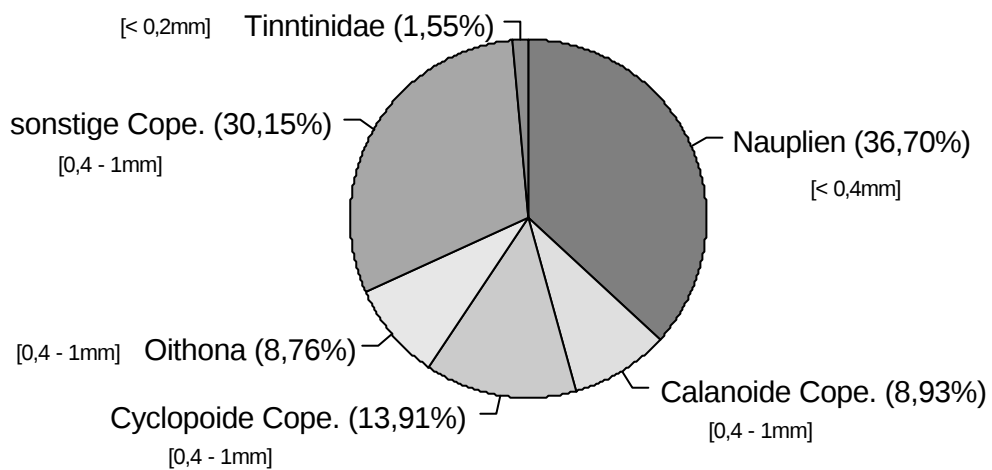
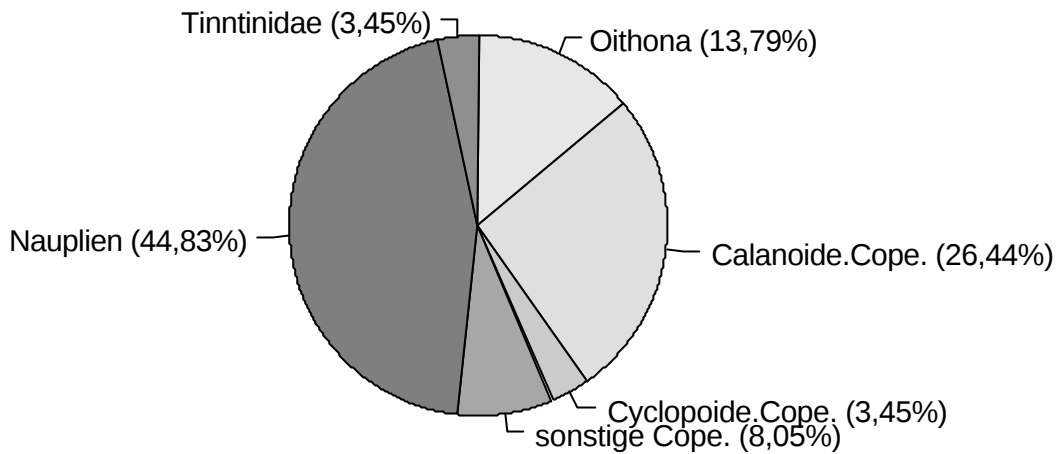


Abbildung 73: Hol 174: Zusammensetzung der von *Synagrops sp.* (Länge 2,75 - 7,00mm) gefressenen Nährtiere (oben) sowie das Nahrungsangebot in einer Tiefe von 20 - 100 m (unten). Die Größenklassen der gefressenen Nährtiere und die des Nahrungsangebots entsprechen sich. n=87 Nährtiere aus 27 Larven.

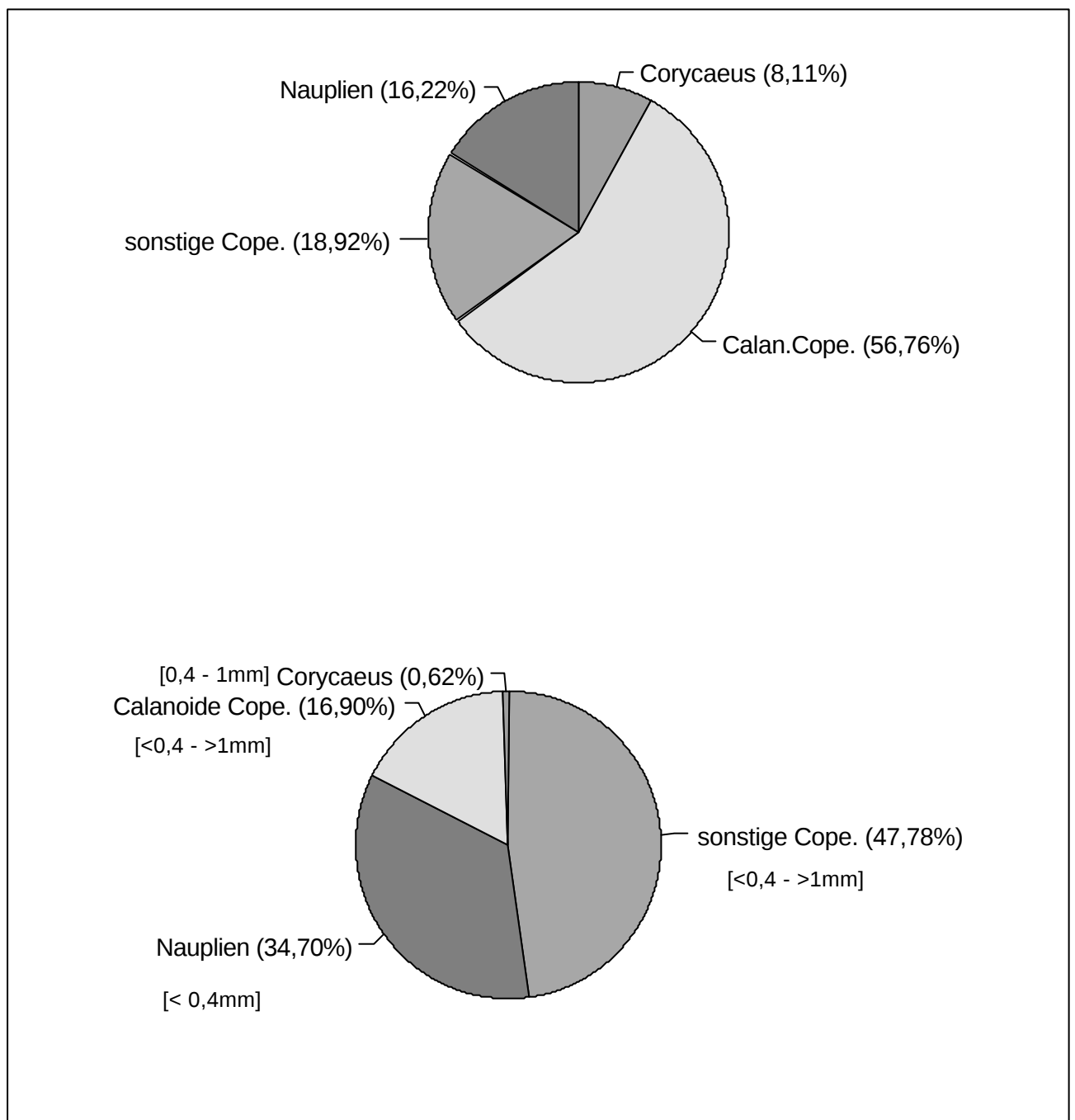


Abbildung 74: Hol 174: Zusammensetzung der von *Vinciguerria nimbaria* (Länge 4,5 - 13,5mm) gefressenen Nährtiere (oben) sowie das Nahrungsangebot in einer Tiefe von 20 - 100 m (unten). Die Größenklassen der gefressenen Nährtiere und die des Nahrungsangebots entsprechen sich. n=37 Nährtiere aus 15 Larven.

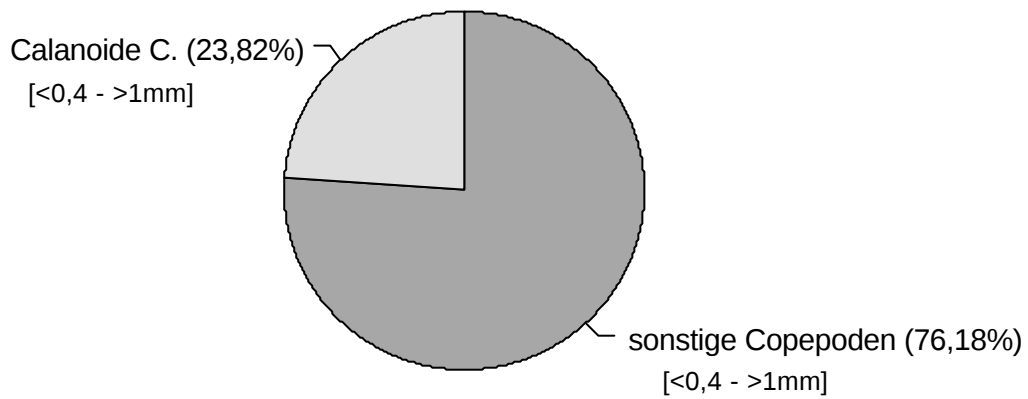
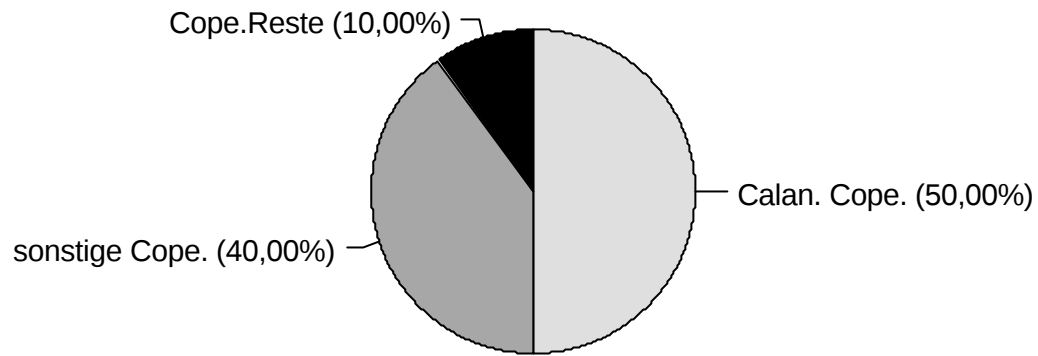


Abbildung 75: Hol 186: Zusammensetzung der von *Vinciguerria nimbaria* (Länge 9,0 - 10,0mm) gefressenen Nährtiere (oben) sowie das Nahrungsangebot in einer Tiefe von 20 - 60 m (unten). Die Größenklassen der gefressenen Nährtiere und die des Nahrungsangebots entsprechen sich. n=20 Nährtiere aus 5 Larven.

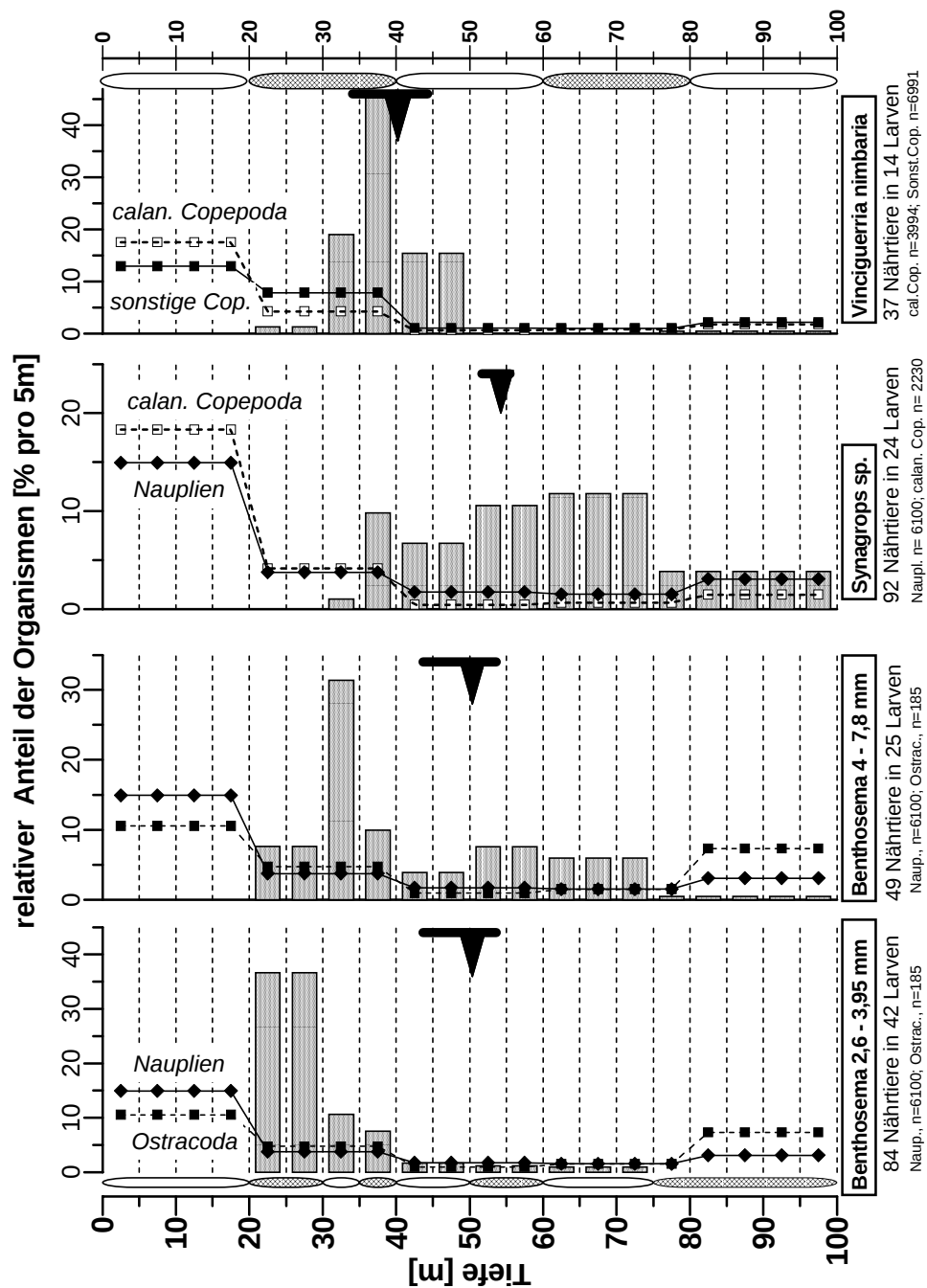


Abbildung 76: Hol 174: Nahrungsaufnahme drei fressender Fischlarvenarten (graue Balken) in Gegenüberstellung mit den Vertikalverteilungen des potentiellen Nahrungsangebots (Kurven).

Graue Balken: Aufgetragen sind die Anteile (%) der Gesamt-Nahrungsaufnahme, die je 5 m Tiefenstufe erfasst wurden. Die Nahrungsaufnahme in den einzelnen Tiefenstufen leitet sich aus dem Produkt des Anteils der Gesamt-Abundanz Beutetiere pro m^2 und des Anteils der Gesamt-Abundanz fressende Larven pro m^2 ab (Nahrungskennwert, siehe Kap.2.4.2.).

Kurven: Aufgetragen sind die Anteile (%) der Gesamt-Abundanz Planktonorganismen des zu Hol 174 entsprechenden Mesozooplankton-Hols pro m^2 , die je 20 m Tiefenstufe erfasst wurden.

Die Pfeilspitze weist auf den Verteilungsschwerpunkt, das „Centre of Mass“ (vgl.Kap. 2.4.2) aller Fischlarven (Station 3) der jeweiligen Gruppe. Der senkrechte Strich am Pfeilende gibt den Interquartilbereich an, er umfasst die zentralen 50 % der CM-Werte der Vergleichshols. Das „Centre of Mass“ gibt den Verteilungsschwerpunkt aller Larven an, also auch der Larven, die keine Nahrung im Darm hatten. Hols, in denen überhaupt keine Larve Nahrung im Darm hatte, wurden nicht berücksichtigt.

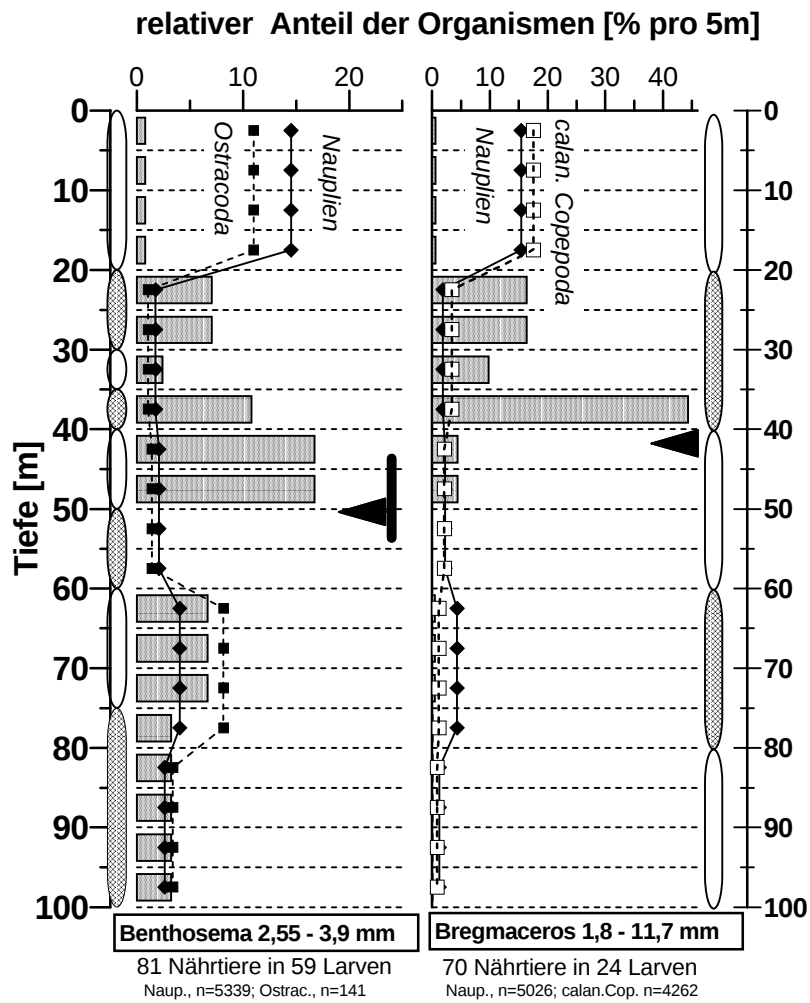


Abbildung 77: Hol 186: Nahrungsaufnahme von zwei Fischlarvenarten (graue Balken) in Gegenüberstellung mit den Vertikalverteilungen des potentiellen Nahrungsangebots (Kurven) des zu Hol 186 entsprechenden Mesozooplankton-Hols. Einzelheiten, siehe Legende der Abb. 76